



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Biologia
Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais

FENOLOGIA E BIOLOGIA FLORAL DE *Sapium glandulosum* (L.) MORONG 1893 (EUPHORBIACEAE) E SUAS INTERAÇÕES ECOLÓGICAS COM ARTRÓPODES DURANTE PERÍODO REPRODUTIVO EM UMA ÁREA DE CERRADO

RENAN KOBAL DE OLIVEIRA ALVES CARDOSO

2016

Renan Kobal de Oliveira Alves Cardoso

FENOLOGIA E BIOLOGIA FLORAL DE *Sapium glandulosum* (L.) MORONG 1893 (EUPHORBIACEAE) E SUAS INTERAÇÕES ECOLÓGICAS COM ARTRÓPODES DURANTE O PERÍODO REPRODUTIVO EM UMA ÁREA DE CERRADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora

Prof^a Dr^a Helena Maura Torezan-Silingardi

Uberlândia

Fevereiro - 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

C268f
2016 Cardoso, Renan Kobal de Oliveira Alves, 1984-
Fenologia e biologia floral de *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893
(Euphorbiaceae) e suas interações ecológicas com artrópodes durante o
período reprodutivo em uma área de cerrado [recurso eletrônico] /
Renan Kobal de Oliveira Alves Cardoso. - 2016.

Orientadora: Helena Maura Torezan Silingardi.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.5000>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ecologia. I. Silingardi, Helena Maura Torezan, 1968-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 574

André Carlos Francisco
Bibliotecário - CRB-6/3408



**ATA DE DEFESA DA 234ª DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
 EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS /
 INBIO/ UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº. 234, PPGEARN
 Data: **29 de fevereiro de 2016**

Discente: **Renan Kobal de Oliveira Alves Cardoso** Matrícula: **11412ECR015**

Título do Trabalho: "Fenologia e Biologia floral de *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (EUPHORBIACEAE) e suas interações ecológicas com artrópodes durante o período reprodutivo em uma área de cerrado."

Área de concentração: **Ecologia.**

Linha de pesquisa: **Ecologia da Polinização**

Projeto de Pesquisa de vinculação: **Ecologia da Polinização**

No dia **29 de fevereiro** do ano de **2016** no auditório 2D14, Campus Umuarama da UFU reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do PPGEARN, composta pelos seguintes Professores Doutores: **Kleber Del Claro – INBIO/UFU, Vinícius Lourenço Garcia de Brito – INBIO/UFU, e Helena Maura T. Silingardi - INBIO/UFU**, presidente da banca e orientador(a) do(a) candidato(a). O Prof. **Andre Rodrigo Rech**, membro titular da banca, não pode comparecer e por isso foi substituído pelo suplente, Prof. Dr. **Kleber Del Claro**. O(a) Presidente declarou aberta a sessão às **17h00min**, saudou a todos e apresentou os membros da Banca Examinadora e, em seguida, passou a palavra ao(à) candidato(a) para que expusesse sua dissertação. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa. A seguir o presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Terminada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais. Em face do resultado obtido a Banca Examinadora considerou o(a) candidato(a) **APROVADO(A)**. Esta defesa de Dissertação de Mestrado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU. O(a) Presidente(a) agradeceu aos membros da Banca Examinadora e a todos que contribuíram para o êxito do processo que concluiu às **18h45min** e declarou encerrada a sessão, cujos trabalhos são objeto desta Ata que será assinada pelo candidato(a) avaliado(a) e os membros da Banca Examinadora. Uberlândia (MG), 29 de fevereiro de 2016.

Msc. **Renan Kobal de Oliveira Alves Cardoso** *Renan Kobal Cardoso*

Prof. Dr. **Kleber Del Claro**

Prof. Dr. **Vinícius Lourenço Garcia de Brito** *Vinícius L. G. Brito*

Profa. Dra. **Helena Maura Torean Silingardi** *Helena Maura Torean Silingardi*

Resumo

Interações ecológicas entre *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (Euphorbiaceae) e artrópodes durante o período reprodutivo em uma área de Cerrado. Este trabalho teve como objetivo acrescentar novos conhecimentos sobre as interações ecológicas considerando uma espécie de colonização recente na vereda da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Foram contabilizadas 39 espécies de seis ordens de insetos visitantes dos ramos de *S. glandulosum*. Os mais frequentes foram Hymenoptera seguidos por Diptera. A espécie mais frequente foi Syrphidae sp1 (Diptera) com 141 visitas, seguida de *Polybia scutellaris* (Hymenoptera) com 91 registros. Houve uma grande visitação de moscas nas inflorescências, sendo 49,2% nas flores estaminadas e 40,1% nas flores pistiladas. No entanto, *S. glandulosum* mostrou ser uma espécie entomófila generalista, oferecendo recursos como pólen e secreções provenientes de glândulas associadas às flores e de nectários extraflorais presentes nos pecíolos foliares, para uma grande riqueza e abundância de espécies. *Neolithus fasciatus* foi a única espécie de herbívoro observada, induzindo galhas principalmente nas folhas, mas também nos pecíolos e nas raques das inflorescências. A morfologia floral de *S. glandulosum* não se enquadrou nas síndromes de polinização existentes. *S. glandulosum* apresenta recursos alimentares para insetos generalistas e ainda a capacidade de interagir com animais especialistas.

Palavras chave: Polinização, néctar, insetos, galhas

Abstract

Ecological interactions between *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (Euphorbiaceae) and arthropods during the breeding season in a tropical savanna area. This study aimed to add new knowledge about ecological interactions considering a recent colonization in palm swamp in Private Reserve of Clube de Caça e Pesca Itororó in Uberlândia city, Minas Gerais state, Brazil. We recorded 39 species of six insect orders visiting the branches of *S. glandulosum*. The most common were Hymenoptera followed by Diptera. The most common species was Syrphidae sp1 (Diptera) with 141 visits, followed by *Polybia scutellaris* (Hymenoptera) with 91 records. There was a high visitation of flies on the inflorescences, 49.2% in staminate flowers and 40.1% in pistillate flowers. Although, *S. glandulosum* proved to be a generalist entomophilous specie offering resources such as pollen and secretions from glands associated with flowers and extrafloral nectar. *Neolithus fasciatus* was the only species of herbivore observed, inducing galls mainly on leaves, but also on petiole and central axis of the inflorescences. The floral morphology of *S. glandulosum* does not fit the existing pollination syndromes. *S. glandulosum* has food resources for generalist insects and the ability to interact with specialized animals.

Key words: Pollination, nectar, insects, galls.

Capítulo 1

Interações ecológicas entre *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (Euphorbiaceae) e artrópodes durante o período reprodutivo em uma área de Cerrado

INTRODUÇÃO

São diversas as maneiras pelas quais insetos e plantas podem se beneficiar em uma interação. A presença de formigas em plantas, por exemplo, pode reduzir a herbivoria além de aumentar a produção de frutos e sementes (Del-Claro e Marquis 2015). A proteção contra a herbivoria e o aumento do *fitness* pode ser mais eficiente quando predadores, como formigas e aranhas, estão associados às plantas (Stefani *et al.* 2015). Outros predadores também contribuem na defesa do vegetal caçando e removendo herbívoros, como vespas solitárias (Torezan-silingardi 2011) e vespas sociais (Marafeli *et al.* 2006; Alves-Silva *et al.* 2013).

Além de participar das defesas dos vegetais, os animais também são responsáveis por mais de 90% da polinização das angiospermas (Kearns *et al.* 2000; Torezan-Silingardi 2012). Os visitantes florais buscam nas plantas recursos que satisfaçam suas necessidades de nidificação, de reprodução e principalmente de alimentação. A sinalização floral mais comum está relacionada às cores e odores (Varassim e Amaral-Neto 2014). Guias de recurso, como os guias de néctar, facilitam a atividade dos polinizadores em busca de recursos nutritivos, como pólen e néctar, entre outros (Torezan-Silingardi 2012; Agostini *et al.* 2014). A polinização é um processo chave para a manutenção das comunidades de plantas (Souza-Silva *et al.* 2001) e pode ser intensamente alterada pela presença de pilhadores, herbívoros e predadores na planta (Torezan-Silingardi e Del Claro 1998; Almeida-Soares *et al.* 2010). Estudos sobre as interações entre insetos e plantas possuem fundamental importância quando abrangem o papel dos diferentes grupos de animais em relação à polinização, especialmente quando são realizados com espécies dominantes ou interessantes para a restauração (Kinoshita *et al.* 2006). Se a planta investigada estiver

em um ambiente ameaçado como o Cerrado, então seu estudo é ainda mais relevante (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006).

O Cerrado é a savana tropical brasileira e corresponde ao segundo maior bioma do país, abrangendo originalmente cerca de 23% do território nacional (Klink *et al.* 2005). Atualmente, devido principalmente ao processo de crescimento da agropecuária, à urbanização e a incêndios de origem antrópica, sua área está muito fragmentada, restando apenas 20% de sua área original com cerca de 356 km² (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006). O rápido processo de desmatamento no Cerrado é especialmente preocupante devido à perda de biodiversidade, pois há ali grande quantidade de espécies endêmicas, muitas das quais em risco de extinção (Myers *et al.* 2000). No cerrado há diversas fitofisionomias, sendo que as áreas mais úmidas são representadas por veredas. Na vereda há uma zona central com grande quantidade de água no solo ao longo de todo o ano, e uma zona periférica onde a flutuação entre período seco e úmido é bastante notável (Pivello e Coutinho 1996; Araújo *et al.* 2002). No entanto, a maioria dos estudos ecológicos no cerrado se concentra nas áreas mais secas, onde o acesso é facilitado (por exemplo Torezan-Silingardi e Del-Claro 1998; Torezan-Silingardi e Oliveira 2004).

Nos ecossistemas brasileiros, a Família Euphorbiaceae é muito bem representada, com aproximadamente 1000 espécies já registradas (Souza e Lorenzi 2005). No entanto, seus representantes são encontrados em todo o planeta com mais de 7000 espécies distribuídas em cerca de 330 Gêneros (Radcliffe-Smith 2001; Simpson 2006). Muitas espécies possuem grande importância econômica (Sátiro e Roque 2008), como por exemplo, a seringueira (*Hevea brasiliensis*, Willd. Ex A. Juss. 1865) (Lorenzi 1992), a mamona (*Ricinus communis*, L. 1753) (César e Batalha 2011) e a mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz. 1766) (Schultes 1987). O Gênero *Sapium* tem aproximadamente 100 espécies de arbustos e árvores, sendo a maioria descrita para o continente americano

(Webster 1994), no entanto, esse número pode variar devido às várias dificuldades descritas nos estudos de taxonomia (Santos e Sales 2009).

Portanto, com o intuito de aumentar nosso conhecimento sobre as interações presentes no ambiente de Cerrado, especialmente de espécies vegetais capazes de colonizar áreas úmidas no cerrado, Temos como objetivo investigar as relações ecológicas entre uma espécie de Euphorbiaceae recém-chegada na vereda e os artrópodes que buscam seus recursos durante a floração. Nossos objetivos específicos são (1) identificar e quantificar toda a fauna visitante das inflorescências e folhas, (2) determinar o papel ecológico dos principais visitantes através do seu comportamento, e (3) avaliar se existe relação entre o volume da planta e a abundância do principal herbívoro.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na área de vereda da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, registrada pela Portaria IBAMA número 84 de 07 de agosto de 1992 (Camargos e Lanna 1996). A reserva está situada nas coordenadas geográficas: 18° 60' S - 48° 18' O (Araújo *et al.* 2002), ao sul do centro da cidade de Uberlândia, estado de Minas Gerais, Brasil, com área total de 127 hectares (Oliveira *et al.* 2009). O local apresenta elevação de 830 metros acima do nível do mar (dados de satélite, Google Earth), precipitação anual média de 1500 mm concentrada no período úmido (outubro – abril) e temperatura média anual de 23° C, com médias mensais de temperatura variando de 24,8° em fevereiro a 19,9° C em junho (Alves-Silva e Del-Claro 2014). A reserva faz parte da bacia do rio Uberabinha, afluente do rio Araguari, e

possui duas nascentes que abastecem a vereda e formam o Córrego do Lageado (Araújo *et al.* 2011). A vereda tem 45 ha e possui área bem preservada, com registro de 307 espécies distribuídas em 62 Famílias botânicas, sendo que as Famílias com maiores riquezas de espécies são: Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Melastomataceae e Fabaceae (Araújo *et al.* 2002).

Espécie estudada

Sapium glandulosum (L.) Morong 1983 (Euphorbiaceae) é a espécie de maior ocorrência no Gênero, nativa da região Neotropical e encontrada da Argentina até países da América Central, especialmente em locais com bastante umidade (Pscheidt and Cordeiro 2012). A literatura reconhece que há dificuldades na taxonomia do gênero e suas espécies (Santos e Sales 2009), apresentando 122 (Reflora 2016) ou 249 (Tropicos® 2016) sinônimos para *S. glandulosum*. A planta é popularmente conhecida como pau-de-leite ou leiteiro pela grande quantidade de látex produzida (Lorenzi 1992). A espécie é heliófila e decídua, com hábito arbustivo ou arbóreo podendo chegar de 5 a 20 metros de altura (Lorenzi 1992). *Sapium glandulosum* é monoica, com inflorescências em formato de espiga nos ramos terminais. As flores são unissexuadas, reduzidas, com brácteas e glândulas (Santos e Sales 2009). As flores femininas possuem coloração amarela esverdeada, com dois milímetros e ficam na base das inflorescências. As flores masculinas ficam no ápice da inflorescência, possuem dois estames com anteras extrorsas de cor vermelha e o pólen de coloração laranja (Santos e Sales 2009). O fruto maduro é escuro, marrom esverdeado, é uma cápsula arredondada dividida em três segmentos e cada um pode desenvolver uma única semente recoberta com arilo vermelho. O florescimento e a frutificação ocorrem de setembro até abril (Pscheidt e Cordeiro 2012). As folhas são inteiras, simples e alternas, apresentam estipulas, e há um par de nectários

extraflorais (NEFs) em formato cônico evidenciados no pecíolo foliar (Santos e Sales 2009; Pscheidt e Cordeiro 2012).

Visitantes das inflorescências e folhas

As observações da fauna visitante das inflorescências e folhas foram realizadas em 46 indivíduos de *S. glandulosum* durante uma florada, compreendida de dezembro de 2014 a abril de 2015. Nessa etapa, foram realizadas 37 observações de dez minutos cada, sendo feitas pelo menos duas observações a cada hora entre às 7 horas da manhã e 18 horas. As observações foram realizadas em apenas 37 indivíduos do total de plantas marcadas, de modo que cada planta foi analisada uma vez, totalizando 370 minutos de observação. A frequência e o comportamento dos visitantes de *S. glandulosum* foram registrados por observações focais. Durante cada período de observação os visitantes foram contabilizados e seu local de atuação foi determinado, como: flores masculinas e seus nectários próximos na raque da inflorescência, flores femininas e seus nectários próximos na raque da inflorescência ou folhas e seus nectários extraflorais da base do pecíolo foliar. Para registro e análise de comportamento dos principais visitantes foi utilizada uma câmera digital, sendo registrados imagens e vídeos. Para a identificação da fauna visitante um indivíduo de cada espécie foi coletado com o uso de rede entomológica ou pinça, montado e identificado.

Durante o período de floração foram selecionadas aleatoriamente 12 plantas para cálculo do volume da planta. Foi utilizando uma trena métrica para medir o diâmetro considerando os ramos mais afastados entre si, e a altura do ramo mais alto. Para estimarmos o volume da copa foi usada a fórmula: $V = [4\pi (d+h/4)^3] / 3$, onde d é o diâmetro e h é a altura da copa. Em cada indivíduo foi realizada a contagem do número de galhas presente. Com o intuito de avaliarmos se existe relação entre o volume da planta

e a abundância do principal herbívoro foi utilizado o teste de análise estatística de regressão linear simples de Pearson.

RESULTADOS

Insetos visitantes das inflorescências e folhas

Foram coletados um total de 780 insetos visitantes nas inflorescências e nos nectários extraflorais, pertencentes a 39 espécies de seis diferentes ordens (Tabela 1). Destas seis Ordens, a maior riqueza de espécies e frequência de visitas foi de Hymenoptera, seguida por Diptera (Figura 1). As menores riqueza de espécies e frequência de visitas foram feitas por indivíduos das Ordens Coleoptera, Blatodea, Hemiptera e Lepidoptera, respectivamente. Das seis espécies com maior frequência de visitas duas pertencem a Ordem Diptera e quatro a Hymenoptera. A espécie mais frequente encontrada foi Syrphidae sp1 (Diptera) com 141 visitas, principalmente nas estruturas florais. Thisanópteros foram observados nas inflorescências fora dos momentos de contabilização dos visitantes. O forrageio nas flores estaminadas seguido de visitas às flores pistiladas, pode permitir que grãos de pólen aderidos nos pelos, encontrem um estigma receptivo, caso o tamanho corporal e o comportamento sejam adequados (Figura 2A e 2B), tornando esse inseto um polinizador em potencial. *Polybia scutellaris* (Hymenoptera) (Figura 2C) foi a segunda espécie que mais visitou as áreas produtoras de recursos, especialmente os nectários extraflorais, com 91 registros totais, seguidos por 78 visitas de Crabronidae sp1 (Hymenoptera) e 52 de Calliphoridae sp5 (Diptera), os quais também podem atuar como polinizadores. Abelhas também foram observadas coletando pólen (Figura 2D), mas numa baixa frequência. A maior frequência de visitas ocorreu nas

flores estaminadas e suas glândulas associadas, com 366 visitas (46,9%) (Figura 3). Os nectários extraflorais tiveram 252 visitas (32,3%) e as flores pistiladas e suas glândulas associadas foram as menos visitadas, com 162 visitantes (20,7%). O maior número de visitas nas porção de flores pistiladas foi de dípteros, com 180 visitas (49,1%). Já os Hymenoptera tiveram a maior frequência registrada na região das flores estaminadas, com 79 visitas (49%), sendo quase todas efetuadas por vespas. Esta Ordem também obteve maior presença nos nectários extraflorais, com 178 visitas (70%), sendo a grande maioria das visitas feitas por vespas e apenas cinco visitas de formigas e quatro de abelhas (Tabela 2).

Tabela 1. Insetos visitantes das inflorescências, considerando as flores estaminadas e as pistiladas e suas glândulas associadas, e dos nectários extraflorais de *S. glandulosum* na vereda do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

ORDEM	RIQUEZA DE ESPÉCIES	FLOR ESTAMINADA E GLÂNDULAS ASSOCIADAS	FLOR PISTILADA E GLÂNDULAS ASSOCIADAS	TOTAL NAS FLORES	TOTAL NOS NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS	TOTAL
HYMENOPTERA	20	162 (44,3%)	81 (50,1%)	243 (46 %)	178 (71,1%)	421 (54,2%)
DIPTERA	10	180 (49,2%)	65 (40,1%)	245 (46,4 %)	47 (18,5%)	292 (37,5%)
COLEOPTERA	4	20 (5,4%)	04 (2,5)	24 (4,5 %)	03 (1,1%)	27 (3,5%)
BLATTODEA	1	01 (0,3%)	0 (0%)	01 (0,2 %)	24 (9,3%)	25 (3,2%)
HEMIPTERA	2	02 (0,5%)	10 (6,1%)	12 (2,3 %)	0 (0%)	12 (1,5%)
LEPIDOPTERA	2	01 (0,3%)	02 (1,2%)	03 (0,6 %)	0 (0%)	3 (0,4%)
TOTAL	39	366	162	528	252	780 (100%)

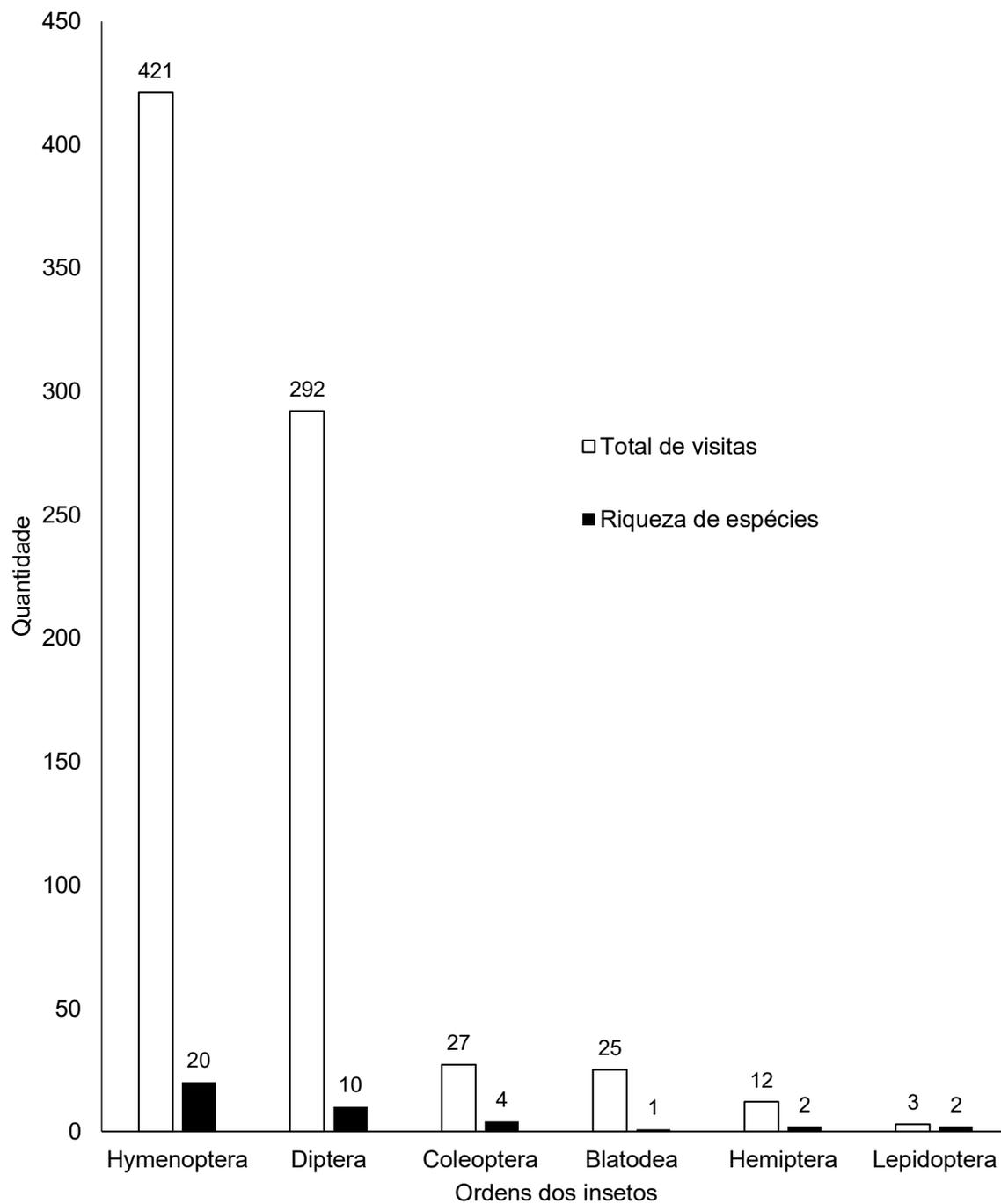


Figura 1. Frequência e riqueza da fauna visitante de *S. glandulosum* na florada de 2014/2015 na vereda da reserva ecológica do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia.

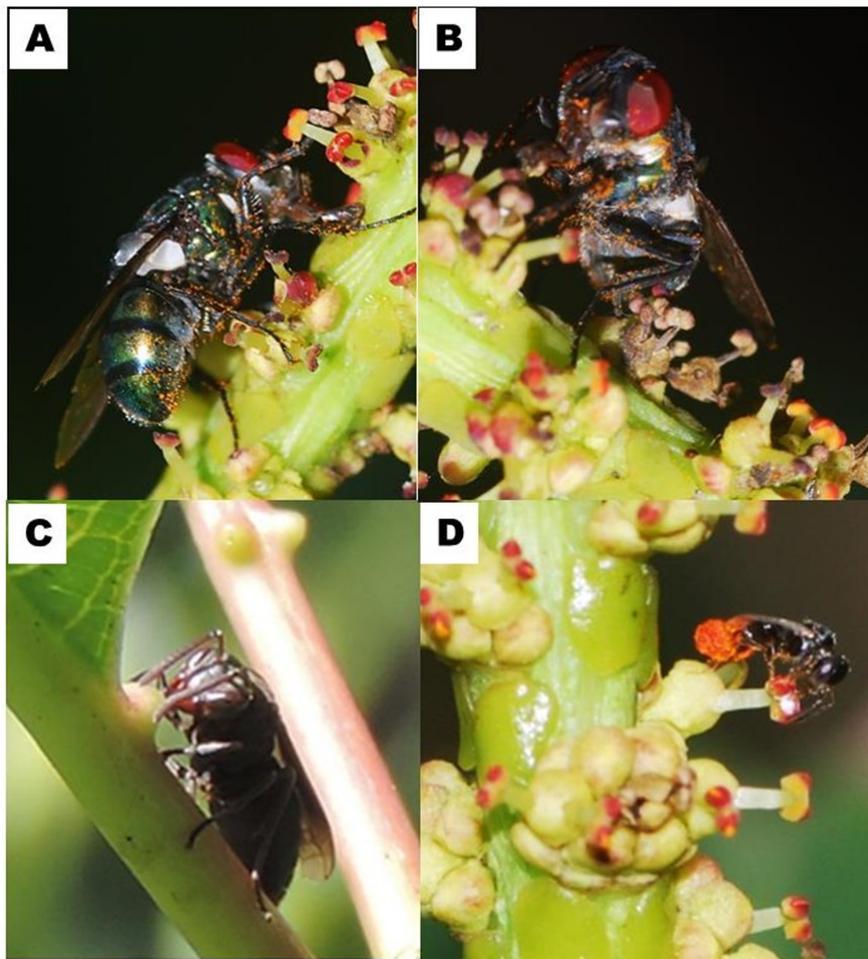


Figura 2. Insetos coletores dos recursos de *S. glandulosum* na florada de 2014/2015 na vereda da reserva ecológica do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia. (A) Diptera alimentando-se da secreção das glândulas associadas às flores estaminadas na raque da inflorescência; (B) Diptera nutrindo-se de grãos de pólen. Note que tanto em (A) quanto em (B) há muitos grãos de pólen aderidos aos pelos das pernas, abdomen e até da cabeça das moscas. (C) *Polibya scutellaris* (Hymenoptera - Vespidae) alimentando-se nos nectários extraflorais do pecíolo foliar; (D) abelha coletando pólen, note as curvículas repletas de grãos.

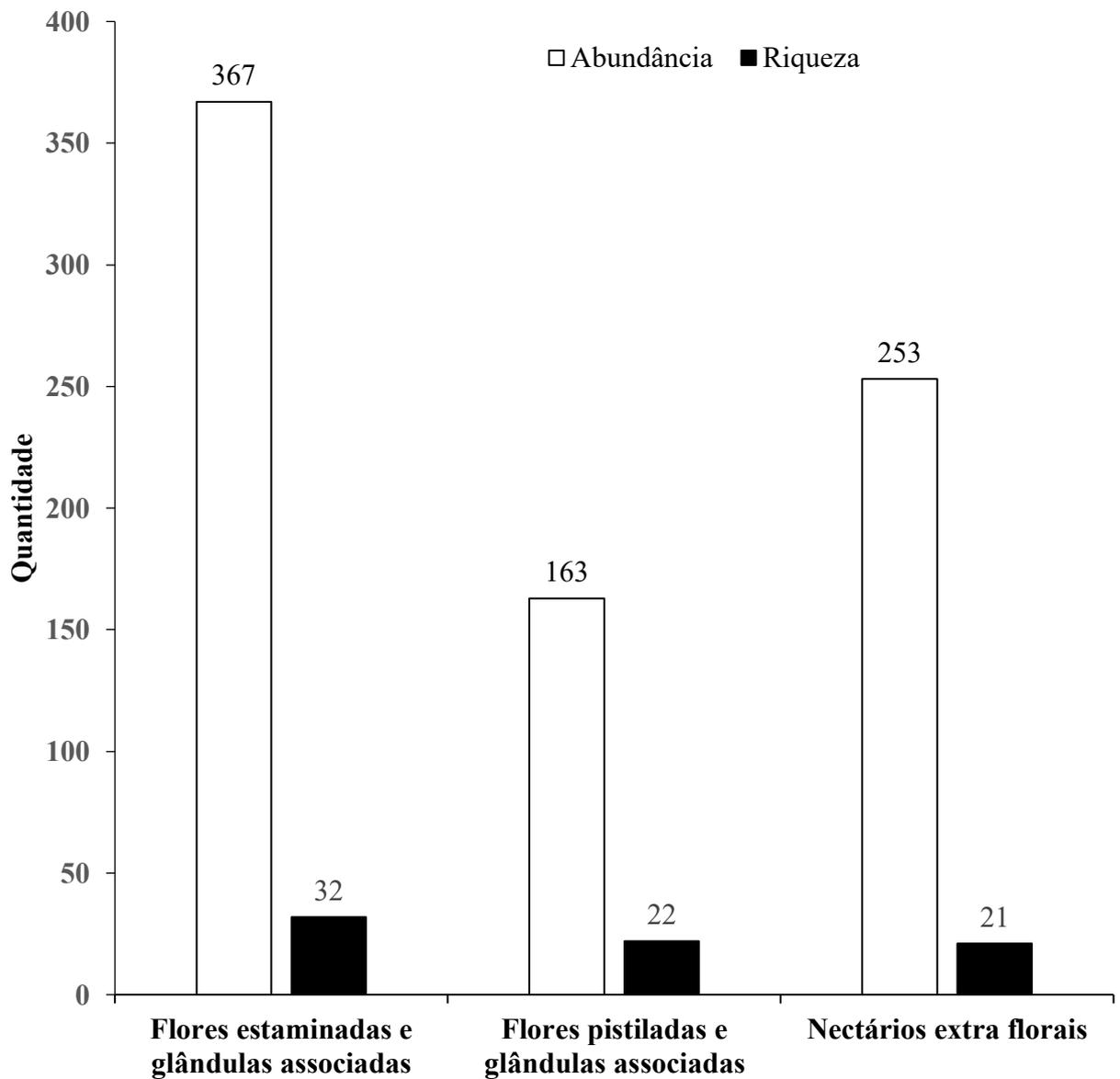


Figura 3. Abundância e riqueza de espécies visitantes das flores e glândulas associadas e dos nectários extra florais de *S. glandulosum* durante a floração de 2014/2015 na vereda da reserva ecológica do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia.

Tabela 2. Insetos da Ordem Hymenoptera visitantes das inflorescências e seus nectários associados na raque, e dos nectários extraflorais de *S. glandulosum* durante a floração de 2014/2015 na vereda da reserva ecológica do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia.

ORDEM HYMENOPTERA	RIQUEZA DE ESPÉCIES	FLOR ESTAMINADA E NECTÁRIOS DA RAQUE	FLOR PISTILADA E NECTÁRIOS DA RAQUE	TOTAL NAS FLORES	TOTAL NOS NECTÁRIOS EXTRAFLOAIS	TOTAL
Vespas	17	161 (99,3%)	179 (99,4%)	240 (99,1%)	172 (96%)	412 (97,8%)
Formigas	1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (2,8%)	5 (1,3%)
Abelhas	2	1 (0,7%)	1(0,6%)	2 (0,9%)	2 (1,2%)	4 (0,9%)
Total	20	162	180	242	179	421 (100%)

Nenhum animal exófito foi registrado cortando, sugando ou mastigando as folhas. No entanto, uma espécie de inseto endofítico foi muito comum nas 46 plantas observadas, o galhador *Neolithus fasciatus* Scott, 1882 (Triozidae) (Figura 4). Algumas plantas foram encontradas em janeiro de 2015 (meio da florada) com grande variação na quantidade de galhas (de 1 a 260) dentro das quais o inseto se desenvolve desde ovo até a fase adulta. *Neolithus fasciatus* foi visto ocasionalmente sendo capturando por *P. scutellaris*, vespa social que apresentou a maior frequência de visitas nos NEFs (21,8% das visitas).

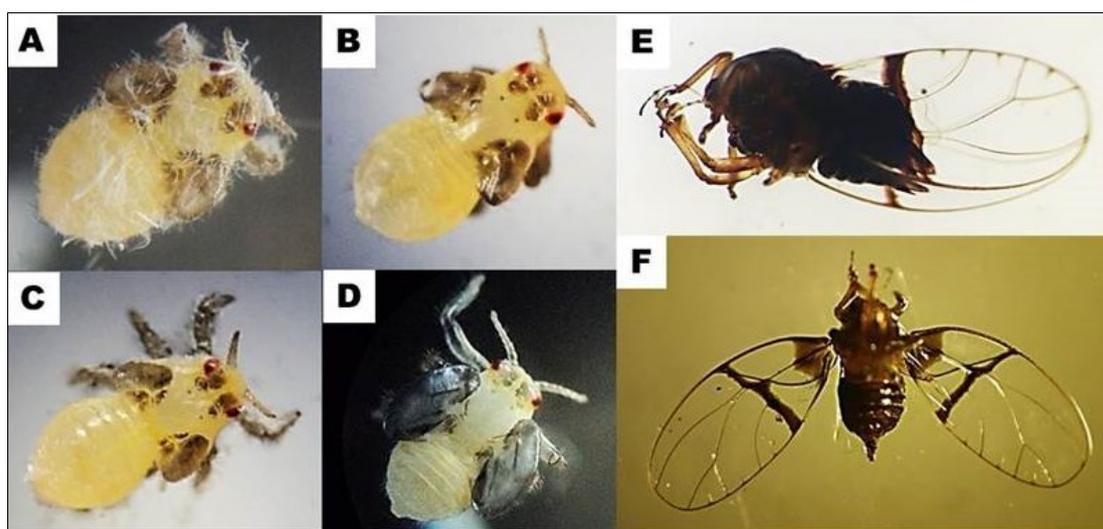


Figura 4. Galhador *Neolithus fasciatus* em diferentes fases de desenvolvimento. A ninfa se desenvolvem dentro da galha (A até D) e o inseto adulto (E F) tem vida livre. As ninfas foram retiradas de galhas de *S. glandulosum* durante a floração de 2014/2015 na vereda da reserva ecológica do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia.

O teste estatístico de Pearson mostrou que houve relação positiva entre a área da planta e o número de galhas, com valores R^2 ajustado = 0,627 ($F_{1,11} = 19,529$; $p = 0,001$) (Figura 5).

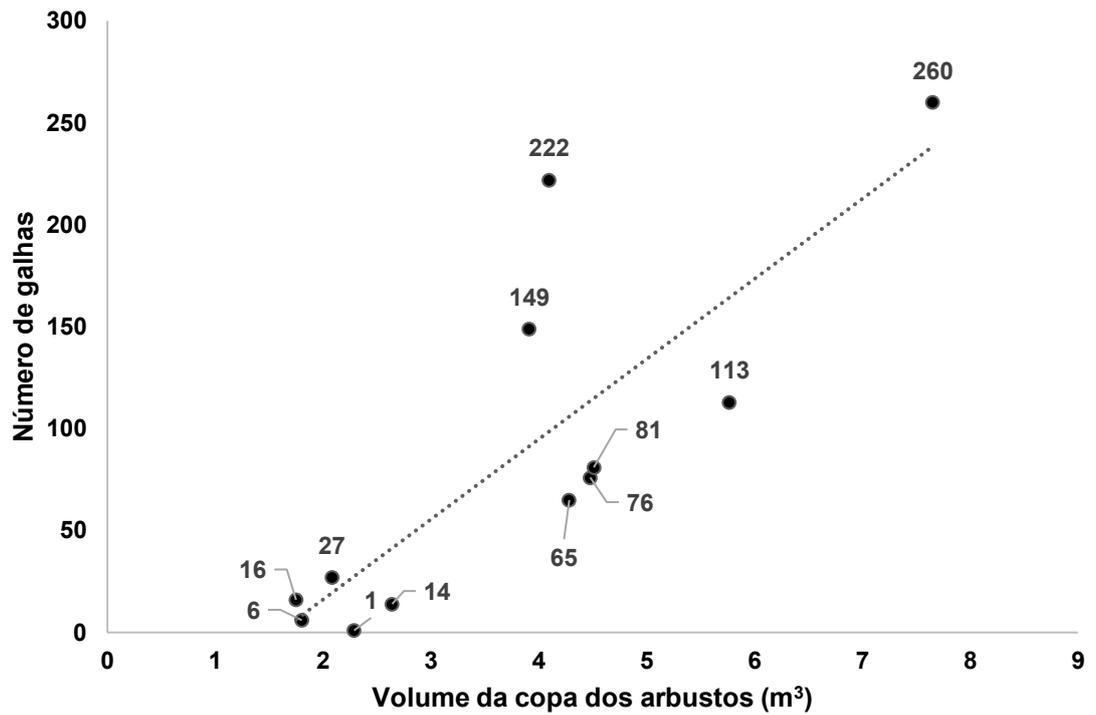


Figura 5. Gráfico de dispersão mostrando relação linear positiva entre o volume da copa e a quantidade de galhas encontradas em *S. glandulosum* durante o mês de janeiro de 2015 na vereda da reserva ecológica do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia. Os valores acima de cada ponto indicam o número de galhas encontradas.

DISCUSSÃO

Sapium glandulosum mostrou-se uma espécie entomófila generalista, com destaque para Dípteros e Himenópteros, sugerindo ser uma planta com alto potencial para fornecer recursos a uma grande riqueza de espécies animais. Portanto, nossa hipótese principal foi confirmada. O maior indivíduo de toda população de *S. glandulosum* encontrado na florada referente a dezembro de 2014 até março de 2015 possuía menos que três metros de altura, esse fato somado a ausência da espécie no levantamento da flora de vereda realizado por Araújo *et al.* (2002), corrobora que a espécie tem colonização recente na área. As sementes podem ser oriundas de uma vereda próxima, localizada nas margens da estrada que leva a Campo Florido e distante cerca de 7 km da vereda aqui estudada (Araújo *et al.* 2002). A dispersão das sementes possivelmente foi realizada por aves atraídas pelo arilo vermelho (Meguro *et al.* 1996). A espécie é considerada pioneira (Meguro *et al.* 1996), pois possui capacidade de crescimento rápido, mesmo em ambientes degradados (Klauberg *et al.* 2010). A grande quantidade de insetos mostra que mesmo sendo nova no ambiente, *S. glandulosum* apresenta-se bastante atrativa para as 39 espécies de insetos locais encontrados em suas flores e nectários. A capacidade de atrair potenciais polinizadores favorece a permanência das espécies novas no ambiente (Harmon-Threatt *et al.* 2009) e esse processo é facilitado quando a espécie tem flores generalistas, como o caso de *S. glandulosum*. Em muitos casos a planta invasora torna-se dominante na nova área (Richardson *et al.* 2000) porque os herbívoros presentes já estão interagindo com as espécies locais (Callaway e Aschehoug 2000). Como *S. glandulosum* é uma espécie latescente já se espera uma baixa riqueza de herbívoros.

Poucos estudos relacionados a visitantes florais em diversos ecossistemas apresentaram tamanha riqueza de espécies como o observado aqui. Por exemplo, Reddi e

Reddi (1983) registraram 19 espécies visitantes em *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiaceae), uma espécie que oferece pólen e néctar floral durante a antese. Em outra Euphorbiaceae, Raju e Ezradanam (2002) observaram 12 espécies visitantes em *Jatropha curcas* L., planta que oferecia tanto pólen quanto néctar em suas flores. Kiill e colaboradores (2000) estudaram 24 espécies de diversas famílias, sendo que 18 delas ofereciam néctar e pólen, e seis ofereciam apenas pólen. Para essas 24 espécies foram registradas apenas 13 espécies de visitantes florais. Antonini e colaboradores (2005) registraram 28 espécies de visitantes florais coletando néctar em *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae). Benevides e colaboradores (2009) encontraram 16 espécies de visitantes florais que buscavam néctar e pólen em *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (Passifloraceae). Em seis espécies de *Ipomoema* (Convolvulaceae) foram registrados 14 visitantes dos nectários florais (Galletto e Bernardello 2004). Não foram encontrados trabalhos na literatura que mensuram a riqueza e abundância de diversas ordens de insetos visitantes de nectários extraflorais, no entanto, estudos focados nas interações entre nectários extraflorais e formigas (Formicidae) mostram a riqueza para este grupo de inseto. No presente estudo encontramos diversas espécies de formigas visitando a planta e seus nectários extraflorais, no entanto apenas uma foi vista nos momentos de quantificação. Essa riqueza de espécies tão baixa destoa dos trabalhos da literatura. Oliveira e colaboradores (1999) encontraram sete espécies em *Opuntia stricta* (Cactaceae). Já Apple e Feener (2001) registraram 11 espécies de formigas utilizando os nectários de três espécies de *Passiflora* (Passifloraceae) e Oliveira *et al.* (1987) relataram 12 espécies de formigas forrageando em *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae). Uma maior coleta de dados pode alterar essa situação.

As observações indicam que Syrphidae sp1 pode ser considerado um excelente removedor e transportador de pólen. Como essa espécie também foi vista na raque de

flores femininas e especialmente em contato com o estigma, podemos considerar que este inseto apresenta as características de um polinizador em potencial, como já visto em outros estudos (Maués e Couturier 2002; Gressler *et al.* 2006; Oliveira e Machado 2007).

Apesar das abelhas serem consideradas o grupo com o maior potencial para a polinização biótica (Michener 2007), estas tiveram somente dois registros de visitação. Esse fato pode ser explicado pela morfologia das inflorescências e das flores, caracterizadas por flores reduzidas e com ausência de corola e odor (Santos e Sales 2009; Pscheidt e Cordeiro 2012). As características florais são mais atrativas para Dípteras, com flores pistiladas claras e discretas, variando entre amarelo e verde, superfície rugosa e glândulas verdes associadas às flores na raque da inflorescência. Já as flores estaminadas são um pouco mais vistosas com coloração variando entre cálice verde claro e anteras alaranjada/avermelhada, com acesso livre a recursos como pólen e secreções das glândulas verdes associadas às flores (Torezan-Silingardi 2012; Rech *et al.* 2014). Isto justifica o alto número destes visitantes nas inflorescências (49,2% nas flores estaminadas e 40,1% em pistiladas).

A alta frequência de *P. scutellaris* como visitante dos nectários extraflorais pode ser compreendida quando se considera seu modo de vida. Vespas da Família Vespidae são predadoras, os adultos alimentam-se de néctar e pólen, já os imaturos recebem proteína animal proveniente de presas capturadas pelos adultos (Carpenter e Marques 2001; Torezan-silingardi 2011; Alves-silva *et al.* 2012). A variedade de herbívoros e de dano em *S. glandulosum* é reduzida por causa da produção do látex, essa é uma importante defesa contra a herbivoria (Lorenzi 1992; Diniz *et al.* 1999). Apenas um inseto com habilidade para evitar ou tolerar a toxicidade presente no látex, como o galhador *N. fasciatus*, consegue se alimentar dos tecidos de *S. glandulosum*. Recentemente *N. fasciatus* também foi encontrado em outra planta hospedeira do mesmo Gênero, *S.*

aucuparium (Fernandes e Santos 2014). As maiores infestações de galhadores, *N. fasciatus*, foi relacionada às plantas de maior porte e pode ser explicada pela grande oferta de recursos ali presente, assim como trabalhos que relacionam maior herbivoria em plantas maiores, adultas e com mais abundância de folhas (Lawton 1983; Loyola e Fernandes 1993; Araújo e Santos 2009). Esses trabalhos, assim como o presente estudo, seguem a linha da hipótese da complexidade estrutural (Lawton 1978), predizendo que a complexidade estrutural nas plantas é proporcional a riqueza e a abundância de espécies de herbívoros.

Euphorbiaceae é uma das Famílias de maior riqueza de espécies de galhadores nas florestas secas (Fernandes e Santos 2014). Porém, os insetos galhadores não impedem seu crescimento rápido ou a colonização de novos ambientes. A dispersão das sementes com arilo ocorre por ornitocoria (Meguro *et al.* 1996). As inflorescências e os nectários extraflorais oferecem recursos muito nutritivos procurados por grande número de espécies, assim como o aqui relatado. Portanto, concluímos que *S. glandulosum* apresentou ótima capacidade de colonização na área estudada, registrou associação com grande quantidade de espécies animais, evidenciadas aqui.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a diretoria do Clube Caça e Pesca Itororó pela disponibilização da área da reserva para o estudo, ao Prof. Dr. Glein Monteiro Araújo pelo auxílio na identificação da planta, ao Prof. Dr. Denis Coelho de Oliveira pelo auxílio na identificação do inseto galhador e ao Mestre Vergílio Torezan Silingardi Del Claro pelo auxílio com a formula do volume. Renan Kobal de Oliveira Alves Cardoso agradece à CAPES e Helena Maura Torezan-Silingardi agradece ao CNPQ pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Agostini K, Lopes AV, Machado IC (2014) Recursos Florais – Biologia da Polinização, 1ª edição. Editora Projeto Cultural. Rio de Janeiro.
- Almeida-Soares S, Polatto LP, Dutra JCS, Torezan-Silingardi HM (2010) Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): floral biology and visitors. *Neotrop Entomol* 39:941–8. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600015>
- Alves-silva E, Barônio GJ, Torezan-silingardi HM, Del-claro K (2012) Foraging behavior of *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera : Vespidae) on *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae): Extrafloral nectar consumption and herbivore predation in a tending ant system. *60:347–354*. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i4.347-354>
- Alves-Silva E, Barônio GJ, Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K (2013) Foraging behavior of *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae) on *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae): Extrafloral nectar consumption and herbivore predation in a tending ant system. *Entomol Sci* 16:162–169. <https://doi.org/10.1111/ens.12004>
- Alves-Silva E, Del-Claro K (2014) Fire triggers the activity of extrafloral nectaries, but ants fail to protect the plant against herbivores in a neotropical savanna. *Arthropod Plant Interact* 8:233–240. <https://doi.org/10.1007/s11829-014-9301-8>
- Antonini Y, Souza HG, Jacobi CM, Mury FB (2005) Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotrop Entomol* 34:555–564. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400004>
- Apple JL, Feener DH (2001) Ant visitation of extrafloral nectaries of *Passiflora*: The effects of nectary attributes and ant behavior on patterns in facultative ant-plant mutualisms. *Oecologia* 127:409–416. <https://doi.org/10.1007/s004420000605>
- Araújo FP De, Oliveira PE (2007) Biologia floral de *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae) e mecanismos para evitar a autopolinização. *Rev Bras Botânica* 30:61–

70. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100007>
- Araújo LDA De, Leal ADS, Quirino ZGM (2012) Fenologia e biologia floral da urtiga cansanção (*Cnidioscolus urens* L., Euphorbiaceae). *Rev Bras Biociências* 10:140–146
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA (2002) Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Rev Bras Botânica* 2:475–493
- Araújo L, Quirino Z, Machado I (2011) Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinização de *Allamanda blanchetii*, uma Apocynaceae endêmica da Caatinga. *Rev Bras* 34:211–222. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000200008>
- Assunção M a., Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K (2014) Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? *Flora Morphol Distrib Funct Ecol Plants* 209:244–249. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.03.003>
- Barônio GJ, Maciel A a, Oliveira AC, et al (2016) Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica. *Rodriguésia* 67:275–293. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667201>
- Benevides CR, Gaglianone MC, Hoffmann M (2009) Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. *Rev Bras Entomol* 53:415–421. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000300016>
- Benezar RMC, Pessoni LA (2006) Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amaz* 36:159–168. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200005>
- Calaça PSST, Vieira MF (2012) Biologia do pseudanto de *Dalechampia aff. triphylla* Lam. (Euphorbiaceae) e sua polinização por abelhas (Apidae, Meliponina). *Rev Bras Biociências* 10:303–308
- Callaway RM, Aschehoug ET (2000) Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290:521–523. <https://doi.org/10.1126/science.290.5491.521>
- Camargos RMF, Lanna MT (1996) Cadastro Das Áreas Naturais Protegidas Em Minas Gerais. *Geonomos* 4:55–67
- César ADS, Batalha MO (2011) Análise dos direcionadores de competitividade sobre a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona. *Produção* 21:484–497. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000039>
- Coelho CP, Barbosa AA a. (2003) Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. *Rev Bras Botânica* 26:403–413. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000300013>
- Costa R a. CV, Morais a BB De (2004) Fenologia e visitantes florais de *Erythrina cristagalli* L. (Leguminosae: Faboideae) em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* 21:51–56
- Del-claro K, Marquis RJ (2015) Ant Species Identity has a Greater Effect than Fire on the Outcome of an Ant Protection System in Brazilian Cerrado. 0:1–9
- Diniz IR, Morais HC, Botelho AMF, et al (1999) Lepidopteran caterpillar fauna on lactiferous host plants in the central Brazilian cerrado. *Rev Bras Biol* 59:627–635.

<https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400012>

- Fernandes GW, Santos JC (eds) (2014) Neotropical Insect Galls. Springer Netherlands, Dordrecht
- Ferreira C a., Torezan-Silingardi HM (2013) Implications of the floral herbivory on malpighiaceae plant fitness: Visual aspect of the flower affects the attractiveness to pollinators. *Sociobiology* 60:323–328. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i3.323-328>
- Forrest J, Thomson JD (2009) Pollinator experience , neophobia and the evolution of flowering time. 935–943. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1434>
- Freitas, L; Bernardello, G; Galetto, L; Paoli, A, A S (2001) Nectaries and reproductive biology of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). *Bot J Linn Soc* 136:267–277. <https://doi.org/10.1006/bojl.2000.0437>
- Freitas C V., Oliveira PE (2002) Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Rev Bras Botânica* 25:311–321. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300007>
- Galetto L, Bernardello G (2004) Floral nectaries, nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea* species (Convolvulaceae) in relation to pollinators. *Ann Bot* 94:269–280. <https://doi.org/10.1093/aob/mch137>
- Gama LU, Barbosa AAA, Oliveira PEAM (2011) Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). *Rev Bras Botânica* 34:375–387. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300011>
- Gressler E, Pizo M a., Morellato LPC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Rev Bras Botânica* 29:509–530. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400002>
- Harmon-Threatt a. N, Burns JH, Shemyakina L a., Knight TM (2009) Breeding system and pollination ecology of introduced plants compared to their native relatives. *Am J Bot* 96:1544–1550. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800369>
- Hoc PS, Amela García MT (1999) Biología floral y sistema reproductivo de *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (Fabaceae). *Rev Biol Trop* 47:59–67
- Kiill LHP, Haji FNP, Lima PCF (2000) Visitantes florais de plantas invasoras de áreas com fruteiras irrigadas. *Sci Agric* 57:575–580. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000300034>
- Kinoshita LS, Torres RB, Forni-Martins ER, et al (2006) Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 20:313–327. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000200007>
- Klauber C, Paludo GF, Bortoluzzi RLDC, Mantovani A (2010) Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. *Biotemas* 23:35–47
- Klink CA, Machado RB (2005) A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1:147–155. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912009000400001>
- Lawton JH (1983) Plant Architecture and the Diversity of Phytophagous Insects. *Annu Rev Entomol* 28:23–39. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000323>
- Leal IR, Perini MA, Castro CC De (2007) Estudo fenológico de espécies em uma área de

- Lenza E, Klink CA (2006) Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Rev Bras Botânica* 29:627–638. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>
- Lenza E, Oliveira E (2005) Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. 2:179–190
- Lenzi M, Orth a. F (2004) Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 17:67–89. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300018>
- Lopes AV, Machado IC (1998) Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. *Plant Syst Evol* 213:71–90. <https://doi.org/10.1007/BF00988909>
- Lorenzi H (1992) *Árvores Brasileiras Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, 1ª. Nova Odessa - SP
- Loyola R, Fernandes GW (1993) Herbivoria em *Kielmeyra coriacea* (Guttiferae): efeitos da idade da planta, desenvolvimento e aspectos qualitativos de folhas. *Rev Bras Biol* 53:295–304
- Machado CG, Semir J (2006) Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Rev Bras Botânica* 29:163–174. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100014>
- Mantovani A, Morellato LPC, Reis MS Dos (2004) Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Rev Bras Botânica* 27:787–796. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000400017>
- Marafeli PDP, Zacarias MS, Reis PR, et al (2006) Ocorrência e Identificação de Vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em cafezal orgânico em formação (*Coffea arabica* L) e sua relação com a predação do bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (GUÉR. - MÈNEV.,1942) (Lepidoptera: Lyonetiidae)
- Maués MM, Couturier G (2002) Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. *Rev Bras Botânica* 25:441–448. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000008>
- Meguro M, Pirani J, Mello-Silva R, Giulietti A (1996) Estabelecimento de matas ripárias e capões nos ecossistemas campestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. *Bol. Botânica da Univ. São Paulo* 15:1–11
- Myers N, Fonseca G a B, Mittermeier R a, et al (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–8. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nahas L, Gonzaga MO, Del-Claro K (2012) Emergent Impacts of Ant and Spider Interactions: Herbivory Reduction in a Tropical Savanna Tree. *Biotropica* 44:498–505. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00850.x>
- Neves EL Das, Funch LS, Viana BF (2010) Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. *Rev Bras Botânica* 33:155–166. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000100014>
- Neves EL, Machado IC, Viana BF (2011) Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. *Rev Bras Botânica* 34:553–563. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000400009>

- Oliveira GC, Araújo GM, Barbosa AAA (2009) Florística E Zonação De Espécies Vegetais Em Veredas No T Riângulo Mineiro , Brasil. *Rodriguésia* 60:1077–1085
- Oliveira PS, Rico-Gray V, Díaz-Castelazo C, Castillo-Guevara CD-C and C (1999) Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: Herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (Cactaceae). *Funct Ecol* 13:623–631. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00360.x>
- Oliveira PS, Silva AF, Martins AB (1987) Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in the cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. *Oecologia* 74:228–230. <https://doi.org/10.1007/BF00379363>
- Oliveira WDM, Machado IC (2007) Polinização e Biologia Reprodutiva de *Borreria scabiosoides* CHAM. ET SCHL. (Rubiaceae). *Congr Iniciação Científica UFPE* 29–32
- Pedroni F, Sanchez M, Santos FAM (2002) Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.- Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Rev Bras Botânica* 25:183–194
- Pimentel, K, G, M; Castro, C C (2009) Biologia reprodutiva de *Croton sellowii* Baill.(Euphorbiaceae) em uma restinga de Pernambuco. *Biologia (Bratisl)* 80–82
- Pires MMY, Souza LA, Terada Y (2004) Biologia floral de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) ocorrente em vegetação ripária da ilha Porto Rico, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci - Biol Sci* 26:209–215. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v26i2.1638>
- Pivello VR, Coutinho LM (1996) A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. *For Ecol Manage* 87:127–138. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03829-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03829-7)
- Pscheidt AC., Cordeiro I (2012) Sinopse da tribo Hippomaneae (Euphorbiaceae) no Estado de São Paulo. *Hoehnea* 39:347–368
- Raju a. JS, Ezradanam V (2002) Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Curr Sci* 83:1395–1398
- Reddi EUB, Reddi CS (1983) Pollination ecology of *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiaceae). *Proc Plant Sci* 92:215–231. <https://doi.org/10.1007/BF03052976>
- Richardson DM, Allsopp N, D’Antonio CM, et al (2000) Plant invasions--the role of mutualisms. *Biol Rev* 75:65–93. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1999.tb00041.x>
- Romero GQ, Vasconcellos - Neto J (2012) Beneficial Effects of Flower-Dwelling Predators on Their Host Plant Author (s): Gustavo Q . Romero and João Vasconcellos-Neto BENEFICIAL EFFECTS OF FLOWER-DWELLING PREDATORS ON THEIR HOST PLANT. 85:446–457
- Santos MJ, Machado IC, Lopes AV (2005) Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. *Rev Bras Botânica* 28:361–373. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000200015>
- Santos VJ, Sales MF (2009) A tribo Hippomaneae A. Juss. ex Spach. (Euphorbiaceae Juss.) no estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 23:976–990. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400008>
- Sátiro LN, Roque N (2008) A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio

- São Francisco, BA, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 22:99–118.
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000100013>
- Soares SDA, Antonialli-Junior WF, Lima-Junior SE (2010) Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. *Rev Bras Entomol* 54:76–81. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000100009>
- Souza-Silva M, Fontenelle JCR, Martins RP, et al (2001) Seasonal abundance and species composition of flower-visiting flies. *Neotrop Entomol* 30:159–351.
<https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300002>
- Stefani V, Pires TL, Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K (2015) Beneficial Effects of Ants and Spiders on the Reproductive Value of *Eriotheca gracilipes* (Malvaceae) in a Tropical Savanna. *PLoS One* 10:e0131843.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131843>
- Talora DC, Morellato PC (2000) Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev Bras Botânica* 23:13–26.
<https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002>
- Torezan-Silingardi, H M; Del-Claro K (1998) Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. *Ciência e Cult J Brazilian Assoc Adv Sci*
- Torezan-silingardi HM (2011) Predatory Behavior of *Pachodynerus brevithorax* (Hymenoptera: Vespidae, Eumeninae) on Endophytic Herbivore Beetles in the Brazilian Tropical Savanna by. *Sociobiology* 57:181–190
- Torezan-Silingardi HM, De Oliveira PEAM (2004) Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in central Brazil. *Phyt. - Ann. Rei Bot.* 44:23–43
- Vilela AA, Torezan-silingardi HM, Del-claro K (2014) Conditional outcomes in ant – plant – herbivore interactions in fl uenced by sequential fl owering. 209:359–366
 ropicos.org. Missouri Botanical Garden. Acessado em 30 Oct 2015
<http://www.tropicos.org/Name/42000236>

Capítulo 2

Fenologia e Biología Floral de *Sapium glandulosum* (L.)

Morong 1893 (Euphorbiaceae).

Resumo

Fenologia e Biologia Floral de *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (Euphorbiaceae). Foram investigadas a fenologia e a biologia floral de *Sapium glandulosum* no Cerrado, em área de vereda da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados de dezembro de 2014 a janeiro de 2016. A brotação foliar e o florescimento coincidiram com o verão chuvoso e a caducifolia com o inverno seco, corroborando o padrão conhecido para a família. As flores são unissexuadas e estão dispostas em dois tipos de inflorescências, uma bissexuada com flores pistiladas na base da inflorescência e flores estaminadas na extremidade apical, e a outra inflorescência menos comum e unissexuada, somente com flores estaminadas. A análise da biologia floral mostrou que a receptividade do estigma ocorre antes da liberação do pólen dentro da mesma inflorescência. A viabilidade polínica média foi relativamente baixa (74,9%). A proporção pólen/óvulo (716,2) indicou que a espécie produz sementes preferencialmente por polinização cruzada, apesar de também aceitar a autopolinização. As inflorescências bissexuadas tiveram média de 13,3 ($\pm 2,8$) flores pistiladas, 26,6 ($\pm 11,6$) flores estaminadas e 8,6 ($\pm 6,1$) frutos formados. O sucesso de frutificação por polinização natural foi de 64,8%. *S. glandulosum* é uma planta com grande capacidade de interação com a fauna local por suas flores generalistas, possuir boa taxa de frutificação. No entanto, as defesas químicas restringem sua herbivoria.

Palavras chave: Cerrado, floração, reprodução, pólen

Abstract

Phenology and Floral Biology of *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (Euphorbiaceae). The phenology and floral biology of *Sapium glandulosum* were investigated in a Savanna area, inside the palm swamp of the Private Reserve of Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, in Uberlândia city, Minas Gerais state, Brazil. Data were collected from December 2014 to January 2016. Leaf budding and flowering coincided with the rainy season and the leaf shedding occurred in the dry season. The unisexual flowers are arranged in two types of inflorescences, one with pistillate flowers at the bottom and staminate flowers at the top, and the other less common inflorescence, with just staminate flowers. Analysis of floral biology has shown that stigma receptivity occurs before the pollen release in the same inflorescence. The average pollen viability was relatively low (74.9%). The pollen/ovule ratio (716,2) indicated that this species produces seeds preferably by cross-pollination, although can accept some degree of self-pollination. The bisexual inflorescences had a mean of 13.3 (± 2.8) pistillate flowers, 26.6 (± 11.6) staminate flowers and 8.6 (± 6.1) fruits. Fructification after natural pollination was 64.8%. *S. glandulosum* is a plant with great capacity to interact with local fauna due to its generalist flowers, having a good fruiting rate. However, chemical defenses restrict their herbivory.

Key words: Cerrado, flowering, reproduction, pollen

Introdução

Os estudos relacionados à fenologia são aqueles voltados para os eventos biológicos periódicos ou repetitivos (Morellato 1995), os quais sofrem influência de fatores bióticos como a interação com dispersores e predadores, e abióticos como a precipitação, temperatura e luminosidade (Pedroni e Sanchez 2002; Torezan-Silingardi 2004). Os padrões fenológicos variam entre os ecossistemas, sendo que alguns apresentam sazonalidade mais definida do que outros (Talora e Morellato 2000). As regiões temperadas apresentam sazonalidade mais acentuada que as regiões tropicais e isso se reflete de forma semelhante na fenologia das espécies de cada local. A evolução da espécie ao longo do tempo e suas interações interespecíficas com, por exemplo, herbívoros e polinizadores, são fatores que influenciam os períodos nos quais as plantas lançam suas estruturas foliares e reprodutivas (Kudo 2006). O momento da brotação foliar afetará as populações de herbívoros e o de floração terá consequências sobre o fluxo gênico e o sucesso reprodutivo vegetal (Otárola e Rocca 2014). Mudanças no padrão fenológico da espécie podem alterar as interações com os atuais polinizadores. Se a interação for prejudicada ela poderá ter como consequência a diminuição do sucesso reprodutivo, ou, permitir que a polinização seja feita por outras espécies que se ajustem melhor ao novo momento da floração (Forrest e Thomson 2009).

A percepção da florada pelos animais leva ao aumento da visitação na flor e, conseqüentemente, beneficia a polinização. O processo de polinização é essencial para o sucesso da comunidade de plantas (Souza-Silva *et al.* 2001) e a grande maioria das angiospermas depende dos animais para o transporte polínico adequado (Torezan-Silingardi 2012; Rech *et al.* 2014). Para evitar a competição por polinizadores algumas espécies apresentam picos de floração em diferentes períodos e locais (Machado e Semir

2006; Vilela *et al.* 2014). Além da disponibilidade de polinizadores (Lenza e Oliveira 2005), o sucesso na formação de frutos também está relacionado com fatores como a competição com pilhadores. Estes podem diminuir a atratividade das flores daquela população aos polinizadores legítimos levando a uma menor frutificação (Torezan-Silingardi e Del-Claro 1998), ou ainda levar a um aumento na taxa de visitação devido a mais flores serem necessárias para suprir as necessidades do indivíduo ou de sua colônia (Soares *et al.* 2010).

A atratividade da flor aos seus visitantes pode também ser alterada por danos causados por herbívoros florais, que prejudicam o display visual e possivelmente o display olfativo se danificarem parte das pétalas e outras estruturas que podem conter osmóforos (Ferreira e Torezan-Silingardi 2013). Além disso, a presença de predadores na planta (Stefani *et al.* 2015) ou diretamente na flor pode diminuir a visitação pelos polinizadores e ter consequências danosas para a frutificação (Assunção *et al.* 2014). Considerando que a polinização ocorra com sucesso, agora o sistema reprodutivo da espécie pode permitir ou não o crescimento do tubo polínico, a fecundação dos óvulos e a formação adequada das sementes (Freitas e Oliveira 2002). Frutos e sementes devem ser ofertados numa época que beneficie sua dispersão no ambiente. Por exemplo, muitos tipos de frutos dispersos por animais são disponibilizados em um momento de escassez de outros recursos alimentares na área (Reys *et al.* 2005). Assim como os dispersores apresentam especificidade com o fruto, o mesmo acontece com os polinizadores que devem estar adaptados à morfologia das flores (Alves *et al.* 2012).

Os estudos da biologia floral são relevantes uma vez que são capazes de caracterizar a flor, considerando sua morfologia e fisiologia, o recurso floral, seu local de produção e momento de disponibilização aos visitantes, a presença de odor e guias de recurso, a posição das flores na copa, entre outras características. A partir daí, se pode

indicar os potenciais vetores de pólen e o comportamento adequado para a coleta do recurso (Toresan-Silingardi 2012; Rech *et al* 2014). Compreender a biologia das flores, sua estrutura e mecanismo de funcionamento são a base necessária para entender a evolução das relações entre seus visitantes e a reprodução das angiospermas, desse modo pode-se buscar evidências para explicar padrões e processos sobre a polinização e o sucesso reprodutivo (Barônio *et al.* 2016).

Os estudos de fenologia e biologia floral, entre outros, são necessários para a compreensão da organização temporal dos recursos disponíveis na comunidade, a reprodução das espécies e os processos de regeneração da flora (Talora e Morellato 2000). Portanto, geram conhecimentos sobre a dinâmica das comunidades vegetais, o manejo e a proteção dos ambientes naturais, ou seja, os aspectos necessários para se estabelecer planos recuperação e conservação (Mantovani *et al.* 2004). Com o intuito de contribuir para o aumento do conhecimento sobre esses temas, propomos um estudo de caracterização da fenologia e da biologia floral de uma espécie de Euphorbiaceae em área de Cerrado preservado na região central do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado de dezembro de 2014 até janeiro de 2016 em uma área de vereda da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, Brasil. Segundo Araújo e colaboradores (2002) a área está situada nas coordenadas geográficas 18° 60' S - 48° 18' O e possui 45 ha. A região está classificada como clima tropical com

chuvas no período quente de acordo com Köppen e Geiger (1948) e precipitação e temperatura anual média de 1500 mm e 23°C, respectivamente (Alves-Silva e Del-Claro 2014). A vereda possui área bem preservada, com vegetação densa e predominante no estrato herbáceo-subarbustivo. Foram registradas 307 espécies distribuídas em 62 famílias botânicas, sendo que a família Euphorbiaceae é a 11ª mais rica, com seis espécies (Araújo *et al.* 2002).

Espécie estudada

A espécie *Sapium glandulosum* (L.) Morong 1893 (Euphorbiaceae) é nativa da região Neotropical e encontrada em locais com bastante umidade, desde a Argentina até o Caribe (Pscheidt e Cordeiro 2012). Seus indivíduos têm porte arbóreo variando de 5 a 20 metros de altura e produzem grande quantidade de látex. Há um par de nectários extraflorais facilmente visíveis no pecíolo foliar característico do gênero (Lorenzi 1992; Pscheidt e Cordeiro 2012). Suas pequenas flores são dispostas em inflorescências nos ramos terminais (Santos e Sales 2009). O fruto maduro é uma cápsula arredondada e escura, marrom-esverdeada, dividida em três segmentos, cada um com uma única semente recoberta por uma fina camada de arilo vermelho (Lorenzi 1992; Santos e Sales 2009).

Fenologia vegetativa e da floração

Cinquenta e seis indivíduos de *S. glandulosum* foram observados entre dezembro de 2014 e janeiro de 2016, compreendendo duas florações consecutivas. A cada visita mensal foi registrada a presença ou ausência de botões florais, flores, frutos, brotação foliar, presença de folhas maduras, senescência foliar e atividade dos nectários. O

desenvolvimento da fenologia ao longo do tempo foi relacionado com a precipitação mensal segundo o Instituto Nacional de Meteorologia.

Biologia floral

O acompanhamento da biologia floral aconteceu durante dois períodos reprodutivos consecutivos, de dezembro de 2014 até março de 2015 e de setembro de 2015 até janeiro de 2016. As mudanças nas estruturas florais foram investigadas em material fresco e também em material fixado em álcool 70 para a determinação da biologia floral. A receptividade estigmática foi investigada com uso de peróxido de hidrogênio a 3% segundo Faegri e Van Der Pijl (1979) em cinco flores de dez plantas diferentes, totalizando 50 flores. As flores foram previamente ensacadas e testadas em diferentes fases de seu desenvolvimento. A formação de bolhas de ar indicou o período receptivo. Foram coletadas inflorescências previamente ensacadas para análises morfológica das estruturas em laboratório, como o número de carpelos, lóculos, óvulos, anteras e grãos de pólen. Dez botões em pré-antese e previamente ensacados foram usados para a contagem polínica com carmim acético, cada botão foi proveniente de um indivíduo. Após a contagem em uma única antera, o número obtido foi multiplicado pela quantidade de anteras da flor e assim estimou-se a média de grãos de pólen por flor (Kearns e Inouye 1993). Anteras previamente ensacadas também foram usadas para o teste de viabilidade polínica utilizando carmim acético (Kearns e Inouye 1993). A razão pólen/óvulo foi calculada com os valores médios obtidos a partir de botões em pré-antese segundo o método de Cruden (1977).

As mudanças na arquitetura e no comprimento da raque foram investigadas em 27 inflorescências visitadas livremente pelos polinizadores e distribuídas em nove plantas. Foi usado um paquímetro digital para registrar o comprimento da raque das

inflorescências nos diferentes períodos de atividade das flores e de crescimento dos frutos. Para cada um desses valores foi calculada a média e o desvio padrão, e verificado se existe relação entre a quantidade de flores e a produção de frutos usando o teste estatístico de Regressão linear simples.

Resultados

Fenologia vegetativa e da floração

A espécie teve florada anual e regular segundo a classificação proposta por Frankie *et al.* (1994). Cada uma das duas florações observadas ocorreu de forma contínua em um único período do ano. Em ambas as floradas o tempo de permanência das inflorescências foi o mesmo, quatro meses. Os primeiros botões florais surgiram em dezembro 2014, porém, tanto o início quanto o fim da floração de 2015 ocorreu mais cedo (Figura 1). O surgimento de novas folhas e inflorescências, assim como a atividade das glândulas associadas às flores e dos nectários extraflorais presentes no pecíolo foliar de *S. glandulosum* foi restrito ao período de chuvas, identificado na figura 1. A atividade das glândulas associadas às flores, localizadas ao longo da raque das inflorescências, acompanhou apenas o período de antese das flores, mas não o desenvolvimento dos botões nem dos frutos. Essas glândulas associadas foram inativadas após a desidratação e quebra da parte superior da inflorescência, fase em que ocorre o escurecimento da raque e o amadurecimento dos frutos. Não há liberação de látex durante a quebra natural da raque no momento do desenvolvimento dos frutos. Os nectários extraflorais ficaram ativos durante sete meses do ano, no período mais úmido, compreendendo a brotação foliar, produção de botões florais e abertura das flores. Foram observadas folhas maduras

ao longo de todo o ano, no entanto, no mês de agosto algumas plantas perderam totalmente suas folhas.

No presente trabalho foi registrada a presença de inflorescências de dois tipos, bissexuadas e unissexuadas. O primeiro com flores pistiladas e flores estaminadas na mesma raque (Figura 2A e 2B) e o segundo com unicamente flores estaminadas (Figura 2C). As inflorescências com apenas flores estaminadas ocorreram somente no início da floração de 2014 e não foram mais encontradas até o final desse período reprodutivo. Porém, durante a floração seguinte em 2015 elas foram registradas ao longo de todo o período reprodutivo. Os frutos jovens têm coloração verde claro, a qual vai se escurecendo ao longo do desenvolvimento (Figura 2D). Os frutos maduros, caracterizados pelo rompimento da cápsula e exposição do arilo vermelho, foram encontrados cerca de dois meses após o surgimento das inflorescências em ambos os períodos de floração.

FENOLOGIA		2014	2015											2016	
		D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
REPRODUTIVA	Botões florais														
	Antese nas inf. unissexuadas														
	Antese nas inf. bissexuadas														
	Frutos														
VEGETATIVA	Brotação foliar														
	Folhas maduras														
	Caducifolia														
	Nectários extraflorais ativos														

**** **** **** **** **** *** * * ** * **** **** ***

Figura 1. Fenologia de *Sapium glandulosum* na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. As cores indicam presença (preto) ou ausência (branco) das estruturas indicadas. Os asteriscos indicam a quantidade mensal de chuvas.

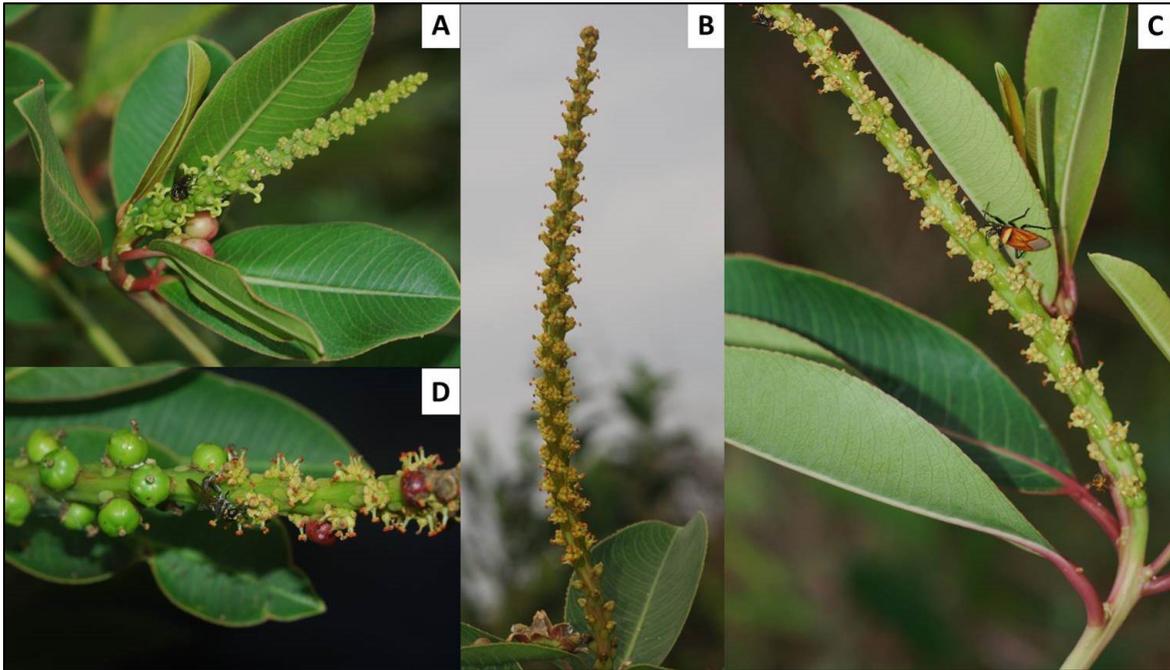


Figura 2. Inflorescências de *Sapium glandulosum* na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. (A)- inflorescência mista com antese de flores pistiladas na base e botões estaminados no ápice; (B)- inflorescência mista com frutos em início de desenvolvimento abaixo das flores estaminadas na antese; (C)- inflorescência com flores estaminadas ao longo de toda a raque; (D)- frutos em desenvolvimento e flores estaminadas durante a antese. Note duas galhas foliares em (A) e duas galhas na raque da inflorescência em (D).

Biologia floral

As flores sésses estão arranjadas em inflorescências tipo espiga localizadas nos ramos terminais. As flores pistiladas ficam na base da inflorescência e as estaminadas no ápice. O cálice é composto por pequenas sépalas verdes que protegem totalmente os botões e também a porção basal das flores. Após a antese da flor pistilada, o ovário é envolvido parcialmente por três sépalas, e na flor estaminada a base dos filetes é

envolvida por duas sépalas. Não há corola, portanto, a função de atração visual de visitantes fica a encargo do contraste de cor entre as partes da flor. Não foram detectados odores perceptíveis ao olfato humano em ambos os tipos de flores.

Nas flores estaminadas, o contraste ocorre entre o laranja-avermelhado das anteras e laranja dos grãos de pólen com o verde-esbranquiçado dos filetes e verde das sépalas. A antera é dorsifixa, extrorsa e diteca, com deiscência longitudinal e grãos de pólen soltos entre si, com média de 2148,6 grãos de pólen por flor sendo 74,9 % grãos viáveis e proporção pólen/óvulo de 716,2.

Já nas flores pistiladas o contraste é dado pelas cores verde das sépalas, ovário e estiletos, com o amarelo dos estigmas. As flores pistiladas são formadas por três carpelos fundidos na região do ovário e do estilete (sincarpia) e três estigmas livres. O ovário é globular e súpero, trilocular e com um único óvulo em cada lóculo. O estigma receptivo possui superfície rugosa e brilhante com coloração amarela.

A antese de todas as flores pistiladas de cada inflorescência não ocorre ao mesmo tempo, o mesmo vale para as flores estaminadas. A antese das flores pistiladas foi sempre anterior à das flores estaminadas em cada inflorescência bissexuada. Porém, a mesma planta apresentou flores pistiladas e flores estaminadas em antese simultânea, mas de inflorescências diferentes.

Na raque da inflorescência, logo abaixo de cada flor pistilada existem duas glândulas associadas de coloração verde. As flores estaminadas estão agrupadas formando um conjunto denominado címula, logo abaixo da qual também existe um par de glândulas associadas. As glândulas associadas ficam intumescidas e com aspecto brilhante no período de antese, especialmente aquelas próximas das flores pistiladas. Muitos insetos foram vistos forrageando nessas glândulas associadas no mesmo momento

em que visitavam as flores no dia da antese (Capítulo 1, Kobal & Torezan-Silingardi em preparação).

As inflorescências foram localizadas exclusivamente nos ramos terminais e estavam protegidas fisicamente por folhas jovens, sendo necessário o deslocamento dessas estruturas para sua visibilidade. No início do período reprodutivo as inflorescências apresentavam tamanho variando de dois até quatro centímetros, com botões florais de coloração verde, dificultando a diferenciação entre eles.

A caracterização das mudanças físicas sofridas pela flor pistilada desde a fase de botão até após a polinização são apresentadas na (Figura 3). Inicialmente (Figura 3A) o botão floral é menor, esverdeado e os três estigmas estão unidos completamente. No segundo momento (Figura 3B) os estigmas estão começando a se distanciar. No terceiro período (Figura 3C) os estigmas estão unidos somente pela base e na parte superior ocorre uma leve curvatura. A seguir os estigmas mudam para uma coloração amarelada (Figura 3D), a curvatura do topo dos estigmas se evidencia e a sua superfície torna-se mais rugosa caracterizando a fase receptiva. Então, com o fim do período receptivo os estigmas escurecem e apresentam marcas avermelhadas (Figura 3E), por fim são formados os frutos (Figura 3F).

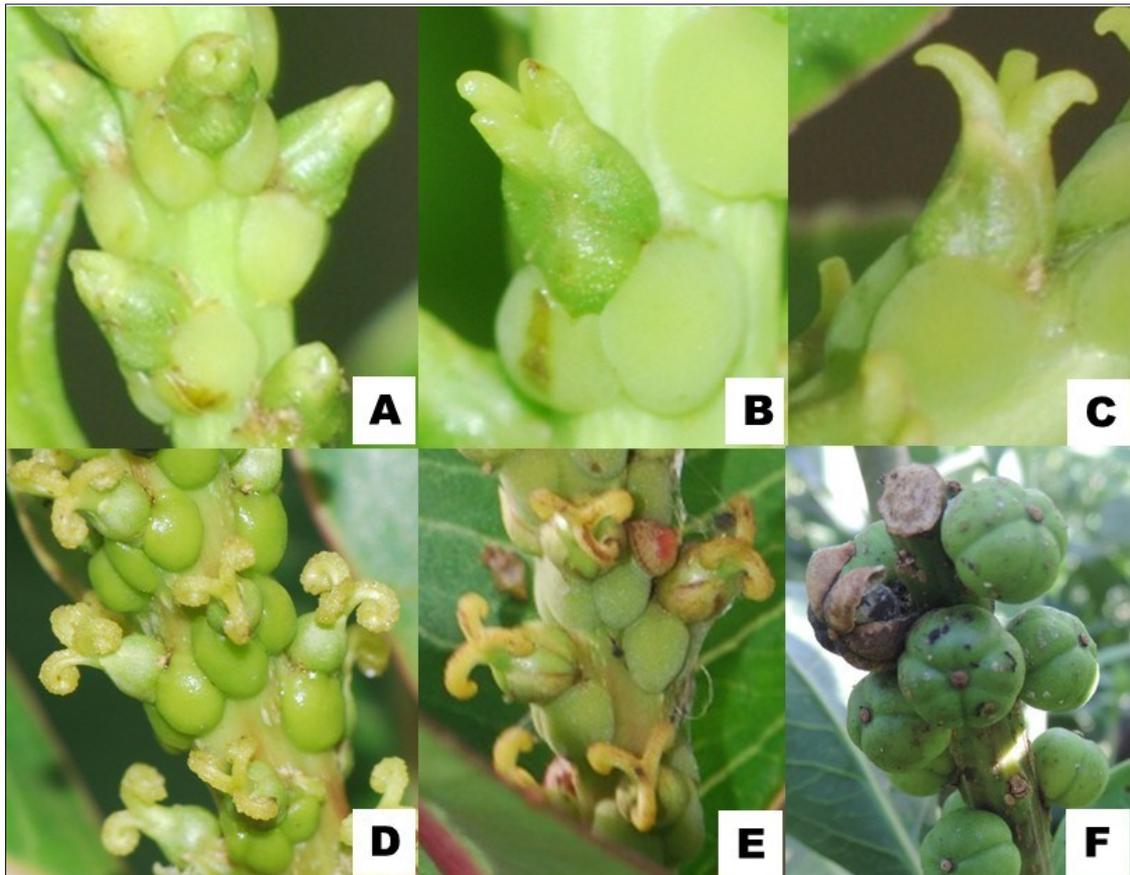


Figura 3. Flores pistiladas de *S. glandulosum* em diferentes fases do desenvolvimento até a formação dos frutos, na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

A antese das flores estaminadas ocorre após a senescência das flores pistiladas ou o início da frutificação, na mesma inflorescência. Na fase de botão em desenvolvimento a coloração verde dos botões os confunde com a raque e o ambiente circundante, camuflando-os (Figura 4A). Com o avanço da idade do botão floral surge a coloração avermelhada das anteras ainda recobertas pelas sépalas (Figura 4B). A cor se intensifica até que as sépalas se afastam, os filetes se desenrolam e surgem as duas anteras. Na sequência, as anteras liberam os grãos de pólen alaranjados (Figura 4C), destacando-as

mais ainda no ambiente, com mais cores atrativas para os visitantes. Ao final do processo de antese floral as anteras adquirem coloração escura e ocorre a queda das flores estaminadas (Figura 4D). A seguir, a porção distal da inflorescência onde estavam todas as flores estaminadas começa a secar e, após alguns dias ocorre ali a quebra da raque. A infrutescência formada apresentará apenas os frutos em desenvolvimento.

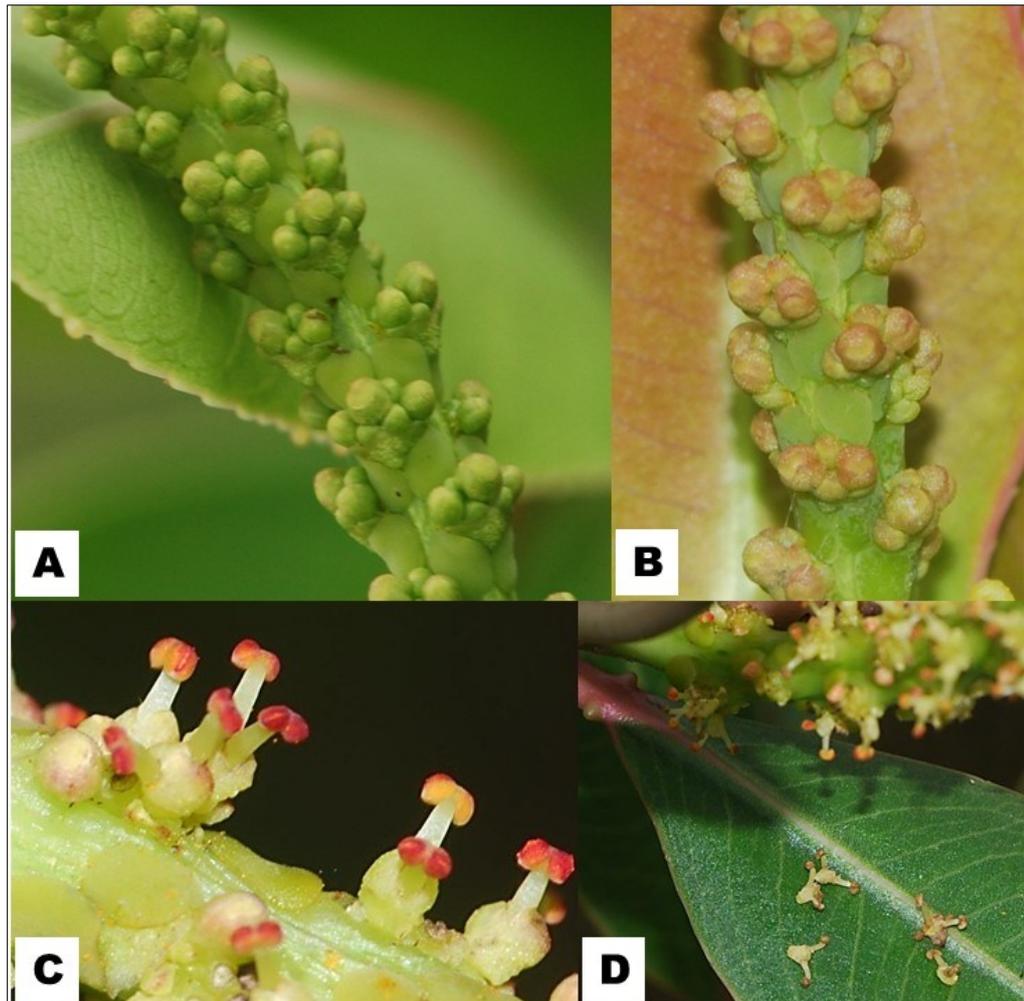


Figura 4. Flores estaminadas de *S. glandulosum* em diferentes momentos do desenvolvimento até a senescência e queda, na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

As 27 inflorescências distribuídas em nove plantas foram acompanhadas até a frutificação. Foram contabilizadas 720 flores masculinas, 361 flores femininas e 234 frutos formados, resultando em 64,8% de frutificação (Figura 5). A inflorescência com o maior e menor número de flores pistiladas apresentou 17 e sete flores respectivamente. A maior e a menor quantidade de frutos foram 17 (100% de frutos formados) e nenhum fruto formado. As inflorescências tiveram em média 13,3 ($\pm 2,8$) flores pistiladas e 26,6 ($\pm 11,6$) flores estaminadas. A média de frutos formados por inflorescência foi de 8,6 ($\pm 6,1$). Os dois indivíduos com menores números de flores pistiladas totais por indivíduo, considerando a soma das flores pistiladas das três inflorescências analisadas, apresentaram 26 e 28 flores, e suas porcentagens de frutificação foram 53,8% (14 frutos) e 0 % (nenhum fruto), respectivamente. Já as duas plantas com maiores quantidades de flores pistiladas, considerando a soma de todas as flores pistiladas nas três inflorescências analisadas, apresentaram quase o dobro de flores, 47 flores para cada planta. As porcentagens das flores que formaram frutos desses indivíduos, foram de 91,4% (43 frutos) e 93,6% (44 frutos formados). Dos nove indivíduos marcados para o acompanhamento do desenvolvimento da inflorescência uma planta teve grande infestação de galhas pelo inseto *Neolithus fasciatus* Scott, 1882 (Triozidae) ao longo de todas as inflorescências, o que causou inviabilidade de todas as flores (Figura 6). No primeiro momento essa planta apresentou 39 flores pistiladas e 75 estaminadas, sem produção de frutos. Essas informações foram utilizadas nos cálculos da figura 5.

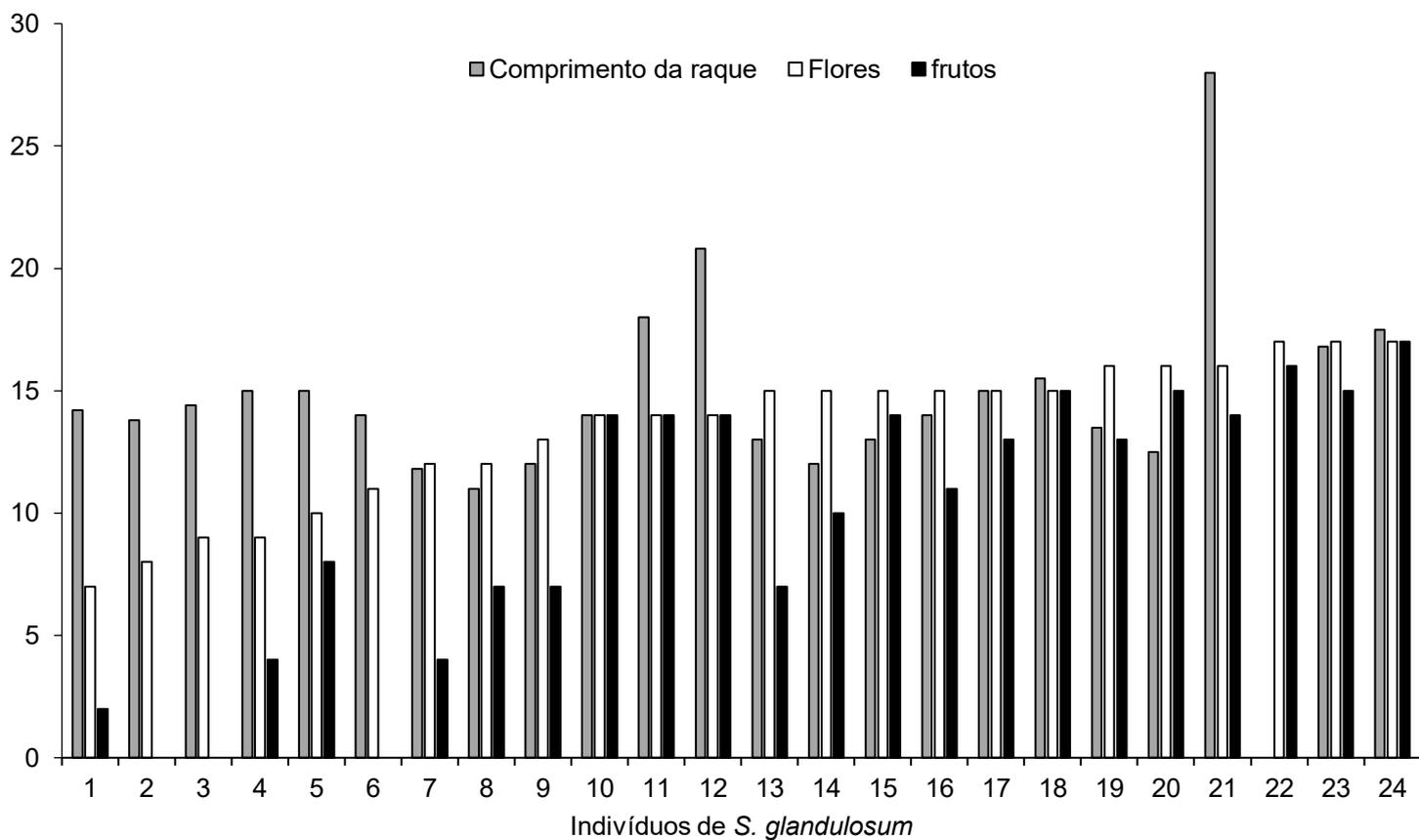


Figura 5. Comparações entre o comprimento total da raque (cm), número de flores e de frutos de cada inflorescência de *Sapium glandulosum* na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Foram excluídos da figura acima, três inflorescências que tiveram infestações por galhas, pois o tamanho total não foi contabilizado. A inflorescência de número 22 não teve seu segundo momento medido, por quebra natural antecipada da região de flores estaminadas.



Figura 6. Galhas induzidas pelo inseto *Neolithus fasciatus* (Triozidae) na inflorescência de *Sapium glandulosum* na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. A infestação ocorreu ao longo de toda a raque (A). Nota-se que a frutificação foi inviabilizada e não houve a quebra natural da inflorescência após a senescência das flores estaminadas (B).

As raques das inflorescências aumentaram de comprimento após a antese das flores pistiladas, até o final da antese das flores estaminadas. O comprimento médio das inflorescências no momento de abertura das flores pistiladas foi de 12,6 cm ($\pm 2,87$), com a menor de 5,3 cm e a maior de 15,3 cm. A seguir, a raque da inflorescência atinge seu comprimento máximo durante a fase de liberação dos grãos de pólen das flores estaminadas. A mais longa inflorescência registrada no período de antese das flores estaminadas teve 28 cm e a menor 11 cm, com média de 14,9 cm ($\pm 3,6$). Após a queda

das flores estaminadas a porção distal da raque foi descartada. Nesse momento a média de comprimento caiu para 4,47 cm ($\pm 1,63$) e somente os frutos em desenvolvimento permaneceram presos à raque da jovem infrutescência, todas as flores estaminadas e flores pistiladas não fecundadas foram descartadas. O teste estatístico mostrou que houve relação positiva entre a quantidade de flores pistiladas e a formação de frutos, com valor R^2 ajustado = 0,762 ($F_{1,23} = 74,875$; $p = 0,0001$) (Figura 7).

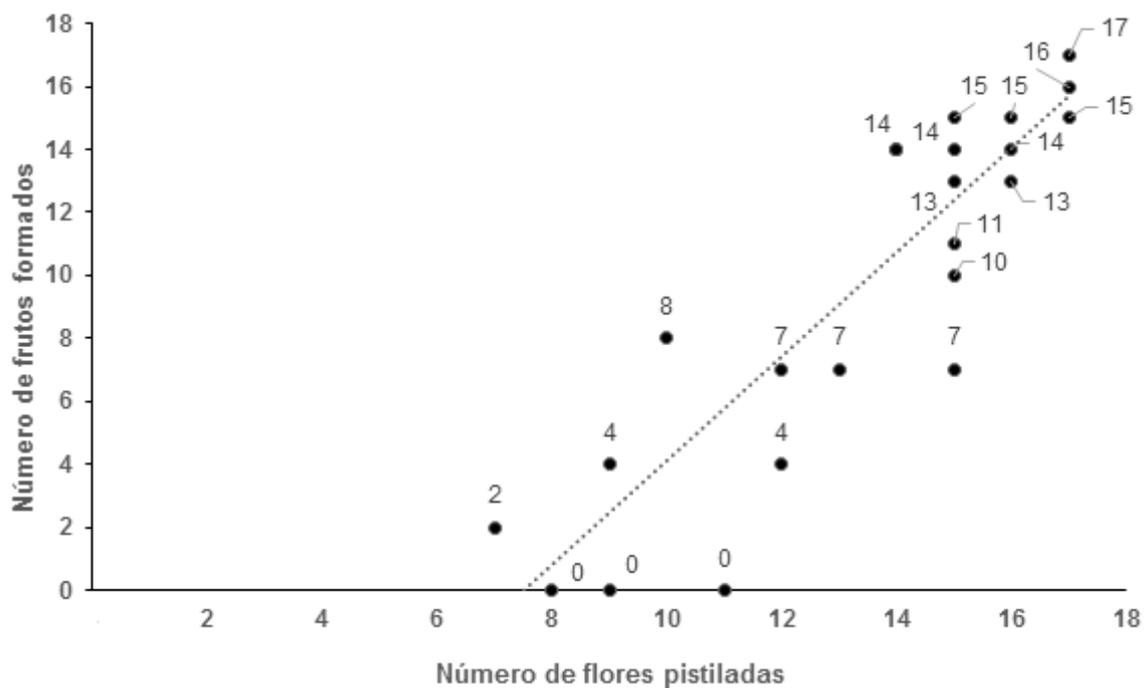


Figura 7. Gráfico de dispersão mostrando relação linear positiva entre a quantidade de flores pistiladas e o número de frutos formados de *Sapium glandulosum* na vereda da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Discussão

Fenologia vegetativa e da floração

No presente estudo os períodos de floração de *S. glandulosum* foram de dezembro/2014 até março/2015 e o seguinte de setembro até dezembro/2015. Lorenzi (1992) cita que a época de floração é observada de outubro até janeiro. Portanto, há um consenso de que a floração ocorre no período úmido, apesar das pequenas diferenças observadas entre os trabalhos. A floração pode ser influenciada por fatores abióticos, como por exemplo, a variação no regime de chuvas (Otárola e Rocca 2014). Diversas outras espécies de Euphorbiaceae também priorizam a estação quente e úmida para a reprodução, como *Alchornea triplinervia*, *Croton floribundus*, *C. piptocalyx*, *Hura crepitans*, *Hyeronima alchorneoides*, *Mabea fistulifera*, *Pachystroma longifolium*, *Pera glabrata*, *Securinega guaraiuva* (Lorenzi 1992). *Sebastiania commersoniana* floresce ao longo de todo ano, porém com maior intensidade no período chuvoso (Lorenzi 1992). *Jatropha molíssima*, *J. ribifolia* e *J. mutabilis* apresentaram flores e frutos no período de chuvas (Neves *et al.* 2010). *Cnidocolus quercifolius*, *C. urens* e *Croton campestris* apresentam queda na produção de flores e frutos na estação mais fria (Leal *et al.* 2007). No cerrado, Torezan-Silingardi e Oliveira (2004) mostraram que o pico da floração de duas espécies de Myrtaceae, *Myrcia rostrata* e *M. tomentosa*, acompanhou o período de chuvas e temperaturas mais elevadas. O mesmo ocorreu na Caatinga, com a espécie *Allamanda blanchetii* (Apocynaceae) (Araújo *et al.* 2011), na Mata atlântica, com 10 espécies de bromélias (Machado e Semir 2006), na Mata Atlântica semidecídua com *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinioideae) (Freitas e Oliveira 2002), na Restinga com *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) (Lenzi e Orth 2004), e nos Pampas, com *Erythrina crista-galli* (Leguminosae) (Costa e Morais 2004).

A brotação foliar de *S. glandulosum* ocorreu durante o período de chuvas, resultado semelhante ao observado com outras espécies de Euphorbiaceae, como *Jatropha molissima*, *J. ribifolia* e *J. mutabilis* que apresentaram os maiores picos de brotação foliar na época úmida (Neves *et al.* 2010). Outra espécie de Euphorbiaceae (*Cnidosculus urens*) também apresenta o início da brotação foliar no mês seguinte às primeiras chuvas (Araújo *et al.* 2012). Os picos de brotação foliar também ocorreram no início do período úmido com plantas de outras famílias do cerrado, como *Myrcia tomentosa* e *M. rostrata* (Myrtaceae) (Torezan-Silingardi e Oliveira 2004) e 19 espécies de diversas famílias observadas por Lenza e Klink (2006).

As glândulas associadas às flores na raque da inflorescência tornam-se ativas durante a floração, acompanhando a antese das flores. Segundo Wäckers (2005), elas podem ser responsáveis por conectar os visitantes florais às planta em uma relação mutualista. Isso deve ser considerado especialmente nas flores pistiladas, pois a secreção dessas glândulas é a única recompensa oferecida aos visitantes florais. As flores estaminadas oferecem o pólen além da secreção das glândulas associadas.

O período de floração das plantas é muito importante porque as flores são as estruturas responsáveis pela reprodução das angiospermas (Otárola e Rocca 2014). A presença dos nectários extraflorais ativos presentes no pecíolo foliar nessa estação contribui como uma defesa indireta (Del-Claro e Torezan-Silingardi, 2012). Diversos predadores como aranhas (Nahas *et al.* 2012), formigas (Assunção *et al.* 2014) e vespas (Capítulo 1, Kopal & Torezan-Silingardi em preparação) utilizam os nectários extraflorais como recurso alimentar. Dessa forma, a interação predador–planta gerada pode causar efeitos negativos sobre os herbívoros (Wäckers 2005; Del Claro e Torezan-Silingardi, 2012) e aumentar o *fitness* das plantas (Romero e Vasconcellos-Neto 2012; Stefani *et al.* 2015). Assim, a presença do néctar extrafloral pode trazer grande benefício

para a planta se ocorrer nos meses com desenvolvimento das flores e folhas, pois esses tecidos jovens são ricos em água e pobres em fibras e substâncias de defesa (Varanda et al. 2005), portanto, a defesa biótica é muito vantajosa. Após esse período a atividade dos nectários diminui acompanhando o avanço da idade foliar e o aumento da sua dureza (Varanda et al. 2005; Del Claro e Torezan-Silingardi, 2012; Calixto et al. 2015). Dessa forma ocorre a troca da defesa biótica nos tecidos jovens pela defesa física nos mais velhos (Calixto et al. 2015).

Alguns indivíduos da população sofreram intensa caducifolia durante o mês de agosto, logo no final da estação seca, semelhante ao observado por outros autores para a família Euphorbiaceae. *Jatropha molíssima*, *J. ribifolia* e *J. mutabilis* (Euphorbiaceae) apresentaram queda foliar no período seco (Neves et al. 2010). *Cnidoscolus quercifolius*, *C. urens* e *Croton campestris* (Euphorbiaceae) perdem folhas na estação mais fria que coincide com o período seco (Leal et al. 2007). Lorenzi (1992) cita que *S. glandulosum*, *Croton floribundo*, *C. piptocalyx*, *C. urucurana*, *Joannesia princeps*, *Mabea fistulifera* e *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) são espécies decíduas, mas não informa o mês da queda foliar. A senescência foliar também abrange outras famílias de plantas, um estudo envolvendo 19 espécies de lenhosas de famílias variadas no cerrado mostrou que a intensidade de cobertura da copa arbórea ficou próximo de 100% no período de chuva e caiu para cerca de 50% no período seco (Lenza e Klink 2006). Além do cerrado, a queda das folhas é observada durante o mesmo período seco, em espécies da Mata atlântica como *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) (Freitas e Oliveira 2002).

Biologia floral

As descrições da biologia floral do presente trabalho foram semelhantes ao encontrado na literatura para a mesma espécie (Lorenzi 1992; Santos e Sales 2009; Pscheidt e Cordeiro 2012). No entanto, o presente estudo apresentou diferenças, como ovários com três carpelos e três lóculos e os estigmas amarelos, ao passo que Santos e Sales (2009) observaram ovários com 2 a 3 carpelos e 2 a 3 lóculos e estigmas avermelhados. O presente trabalho corroborou a descrição de Pscheidt e Cordeiro (2012) apresentando flores pistiladas na base da inflorescência, com três carpelos unidos, mas com os três estigmas livres. O mesmo acontece com as flores estaminadas, encontradas no ápice da raque com apenas dois estames livres, anteras extrorsas, pólen de coloração laranja e tamanho semelhante ao da flor feminina.

A mudança na coloração e morfologia da flor pistilada durante a antese, com os estigmas originalmente verdes e lisos tornando-se rugosos e amarelos, pode ser um mecanismo para atrair os visitantes florais. A combinação de cores da flor estaminada, vermelho e laranja das anteras e grãos de pólen, são cores que se destacam no ambiente, e grande parte dos visitantes florais depende da visão para localização das flores (Rech *et al* 2014).

Um provável mecanismo para manter a frequência dos visitantes florais nas inflorescências é a abertura das flores estaminadas e pistiladas em tempos diferentes, o que proporcionaria recursos ao longo de vários dias. Considerando ainda a possibilidade de os visitantes florais serem um fator limitante, a abertura de todas as flores ao mesmo tempo poderia acarretar a falta de visitação em algumas flores devido à alta competição pelo polinizador, prejudicando a frutificação (Kudo 2006).

A antese das flores estaminadas após a senescência das flores pistiladas caracteriza a dicogamia do tipo protoginia a nível de inflorescência. Isso já foi observado

em *Cnidoscolus urens* (Euphorbiaceae) (Araújo et al. 2012). A protoginia pode ser considerada uma estratégia para evitar a autopolinização e favorecer a troca polínica mediada pelos visitantes (Hoc e Amela García 1999).

Sapium glandulosum é uma espécie monoica cujas flores estaminadas oferecem pólen e exsudato de glândulas associadas aos polinizadores. As flores pistiladas oferecem apenas os exsudatos das glândulas associadas. As espécies monoicas geralmente proporcionam a maior parte dos recursos pelas flores estaminadas, como o caso aqui apresentado, pois o pólen é um recurso de baixo custo de produção (Lopes e Machado 1998; Araujo et al. 2012).

A viabilidade polínica de *S. glandulosum*, 74,9%, foi a mais baixa em relação à outras espécies da mesma família. Por exemplo, *Dalechampia triphylla* com 92,4% (Calaça e Vieira 2012), *Croton sellowii* com 93,7% (Pimentel e Castro 2009), *C. urucurana* com 97,4%, (Pires et al. 2004), *Jatropha mutabilis* e *J. molissima* apresentaram 97% e 100%, respectivamente (Santos et al. 2005). O trabalho de Neves et al. (2010) com estas mesmas espécies de *Jatropha* e ainda, a espécie *J. ribifolia* registraram 100% de viabilidade dos grãos de pólen. Comparando o resultado de *S. glandulosum* com outras espécies do mesmo bioma, nota-se que a viabilidade polínica continua sendo a mais baixa, como por exemplo, 89% em *Costus spiralis* (Costaceae) (Araújo e Oliveira 2007), *Myrcia tomentosa* e *M. rostrata* (Myrtaceae) 78,9% e 98,2%, respectivamente (Torezan-Silingardi e Oliveira 2004), as espécies de Sapotaceae, *Pouteria ramiflora* com 93,5% e *P. torta* com 99% (Gama et al. 2011) e *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae) 98,2% (Coelho e Barbosa 2003).

A proporção de 716,2 pólen/óvulo em *S. glandulosum* indicou que a espécie produz sementes preferencialmente por polinização cruzada, apesar de também aceitar a autopolinização. Da mesma forma, *Croton sellowii* e *C. sarcopetalus* (Euphorbiaceae)

registraram maiores taxas de frutificação na polinização cruzada em relação à autopolinização manual (Freitas *et al.* 2001). Os sucessos na formação de frutos na polinização cruzada também foram maiores em relação a autopolinização manual em *Jatropha molíssima* e *J. mutabilis* (Neves *et al.* 2010). No entanto, *J. ribifolia* teve valores parecidos de polinização cruzada e autopolinização manual (Neves *et al.* 2010) e, diferentemente de outros estudos, *Cnidoscolus urens* (Euphorbiaceae) teve maior frutificação na autopolinização manual em relação a polinização cruzada (Araujo *et al.* 2012).

A espécie apresentou produção de frutos de 64,8%, com média de 8,6 (\pm 6,1) por inflorescência. No entanto, observa-se uma variedade grande tanto no número de flores por inflorescência, quanto no sucesso reprodutivo entre cada um dos indivíduos. Quando comparados os extremos, os DOIs maiores sucessos reprodutivos (91,4% e 93,6%) com os menores sucessos (0% e 53,8%), observamos que, os maiores sucessos de formação de frutos ocorreram com os DOIs indivíduos que continham a maior quantidade de flores femininas (47 cada) por inflorescência. O mesmo pode ser percebido para a relação entre menores sucessos reprodutivos e os menores números de flores femininas (26 e 28) por inflorescências. Comparando o sucesso reprodutivo por polinização natural de *S. glandulosum* com outras espécies monoicas de Euphorbiaceae, nota-se que a taxa obtida está entre os menores valores conhecidos até agora. Por exemplo, *Croton sarcopetalus* teve 63% de frutificação (Freitas *et al.* 2001), *C. sellowii* apresentou 76,6% (Pimentel e Castro 2009), *Jatropha mutabilis* e *J. molíssima*, tiveram 75% e 85% de frutificação, respectivamente (Santos *et al.* 2005) e, Araujo e colaboradores (2012) registraram 90% de frutificação para *Cnidoscolus urens*. Isso pode ser parcialmente justificado pelo fato da população estudada de *S. glandulosum* ser recém-chegada na vereda utilizada nesse estudo, o que a torna uma nova fonte de recursos florais para os polinizadores locais, os

quais podem ainda estar em processo inicial de interação com suas flores. No entanto, quando são comparados o sucesso de frutificação do presente trabalho com o de outras espécies do mesmo bioma, o cerrado, a taxa de formação de frutos de *S. glandulosum* é maior. Por exemplo, *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae) apresentaram até 6,63% e 7,55% de frutos formados respectivamente (Gama *et al.* 2011). Já *Myrcia rostrata* e *M. tomentosa* (Myrtaceae) apresentaram 28,65% e 36,23% de frutificação respectivamente (Torezan-Silingardi e Oliveira 2004), *Byrsonima coccolobifolia* (Malpighiaceae) com 41,15% (Benezar e Pessoni 2006), *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) formou frutos em 43,01% das flores (Torezan-Silingardi e Del-Claro 1998), *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae) teve 77,22% (Coelho e Barbosa 2003) e, num estudo realizado na mesma área do presente trabalho *Costus spiralis* (Costaceae) teve 83,73 % de sucesso na frutificação (Araújo e Oliveira 2007).

As relações entre o tamanho das inflorescências, a quantidade de flores pistiladas e o sucesso reprodutivo não ocorreu de forma linear. As maiores inflorescências foram as que possuíam mais flores pistiladas e mais frutos, no entanto, as menores inflorescências não foram as que continham menos flores pistiladas e frutos. O maior número de flores próximas pode aumentar a atração visual aos polinizadores (Brito *et al* 2015). A sinalização de grande oferta de recurso, levaria a uma intensa visitação e, conseqüentemente beneficiaria a frutificação. Observamos que houve relação direta entre o número de flores pistiladas e a formação de frutos, corroborando Ghazoul (2006) que demonstrou que o florescimento em massa pode levar a um maior sucesso reprodutivo.

A quebra natural da porção estaminada da inflorescência durante o momento da frutificação reduz seu tamanho, no entanto, essa quebra natural não ocorreu nas inflorescências com alta infestação de galhas. A permanência da raque na sua totalidade, mesmo após a queda das flores estaminadas, pode ser afetada por hormônios do grupo

das citocininas. Eles auxiliam a formação de galhas por insetos em plantas, mobilizando água, nutrientes e materiais fotossintetizados a partir dos vasos condutores (Taiz e Zeiger 2013). Esse processo auxilia a explicar a manutenção da porção apical das inflorescências galhadas, mesmo após a queda das flores estaminadas.

Segundo Lorenzi (1992), *S. glandulosum* chega a alcançar de 5 a 20 metros, no entanto de todos os indivíduos da população estudada, o maior espécime não chegava nem aos três metros de altura. Isso pode estar relacionado com a introdução recente da espécie na vereda estudada, já que no levantamento florístico de Araújo *et al.* (2002) realizado ali, não foi registrado a presença de *S. glandulosum*. Uma possível fonte das sementes que originaram essa população de *S. glandulosum* poderia ser uma vereda localizada a sete km de distância (ver Araújo *et al* 2002), já que os frutos são dispersos por aves (Meguro *et al.* 1996).

Concluimos que *S. glandulosum* é uma planta com histórico recente de colonização na área de vereda estudada. Por apresentar flores generalistas com glândulas associadas além de nectários extraflorais nos pecíolos foliares, a planta foi eficiente para interagir com grande variedade de espécies locais. Fornecendo recursos para polinizadores, dispersores de sementes e predadores do seu único herbívoro. As interações realizadas foi responsável pela formação dos frutos, já que por agamospermia não foi possível a frutificação. Essas características a torna capaz de chegar a novos ambientes e sustentar uma grande variedade de artrópodes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a diretoria do Clube Caça e Pesca Itororó pela disponibilização da área da reserva para o estudo e ao Dr. Glein Monteiro Araújo pela

identificação da planta. Renan Kobal de Oliveira Alves Cardoso agradece à CAPES e Helena Maura Torezan-Silingardi agradece ao CNPQ pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Almeida-Soares S, Polatto LP, Dutra JCS, Torezan-Silingardi HM (2010) Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): floral biology and visitors. *Neotrop Entomol* 39:941–8. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600015>
- Alves-silva E, Barônio GJ, Torezan-silingardi HM, Del-claro K (2012) Foraging behavior of *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera : Vespidae) on *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae): Extrafloral nectar consumption and herbivore predation in a tending ant system. *60:347–354*. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i4.347-354>
- Alves-Silva E, Del-Claro K (2014) Fire triggers the activity of extrafloral nectaries, but ants fail to protect the plant against herbivores in a neotropical savanna. *Arthropod Plant Interact* 8:233–240. <https://doi.org/10.1007/s11829-014-9301-8>
- Antonini Y, Souza HG, Jacobi CM, Mury FB (2005) Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotrop Entomol* 34:555–564. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400004>
- Apple JL, Feener DH (2001) Ant visitation of extrafloral nectaries of Passiflora: The effects of nectary attributes and ant behavior on patterns in facultative ant-plant mutualisms. *Oecologia* 127:409–416. <https://doi.org/10.1007/s004420000605>
- Araújo FP De, Oliveira PE (2007) Biologia floral de *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae) e mecanismos para evitar a autopolinização. *Rev Bras Botânica* 30:61–70. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100007>
- Araujo LDA De, Leal ADS, Quirino ZGM (2012) Fenologia e biologia floral da *Urtiga cansanção* (*Cnidocolus urens* L., Euphorbiaceae). *Rev Bras Biociências* 10:140–146
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA (2002) Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Rev Bras Botânica* 2:475–493.

- <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>
- Araújo L, Quirino Z, Machado I (2011) Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinização de *Allamanda blanchetii*, uma Apocynaceae endêmica da Caatinga. Rev Bras 34:211–222. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000200008>
- Assunção M a., Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K (2014) Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? Flora Morphol Distrib Funct Ecol Plants 209:244-49. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.03.003>
- Barônio GJ, Maciel A a, Oliveira AC, et al (2016) Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica. Rodriguésia 67:275–293. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667201>
- Benevides CR, Gaglianone MC, Hoffmann M (2009) Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. Rev Bras Entomol 53:415–421. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000300016>
- Benezar RMC, Pessoni LA (2006) Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. Acta Amaz 36:159–168. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200005>
- Calaça PSST, Vieira MF (2012) Biologia do pseudanto de *Dalechampia aff. triphylla* Lam . (Euphorbiaceae) e sua polinização por abelhas (Apidae, Meliponina). Rev Bras Biociências 10:303–308
- Callaway RM, Aschehoug ET (2000) Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. Science 290:521–523. <https://doi.org/10.1126/science.290.5491.521>
- Camargos RMF, Lanna MT (1996) Cadastro Das Áreas Naturais Protegidas Em Minas Gerais. Geonomos 4:55–67. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v4i2.201>
- César ADS, Batalha MO (2011) Análise dos direcionadores de competitividade sobre a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona. Produção 21:484–497. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000039>
- Coelho CP, Barbosa AA a. (2003) Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. Rev Bras Botânica 26:403–413. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000300013>
- Costa R a. CV, Morais a BB De (2004) Fenologia e visitantes florais de *Erythrina cristagalli* L. (Leguminosae: Faboideae) em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

- Biotemas 21:51–56. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n2p51>
- Del-claro K, Marquis RJ (2015) Ant Species Identity has a Greater Effect than Fire on the Outcome of an Ant Protection System in Brazilian Cerrado. 0:1–9. <https://doi.org/10.1111/btp.12227>
- Diniz IR, Morais HC, Botelho AMF, et al (1999) Lepidopteran caterpillar fauna on lactiferous host plants in the central Brazilian cerrado. *Rev Bras Biol* 59:627–635. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400012>
- Fernandes GW, Santos JC (eds) (2014) Neotropical Insect Galls. Springer Netherlands, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8783-3>.
- Ferreira C a., Torezan-Silingardi HM (2013) Implications of the floral herbivory on malpighiacea plant fitness: Visual aspect of the flower affects the attractiveness to pollinators. *Sociobiology*,60:323–328. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i3.323-328>
- Forrest J, Thomson JD (2009) Pollinator experience, neophobia and the evolution of flowering time. 935–943. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1434>
- Freitas, L; Bernardello, G; Galetto, L; Paoli, A, A S (2001) Nectaries and reproductive biology of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). *Bot J Linn Soc* 136:267–277. <https://doi.org/10.1006/bojl.2000.0437>
- Freitas C V., Oliveira PE (2002) Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Rev Bras Botânica* 25:311–321. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300007>
- Galetto L, Bernardello G (2004) Floral nectaries, nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea* species (Convolvulaceae) in relation to pollinators. *Ann Bot* 94:269–280. <https://doi.org/10.1093/aob/mch137>
- Gama LU, Barbosa AAA, Oliveira PEAM (2011) Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). *Rev Bras Botânica* 34:375–387. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300011>
- Gressler E, Pizo M a., Morellato LPC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Rev Bras Botânica* 29:509–530. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400002>
- Harmon-Threatt a. N, Burns JH, Shemyakina L a., Knight TM (2009) Breeding system and pollination ecology of introduced plants compared to their native relatives. *Am J Bot* 96:1544–1550. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800369>
- Hoc PS, Amela García MT (1999) Biología floral y sistema reproductivo de *Phaseolus*

- vulgaris* var. *aborigineus* (Fabaceae). Rev Biol Trop 47:59–67. <https://doi.org/10.15517/rbt.v47i1-2.19001>
- Kiill LHP, Haji FNP, Lima PCF (2000) Visitantes florais de plantas invasoras de áreas com fruteiras irrigadas. Sci Agric 57:575–580. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000300034>
- Kinoshita LS, Torres RB, Forni-Martins ER, et al (2006) Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. Acta Bot Brasilica 20:313–327. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000200007>
- Klauber C, Paludo GF, Bortoluzzi RLDC, Mantovani A (2010) Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. Biotemas 23:35–47. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2010v23n1p35>
- Klink CA, Machado RB (2005) A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade 1:147–155. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912009000400001>
- Lawton JH (1983) Plant Architecture and the Diversity of Phytophagous Insects. Annu Rev Entomol 28:23–39. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000323>
- Leal IR, Perini MA, Castro CC De (2007) Estudo fenológico de espécies em uma área de Caatinga. Biotropica 1–2
- Lenza E, Klink CA (2006) Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. Rev Bras Botânica 29:627–638. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>
- Lenza E, Oliveira E (2005) Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. 2:179–190. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>
- Lenzi M, Orth a. F (2004) Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Biotemas 17:67–89. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300018>
- Lopes AV, Machado IC (1998) Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. Plant Syst Evol 213:71–90. <https://doi.org/10.1007/BF00988909>
- Lorenzi H (1992) Árvores Brasileiras Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, 1ª. Nova Odessa - SP
- Loyola R, Fernandes GW (1993) Herbivoria em *Kielmeyra coriacea* (Guttiferae): efeitos da idade da planta, desenvolvimento e aspectos qualitativos de folhas. Rev Bras Biol

- Machado CG, Semir J (2006) Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Rev Bras Botânica* 29:163–174. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100014>
- Mantovani A, Morellato LPC, Reis MS Dos (2004) Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Rev Bras Botânica* 27:787–796. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000400017>
- Marafeli PDP, Zacarias MS, Reis PR, et al (2006) Ocorrência e Identificação de Vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em cafezal orgânico em formação (*Coffea arabica* L) e sua relação com a predação do bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (GUÉR . - MÈNEV.,1942) (Lepidoptera: Lyonetiidae)
- Maués MM, Couturier G (2002) Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. *Rev Bras Botânica* 25:441–448. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000008>
- Meguro M, Pirani J, Mello-Silva R, Giulietti A (1996) Estabelecimento de matas ripárias e capões nos ecossistemas campestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. *Bol. Botânica da Univ. São Paulo* 15:1–11
- Myers N, Fonseca G a B, Mittermeier R a, et al (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–8. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nahas L, Gonzaga MO, Del-Claro K (2012) Emergent Impacts of Ant and Spider Interactions: Herbivory Reduction in a Tropical Savanna Tree. *Biotropica* 44:498–505. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00850.x>
- Neves EL Das, Funch LS, Viana BF (2010) Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. *Rev Bras Botânica* 33:155–166. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000100014>
- Neves EL, Machado IC, Viana BF (2011) Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. *Rev Bras Botânica* 34:553–563. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000400009>
- Oliveira GC, Araújo GM, Barbosa AAA (2009) Florística E Zonação De Espécies Vegetais Em Veredas No T Riângulo Mineiro , Brasil. *Rodriguésia* 60:1077–1085. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960417>
- Oliveira PS, Rico-Gray V, Díaz-Castelazo C, Castillo-Guevara CD-C and C (1999) Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: Herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in

- Opuntia stricta* (Cactaceae). *Funct Ecol* 13:623–631. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00360.x>
- Oliveira PS, Silva AF, Martins AB (1987) Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in the cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. *Oecologia* 74:228–230. <https://doi.org/10.1007/BF00379363>
- Oliveira WDM, Machado IC (2007) Polinização e Biologia Reprodutiva de *Borreria scabiosoides* CHAM. ET SCHL. (Rubiaceae). *Congr Iniciação Científica UFPE* 29–32
- Pedroni F, Sanchez M, Santos FAM (2002) Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.- Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Rev Bras Botânica* 25:183–194. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200007>
- Pimentel, K, G, M; Castro, C C (2009) Biologia reprodutiva de *Croton sellowii* Baill.(Euphorbiaceae) em uma restinga de Pernambuco. *Biologia (Bratisl)* 80–82
- Pires MMY, Souza LA, Terada Y (2004) Biologia floral de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) ocorrente em vegetação ripária da ilha Porto Rico, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci - Biol Sci* 26:209–215. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v26i2.1638>
- Pivello VR, Coutinho LM (1996) A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. *For Ecol Manage* 87:127–138. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03829-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03829-7)
- Pscheidt AC., Cordeiro I (2012) Sinopse da tribo Hippomaneae (Euphorbiaceae) no Estado de São Paulo. *Hoehnea* 39:347–368. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062012000300001>
- Raju a. JS, Ezradanam V (2002) Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Curr Sci* 83:1395–1398
- Reddi EUB, Reddi CS (1983) Pollination ecology of *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiaceae). *Proc Plant Sci* 92:215–231. <https://doi.org/10.1007/BF03052976>
- Richardson DM, Allsopp N, D’Antonio CM, et al (2000) Plant invasions--the role of mutualisms. *Biol Rev* 75:65–93. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1999.tb00041.x>
- Romero GQ, Vasconcellos - Neto J (2012) Beneficial Effects of Flower-Dwelling Predators on Their Host Plant. 85:446–457. <https://doi.org/10.1890/02-0327>
- Santos MJ, Machado IC, Lopes AV (2005) Biologia reprodutiva de duas espécies de

- Jatropha L.* (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. *Rev Bras Botânica* 28:361–373. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000200015>
- Santos VJ, Sales MF (2009) A tribo Hippomaneae A. Juss. ex Spach. (Euphorbiaceae Juss.) no estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 23:976–990. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400008>
- Sátiro LN, Roque N (2008) A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 22:99–118. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000100013>
- Soares SDA, Antonialli-Junior WF, Lima-Junior SE (2010) Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. *Rev Bras Entomol* 54:76–81. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000100009>
- Souza-Silva M, Fontenelle JCR, Martins RP, et al (2001) Seasonal abundance and species composition of flower-visiting flies. *Neotrop Entomol* 30:159–351. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300002>
- Stefani V, Pires TL, Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K (2015) Beneficial Effects of Ants and Spiders on the Reproductive Value of *Eriotheca gracilipes* (Malvaceae) in a Tropical Savanna. *PLoS One* 10:e0131843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131843>
- Talora DC, Morellato PC (2000) Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev Bras Botânica* 23:13–26. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002>
- Torezan-Silingardi, H M; Del-Claro K (1998) Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. *Ciência e Cult J Brazilian Assoc Adv Sci*
- Torezan-silingardi HM (2011) Predatory Behavior of *Pachodynerus brevithorax* (Hymenoptera: Vespidae, Eumeninae) on Endophytic Herbivore Beetles in the Brazilian Tropical Savanna by. *Sociobiology* 57:181–190
- Torezan-Silingardi HM, De Oliveira PEAM (2004) Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in central Brazil. *Phyt. - Ann. Rei Bot.* 44:23–43
- Torezan-Silingardi, HM; Del-Claro K (1998) Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science* 50(4)

- Torezan-Silingardi, H., M. 2012 Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. Technical Books Editora. 1ª edição. Rio de Janeiro, 336 p.
- Vilela AA, Torezan-silingardi HM, Del-claro K (2014) Conditional outcomes in ant – plant – herbivore interactions in fl uenced by sequential fl owering. 209:359–366. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.04.004>
- Wäckers FL, Van Rijn PCJ, Bruin J (2005) Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications, Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9780511542220