BIOLOGIA FLORAL DE *Pleroma granulosum* (DESR.) D. DON E FIDELIDADE DOS VISITANTES FLORAIS DE HYMENOPTERA

Carine U. Moya[1], José Washington Santos Oliveira[2], Sandra Milena Diaz Puentes[2] & Renata Gomes de Oliveira Guerreiro[3]*

[1]Universidade Estadual de Maringá, Graduação Ciências Biológicas, Maringá, PR, Brasil
[2]Universidade Estadual de Maringá, PPG em Zootecnia, Maringá, PR, Brasil
[3]Universidade Estadual de Maringá, PPG em Biologia Comparada, Maringá, PR, Brasil

*Autor correspondente: jwsoliveira@gmail.com

Resumo

Pleroma granulosum (Desr.) D. Don pertence a Melastomataceae, uma família representada por 4.200 a 4.500 espécies no mundo. *Pleroma granulosum* tem porte arbóreo e é encontrada no bioma Mata Atlântica. Com base nas características da flor, os objetivos do estudo foram avaliar a fenologia e biologia reprodutiva da espécie, e caracterizar a flor e os visitantes florais. Foram investigadas três árvores com flores de cor rosa e três de cor roxa, das quais selecionaram-se flores em diferentes estágios de floração para mensuração de dados morfológicos. Também foram coletados os visitantes florais. Essa espécie tem flor pentâmera, actinomorfa e heteranteria, com pólen viável nos dois tamanhos de antera, caracterizado por ser tricolpado, radial, e de tamanho pequeno. A receptividade do estigma é maior no segundo estágio. As pontas das anteras e o estigma apresentam flavonoides que atuam na atração de polinizadores. Os visitantes florais identificados pertencem a cinco famílias de Hymenoptera; as espécies de Anthophoridae foram consideradas dominantes e mesmo sem ter fidelidade de 100%, a sua frequência, constância e abundância as qualificam como visitantes florais mais efetivos para realizar a polinização. Por outro lado, representantes da família Halictidae apresentaram maior fidelidade, mas seu comportamento não favorece a fertilização da flor de *P. granulosum*, porque durante sua visita, constatamos apenas contato com estruturas masculinas.

Palavras-chave: Flavonoides, Índices faunísticos, Melastomataceae, Polinização, Viabilidade

Abstract

Pleroma granulosum (Desr.) D. Don belongs to the Melastomataceae, a family with about 4.200 to 4.500 species in the world. It has arboreal size and is found in the Atlantic Forest biome. Based on the characteristics of the flower, the aims of this study were to evaluate the flower's phenology and reproductive biology and to characterize the floral visitors. Then, three pink and three purple trees were used, in which flowers were selected in different blooming stages to measure morphological data and to analyze the floral visitors. This species has pentameric flower, actinomorphic, with heterantery, with viable pollen in both anther sizes, characterized by being tricolpated, radial, and small in size. The receptivity of stigma is greater in the second stage. The tips of the anthers and the stigma have flavonoids to attract pollinators. The floral visitors identified belong to five families of Hymenoptera. The Anthophoridae family was dominant and even without having 100% fidelity; its frequency, constancy and abundance make the visitors of this family as the most effective floral visitor to carry out pollination, the Halictidae family is the one that showed the greatest fidelity, but its behavior does not favor fertilization in flowers of P. granulosum because during the visits, they touch only on the male structures.

Keywords: Fauna indexes, Flavonoids, Melastomataceae, Pollination, Viability

Introdução

Melastomataceae apresenta cerca de 4.200 a 4.500 espécies em todo o mundo, sendo encontradas em regiões tropicais e subtropicais e em diferentes tipos de vegetação no Brasil; é considerada uma das famílias mais ricas dos campos rupestres e cerrado (CLAUSING & RENNER, 2001; MAIA & GOLDENBERG, 2014). Essas espécies são frequentemente utilizadas para restauração de bordas de florestas e clareiras (BRITO et al., 2017) e como biomonitoras passivas para determinar a qualidade do ar em razão de sua capacidade de reduzir as concentrações em parte por milhão de partículas contaminantes em áreas urbanas (ZAMPIERI et al., 2013).

Pleroma granulosum (Desr.) D. Don [sin.: *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn.], objeto do presente estudo, é conhecida como quaresmeira, de hábito arbóreo, atinge até seis metros de altura, encontrada no bioma Mata Atlântica (FLORA DO BRASIL, 2020, em construção), e nativa do Rio de Janeiro e São Paulo (GUIMARÃES & OLIVEIRA, 2009). No Paraná, é introduzida e cultivada (MEYER et al., 2010). Seu tronco tem de 30-

40 cm de diâmetro, revestido por casca com ritidoma pouco escamoso, com ramos quadrangulares e alados nas arestas (LORENZI, 2014).

Pleroma granulosum caracteriza-se, também, por apresentar folhas de 15-20 cm de comprimento, oposta-cruzadas, lanceoladas ou elípticas e oblongas, rijas, pubescentes e com indumento escabro nas duas faces, mais visualmente na face superior; as flores são bissexuadas, pentâmeras, actinomorfas, dialipétalas, vistosas, de corola roxa ou rósea, dispostas em panículas terminais e axilares (COGNIAUX, 1885; LORENZI, 2014). A maioria das Melastomataceae (inclusive *P. granulosum*) é caracterizada pela presença de anteras poricidas, flores geralmente hermafroditas e actinomórficas, embora sejam observados graus variáveis de zigomorfia devido ao posicionamento dos estames e do pistilo (RENNER, 1989). Na família, são frequentes dez estames de tamanhos diferentes, com filetes pilosos, com tricomas na metade superior; as anteras são subuladas com poro apical-ventral; o ápice do ovário é seríceo e dos estiletes é arqueado; além disso, a flor apresenta hipanto (COGNIAUX, 1885); os frutos são cápsulas deiscentes, com muitas e diminutas sementes (LORENZI, 2014).

É reportado na literatura que a morfologia floral do gênero *Pleroma* tem evoluído pelas transições concomitantes de polinizadores, correspondentes às sub-síndromes, dentre elas a síndrome de polinização denominada melitofilia; nessa síndrome, os principais polinizadores são abelhas que procuram a flor em busca de pólen e realizam a remoção do pólen por meio da vibração dos seus corpos quando em contato com as anteras. Assim, o gênero evoluiu para ter uma polinização especializada pela qual só espécie que realiza vibração consegue coletar o pólen e fazer efetiva polinização (ALMEIDA, 1977; RENNER, 1989; SERPA et al., 2006; PEREIRA et al., 2011; REGINATO & MICHELANGELI, 2016).

Pleroma granulosum constitui, assim, um modelo interessante dentre as Melastomataceae, para se investigar a interação de suas flores com espécies de Hymenoptera. Desse modo, foram objetivos do trabalho: avaliar se há diferenças na morfologia floral em espécimes com flores de diferentes cores (rosa e roxa); mensurar a receptividade do estigma e a viabilidade do pólen; caracterizar o pólen; e determinar a fidelidade dos visitantes florais.

Material e métodos

Ambiente de estudo - O experimento foi realizado no campus da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Paraná, Brasil, e as análises das estruturas florais, no laboratório de anatomia vegetal do Departamento de Biologia/UEM (coordenadas 23° 24' 17" a 23° 24' 15" de latitude sul e 51° 55' 56" a 51° 56' 52" de longitude oeste). Na área prevalecem solos tipo Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, os quais são derivados da decomposição de rochas básicas da Formação Serra e se caracterizam por sua textura argilosa (MARCATTO et al., 2015). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é tropical mesotérmico úmido com chuvas de verão e outono quente (ANJOS et al., 2002) com uma temperatura geral que varia de 14°C a 30°C (WEATHERSPARK, 2019).

Fenologia da flor - Foram selecionadas seis árvores de *P. granulosum*, três com flores de cor roxa e três de cor rosa. Para cada planta foram determinados três estágios de antese baseados no trabalho de Dafni (1992): 1- antes da exposição do pólen; 2- durante a exposição do pólen e 3- após a exposição do pólen, totalizando 180 flores. Essas flores foram avaliadas quanto ao comprimento e largura da pétala, sépala e bractéola, tamanho das anteras e do estigma, e ao número total de estruturas mencionadas anteriormente. A receptividade do estigma foi avaliada mediante a aplicação de peróxido de hidrogênio, sendo a presença de borbulhas o fator determinante para teste positivo e a ausência como negativo. Foram utilizadas flores frescas para identificar guias do néctar, reconhecidas pela presença de flavonoides, identificados mediante tratamento com luz negra. O acompanhamento das fases de desenvolvimento da flor foi realizado mediante a identificação ao acaso de 16 botões florais de cada uma das plantas, sendo oito protegidos com rede fabricada em tecido *voil* e oito mantidos desprotegidos. As flores foram observadas diariamente por 28 dias e as alterações de aparência foram registradas.

Grãos de pólen - Foram utilizados botões florais de cada árvore selecionada para identificação dos grãos de pólen; não foi usada flor aberta para evitar a contaminação do pólen com o de outras flores pela interferência dos polinizadores. Os botões foram abertos e, com auxílio de pinças limpas, as anteras foram retiradas e armazenadas em flaconetes microtubo 1,5 mL, com álcool P.A. por 24 horas. Após este período foram fixados nos *stubs* e deixados em estufa por 24h à 55ºC. Depois desse período realizou-se o banho com ouro (Metalizador BAL-TEC Modelo SCD 050 Sputter Coater); no dia seguinte foram realizadas análises em microscópio eletrônico de varredura (Microscópio FEI - QUANTA

250), na Central de Microscopia do Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP/UEM).

A viabilidade do pólen foi determinada em flores em estágio dois coletadas no período das 13 horas, numa quantidade de 45 anteras superiores da árvore de flores roxas e 45 da árvore de flores rosas, e igual para as anteras inferiores. Cada antera foi retirada da flor e macerada com álcool 70%; a seguir, as amostras foram coradas com carmim acético 1% em lâminas. As leituras foram feitas ao microscópio com aumento de 40X e os grãos de pólen viáveis foram contabilizados (DAFNI, 1992).

Fidelidade dos visitantes **-** Durante três dias, entre 6 e 18h, foram feitas as capturas de visitantes florais, com auxílio de uma rede entomológica. Os indivíduos foram coletados na flor e as cargas polínicas foram removidas das corbículas, escopas ou do corpo todo (com banhos de álcool no caso dos espécimes menores) e deixadas em flaconete microtubo com álcool 70%, para posteriormente homogeneização e liberação dos grãos de pólen. Após, o pólen decantado foi retirado com pipeta, colocado numa lâmina e corado com fucsina para determinar suas características. Os insetos foram alfinetados e secos em estufa a 40º C.

A identificação dos espécimes foi feita em nível de família e determinaram-se os índices faunísticos reportados por Silveira Neto et al. (1976, Apud BRANCO et al., 2010): dominância, abundância, frequência e constância. Esses índices foram determinados através do software "ANAFAU". O software utiliza os critérios da seguinte maneira:

Dominância:

-Dominante (D): frequência maior que o limite da dominância;

-Não dominante (ND): frequência menor que o limite da dominância.

Abundância:

-Rara (R): número de indivíduos menor que o limite inferior ao intervalo de confiança (IC) da média;

-Dispersa (D): número de indivíduos entre os limites inferior e superior do IC da média;

-Comum (C): número de indivíduos entre os limites inferior e superior do IC da média;

-Abundante (A): número de indivíduos entre os limites superiores do IC;

-Muito abundante (MA): número de indivíduos maior que o limite superior do IC da média.

Frequência:

-Pouco frequente (PF): frequência menor que o limite inferior do IC da média;

-Frequente (F): frequência entre os limites inferior e superior do IC da média;
-Muito frequente (MF) – frequência maior que o limite superior do IC da média.
E constância:
-Constante (W): maior que o limite do IC;
-Acessória (Y) – número situado dentro do IC;
-Acidentais (Z) – menor que o limite inferior de IC.

Resultados e discussão

Morfologia e estágios da antese

A flor de *P. granulosum* (Fig. 1) segue modelo clássico ABCE de controle genético da identidade de órgãos florais, diferenciando claramente cada um dos componentes da flor: sépalas, pétalas, brácteas, gineceu e androceu (SOLTIS et al., 2007). As características métricas da flor rosa e roxa apresentam diferenças significativas entre as duas árvores e dentro das mesmas (Tabela 1). Em geral, as flores de *P. Granulosum*, tanto as roxas quanto as rosas, são pentâmeras, mas podem se observar espécimes de flores roxas com seis pétalas e 12 anteras; a largura em relação ao comprimento tanto da pétala, sépala e bráctea, foi menor nas duas cores de flores e os três estágios têm mesma relação apresentada nas pétalas por Meyer et al. (2010) de 21-35,3 x 16-24,5 mm. No entanto, as medidas desse trabalho foram maiores, mas com mesmo número de anteras. O tamanho do estigma foi maior do que as anteras, que de acordo com Renner (1989) é característico do sistema reprodutivo xenógamo. A presença de brácteas foi observada só no estágio um da flor roxa.

Durante os dias de observação foi possível notar que as flores ensacadas demoraram em média um dia a mais em cada estágio e não formaram frutos, as estruturas florais secaram e caíram sem formarem frutos (Fig. 2). Isso demonstra que as flores de *P. granulosum* devem ser auto-incompatíveis, dependendo de polinização cruzada. De acordo com Brito et al. (2017), as espécies dependentes de polinizadores abrangem plantas que realizam polinização cruzada ou autopolinizadas que necessitam da ação de polinizadores, principalmente abelhas vibratórias, para formação dos frutos.

O florescimento sazonal de espécies melitófilas tem sido associado com maior abundância e riqueza de abelhas em estações e ambientes mais quentes. A sazonalidade da floração nos trópicos tem sido relacionada às condições climáticas, que também podem afetar a abundância de polinizadores e o florescimento sazonal de espécies de Melastomataceae dependentes de polinizadores no primeiro semestre do ano, em

contraste com o florescimento contínuo de espécies independentes de polinizadores, reforça essa tendência (BRITO et al., 2017).

Tabela 1. Morfologia métrica da flor de *Pleroma granulosum* em três estágios. Letras iguais por linha não apresentam uma diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

			ROXA			ROSA		
			Estágio			Estágio		
Características da flor			1	2	3	1	2	3
Pétalas		Número	5 ab	5 ab	4,8 b	5,03 a	5 ab	5 ab
		Largura (mm)	18, 3 b	21,6 a	21,8 a	20,3 a	20, 5 a	17, 8 b
		Comprimento(mm)	27,7 c	30, 5 ab	32, 6 a	30,1 b	30,1 b	30, 83 ab
Sépalas		Número	4,1 b	4,8 a	4,8 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a
		Largura (mm)	3,8 b	3,2 c	3,9 b	4,9 a	3,5 bc	3,7 bc
		Comprimento(mm)	8, 1 c	9,9 ab	10,6 a	9,5 b	10,6 a	9,5 b
Brácteas		Número	0,3 a	0 b	0,3 a	0 b	0 b	0 b
		Largura (mm)	2,8 a	0 b	1,7 ab	0 b	0 b	0 b
		Comprimento(mm)	3, 0 a	0 b	2,8 a	0 b	0 b	0 b
Estames		Número	9,9	9,8	0	10	8,3	0
	Maiores	Comprimento(mm)	16, 0 a	14,6 a	0	16,1 a	14, 0 a	0
	Menores	Comprimento(mm)	10,7 a	11,7 a	0	11,4 a	10,4 a	10,8 a
Estigma		Comprimento(mm)	17, 7 b	21,0 ab	21,0 ab	18,9 b	21,3 ab	23,6 a

A receptividade do estigma foi de 80% nas flores roxas e 90% nas rosas, no primeiro estágio, de 100% no segundo nas duas cores, e de 90 e 80% para a flor roxa e rosa, respectivamente, no último estágio. Assim, mesmo na ausência das anteras no último estágio da flor, o estigma mantém sua receptividade ainda quando a flor começa a murchar. Nosso resultado está de acordo com o apresentado por Schwarzbach (2003), que ao avaliar a receptividade em espécies do gênero *Pleroma*, o estigma continua receptivo mesmo em períodos avançados da antese. Esses resultados são semelhantes também aos achados por Weiss (1995), que afirmou que as flores velhas já não eram tão atraentes.

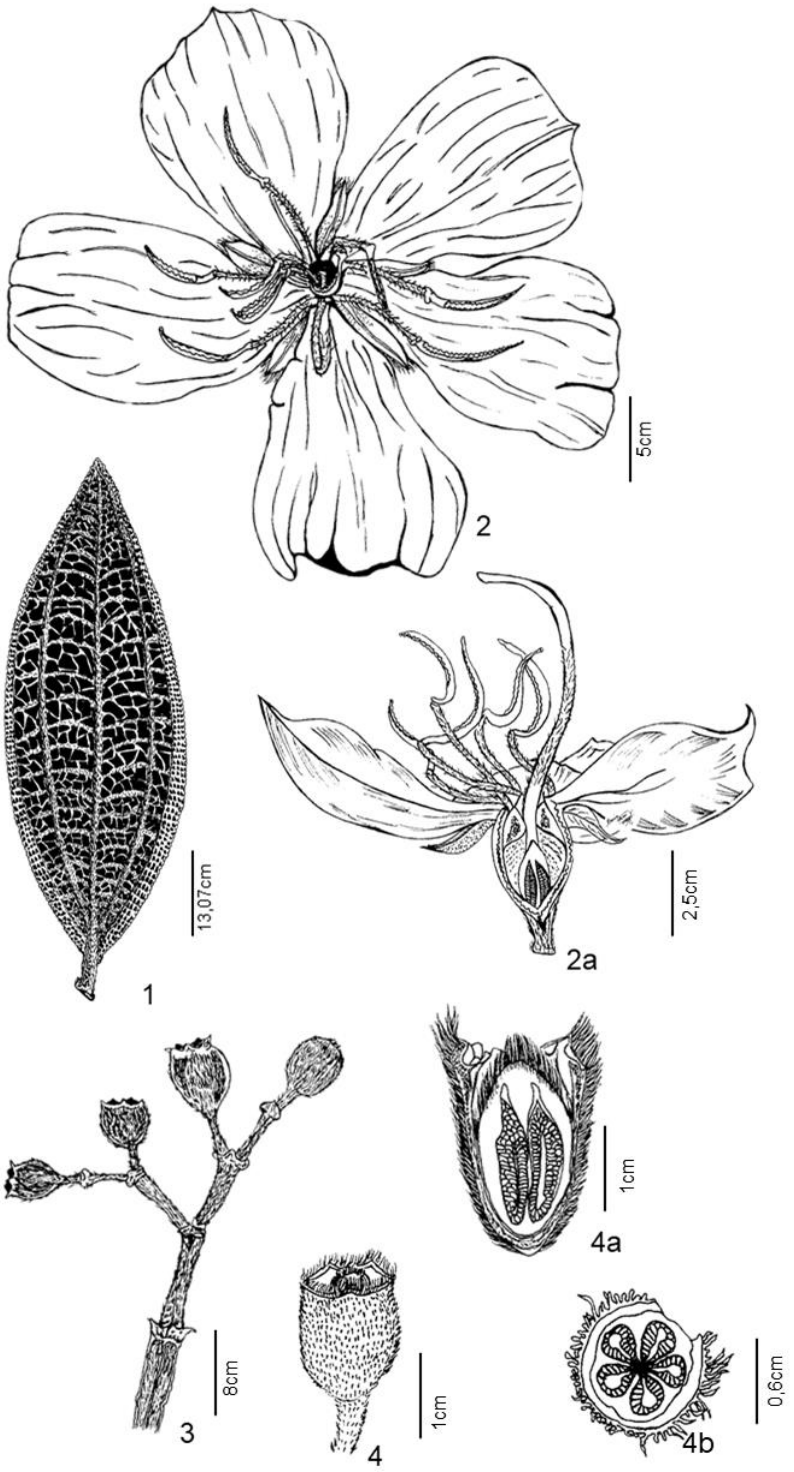


Figura 1. *Pleroma granulosum*. 1 Folha em vista abaxial, em evidência as nervuras. 2 Flor, com 5cm de diâmetro. 2a Corte longitudinal da flor, evidenciando sépalas, pétalas, androceu e gineceu (ovário e óvulos). 3 Ramo com frutos. 4 Fruto. 4a Corte longitudinal, mostrando os óvulos. 4b Corte transversal do fruto, cerca de 0,6cm de diâmetro, evidenciando o número de lóculos. ***Figura elaborada pela autora: Carine Moya.**

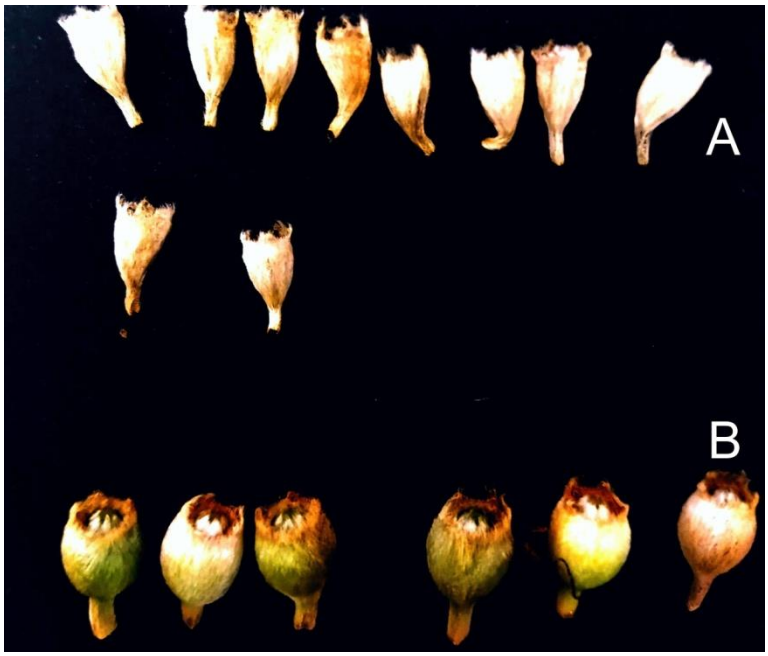


Figura 2. A. Frutos de *Pleroma granulosum* formados a partir de flores que foram protegidas com rede; B. frutos formados a partir de flores que ficaram desprotegidas.

Teste de flavonoides em luz negra

As flores de *P. granulosum* apresentaram flavonoides na região das pontas das anteras e do estigma (Fig. 3). Os flavonoides absorvem a luz UV, o que auxilia as abelhas a localizarem a fonte de pólen. As estruturas das flores reagem a hidróxido de amônio, pois os flavonoides reagem com o vapor de amônia. Quando as flores são expostas à luz negra que emite luz ultravioleta, as regiões onde apresentam flavonoides ficam visíveis. É sabido que as abelhas apresentam receptores para a luz ultravioleta nos olhos, o que as auxiliam a localizar os recursos florais e realizar a polinização.

Os flavonoides florais são responsáveis pela absorção UV que resulta na formação de guias para o pólen. Estes padrões florais podem reduzir a polinização cruzada entre as espécies ou podem servir como pistas de reconhecimento para os insetos, permitindo que os polinizadores se alimentem de forma mais eficiente (RIESEBERG & SCHILLING, 1985).

Os conjuntos de flavonoides com diversidade de substituição em tecidos florais formam a copigmentação que produzem diferenças nas colorações florais detectáveis pelos polinizadores, ou seja, os polinizadores são capazes de distinguir pequenas diferenças entre as propriedades espectrais de flavonoides individuais ou grupos de flavonoides (LEVY, 1978).

Rezende et al. (2019) determinaram os pigmentos nas flores de *Tibouchina pulchra* e constataram grande quantidade de flavonoides no estágio rosa das flores que pode ser efeito da copigmentação. Os flavonoides estão relacionados à cor branca e à copigmentação em tecidos pigmentados. A copigmentação pode ser definida como a formação de complexos não covalentes envolvendo um pigmento derivado de antocianina e um copigmento, provocando mudanças nas propriedades ópticas do pigmento. Existem mais de dez mil compostos diferentes das classes de compostos fenólicos (por exemplo, taninos hidrolisáveis, flavonoides e ácidos fenólicos) que ajudam a estabilizar a cor das flores e aumentam a intensidade da cor (REZENDE et al., 2019).

Características do pólen

O grão de pólen de *P. granulosum*, analisado em microscópio eletrônico de varredura, se caracterizou por apresentar três aberturas da forma colporo (tricolporado), de tamanho pequeno (10-24 um), com simetria radial, isopolar de âmbito circular, com unidade de dispersão nônade e forma prolato-esferoidal (Fig. 4) (RIBEIRO, 2006; RCPOL, 2019). A viabilidade, medida nos dois tamanhos de antera das árvores de flores rosa e flores roxa, não apresentou diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% (Fig. 5). Assim, tanto os grãos de pólen da antera superior quanto da antera inferior servem para fertilizar o estigma e não apresentam divisão de trabalho das anteras, nas quais as anteras superiores seriam para polinização e as inferiores serviriam como recompensa aos visitantes florais (MÜLLER, 1981). Portanto, como relatado por Brito et al. (2017), a heteranteria é um tipo de hercogamia como estratégia para prevenir a autopolinização. Além disso, a porcentagem de viabilidade foi superior a 85% o que é característico de populações não apomíticas (GOLDENBERG & VASSARIN, 2001).



Figura 3. *Pleroma granulosum* com estigma receptivo e anteras após exposição ao hidróxido de amônio e observadas em luz negra.

Fidelidade

Foram coletados 38 indivíduos, pertencentes a 5 famílias de Hymenoptera: Apidae, Anthophoridae, Halictidae, Andrenidae e Vespidae (com um espécime). A família predominante pelos índices faunísticos foi Anthophoridae. A dinâmica dos visitantes florais em relação à dominância, abundância, frequência e constância está exposto na Tabela 2. As classificações foram feitas com Intervalo de Confiança de H (P=0,05) => [1.164105; 1.237827], índice de uniformidade de 0,74. Os espécimes coletados correspondem a abelhas de grande, médio e pequeno porte, que se caracterizam por realizar a coleta do pólen através da vibração do corpo ("Buzz pollination") nas anteras poricidas, com a exceção da *Apis mellifera*.

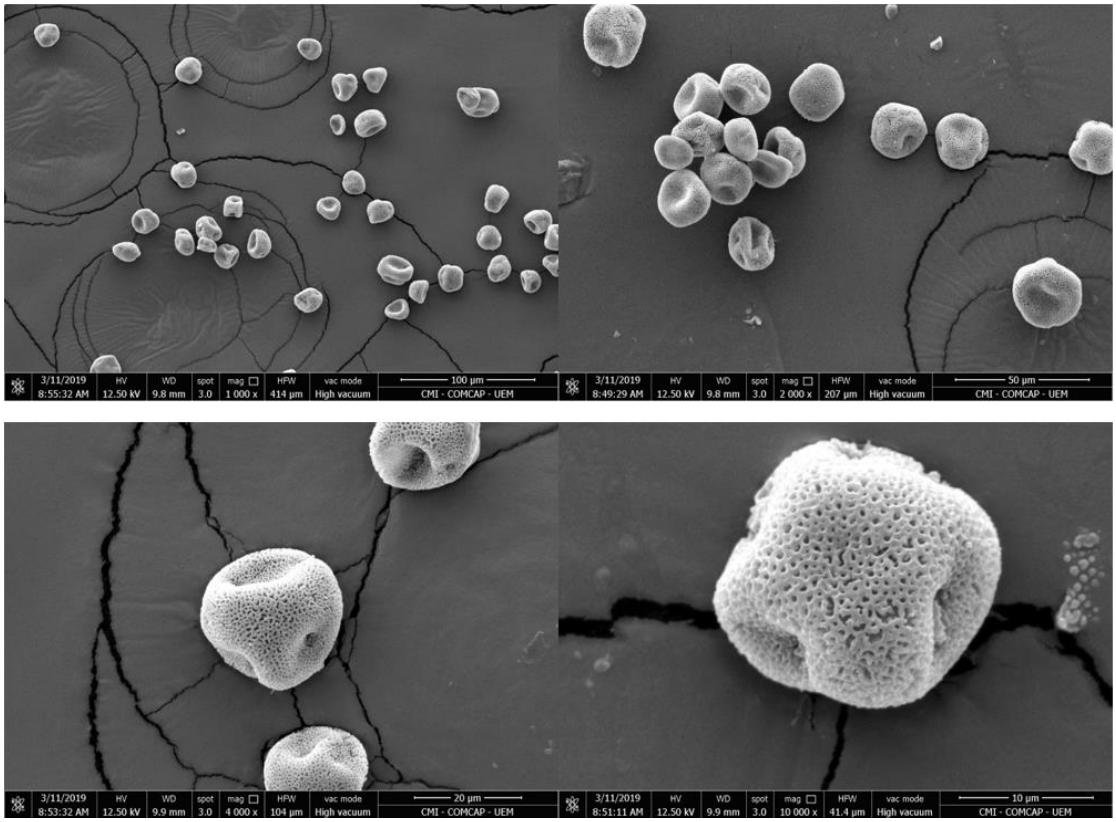


Figura 4. Grãos de pólen de *Pleroma granulosum* ao microscópio de varredura (Foto: Elton Melo de Nascimento, 2019).

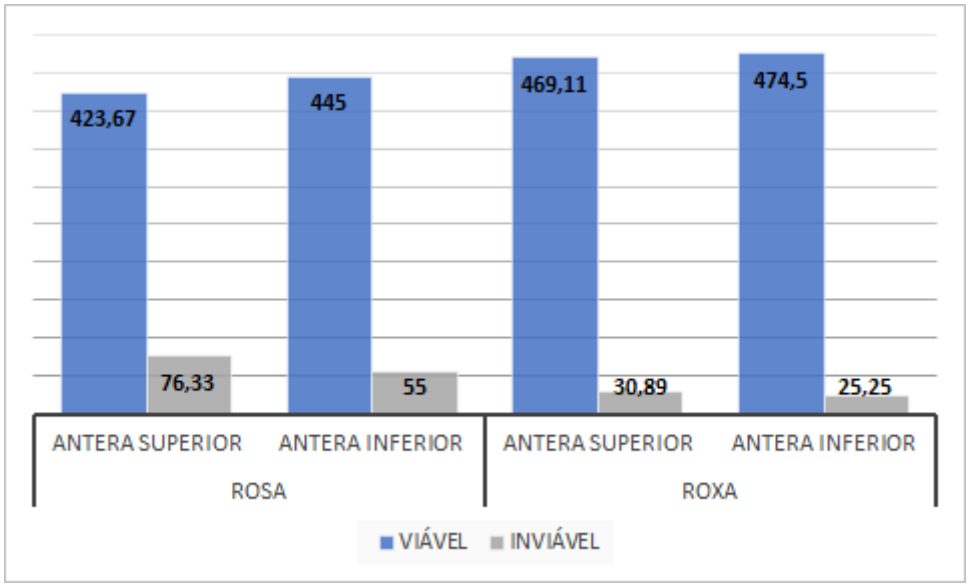


Figura 5. Viabilidade dos grãos de pólen nos dois tamanhos de anteras da *Pleroma granulosum*.

A visita dessas abelhas a flores de Melastomataceae difere dependendo do local; os dados obtidos nesse trabalho complementam os obtidos por Malucelli (2011), que avaliou os visitantes em flores de *Tibouchina* na região de Antonina-Paraná, Oliveira;

Gimenes (2004) na Bahia, e Fracasso & Sazima (2004) em São Paulo, que determinaram as mesmas famílias como visitantes de Melastomataceae. Contudo, nossos resultados diferem dos apresentados por Brizola-Bonazina et al. (2012) que analisaram os visitantes florais da *Tibouchina granulosa* na região de Dourados-MS e identificaram as abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula*; provavelmente, a diferença nos dados pode ser devida a maior presença dessas espécies e a pouca oferta de outros recursos florais na região.

Uma vez caracterizados os visitantes florais e o pólen da quaresmeira, a carga polínica, coletada no corpo dos visitantes florais, foi avaliada. A maior porcentagem de pólen coletado foi encontrada na família Halictidae, seguido por Anthophoridae, Vespidae, Apidae e Andrenidae com 92,8%, 74,8%, 72,7%, 70,0% e 44,7%, respectivamente. No entanto, Hactidae parece não efetuar a fecundação; observações feitas *in loco* permitiram constatar que o comportamento dessa abelha é baseado na visita antera por antera, sem entrar em contato com o estigma. As abelhas de Halictidae são, portanto, pilhadoras de pólen, não realizando polinização nas plantas analisadas nesse estudo.

Diante deste panorama, a família Apidae é a mais fiel, e relacionando com os índices faunísticos, a família é frequente e comum. Anthophoridae apresenta uma fidelidade de 73,7%. No entanto, ele é muito frequente visitando as plantas, o que pode ser mais benéfico para a fertilização da quaresmeira, porque mesmo com menor fidelidade do que Apidae, a carga de pólen levada tem um percentual importante do pólen da quaresmeira. Assim, maior quantidade de visitas nas flores pode promover polinização efetiva.

Além disso, o tamanho da abelha tem correlação positiva com a quantidade de pólen coletada através da "buzz pollination", mesmo que a máxima frequência de vibração floral seja 400 Hz para todas as abelhas, em que as de maior porte conseguem maior amplitude dessas frequências, provocando maior liberação de grãos de pólen (DE LUCA et al., 2019). Contudo, entre os visitantes coletados, têm abelhas que não realizaram a vibração para coletar o pólen; nesses casos, o comportamento delas foi de limpar as anteras que, possivelmente, já tinham sido visitadas por abelhas que realizaram a "buzz pollination", que devido à vibração, o pólen é liberado em nuvens e pode ficar aderido às estruturas florais, sendo aproveitado por outras abelhas. No entanto, algumas abelhas podem morder as anteras para coletar os grãos de pólen (MALUCELLI, 2011).

Ao longo do dia, a maior taxa de visitação foi às 9 horas e a maior diversidade foi nos horários das 7:00, 9:00, 14:00 e 15:00 horas; no período das 11:00 até as 14:00 horas não houve nenhum visitante floral (Fig. 6). A família Anthophoridae foi a mais ativa ao longo do dia e Apidae no período da manhã. Franco et al. (2011), a partir de seus estudos com polinizadores de *Tibouchina* Aubl., afirmam que existe uma competição direta pelo pólen nesse gênero, onde *Bombus pauloensis* Friese 1913 (família Apidae) foi à espécie mais ativa no período da manhã, enquanto outras espécies foram mais ativas no período da tarde.

Tabela 2. Distribuição dos espécimes coletados com relação aos índices faunísticos dominância, abundância, frequência e constância e hábitos alimentares, capturados em *Pleroma granulosum* na área urbana, Maringá (PR).

Espécie	# Indivíduos	# Coletas	Dominância	Abundancia	Frequência	Constância
Apidae	7	3	D	C	F	W
Anthophoridae	19	3	D	MA	MF	W
Halictidae	10	2	D	C	F	W
Andrenidae	1	1	ND	D	PF	Y
Vespidae	1	1	ND	D	PF	Y

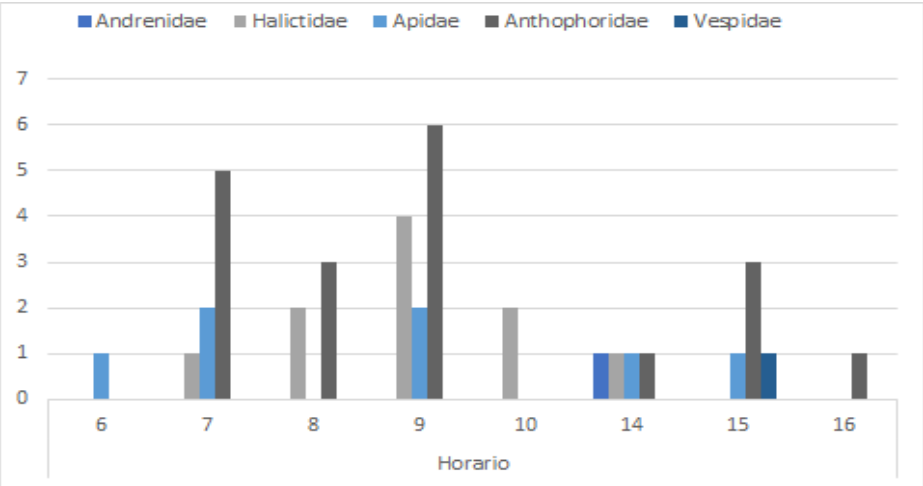


Figura 6. Dinâmica dos visitantes florais ao longo do dia.

Conclusões

Pleroma granulosum apresenta flores pentâmeras, com pétalas maiores na cor roxa que a rosa (largura em média de 20,6 mm e 19,5 mm, respectivamente); nos dois tipos de flores o comprimento do estigma é maior do que dos estames, como característica para evitar a autopolinização; apresenta heteranteria, com anteras poricidas, nas quais o pólen é viável nos dois tamanhos das anteras; a receptividade do estigma se apresenta com maior intensidade a partir do segundo estágio, mantendo-se mesmo quando a flor começa a murchar. A antese ocorre nas primeiras horas da manhã, quando os primeiros raios solares incidem sobre as flores. A flor, uma vez aberta, não retrai suas estruturas em nenhum momento do dia e se mantém assim até que as peças florais caiam e o fruto inicie seu desenvolvimento. O tempo médio entre a antese e a queda de todas as estruturas florais foi de 7 dias, quando as últimas pétalas e sépalas caíram, restando apenas o fruto.

Pleroma granulosum precisa de agentes polinizadores para a formação do fruto. Os visitantes florais encontrados nesse estudo pertencem às famílias Apidae, Anthophoridae, Halictidae, Andrenidae e Vespidae (com um espécime). Esses visitantes apresentam, na sua maioria, o comportamento de "buzz pollination". A família Anthophoridae é predominante e Halictidae a mais fiel; no entanto, o comportamento na flor mostrou que Anthophoridae é mais eficiente, porque os indivíduos entram em contato tanto com o androceu quanto com o gineceu. A família Halictidae se caracterizou por realizar visitas só nas anteras da flor, sem entrar em contato com o estigma. Dentre os visitantes encontrados, havia espécies que não realizam vibração para adquirir o pólen. No entanto, na análise do pólen encontrado no corpo dos indivíduos foi detectado o pólen de *P. granulosum*, o que significa que essas abelhas aproveitam o pólen que é expulso na vibração feita anteriormente por outras abelhas.

Agradecimentos

Agradecemos aos técnicos do departamento de Biologia (DBI-UEM) e ao laboratório de Apicultura e Meliponicultura (UEM) pelo apoio na execução do trabalho. Agradecemos, também, ao COMCAP por disponibilizar o microscópio eletrônico de varredura.

Referências

ALMEDA, F. Systematics of the neotropical genus *Centradenia* (Melastomataceae). **Journal of the Arnold Arboretum**, v. 85, p. 73-108, 1977.

ANJOS, I.B.; NERYS, J.T & MARTINS, M. **Análise da precipitação pluviométrica e balanço hídrico em Maringá-PR. 2002**. Trabalho apresentado no congresso 313 de meteorologia de Ourinhos, São Paulo, p. 829-836, 2002.

BRANCO, R.; PORTELA, G.; BARBOSA, O.; SILVA, P. & PÁDUA, L. Análise faunística de insetos associados à cultura da cana-de-açúcar, em área de transição floresta amazônica – cerrado (mata de cocal), no município de União – Piauí – Brasil. **Semina, Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1113-1120, 2010.

BRITO, V.L.G.; MAIA, F.R.; SILVEIRA, F.A.O.; FRACASSO, C.M.; LEMOS-FILHO, J.P.; FERNANDES, G.W.; GOLDENBERG, R.; MORELLATO, L.P.C.; SAZIMA, M. & STAGGMEIER, V.G. Reproductive phenology of Melastomataceae species with contrasting reproductive systems: contemporary and historical drivers. **Plant Biology**, v. 19, p. 806-817, 2017.

BRIZOLA-BONACINA, A.K; ARRUDA, V.M.; ALVES-JUNIOR, V.V.; CHAUD-NETTO, J. & POLATTO, L.P. Bee visitors of quaresmeira flowers (*Tibouchina granulosa* Cogn.) in the region of Dourados (MS-Brasil). **Sociobiology,** v. 59, n. 4, p. 1253-1267, 2012.

CLAUSING, G. & RENNER, S.S. Molecular phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: Implications for character evolution. **American Journal of Botany**, v. 88, p. 486-498, 2001.

COGNIAUX, A. Melastomataceae. Tribus II. Tibouchinieae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. G. **Flora Brasiliensis**. Lipsiae: F. Fleischer, v. 14, n. 3, p. 5-480, 1885.

DAFNI, A. **Pollination ecology**: a practical approach. Oxford University Press, Oxford, 1992.

DAFNI, A; KEVAN, P. & HUSBAND, B.C. **Practical pollination biology**. Ontario: Environquest Ltd, 2005.

DE LUCA, P.A.; BUCHMANN, S.; GALEN, C.; MASON, A. & VALLEJO-MARÍN, M. Does body size predict the buzz-pollination frequencies used by bees? **Ecology and Evolution**, p. 1-13, 2019.

FRACASSO, C. & SAZIMA, M. Polinização de *Cambessedesia hilariana* (Kunth) DC. (Melastomataceae): sucesso reprodutivo versus diversidade, comportamento e frequência de visitas de abelhas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 797-804, 2004.

FRANCO, A.M.; GOLDENBERG, R. & VARASSIN, I.G. Pollinator guild organization and its consequences for reproduction in three synchronopatric species of *Tibouchina* (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Entomologia,** v. 55, n. 3, p. 381–388, 2011.

GOLDENBERG, R. & VASSARIN, I. G. Sistemas reprodutivos de espécies de Melastomataceae da Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 283-288, 2001.

GUIMARÃES, P.J.F. & OLIVEIRA, C.M.S. *Tibouchina Aubl*. In: Martins, S.E.; Wanderley, M.G.L.; Sheperd, G.J.; Giulietti, A.M. & Melhem, T.S. (eds.). **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo.** São Paulo: **FAPESP**, v. 6, p. 127-149, 2009.

LEVY, M. Flavonoids and pollination ecology: pigments of systematics imagination? **Phytochemical Bulletin,** v. 2, p. 35-42, 1978.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1. 6 ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos de Flora, 2014.

MAIA, F.R. & GOLDENBERG, R. Melastomataceae from the "Parque Estadual do Guartelá", Tibagi, Paraná, Brazil: species list and field guide. **Check List**, v. 10, n. 6, p. 1316-1321, 2014.

MALUCELLI, T. **Biologia reprodutiva e influência da densidade de flores e ribeiroindivíduos na atração de polinizadores em *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill. (Melastomataceae)**. 2011. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Ciências biológicas) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MARCATTO, F. S.; GRAÇA, C. H.; SILVEIRA, H. & PAZZINATO, F. Permeabilidade dos solos no campo sede da Universidade Estadual de Maringá-PR: subsídios para a implementação de sistemas de drenagem sustentável. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades,** v. 3, n. 20, p. 66-81, 2015.

MEYER, F. S.; FERNANDES, P. J. & GOLDENBERG, R. *Tibouchina* (Melastomataceae) do estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 61, n.4, p. 615-638, 2010.

MÜLLER, H. Two kinds of stamens with different functions in the same flower. **Nature,** v. 24, n. 614, p. 307-308, 1881.

OLIVEIRA, P. & GIMENES, M. Abelhas (Apoidea) Visitantes de Flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma Área de Restinga na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, p. 315-320, 2004.

PEREIRA, A.C.; SILVA, J.B.; GOLDENBERG, R.; MELO, G.A.R. & VARASSIN, I.G. Flower color change accelerated by bee pollination in *Tibouchina* (Melastomataceae), **Flora,** v. 206, p. 491-497, 2011.

RCPOL. Rede de catálogos polínicos online. Disponível em <http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-BR:Tibouchina%20granulosa>. Acesso em 22 de março 2019.

REGINATO, M. & MICHELANGELI, F. Diversity and constraints in the floral morphological evolution of *Leandra* s. str. (Melastomataceae). **Annals of Botany,** v. 118, n. 3, p. 445-458, 2016.

RENNER, S. S. A survey of reproductive biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 76, p. 496-518, 1989.

REZENDE, F.M.; FERREIRA, M.J.P.; CLAUSEN, M.H.; ROSSI, M. & FURLAN, C.M. Acylated flavonoids glycosides are the main pigments that determine the flower colour of the Brazilian native tree *Tibouchina* pulchra (Cham.) Cogn. **Molecules**, v. 24, p. 718, 2019.

RIBEIRO, F. **Introdução à palinologia,** Feira de Santana, p. 7-23, 2006.

RIESEBERG, L.H. & SCHILLING, E. Floral flavonoids and ultraviolet patterns in Vigueira (Compositae). **American Journal of Botany**, v. 72, p. 994-1004, 1985.

SERPA, A. S. P.; TEIXEIRA, C. F.; RAMACCIOTTI, D. E. L. & PERES, F. R.; CAMARGO, M. V. N. & FARIAS, S. C. B. **Biologia e ecologia da polinização: cursos de campo**. Instituto de Biologia da UFBA, Programa de Pós-Graduação em ecologia e biomonitoramento. Salvador: EDUFBA, 2006.

SCHWARZBACH, S. **Biologia reprodutiva de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.** Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Ciências biológicas) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SOLTIS, D.E.; CHANDERBALI, A.S.; KIM, S.; BUZGO, M. & SOLTIS, P.S. The ABC model and this applicability to basal Angiosperms. **Annals of Botany**, v. 100, n. 2, p.155-163, 2007.

WEATHERSPARK, 2019. **Condições meteorológicas médias de Maringá**. Disponível em <https://pt.weatherspark.com/y/29734/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Maring%C3%A1-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em 22 de março de 2019.

WEISS, M.R. Floral color change: A widespread functional convergence. **American Journal of Botany**, v. 82, n. 2. p. 167, 1995.

ZAMPIERI, M.C.; SARKIS, J.; PESTANA, R.; TAVARES, A. & MELO-DE-PINNAC, G. Characterization of *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cong. (Melastomataceae) as a biomonitor of air pollution and quantification of particulate matter adsorbed by leaves. **Ecological Engineering**, v. 61, p. 316-327, 2013.