

Biologia e Ecologia da Polinização

Cursos de Campo vol. 4



FUNDO BRASILEIRO PARA
A BIODIVERSIDADE

FUNBIO

Biologia e Ecologia da Polinização

Contribuições dos Cursos de Campo

Vol. 4

Biologia e Ecologia da Polinização

Contribuições dos Cursos de Campo

Vol. 4

ORGANIZADORES

Blandina Felipe Viana
Fabiana Oliveira da Silva

©2015 by Blandina Felipe Viana e Fabiana Oliveira da Silva

Feito o depósito legal. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, sejam quais forem os meios empregados, a não ser com a permissão escrita do autor e da editora, conforme a Lei nº 9610 de 19 de fevereiro de 1998.

Projeto Gráfico e Diagramação: Luxdev

Editor: Fundo Brasileiro para Biodiversidade – FUNBIO

Este material foi produzido pelos organizadores e participantes do Curso Internacional de Polinização em 2013 como parte do Projeto “Conservação e Manejo dos Polinizadores para uma Agricultura Sustentável, através de uma Abordagem Ecosistêmica”. Esse Projeto é apoiado pelo Fundo Global para o Meio ambiente (GEF), sendo implementado em sete países, Brasil, África do Sul, Índia, Paquistão, Nepal, Gana e Quênia. O Projeto é coordenado em nível Global pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), com apoio do Programa das Nações Unidas para o meio Ambiente (PNUMA). No Brasil, é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com apoio do fundo Brasileira para a Biodiversidade (FUNBIO).

Catálogo na Fonte

Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – Funbio

B513 Biologia e ecologia da polinização / Organizadoras Blandina Felipe Viana e Fabiana Oliveira da Silva. – Rio de Janeiro: Funbio, 2015.
(Série Cursos de campo; v.4)

216 p. : il. color.

ISBN 978-85-89368-32-2

1. Agricultura. 2. Polinização. 3. Plantas - Fertilização. 4. Ecologia. I.
Blandina Felipe Viana. II. Fabiana Oliveira da Silva. III. Título.

CDD 634.1

Aos participantes dos Cursos Internacionais de Campo sobre Polinização de 2013 e 2014 que contribuíram com os seus trabalhos para a realização dessa obra.

Biologia e Ecologia da Polinização

Contribuições dos Cursos de Campo

Vol. 4

ORGANIZADORES

Blandina Felipe Viana* e Fabiana Oliveira da Silva**

REVISORES

Breno Magalhães Freitas (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Blandina Felipe Viana (Universidade Federal da Bahia – UFBA)

Camila Magalhães Pigozzo (Centro Universitário Jorge Amado – UNIJORGE)

Claudia Inês da Silva (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Danilo Boscolo (Universidade de São Paulo – USP–Ribeirão Preto)

Fabiana Oliveira da Silva (Universidade Federal de Sergipe – UFS)

Favizia Freitas de Oliveira (Universidade Federal da Bahia – UFBA)

Leonardo Galetto (Universidad Nacional de Cordoba)

Luciano Elsinor Lopes (Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR)

Marcia Motta Maués (Embrapa Amazonia Oriental – EMBRAPA)

Michael Hrnir (Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA)

Nádia Roque (Universidade Federal da Bahia – UFBA)

Patricia Alves Ferreira (Universidade de São Paulo – USP–Ribeirão Preto)

* Docente da Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia

** Docente da Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, Departamento de educação em Ciências Agrárias e da Terra

Agradecimentos

Agradecemos a todos os professores, monitores e demais participantes da IX edição do Curso Internacional de campo sobre polinização realizada em Lençóis, na Chapada Diamantina, BA, em 2013, e da X edição realizada no Parque Estadual Intervales, São Paulo, em 2014, cujos manuscritos compõem esta obra. Queremos agradecer especialmente aos colegas professores convidados, que atuaram como docentes nestas edições do curso: Hugo Cota Sanchez (University of Saskatchewan), Michael Hrc (Universidade Federal do Semi Arido), Claudia Inês da Silva (Universidade Federal do Ceará), Camila Magalhães Pigozzo (Centro Universitário Jorge Amado), Nadia Roque (Universidade Federal da Bahia), Ligia Funch (Universidade Estadual de Feira de Santana), Roy Richard Funch (guia turístico da região da Chapada Diamantina), Natália Macedo Ivanauskas (Instituto Florestal), Sidney Matheus (USP, Ribeirão Preto) e Patricia Alves Ferreira (USP–Ribeirão Preto), sem os quais a concretização destas edições não seria possível.

No entanto, não podemos deixar de registrar que a trajetória de sucesso das edições do curso de polinização no Brasil resultou do empenho e participação dos nossos incansáveis parceiros e professores permanentes destes cursos: Peter G Kevan (University of Guelph), Leonardo Galetto (Universidad de Cordoba), Favizia Freitas de Oliveira (Universidade Federal da Bahia) e Breno M. Freitas (Universidade Federal do Ceará).

Além destes, destacamos o papel fundamental dos organizadores de cada edição, os quais foram determinantes para a continuidade desta iniciativa no Brasil ao longo dos anos. Ao aceitarem organizar o Curso de Polinização em suas sedes, propiciaram a diversificação dos ecossistemas que serviram de cenário para os estudos dos participantes, bem como a difusão dos conhecimentos e impactos positivos sobre a formação de recursos humanos qualificados em diversas regiões do Brasil.

Assim, registramos em retrospecto que a I, II, III e V edições (realizadas em 2003, 2005, 2007 e 2009, respectivamente) e a IX edição comemorativa dos 10 anos no Brasil (realizada em 2013) foram realizadas na Região da Chapada Diamantina, BA, sendo as três primeiras coordenadas por Blandina F. Viana (Universidade Federal da Bahia). A edição comemorativa foi coordenada por Blandina F. Viana e por Fabiana O. da Silva (Universidade Federal de Sergipe). A IV edição foi realizada em Limoeiro do Norte, CE (2008), coordenada por Breno M. Freitas (Universidade Federal do Ceará); a VI edição foi realizada em São Francisco de Paula, RS (2010) coordenada pela professora Betina Blochtein (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul); a VII edição foi realizada na Floresta Nacional de Caxiuanã, em Melgaço, PA (2011) e foi coordenada pelas pesquisadoras Marcia Motta Maués (EMPRAPA Amazonia Oriental) e MarluCIA Martins (Museu Emilio Goeldi); a VIII edição foi realizada

no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, na vila de São Jorge, GO (2012) sob a coordenação de Edivani V. Franceschinelli e Hélder Consolaro (Universidade Federal da Goiás); e a X edição foi realizada no Parque Estadual de Intervalos, em Ribeirão Grande, SP (2014) e foi coordenada por Danilo Boscolo (USP–Ribeirão Preto) e Luciano Elsinor Lopes (UScar).

Os organizadores da IX edição do Curso Internacional de Campo sobre Polinização, em 2013 agradecem o apoio logístico dos parceiros: Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), pela disponibilização do espaço físico onde foram realizadas as aulas práticas e aulas públicas e ao hotel Canto das Águas que cedeu o auditório para as aulas teóricas. Os organizadores da X edição agradecem ao Parque Estadual de Intervalos, que proporcionou as condições adequadas à realização das atividades práticas e teóricas dessa edição do Curso de Polinização.

Agradecemos de forma especial às seguintes instituições, que garantiram o suporte financeiro para a execução das atividades nestas duas edições: Universidade Federal da Bahia – UFBA, Universidade Federal do Ceará – UFC, University of Guelph – UOGUELPH, Universidad Nacional de Cordoba – UNC, Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Universidade de São Paulo – USP Ribeirão Preto, Prefeitura Municipal de Lençóis, Hotel Canto das Águas em Lençóis, Conselho Nacional de Pesquisa – CNPQ, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Fundo Global para o Meio Ambiente – GEF, Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – FUNBIO, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES-PAEP, e a Iniciativa Canadense dos Polinizadores – CANPOLIN.

Finalmente queremos expressar a nota de gratidão e reconhecimento ao excelente trabalho dos monitores Juliana Hipólito de Sousa, Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho, Catalina Angel Coca (Universidade Federal da Bahia), Mellissa Sousa Sobrinho (Universidade Federal do Amapá), Thiago Malhman (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia), que atuaram na IX edição; e a Paola Mandetta Tokumoto (UNIFESP), Tatiana Machado de Souza (UNIFESP), Liedson Carneiro (IB-USP) e Victor Monteiro (UFC) e Patricia Alves Ferreira (USP), vinculados a X edição. O apoio, dedicação e responsabilidade desses colegas nos permitiram cumprir os objetivos almejados para os cursos.

Nota dos organizadores

Este livro é uma coletânea de 14 artigos que relatam os resultados obtidos em estudos desenvolvidos pelos participantes da IX e X edições do Curso Internacional de Campo sobre Polinização, realizada Lençóis, na Chapada Diamantina, Bahia, e no Parque Estadual Intervalles, São Paulo, respectivamente. Esta obra é o volume 4, da Série Ecologia da Polinização: Cursos de Campo e está organizado em duas partes. A PARTE I reúne seis artigos produzidos durante a IX edição, sendo um artigo introdutório, que visa apresentar ao leitor alguns aspectos da vegetação, relevo e biodiversidade da região de Lençóis, na Chapada Diamantina e mais cinco artigos relativos aos projetos dos participantes. Na PARTE II constam oito artigos relativos à X edição, sendo que o primeiro introduz aspectos gerais da vegetação, relevo e biodiversidade do Parque Estadual Intervalles, área representativa do Bioma Mata Atlântica e, em seguida, são listados sete artigos redigidos pelos participantes. Registramos que o manuscrito intitulado “Explosive pollen release, stigma receptivity and dispersion pattern of *Boehmeria caudata* Sw. (Urticaceae) in a Brazilian rain-forest”, dos autores Paula Maria Montoya-Pfeiffer (Universidade de São Paulo), Adrian González-Chaves (Universidade de São Paulo), Elisa Pereira Queiroz (Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto), Enderlei Dec (Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto), Peter Kevan (University of Guelph, Canada) foi submetido à publicação em revista especializada e, por isso, não consta desta obra.

Estes cursos no Brasil são promovidos pela Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP) e Universidade Federal da Bahia (UFBA) e visam qualificar pesquisadores, docentes e discentes de pós-graduação de instituições de ensino superior, e demais profissionais que atuam na área de polinização e/ou que possuem o perfil para atuarem nesta área, como futuros pesquisadores, formadores de recursos humanos e disseminadores de conhecimentos em nível local e/ou regional.

O formato original desses cursos foi concebido e desenvolvido pelo Prof. Dr. Peter G. Kevan, da Universidade de Guelph no Canadá, na década de 90. No Brasil, já foram realizadas dez edições desses cursos, das quais cinco foram realizadas em áreas de Cerrado, no estado da Bahia (região da Chapada Diamantina), uma no Ceará (Limoeiro do Norte), uma no Rio Grande do Sul (São Francisco de Paula), uma no Pará (Floresta Nacional de Caxiuanã) e em São Paulo (Parque Estadual Intervalles), que contaram com o apoio do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Biomonitoramento do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia e dos Programas de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais e de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará e Museu Emilio Goeldi e Embrapa Amazonia Oriental, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, Universidade de São Paulo – FFCL-RP.

Esperamos que a publicação dessa obra contribua para despertar o interesse de jovens pesquisadores em estudos sobre a biologia e ecologia da polinização e que sirva de estímulo para os futuros participantes.

Blandina Felipe Viana e Fabiana Oliveira da Silva

Sumário

PARTE 1

Contribuições do curso de campo em biologia da polinização – 2013

- 14 A paisagem e a biodiversidade na região de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia
- 23 Biologia floral e visitantes florais de indivíduos de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy localizados no rio Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia
- 38 Floral Visitors of *Antigonon leptopus* (Polygonaceae) and Individual Constancy *Trigona spinipes* in Lençóis, Bahia
- 47 Visitantes diurnos e atratividade em flores de *Vochysia pyramidalis* (Vochysiaceae) na Chapada Diamantina, Bahia
- 62 Pollen resource partitioning of two stingless bee species (Apidae: Meliponini) and within-hive individual foraging niche structure
- 83 Visitation rate in *Turnera subulata*: the importance of nectar guide morphology as a visual cue for bees
- 92 Morfologia e biologia floral de *Genipa americana* L. em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia

PARTE 2

Contribuições do curso de campo em biologia da polinização – 2014

- 106 O Parque Estadual Intervales–SP, o topo do maior Anfiteatro da Mata Atlântica
- 119 Produção e reposição de néctar em *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Bercht. & Presl. (Solanaceae)
- 130 Reflexões sobre uma experiência em Educação Ambiental no Parque Estadual Intervales (Ribeirão Grande, SP), durante o X Curso Internacional de Campo sobre Polinização
- 145 Estar isolado pode afetar o sucesso de polinização?
- 156 Atividade de forrageio em agregações de *Monoeca haemorrhoidalis* Smith (Tapinotaspidini, Apidae) e *Thygater (Thygater) analis* Lepeletier (Eucerini, Apidae) em uma Floresta Ombrófila Densa
- 176 Estudo preliminar da biologia reprodutiva do morango silvestre *Rubus rosifolius* Sm. (Rosaceae) no Parque Estadual de Intervales–SP e a interação com seus visitantes florais
- 188 Morfologia, biologia e visitantes florais de três espécies de *Lantana* (Verbenaceae) no Parque Estadual de Intervales, Ribeirão Grande–SP
- 204 Comportamento de um Coleóptero em flores de *Pavonia nemoralis* (Malvaceae) e aspectos da sua biologia floral

PARTE 1

**Contribuições do curso de campo em
biologia e ecologia da polinização –
2013**

A paisagem e a biodiversidade na região de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia

Dra. Fabiana Oliveira da Silva¹

A 9ª edição do Curso Internacional de campo sobre Polinização, em comemoração aos 10 anos deste curso no Brasil, foi realizada no Município de Lençóis, situada na região central do estado da Bahia, na região Nordeste do Brasil (**FIG. 1**).



FIGURA 1. Posição geográfica do município de Lençóis, sede do IX Curso Internacional sobre Polinização no estado da Bahia, situado a NE do território brasileiro (**A**) e na região central do Estado, na região da Chapada Diamantina (**B**). Vista da cidade evidenciando a sua arquitetura histórica (**C**). Fotos: (A–B) Eduardo F. Moreira, (C) Claudia Inês da Silva.

¹ Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão (fabia714@gmail.com)

A sede do município de Lençóis está situada na encosta oriental da Serra do Sincorá, sob as coordenadas 12° 34' de latitude sul e 41° 23' de longitude oeste e distante 410 km de Salvador, a capital do estado (PROJETO LENÇÓIS, 2015).

A história sócio-econômica desta região está ligada ao garimpo de diamantes e a comercialização das jazidas e atividades de comerciantes. Em 1845, devido à intensa procura por diamantes, leitos de rios, córregos ou brejos da região circunvizinha de Lençóis foram escavados. Próximo a Lençóis foram encontrados diamantes tão bons quanto de Mucugê. A ocupação dessa região também foi rápida e intensa, e logo surgiu o povoado de Lençóis, que ficou conhecido como a “capital das lavras”, pertencente a Santa Izabel do Paraguaçu (ICMBio, 2007). Depois do abandono do garimpo por volta de 1865, o cultivo do café e a extração do carbonado, utilizado como abrasivo industrial, passaram a ter grande importância econômica na cidade (PROJETO LENÇÓIS, 2015).

Atualmente, o turismo ecológico e a atividade agrícola são as principais atividades econômicas da região. O tombamento federal e a proteção de grandes áreas para a preservação ambiental representam os principais fatores de atratividade turística para a região (PROJETO LENÇÓIS, 2015).

A criação do Parque Nacional da Chapada Diamantina (41°35'– 41°15' de Longitude Oeste e 12°25'–13°20' de Latitude Sul), pelo Decreto Federal 91.655 (IBDF, 1985) teve o propósito de contribuir para a preservação da rica biodiversidade e endemismos regionais. O parque tem 152 000 ha, distribuídos pelos municípios de Andaraí, Ibicoara, Itaetê, Lençóis, Mucugê e Palmeiras.

Clima

A região da Chapada Diamantina tem clima mesotérmico (KÖPPEN, 1923), do tipo tropical semi-úmido (CbW). Assim as temperaturas são mais amenas do que nas regiões circundantes, com médias anuais inferiores a 22° C e temperaturas baixas no inverno (MMA, 2005). Na região de Lençóis, a temperatura média anual varia entre 22° C a 25° C (normal climatologia entre 1975–1995, citada por FUNCH, 1997).

A região se caracteriza por inverno seco e verão chuvoso, e a precipitação média mensal varia entre 35 mm (julho-agosto) e 184 mm (dezembro), sendo a variação total anual entre 357mm–1721mm. Os maiores índices pluviométricos são registrados nos meses de novembro, dezembro e janeiro, podendo ocorrer altos índices de chuvas em março e abril devido a existência de dois sistemas de circulação de ar, um de origem continental (massa equatorial continental) e outro de origem litorânea (correntes W-NW) (FUNCH, 1997).

Elementos do Relevo e solos

Na região da Chapada Diamantina a altitude varia entre 200 e 1.800 m, sendo a maior parte da região situada a mais de 500 m de altitude. A geologia recente da Chapada Diamantina é um conjunto complexo, com a exposição de diversos tipos de rochas que contribuem para a formação de um relevo muito acidentado. O relevo tem grandes maciços residuais, topos rochosos, grandes superfícies planas de altitude e serras altas, estreitas e alongadas (MMA, 2005).

Nos maciços e serras altas, os solos são em geral rasos, pedregosos e pobres, predominando Neossolos Litólicos. Formam, geralmente, depósitos de areia que variam em profundidade à medida que o relevo local permite. A estes solos estão associados os afloramentos rochosos, onde se desenvolve a vegetação rupestre (STANNARD, 1995).

Nos topos planos, com predominância de Latossolos (solos profundos, bem drenados, ácidos e de fertilidade baixa) (MMA, 2005), se desenvolvem vegetação do tipo florestal (FUNCH, 1997). Ocorrem ainda solos classificados como areias quartzosas álicas e distróficas, ao quais são arenosos, profundos, muito porosos (portanto, com baixa capacidade de retenção de água), susceptíveis a erosão e pouco férteis. Sobre estes se desenvolvem a vegetação do tipo campos gerais.

Tipos de vegetação e elementos da flora

Na Chapada Diamantina, ocorre um mosaico de tipos de vegetação, incluindo cerrado, campo rupestre, floresta e caatinga, associado às características fisiográficas da região — incluindo condições de topografia, declividade, tipos de substratos e microclimas (HARLEY; SIMMONS, 1986; MMA, 2005).





FIGURA 2. Exemplos de tipos de fisionômicos de vegetação que ocorrem na paisagem da Chapada Diamantina. **(A)** campos rupestres, **(B)** vegetação ciliar em torno do rio Lençóis. Fotos: Claudia Inês da Silva.

Em geral, acima de 1000 m de altitude, onde existem mais afloramentos rochosos, predomina o campo rupestre (ligados a quartzitos) e cerrado, onde o solo é mais arenoso (solo Argissolo). Em diferentes altitudes, as matas ocorrem fragmentadas ao longo da borda leste da Chapada Diamantina (sobre Latossolo), acompanhando as calhas dos rios e distribuídas nas encostas das serras, associadas a granitos e gnaisses. A caatinga ocorre em grande parte da região, abrigando solo Latossolo em geral em altitudes até 1000 m, onde se entremeia com os cerrados (HARLEY, 1995; MMA, 2005).

As florestas de neblina ocorrem em altitudes maiores, no setor do campo rupestre, enquanto florestas semidecíduas e perenifólias, incluindo mata de galeria e mata de brejo (floresta montana e mata de encosta), ocorrem nas partes mais baixas das montanhas (HARLEY, 1995). As matas ciliares na Chapada Diamantina ocupam cursos d'água e muitas vezes se estendem pelas encostas suavemente onduladas (FUNCH et al., 2005).

A diversidade florística do cerrado da Chapada Diamantina é alta sendo relacionadas 63 famílias, 165 gêneros e 213 espécies (MMA, 2005), especialmente no estrato arbustivo arbóreo, com muitas espécies frequentes em outras áreas de cerrado no Brasil (MENDONÇA et al., 1998; FELFILI; SILVA Jr, 2001). Por outro lado, algumas espécies são exclusivas, especialmente no estrato herbáceo, e não são encontradas em outras listas para áreas de cerrado, dentre as quais, destacam-se: *Gomphrena mollis*, *Acritopappus confertus*, *Lychnophora salicifolia*, *Eriope latifolia*, *Ditassa acerosa*, *Jacaranda irwinii*, *J. morii*, *Calliandra bahiana* e *C. longipinna*.

A topografia irregular e solo impróprio para agricultura contribuem para a preservação das áreas de campo rupestre (RAPINI et al., 2008). Por outro lado, extensas áreas da chapada Diamantina já se encontram antropizadas, tendo perdido suas características originais (FUNCH et al., 2002). As florestas da Chapada Diamantina são degradadas ou suprimidas por processos que historicamente remontam à atividade de extração de diamantes, no século passado, e o uso intensivo do fogo para abrir pastos para o gado. Atualmente grande parte das matas ciliares está restrita aos cursos d'água, e formações florestais nas encostas são cada vez mais raras.



FIGURA 3. Algumas espécies vegetais estudadas do ponto de vista da biologia floral, polinização e visitantes, no entorno de Lençóis, Chapada Diamantina, BA. **(A)** flores e inflorescências de *Vochysia pyramidalis* (Vochysiaceae), **(B)** Detalhe da flor de *Vismia guianensis* (Clusiaceae). Fotos: (A) Tiago Malhmann, (B) Renata Bacelar.

Diversidade da Fauna

O conhecimento atual em relação à fauna de invertebrados para a região da Chapada Diamantina é maior para os insetos, revelando a necessidade de ampliação dos estudos para abranger outras taxa (ICMbio, 2007). Em relação aos Hymenoptera foram relatadas 23 espécies de vespas sociais, pertencentes a três tribos, das quais 13 não haviam sido citadas previamente para a Chapada Diamantina (MELO et al., 2005). As abelhas apresentaram 125 espécies, sendo 24 novas para a região e pelo menos uma nova para a ciência (AGUIAR et al., 2005). Para Coleoptera, Lopes; Louzada (2005) encontraram 22 espécies de Scarabaeidae (escaravelhos) e seis espécies de Hesteridae (rola-bosta). Muitas espécies de insetos, especialmente as abelhas, são visitantes florais e potenciais polinizadores de muitas espécies vegetais na região, a exemplo das espécies *Vismia guianensis* e *Vochysia pyramidales* que ocorrem às margens do rio Lençóis (FIG. 3).

Em relação à fauna de vertebrados, ressalta-se a existência de diversas espécies ameaçadas de extinção e que são protegidas no Parque Nacional da Chapada Diamantina, destacando-se o Gavião-pomba – *Leucopternis lacernulatus*, Gato-do-mato – *Leopardus tigrinus*, Tamanduá-bandeira – *Myrmecophaga tridactyla*, Onça-pintada – *Panthera onca*, Borboletinha-baiano – *Phylloscartes beckeri*, Tatu-canastra – *Priodontes maximus*, Onça-parda – *Puma concolor greeni*, Tiriba-grande – *Pyrrhura cruentata*, João-baiano – *Synallaxis cinerea* (ICMbio, 2015).

Considerações finais

Esta edição marcou os 10 anos do Curso Internacional de Polinização no Brasil (FIG. 4), e a escolha da cidade de Lençóis na região da Chapada Diamantina tem significado afetivo, e visa recapturar as origens do curso, pois este foi o local escolhido para sediar a 1ª edição, realizada em 2003. Ao longo desses anos, o curso amadureceu as estratégias de ensino e conteúdos, mas se manteve fiel aos princípios e práticas pedagógicas básicas. Assim, o curso alcança idade adulta com amplo reconhecimento da comunidade acadêmica e sua influência repercute positivamente na atuação educacional e/ou científica dos participantes.

A interação com a sociedade marcou esta edição, evidenciada pelo desenvolvimento de atividades com a participação e voltadas para a comunidade local. Destacamos a inauguração do “Caminho dos Polinizadores”, área do jardim da propriedade do Hotel Canto das Águas, destinada a visitação pública para visualização de visitantes florais e identificação de espécies vegetais que lá ocorrem; foram ministradas duas aulas públicas sobre “Conservação dos serviços de Polinização” e “A importância da polinização em agroecossistemas”, com a participação do públi-

co leigo e estudantes do curso de guia turístico do SENAC; além disso, foi concedida entrevista a rádio comunitária, visando a difusão de conhecimentos sobre a importância dos polinizadores para a sustentabilidade dos sistemas naturais e agroecossistemas, bem como o papel do Curso de Polinização neste processo.

Os seis manuscritos redigidos a partir dos projetos desenvolvidos pelos participantes desta edição abordam as interações entre espécies vegetais e seus polinizadores em ambiente urbano e espécies que habitam matas de galeria às margens do rio Lençóis, o qual cruza a cidade de Lençóis. A espécie ornamental *Antigonon leptopus* (Polygonaceae) foi estudada quanto aos visitantes florais e constância individual de *Trigona spinipes* (autores: R.G. Porto, L. Calderón, E. Macêdo, F. Lando); os aspectos da "Morfologia e biologia floral de *Genipa americana* L. foram estudados nesta frutífera dióica (autores: C.Q. Souza, D.F.D. Araujo, M. Silveira, R. F. Ramos); a "Taxa de visitação em *Turnera subulata* — enfatizando a importância da morfologia dos guias de néctar como "sinais visuais" para as abelhas foram investigados nesta espécie de crescimento espontâneo (autores: A. Gervais, G. Rowe); e as observações sobre o comportamento de duas espécies de abelhas sociais nativas (Apidae: Meliponini) na partição do pólen e a estrutura do nicho de forrageio dos indivíduos na colônia (autores: J.V. Morillas, T.F. Brito, B. Rooney, Z. S. Lopes, F.F.de Deus) foram realizadas em colônias racionais dispostas no jardim do Hotel Canto das Águas.

Espécies nativas às margens do rio Lençóis foram alvo de estudos observacionais sobre a "Biologia floral e visitantes florais de indivíduos de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy localizados no rio Lençóis, Chapada Diamantina/BA" (autores: Fernanda Saturni, M.C.F. Ferronato, R.B. Mello, R. Fernandes) e sobre os "Visitantes diurnos e atratividade em flores de *Vochysia pyramidalis* (Vochysiaceae) na Chapada Diamantina—BA (autores: A.A.C. Limão, A.C.M. Queiroz, A.L. Dorneles, L.S. Araújo, N.S.Ferreira)



FIGURA 4. Professores, monitores e participantes da edição comemorativa dos 10 anos dos cursos de polinização no Brasil, realizado na cidade de Lençóis, BA. Foto: Tiago Malhmann.

Nesta oportunidade agradecemos aos professores, permanentes e convidados, e aos monitores. Somos gratos também pela presença das representantes do Projeto Global dos Polinizadores (GEF/FAO/PNUMA/MMA/FUNBIO) Vanina Z. Antunes (Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – FUNBIO) e Ceres Belchior (MMA) durante o curso de polinização, bem como aos membros da Rede de Pesquisa POLINFRUT, pelo suporte imprescindível ao longo de todas as etapas de execução desta edição do curso.

Referências

AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) de uma área na margem do domínio caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 15–24, 2005.

ICMbio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de manejo do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 27 de jan. 2015.

IBDF. Parque Nacional da Chapada Diamantina, Salvador. 1985.

FELFILI, J. M.; SILVA JR, M. C. **Biogeografia do bioma cerrado, estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2001. 152p.

FUNCH, L. S. et al., Florestas estacionais semidecíduais. p. 181–193. In: JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. (ed.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2005.

FUNCH, L. S.; FUNCH, R.; BARROSO, G. M. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Biotropica**, v. 34, n. 1, p. 40–50. 2002.

FUNCH, L.S. Composição florística e fenologia de mata ciliar e mata de encosta adjacentes ao rio Lençóis, Lençóis, Bahia. 298p. Tese (Doutorado). UNICAMP, Campinas. 1997.

HARLEY, R. M.; SIMMONS, N. A. **Florula de Mucuge, Chapada Diamantina, Brazil**. London, Royal Botanical Gardens Kew. 1986. 227p.

HARLEY, R. M. Introdução. p. 43–78. In: STANNARD, B. L. (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Royal Botanic Gardens, Kew. 1995.

KÖPPEN, W. **Die Klimate der Erde**. Berlin: W. Guyter, 1923. 369p.

LOPES, P. P.; LOUZADA, J. N. C. Besouros (Scarabaeidae e Histeridae). p. 284–298. In: F. A. JUNCÁ, L. FUNCH; ROCHA W. (org.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005.

MELO, A. C. et al., Vespas Sociais (Vespidae). p. 243–257. In: JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2005. 411p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília, DF, 2005.

MENDONÇA, R. M. et al., Flora vascular do Cerrado. p. 287–556. In: S. M. SANO; S. P. ALREOLE. **Cerrado Ambiente e Flora**. Distrito Federal, ed. Planaltina, 1998.

PROJETO LENÇÓIS. **Lençóis Patrimônio Arquitetônico**. 2008. Disponível em: <http://www.projetolencois.ufba.br/ap_info_dc_cidade.asp?idInfo=571>. Acesso em: 27 de jan. 2015.

RAPINI, A. et al., A flora dos campos rupestres da cadeia do espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, p. 1–2, 2008.

STANNARD, B. L. **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Royal Botanic Gardens, Kew. 1995.

Biologia floral e visitantes florais de indivíduos de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, localizados no rio Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia

Fernanda Saturni¹
Maria Cecília F. Ferronato²
Renata Bacellar Mello³
Renata Oliveira de Fernandes⁴

Resumo

Vismia guianensis (Hypericaceae) é uma espécie nativa da América tropical, arbórea de porte médio, invasora comum de pastagens, áreas agrícolas abandonadas e clareiras. Sua floração ocorre entre os meses de julho e setembro e em dezembro. Apresenta polinização generalista e são relatados dois morfotipos florais nesta espécie, as brevistílicas e as longistílicas, caracterizando a heterostilia do tipo distílica. Ocorrem em ambientes de sol e sombra, com diferentes condições microclimáticas podendo afetar diretamente o comportamento de polinizadores. Este estudo foi desenvolvido no período de 10 a 14 de dezembro de 2013, ao longo da mata ciliar do rio Lençóis, no município de Lençóis, Bahia. O objetivo foi estudar a biologia floral de *V. guianensis* com foco na heteroestilia, conhecer seus atrativos florais, identificar seus visitantes florais e investigar como fatores microclimáticos podem alterar as visitas às flores dessa espécie. Foram acompanhados quatro indivíduos de *V. guianensis* (dois de cada morfotipo), tanto em locais com grande exposição solar quanto em áreas de sombreamento. As flores de *V. guianensis* estão organizadas em panículas terminais com 1 a 9 botões que se abrem por inflorescência/dia, com uma média de 3,4 (N=20) flores abertas por inflorescência. Os grãos de pólen em

1 Universidade de São Paulo (fernandasaturni@gmail.com)

2 Universidade Estadual de Londrina (mceciliabio@hotmail.com)

3 Universidade Federal Fluminense (renatam@id.uff.br)

4 CESIS Consultoria e Treinamento (renata.defernandes@gmail.com)

flores brevistílicas são maiores e com superfície mais reticulada do que os grãos de flores longistílicas. Essas diferenças permitiram a identificação dos diferentes morfotipos polínicos depositados do corpo dos visitantes florais. A análise mostrou que as plantas brevistílicas apresentavam em média 46,4% (N=500) grãos de pólen viáveis enquanto as longistílicas apresentavam 97,6% (N=500). A produção de néctar variou de 0,1 a 2,2µl por flor (N=40) com concentração média de 44% (N=6). No total, foram observadas 727 visitas às flores de *V. guianensis* durante o período de amostragem. A maioria das visitas foi realizada por abelhas (14 espécies e 723 visitas), sendo que 40% delas foi realizada por indivíduos da espécie *Tetragonisca angustula*. Houve predomínio de espécies e indivíduos de abelhas da família Apidae. No período observado, flores brevistílicas receberam 415 visitas, enquanto flores longistílicas receberam 312 (33% menos visitas). A maioria das visitas ocorreu entre 9 h e 11 h, período em que a temperatura ambiental e floral estavam menores e a umidade do ar mais elevada.

Palavras-chave: *Vismia guianensis*, visitantes, polinização.

Vismia guianensis (Hypericaceae) é uma espécie lenhosa nativa da América tropical que ocorre na Colômbia, Venezuela, Guiana e no Brasil, nos estados de Amazonas, Pará, Maranhão, Bahia e Minas Gerais (MOURÃO; BELTRATI, 2001). Segundo Dias-Filho (1995), esta é uma espécie arbórea de porte médio, invasora comum de pastagens, áreas agrícolas abandonadas e clareiras. Van Den Berg (1971) relata que o habitat de preferência para esta espécie é caracterizado por solos de médios a pobres, arenosos e ácidos.

De acordo com Santos; Machado (1998), para o gênero *Vismia* tanto as informações sobre a biologia floral e reprodutiva, quanto à caracterização da heterostilia são escassas, havendo algumas informações nos trabalhos de Ganders (1979), Sobrevila; Arroyo (1981) e Barrett; Richards (1990).

Essa espécie tem sua floração entre os meses de julho e setembro e em dezembro (NOVAIS; NAVARRO, 2012) e apresenta polinização generalista (KIMMEL et al., 2010). Conhecida popularmente como Lacre, Árvore-da-febre, Pau-de-lacre, ou Capianga (VAN DEN BERG, 1971), as folhas e a casca de *V. guianensis* são utilizadas tradicionalmente para cura de doenças como reumatismo, dermatoses e ferimentos por insetos (PLANTAMED, 2014; FENNER et al., 2006).

Santos; Machado (1998) relatam a ocorrência de dois morfotipos florais nesta espécie, as brevistílicas e as longistílicas, caracterizando a heterostilia do tipo distílica. Segundo as mesmas autoras, o fato de não haver diferença significativa entre as distâncias dos estames e estiletos das flores brevistílicas com os estiletos e estames

das flores longistilas, respectivamente, evidencia que a espécie se enquadra no modelo de hercogamia recíproca.

Por ser uma espécie invasora, *V. guianensis* deve apresentar alta plasticidade fenotípica (BAKER, 1965), podendo ocorrer em ambientes de sol e sombra, com diferentes condições microclimáticas. O comportamento de polinizadores pode ser diretamente influenciado pelas condições microclimáticas (HEGLAND et al., 2009), pois temperaturas mais elevadas podem contribuir para declínio de vôo das abelhas, afetando assim, seu comportamento de forrageamento (HERRERA, 1990; PIERROT; CLEMENS, 2003). Sendo assim, acredita-se que indivíduos localizados em microclimas com temperaturas muito elevadas devem receber menos visitas de potenciais polinizadores.

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivos: 1) Estudar a biologia floral de *V. guianensis* com foco na heteroestilia; 2) Conhecer seus atrativos florais; 3) Identificar seus visitantes florais; 4) Investigar como fatores microclimáticos podem alterar as visitas às flores dessa espécie.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no período de 10 a 14 de dezembro de 2013 ao longo da mata ciliar do rio Lençóis, no município de mesmo nome. A cidade de Lençóis está situada na região da Chapada Diamantina, na Bahia (**FIG. 1**).

Localizada no centro-sul do bioma Caatinga, a ecorregião Chapada Diamantina engloba uma área de 50.610 km² e apresenta um mosaico de vegetação que inclui cerrados, campos rupestres, florestas e caatingas com grande diversidade (ROCHA et al., 2007). Ao longo do rio Lençóis são encontradas fisionomias variadas de vegetação condicionadas pelo relevo, solo, umidade e grau de perturbação devido à atividade antrópica (FUNCH, 1997).



FIGURA 1. Localização dos indivíduos estudados evidenciando os morfotipos brevistilo e longistilo, ao longo do rio Lençóis, BA.

Nesse estudo, foram monitorados quatro indivíduos de *V. guianensis* (dois de cada morfotipo) encontrados ao longo da mata ciliar do rio Lençóis. Crescem tanto em locais com pouco solo, sobre a rocha e grande exposição solar como em locais com solos mais profundos e sombreados.

Biologia e atrativos florais

Para compreender as diferenças entre os dois morfotipos de *V. guianensis* foram coletadas 10 flores de cada e, em laboratório, analisadas quanto ao número, tamanho e localização das peças florais com auxílio de microscópio estereoscópio e paquímetro.

Em campo, foi analisado o período de antese, longevidade floral e alterações como cor, número de flores abertas por inflorescências e apresentação de pólen. A observação do período de antese foi feita de 6h as 17h no primeiro dia e de 7 as 16 h nos outros dias, visto que este período compreendia todo o processo de antese.

Para analisar a viabilidade polínica usamos pólen de cinco flores coletadas aleatoriamente de cada morfotipo que foram corados com carmim acético 1,2% (RADFORD et al., 1974). Em cada lâmina foram contados os primeiros 100 grãos de pólen observados. Para medir a quantidade de néctar produzido pelas flores utili-

zou-se microcapilares (5 μ l e 10 μ l) e para determinar a concentração de açúcar no néctar utilizou-se refratômetro de bolso (Atago Hand Refractometer N1).

Para avaliar a presença de odor durante a antese, foram utilizadas flores frescas, depositadas em recipientes de vidro, pequenos, limpos e fechados, visando promover a concentração da fragrância emitida. Após quinze minutos, os recipientes foram destampados, para registro do odor emitido.

Visitantes Florais

Os visitantes florais foram observados no período de 8h as 16h, durante três dias consecutivos, totalizando 24 horas de observação. O número de visitas às flores de *Vismia guianensis* foi contado em períodos de 20 minutos a cada hora. Para identificação dos visitantes utilizou-se câmeras fotográficas e coletas de espécimes para posterior identificação. Todos os indivíduos coletados foram depositados na coleção de referência do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas – LABEA / UFBA.

Para identificar os polinizadores potenciais entre os visitantes florais foram feitas observações em campo sobre o comportamento dos mesmos durante as visitas às flores, verificando se eles coletavam pólen e se tocavam no estigma. Além disso, foram coletados indivíduos de diferentes espécies para analisar o pólen que carregavam em seu corpo. Tais insetos foram armazenados em álcool 70%, identificados e, posteriormente, o pólen depositado no fundo foi coletado com pipeta para posterior análise sob microscópio.

Condições microclimáticas

A fim de compreender o possível efeito do microclima nas visitas florais, foram feitas medidas periódicas de temperatura e umidade ambiente e temperatura floral nos quatro indivíduos amostrados de *V. guianensis*. No primeiro dia de amostragem, foram realizadas três medições de temperatura e umidade do ambiente próximo a cada indivíduo entre 9h e 14h com auxílio de um termohigrômetro. A temperatura floral também foi medida em três ocasiões através de câmera digital com captação de imagens infravermelho. No segundo dia, foram realizadas somente duas medições de temperatura e umidade ambiente entre 8h30min e 11h30min.

Resultados

Biologia Floral

As flores de *V. guianenses* (**FIG. 1A**) estão organizadas em panículas terminais com 1 a 9 botões que se abrem por inflorescência/dia, com uma média de 3,04 ($\pm 2,22$; N=20) flores abertas por inflorescência. São flores inodoras, bissexuadas, diclamídeas, pentâmeras, dialipétalas e dialisétalas, formando um tubo com média de 8,1 mm (0,41) de comprimento e 9,38mm ($\pm 0,81$) de largura (N=10). O cálice apresenta sépalas com média de 5,4 mm ($\pm 0,39$) de comprimento, coriáceas e de cor ferruginosa, em função da abundância de pêlos desta cor presentes na parte externa. As pétalas são membranáceas, com cerca de 7,31 mm ($\pm 0,28$) de comprimento e 3,95 mm ($\pm 0,47$) de largura, de cor amarelo-esverdeado, sendo glabras por fora e densamente pilosas por dentro.

O androceu é formado por cinco conjuntos de estames adelfos. Cada conjunto apresenta-se paralelo às pétalas com 42 estames em média (N=10). As anteras brancas apresentam deiscência longitudinal e são extrorsas, entrando em contato com os pelos presentes na parte interna das pétalas. O grão de pólen é branco, subtriangular, tricolpado e com exina reticulada, no entanto os dois morfotipos apresentam pequenas diferenças.

As plantas brevistílicas possuem grãos maiores e com superfície bastante reticulada, enquanto as longistílicas possuem grãos menores com superfície menos reticulada. Essa diferença polínica permitiu a identificação dos diferentes morfotipos nos grãos de pólen depositados do corpo dos visitantes florais. A análise mostrou que as plantas brevistílicas apresentavam em média 46,4% ($\pm 4,6$; N=500) de grãos de pólen viáveis enquanto que as longistílicas 97,6% ($\pm 1,14$; N=500). O gineceu é formado por ovário súpero, pentacarpelar e pentalocular. Do ápice do ovário partem cinco estiletos com estigmas globosos com muitas papilas.

As flores de *V. guianensis* apresentam antese diurna com duração de um dia. O processo de abertura ocorre por volta das 07h30min, quando as flores começam a abrir, fechando-se às 15 horas. A descência das anteras se dá logo no início do processo de antese, quando já são observados visitantes coletando os grãos de pólen. A produção de néctar varia de 0,1 a 2,2 μ l por flor (N=40) com 44% de concentração em média ($\pm 7,65$; N=6). O néctar apresenta uma cor amarelada e é produzido em cinco glândulas localizadas na base da flor entre cada conjunto de estames, ficando, portando, protegido pelas sépalas (**FIG. 2B**). Apenas as flores brevistílicas apresentam nectários.



FIGURA 2. (A) Flor de *V. guianensis*; (B) Detalhe da localização dos nectários de *V. guianensis*; (C) Flor de *V. guianensis* sendo visitada por uma *Augochloropsis* sp.

Visitantes florais

No total, foram observadas 727 visitas às flores de *Vismia guianensis* durante o período de amostragem (**FIG. 2C**). A maioria das visitas foi realizada por abelhas (14 espécies e 723 visitas), além de visitas ocasionais de uma espécie de mosca — 2 visitas, vespa — 1 visita e libélula — 1 visita (**FIG. 3**). Das visitas feitas por abelhas, 40% foram feitas por indivíduos da espécie *Tetragonisca angustula*. Houve predomínio de espécies e indivíduos de abelhas da família Apidae (**FIG. 4**).

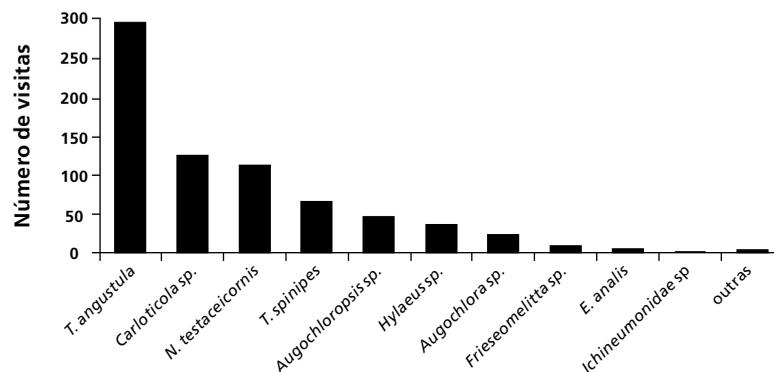


FIGURA 3. Distribuição de abundância das espécies visitantes das flores de indivíduos de *Vismia guianensis* nas margens do rio Lençóis em dezembro de 2013.

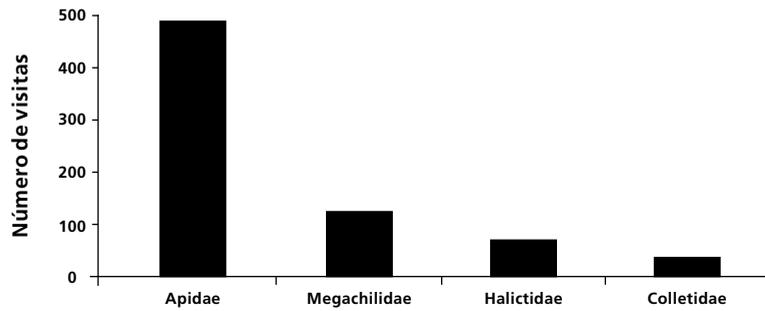


FIGURA 4. Distribuição de abundância das famílias de abelhas dos visitantes das flores de indivíduos de *Vismia guianensis* nas margens do rio Lençóis em dezembro de 2013.

Visitantes florais e morfologia floral

No período observado, flores brevistílicas receberam 415 visitas, enquanto flores longistílicas receberam 312 (33% menos visitas). Ademais, a maioria das espécies de abelhas, excluindo *Carlotticola* sp. e *Trigona spinnipes*, visitaram mais frequentemente as flores dos indivíduos brevistílicos (**FIG. 5**). Ao visitar a flor, as abelhas entravam na flor para coletar néctar e pólen. Ao analisar o pólen presente no corpo das abelhas (**TAB. 1**) é possível perceber que das seis espécies coletadas, quatro podem ser consideradas polinizadoras efetivas, uma vez que, elas carregam pólen de ambos os morfotipos e tocam o estigma das flores durante a visita.

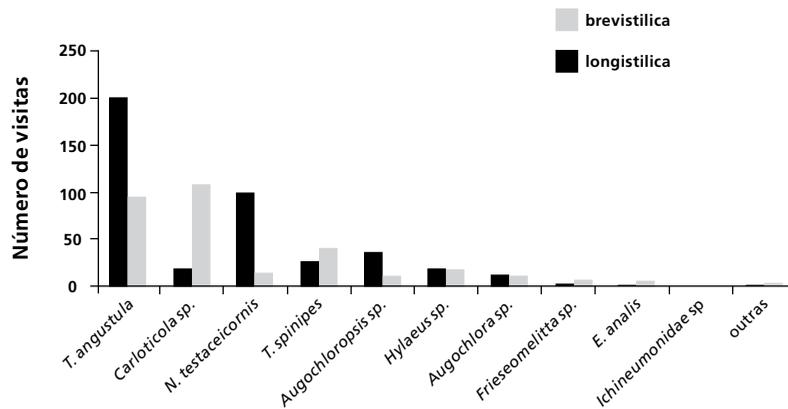


FIGURA 5. Número de visitas por diferentes espécies de abelhas em indivíduos brevistílicos e longistílicos de *Vismia guianensis* nas margens do rio Lençóis em dezembro de 2013.

TABELA 1. Análise do morfotipo polínico encontrado no corpo das diferentes espécies de abelhas coletadas visitando flores de *Vismia guianensis* nas margens do rio Lençóis em dezembro de 2013. **(P)** morfotipo polínico presente; **(A)** morfotipo polínico ausente.

ESPÉCIE	MORFOTIPO POLÍNICO	
	Brevistílico	Longistílico
<i>Exomalopsis analis</i>	P	A
<i>Trigona spinipes</i>	P	P
<i>Augochlora sp</i>	P	A
<i>Carlota sp</i>	P	P
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	P	P
<i>Tetragonisca angustula</i>	P	P

Visitantes florais e condições microclimáticas

Foi possível perceber oscilação no número de visitas ao longo do período de abertura da flor e no decorrer do dia. A maioria das visitas ocorreu entre 9h e 11h (**FIG. 6**), período em que a temperatura ambiental e floral estava mais baixa e a umidade do ar mais elevada (**FIG. 7**). Os dados indicam também que indivíduos de sombra receberam cerca de quatro vezes mais visitas que os indivíduos de sol (592 visitas na sombra e 135 sombras no sol) (**FIG. 5**). Sendo que essa tendência é seguida por todas as espécies de abelhas (**FIG. 8**).

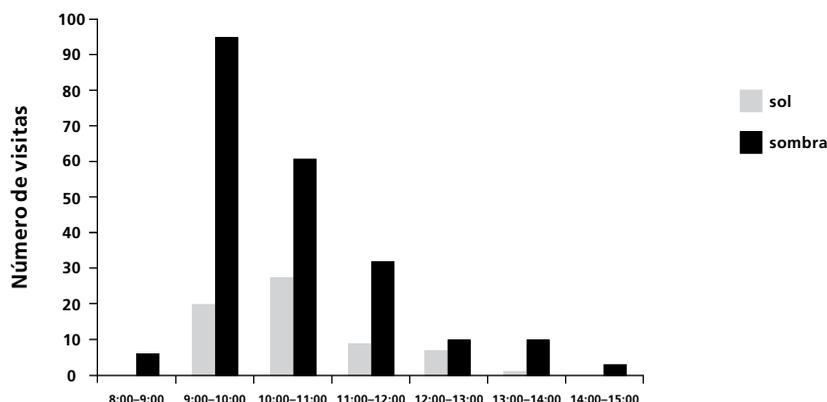


FIGURA 6. Número de visitas nos diferentes períodos do dia em indivíduos de sol e sombra de *V. guianensis* nas margens do Rio Lençóis em dezembro de 2013.

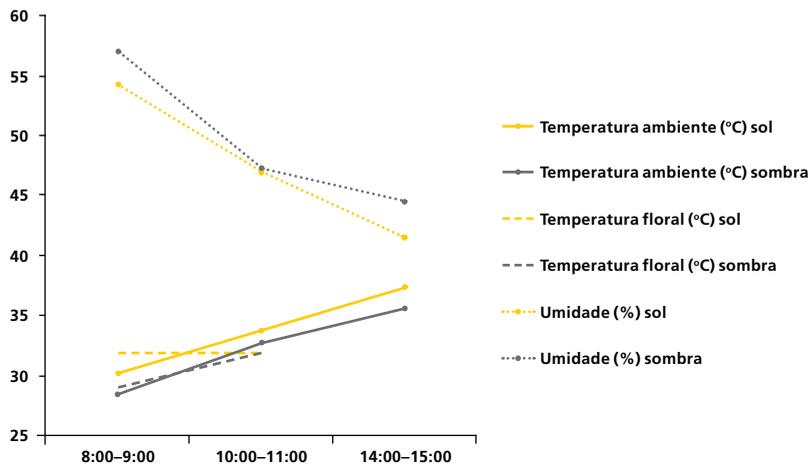


FIGURA 7. Temperatura ambiente, temperatura floral e umidade relativa do ar nos diferentes períodos do dia em indivíduos de sol e sombra de *V. guianensis* nas margens do rio Lençóis em dezembro de 2013.

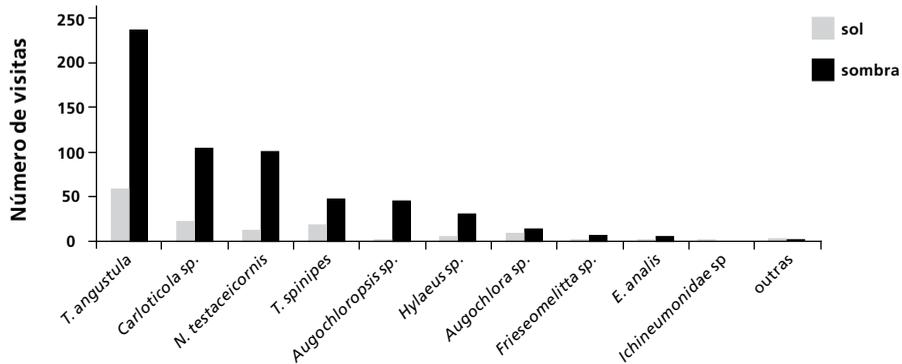


FIGURA 8. Número de visitas por diferentes espécies de abelhas em indivíduos de sol e sombra de *V. guianensis* nas margens do rio Lençóis em dezembro de 2013.

Discussão

Santos; Machado (1998) definem *V. guianensis* como flor de néctar, embora o pólen também seja coletado pelos visitantes florais. No entanto, o presente estudo

mostra a presença de nectário apenas no morfotipo brevistilo. Faegri; Pijl (1979) consideram o néctar como atrativo primário, servindo de alimento para muitos animais que visitam as flores. Feinsinger (1978), em um estudo sobre espécies ornitófilas em Monteverde, Costa Rica, registrou grande variação no volume de néctar disponível nas flores de pelo menos cinco espécies. Nestas, algumas flores secretam grandes volumes de néctar (denominadas "bonanzas") enquanto que muitas secretam pouco ou nenhum néctar (denominadas "blanks"). Segundo o autor (loc. cit.), o processo de localizar flores "bonanzas", espalhadas entre numerosas flores "blanks", requer energia adicional e reforça o comportamento continuado de forrageio do polinizador. No caso de *V. guianensis* poderíamos relacionar o morfotipo brevistilo com as "bonanzas" (que produzem néctar), enquanto que as longistilas seriam "blanks". Santos; Machado (1998) encontraram em Recife, uma proporção de indivíduos com flores brevistilas e longistilas de 2:1 nesta espécie, neste caso, a probabilidade de encontrar uma flor com néctar é maior. No presente estudo foi verificada uma proporção de 1:1 entre os morfotipos. No entanto, verificou-se que a maior taxa de visitas de algumas espécies foi registrada nos morfotipos brevistílicos. Esse resultado pode sugerir que, talvez, as abelhas aprendam a reconhecer as plantas que produzem néctar, buscando assim, maximizar seu forrageio em busca deste tipo de recurso.

A análise polínica dos dois morfotipos mostrou uma diferença morfológica entre as duas formas. Essa variação também foi encontrada em outras espécies heterostílicas como, por exemplo, nas espécies do gênero *Curtia* (CRESPO; FERREIRA, 2006), e em *Sabicea cinerea* (TEIXEIRA; MACHADO, 2004). Assim como em *Vismia*, os grãos de pólen das variedades longistílicas eram menores. Os estudos de Santos; Machado (1998) confirmam essa diferença de tamanho polínico entre os dois morfotipos de *Vismia*.

Com relação à viabilidade polínica, os estudos de Santos; Machado (1998) mostram resultados diferentes dos encontrados neste estudo. As autoras relatam uma viabilidade polínica elevada nas duas variedades, o que difere dos resultados deste trabalho, onde foi verificada uma diferença na viabilidade dos grãos de pólen das duas formas. Teixeira; Machado (2004) verificaram que *Sabicea cinerea* também apresentou diferença na viabilidade polínica entre os dois morfotipos. Segundo Dulberguer (1992 *apud* SANTOS; MACHADO, 1998), há uma assimetria de grãos de pólen em flores heterostilas. Este autor sugere que as flores longistilas captam mais pólen que as brevistilas, isso porque o estilete das longistilas é mais longo, o que permite maior contato dos polinizadores com a superfície estigmática desta forma floral. Santos; Machado (loc. cit.) encontraram uma maior produção de grãos de pólen nas flores brevistilas. Essa diferença na produção e na viabilidade polínica sugere uma compensação em função da baixa viabilidade polínica encontrada (46,4%). Sendo assim, a forma longistila recebe mais pólen, porém com baixa porcentagem de grãos viáveis. Os estiletos brevistilos recebem uma menor quantidade de pólen, porém praticamente todos viáveis.

As características florais de *V. guianensis* tais como: flor actinomorfa, coloração amarelada das pétalas em contraste com as sépalas ferruginosas, antese diurna, corola formando tubo curto e largo, na base da qual se acumula pequena quantidade de néctar, com concentração elevada, refletem adaptações à síndrome de melitofilia (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979). Estudos anteriores também descrevem as abelhas como principais visitantes florais de *V. guianensis*. Santos; Machado (1998) registrou sete espécies de abelhas e uma de vespa. No entanto, no estudo citado, as espécies com maior número de visitas foram *Hylaeus* sp., *Augochloropsis* sp. e *Polybia* sp., enquanto que no presente estudo, *Tetragonisca angustula*, *Carloticola* sp. e *Nannotrigona testaceicornis* foram as espécies mais registradas. Tal diferença pode ser devido às peculiaridades das comunidades locais de abelhas, sendo uma em Pernambuco (SANTOS; MACHADO, 1998) e a outra na Bahia (presente estudo).

Ao contrário do encontrado em nossos resultados, no estudo de Santos; Machado (1998) os visitantes às flores de *V. guianensis* apresentam comportamento semelhante tanto nas flores longistilas quanto nas brevistilas. O maior número de visitas em flores brevistilicas pode ser explicado pela presença de nectários somente nesse morfotipo.

A maioria das visitas às flores de *V. guianensis* ocorreu entre 9h e 11h, assemelhando-se ao encontrado em estudo anterior (SANTOS; MACHADO, 1998). Em tal período as flores estavam plenamente abertas, as temperaturas ambiental e floral eram mais amenas e a umidade do ar mais elevada. Estudos anteriores indicam que fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa, influenciam a atividade de voo das abelhas e, conseqüentemente, sua atividade de forrageamento (NUNES-SILVA et al., 2010; VINCENS; BOSH, 2000). O tempo de abertura das flores e de atividade dos visitantes parece ser fortemente afetado pela temperatura (HEGLAND et al., 2009). Herrera (1990) descreve ainda que as variações na temperatura tornam a efetividade da polinização heterogênea ao longo do dia. Considerando que as flores de indivíduos de sol e sombra aparentavam estar no mesmo grau de abertura, as condições microclimáticas parecem afetar diretamente a atividade de forrageamento das abelhas. Sendo assim, a variação na temperatura ao longo do dia parece ter afetado a taxa de visitação das abelhas nos indivíduos estudados de *Vismia guianensis*, podendo também alterar a efetividade da polinização nesse período. Tal efeito foi ainda pior para os indivíduos de sol, que estavam localizados em microclimas de maior temperatura e menor umidade do ar. De acordo com Corbet et al., (1993), as abelhas têm uma "janela" microclimática na qual o voo de forrageio pode ser sustentado. Aparentemente, a diferença microclimática entre os indivíduos de sol e sombra foi suficiente para que os indivíduos de sol não se enquadrassem na "janela" microclimática das espécies visitantes de *V. guianensis*, resultando em um menor número de visitas nesses indivíduos.

Considerações Finais

O presente estudo colaborou com o conhecimento da biologia floral e polinização de *V. guianensis*. Foi possível verificar que os dois morfotipos estudados apresentam diferenças na morfologia, viabilidade polínica e atrativos florais. As abelhas são os principais visitantes florais e condições microclimáticas parecem afetar suas visitas às flores de *Vismia*.

De maneira geral, diante da importância das abelhas como polinizadores, bem como as ameaças à sua biodiversidade, o presente trabalho se caracteriza como uma importante contribuição do cenário de polinizadores na região da Chapada Diamantina–BA.

Referências

BAKER, H. G. Characteristics and modes of origin of weeds. p.147–172. In: BAKER, H. G.; STEBBINS, G. L. **The genetics of colonizing species**. New York: Academic Press, 1965.

BARRETT, S. C. H.; RICHARDS, J. H. Heterostyly in Tropical Plants. **Memoires of the New York Botanical Garden**, v. 55, p. 35–61, 1990.

CORBET, S. A. et al. Temperature and the pollinating activity of social bees. **Ecological Entomology**, v. 18, p. 17–30, 1993.

CRESPO, S. R. M.; FERREIRA, W. M. Morfologia polínica dos gêneros *Curtia* Cham & Schltdl. E *Hockinia* Gardner (Gentianaceae Juss). **Acta botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 273–284, 2006.

DIAS FILHO, M. B. Physiological responses of *Vismia guianensis* to contrasting light environments. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n. 7, p. 35–40., 1995.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 248p.

FEINSINGER, P. Ecological interactions between plants and hummingbirds in a successional tropical community. **Ecological Monographs**, v. 48, p. 269–287, 1978.

FENNER, R. et al. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 42, n. 3, p. 369–394, 2006.

FUNCH, L. S. **Composição florística e fenologia de mata ciliar e mata de encosta adjacentes ao rio Lençóis, Lençóis, Bahia**. 298 f. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

GANDERS, F. R. The biology of heterostyly. **New Zeland Journal of Botany**, v. 17, p. 607–635, 1979.

HEGLAND, S. J. et al. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? **Ecology Letters**, v. 12, n. 2, p. 184–195, 2009.

HERRERA, C. M. Daily Patterns of Pollinator Activity, Differential Pollinating Effectiveness, and Floral Resource Availability, in a Summer-Flowering Mediterranean Shrub. **Oikos**, v. 58, n. 3, p. 277–288, 1990.

KIMMEL et al. Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. **Flora**, v. 205, n. 8, p. 540–547, 2010.

MOURÃO, K. S. M; BELTRATI, C. M. Morphology and anatomy of developing fruits and seeds of *Vismia guianensis* (aubl.) Choisy (Clusiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 147–158, 2001.

NOVAIS, J. S.; NAVARRO, E. D. M. A flowering calendar of plants growing near hives of native bees in the lower Amazon region, Pará state, Brazil. **Uludag Bee Journal August**, v. 12, n. 3, p. 83–88, 2012.

NUNES-SILVA, P. et al. Foraging activity in *Plebeia remota*, a stingless bee species, is influenced by the reproductive state of a colony. **Psyche: a Journal of Entomology**, v. 2010, p. 1–17, 2010.

PIERROT, L. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu — *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 565–571, 2003.

PLANTAMED. Fonseca, Z. A. Disponível em: <http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Vismia_guianensis.htm>. Acesso em: 24 jul. 2014.

RADFORD, A. E. et al. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row Publishers. 1974. 891p.

ROCHA, W. et al. Avaliação Ecológica Rápida da Chapada Diamantina. In: JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. 2005. 411p.

SANTOS, M. J. L.; MACHADO, I. C. Biologia floral e heterostilia em *Vismia guianensis*. **Acta Botanica Brasilica** (Suplemento), v. 12, n. 3, p. 451–464, 1998.

SOBREVILLA, C.; ARROYO, M. T. K. Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. **Plant Systematic and Evolution**, v. 140, n. 1, p. 19–37, 1982.

TEIXEIRA, L. A. G.; MACHADO, I. C. *Sabicea cinerea* Aubl. (Rubiaceae): distilia e polinização em um fragmento de floresta Atlântica em Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 193–204, 2004.

VAN DEN BERG, M. E. Notas sobre *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy e suas novas variedades. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 40, p. 1–16, 1971.

VICENS, N.; BOSCH, J. Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 3, p. 413–420, 2000.

Floral Visitors of *Antigonon leptopus* (Polygonaceae) and Individual Constancy *Trigona spinipes* in Lençóis, Bahia

Rafaella Guimarães Porto¹
Laura Victoria Calderón Acero²
Francieli Lando³
Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha⁴
Camila Magalhães Pigozzo⁵

Resumo

Pertencente a Família Polygonaceae, *Antigonon leptopus* Hook. & Arn. é uma espécie de planta nativa do México sendo conhecida popularmente como “Amor-agarradinho”. No Brasil, esta espécie é amplamente naturalizada e cultivada como planta ornamental em regiões de climas quentes e tropicais ao redor do mundo. Suas flores possuem fácil acesso, néctar abundante e antese diurna, sugerindo o enquadramento da espécie na síndrome de polinização Melitófila. Nesse contexto objetivou-se identificar os visitantes florais e a constância de visitas de indivíduos de *Trigona spinipes* a indivíduos ornamentais de *A. leptopus*. Para tal foram utilizando indivíduos com papel ornamental de duas variedades, com flores brancas e rosas. Os registros foram feitos no período de 09 a 11 de dezembro de 2013, em plantas situadas em dois pontos distintos na cidade de Lençóis, Chapada Diamantina (Bahia, Brasil). Foram registrados 382 insetos visitando as flores de *A. leptopus*, em sua maioria abelhas (90,1%), seguido de borboleta (35,9%), formigas (3,4), vespas (1%) e Mosca (0,3%). Os visitantes foram capturados e observados diretamente nas flores, sendo também fotografados para posterior identificação. Uma vez verificado aspectos reprodutivos importantes de cada um dos tipos florais

1 Universidade Federal de Pernambuco (rafaellagporto@hotmail.com)

2 Universidade Nacional da Colombia (lvcalderona@unal.edu.co)

3 Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro (frran_bio@hotmail.com).

4 Universidade Federal do Ceará (epifaniademacedo@yahoo.com.br)

5 Centro Universitário Jorge Amado (camilapigozzo@gmail.com)

como a produção de néctar, antese ou tamanho, e a composição de visitantes em cada uma das cores. Finalmente, avaliada a constância individual do visitante mais frequente, que neste trabalho foi *T. spinipes*. Nesse sentido, é necessário replicar as observações porque neste trabalho não detectamos uma tendência.

Palavras-Chave: Planta ornamental, visitantes florais, Polinização, Constância individual.

Antigonon leptopus Hook & Arn. (Polygonaceae) is a plant species commonly known as “Amor-agarradinho” in Brazil. Native from México (BioNET-EAFRINET, 2014) this species is widely introduced and cultivated in hot and tropical regions around the world including Africa, India, Australia, South, North and Central America, West Indies and numerous islands in the Pacific Ocean (RAJU et al., 2001; CHISTOKHODOVA et al., 2002; CABI, 2014). In Brazil it can be founded in many cities like Rio de Janeiro (RJ) (LUZ et al., 2007), João Pessoa (PB) (SILVA; CASTRO, 2010) and Lençóis (BA) (PIGOZZO et al., 2006).

The easy access to their flowers, its abundant production of nectar and the daily anthesis are features that suggest a Melitophilic floral syndrome (by small and medium size bees) in *A. leptopus*; however the occurrence of a variety of flower with white color makes dubious the classification (PIGOZZO et al., 2006). According to some authors (RAJU et al., 2001; TOLEDO et al., 2003; LUZ et al., 2007) the *A. leptopus* flowers are visited by bees, wasps, flies and butterflies in order to collect nectar and pollen, which make it a good source of resource for all of them in anthropic areas.

The ecosystem service provided by these visitors is essential in the maintenance of both varieties, because of the dependence of them on floral rewards as sources of necessary protein and energy (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010).

The floral constancy is the capacity of some pollinators of restrict their visits to one specie or morph in the presence of others; is intrinsic on it and is due mainly to limitations of its nervous system. The individual pollinators as members of the same colony specialize in different types of flowers, having the capacity to change that preference along the time (WASER, 1986).

Based on the above, the main aim of our study was to identify the floral visitors in ornamental individuals of *A. leptopus* in Lençóis, Chapada Diamantina (Bahia, Brazil), and the individual constancy of *T. spinipes* in two flower colors of that plant, present in the region.

Material and Methods

The study was accomplished in two points of the Lençóis city, Chapada Diamantina — Bahia, Brazil — using two varieties of *A. leptopus* between 9 and 11 of December, 2013. Both types of plants are using with ornamental purpose and are different between them in their flower color, being one pink and the other white. On both places, there was an area where the white and pink flowers were mixed together. The observations were made between 7:30h and 17:30h during three days. There were recorded information about anthesis time, floral phenology, osmophores presence and nectar production according to Dafni (1992). To determine the general floral phenology for both varieties were labeled 15 flowers per color distributed in 5 inflorescences, in order to take 3 flowers per inflorescence. The measures taken were corolla diameter, corolla length and staminal disc diameter. The presence of odor producer areas in the flowers was tested through the using of diluted neutral red in water (pH 7) in a proportion of 1:1000 ml (VOGEL, 1990). Meanwhile the volume of nectar was measured with calibrated micro-capillars and the concentration by using a refractometer (0- 30 μ l).

In the areas of mixture of both colors of flowers, there was made observations of the frequency of visits of each visitor, during 10 minutes each two hours along the day. The records were taken in two points of the city: one (**FIG. 1A**) with predominantly pink flowers and one with white ones in its majority, but in both with some areas of mixture. To assess the nectar production there were bagged around ten flower buds per color the day before anthesis in order to avoid any visits to them and allowing the accumulation of the highest possible volume of nectar (**FIG. 1B**).



FIGURE 1. (A) Predominance of pink flowers in *Antigonon leptopus* plant; **(B)** Flower marked for nectar sampling.

It was chosen the most frequent visitor for which was proved the *individual floral constancy* through the application of the Bateman's Constancy Index (WASER, 1986). To do that it was observed each one of the individual bees of *Trigona spinipes* arriving to the *A. leptopus* mixture of flowers (both colors in the same region) in the maximum activity period of the day (between 9 h and 13 h.). It was registered the sequence of flower colors followed by each bee around the plants (ex: pink- white- pink- white- pink- pink- etc) where each individual *T. spinipes* bee was followed until complete 30 visits since its arrive to the observation patch.

The collection of bee specimens was made with entomological net according to Sakagami et al., (1967). All the collected bees were carried to taxonomic identification by the professor Dra. Fávizia Freitas de Oliveira.

Results and Discussion

The observed individuals of *Antigonon leptopus* have simple alternate leaves with cordate form. Flowers are pentamers and have pink or white, depending on its variety. Each flower is suspended in individual rods arranged in small groups of 1 to 4 flowers, along the branches.

The anthesis time was determined around 6 h in both varieties of *A. leptopus* with no apparent difference between both. In the same way both colors seem to close at the same time around 16 h. Each flower has a total length of two days.

With the morphology data collected, was made tendency curves to see some differences between both varieties of *A. leptopus*. Just the corolla and the staminal disc diameters show string trends in each type of flower, so it was discarded the corolla length measurement.

The corolla diameter is a good indicator of the opening rate of this type of flower. In general terms the maximum opening grade in both colors of *A. leptopus* is at the same time of the day, about 9h30min. However as is shown in figure 2, it is observed a little difference in the openness of white over pink flowers. This significant greater openness becomes evident since 9h30min and decreases after 13h30min.

For the staminal disc diameter we saw similar behavior of curves (**FIG. 3**) but in this case the maximum exposure of stamens lasts since 9:30h to 11:30h in white flowers and falls before 11h30min in the pink ones. It is shown a relevant difference between the range of opening of staminal disc in white (in which the staminal disc are more open during all day) and pink flowers.

The neutral red test showed the presence of osmophores (**FIG. 4**) in the two types of flowers, suggesting the production of some kind of attractant volatile substance. The density of the osmophores stained by the neutral red was higher in white flowers than pink.

Due to the small size of the flowers, it was very difficult the harvest of nectar. However it was clearly a difference between the number of flowers of both varieties producing nectar. 83.3% of white flowers tested had some nectar, but just 25% of pink flowers did it. The average concentration was 15.25 for white and 16.67 for pink, but the difference between them was not significant (T- student test: $p=0.08$, ≈ 0.05). In relation to volume, it was 1.45 ml. for white color and 1,55 ml. for pink with no significant differences neither (T- student test: $p=0.65$, ≈ 0.05).

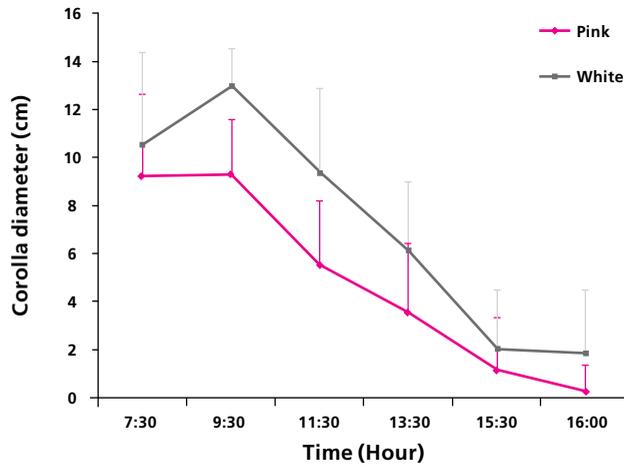


FIGURE 2. Corolla diameter during the day in *A. leptopus* white and pink flowers

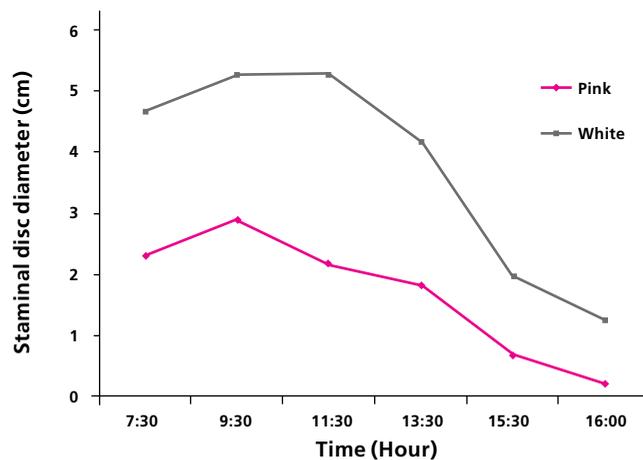


FIGURE 3. Changes in staminal disc diameter along the day in white and pink flowers of *A. leptopus*.

In Chart 1 are presented the floral visitors founded in both colors of *A. leptopus* in Lençóis, Chapada Diamantina. In this study 382 insects were recorded visiting the flowers *A. leptopus* mostly bees (90.1%), followed by butterfly (35.9%), ants (3.4), wasps (1%) and Mosca (0.3%). According to morphology data recorded, the white flowers of *A. leptopus* patches in Lençóis seem to be more conspicuous to pollinators due to a greater expose of the corolla and their reproductive structures allowing midsize bees to find the nectar reward apparently easier. Moreover this white variety produces nectar more commonly in the patch than the pink one. Nevertheless is important to consider that maybe the contrast found in openness grade of corolla and staminal disc between both types of flowers, is caused but the difference in the size of the flowers itself.

This could suggest, that even without other measurements taken, the pink flowers are smaller on average than white and in addition to the less availability of nectar, it could have interesting implications on size or preferences of bees associated to each one. Nevertheless, as is evident in Chart 1, the white flowers are not more preferred by the majority of visitor bees. In contrast, each one of the colors of *A. leptopus* flowers (White and Pink) has five particular species associated and two visitors are common to both flower types.

TABLE 1. Floral visitors (Hymenoptera) founded in both colors of *A. leptopus* in Lençóis, Chapada Diamantina.

SPECIES OF VISITORS	WHITE FLOWERS	PINK FLOWERS
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793) (Apidae, Meliponini)	X	x
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) (Apidae, Meliponina)	X	x
<i>Partamona</i> sp. (Schwarz, 1939) (Apidae, Meliponina)	X	
<i>Nanotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836) (Apidae, Meliponini)	X	
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758) (Apidae, Apis)		x
Dialictus sp.1 (Halictidae, Dialictus)		x
<i>Ceratina (crewella)</i> sp. 1 (Cockerell, 1903) (Apidae, Ceratina)		x
<i>Augochloropsis</i> sp.3 (Halictidae, Augochloropsis)		x
<i>Augochloropsis</i> sp.2 (Halictidae, Augochloropsis)	X	
<i>Augochloropsis</i> sp.1 (Halictidae, Augochloropsis)	X	
<i>Augochlorella</i> sp. (Halictidae, Augochlorella)		x
<i>Augochlora</i> sp. (Halictidae, Augochlora)	x	

In general, the floral biology determined in this work, matches with the findings of Raju et al., (2001) in studies made in India. In that investigation it was established that the *A. leptopus* flowers are completely protandrous with dianthesis, having the first day the staminate phase and in the second, the pistilate one. They found the anthesis time around 6 h to 8 h and a closing phase about 16 h, just like us in Lençóis, Brazil. The period of nectar production is limited to 9 h and 11 h. approximately in both studies but we found a lower concentration of nectar.

The composition of floral visitors of *A. leptopus* in India was very different basically for the presence of three species of *Apis* (*A. cerana indica*, *A. florea*, *A. dorsata*) but similar because there was too one species of *Trigona* and one *Ceratina*. The activity of bees in flowers did not show a predominant visitor in India but it did in Lençóis in the present work where *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Apidae, Meliponini) was the most frequent species on the flowers. We found just one peak of activity near 10:00h but besides that, in India was another smaller peak at 15 h.

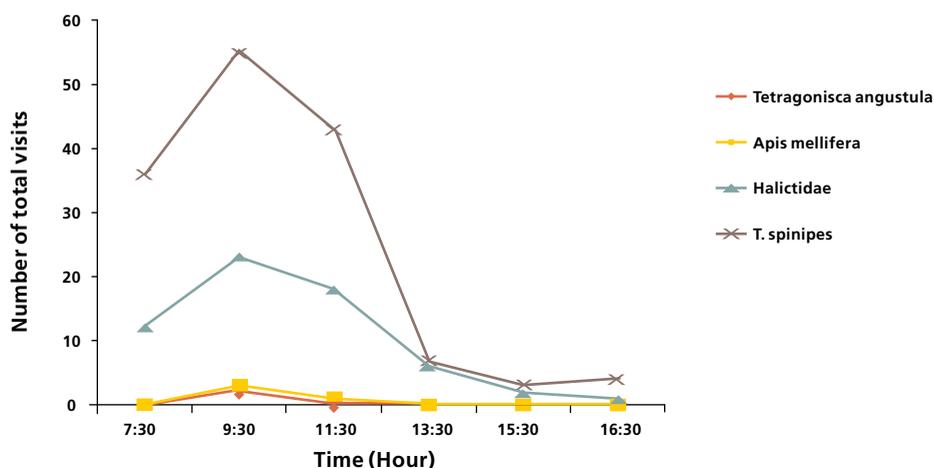


FIGURE 5. Dairy activity of the most frequent visitors on flowers of *A. leptopus*.

The dairy activity of the most frequent visitors of *A. leptopus*, founded in Lençóis is presented in Figure 5. Is very important to see the coincidence between the hours of corolla and staminal disc maximum diameter and the maximum frequency of visits, which is showing the response of the bees to the attractant stimulus and display produced by flowers in this plant species. It is important to take into account also, that in the Figure, the *T. spinipes* class is composed with other similar bees of the genus *Partamona* and *Nannotrigona* that were not easy distinguished during fly.

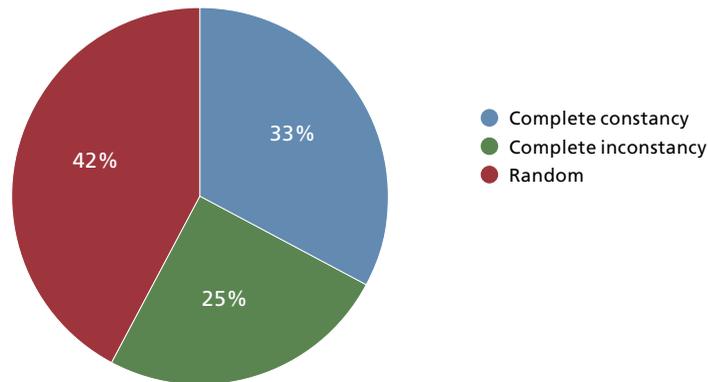


FIGURE 6. Distribution of *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) visiting flowers of *A. leptopus*, in three constancy classes based in Bateman's constancy index.

Finally, floral constancy of *T. spinipes* to *A. leptopus* flowers (**FIG. 7**), showed to be by chance as is shown on Figure 6 where the total of 24 bees followed in mixed floral patches are divided almost in three equal parts between "completely constant", "completely inconstant" and "random in the choice" according to the Bateman's index calculation. This does not mean strictly that the *T. spinipes* individual does not have any pattern of constancy in this type of flowers. Otherwise is important to replicate the present observation in more than 24 individuals (the number reaching here) to see if there is a marked pattern.

References

BioNET-EAFRINET: **Keys and Fact Sheets**. Disponível em: <[http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/weeds/key/weeds/Media/Html/Antigonon_leptopus_\(Coral_Creeper\).htm](http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/weeds/key/weeds/Media/Html/Antigonon_leptopus_(Coral_Creeper).htm)>. Acesso em: 10 de mar. 2014.

CABI. In: **Invasive Species Compendium/Antigonon leptopus**. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=112316&loadmodule=datasheet&page=481&site=144>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

CHISTOKHODOVA, N. et al. Antithrombin activity of medicinal plants from central Florida. **Journal of ethnopharmacology**, Vol. 81, n. 2, p. 277–280, 2002.

DAFNI, A. **Pollination Ecology: A Practical Approach**. Oxford University Press, Oxford. 1992, 250p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

LUZ, C. F. P.; THOME, M. L.; BARTH, O. M. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de Morro Azul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. **Revista brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 29–36, 2007.

PIGOZZO, C. M.; MELO, A. M. C.; REBOUÇAS, P. L. O. Síndromes de Polinização: São Reais? In: VIANA, B. F.; OLIVEIRA, F. F. **Biologia e ecologia da polinização: cursos de campo**. Salvador: EDUFBA, 2006. 150p.

RAJU A. S. et al. Floral ecology, breeding system and pollination in *Antigonon leptopus* L. (Polygonaceae). **Plant Species Biology**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 159–164, 2001.

SAKAGAMI, S. F., LAROCCA, S.; MOURE, J. S. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil — preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University** (Ser. 6, Zoology), [S. l.], v. 19, p. 253–91, 1967.

SILVA, L. M. T.; CASTRO, V. M. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. 2010.

SILVA, M. M. et al. Influência de *Trigona spinipes* Fabr. (Hymenoptera: Apidae) na polinização do maracujazeiro amarelo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 217–221, 1997.

TOLEDO, V. A. A. et al. Plants and Pollinating Bees in Maringá, State of Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 705–710, 2003.

VOGEL, S.T. **The role of scent glands in pollination**. Washington D.C.: The National Science Foundation. 1990. 202p.

WASER, N. M. Flower constancy: definition, cause, and measurement. **The American Naturalist**, v.127, n. 5, p. 593–603, 1986.

Visitantes diurnos e atratividade em flores de *Vochysia pyramidalis* (Vochysiaceae) na Chapada Diamantina, Bahia

Amanda Aparecida de Castro Limão¹

Ana Carolina Martins de Queiroz²

Andressa Linhares Dorneles³

Laene Silva Araújo⁴

Noeide da Silva Ferreira⁵

Resumo

Vochysia pyramidalis (Vochysiaceae) é uma espécie arbórea dioica, com flores zigomorfas, quatro pétalas livres: três pétalas simples e uma pétala estandarte. No primeiro dia de antese as flores perdem suas pétalas simples, permanecendo apenas a pétala estandarte. No presente trabalho, estudamos a biologia floral de *V. pyramidalis* e buscamos identificar a função da permanência da pétala estandarte, avaliando se esta atua como um atrativo para potenciais polinizadores. Dez inflorescências de *V. pyramidalis* foram observadas da abertura até a senescência em dezembro de 2013, no município de Lençóis, Chapada Diamantina, BA, Brasil. Foram registrados o volume e a concentração do néctar, a disponibilidade do pólen e a frequência de visitantes florais. A atratividade da pétala estandarte foi testada através de manipulações, quantificando-se a frequência de visitantes em 4 tratamentos: flores com pétala estandarte e nectário; flores sem pétalas e com nectário; flores com todas as pétalas e sem nectário; e controle. Os resultados demonstraram que a flor apresenta antese diurna (6h45) e deposição secundária de pólen. As flores secretaram néctar ao longo do dia, com volume médio de 1,97 μ L e concentração média de 45,5%. 15 espécies de insetos (ordens Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera) visitaram

1 Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA (amandacastro_@hotmail.com)

2 Embrapa Amazônia Oriental (ana.carolinamqueiroz@gmail.com)

3 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do sul-PUC/RS (aldorneles@hotmail.com)

4 Universidade Estadual de Feira de Santana (laenesilvaaraujo@yahoo.com.br)

5 Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA (noeidebio@gmail.com)

as flores de *V. pyramidalis*, além de duas espécies de beija-flores (Aves, Trochilidae). Os testes de manipulação das pétalas demonstraram que o néctar foi o fator mais atrativo, e não a pétala estandarte. Uma função que pode estar associada a esta pétala é a de proteção dos órgãos reprodutivos e do nectário.

Palavras-chave: Pétala estandarte, visitantes florais, biologia floral.

Plantas com flores geralmente necessitam de vetores, que podem ser abióticos ou bióticos, para transportar o pólen de uma flor à outra, sendo estes chamados de polinizadores (REICHERT, 2010). A morfologia floral está ligada aos principais tipos de polinizadores. A forma, o tamanho, a cor, o odor e a antese são parâmetros florais que têm sido utilizados nos estudos em nível de comunidade, por revelarem informações importantes acerca da relação planta-polinizador (BARBOSA, 1997). A morfologia floral tanto pode excluir visitantes como atrair polinizadores potenciais, já que a variedade de tipos florais também está associada à habilidade dos polinizadores de distinguir e memorizar certas características florais (FAEGRI; PIJL, 1979). Além disso, existem relações de interdependência entre o tamanho das flores e o dos polinizadores (FRANKIE et al., 1983; MACHADO; LOPES, 2003).

A família Vochysiaceae é um importante componente da flora de regiões Neotropicais, tendo representantes em florestas tropicais, campo rupestre, cerrado e matas ciliares (KAWASAKI, 1995). Embora, poucas espécies de Vochysiaceae tenham sido estudadas com relação à biologia da polinização (GIMENES, 2007), sabe-se que variações no tamanho da flor ou no habitat entre as várias espécies de Vochysiaceae podem influenciar a importância relativa das abelhas, beija-flores ou esfingídeos como polinizadores efetivos nas diferentes espécies (OLIVEIRA, 1998).

V. pyramidalis (família Vochysiaceae), popularmente conhecida como cedro d'água, é uma espécie arbórea dioica com flores zigomorfas e quatro pétalas amarelas livres: três pétalas simples e uma pétala estandarte. Flores de *V. pyramidalis* perdem suas pétalas simples ao longo do dia, mantendo apenas a pétala estandarte (ARAÚJO, 2013 comunicação pessoal). No presente trabalho estudamos a biologia floral de *V. pyramidalis* e buscamos identificar a função da permanência da pétala estandarte, avaliando se esta atua como um atrativo para potenciais polinizadores sinalizando os recursos disponíveis.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no período de 09 a 11 de dezembro de 2013, no município de Lençóis, Bahia, Brasil, região da Chapada Diamantina. A Chapada

Diamantina apresenta clima mesotérmico tipo Cwb, na classificação de Köppen (1948), com temperatura média de 22°C. A precipitação média anual varia de 830 mm a 1192 mm (GIULIETTI et al., 1996).

Descrição da Biologia floral

Para descrever a morfologia floral, a forma e a disposição das peças florais de 10 flores em diferentes inflorescências foram descritas através de um esquema de corte longitudinal no meridiano das flores. O desenvolvimento da flor foi acompanhado continuamente desde a abertura até a senescência floral (de 5 h as 18 h) em 10 inflorescências de *V. pyramidalis*. Foram selecionadas cinco flores para cada inflorescência, as quais foram marcadas em pré-antese. A morfologia das pétalas, posição dos órgãos reprodutivos e disponibilidade de pólen durante a longevidade floral foram descritas. Para a descrição do ritmo diário de secreção de néctar, 10 inflorescências foram ensacadas com tecido translúcido em pré-antese de maneira a impedir o acesso dos visitantes florais às flores. As análises quantitativas (volume) foram realizadas com o auxílio de capilares milimetrados (5 µl) e as análises qualitativas (concentração) foram verificadas utilizando-se um refratômetro digital portátil. A concentração e o volume do néctar também foram analisados em função da temperatura e da umidade relativa ao longo do dia (de 5 h as 18 h), estabelecendo-se o intervalo de 1 h entre cada análise.

Para detectar a receptividade do estigma, pistilos de 10 flores diferentes foram imersos em Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) em uma placa de Petri. Este processo foi realizado para as 10 flores, a cada hora, durante os horários de observação (das 5 h as 18 h). Os estigmas imersos na solução foram observados com lupa de mão (20x), sendo considerados receptivos os que apresentaram formação de bolhas (DAFNI; MAUÉS, 1998).

Atratividade da pétala estandarte

A atratividade da pétala estandarte em flores foi testada através de manipulações, quantificando-se a frequência de forrageio dos grupos visitantes em três grupos experimentais e um grupo controle: Controle (Grupo 1); flores com pétala estandarte e nectário (Grupo 2); flores sem nenhuma pétala e com nectário (Grupo 3); flores com todas as pétalas e sem nectário (Grupo 4).

Visitantes Florais

Os visitantes florais foram observados durante dois dias consecutivos em inflorescências de dois indivíduos, das 5 h as 18 h, por 15 minutos a cada hora, totalizan-

do 420 minutos de observação. Os espécimes foram coletados com o auxílio de rede entomológica, sacrificados em câmara mortífera (frasco com acetato de etila), transferidos para recipientes individuais devidamente etiquetados (com data, horário), montados e encaminhados para identificação por especialista. A abundância de visitantes florais foi analisada em função das variáveis climáticas, tais como temperatura, umidade relativa, luminosidade.

O comportamento dos visitantes florais ao abordarem a flor foi observado para identificar o recurso coletado. O número de espécies de insetos em cada planta e o número de indivíduos de cada espécie presente em cada horário de observação foi obtido por meio de contagem durante os 15 minutos de observação. Para as análises palinológicas, as abelhas mais frequentes foram coletadas com auxílio de rede entomológica e transferidas para frascos transparentes contendo 2 ml de água, para que os grãos depositados no seu corpo ficassem soltos na água ou aderido nos frascos (SILVA, 2009). Depois de coletado o material polínico, as abelhas foram imediatamente soltas e as amostras de pólen fresco montadas em lâminas com gelatina glicerinada para exame microscópico. A identificação do pólen foi feita por comparação com o material polínico a fresco retirado das anteras da *V. pyramidalis*.

Análise de dados

A influência das variáveis climáticas sobre o número de visitantes florais e sobre a concentração e o volume de néctar foi analisada através da análise de regressão linear. Em todas as análises de regressão, a força da relação foi dada pelo valor do R. Para analisar a variação na frequência de visitantes florais de *V. pyramidalis* entre os quatro grupos experimentais foi feito um teste de Análise de Variância (One way ANOVA). Para a avaliação da similaridade de visitantes entre os quatro tratamentos foram realizadas análises de agrupamentos através do índice de Similaridade de Morisita modificado (MAGURRAN, 1988). Para todos os testes estatísticos foi considerado um nível de significância de $P \leq 0,05$.

Resultados

Descrição morfológica e antese de *Vochysia pyramidalis*

As flores de *V. pyramidalis* são hermafroditas, com simetria bilateral, com quatro pétalas, sendo uma diferenciada como estandarte e dispostas em inflorescência racemosas. As flores apresentam tamanho de 23 a 26 mm de comprimento e cor amarelo-viva. Há uma única antera aderida a um único estigma em frente à pétala estandarte. Antera e estilete apresentaram o comprimento aproximado de 15 mm.

A antese é diurna e inicia-se as 6h30 com a abertura da pétala estandarte, as demais pétalas iniciam a abertura as 6h45. As pétalas caíram no final da tarde, aproximadamente às 17h, permanecendo na inflorescência a pétala estandarte com o esporão (nectário) e o gineceu (**TAB. 1**).

TABELA 1. Eventos da antese da espécie *V. pyramidalis* (n=50) ao longo do dia, no Parque Municipal da Chapada Diamantina (Lençóis, BA).

HORÁRIO DE OBSERVAÇÃO	EVENTO DA ANTESE
6h30	100% das pétalas estandartes abertas
6h45	35% das flores com as demais pétalas abertas
7h	70% dos estames destacados do receptáculo
8h	98% das flores apresentaram queda dos estames
12h	Pétalas começam a murchar (exceto estandarte)
16h	83% das flores com todas as pétalas murchas (exceto a estandarte)
17h	28% das flores apresentaram Queda das pétalas (exceto estandarte)
9h (dia 2)	8% das flores com Queda do estigma

O estame das flores de *V. pyramidalis* persiste por aproximadamente 75 minutos após a abertura das pétalas. Inicialmente o estame apresenta-se preso tanto ao receptáculo pelo filete, quanto ao estigma pela antera. Após a abertura da flor, o estame se desprende do receptáculo, ficando ainda alguns minutos presos ao estigma pela antera (**FIG. 2B e 2C**). Posteriormente, o estame cai, deixando o pólen depositado no estigma disponível aos visitantes, havendo assim deposição secundária do pólen.



FIGURA 1. (A) Detalhe da Inflorescência de *V. pyramidalis*; (B) Flor de *V. pyramidalis*, evidenciando a queda do estame e consequente deposição secundária de pólen; (C) Detalhes da morfologia da flor, mostrando estame preso ao estigma pela antera.

Durante o processo de antese a temperatura variou de 24 a 33°C, a umidade relativa de 31 a 63% e a intensidade luminosa de 112 a 88300 lux (FIG. 2).

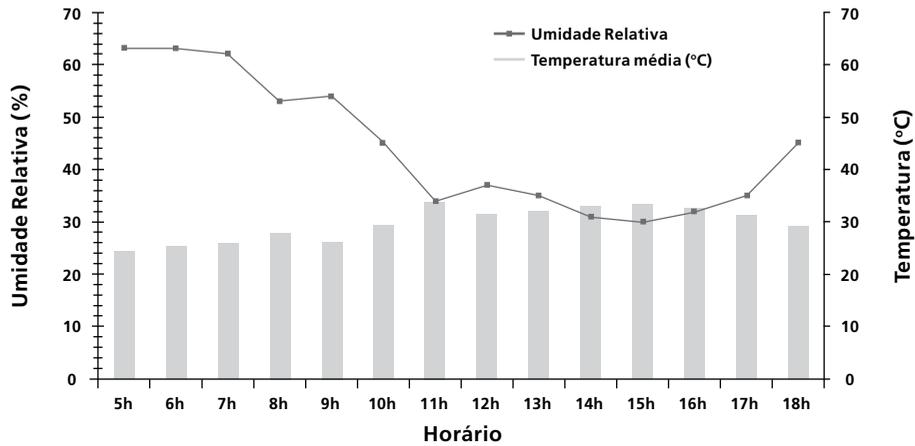


FIGURA 2. Variação de temperatura e umidade relativa ao longo de um dia, no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia.

O néctar foi continuamente produzido no decorrer do dia, com volume médio de 1,97 μ L e concentração média de 45,5%. Os maiores volumes ocorreram no período na manhã, no intervalo das 6 h e 7 h, e durante a tarde nos intervalos de 16 h, 17 h e 18 h; enquanto a concentração máxima foi atingida às 14h. A variação de volume e concentração de néctar ao longo do dia é mostrada na FIGURA 3.

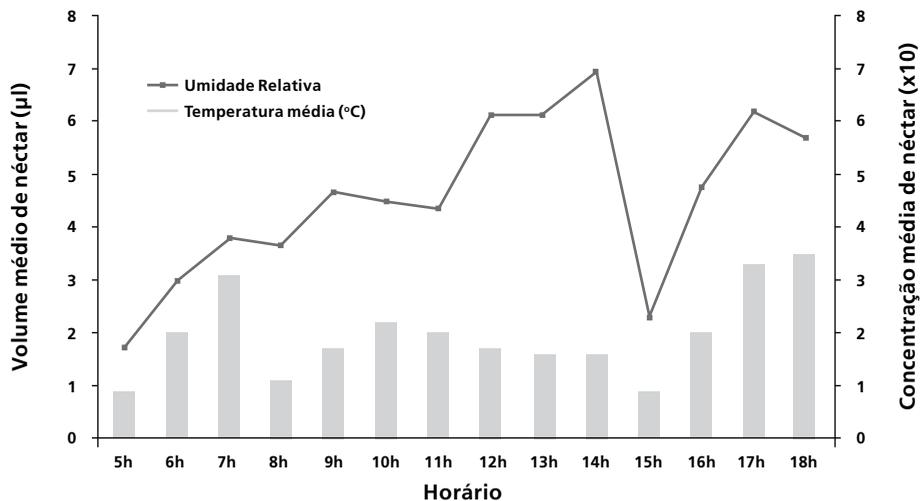


FIGURA 3. Variação de volume e concentração de néctar de *V. pyramidalis* ao longo de um dia, no município de Lençóis, na Chapada Diamantina, BA.

No teste de Peroxidase para verificação da receptividade estigmática, os estigmas (n=140) não se mostraram receptivos durante o período analisado (das 5 h as 18 h).

Visitantes florais de *V. pyramidalis*

Quinze espécies de insetos visitantes foram observadas em *V. pyramidalis*, sendo 11 da ordem Hymenoptera, dois de Coleoptera (Scarabeidae) e dois de Lepidoptera. Foram ainda visualizadas duas espécies de beija flores (Aves, Trochilidae). Os himenópteros foram identificados e estão detalhados na **TABELA 2**. De modo geral, os visitantes florais chegavam por volta das 5 h (antes das flores estarem completamente abertas) e permaneciam coletando néctar até às 17h30. Os visitantes mais frequentes nas flores de *V. pyramidalis* foram *Xylocopa frontalis* e *X. grisescens*.

TABELA 2. Visitantes florais da ordem Hymenoptera, visualizados em *Vochysia pyramidalis*, no período de 5 h as 18 h, no município de Lençóis, na Chapada Diamantina, BA.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	RECURSO COLETADO
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Néctar
	<i>Partamona</i> sp.	Pólen
	<i>Nannotrigona aff testaceicornis</i>	Pólen
	<i>Xylocopa grisescens</i>	Néctar
	<i>Bombus brevivillus</i>	Néctar
	<i>Trigona spinipes</i>	Néctar
	<i>Xylocopa frontalis</i>	Néctar
	<i>Centris cf. Spilopoda</i>	Néctar
	<i>Centris fuscata</i>	Néctar
	<i>Eulaema nigrita</i>	Néctar
Vespidae	<i>Vespa</i> sp.	Néctar

O néctar foi o recurso coletado pela maioria dos visitantes. As abelhas sem ferão, *Partamona* sp. e *N. aff testaceicornis* foram as únicas a coletaram pólen em flores de *V. pyramidalis*. As abelhas grandes como *X. frontalis* e *X. grisescens*, *B. brevivillus* e *E. nigrita* pousaram frontalmente nas flores e coletaram néctar do esporão. Estas abelhas tocavam o estilete e também o estigma com a parte ventral da cabeça e do protórax. As abelhas pequenas como *Partamona* sp. e *Nannotrigona aff testaceicornis* caminhavam ao longo do estilete, enquanto coletavam pólen. As demais espécies de abelhas raramente entravam em contato com o estigma e estilete enquanto coletavam néctar. As espécies de beija-flor e de lepidópteros

também não entraram em contato com as estruturas reprodutivas de *V. pyramidalis* durante a coleta de néctar. As análises palinológicas indicaram que 100% dos grãos de pólen presente no corpo e na corbícula de *Partamona* sp. eram de *V. pyramidalis*. Nas escopas de *X. frontalis* e *X. grisescens* cerca de 15 e 16% do pólen encontrado, respectivamente, eram de *V. pyramidalis*. Em *Apis mellifera* não foram encontrados pólen de *V. pyramidalis*.

Quando analisada a variação na abundância de visitantes florais ao longo do dia, observa-se a ocorrência de dois picos de visitação, no início e ao final do dia (**FIG. 4**). Esses períodos corresponderam aos horários com maiores volumes de néctar, menor temperatura e luminosidade. O número de visitantes florais, portanto, foi influenciado positivamente pelo volume de néctar ($N=13$; $R=0,35$; $p<0,03$; **FIG. 5A**) e umidade relativa ($N=13$; $R=0,58$; $p<0,11$; **FIG. 5B**) e negativamente pelos valores de temperatura ($N=13$; $R=0,63$; $p<0,02$; **FIG. 5C**) e luminosidade ($N=13$; $R=0,58$; $p<0,04$; **FIG. 5D**).

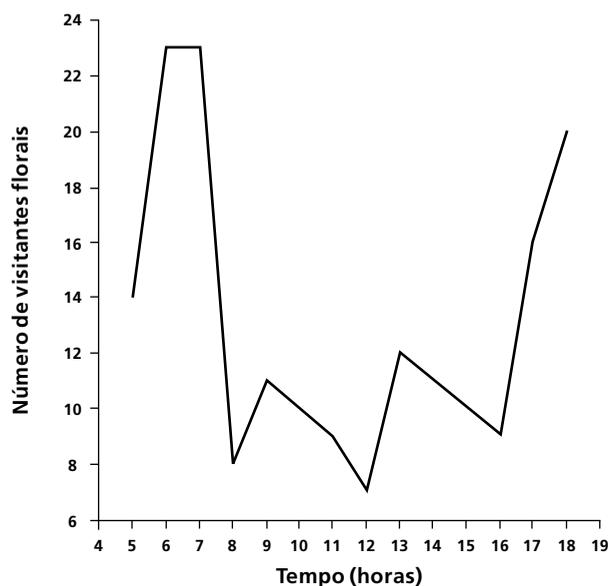


FIGURA 4. Variação na abundância de visitantes florais em *Vochysia pyramidalis*, registrada no período de 5 h às 18 h, no município de Lençóis, Chapada Diamantina, BA.

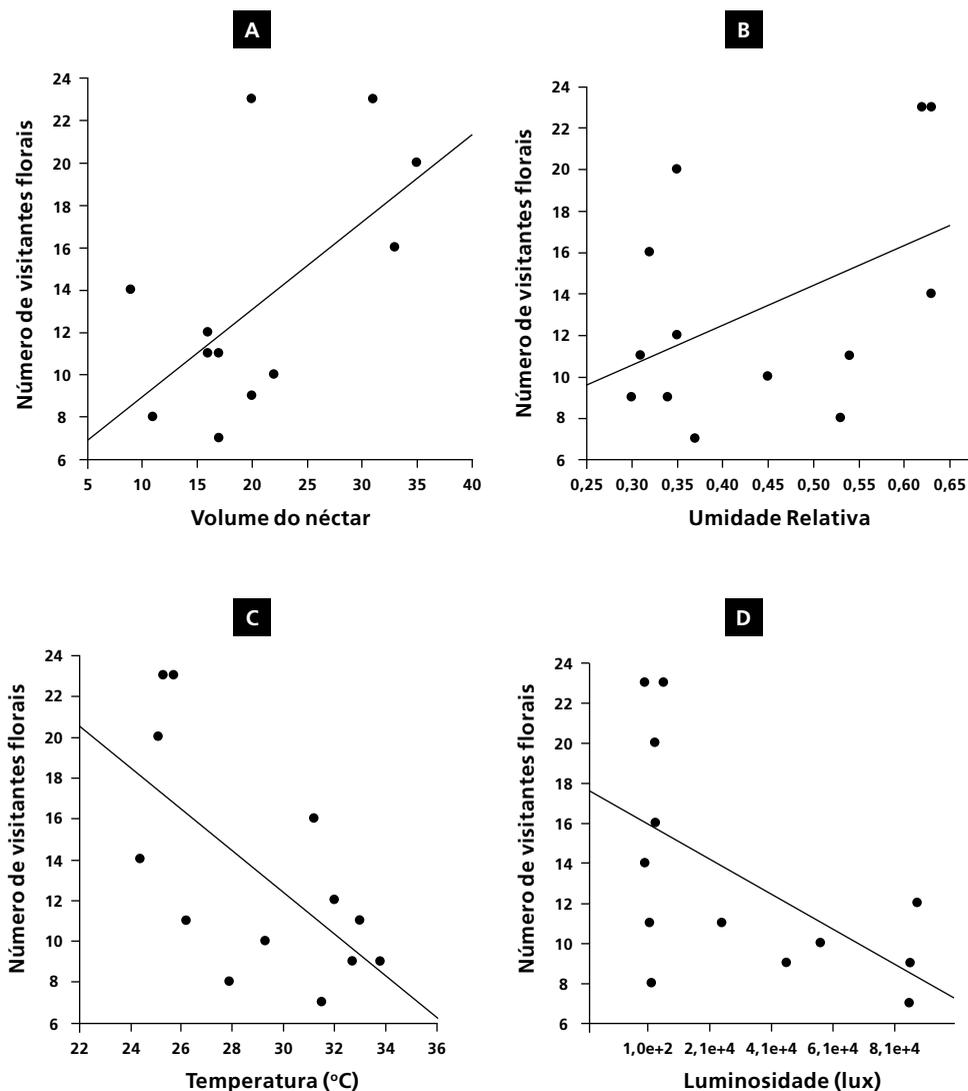


FIGURA 5. Variação na abundância de visitantes florais em relação ao **(A)** volume de néctar em *V. pyramidalis*; e os parâmetros microclimáticos **(B)** umidade relativa, **(C)** temperatura e **(D)** luminosidade ao longo de um dia, no município de Lençóis, na Chapada Diamantina, BA.

Entre os tratamentos utilizados para investigar a função da pétala estandarte, os resultados mostraram diferença significativa no número de visitantes florais em cada tratamento (Anova, $F=3,92$, $p<0,01$) (**FIG. 6A**). O teste *a posteriori* (Tukey) revelou que as diferenças ocorreram entre os tratamentos sem nectário (G3) e controle, e sem nectário e pétala estandarte (G2) (**FIG. 7**). O número médio de visitantes (\pm

erro padrão) do grupo controle foi de $3,0 (\pm 0,41)$, do grupo 2 foi $3,0 (\pm 0,44)$, a do grupo 3 foi $1,0 (\pm 0,3)$ e o do grupo 4 foi $1,0 (\pm 0,00)$ (**FIG. 6B**).

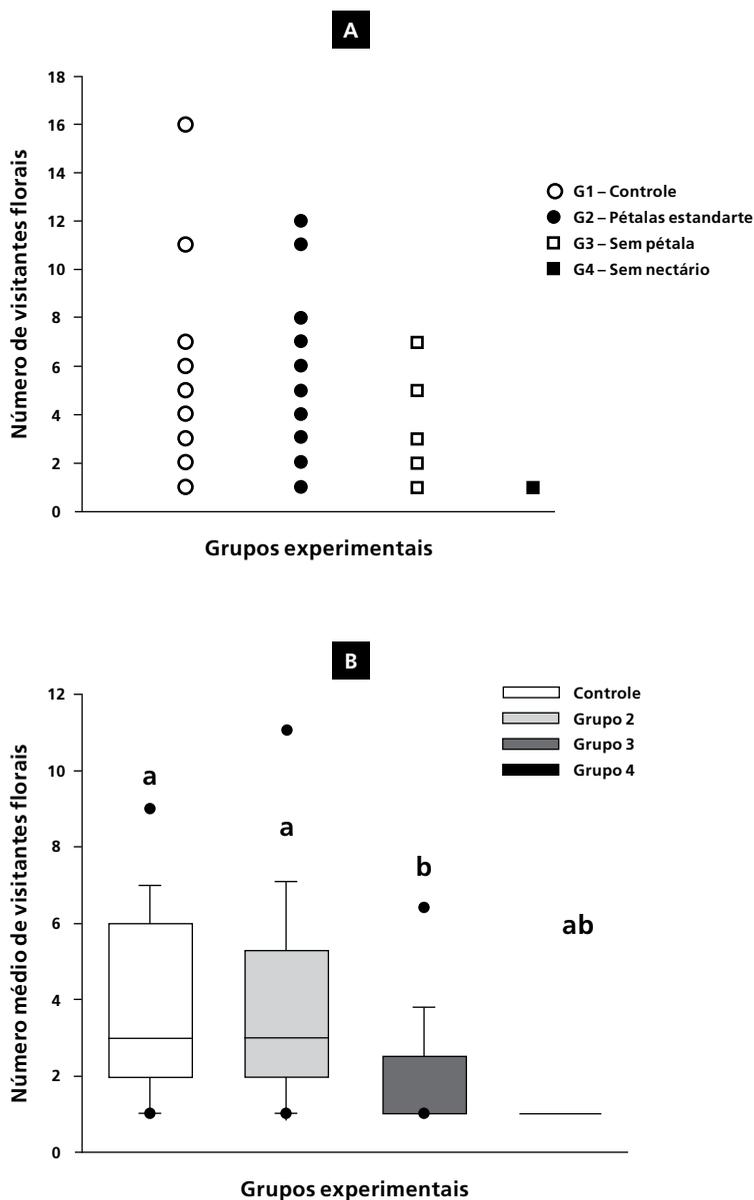


FIGURA 6. (A) Número de visitantes em flores de *V. pyramidalis* para cada grupo experimental analisado.

(B) Comparação entre as médias de visitantes nos quatro grupos experimentais. Box plot: caixa indica distribuição de 50% dos valores (entre os percentis 25% e 75%), linha horizontal indica a mediana, as hastes delimitam a distribuição entre os percentis 10% a 90% dos valores e as esferas indicam os valores extremos, letras diferentes (a-d) indicam diferença estatística significativa.

O dendrograma de similaridade da comunidade de visitantes, utilizando UPGMA, para os quatro diferentes tratamentos, utilizando o índice de similaridade de Morisita modificado, revelou três subgrupos a 62% (**FIG. 7**). O primeiro deles agrupou os tratamentos controle e pétala estandarte, o segundo foi formado pelo tratamento sem pétalas/com nectário, enquanto o terceiro deles, o tratamento pétala estandarte/sem nectário. O dendrograma mostra que o grupo controle apresentou similaridade no número indivíduos com o grupo G2 (apenas pétala estandarte e nectário) e G3 (sem pétalas com nectário).

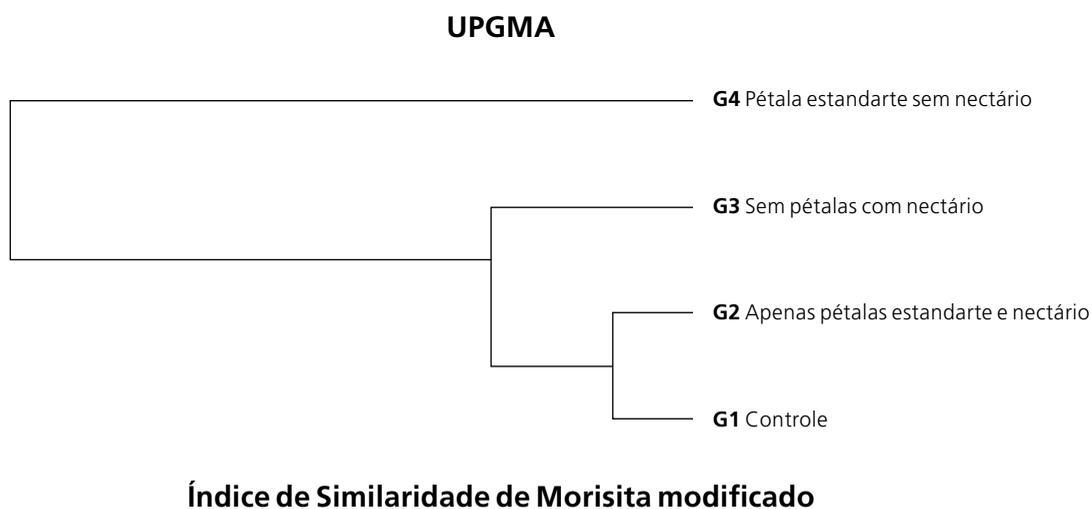


FIGURA 7. Dendrograma de similaridade entre a comunidade de visitantes florais de *V. pyramidalis* nos diferentes tratamentos, no município de Lençóis, na Chapada Diamantina, BA.

Discussão

As flores de *V. pyramidalis* apresentam similaridades quanto a morfologia floral e antese com as demais espécies do gênero *Vochysia* (SANTOS et al., 1997; GIMENES, 2007) sugerindo adaptações aos potenciais polinizadores (OLIVEIRA; GIBBS, 1994). Semelhante a *V. lucida* as flores na área de estudo abrem-se no início da manhã, logo após o nascer do sol (OLIVEIRA; GIBBS, 1994; GIMENES, 2007), mas diferem do encontrado por Santos e colaboradores (1997) em uma região de cerrado, onde as flores abrem em torno das 10h. O mecanismo de abertura da flor, o desprendimento do estame e a deposição secundária de pólen parecem ser características das espécies deste gênero (SANTOS et al., 1997; GIMENES, 2007). Este tipo de deposição secundária de pólen é classificado como “pseudoestame” (YEO, 1993).

O volume e a concentração de néctar produzido no decorrer do dia foram diferentes dos estudos realizados com outra espécie do gênero. Em *V. cinnamomea* o volume médio foi de 6,7 µl, quatro vezes maior que o volume encontrado em *V. pyramidalis*. Embora a concentração de equivalentes de sacarose tenha sido maior em *V. pyramidalis* (9%) (SANTOS et al., 1997).

Em relação ao horário que o néctar apresentou suas maiores concentrações (**FIG. 3**), é possível perceber que estes dados coincidem com os horários de maiores temperaturas (**FIG. 2**). Biesmeijer et al., (1999) cita a temperatura como um fator conhecido por influenciar nesta concentração. Para Roubik; Buchmann (1984) as abelhas geralmente coletam néctar no final da manhã ou no início da tarde, porque os períodos de maior radiação solar incidem mais na evaporação e o néctar conseqüentemente é muito mais concentrado nas flores e com maior teor de açúcar. No entanto, estes horários são também os que registraram as menores atividades dos visitantes florais (**FIG. 4**), possivelmente devido a demandas termorregulatórias. Segundo Willmer; Stone (2004), as abelhas e outros insetos ectotérmicos têm suas atividades relacionadas com os fatores ambientais como a temperatura, pois são afetados por este fator estando propensos ao calor.

No teste de Peroxidase para *V. pyramidalis* o estigma não se mostrou receptivo durante o período analisado (diurno), diferente do encontrado para flores de *V. cinnamomea* e *V. lucida* quando o estigma mostrou-se receptivo desde o momento da abertura da flor (SANTOS et al., 1997; GIMENES, 2007) dessa forma, não se descarta a possibilidade de uma falta de reação ao teste de Peroxidase para esta espécie.

As espécies de plantas que necessitam de polinizadores podem ser visitadas por poucas ou muitas espécies de insetos. A frequência de visitação e a abundância de visitantes geralmente varia ao longo do tempo, num dado espaço; durante um mesmo dia também se observam variações e preferências por certos horários e condições climáticas (BRUNET, 2009). No presente estudo observamos dois picos de visitação, no início e ao final do dia (**FIG. 4**). Esses picos coincidiram aos horários com maiores volumes de néctar e umidade relativa, menor temperatura e luminosidade. Então as variáveis climáticas ambientais podem influenciar a frequência dos visitantes florais em *V. pyramidalis* nos diferentes horários, assim como a quantidade de recurso disponível.

Semelhante a outras espécies de *Vochysia* observamos que as flores de *V. pyramidalis* são visitadas preferencialmente por abelhas (SANTOS et al., 1997; GIMENES, 2007). As flores desse gênero possuem características melitófilas, pois são zigomorfas, de cor amarela, néctar escondido, poucos estames e plataforma de pouso (FAEGRI; VAN DER PILJ, 1979).

Os visitantes florais mais frequentes foram abelhas de grande porte, especialmente *X. frontalis* e *X. grisescens*. Essa associação entre as flores de *Vochysia* e abe-

lhas de grande porte foram observadas em outros estudos (OLIVEIRA; GIBBS, 1994; SANTOS et al., 1997; GIMENES, 2007). Também foram observados borboletas e beija-flores. Segundo Gimenes (2007), estes visitantes podem ser considerados oportunistas ou pilhadores, pois raramente entram em contato com o estigma. Diferente do observado em outros estudos observamos que abelhas pequenas como *Partamona* sp. e *Nannotrigona aff testaceicornis* coletavam pólen ao caminhar pelo estilete. Estas espécies não foram citadas como visitantes florais nos estudos com *V. lucida* e *V. cinnamomea* (SANTOS et al., 1997; GIMENES, 2007).

Jones; Buchmann (1974) discutem sobre a atratividade da pétala estandarte em *Caesalpinia eriostachys*, ressaltando a existência de padrões ultravioleta que podem atuar como um sinal visual para polinizadores Hymenoptera. Os resultados encontrados com os testes de manipulação das pétalas de *V. pyramidalis*, demonstraram que o nectário é o principal atrativo aos visitantes florais desta espécie, uma vez que o grupo experimental G3 (Pétala estandarte, sem nectário) apresentou a menor taxa de visitação (**FIG. 6A**). Além disso, as diferenças significativas no número de visitantes ocorreram entre os tratamentos sem nectário (G3) e controle, e sem nectário e pétala estandarte (G2). Uma função que poderia estar associada a esta pétala é a de proteção dos demais órgãos reprodutivos e mesmo do nectário. Alguns autores citam esta função de proteção das pétalas (VIDAL; VIDAL, 2003)

Referências

BARBOSA, A. A. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia/MG**. 132p. Tese (Doutorado em Ecologia), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.

BIESMEIJER, J. C. et al. Nectar foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical and climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. **Apidologie**, v. 30, p. 43–55, 1999.

BRUNET, J. Pollinators of the Rocky Mountain columbine: temporal variation, functional groups and associations with floral traits: **Annals of Botany**, 103, p. 567–1578, 2009.

DAFNI, A.; MAUÉS, M. M. A. Rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. **Sexual Plant Reproduction**, v. 11, p.177–180, 1998.

FAEGRI, K.; PIJL, L. V. D. **The principles of pollination biology**. Pergamon Press: Oxford, England, 1979.

FRANKIE, G. W. et al. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. p. 411–447. In: C. E. JONES; R. J. LITTLE (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York. 1983.

GIMENES, M. Polinização de *Vochysia lucida* C. Presl (Vochysiaceae) em uma área de restinga na Bahia. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 4, p. 465–470, 2007.

GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P.; HARLEY, R. M. Vegetação e flora da Chapada Diamantina, Bahia. **Anais 4ª reunião especial da SBPC**. Feira de Santana, Bahia, Brasil, p.144–156, 1996.

JONES, C. E.; BUCHMANN, S. L. Ultraviolet floral patterns as functional orientation cues in Hymenopterous pollination systems. **Animal Behaviour**, v. 22, p. 481–485, 1974.

KAWASAKI, M. L. Vochysiaceae. p. 639–643. In: B. L. STANNARD (ed.) **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil**. Royal Botanic Gardens. Kew. 1995.

MACHADO, I. C.; LOPES, A.V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em caatinga. p. 435–461. In: I. R. LEAL; M. TABARELLI; SILVA, J. M. C. (Eds). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE, Recife, Brasil. 2003.

MAGURRAN, A. **Ecological Diversity and its measurement**. Cambridge, University Press. 1988. 70p.

OLIVEIRA, P. E. Reproductive biology, evolution and taxonomy of Vochysiaceae in Central Brazil. p. 381–393. In: S. J. OWENS; P. J. RUDALL (Eds). **Reproductive Biology in Systematics, Conservation and Economic Botany**. Royal Botanic Gardens, Kew. 1998.

OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p. 509–522, 1994.

REICHERT, L. M. M. **A importância dos dípteros como visitantes florais: uma revisão de literatura**. Trabalho acadêmico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS. 2010.

ROUBIK, D. W.; BUCHMANN, S. L. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest, **Oecologia**, v. 61, 1–10, 1984.

SANTOS, M. L.; AFONSO, A.P.; OLIVEIRA, P.E. Biologia floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em cerrados do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p. 127–132, 1997.

SILVA, C. I. **Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por *Xylocopa* spp. e interação com plantas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro**. 106p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Uberlândia, MG. 2009.

YEO, P. F. **Secondary pollen presentation: form, function and evolution**. Springer-Verlag, Wien. 1993.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica-Organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamas**. 4.ed. Minas Gerais: UFV, 2003. 124p.

WILLMER, P. G.; STONE, G. N. Behavioral, ecological, and physiological determinants of activity patterns of bees. **Copyright. Elsevier Inc**, v. 34. 2004.

Pollen resource partitioning of two stingless bee species (Apidae: Meliponini) and within-hive individual foraging niche structure

Javier Valverde Morillas¹
Thaline de Freitas Brito²
Bradford Rooney³
Zaline dos Santos Lopes⁴
Filipe Ferreira de Deus⁵

Resumo

A competição por nichos fundamentais entre espécies diferentes é considerada um dos principais fatores de divergência evolutiva e especialização. As abelhas sem ferrão (Meliponini) são modelos ideais para avaliar partição inter e intra-específica de recursos florais em abelhas eusociais. No presente estudo, nós avaliamos a divergência interespecífica de pólen entre duas espécies simpátricas de abelhas sem ferrão, *Scaptotrigona* sp. e *Nannotrigona testaceicornis*. Além disso, exploramos a partição no uso de recursos entre as abelhas de um mesmo ninho, utilizando uma nova abordagem em rede. O estudo foi realizado em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia (Brasil), em dois locais diferentes. Forrageiras de pólen retornando às suas respectivas colônias foram capturadas na entrada do ninho com uma rede entomológica e os aglomerados de pólen foram removidos individualmente e analisados por meio de ferramentas analíticas de diversidade clássicas. Foram identificadas até 39 morfoespécies de pólen. O número médio de morfos de pólen foi ligeiramente superior em *Scaptotrigona* sp. A composição polínica revelou diferenças menores entre colônias da mesma espécie do que entre colônias de espécies diferentes, o que reflete uma divergência no uso de recursos entre as abelhas de diferentes es-

1 Universidad de Granada (javi.val.mor@gmail.com)

2 Universidade Federal do Pará (thalinebrito@gmail.com)

3 University of Prince Edward Island (bradfordrooney@gmail.com)

4 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (zalinelopes@yahoo.com.br)

5 Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas (filipefedeus@yahoo.com.br)

pécies. A utilização de recursos de pólen mostrou uma diferenciação entre grupos de abelhas dentro do ninho. Este último achado indica uma estruturação dentro do ninho quanto à estratégia de forrageamento, indicando um comportamento generalista ao nível colônia e maior especialização em grupos de forrageiras.

Palavras-chave: Competição, nicho, *Scaptotrigona*, *Nannotrigona*.

According to Hutchinson's fundamental niche definition, a niche can be considered as an n-dimensional hypervolume of resource axes where each point in that space would correspond to a specific environmental condition (HUTCHINSON, 1957). Similarly for pollinating insects, the fundamental foraging niche could be conceptually understood as the n-dimensional hypervolume of floral resources which could be used by a certain species or individual. In this sense, axes would refer to flower resources and are orthogonal among them.

Competition for fundamental niches among different species is considered as one of the main driving factors of evolutionary divergence and specialization (TAPER; CASE, 1992). Species that occupy similar fundamental niches may reduce interspecific competition by partitioning resources in space or time (VICKRUCK; RICHARDS, 2012). In addition to this interspecific resource partitioning, sympatric niches may be segregated among groups or individuals of the same species. This niche variation between individuals in a population as a subset of the total population niche breadth helps to understand intraspecific adaptive divergence and individual specialization (BOLNICK et al., 2003; ROUGHGARDEN, 1974; 1972). This phenomenon has been documented for different species and its strength varies widely among taxa (BOLNICK et al., 2003; VAN VALEN, 1965). Despite the high occurrence of within-population niche partitioning, it is poorly understood how individuals within a population segregate their resources. The differential use of resources among individuals leads to several scenarios of niche variation among individuals. Thus, a population may be composed of groups of generalists only, specialists only, a combination of both or intermediate states of these, all of them having a certain degree of niche differentiation (ARAÚJO et al., 2010).

Stingless bees (Apidae, Meliponini) are a group of highly eusocial bees that occur in tropical and subtropical areas throughout the world (MICHENER, 2007). As in other social bees, one of the main activities performed by workers is the collection of nectar and pollen which are important dietary requirements (CANE; SCHIFFHAUER, 2001). These resources are collected and stored in the colonies to feed adult and immature bees. As in many other floral visitors, while collecting pollen and/or nectar from flowers, pollen grains can be adhered to various parts of the insect body and, as a result of subsequent flower visits, the bees may perform pollination (RAVEN et al., 2007). Bees are typically among the most effective pollinators,

especially in tropical ecosystems, where they pollinate up to 90% of angiosperms (OLLERTON et al., 2011). Social bees are considered to be generalist organisms in resource use as they visit multiple types of flowers to obtain resources (MICHENER, 2007). However, they can intensify collection from certain sources, which might indicate some degree of flower constancy, explained by the optimal foraging theory (MACARTHUR; PIANKA, 1966).

Stingless bees are ideal models to assess both inter- and intraspecific partitioning of floral resources in eusocial bees. The absence of stinger and the high number of individuals per colony make stingless bees easy handling organisms. In addition, different stingless bees species frequently occur in the same habitat, which might lead to competition for nesting sites and/or food resources (BIESMEIJER; SLAA, 2006; HUBBELL; JOHNSON, 1978). Eusocial bees, usually, are polylectic and show a labile preference for floral resources (THOMSON, 1982). Thus, preferences of individuals or groups might change over time, mainly due to learning or change in resource availability (WASER, 1986). Several studies have addressed interspecific competition among different meliponini species (e.g. EL SHAFIE et al., 2002; BIESMEIJER et al., 1999), but still there is scarce information on intraspecific competition and niche partitioning among bees from the same colony. Understanding interspecific and intraspecific resource partitioning is crucial to understand evolutionary mechanisms and pollination services provided by the bees in a specific ecosystem.

In the present study, we explore both the inter- and intraspecific resource partitioning as well as the resource partitioning within a nest, comparing the pollen resources collected by several colonies of two sympatrically occurring stingless bee species, *Scaptotrigona* sp. and *Nannotrigona testaceicornis*. The main goals of our study are (i) to characterize the foraging niches of *Scaptotrigona* sp. and *N. testaceicornis* in two distinct areas with different flower resource composition at a given time to identify possible overlapping at interspecific and intraspecific levels; (ii) to test the individual specialization hypothesis in both species; and (iii) to explore the within-colony structure of the daily foraging niche at the individual level.

Methods

Study site and bee species

The study was performed between December 10 and December 13, 2013, in Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia (Brazil). The plant community of the region, denominated as "campo rupestre", is composed mainly of herbaceous-shrub vegetation that develops on open rocky ground at elevations above 900 meters (BAWA, 1990). The local climate is classified as mesothermic, tropical semi-humid. Rainfall occurs

predominantly in the austral summer (November–January), with an average precipitation of 1138 mm. Monthly average rainfall varies from 35 mm (July and August) to 184 mm (December), resulting in marked dry and rainy seasons each year. Annual average temperatures vary between 22 and 25°C, with an average minimum yearly temperature of 15°C (GIULIETTI et al., 1996).

For our study, we investigated the pollen foraging of two stingless bee species, *Scaptotrigona* sp. and *N. testaceicornis*. The latter is a stingless bee that commonly nests in hollow (trees, fences, walls, etc). Colonies are comprised of around 2000–3000 individuals which are approximately 4mm in size (LINDAUER; KERR, 1960). It's geographical distribution covers a vast territory of tropical climate from northern Paraná, Brazil to the U.S, including various Brazilian states (SILVEIRA et al., 2002; MENDES et al., 2007). The nest entrance is usually short and is closed at night by bee guards that otherwise maintain a circular position around the entrance during the day (NOGUEIRA-NETO, 1970) (**FIG. 1A**).

Scaptotrigona Moure 1942 comprises 30 Neotropical species, of which 18 have been recorded in Brazil (MOURE et al., 2007). This genus contains many undescribed species and species complexes (SILVEIRA et al., 2002). Here we studied a so far undescribed *Scaptotrigona* species (*Scaptotrigona* sp. nov. Oliveira, in litt), therefore this study is among the first with an ecological scope that includes this species. Nests of this species usually use old termite nests and appear to be common in urbanized areas (**FIG. 1B**).



FIGURE 1. Nests of *Nannotrigona testaceicornis* (**A**) and *Scaptotrigona* sp. (**B**) from Lençóis, Bahia, Brazil.

Pollen collection

Two different sites (Blocks) were chosen for our study: Block A was situated at the town border near the forest (12°33'54.06" S/41°23'38.08" W), and Block B was situated in the garden of the Hotel Cantos das Águas (12°33'40.42" S/41°23'21.01" W).

Given the goal of assessing differences at inter- and intraspecific levels, each block consisted of two nests of the same species and a third of a different species. (Block A: two nests of *Scaptotrigona* sp. and one of *N. testaceicornis*; Block B: two nests of *N. testaceicornis* and one of *Scaptotrigona* sp.).

All nests were monitored on two days between 6:00 and 11:00 am to reduce possible temporal shifts in resource use. Pollen foragers returning to their respective colonies were caught at the nest entrance with an entomological net. To increase the efficiency in capturing the bees, the entrances of the colonies were blocked with cotton. As a result, the returning foragers accumulated in front of the nest and the bees carrying pollen could easily be identified and captured. At each collecting event, twenty individuals per colony were caught and released after manipulation. Pollen pellets were removed from the corbiculae of the individuals using sterilized needles and placed separately in 1 ml eppendorfs containing 0.1 ml of 70% ethanol.

Pollen analysis

The eppendorf content was emulsified by shaking and was subsequently prepared on microscope slides for analysis. Each slide contained a drop of the prepared pollen-containing solution from a single forager. Using a light microscope, we classified the morphological pollen types present on each slide. As the identification of pollen to the plant species level was not possible, pollen loads were grouped into morphospecies following morphological aspects such as size, apertures, wall designs, and form. Thus, we created a pollen image library and analyzed our pollen loads based on this classification. During pollen identification, we were cautious when grouping into morphological types. Similar morphs were grouped as one single morph in order to avoid overestimation of the number of morphospecies due to potential slight differences between pollen grains of the same species owing to aborted or malformed pollen grains. A semi-quantitative evaluation of percentual occurrence of each morphological pollen type per slide was assessed. To estimate these values each slide was entirely scanned to control for possible border effects. A minimum of ten areas (range 10-15 areas) within each slide was chosen for the pollen counts. This number of areas was sufficient for a good estimation of the pollen composition, as samples showed a very homogenous distribution. For estimating the frequency of each morphological pollen type in the sample, we counted and classified all pollen grains within these ten areas. Slides that contained more than 95% of a single morphotype found in all pollen grains were considered "pure samples". Therefore, pollen morphotypes with less than 5% abundance for an entire slide were omitted to eliminate effects of possible contaminations.

Data analysis

- (I) **FORAGING NICHE:** For each studied species we characterized their foraging niche as the composition, abundance and richness of pollen morphs collected by the bees. By means of a Kolmogorov-Smirnov test we compared among blocks the diversity of pollen morphs collected by bees measured as compositional richness.
- (II) **INTER- AND INTRASPECIFIC OVERLAP IN FORAGING NICHES:** As a proxy of niche overlap, the Morisita-Horn dissimilarity index was used to assess compositional differences between each level considered in the study. As we assumed niche overlap and ecological similarity concepts as identical, this index was chosen over more classic indices, such as Pianka's niche overlap index, due to its low sensibility to rare species and potential under-sampling issues (JOST et al., 2011) and its perceived precision (LINTON, 1981). Distance dendrograms based on the Morisita-Horn index were plotted to graphically observe the dissimilarity structure of all colonies.

Due to our experimental design intraspecific comparisons were done only in the block that contained two colonies of the respective species (*Scaptotrigona* sp: Block A; *N. testaceicornis*: Block B). Interspecific comparisons, on the other hand, were done in all blocks and colonies studied.

We assigned significance-levels to the pairwise comparisons by comparing the observed value between two colonies with the distributions of values obtained by a random reassignment by permutations of colony pertinence for each bee. For each pairwise comparison, randomization was completed 999 times and compared to the observed value to determine if this was within the 0.95 probability range defined by the randomization. This procedure was done for each day and block at both inter- and intraspecific level, which allowed between-colony comparison of the pollen resources collected. Thus, we could assess whether the spatial, temporal and intra- and interspecific variations found by the Morisita-Horn index were due to random effects or real biological effects. We used the R software package "Vegan" to calculate dissimilarity indexes (OKSANEN et al., 2013), and personal scripts developed in R for estimations via simulations of the expected dissimilarity index.

- (III) **WITHIN-COLONY FORAGING NICHE STRUCTURE:** Network analytical tools were used to assess the within-colony variation of pollen resources at the individual level. Network analyses have shown high performance in describing complex systems in ecology (GÓMEZ et al., 2011; JORDANO et al., 2003), and, specifically, have been used to describe intraspecific diet variation (ARAÚJO et al., 2011; 2010). For this purpose, Araújo et al., (2010) developed a novel method based on graph theory analytical tools which assess inter-individual resource use-variation within a population. This method uses

three parameters to describe resource use-variation: inter-individual resource use-variation, clumping degree of individuals in resource use-similarity, and nestedness in the resource use-range between individuals. Here we use this approach to describe within-colony foraging niche variation among bees.

The inter-individual foraging niche variation was measured with the index E, a pairwise based overlapping index. This index varies from 0 to 1, where 0 indicates complete overlap of foraging niche between individuals, and 1 indicates maximum variation in foraging niches. This value is a measure of foraging niche variation between individuals, which can be due to differences in the width and/or the composition of foraging niches. Therefore, supplementary indices are necessary to properly characterize the foraging niche structure. Nestedness measures the degree to which an individual's foraging resources are a subset of the range of food plants used by the population and, therefore, describes non-random patterns in the topology of a bipartite network (BASCOMPTE et al., 2003). For our analysis, we calculated the NODF index (ALMEIDA-NETO et al., 2008), a widely used and accepted bipartite nestedness, which varies in value from 0 to 100. Where networks are perfectly nested, the value approaches 100. Values close to 50 indicate random networks, and values below 50 indicate another non-random structure of the network as 'checkerboard' or perfect clustered patterns in the incidence matrix. Clustering degree in foraging niche within bees is the final index we used to describe within colony structure. There are several algorithms for finding modules within a network (FORTUNATO, 2010), all of which are computationally intensive and based in rearranging module nodes to maximize network modularity. Network modular configuration is maximized until nodes clustered within a group have more intra-group connections than with nodes outside of their group. There are several ways of calculating modularity, and we followed the one proposed by Araújo et al., (2010). This index, C_{ws} , ranges from -1 to 1, where low negative values indicate no clustering and high positive values high clustering (ARAÚJO et al., 2010). All these indexes were obtained using the R software package RInSp (ZACCARELLI et al., 2013).

Furthermore, to graphically portray the within colony structure of pollen resources at site level, modularity and modules identities were calculated with a novel quantitative method developed by Dormann; Strauss (2014). This approach uses a simulated annealing method to find the most modular network taking into account link weights (DORMANN; STRAUSS, 2014; NEWMAN, 2004). This algorithm output also shows the number of modules and the assignation of each case to each module. Modules here can be interpreted as the n-dimensional space of pollen resources used by that group of bees, or in other words as a proxy of their foraging niche. The R software package Bipartite was used for calculating and representing modularity in our networks (DORMANN et al., 2009; 2008). All analyses and scripts for the present study were performed with the statistical program R (R CORE TEAM, 2013).

Results

Foraging niche

In our study, we identified a total of 39 pollen morphospecies. The average number of pollen morphs (richness) was slightly higher in *Scaptotrigona* sp. (26 pollen types) than in *N. testaceicornis* (25 pollen types) (see Table 2 for a detailed compositional description). By contrast, the proportion of bees returning with a single pollen type (pure samples, i.e. those containing pollen grains of only one morphotype) was slightly lower in *Scaptotrigona* sp. (0.62 ± 0.13 , average and standard deviation reported from now on) than in *N. testaceicornis* (0.74 ± 0.28) (**TAB. 1**). Comparing the observation sites (Block A, Block B), we found that the average richness of pollen morphotypes per individual was significantly higher in colonies in Block A compared to those in Block B (Kolmogorov-Smirnov test; $D=0.31$; $p=5.7 \times 10^{-5}$), and the average proportion of pure individuals was lower (0.51 ± 0.15 in block A; 0.85 ± 0.11 in block B) (**TAB. 1**).

TABLE 1. Average pollen morphotypes richness per individual and proportion of 'pure' individuals (only one morphotype) for each nest. Averages and standard deviations are reported.

Block	Species	Nest	NUMBER OF POLLEN MORPHOTYPES COLLECTED			
			Day	Total	Average per individual	Proportion of 'pure' individuals
A	<i>N. testaceicornis</i>	1	1	9	2.12 ± 0.93	0.29
			2	7	1.50 ± 0.51	0.50
	<i>Scaptotrigona</i> sp.	1	1	6	1.68 ± 0.67	0.47
			2	8	1.47 ± 0.61	0.74
		2	1	10	1.88 ± 1.05	0.47
			2	5	1.55 ± 0.76	0.60
Average				1.69 ± 0.78	0.513 ± 0.15	
B	<i>N. testaceicornis</i>	1	1	1	1.00 ± 0.00	1
			2	5	1.10 ± 0.31	0.90
		2	1	7	1.13 ± 0.35	0.87
			2	5	1.10 ± 0.31	0.90
	<i>Scaptotrigona</i> sp.	1	1	10	2.00 ± 0.93	0.70
			2	10	1.36 ± 0.60	0.74
Average				1.27 ± 0.59	0.85 ± 0.11	

TABLE 2. Incidence matrix reflecting the composition of pollen collected by *N. testaceicornis* and *Scaptotrigona* sp. bees belonging to surveyed hives each day. Darker squares denotes pollen morphotypes most collected by bees.

BLOCK		A						B					
Sp.		Nn		Sc				Nn				Sc	
Nest		1		1		2		1		2		1	
Day		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Pollen Morphotype	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												
	21												
	22												
	23												
	24												
	25												
	26												
	27												
	28												
	29												
	30												
	31												

Pollen Morphotype	32												
	33												
	34												
	35												
	36												
	37												
	38												
	39												

Inter- and intraspecific overlap in foraging niches

In general, pollen composition showed smaller differences between colonies of the same species than between colonies of different species (**TAB. 3**). At the intraspecific level, the Morisita-Horn dissimilarity index value ranged from 0.1667 to 0.4184 while at interspecific level it ranged from 0.4443 to 0.9239. These differences showed to be significant more frequently at interspecific level than at intraspecific level (**TAB. 3**).

TABLE 3. Intra- and interspecific differences among nests for each species measured with the Morisita-Horn index. Values for *Scaptotrigona* sp. were obtained from block A while values for *N. testaceicornis* were obtained from block B. Because of the unequal number of colonies from each species at each block, intra and interspecific comparisons are also unequal. Resulting significant values from permutation tests are indicated with “*”.

SPECIES	COMPARISON LEVEL			
	DAY	INTRASPECIFIC	INTERSPECIFIC	
<i>Scaptotrigona</i> sp.	1	0.167	0.924*	0.906
	2	0.297	0.447	0.444
<i>N. testaceicornis</i>	1	0.275*	0.876*	0.542
	2	0.418	0.912*	0.689*

These results are corroborated by the distance dendrogram (**FIG. 2**). A general pattern of higher dissimilarity patterns can be seen as going from intra to interspecific level. These dissimilarities also showed a remarkable spatial pattern as high differences can be seen between blocks. Depending on the colony different degrees of temporal changes in pollen composition can be seen. For example, in *Scaptotrigona* colonies a higher dissimilarity in pollen composition between days in the same colony was found than among nests of the same species at the same day. On the

other hand, in *Nannotrigona* colonies this pattern is not so evident since one of the studied nests showed a high temporal constancy in pollen composition.

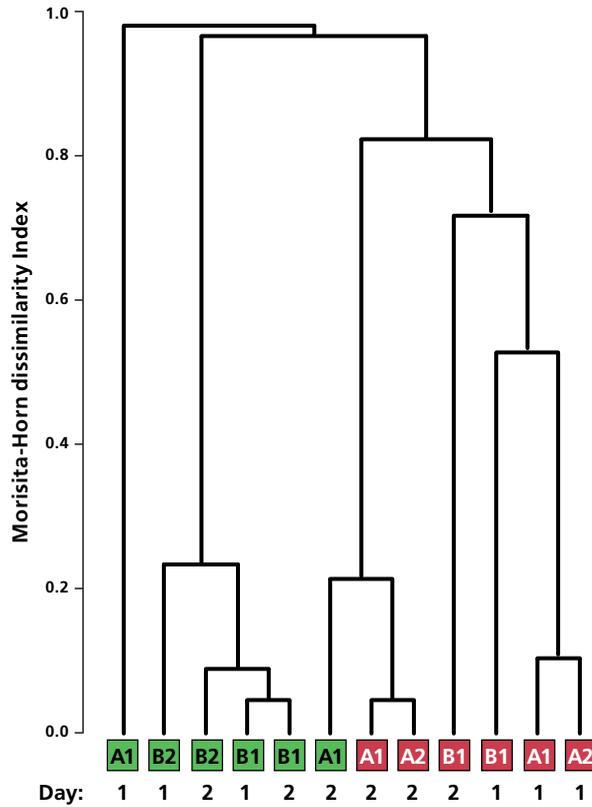


FIGURE 2. Dendrogram based on Morisita-Horn dissimilarity index on pollen load composition between samplings. Each dendrogram tip remarks the block assignment (A or B) and nest (1 or 2), as the species (*N. testaceicornis*: Green; *Scaptotrigona* sp.: Red), both sampling days are plotted.

Within-colony foraging niche structure

Inter-individual foraging niche variation (E) showed high variability among colonies, with values ranging from almost 0 (complete overlap) to a maximum of 0.88 (almost no overlap). On average, niche variation ranged from $E = 0.64 \pm 0.09$ (*Scaptotrigona* sp.) to $E = 0.50 \pm 0.12$ (*N. testaceicornis*). This finding points to considerable differences among bees concerning the pollen resources collected, with the

exception of one colony on one day (*N. testaceicornis*, Block B, Nest 1, day 1), where all bees presented the same breadth and only one kind of pollen resource (TAB. 4).

Nestedness varied widely among colonies, ranging from 57 (random network) to 0 (not nested nor random). Colonies of *Scaptotrigona* sp. showed to be closer to a random network than those from *N. testaceicornis* (*Scaptotrigona* sp.: 30.70 ± 6.21 ; *N. testaceicornis*: 11.87 ± 5.87). This finding indicates that individual bees in colonies of *N. testaceicornis* are not sub-sampling from other bees pollen composition from the same colony indicating some other non-random pattern in the pollen-bee matrix at colony level (TAB. 4).

TABLE 4. Network indices for each nest and day. NODF, Nestedness index. E, overlapping index. C_{ws} , modularity index. QuanbiMod, Dorman's and Strauss modularity index. Modules, number of modules found through Dorman and Strauss modularity method.

Block	Species	Nest	Day	E	NODF	C_{ws}	QuanbiMod	Modules
A	<i>N. testaceicornis</i>	1	1	0.00	28.54	0.22	0.59	4
			2	0.50	30.99	–	0.44	5
	<i>Scaptotrigona</i> sp.	1	1	0.83	25.97	–	0.66	7
			2	0.26	57.00	0.03	0.2	4
		2	1	0.59	39.01	–	0.47	6
			2	0.74	0.00	–	0.69	6
B	<i>N. testaceicornis</i>	1	1	0.66	31.91	–	0.57	4
			2	0.88	9.80	–	0.80	9
		2	1	0.00	0.00	0.00	–	1
			2	0.40	8.67	–	0.37	4
	<i>Scaptotrigona</i> sp.	1	1	0.77	9.92	–	0.71	6
			2	0.54	13.67	0.12	0.51	4

In accordance with above analysis, evaluating nestedness using the index proposed by Araújo et al., (2010), we also determined high variation among colonies, days and blocks using the method proposed by Dormann and Strauss (2014). The algorithm revealed between 1 and 9 modules within each colony (FIG. 3). The modules found here varied widely in terms of the number of individual bees and pollen morphospecies within each module, from 1 pollen morphospecies and a single bee, to modules with several morphospecies and bees.

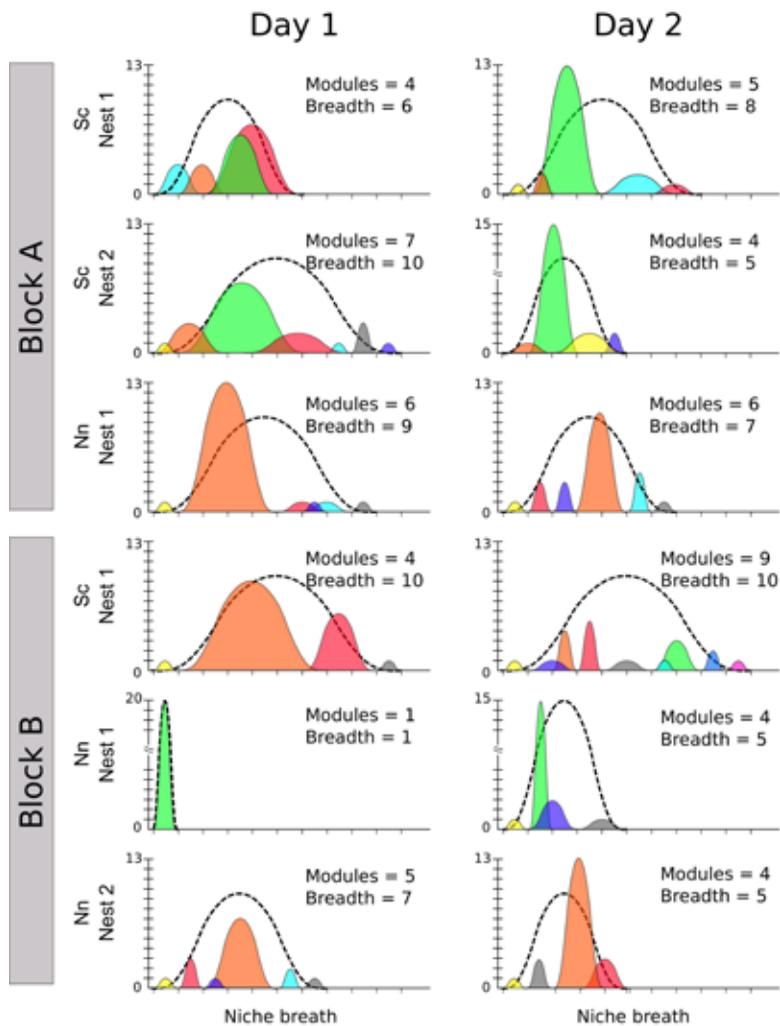


FIGURE 3. Idealized models of within-colony resource use structure for each nest and day. Models are based on the network indexes of Nestedness (NODF), inter-individual resource variation (E) and number of modules calculated via Dormann & Strauss algorithm. Horizontal axis represents an hypothetical unidimensional axes of resource use. Vertical axis represent the number of individuals in a module. Dashed lines denotes the overall niche breadth for the colony in that day. It is important to point that horizontal axis is an unordered axis and do not show concordance between plots. (Sc: *Scaptotrigona* sp. Nn: *Nanotrigona testaceicornis*).

Discussion

Our findings showed differences among bees in their pollen load composition and richness, reflecting differences concerning floral constancy among individual bees. Individual bees sampled for pollen morphotypes varied from 1 to 3 morphotypes per individual, whereas the entire morphotype richness for each colony sampled

varied from 5 to 10, with the exception of one colony on the first day of our study, in which all individuals carried the same pollen morphotype. These differences in floral constancy among bees showed a strong spatial pattern as pollen morphotype richness collected by individual bees differed greatly between blocks. There was a much greater richness of morphotypes per individual at Block A than at Block B for both species than there was between species. This suggests that resource availability is a key factor concerning floral constancy in bees, as differences in floral composition are expected between blocks due to spatial heterogeneity in the area studied. However, this spatial variation was not evident in the total morphotype richness at colony level, as there was not a significant difference between blocks. Therefore, it is likely that a resource-related influence in Block A caused greater generalist behavior at the individual level, while the foraging niche breadth remained relatively even, with the exception of *Nannotrigona testaceicornis* nest 1 in Block B, which used the narrowest range of pollen resources. The variation of individual-level resource use between blocks is likely attributed to the proximal floral community and the distribution of pollen resources at various spatial axes around the colonies.

Our results clearly show a consistent pattern of niche partitioning between colonies of different species while pollen resources overlapped between colonies of the same species. These results were consistent both temporally (between days) and spatially (between blocks). Several works have shown similar spatio-temporal food niche partitioning among different bees species (EL SHAFIE et al., 2002; WILMS; WIECHERS, 1997; ROUBIK, 1993; JOHNSON, 1986), and, more specifically, among stingless bees (ELTZ et al., 2001; SOMMEIJER et al., 1983; JOHNSON; HUBBELL, 1974). Thus, differences in pollen composition found here might be due to the segregation of food niches as a result of competition for pollen resources among both species. Nevertheless we are aware that other mechanisms can be responsible for these results, such as social learning from other colony members, which can lead to different foraging niches among species if resources in the environment are abundant (HUBBELL; JOHNSON, 1978). However, the high similarities concerning pollen types found among colonies from the same species weakens this learning hypothesis.

Differences concerning the pollen types collected by the colonies found between our experimental sites (Block A, Block B) may reflect spatial dissimilarities in resource availability. The vegetation of the study area is highly diverse (GIULIETTI et al., 1996). Additionally, as the experiment had been performed near the village of Lençóis, cultivated species in gardens close to the experimental sites putatively increased the spatial beta diversity. Furthermore, temporal turnover in flowering species due to asynchrony in flowering may have been responsible for temporal variations among colonies concerning the resources collected. In Block A, we observed a convergence in resource use by both bee species on the second day of our study mainly due to the high occurrence of a new pollen morphospecies in the samples on the second day (Morphospecies 29; Table 1), maybe owing to the onset of a

mass-flowering of this species. It has been demonstrated that pollinator preferences are influenced by flower density (HEITHAUS et al., 1982). Thus, flowering time and synchrony among flowering plants, the so called “plant pollinator market” (FILELLA et al., 2013) can affect and shape species preferences in foraging (ELZINGA et al., 2007). Therefore, it could be postulated that during the life time of two nests of different species, temporal variations in their niche overlap could occur (ELTZ et al., 2001). Despite this, we think that, as observed in other bees from the Meliponini group (BIESMEIJER et al., 1999), niche differentiation does exist among these two species. Several factors might affect the foraging activity onset of the two species and explain this niche differentiation. Body size can influence foraging activity on a certain species at the within-day scale (MUNIZ et al., 2013). Scent-marking on floral resources is very characteristic on stingless bees and this might help attracting colony partners (REICHLER et al., 2011; SCHORKOPF et al., 2011) and dissuade other species.

Any variation in resource use by bees within a colony has to be interpreted with caution. First, eusociality is subject to kin selection (CROIZER; PAMILO, 1996) and therefore some ambiguity can exist on what an individual is at the within-colony level, from an evolutionary point of view. Second, there is clear variation over time concerning the resources use by individuals, determined by individual floral constancy (BOLNICK et al., 2003). Despite this, our goal in this study was not to demonstrate individual specialization, but to use novel tools to describe how ecological pollination services by a colony in a certain area are influenced by within-colony variation and structuration in resource use. Our results show a strong structuration at within-colony level in resource partitioning among bees. Depending on the nest and day, different patterns of structuration were shown. We found evidence of clusters of bees from the same colony collecting the same subset of pollen resource, and these clusters varied in number and size among nests. These groups of bees are the evidence of self-organization of the colonies in foraging patterns, which maintain the generalist pollination services of the whole colony while conserving the specialization at individual level.

Eusociality has appeared several times during evolution among the Hymenoptera (LOCKHART; CAMERON, 2001). This characteristic confers coherent structured behavior of the colonies and allows for the optimization of resource exploitation on colony-level. How individuals in the colony determine foraging choices is based on genetic characteristics (RANGER; O'DONNELL, 1999) and is strongly influenced by innate and social information (BIESMEIJER; SLAA, 2006; 2004). These sources are: individual characteristics (e.g. memory on preference), information from colony mates within or outside of the nest, as well as from heterospecific and conspecific individuals from different colonies in the field (BIESMEIJER; SLAA, 2004). All these sources of information shape self-organization of foraging processes in eusocial bees. Presence of heterospecific individuals in the field may cause attraction or exploitation competition, indicating competitive exclusion among flower visitors

(BIESMEIJER; SLAA, 2004; GOULSON, 2003). Pre-established genetic preferences might dictate a potential niche breadth of a bee species while resource availability and competitive exclusion at some resources result in narrower realized food niches. Finally, within-colony structure and foraging niche distribution among individuals might be driven by information exchange among colony mates. In our study, we show a wide variability in resource partitioning within colonies and spatio-temporal changes in these foraging strategies. Because of temporal and spatial turnover in floral resources and appearance of new competitors in the field, this structure might be difficult to determine and predict. Nevertheless we believe that, as in all complex systems, there may be emergent properties which deserve to be studied.

Acknowledgements

We thank the professors that administered the 2013 International Pollination Course, the organizers Dr. Blandina Felipe Viana, Dr. Fabiana Oliveira da Silva, and Msc. Juliana Hipólito. A special thanks to Dr. Peter Kevan and all sponsors involved in this initiative. We thank our colleagues for the best moments we had during this course and Melissa Sobrinho for giving us support during data collection. To the wonderful hospitality of the community of Lençóis city as well as the management and employees of the Hotel Canto das Águas for supporting us during our stay, preparing the best food in the world, our thanks. Bees studied here were identified by Favízia Oliveira, and a final thank you to her.

References

ALMEIDA-NETO, M. et al. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: Reconciling concept and measurement. *Oikos*, v. 117, n. 8, p. 1227–1239, 2008.

ARAÚJO, M. S. et al. Nested diets: A novel pattern of individual-level resource use. *Oikos*, v. 119, n. 1, p. 81–88, 2010.

ARAÚJO, M. S.; BOLNICK, D. I.; LAYMAN, C. A. The ecological causes of individual specialization. *Ecology Letters*, v. 14, p. 948–958, 2011.

BASCOMPTE, J. et al. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 100, n. 16, p. 9383–93, 2003.

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

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J. Information flow and organization of stingless bee foraging. **Apidologie**, v. 35, n. 2, p. 143–157, 2004.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**, v. 37, p. 240–258, 2006.

BIESMEIJER, J. C. et al. Niche differentiation in nectar-collecting stingless bees: the influence of morphology, floral choice and interference competition. **Ecological Entomology**, v. 24, p. 380–388, 1999.

BOLNICK, D. I. et al. The ecology of individuals: Incidence and implications of individual specialization. **The American Naturalist**, v. 161, n. 1, p. 1–28, 2003.

CANE, J. H.; SCHIFFHAUER, D. Pollinator genetics and pollination: Do honey bee colonies selected for pollen-hoarding field better pollinators of cranberry *Vaccinium macrocarpon*?. **Ecological Entomology**, v. 26, n. 2, p. 117–123, 2001.

CROIZIER, R. H.; PAMILO, P. **Evolution of social insect colonies: sex allocation and kin selection**. New York: Oxford University. 1996.

DORMANN, C. F.; STRAUSS, R. A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. **Methods in ecology and Evolution**, v. 5, n. 1, p. 90–98, 2014.

DORMANN, C. F.; GRUBER, B.; FRÜND, J. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. **R news**, v. 8, n. 2, p. 8–11, 2008.

DORMANN, C. F. et al. Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. **The Open Ecology Journal**, v. 2, p. 7–24, 2009.

EL SHAFIE, H. A. F.; MOGGA, J. B. B.; BASEDOW, T. H. Studies on the possible competition for pollen between the honey bee, *Apis mellifera sudanensis*, and the imported dwarf honey bee *Apis florea* (Hym., Apidae) in North-Khartoum (Sudan). **Journal of Applied Entomology**, v. 126, n. 10, p. 557–562, 2002.

ELZINGA, J. A. et al. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. **Trends in Ecology and Evolution**, n. 22, v. 8, p. 432–439, 2007.

ELTZ, T. et al. Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. **Insectes Sociaux**, n. 48, p. 273–279, 2001.

- FILELLA, I. Floral advertisement scent in a changing plant-pollinators market. **Scientific reports**, v. 3, p. 3434, 2013.
- FORTUNATO, S. Community detection in graphs. **Physics Reports**, v. 486, p.75–174, 2010.
- GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P.; HARLEY, R. M. Vegetação e flora da Chapada Diamantina, Bahia. **Anais da 4ª Reunião Especial da SBPC**, Feira de Santana, 4, p. 144–156, 1996.
- GÓMEZ, J. M.; PERFECTTI, F.; JORDANO, P. The functional consequences of mutualistic network architecture. **PLoS ONE**, v. 6, n. 1, e16143, 2011.
- GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p.1–26, 2003.
- HEITHAUS, E. R. et al. Cumulative effects of plant-animal interactions on seed production by *Bauhinia unguolata*, a neotropical legume. **Ecology**, v. 63, p. 1294–1302, 1982.
- HUBBELL, S. P.; JOHNSON, L. K. Comparative foraging behavior of six stingless bee species exploiting a standardized resource. **Ecology**, v. 59, n. 6, p. 1123–1136, 1978.
- HUTCHINSON, G. E. Concluding remarks. Cold Spring Harbor *Symp. Quantitative Biology*, v. 22, p. 415–427, 1957.
- JOHNSON, R. A. Intraspecific resource partitioning in the bumble bees *Bombus ternarius* and *B. pennsylvanicus*. **Ecology**, v. 67, n. 1, p. 133–138, 1986.
- JOHNSON, L. K.; HUBBELL, S. P. Aggression and competition among stingless bees: field studies. **Ecology**, v. 55, p. 120–127, 1974.
- JORDANO, P.; BASCOMPTE, J.; OLESEN, J. M. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. **Ecology Letters**, v. 6, n. 1, p. 69–81, 2003.
- JOST, L.; CHAO, A.; CHAZDON, R. L. Compositional similarity and β (beta) diversity. p. 66–94. In: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Biological diversity: frontiers in measurement and assessment**. Oxford University Press. 2011.
- LINDAUER, M.; KERR, W. E. Communication between the workers of stingless bees. **Bee World**, v. 41, p. 29–41 & 65–71, 1960.

- LINTON, L. R.; DAVIES, R. W.; WRONA, F. J. Resource utilization indices: An assessment. **Journal of Animal Ecology**, v. 50, p. 238–292, 1981.
- LOCKHART, P. J.; CAMERON, S. A. Trees for bees. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 16, n. 2, p. 84–88, 2001.
- MACARTHUR, R. H.; PIANKA, E. R. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, p. 603–609, 1966.
- MENDES, M. F. M. et al. Intra-populational variability of *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier 1836 (Hymenoptera, Meliponini) using relative warp analysis. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 147–153, 2007.
- MICHENER, C. D. *Lisotrigona* in Thailand, and the male of the genus (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 80, n. 2, p. 130–135, 2007.
- MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region**. Sociedade Brasileira de Entomologia, Curitiba. 2007. 1058p.
- MUNIZ, J. M. et al. Patterns and mechanisms of temporal resource partitioning among bee species visiting basil (*Ocimum basilicum*) flowers. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 7, n. 5, p. 491–502, 2013.
- NEWMAN, M. E. J. Fast algorithm for detecting community structure in networks. **Physical Reviews E**, v. 69, p. 066133, 2004.
- NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1970. 365p.
- OKSANEN, J. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-10. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. Acesso em: 20 dez. 2013.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.
- RANGER, S.; O'DONNELL, S. Genotypic Effects on Forager Behavior in the Neotropical Stingless Bee *Partamona bilineata* (Hymenoptera: Meliponidae). **Naturwissenschaften**, v. 86, p. 187–190, 1999.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**.
Org: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em:
<<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**, 7ª ed, Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007.

REICHLE, C. et al. Stingless bees (*Scaptotrigona pectoralis*) learn foreign trail pheromones and use them to find food. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 197, p. 234–249, 2011.

ROUGHGARDEN, J. Evolution of niche width. **The American Naturalist**, v. 106, p. 683–718, 1972.

ROUGHGARDEN, J. Species packing and the competition function with illustrations from coral reef fish. **Theoretical Population Biology**, v. 5, p. 163–186, 1974.

ROUBIK, D. W. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum 'preferences'. **Journal of Insect Behaviour**, v. 6, p. 659–673, 1993.

SCHORKOPF, D. L. P. et al. Pheromone paths attached to the substrate in meliponine bees: helpful but not obligatory for recruitment success. **Journal of Comparative Physiology A**, 197, p. 755–764, 2011.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas do Brasil: Sistemática e identificação**. 1ª ed, Belo Horizonte. 2002. 253p.

SOMMEIJER, M. J. et al. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym. Meliponinae) and honeybees (Hym. Apinae) in Trinidad, West-Indies. **Apidologie**, v. 14, p. 205–224, 1983.

TAPER, M. L.; CASE, T. J. Models of character displacement and the theoretical robustness of taxon cycles. **Evolution**, v. 46, p. 317–333, 1992.

THOMSON, J. D. Patterns of visitation by animal pollinators. **Oikos**, v. 39, p. 241–250, 1982.

VAN VALEN, L. Morphological variation and width of ecological niche. **The American Naturalist**, v. 99, p. 337–390, 1965.

VICKRUCK, J. L.; RICHARDS, M. H. Niche partitioning based on nest site selection in the small carpenter bees *Ceratina mikmaqi* and *C. calcarata*. **Animal Behaviour**, v. 83, p. 1083–1089, 2012.

WASER, N. M. Flower constancy: definition, cause and measurement. **The American Naturalist**, v. 127, p. 593–303, 1986.

WILMS, W.; WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie**, v. 28, p. 339–355, 1997.

ZACCARELLI, N.; MANCINELLI, G.; BOLNICK, D. **RInSp: R Individual Specialization (RInSp) package version 1.0**. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=RInSp>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

Visitation rate in *Turnera subulata*: the importance of nectar guide morphology as a visual cue for bees

Amélie Gervais¹
Genevieve Rowe²

Abstract

The impact of flower symmetry and nectar guide authenticity on bee visitation was examined using *Turnera subulata* found in Lençóis, Brazil. The study has been performed during three days where a total of 84 flowers divided in six treatments were sampled. It was found that the alteration of nectar guide has a more important impact in bee visitation rate than the alteration of symmetry. The control received significantly more visitation each day than the asymmetric treatment, which received more visitation than the nectar guide alteration treatments. The study was able to confirm the importance of nectar guide for bee visitation.

Key-words: Hymenoptera, floral visitors, flower morphology, Chapada Diamantina.

The methods of communication between flower and pollinator have long been studied (MAYER et al., 2011). Flowers need to display their rewards in order to at-

1 Université Laval, Québec, Canada (amelie.gervais.3@ulaval.ca)

2 York University, Toronto, Canada (genevieve.rowe@ymail.com)

tract appropriate pollinators. Nectar guides have long been shown to be extremely important in directing pollinators to floral rewards. This means of communication is one that is extremely important for the continuation of many species, both plant and pollinator alike. In 1995, Møller showed that nectar production was higher in larger, symmetric flowers. He suggested that there existed an element of higher fitness levels in more symmetrical flowers. Pollinators, namely bumblebees, were rewarded with higher levels of nectar in the most symmetrical flowers. As such, pollen transport increased in those individuals who displayed what Møller (1995) considered a higher quality phenotype — that is, more symmetrical.

The morphology of the nectar guide varies greatly, but some consistencies have been shown to exist across all families of angiosperms. In general, the shape of the nectar guide is constrained to the shape of the petal contour (DAFNI; KEVAN, 1996). Furthermore, nectar guides represent areas of the flower that are of high contrast relative to a neutral background (iBid). Thus, decreasing contrast within nectar guides by manipulating them results in a morphology that is not preferred by floral visitors (WASER; PRICE, 1985).

The aim of this study is to assess the effect the morphology of the nectar guide has on the visitation rate in bees. Because previous studies suggest that nectar guides exist in order to ensure that floral rewards can be located and extracted efficiently, we predict that a change in the general morphology of the nectar guide will result in a decrease in the visitation rate in bees.

Materials and methods

Study site and flower

We chose a study site in the semi-arid region of Lençóis, Bahia, Brazil (12°33'54.49"S, 41°23'33.94"O, altitude ~445 m). Known to offer a large biodiversity of angiosperms and bees, this ecoregion represents an ideal location to study the effect of nectar guide morphology on the visitation rate in bees. Abundant in the town of Lençóis, *Turnera subulata* (Turneraceae) is a model organism for several reasons: (1) it is known to have a large diversity of pollinators and floral visitors, (2) it has very distinct nectar guides, (3) it is easily accessible (reaching a maximum height of roughly one metre), and (4) the scent is held in the gynoecium thereby allowing for manipulation of the nectar guide without affecting the overall scent of the flower. Perhaps most importantly, however, is that *T. subulata* drops its flowers every day, which are succeeded by new ones the next. The latter meant that any of our previous days' manipulations were not affecting the next day's experimental procedure. Another element of note with respect to *T. subulata* was that previous studies have shown

that visitation rates are highest at the onset of anthesis (SCHLINDWEIN; MEDEIROS, 2006). The latter was considered in our analysis.

Experimental design

To determine the importance of nectar guides on the floral visitation rate in bees, a series of treatments (six; see **TAB. 1**) to create asymmetry in the nectar guide, or to affect the contrast of the nectar guide to its neutral background, were performed over three days¹ (December 10, 11 and 12, 2013). The time of anthesis in *T. subulata* (7:15AM to 10:30AM) was divided in to three time blocks: 7:45–8:15AM, 8:30–9:00AM and 9:15–9:45AM. For each time block, two isolated bushes of *T. subulata* were manipulated and used to assess the visitation rate in bees. Each bush contained the same number of total flowers throughout the experiment, and all flowers being assessed in a given time block were facing the same direction and were at the same height in the bush.

On the first day, three repetitions for the first four treatments were executed for a total of twelve flowers tested. For the second and third day, two bushes were sampled at the same time. Three repetitions for each treatment have been executed for a total of 36 flowers sampled per day. To maintain consistency, visitation rate in this study represented a bee landing on the flower. For each landing, a score of one visitation for that flower was counted.



FIGURE 1. *Catharanthus roseus* (Gentianales: Apocynaceae) used to manipulate the nectar guide in *Turner subulata*. The petals were glued, with Vaseline, perpendicular to those of *T. subulata* in order to limit the effect of a potential UV nectar guide in *C. roseus*. *C. roseus* was used rather than *T. subulata* due to a limited availability of the latter.

¹ Both the painted nectar guide treatment and its control were not performed on day one. Only one bush was studied on day one, for a total of twelve flowers tested, contrasting the 36 flowers tested each day on days two and three.

TABLE 1. Six treatments used in assessing the effect of the morphology of the nectar guide in *Turnera subulata* on the visitation rate in bees. Treatment 1 represents a pure, non-manipulated control, while treatment 6 represents a control for the scent of the acrylic paint. n=6; N=96.



1. Control

No manipulation performed.



2. Asymmetric

Induced by cutting a petal and a half from the flower with scissors.

Designed to assess the effect of asymmetry in the nectar guide.



3. Yellow-brown parts covered

The entire nectar guide was covered using *Catharanthus roseus* (see FIG. 1). Designed to remove any contrast of the nectar guide to its neutral background.



4. Only brown parts covered

Only a portion of the nectar guide was covered using *Catharanthus roseus* (See FIG. 1).

Designed to change the pattern of the nectar guide.



5. Painted nectar guides

White acrylic paint was used to cover the entire nectar guide.

Designed to remove the contrast of the nectar guide while also removing potential physical barriers inherent in treatment 3.



6. Painted control

The sepals were painted with white acrylic paint in order to control for the scent of the paint without affecting the morphology of the nectar guide.

Statistical analysis

A two-way ANOVA was performed for three treatments (2, 3 and 4, see tab. 1) and one control (1, see tab. 1) to test whether there were any significant differences between the treatments on all three sampling days. This analysis was followed by a combined two-way ANOVA for day two and day three for all 6 treatments (see **TAB. 1**) to determine whether there were any significant differences between treatments on those days. We included Fisher's LSD test here to determine where the differences lie. Finally, we did a simple t-test to determine whether there were significant differences in visitation rates with sampling time.

Results

The first analysis suggests that the visitation rate in bees significantly differs between the four treatments ($F_{(3,83)}=48.8927$; $p=4.24 \times 10^{-9}$ (**FIG. 2**). After Fisher's LSD test, three distinct groups exist: (A) control, (B) asymmetric and (C) yellow-brown and brown. The control group has significantly more bee visitation than all treatments where the morphology of the nectar guide is altered. The asymmetric treatments received significantly more visitors than did the yellow-brown and brown treatments, which both received similar visitation rates.

The two-way ANOVA performed for days two and three shows that there's a significant difference between the control (treatment 1) and all other treatments ($F_{(5,71)} = 13.26$; $p = 1.749 \times 10^{-8}$) (**FIG. 3**). The LSD test indicates four significantly different groups: (A) control, (B) asymmetric, (BC) yellow-brown and painted control and (C) brown and painted. As in the previous analysis, the trend is that the asymmetric treatment received more visitors than did any of the treatments that altered the contrast or pattern of the nectar guide (treatments 3, 4 and 5). The painted control did not receive as many visitors as did the control or the asymmetric treatment.

The ANOVA performed to compare the bee visitation rate between the three blocks of time did not suggest that a significant difference between sampling times exists (**FIG. 4**). There is, however, a trend whereby bee visitation rates are highest at the onset of anthesis (earliest time block), and gradually decreasing throughout the day.

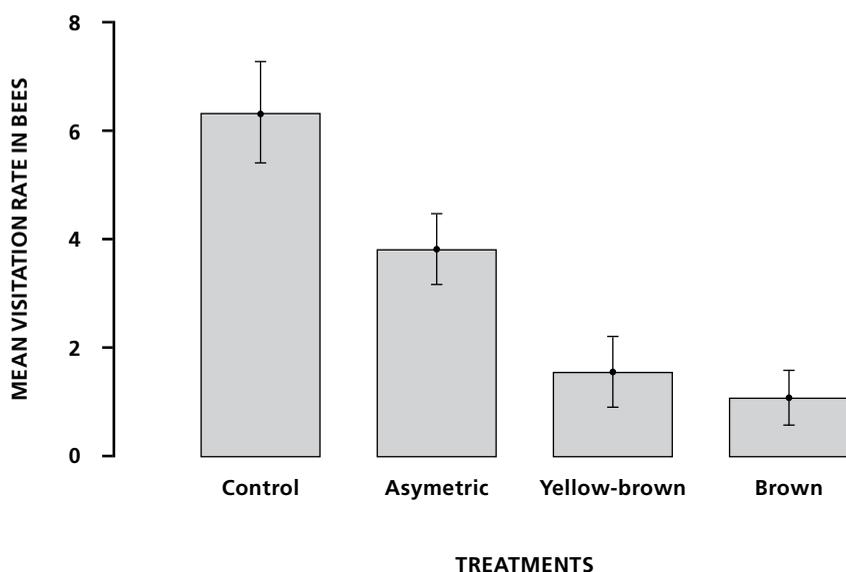


FIGURE 2. Mean (\pm SEM) visitation rate in bees on *Turnera subulata* for three treatments and a control, over three days. Fisher's LSD test (Bonferroni adjustment) indicates three significantly different groups (A, B, and C). N= 84; no time discrimination.

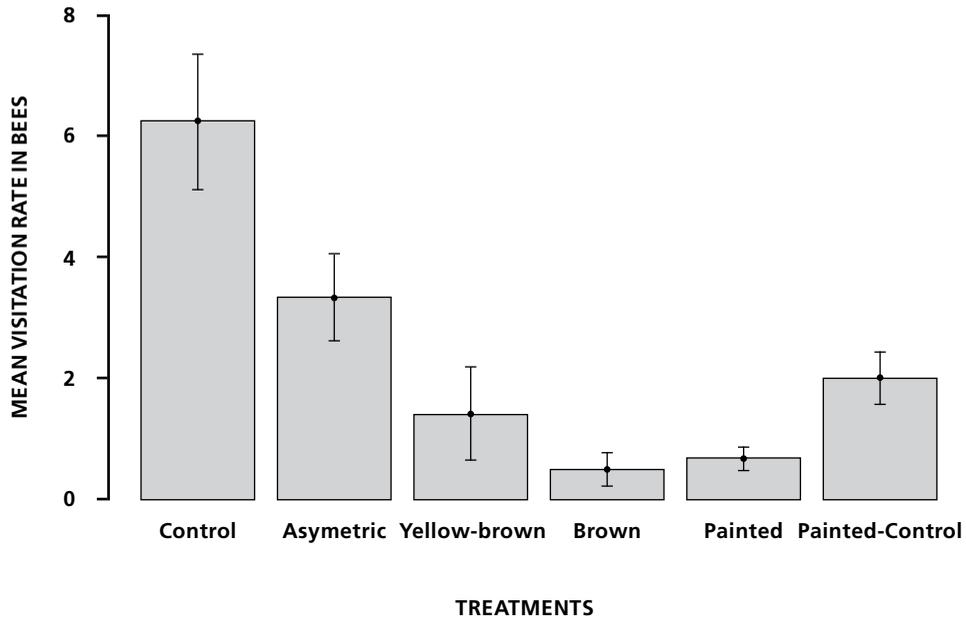


FIGURE 3. Mean (\pm SEM) visitation rate in bees on *Turnera subulata* for four treatments and two controls, for days two and three. Fisher's LSD test (Bonferroni adjustment) indicates four significantly different groups: A, B, BC and C. N= 72; no time discrimination.

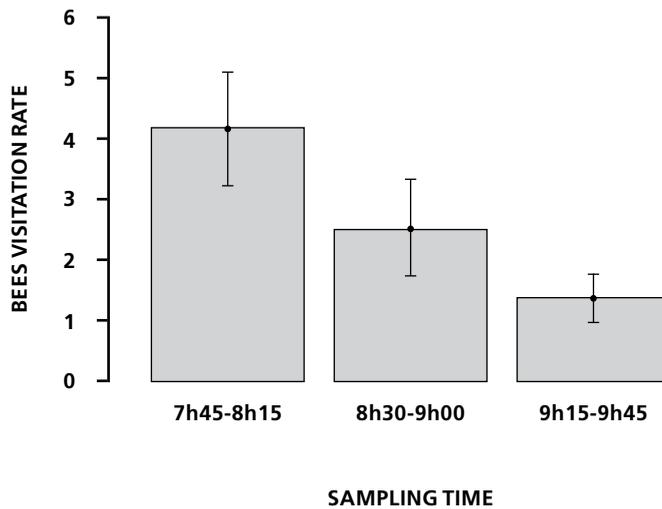


FIGURE 4. Mean (\pm SEM) visitation rate in bees on *Turnera subulata* throughout the time of anthesis on days three and four. The visitation rate in bees is pooled throughout each time block, across all treatments and controls. The period of anthesis is divided in to three time blocks for visitation rate analysis. N= 84.

Discussion

The results show that the morphology of the nectar guide in *T. subulata* is indeed important in attracting floral visitors (bees), thus offering fitness benefits associated with undamaged flowers. The control group consistently outperformed any of the manipulated flowers, and the results suggest that symmetry in the nectar guide is not as important as is the contrast of the nectar guide itself. Furthermore, it is evident that the contrast between all parts of the nectar guide is equally important. This suggests that the pattern inherent in the nectar guide, or the internal visual contour (see DAFNI; KEVAN, 1996), communicates more with pollinators than does the contrast of the guide to the neutral background, or external contour cues (iBid). Finally, it is evident that the acrylic paint that was used is a deterrent to pollinators. This may be due to factors such as the scent it emits and the changes in the visual cues and/or texture perceived by the bees.

Future directions

Further studies in this field should concentrate on quantifying the visual cue that the nectar guide presents to potential visitors. In analysing grey scale photographs of the nectar guides across several species in *Turnera* we would hope to get a better idea of the parts of the guide that are most important in providing necessary information as to locality of floral rewards. In the case of *T. subulata*, a related species in the genus was found nearby in the town of Lençóis (see **FIG. 5**). This species offers a phenotype that varies from *T. subulata* only in the morphology of the nectar guide — it does not display the same bull's-eye pattern as is seen in *T. subulata*, at least not in the human visual range. Assessing the difference in visitation rate between these two species could provide many valuable clues as to which portions of the nectar guide are most attractive to pollinators.



FIGURE 5. *Turnera* sp. found in Lençóis, Brazil. This species offers a nectar guide that is potentially very different with respect to the visual cues it provides to potential visitors than that of *T. subulata*, as was studied herein.

Another avenue that may be important for further studies would be that of the texture inherent in the morphology guide. Texture may prove to play an important role in guiding floral visitors to floral rewards.

Acknowledgements

We would like to thank the professors and participants of the 2013 International Pollination Course in Lençóis, Brazil. We further thank the course organizers and sponsors, without whom this study could not have taken place: Ministério do Meio Ambiente; Iniciativa Brasileira dos Polinizadores – IBP; Fundo Brasileiro para a Biodiversidade; Projeto GEF/FAO Polinizadores; NSERC Canadian Pollinator Initiative – CANPOLIN; CNPq; Projeto Polinizadores do Brasil; Rede Baiana de Polinizadores – Repol; International Union of Biological Sciences – IUBS; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES; Universidade Federal da Bahia – UFBA.

References

- DAFNI, A.; KEVAN, P. G. Floral symmetry and nectar guides: ontogenetic constraints from floral development, colour pattern rules and functional significance. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 120, p. 371–377, 1996.
- MAYER, C. et al. Pollination ecology in the 21st Century: key questions for future research. **Jour Pollination Ecology**, v. 3, n. 2, p. 8–23, 2011.
- MØLLER, A. P. Bumblebee preference for symmetrical flowers. **Proceedings of National Academy of Science of USA**. v. 92, n. 6, p. 2288–2292, 1995.
- SCHLINDWEIN, C.; MEDEIROS, P. C. R. Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnerae* (Hymenoptera, Andrenidae). **Flora**, v. 201, p. 178–188, 2006.
- WASER, N. M.; PRICE, M. V. The effect of nectar guides on pollinator preference: experimental studies with a montane herb. **Oecologia**, v. 67, p. 121–126, 1985.

Morfologia e biologia floral de *Genipa americana* L. em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia

Caren Queiroz Souza¹
Diogo Feliciano Dias Araujo²
Maxwell Silveira³
Rafael Flora Ramos⁴

Resumo

O estudo da morfologia e biologia floral são os primeiros passos na compreensão dos processos reprodutivos e requerimentos para a polinização das espécies. *Genipa americana* L. é uma espécie dioica de ampla distribuição e tem grande importância econômica e cultural nas regiões onde ocorre. O presente estudo teve como objetivos descrever a morfologia e a biologia floral de *G. americana*, a fim de relacionar os eventos fenológicos nos indivíduos masculino e feminino, e avaliar a frequência de visitantes florais na região de Lençóis, Chapada Diamantina–BA. O estudo foi realizado nos limites do Hotel Cantos das Águas no município de Lençóis, onde foram realizadas as análises morfológicas e fenológicas da espécie em dois indivíduos. As flores pistiladas e estaminadas apresentaram diferença em relação à longevidade, à cronologia dos eventos fenológicos e à frequência dos visitantes florais. A dioicia é entendida como uma estratégia para maximização da reprodução cruzada.

Palavras-chaves: *Genipa americana*, biologia floral, visitantes florais, polinização.

1 Universidade Federal da Bahia (carenq.souza@hotmail.com)

2 Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP (diogofdaraujo@gmail.com)

3 Universidade Federal da Bahia (silveirams@gmail.com)

4 Universidade Estadual de Campinas (rafaelfloramos@yahoo.com.br)

A família Rubiaceae é a quarta maior dentre as angiospermas e uma das mais representativas nos ambientes neotropicais (DELPRETE; JARDIM, 2012). As espécies dessa família ocupam uma grande diversidade de habitats; e hábitos variados, podendo ser ervas, subarbustos, arbustos, árvores e, mais raramente, lianas perenes ou anuais (ROBBRECHT, 1988). Devido à sua relevância ecológica e econômica, a família vem sendo amplamente estudada. Aspectos da biologia floral de várias espécies já foram investigados (p. ex. TEIXEIRA; MACHADO, 2004; AMORIM; OLIVEIRA, 2006) e a zoofilia é uma característica predominante na família (PUFF, 1993).

G. americana L. é uma rubiácea dioica popularmente conhecida como jenipapo ou jenipapeiro. Essa espécie possui hábito arbóreo alcançando até 15m de altura (LORENZI, 2002) e é encontrada em formações florestais sobre terreno úmido em grande parte do território brasileiro (ZAPPI, 2014). É uma espécie recomendada para plantio em áreas degradadas, visto que oferece abundante alimentação para a fauna (LORENZI, 2002). A espécie apresenta grande importância econômica e cultural para as regiões em que ocorre (HANSEN et al., 2008). Sua madeira é aproveitada para a construção civil e os frutos são consumidos *in natura*, ou processados na forma de geleia e licor, o que gera renda complementar para populações extrativistas. Além da extração de um corante azul, ainda pouco explorado economicamente, obtido a partir do sumo dos frutos verdes (RENHE, 2008).

Além do potencial já explorado, *G. americana* apresenta uma grande aptidão para ser implantada em sistemas de produção agrossilviculturais. A espécie pode ser associada a um sistema agrícola orgânico, como por exemplo, o do café orgânico sombreado, conferindo condições adequadas para cultura principal explorada e, ao mesmo tempo, gerando produtos para complementação de renda (MACHADO et al. 2009).

Embora a biologia floral do jenipapo tenha sido investigada em uma população localizada no estado de São Paulo (CRESTANA, 1995), ainda não se sabe como ela se dá em outras localidades. Sabe-se que a biologia de espécies pode variar com as condições climáticas de cada região, além de possíveis as interações com outras espécies. Sendo uma espécie de ampla distribuição geográfica, espera-se que a biologia floral do jenipapo apresente variações. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivos descrever a morfologia floral de *G. americana*, investigar sua biologia floral, a fim de relacionar os eventos fenológicos nos indivíduos masculino e feminino, e avaliar a frequência e o comportamento de forrageio dos visitantes florais na região de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Lençóis, Chapada Diamantina– BA, nos limites do jardim do Hotel Canto das Águas durante o IX Curso Internacional de Polinização, entre os dias 10 e 13 de dezembro de 2013. O hotel está localizado no perímetro urbano, às margem do rio Lençóis. Na extensão do rio que corta a cidade, existem alguns fragmentos de mata ciliar. O clima da região é mesotérmico do tipo Cwb, segunda a classificação de Köppen (1948), com verão chuvoso e inverno seco. A média de temperatura fica em torno de 24°C e a precipitação pluviométrica total para a região em torno de 1100 mm (LIMA, 2013).

Morfologia e Biologia Floral

A descrição da morfologia floral foi realizada com base em 10 flores masculinas e 10 flores femininas (**FIG. 1**). As amostras foram coletadas aleatoriamente em três indivíduos de *G. americana* (um masculino e dois femininos). Foram medidas a altura e o diâmetro do cálice e da corola, altura do estilete e altura das anteras, com auxílio de paquímetro digital.

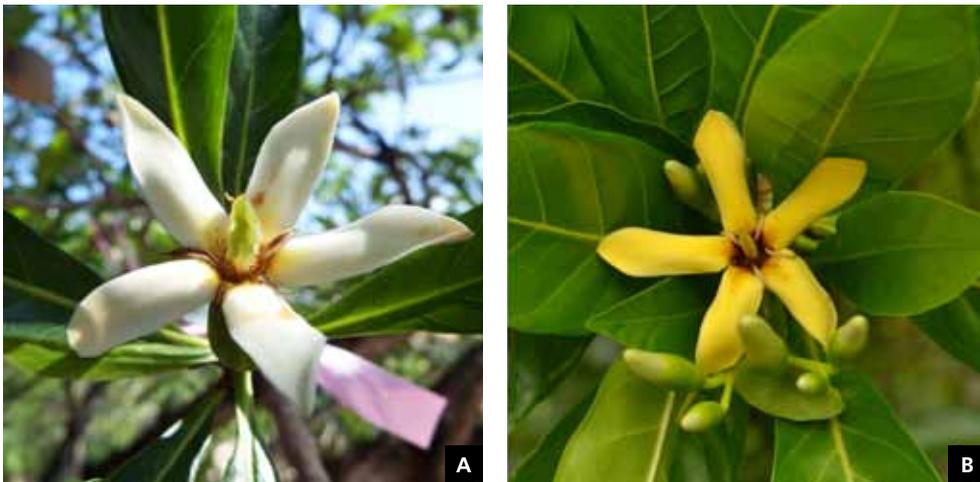


FIGURA 1. Flores de *Genipa americana*. **(A)** Flor feminina jovem com coloração creme e guias de néctar visíveis; **(B)** Flor masculina já com coloração amarelada e guias de néctar menos visíveis. Fotos: Diogo Araujo

A biologia floral foi caracterizada pela observação dos principais eventos fenológicos, ocorridos em flores masculinas e flores femininas marcadas. As observações foram realizadas desde a fase de botão até o quarto dia após a antese (**FIG. 2**). Foram registrados os horários de abertura, deiscência das anteras e alterações na cor da corola, tanto nas flores masculinas, quanto nas flores femininas.

Seguindo a metodologia de Dafni et al., (2005), foram realizados testes de viabilidade polínica com corante vermelho neutro (1%), carmim acético (1%) e germinação do tubo polínico *in vitro*. Em cada teste foram utilizadas cinco flores de cada um dos seguintes estágios de desenvolvimento: botão floral, flor jovem com guias de néctar visíveis e flor sem guias de néctar visíveis (**FIG. 2A, 2B e 2C**, respectivamente). Para cada lâmina montada, foram contados 100 grãos de pólen e calculada a porcentagem de grãos corados/germinados. Os resultados obtidos para os diferentes estágios foram comparados por meio de ANOVA quando necessário. Complementarmente, a receptividade estigmática foi testada com peróxido de hidrogênio a 10% em cinco flores nos mesmos estágios de desenvolvimento citados acima.

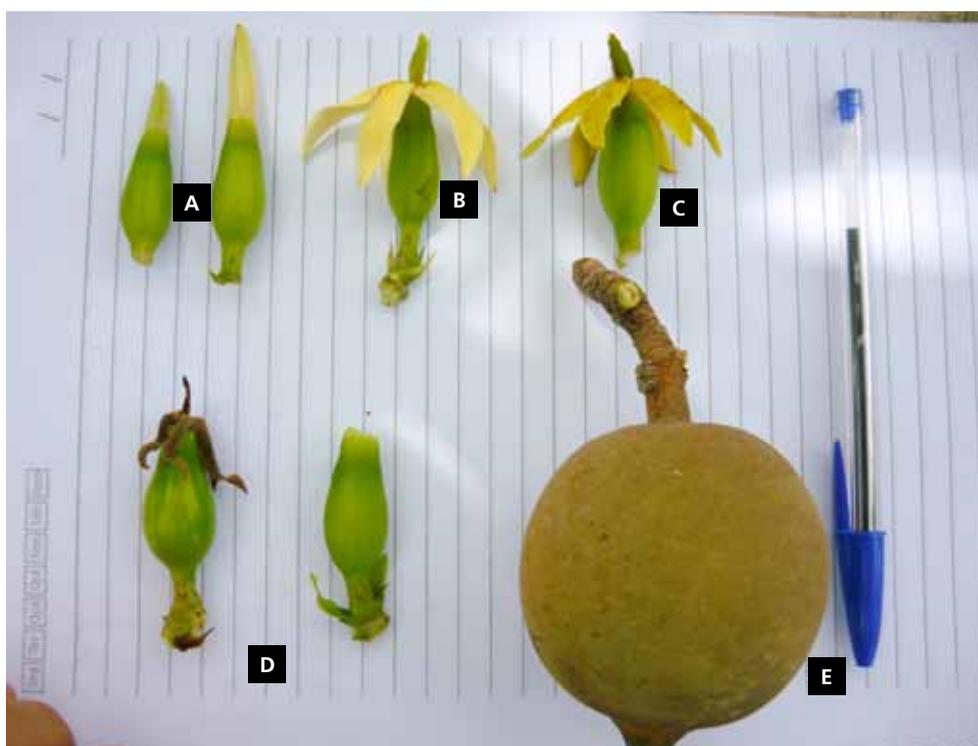


FIGURA 2. Fases do desenvolvimento floral de *Genipa americana*. **(A)** botões florais; **(B)** flor recém-aberta com coloração creme e guias de néctar visíveis; **(C)** flor com mais de um dia de abertura com coloração amarelada e sem guias de néctar visíveis; **(D)** flores já polinizadas e início do desenvolvimento do fruto; **(E)** fruto já desenvolvido. Foto: Diogo Araujo.

O volume e a concentração de néctar foram medidos em intervalos de uma hora, durante as observações. Para evitar consumo de néctar pelos visitantes, as flores foram ensacadas voil. A coleta do néctar foi realizada com auxílio de microcapilares graduados e as medições com auxílio de refratômetro manual. Os dados quantitativos do volume e concentração de néctar só foram analisados para as flores femininas. O intervalo de confiança das médias (IC 95%) foi estimado por reamostragens *bootstrapping*. As médias de volume foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. As médias das concentrações foram comparadas por uma ANOVA, seguida da correção de significância de Bonferroni.

Visitantes Florais

A frequência de visita e o comportamento dos visitantes florais, tanto das flores masculinas quanto das flores femininas, foram observados por 15 minutos dentro de intervalos consecutivos de uma hora durante três dias, totalizando 21 horas de observação. Tais observações ocorreram desde a antese floral até às 18h de cada dia, quando já não havia mais visitação. Durante este período, foi registrado se o visitante estava coletando pólen, néctar ou ambos. Quando possível, os insetos visitantes foram coletados com rede entomológica e, posteriormente, identificados por especialista e inseridos na coleção de referência do Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia. Os dados microclimáticos de temperatura e umidade relativa foram registrados, a cada intervalo de hora o auxílio de um termohigrômetro.

Resultados

Morfologia Floral

G. americana L. possui flores actinomorfas, com sépalas verdes fundidas e cinco pétalas de cor creme (ou amarela) com superfícies aveludadas e fundidas na base formando um tubo curto (**FIG. 1**). Junto à fauce da corola observou-se um adensamento de tricomas amarelos longos, entrelaçados e voltados para cima, os quais formam as guias de néctar amarelas, que juntas apresentam um formato de estrela. As flores pistiladas são maiores que as estaminadas, apresentando diâmetro de cálice de $13,05\text{mm} \pm 2,28$ ($n=10$) e $7,30\text{mm} \pm 0,71$ ($n=10$), respectivamente. A corola apresenta altura de $13,15\text{mm} \pm 1,41$ e diâmetro de $55,65\text{mm} \pm 7,14$ nas flores femininas e de $15,70\text{mm} \pm 1,34$ ($n=10$) e $41,73\text{mm} \pm 3,07$ ($n=10$), respectivamente, nas flores masculinas. Em ambas, o disco nectarífero localiza-se internamente, na base da corola. As flores femininas apresentam cinco estames não funcionais aderidos alternadamente às pétalas e um estigma ao centro da corola medindo $23,86\text{mm} \pm 1,20$ de altura ($n=10$). O ovário é ínfero e possui dois carpelos com muitos óvulos. As flores masculinas apresentam cinco estames funcionais de $6,50\text{mm}$

$\pm 0,68$ (n=47) aderidos alternadamente à corola e mais cinco fundidos entre si no centro do perianto, elevados por um filete central de $16,10\text{mm} \pm 2,10$ (n=10). As flores femininas são encontradas solitárias ou aos pares, enquanto as masculinas são organizadas em inflorescências, ambas na porção terminal dos ramos.

Biologia Floral

A antese completa das flores masculinas se iniciou entre 3 h e 4 h, antes do nascer do sol. Nesse estágio, as pétalas apresentaram coloração creme, com guias de néctar destacadas em amarelo, e anteras deiscidas, e oferta de pólen e néctar. Cerca de nove horas após a antese ocorre mudança da coloração da corola, a qual passa de creme para amarela, suavizando ou eliminando as guias de néctar, também amarelas (**TAB. 1**). A antese completa das flores femininas ocorreu entre 7 h e 8 h da manhã. O estigma apresentou receptividade da antese até terceiro dia. A oferta de néctar também se inicia com a antese e continuou até o segundo dia. Diferentemente das flores masculinas, as mudanças na coloração das flores femininas ocorreram a partir do segundo dia (**TAB. 1**).

TABELA 1. Sequência de eventos fenológicos ocorridos em indivíduos masculino e feminino de *Genipa americana* no município de Lençóis, Bahia.

EVENTO	FLOR MASCULINA	FLOR FEMININA
Antese	Entre 3 h e 4 h da manhã	Entre 7 h e 8 h
Deiscência das anteras	Desde a antese	—
Receptividade estigmática	—	Desde a abertura até o terceiro dia
Viabilidade polínica	Alta desde a antese*	—
Mudança na coloração da corola	Nove horas após a antese	Somente no segundo dia
Oferta de néctar	Desde a antese, principalmente durante a manhã do primeiro dia.	Desde a antese até o segundo dia.

*A germinação do tubo polínico é mais alta quando as guias de néctar estão visíveis.

Os grãos de pólen tratados com o corante vermelho neutro estavam 100% viáveis em todos os estágios de desenvolvimento floral avaliados. (**TAB. 2**). Já os grãos tratados com o corante carmim acético apresentaram percentual de viabilidade de 85,6%, em média, e variação não significativa entre os estágios de desenvolvimento floral (ANOVA, $F = 1,89$, $p > 0,05$) (**TAB. 2**). A germinação do tubo polínico i_n

in vitro foi intermediária e ocorreu principalmente em grãos de pólen provenientes de flores jovens, com guias de néctar visíveis (**TAB. 2**). O estigma floral permaneceu receptivo desde a antese até a manhã do terceiro dia.

TABELA 2. Viabilidade polínica e germinação do tubo polínico em porcentagem de grãos corados/germinados

	BOTÕES FLORAIS (%)	FLORES COM COLORAÇÃO CREME E GUIAS DE NÉCTAR (%)	FLORES COM COLORAÇÃO AMARELA E SEM GUIAS DE NÉCTAR (%)
Teste vermelho neutro	100	100	100
Teste carmim acético	81,4	86,4	89
Teste de germinação <i>in vitro</i>	0	46,2	1

As flores femininas ofereceram néctar desde a antese até às 13 h do segundo dia, cessando a oferta durante a noite (**FIG. 3**). O volume produzido foi bastante variável entre as flores e entre os dois indivíduos femininos, mas em média, não diferiu estatisticamente ao longo das horas dos dias (Kruskal-Wallis, $H = 4,39$, $p > 0,05$). O volume médio acumulado foi de $37\mu\text{L} \pm 25,3$ para o primeiro dia e de $24,9\mu\text{L} \pm 30,3$ para o segundo dia. A concentração de solutos variou menos entre flores e indivíduos e diferiu significativamente ao longo das horas dos dias (ANOVA, $F = 6,3$, $p < 0,05$). A concentração média foi de $20,4\% \pm 1,7$ para o primeiro dia e de $15,5\% \pm 3,5$ para o segundo dia.

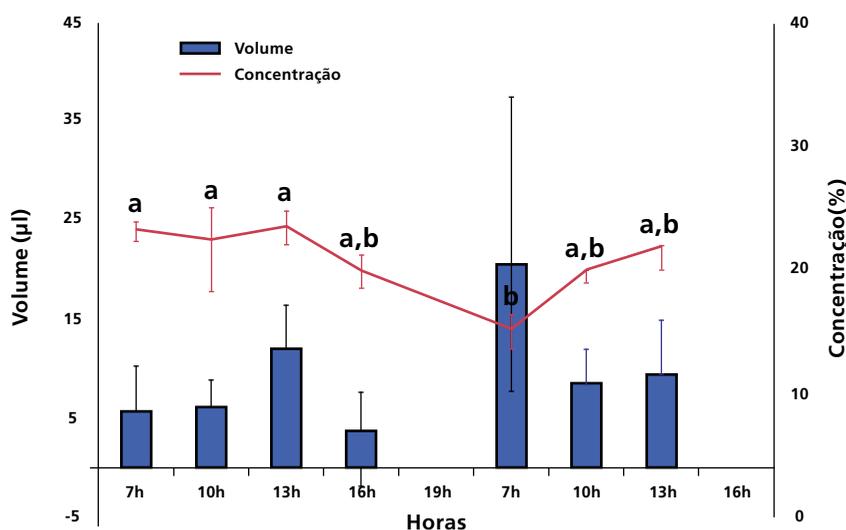


FIGURA 3. Volume e concentração de néctar em flores femininas de *Genipa americana* ao longo de dois dias após a antese. Barras indicam intervalo de confiança das médias (IC 95%). Letras diferentes indicam concentrações diferentes.

Visitantes Florais

As flores masculinas atraíram maior diversidade de visitantes, além da maior frequência de visitas em relação às flores femininas (**FIG. 4**). De um modo geral, picos de frequência de visitas foram registrados pela manhã, nos períodos com menor temperatura e maior umidade relativa (**FIG. 4**). As abelhas de pequeno porte foram os visitantes mais frequentes. Espécies desse grupo foram observadas coletando tanto néctar quanto pólen. Quando estas coletavam néctar, seguindo o guia do nectário, a cabeça e o dorso tocavam as anteras centrais e ficavam com grãos pólen aderidos.

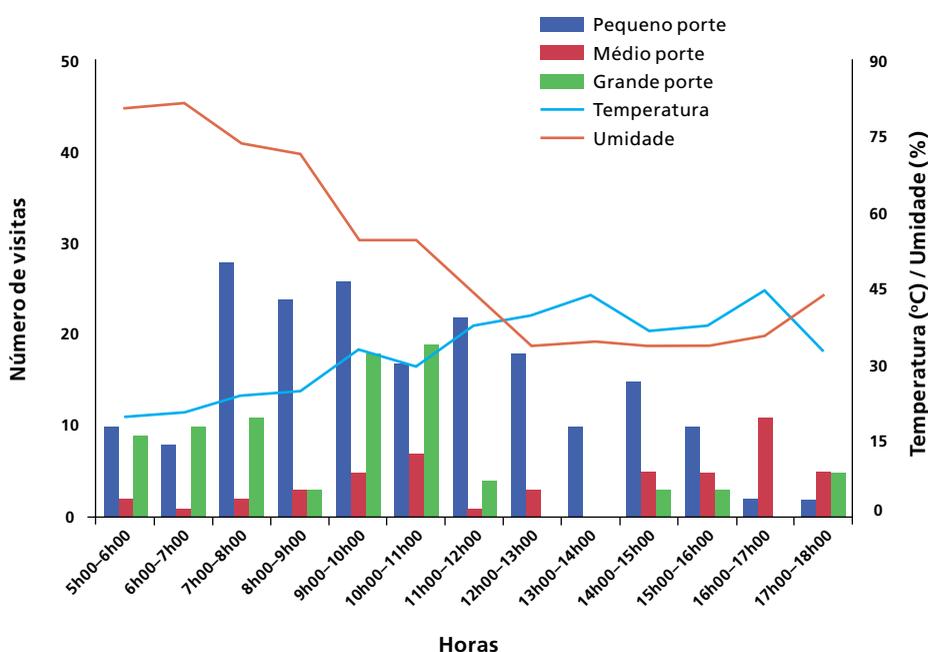


FIGURA 4. Número de visitas acumuladas ao longo de três dias de observação às flores masculinas de *Genipa americana* e variação de temperatura e umidade.

Abelhas de pequeno porte foram observadas movimentando-se sobre as anteras e depositando pólen nas corbículas (**FIG. 5**). As abelhas de grande e médio porte tocavam tanto as anteras aderidas à corola quanto as anteras livres centrais. Todos os visitantes interagiram apenas com flores de cor creme com as guias de néctar ainda visíveis, sendo que as flores totalmente amarelas não receberam visitas.

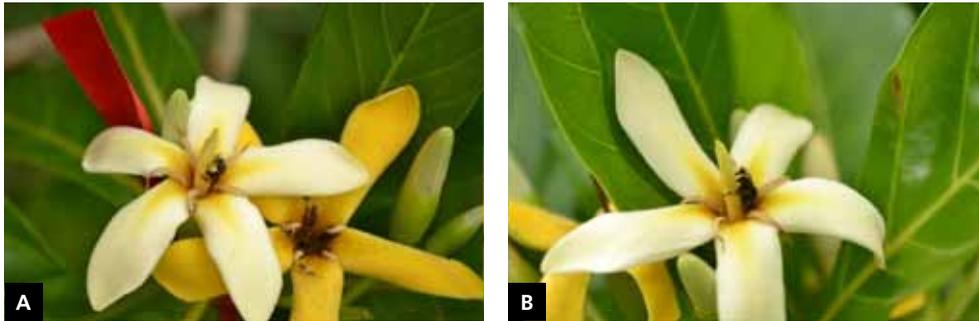


FIGURA 5. A. Meliponineo movimentando-se sobre as anteras da flor masculina de *G. americana* e depositando pólen nas corbóculas. B. Meliponíneo coletando néctar em flor masculina de *G. americana*, apoiando-se na antera central. Fotos: Thiago Mahlmann.

As flores femininas receberam relativamente poucas visitas ao longo dos três dias de observação (**FIG. 6**). As abelhas de grande porte foram os visitantes mais frequentes, seguidos das abelhas de médio porte. Os dois grupos foram mais ativos no período da manhã, com picos de frequência, principalmente das abelhas de grande porte, nos horários mais frios e úmidos. Além de pouco frequentes, os beija-flores não foram observados nas flores masculinas. Apenas as abelhas de grande porte e as abelhas de médio porte tocavam o estigma da flor enquanto coletavam o néctar. Todos os visitantes interagiram apenas com flores creme com as guias de néctar ainda visíveis.

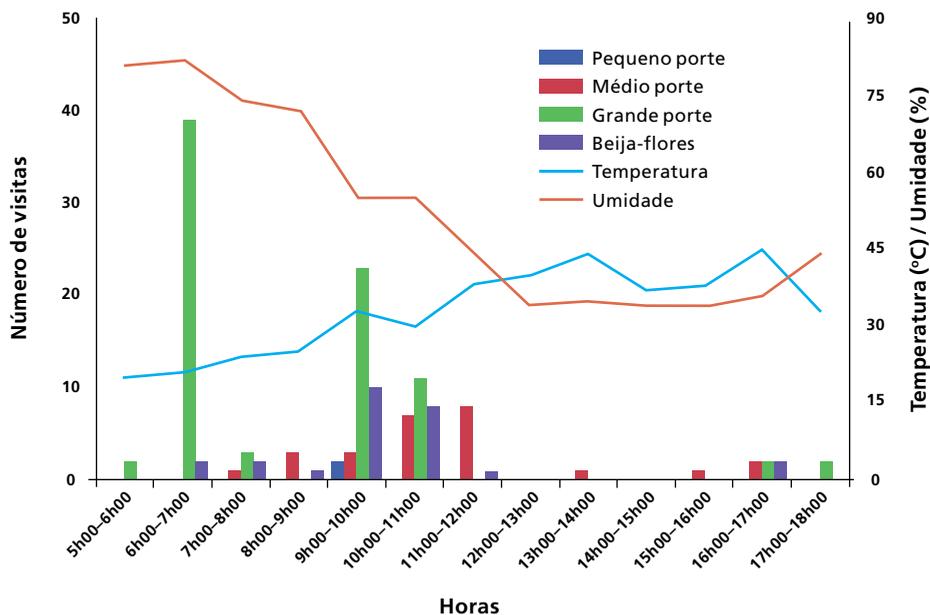


FIGURA 6. Número de visitas acumuladas ao longo de três dias de observação às flores femininas de *Genipa americana* e variação de temperatura e umidade.

Discussão

A dioícia é frequente em Rubiaceae e está associada a sistemas complexos de polinização que possibilitam à maximização da reprodução cruzada (BAWA; OPLER, 1975; BAWA, 1980; 1984). A complexidade surge, como forma de garantir o transporte adequado do pólen entre os sexos, uma vez que a autofecundação é rara nesta espécie (BAWA, 1980). *G. americana*, como uma espécie dioica, mostrou um padrão de biologia floral ajustado de forma a garantir o fluxo direcionado de pólen. Pequena diferenciação foi observada em relação aos resultados obtidos por Crestana (1995), principalmente em relação ao horário de antese e tempo de oferta de néctar pelas flores masculinas. Tais variações são esperadas, pois a biologia floral está relacionada às condições específicas de cada região.

A morfologia e a fenologia das flores de *G. americana* divergiram ligeiramente entre os sexos. As flores femininas, são maiores que as masculinas, graças ao ovário ínfero bastante desenvolvido (CRESTANA, 1995). Tal característica, já presente em estágios iniciais do desenvolvimento, é de fácil reconhecimento e possibilita a distinção entre os sexos. Ambos os tipos florais apresentaram características associadas à síndrome da melitofilia (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979). A corola actinomorfa aberta perpendicularmente ao eixo central é bastante robusta e serve como plataforma de pouso para abelhas de grande porte. A antese masculina ocorre algumas horas antes da antese feminina. Nesse momento, as anteras já estão deiscentes e o pólen viável. Acredita-se que a protandria aumente as chances dos polinizadores entrarem em contato com o pólen antes de visitarem as flores femininas (HARDER; BARRETT, 2006). Já em relação às flores femininas, o estigma se apresenta receptivo no momento da antese e permanece assim até o terceiro dia. Tal receptividade prolongada aumenta a chance de que a polinização ocorra e/ou alcance a carga polínica adequada para fecundar todos os óvulos.

A coloração creme das flores de ambos os sexos contrasta com a folhagem da copa atraindo a atenção dos polinizadores. O destaque é exacerbado nas plantas masculinas, uma vez que são encontradas diversas flores por inflorescência. Sugere-se que as plantas masculinas devam investir em maior atração dos polinizadores, a fim de aumentar a probabilidade de serem visitadas antes das plantas femininas (PROCTOR et al., 1996). Ainda, a mudança de coloração da corola e o desaparecimento das guias de néctar possivelmente é uma estratégia de comunicação entre a planta e seus polinizadores (QUIRINO; MACHADO, 2001), ou seja, o polinizador pode perceber a redução da disponibilidade de recursos. Este tipo de sinalização alerta os polinizadores sobre a disponibilidade de recursos florais, poupando-lhes energia durante o forrageio, e evita a deposição desnecessária de pólen sobre flores já polinizadas. A permanência prolongada de flores amarelas nos ramos em ambos os sexos, entretanto, deve contribuir para a atração de polinizadores em longa distância (PEREIRA-ROCHA, 2008).

A oferta de néctar é comum a ambos os tipos florais e se inicia com a antese. Porém, ela acontece apenas no período da manhã do primeiro dia nas flores masculinas, enquanto se estende até o segundo dia nas flores femininas. Novamente, essa pode ser uma estratégia que estimula o contato antecipado dos polinizadores com as flores masculinas em relação às flores femininas. O volume de néctar produzido individualmente pelas flores femininas foi bastante variável e similar ao encontrado por Crestana (1995). A produção irregular de néctar ao longo do dia já foi reportada para outra espécie da família (COELHO; BARBOSA, 2003). Tal irregularidade pode representar, um mecanismo de economia energética e/ou uma forma de induzir os polinizadores a visitar um número maior de flores (FEINSINGER, 1978; SARAIVA et al., 1988). Além disso, houve uma pausa na produção de néctar ao final do primeiro dia, possivelmente como estratégia de economia no período de inatividade dos polinizadores. Já em relação à concentração do néctar, esta permaneceu relativamente constante entre as flores, havendo uma queda no início do segundo dia após a antese. A diluição do néctar pode estar relacionada à baixa evaporação nas primeiras horas do dia.

O número de visitas às flores masculinas foi muito maior do que às femininas ao longo de todo o dia. Estes resultados condizem com os resultados reportados por Crestana (1995). Tal padrão de visitação pode estar associado à maior abundância de flores abertas simultaneamente nos indivíduos masculinos e também aos recursos oferecidos por cada tipo floral. A alta frequência de visita das abelhas de pequeno porte está, em parte, relacionada com o comportamento social das espécies de abelhas sem ferrão, classificadas nesse grupo. As abelhas sem ferrão possuem ninhos populosos e ativos durante todo ano, necessitando forragear ativamente para armazenar uma quantidade grande de alimento (VELTHUIS, 1997).

Em ambos os sexos, as visitas foram mais frequentes no período da manhã quando as temperaturas eram mais baixas e a umidade relativa do ar mais alta. Abelhas de médio e grande atuam possivelmente como agentes polinizadores, visto que visitavam ambos os sexos. Já abelhas de pequeno porte e beija-flores atuam possivelmente como pilhadores de pólen e/ou néctar. Mais detalhes sobre o comportamento dos visitantes florais podem ser encontrados em Crestana (1995).

Referências

AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, n. 3, p. 353–362, 2006.

BAWA, K. S. The evolution of dioecy — concluding remarks. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 71, n. 1, p. 294–296, 1984.

BAWA, K. S. Evolution of Dioecy in Flowering Plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p.15–39, 1980.

BAWA, K. S.; OPLER, P. A. Dioecism in tropical forest trees. **Evolution**, v. 29, p. 167–179, 1975.

COELHO, C. P.; BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 403–413, 2003.

CRESTANA, C. S. M. Ecologia da polinização de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 7, n. 2, p. 169–195, 1995.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. **Practical Pollination Biology**. Cambridge: Enviroquest, 2005. 590p.

DELPRETE, P.; JARDIM, J. G. Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae : an overview about the current status and future challenges. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p. 101–128, 2012.

FÆGRI, K.; VAN DER PIJL, L. Principles of pollination ecology. 3 ed. London: Pergamon Press. 1979.

FEINSINGER, P. Ecological interactions between plants and hummingbirds in a successional tropical community. **Ecological Monographs**, v. 48, p. 269–287, 1978.

HANSEN, D. S. et al. Caracterização química de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano visando ao consumo natural e industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 964–969, 2008.

HARDER, L. D.; BARRETT, S. C. H. **Ecology and Evolution of Flowers**. New York: Oxford University Press. 2006. 370p.

KÖPPEN, W. **Climatología**. Fondo de Cultura Económica, México. 1948.

LIMA, M. R. DE O. **Fenologia e caracteres morfofuncionais de espécies de Miconia Ruiz & Pav. (Melastomataceae) em Floresta Ciliar, Chapada Diamantina, Bahia**. 76p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Estadual de Feira de Santana. 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v1, 2002. 368p.

- MACHADO, V. D. et al. Sistemas agroflorestais. **Fascículo do Caderno de Ciências Agrárias Montes Claros**: ICA/UFMG, v. 1, n. 22, 2009.
- PEREIRA-ROCHA, A. C. **Variações de cores e perfumes alteram a visitação por himenópteros nas quaresmeiras?** 31p. Dissertação (Mestrado em ecologia e Conservação). Universidade Federal do Paraná. 2008.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins New Naturalist. 1996. 479p.
- PUFF, C. et al. The tribe Schradereae (Rubiaceae) reexamined. **Botanische Jahrbücher für Systematik**, v. 114, n. 4, p. 449–479, 1993.
- QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 181–193, 2001.
- RENHE, I. R. T. **Extração e estabilidade do corante azul de jenipapo (*Genipa americana* L.)**. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. 2008.
- ROBBRECHT, E. Tropical woody Rubiaceae. **Opera Botanica Belgica**, v. 1, p. 1–271, 1988.
- SARAIVA, L. C.; CESAR, O.; MONTEIRO, R. Biologia da polinização e sistema de reprodução de *Styrax camporum* Pohl e *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Styracaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, n. 1/2, p. 71–80, 1988.
- TEIXEIRA, L. A. G.; MACHADO, I. C. *Sabicea cinerea* Aubl. (Rubiaceae): distília e polinização em um fragmento de floresta Atlântica em Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 193–204, 2004.
- VELTHUIS, H. H. W. **A biologia das abelhas sem ferrão**. USP–SP. 1997. 33p.
- ZAPPI, D. ***Genipa* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB14045>>. Acesso em: 08 mar. 2014.

PARTE 2

Contribuições do curso de campo em
biologia e ecologia da polinização –
2014

O Parque Estadual Intervales–SP, o topo do maior Anfiteatro da Mata Atlântica

Dr. Danilo Boscolo¹

Dra. Natália Macedo Ivanauskas²

Os cursos Internacionais de Polinização ocorrem no Brasil desde 2003 como uma iniciativa para difundir e aprimorar os conhecimentos de pesquisadores e pós-graduandos sobre os mais diversos aspectos da polinização. Até 2013 ocorreram nove edições do curso em diversos biomas, com a maior parte no Cerrado, mas também com edições na Caatinga, Amazônia e até na Serra Geral Gaúcha, com florestas dominadas por Araucárias, cobrindo quatro regiões do país. No entanto, o curso nunca havia ocorrido no Sudeste, onde se encontra o maior remanescente de Mata Atlântica, com mais de 1.000.000 ha (RIBEIRO et al., 2009), o qual resiste ao desmatamento nas encostas íngremes e altos picos da Serra do Mar e Planalto Atlântico. Nessa região encontra-se um continuum de Unidades de Conservação (UCs) estaduais de proteção integral que formam a área núcleo do Mosaico de Unidades de Conservação do Paranapiacaba (SÃO PAULO, 2012), composto de forma contígua pelos Parques Estaduais de Carlos Botelho (PECB), Nascentes do Paranapanema (PENAP), Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Estação Ecológica de Xitue (EecX) e Intervales (PEI), além do contato próximos com UCs do Paraná (**FIG. 1**). As UCs paulistas na região cobrem em conjunto mais de 140.000 ha de florestas protegidas, incluindo também parte da Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra do Mar (SÃO PAULO, 1984).

¹ Universidade de São Paulo (danilo.boscolo@ffclrp.usp.br)

² Instituto Florestal (natalia@if.sp.gov.br)

As serras de Paranapiacaba e de Itatins constituem a vertente norte da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape. Juntamente com a Serra do Mar, compõem um único conjunto: o planalto de Paranapiacaba/Itatins/Serra do Mar, que está dissecado em um amplo anfiteatro erosivo que recuou suas escarpas até uma centena de quilômetros do litoral sul paulista (RAMALHO; HAUSEN, 1975). O tombamento do conjunto das Serras do Mar e de Paranapiacaba foi instituído pelo CONDEPHAAT (SÃO PAULO, 1985), compondo importante corredor biológico. Com uma superfície aproximada de 1.300.000 ha, inclui esporões, morros isolados, ilhas e trechos de planícies litorâneas. Todo este conjunto regional apresenta grande valor geológico, geomorfológico e hidrológico e abriga os maiores remanescentes da cobertura florestal original da Floresta Atlântica em território brasileiro. Por sua relevância, o contínuo ecológico integra a Reserva de Biosfera da Mata Atlântica, reconhecida internacionalmente como um dos 25 hotspots de biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000) e um dos Sítios do Patrimônio Mundial Natural (UNESCO, 1999). Todos esses fatores contribuíram para que a região fosse selecionada para a realização da primeira edição do curso no Sudeste do Brasil.

Em função da facilidade de acesso e estrutura instalada disponível, com alojamentos e salas adequadas para aulas e laboratórios, a comissão organizadora local decidiu que em 2014 a 10ª edição do Curso Internacional de Campo sobre Polinização fosse realizada no Parque Estadual Intervales (PEI), unidade de proteção integral pertencente ao sistema de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1995). Com uma área total de 41.704 ha, o PEI localiza-se entre as coordenadas 24°31'03"–24°11'36" S e 48°31'22"–48°3'13" W, com cerca de 229 km de perímetro, abrangendo parte dos municípios de Ribeirão Grande, Guapiara, Sete Barras, Eldorado e Iporanga (FURLAN; LEITE, 2008). A maior parte do parque (97%) corresponde à antiga Fazenda Intervales (97%), de propriedade da Fundação Florestal, e o restante (3%) são terras devolutas.

O Parque Estadual Intervales possui bases operacionais de gestão, monitoramento e fiscalização, subdivididas entre os setores na região da Sede (Sede Administrativa e bases Carmo, Pinheirinho, Alecrim, Barra Grande, Pedra de Fogo, Capinzal e Bulha D'água) e Vale do Ribeira (bases Saibadela, Quilombo, Guapiruvu e Funil). O curso foi realizado na região do entorno da Sede Administrativa (**FIG. 1**), que ocupa cerca de 100 ha e corresponde a 1% da área total do PEI (BOLZANI, 2008). Nesta área encontram-se a maior parte da infra-estrutura para atendimento das atividades do Programa de Uso Público (Educação Ambiental e Ecoturismo), os setores de administração e de serviços do Parque. Portanto, embora bastante antropizada, na área da Sede os participantes do curso puderam usufruir do conforto de pousadas para hospedagem, restaurante e auditório para as atividades teóricas e em laboratório; de trilhas em áreas naturais para as atividades de campo e atrativos turísticos adicionais (cachoeiras e cavernas) para os momentos de lazer.

O Parque Estadual Intervales dispõe de Plano de Manejo, documento técnico que estabelece o seu zoneamento (**FIG. 1**) e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais. Elaborado de 2006 a 2008 (FURLAN; LEITE, 2008), foi desenvolvido a partir de princípios, diretrizes e bases técnico-científicas que priorizaram, além do rigor científico, a mais ampla participação dos diversos atores sociais relacionados com o território do PEI e sua Zona de Amortecimento. Nesse contexto, a síntese dos elementos da paisagem e da biodiversidade na região da Sede Administrativa do PEI baseou-se na sistematização de informações contidas, em sua maior parte, nesse documento.

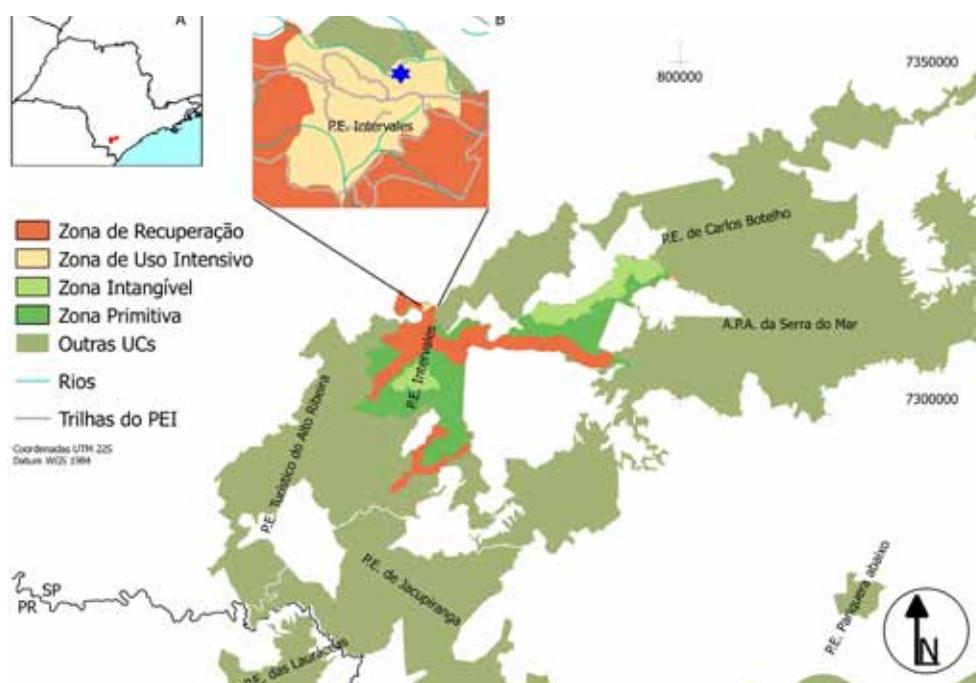


FIGURA 1. Localização e entorno do Parque Estadual Intervales, com destaque ao zoneamento do Plano de Manejo do PEI. A: Localização do PEI no Estado de São Paulo; B: Detalhe da zona de uso Intensivo com destaque (estrela azul) para a sede do PEI, onde foram realizadas as atividades do curso. Modificado de Mantovani et al., (2008).

Clima

O clima do Parque Estadual Intervales foi caracterizado por Galvani et al., (2008), com o uso de dados observados e registrados na estação meteorológica instalada

na sede do PEI (24°16' S, 48°25' W e 790 m de altitude). A precipitação média anual é de 1.721,7 mm (série de 1990 a 2004), com variações de máxima em janeiro (média 270,3 mm) e mínima em agosto (média 66,2 mm). As precipitações médias se intensificam em setembro e outubro, contudo o mês de novembro apresenta ligeira redução em seus totais médios mensais. A variação sazonal das precipitações indica sazonalidade bem definida para a região, com 68% do total de precipitação ocorrendo nos meses que compreendem as estações de primavera (outubro a dezembro) e verão (janeiro a março). Os demais totais de chuva estão distribuídos nas estações de outono (14,3%) e inverno (17,8%). A temperatura média anual é de 18,4 °C (série de 1996 a 2005), com temperaturas médias mais elevadas em fevereiro (22,0 °C) e mais baixas em julho (14,3 °C). Percebe-se uma sazonalidade bastante definida, com seis meses do ano (abril a setembro) com valores abaixo da média e seis meses do ano (outubro a março) com temperaturas acima da média.

Hidrografia

A maior parte dos cursos d'água presente no interior do Parque Estadual Intervales pertence a duas grandes bacias hidrográficas: a do Rio Paranapanema e a do Rio Ribeira de Iguape. Praticamente toda a área do PEI é drenada em direção ao Rio Ribeira de Iguape, apenas uma pequena porção, à noroeste, contribui para a bacia do rio Paranapanema. É justamente nesta região de exceção que está situada a Sede Administrativa, nas cabeceiras do Paranapanema. A Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema integra as sub-bacias do Rio São José do Guapiara, Rio das Almas, Alto Rio Paranapanema e Rio Guapiara (RODRIGUES et al., 2008). Todas essas sub-bacias têm suas nascentes e cursos superiores e médios fora dos limites do Parque, inseridos na sua Zona de Amortecimento. Representam áreas cujo manejo e preservação são essenciais para a manutenção do equilíbrio ambiental do PEI. De maneira geral, nas cabeceiras e porções superiores das sub-bacias da vertente do Paranapanema predomina o padrão de drenagem dendrítico, adaptado às direções estruturais nas áreas de litologias associadas a granitos e filitos, e, secundariamente, apresentando padrão de drenagem anômalo, associado aos calcários. Os vales apresentam-se geralmente bastante entalhados e a densidade de drenagem varia de média a alta.

Elementos do Relevo e solos

O Parque Estadual Intervales está localizado na transição entre o Planalto de Guapiara, a Serra de Paranapiacaba e a Depressão do Baixo Ribeira, ao sul do Estado de São Paulo, uma região de complexa configuração geomorfológica. A região da Sede Administrativa, onde foi realizado o curso, encontra-se no Planalto de Guapiara, descrito como sistema de morros em superfície de cimeira do Alto Ribeira

(ROSS et al., 2008; **FIG. 2**). Os Planaltos do Alto Ribeira constituem um ambiente montanhoso com topos nivelados nos divisores principais em torno dos 900 m, encontrando-se setores mais elevados que atingem 1.000–1.100m, geralmente mantidos por rochas metamórficas mais resistentes como o quartzito, apresentando morfologia de cristas alongadas e contínuas ou massas intrusivas graníticas, que estendem-se por grandes áreas.

Alternando a esses relevos alongados e mais altos, prevalecem formas em morros de topos convexos com vales relativamente estreitos e profundos e com vertentes muito inclinadas, geralmente variando entre 30 e 60%. Essa morfologia dissecada é esculpida em uma grande diversidade de formações rochosas, com destaque para os filitos, quartzo-filitos, ortognaisses, paragnaisses, quartzitos, calcários e mármore dolomíticos, granitos porfirídicos e granitos sintectônicos, alinhados estruturalmente na direção regional NE–SW. Os setores de relevos mais rebaixados são mantidos predominantemente pelos filitos e calcários. Nessa complexidade lito-estrutural, que condiciona o desenvolvimento de padrões de relevos muito vigorosos, desenvolve-se também grande diversidade de solos, com prevalência dos Cambissolos Háplicos, associação com Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos, que ocorrem nas vertentes muito inclinadas e nas áreas de domínio dos quartzitos. Os solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo, todos álicos e de textura argilosa, tendem a ocorrer nos setores menos inclinados das vertentes dos morros.



FIGURA 2. Vista panorâmica da região da sede do PEI a partir do Mirante da Anta. Ao centro da foto pode-se ver a zona de uso intensivo, com campos e edificações, as pousadas e demais infraestrutura utilizada durante o curso. Ao redor vê-se as florestas secundárias da sede, dominadas por manacá-da-serra (*Tibouchina pulchra* Cogn.), de tons arroxeados. Ao fundo, já fora dos limites do parque, percebem-se os Morros de Cimeira da Serra de Guapiara. Foto: Danilo Boscolo.

Vegetação

No Parque Estadual Intervales predomina a Floresta Ombrófila Densa (VELOSO, 1992), com variações em sua composição de espécies e estrutura de acordo com a influência do clima, do relevo e das condições edáficas, conforme relatado por Mantovani et al., (2008). O clima mais quente e úmido das baixas altitudes e encostas serranas voltadas para o vale do rio Ribeira de Iguape permite o desenvolvimento de uma floresta mais exuberante nas planícies e cotas mais baixas (Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Baixo-Montana) do que nas médias encostas (Floresta Ombrófila Densa Montana). Não menos importantes são as florestas ao longo dos cursos d'água e fundos de vale (Floresta Ombrófila Densa Aluvial). O clima é mais frio no topo das elevações da Serra de Paranapiacaba, onde sobre solos mais rasos ocorre a floresta nebulosa (Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana). Nas maiores altitudes do reverso da Serra de Paranapiacaba e no Planalto de Guapiara ocorre a Floresta Ombrófila Densa Montana. Esta é a fisionomia florestal predominante na região da Sede Administrativa, onde foram concentradas as atividades de campo do Curso Internacional de Polinização 2014 (FIG. 3).

O Parque Estadual Intervales apresenta histórico de intervenções antrópicas diversas sobre a vegetação no período anterior à sua criação, em 1995, com destaque para as atividades de roça e exploração de palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.), descritas em detalhe por Araujo (2008, 2009). As intervenções foram mais severas nos trechos de relevo mais suave no Planalto de Guapiara, onde a abertura de áreas para roças foram mais intensas e recorrentes entre a Sede Administrativa e a base do Carmo, no período de 1960 a 1975. A década de 1970 é marcada pelo início de ocupação da área pelo Banco do Estado de São Paulo (BANESPA), com a administração voltada para a construção de um povoamento urbano, com edificações como igrejas, armazéns e outros. Isso levou a degradação de grande parte das áreas do entorno da Sede pela extração de palmito, que expandiu-se em direção a outras bases a partir da década de 1980. No auge dessa atividade comercial, aproximadamente 100 funcionários trabalhavam na extração, com rendimento médio de 10 dúzias de palmito colhidas por funcionário por dia de trabalho. A fábrica de palmito da antiga Fazenda Intervales foi inaugurada em 1982, quando já se praticava o plantio em massa de mudas de palmito produzidas em viveiro, a fim de manter a produção via reflorestamento. A atividade só foi oficialmente encerrada em 1987, com a aquisição da área pela Fundação Florestal.

Araujo; Santos (2011) produziram o mapa de cobertura da terra na região entre as bases da Sede, Carmo; Capinzal (2.302 hectares). Por meio da interpretação visual de imagem QuickBird de 2006, na escala 1:5.000, 37% da área foi classificada como capoeira com bambus, 22% capoeirão e 37% floresta madura, o percentual restante discriminado entre vegetação rasteira ou arbustiva, solo exposto e corpos d'água. Segundo os autores, perturbações antrópicas relacionadas às atividades de roça e exploração do palmito, realizadas de modo intensivo e recorrente no

passado, contribuíram para a abertura de clareiras e o aumento da luminosidade, o que potencializou o estabelecimento e a expansão em biomassa das populações de bambus nativos, em especial da localmente denominada criciúma (*Merostachys multiramea* Hackel) e do taquaruçu (*Guadua tagoara* (Nees) Kunth).

No mapa de vegetação elaborado para o Plano de Manejo do PEI (MANTOVANI et al., 2008; **FIG. 3**), os trechos onde o bambu domina o dossel florestal constam na legenda correspondente à Floresta Ombrófila Aberta e a região da Sede é apresentada como vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Montana. Não há, no entanto, listagens florísticas ou inventários fitossociológicos na região da Sede Administrativa, assim como na maior parte do Parque Estadual Intervales. Estudos com este conteúdo foram realizados apenas na Base Saibadela, por Guilherme et al., (2004) e Zipparro et al., (2005).

Nos trechos de florestas secundárias do PEI é comum a ocorrência do manacá-da-serra (*Tibouchina pulchra* Cogn.; **FIG. 2**), da cigarreira (*Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby) e de muitas caporococas (*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. e *Myrsine umbellata* Mart.). Nos trechos florestais de estágios sucessionais mais avançados, ainda é possível encontrar espécies da flora ameaçadas de extinção. Além do próprio palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.), é comum a presença do xaxim-verdadeiro (*Dicksonia sellowiana* Hook), do cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e, com menor frequência, de cambuí (*Marlierea suaveolens* Cambess.) Várias canelas (*Ocotea catharinensis* Mez e *Ocotea daphnifolia* (Meisn.) Mez), guapevas (*Pouteria bullata* (S. Moore) Baehni) e *Pouteria de psammophila* (Mart.) Radlk.) também estão presentes.

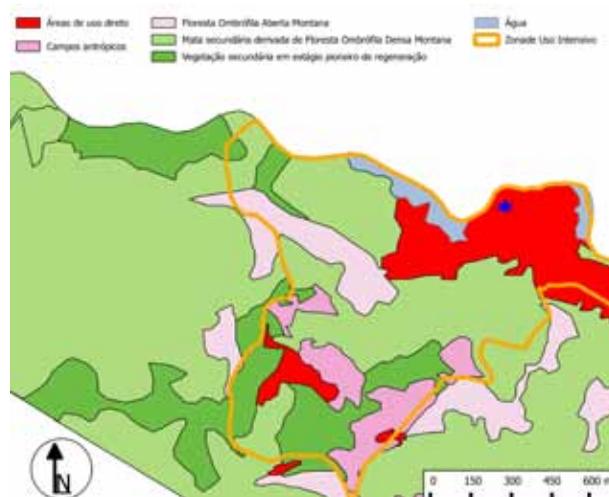


FIGURA 3. Mapa da vegetação na zona de uso intensivo do PEI e seu entorno. A estrela azul marca o local da sede, onde ocorreu a maior parte das atividades do curso. Modificado de Mantovani et al., (2008).

Fauna

As informações sobre a fauna do Parque Estadual Intervalos não são uniformes em relação ao seu território (BEISIEGEL, 2008). Os inventários concentram-se no Planalto de Guapiara, com levantamentos mais detalhados na região da Sede e nas bases do Carmo e Barra Grande, e expedições exploratórias na base Alecrim e nas bases já desativadas de Galo Perdido e São Pedro. No Vale do Ribeira, apenas a área de Saibadela foi alvo de pesquisas detalhadas, com inventários esporádicos nas bases Quilombo, Funil e Guapiruvu. De qualquer forma, o contínuo ecológico de Paranapiacaba onde se insere o PEI, em conjunto com outras áreas protegidas do Vale do Ribeira, foi apontado como a última área da faixa costeira do Brasil capaz de abrigar populações provavelmente viáveis de aves e mamíferos predadores de topo e alguns grandes herbívoros (RIBEIRO et al., 2009).

Mesmo subamostrado, no levantamento de dados secundários da fauna no Parque Estadual Intervalos (BEISIEGEL, 2008) foram contabilizados 751 taxa de invertebrados, 49 de peixes, 101 de anfíbios, 44 de répteis, 376 de aves e 121 de mamíferos, números que incluem tanto as espécies identificadas quanto as indeterminadas. Considerando somente as espécies identificadas, foram registrados no PEI 33% das espécies de invertebrados, 36% das espécies de peixes, 69% dos anfíbios, 62% dos répteis, 82% das aves e 72% dos mamíferos identificados na região do Vale do Ribeira e Alto Paranapanema. No contexto da Floresta Atlântica, ocorrem no PEI 15% dos anfíbios, 19% dos répteis, 36% das aves e 34% dos mamíferos de todas as espécies já identificadas em sua área de domínio. Destaca-se a presença de populações de algumas espécies ameaçadas, como muriquis *Brachyteles arachnoides*, onças-pintadas *Panthera onca*, aves cinegéticas ou raras como a jacutinga *Aburria jacutinga* e o pica-pau *Dryocopus galeatus*, pelo menos sete espécies de anfíbios cujas populações têm declinado em outras áreas de Floresta Atlântica e espécies únicas da fauna cavernícola.

O conhecimento sobre polinizadores no PEI é também esporádico e, em geral, inexistente. Segundo Sazima; Sazima (2001), pouco se sabe sobre quais polinizadores efetivamente existem no parque. No entanto, inferências podem ser feitas a partir do que se conhece para a Serra do Mar como um todo. Os principais polinizadores vertebrados da região são os Beija-flores e Morcegos, provavelmente polinizando plantas distintas e em períodos diferentes do dia, uma vez que morcegos tendem a ser noturnos, enquanto Beija-flores são todos diurnos. De acordo com Sazima; Sazima (2001), de 10 a 15% das angiospermas do PEI devem ser polinizadas por esses animais. Mas os polinizadores mais importantes são com certeza os insetos, principalmente abelhas, borboletas e vespas. Destacam-se nesses grupos, pela alta incidência de orquídeas e malpigáceas, os Euglossini e Anthophoridae. A grande quantidade de Mata-paus (gênero *Ficus*) provavelmente atraem muitas vespas do gênero *Pegoscapus* (SAZIMA; SAZIMA, 2001), as quais possuem biologia reprodutiva altamente especializada e codependentes. A grande quantidade

de helicônias e bromélias também favorecem a polinização por borboletas, com destaque ao gênero *Heliconius* (SAZIMA; SAZIMA, 2001). A execução do curso de polinização no PEI, associado a atividades de educação ambiental e capacitação de monitores ambientais (ver abaixo), tendem a fortalecer e fomentar os estudos sobre polinizadores na região.

Considerações finais

A edição de 2014 do Curso Internacional de Polinização contou com a participação de 27 estudantes, 12 professores de diferentes áreas e 5 monitores (**FIG. 4**), totalizando 43 pessoas de 4 países diferentes (Argentina, Brasil, Canadá e Espanha) (**FIG. 5**). Além dos conteúdos centrais do curso, foram incluídos nessa edição temas adicionais, assim como atividades de popularização de conhecimentos sobre polinização para monitores ambientais e população residente no entorno do PEI. O plano pedagógico desta edição incluiu uma introdução geral à metodologia científica, preparando desde o início os alunos a pensar em seus projetos de forma crítica. Por se tratar de uma edição em ambiente florestal, incluiu-se também uma aula sobre polinização em dossel. Outras aulas abordaram temas inovadores relativos a polinização, tais como a aplicação de teorias de redes e sobre a importância do contexto espacial para os processos de polinização. Questões de conservação e manejo de polinizadores em escalas amplas também foi um tema bastante discutido.

Uma atividade inovadora foi a interação entre alunos do curso e jovens estudantes da Escola Rural do Bairro Boa Vista (Ribeirão Grande–SP), localizada a 5km da sede do PEI, com o intuito de trocar conhecimentos e conversar sobre polinização. Durante a primeira semana os pós-graduandos foram preparados para interagir com os jovens de forma horizontal, respeitando o conhecimento local sobre a floresta ao mesmo tempo em que pudessem compartilhar seus conhecimentos sobre polinização. Essa atividade proporcionou aos alunos do curso a reflexão sobre como difundir os conceitos aprendidos para um público mais amplo que apenas a academia. Essa atividade foi avaliada via projeto dos alunos e os resultados são apresentados por Ramos & Malagodi-Braga neste volume.

Ao todo foram conduzidos pelos 8 projetos, dos quais 7 estão incluídos neste livro. Esses trabalhos foram todos realizados dentro da zona de uso intensivo do PEI e acessaram diferentes aspectos da polinização. Além da avaliação da atividade de educação ambiental, outros trabalhos focaram em aspectos bio-ecológicos da polinização, tais como a dinâmica de produção de pólen de uma espécie vegetal exótica (Araújo, Baptista & Ferreira), e o efeito do isolamento de indivíduos de bromélias epífitas na eficiência de transferência de pólen (Maubecin, Martins & Carrió). Quatro espécies nativas de plantas tiveram suas biologias forais estudadas, três espécies de *Lantana* (Verbenaceae; Santos, César, Martarello & Chaves) e o do morango

silvestre *Rubus rosifolius* (Rosaceae; Silva, Sekine, Venturieri & Martins). Os recursos polínicos explorados por abelhas da tribo Emphorini foram avaliados em diferentes locais da floresta ombrófila densa secundária (Woitowicz-Gruchowski, Pinto, Ramos, Malagodi-Braga, Uchôa & Soares). Um estudo sobre dispersão balística de pólen de *Boehmeriacaudata* (Urticaceae) foi considerado tão inovador que os docentes o indicaram para publicação em periódico científico.

De forma geral o curso proporcionou o contato de todos os participantes com a opulência da Mata Atlântica existente no PEI. O contato direto com a floresta e população local permitiu aos alunos uma reflexão profunda sobre como o conhecimento acadêmico da polinização pode ser difundido de forma positiva para a sociedade, respeitando ao mesmo tempo os conhecimentos tradicionais. Além disso, o curso possibilitou a interação entre pessoas de diferentes origens e o estabelecimento de contatos dentro a comunidade científica. Ao final, ministrar o curso no coração do maior remanescente de Mata Atlântica reforçou a percepção dos participantes da importância da conservação desse bioma e de seus recursos biológicos, cênicos e culturais.



FIGURA 4. Professores e equipe de monitoria da 10ª edição do Curso Internacional de Polinização.

FIGURA 5. Participantes da 10ª edição do Curso internacional de Polinização.

Referências

- ARAUJO, L. S.; SANTOS, J. R. A paisagem com bambus na Floresta Atlântica brasileira: caracterização e mapeamento com imagens de alta-resolução. In: ZAMUDIO, H. B. et al. **Bosques del Mundo, Cambio Climatico & Amazonia**. p. 87–96, 2011.
- ARAUJO, L. S. As (fascinantes) Florestas com Bambus. **Scientific American Brasil**, n. 86, p. 68–73, 2009.
- ARAUJO, L. S. **Padrões e condicionantes da dinâmica da paisagem na floresta com bambus do Parque Estadual Intervales**, SP. ESALQ, Universidade de São Paulo. 2008.
- BEISIEGEL, B. M. **Fauna. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1.%20Volume%20Principal/cad%202_DIAGNOSTICO%20E%20AVALIACAO/pag%20399_422%20FAUNA.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- BOLZANI, D. B. **Desenvolvimento da infraestrutura. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1.%20Volume%20Principal/cad%203_BASES%20LEGAIS_ZONEAMENTO_PROGRAMAS_BIBLIOGR/pag%20809_824%20gestao%20Infra%20parte%201.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- FURLAN, S. A.; LEITE, S. A. **Resumo Executivo. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/2.%20Resumo%20Executivo/pag%2001_134%20RESUMO%20EXECUTIVO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- GALVANI, E. et al.,. **Clima. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1.%20Volume%20Principal/cad%202_DIAGNOSTICO%20E%20AVALIACAO/pag%20191_238%20CLIMA.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- GUILHERME, F. A. G; MORELLATO, L. P. C.; ASSIS, M. A. Horizontal and vertical tree community structure in a section of lowland Atlantic Rain Forest in the Intervales State Park, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n.4, p. 725–737, 2004.

MANTOVANI, W. et al. **Vegetação. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1.%20Volume%20Principal/cad%202_DIAGNOSTICO%20E%20AVALIACAO/pag%20337_396%20VEGETACAO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, p. 853–858, 2000.

RAMALHO, R.; HAUSEN, J. E. P. Geomorfologia. In: **Projeto SUDELPA, relatório final**. v. 12. São Paulo, Cia. de Pesquisas de Recursos Minerais. 1975. 102p.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p.1141–1153, 2009.

RODRIGUES, C.; MOROZ, I. C.; SANTANA, C. L. **Hidrografia e geomorfologia fluvial. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1.%20Volume%20Principal/cad%202_DIAGNOSTICO%20E%20AVALIACAO/pag%20263_310%20HIDROGRAFIA.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

ROSS, J. L. S. et al. **Geomorfologia e fragilidade ambiental. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1.%20Volume%20Principal/cad%202_DIAGNOSTICO%20E%20AVALIACAO/pag165_186GEOMORFOLOGIA.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 22.717, de 21 de setembro de 1984. Declara Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/decreto/1984/1984-Dec-22717.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 40.135, de 08 de junho de 1995. Cria o “Parque Estadual Intervales” e dá providências correlatas**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1995/dec_sp_40135_1995_uc_criaparqueestadualintervales_sp_altrd_dec_44293_1999.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2015.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 58.148, de 21 de junho de 2012. Cria o Parque Estadual Nascentes do Paranapanema, institui o Mosaico de Unidades de Conservação do Paranapiacaba e dá providências correlatas.** Disponível em: <<http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dg280202.nsf/5fb5269ed17b47ab83256cfb00501469/d0498f7deb600c3883257a25004a53d2?OpenDocument>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução nº 40, de 6 de junho de 1985.** Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Resolucao%20Secretaria%20Cultura%2040-85.doc>. Acesso em: 18 jan. 2015.

SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Flores e animais polinizadores. p. 107–115. In: LEONEL, C.; FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Intervales**. 2011.

UNESCO. **Mata Atlântica: reservas do Sudeste**. 1999. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/atlantic-forest-south-east-reserves/#c1465030>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

VELOSO, H. P. Sistema fitogeográfico. In: IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências, v. 1, p. 8–38, 1992.

ZIPPARRO, V. B. et al. Levantamento florístico de Floresta Atlântica no sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 127–144, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032005000100015>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

Produção e reposição de néctar em *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Bercht. & Presl. (Solanaceae)

Priscila de Cássia Souza Araújo¹

Camila Folly Baptista²

Milton Henrique Ferreira³

Abstract

Some features like the position, shape and flower structure, chemical composition and concentration of nectar, can affect the behavior of floral visitors and influence the reproduction of plants. Studies on the production of nectar and the effects of removals on production rates have been made in some Solanaceous gener, however, less is known about these traits for species of *Brugmansia*. Thus, from 15 to 17 December 2014 in Intervales State Park, São Paulo, we measured the production, replacement and concentration of nectar of *B. suaveolens* flowers, and we analysed the relationship between stigma receptivity and pollen production in addition to describe the floral morphology and observe the presence of floral visitors. Flowers of *B. suaveolens* presented nectar, producing a high volume especially at night, and as the nectar was removed the flowers can replace it. Nectar removal stimulates total nectar production. The stigmas were receptive before flower expose began producing pollen, suggesting slight protogeny. The registered floral visitors were dipterous, Chrysomelidae beetles and Halictidae bees, but could not identify them as effective pollinators of *B. suaveolens*.

1 Universidade Federal de Viçosa (araujopri8@hotmail.com)

2 Universidade Federal de Viçosa (camilafolly@hotmail.com)

3 Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (milton.rickfe@yahoo.com.br)

Key-Words: floral morphology, Solanaceae, nectar concentration, floral visitors.

Os polinizadores são os principais responsáveis pelo movimento de pólen entre as plantas. Algumas características como a posição, forma e estrutura da flor, a composição química e concentração do néctar, entre outras, podem afetar o comportamento dos visitantes florais e exercer influência sobre a reprodução das plantas (ZIMMERMAN, 1988).

O néctar é secretado pelos tecidos glandulares nectaríferos, os nectários florais, que ocorrem em diversas partes das flores e tem sido usado como característica chave na taxonomia e filogenia das plantas (FAHN, 1979). Os principais solutos encontrados nos nectários florais são: sacarose, frutose e galactose em varias proporções, tornando as plantas nectaríferas um importante recurso energético para os polinizadores (KEVAN; BAKER, 1999).

Os processos de produção de néctar são a chave para conhecer a ecologia da interação planta-polinizador (GALETTO; BERNARDELLO, 2003). Alguns estudos apontam uma relação de coevolução entre características do néctar e tipo de polinizador. Os padrões de secreção do néctar e o efeito de sua retirada têm relação com uma diversidade de polinizadores que visitam as flores e o sucesso reprodutivo das plantas (GALETTO; BERNARDELLO, 1992).

Uma das famílias de grande importância econômica é Solanaceae (D'ARCY, 1991), com cerca 3.000 espécies distribuídas em 90 gêneros. Diversos trabalhos de produção de néctar já foram feitos para muitos gêneros dessa família, tais como, *Atropa*, *Browallia*, *Brunfelsia*, *Cestrum*, *Datura*, *Fabiana*, *Nicandra*, *Nicotiana*, *Petunia*, *Physalis*, *Salpiglossis*, *Schizanthus*, *Streptosolen* (PERCIVAL, 1961); *Streptosolen* (SHUEL, 1961); *Markea* (VOSS et al., 1980); *Acnistus*, *Witheringia* (GUERRANT; FIELDLER, 1981); *Nicotiana* (HERNÁNDEZ, 1981; GALETTO, 1991; BERNARDELLO et al., 2000); *Datura* (CRUDEN et al., 1983; FREEMAN; WORTHINGTON, 1985); *Cestrum*, *Datura* (GOTTSBERGER et al., 1984); *Atropa* (PERCIVAL, 1961; HERRERA, 1985); *Browallia*, *Cestrum*, *Cuatresia*, *lochroma* (BERNARDELLO et al., 1994). Contudo, os padrões de produção de néctar e o efeito da remoção deste nas taxas de produção ainda não foram investigados no gênero *Brugmansia*. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo medir a produção, reposição e concentração de néctar das flores de *B. suaveolens*, verificar a relação entre a receptividade do estigma e produção de pólen, além de descrever a morfologia floral e observar a presença de visitantes florais.

Material e Métodos

Área de estudo e espécie estudada

O trabalho foi realizado no Parque Estadual de Intervales, em São Paulo, do dia 15 a 17 de dezembro, em uma mancha de *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Bercht. & Presl., Solanaceae com aproximadamente 3 metros de altura, folhas isoladas, pecíolo cilíndrico e piloso, com tricomas simples; lâmina cartácea, oval a lanceolada com cerca de 20 cm de comprimento, ápice agudo a acuminado, base assimétrica, margem inteira e levemente sinuosa, pilosa; face adaxial e abaxial verdes, pubescente a pilosa, com tricomas simples (CARVALHO; BOVINI, 2006). As flores são grandes, pendentes, e amarelas antes de abrirem, durante a noite elas se abrem, tornando-se brancas e perfumadas (ZUCHOWSKI, 2005).

Produção e reposição de néctar

Para avaliar esses parâmetros, as flores foram ensacadas na pré-antese. Ao todo foram amostradas 12 flores, divididas em 4 grupos iguais, avaliados por 48 horas. O néctar foi extraído usando capilares de tubo de vidro de 50 µl inseridos do lado de dentro das flores. Duas variáveis foram imediatamente medidas: volume (em µl) e a concentração de solutos (% , massa/massa total) com o refratômetro de luz 0~32 brix. A produção do néctar foi determinada usando quatro conjuntos com três flores com a antese recém-iniciada. Esses dados eram medidos uma vez de seis em seis horas em cada conjunto de flores. Para avaliar o efeito da reposição do néctar na produção, ele era removido e medido na mesma flor a cada seis horas durante o período de atividade de secreção.

Receptividade estigmática, produção de pólen e néctar

Para estes testes, foram escolhidas 5 flores no estágio de pré-antese. A receptividade estigmática foi aferida a cada 6 horas, em uma dessas flores através da imersão do estigma em uma solução de peróxido de hidrogênio, segundo Dafni et al., (2005). Concomitantemente, foi observada a disponibilidade e viabilidade do pólen, e produção do néctar. A viabilidade do pólen foi testada em solução de carmim acético (corante para citoplasma). A produção de néctar foi verificada pela inserção de um capilar de vidro de 50 µl para a retirada do conteúdo produzido.

Visitantes florais

Foram observadas cerca de 10 flores abertas quanto a presença de visitantes florais durante 24 horas. Estes foram fotografados, coletados para fins de identificação, e devolvidos ao ambiente.

Resultados e Discussão

Morfologia floral

Flores solitárias, terminais, pendentes, pediceladas; cálice tubuloso, ápice agudo, margem sinuosa, corola infundibuliforme, alva, com 7–7,5 cm de diâmetro, a 2/3 a partir da base, 25–29 cm de comprimento. São inicialmente amarelas, abrindo-se durante a noite, quando suas corolas se tornam brancas e docemente perfumadas. Quatro estames isodínamos; anteras alvas, com aproximadamente 4 mm de diâmetro e 3 cm de comprimento, com deiscência longitudinal. Gineceu com estilete de 16,6 cm de comprimento e ovário com 1–2 mm de diâmetro e 7 mm de comprimento. Disco nectarífero ausente (ZUCHOWSKI, 2005; FELICIANO, 2008).

Produção e reposição de néctar

As flores de *B. suaveolens* liberaram néctar durante todo o tempo de observação, iniciando sua produção durante a noite, e mantendo-a ao longo do dia (**FIG. 1**). Em outras espécies de Solanaceae como *Petunia axillaris*, *Nicotiana glauca*, *N. longiflora* (GALETTO; BERNADELLO, 1993) e *Datura ferox* (TORRES et al., 2013) já foi reportado a produção de néctar durante toda a vida da flor. O período de menor produção de néctar das flores de *B. suaveolens* é durante a tarde, de modo que, ao anoitecer a produção aumenta novamente.

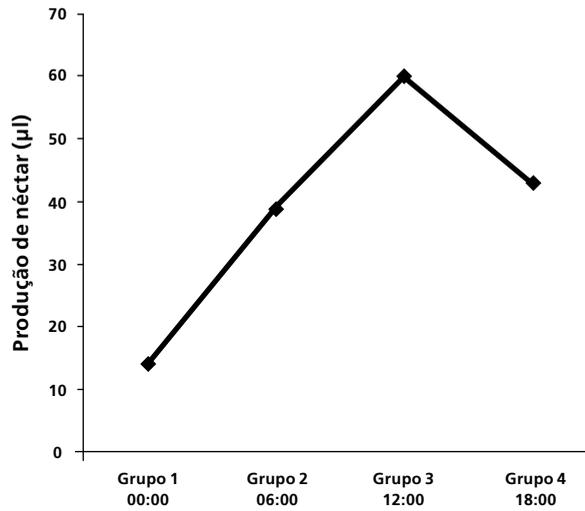


FIGURA 1. Produção de néctar medido pela primeira vez em cada grupo de flores ao longo de 24 horas.

As análises mostraram que a retirada do néctar estimula a produção do mesmo nas flores de *B. suaveolens* (**FIG. 2**), outras espécies tais como, *Lycium cestroides* e *D. ferox* (ambas Solanaceae) também apresentam aumento na produção de néctar quando este é removido (GALETTO; BERNADELO, 1995; TORRES et al., 2013). Flores cujo néctar havia sido coletado ao longo do dia produziram em média o dobro de néctar se comparadas com flores cujo néctar foi retirado apenas ao final de 24 horas (**FIG. 2**).

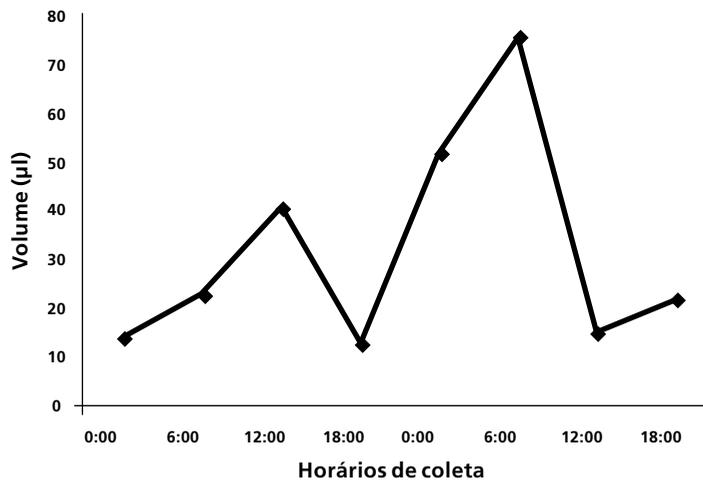


FIGURA 2. Retirada e produção de néctar a cada 6 horas ao longo de dois dias nas flores do grupo 1.

Flores cujo néctar havia sido coletado ao longo do dia produziram, em média, o dobro de néctar registrado em flores cujo néctar foi retirado apenas ao final de 24 horas (**FIG. 3**). Outras espécies de Solanaceae em que a produção de néctar não ses- sa com a remoção, geralmente ocorrem em áreas úmidas ou áridas, é são visitadas por abelhas, mosquitos ou esfingídeos noturnos (BERNADELLO; GALLETO, 2005).

Outras espécies de Solanaceae com produção ininterrupta de néctar com a re- moção, geralmente ocorrem em áreas úmidas ou áridas, é são visitadas por abelhas, mosquitos ou esfingídeos noturnos (BERNADELLO; GALLETO, 2005). Como *B. suaveolens*, *Lycium cestroides* e *D. ferox* (ambas Solanaceae) também apresentam aumento na produção de néctar quando este é removido (GALETO; BERNADELLO, 1995; TORRES et al., 2013).

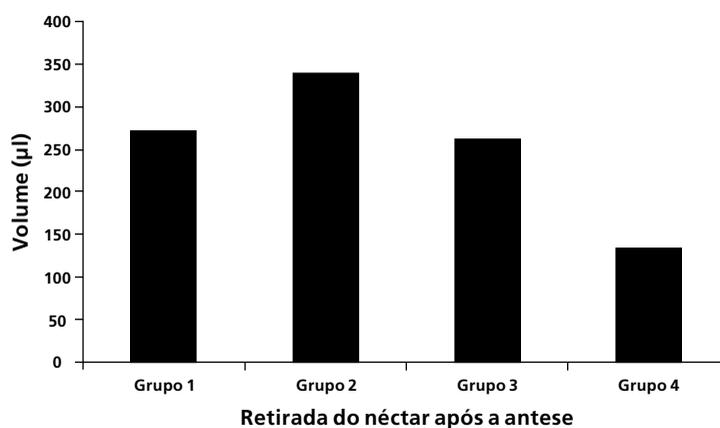


FIGURA 3. Retirada do néctar a cada 6 horas. Grupo 1: primeira retirada do néctar 6 horas após o início do experimento (total de 4 retiradas); grupo 2: primeira retirada néctar após 12 horas de experimento (total de 3 retiradas); grupo 3: primeira retirada néctar após 18 horas de experimento (total de 2 retiradas); grupo 4: primeira retirada néctar após 24 horas de experimento (controle).

A quantidade de soluto está relacionada à quantidade de néctar produzido pelas flores, mas sua concentração diminui ao longo da vida da flor, o que pode estar relacionado com valores limitados nas reservas de amido das flores (**FIG. 4**). Em *P. axillaris*, *N. glauca* e *N. longiflora*, o néctar repostado também apresenta diminuição na concentração dos solutos (GALETO; BERNADELLO, 1993). A diminuição dessa concentração de açúcar nas flores a partir do segundo dia em *B. suaveolens* foi observada em outro trabalho na Costa Rica (MEJICANO, 2011), e em outra espécie de Solanaceae, *Lycium ciliatum* (GALETO; BERNADELLO, 2005).

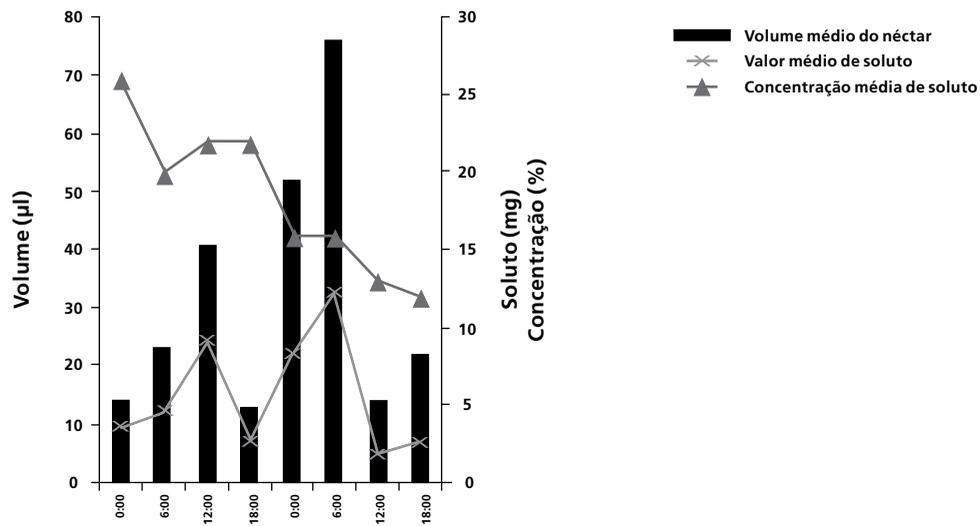


FIGURA 4. Relação da produção do néctar com a quantidade e concentração de soluto das flores de *B. suaveolens* durante 42 horas.

Receptividade estigmática, produção de pólen e néctar

Em todas as flores observadas o estigma estava receptivo ainda na pré-antese. Em contraponto, a produção de pólen não acompanhava a receptividade estigmática. A produção tardia de pólen em relação à receptividade do estigma sugere uma protoginia discreta.

Visitantes florais

Os visitantes florais observados nas flores de *B. suaveolens* (**TAB. 1**) pertenciam às ordens Hymenoptera, Diptera e Coleoptera. Foram identificadas duas abelhas da família Halictidae (Hymenoptera), vistas apenas no período da manhã coletando pólen. Durante todo o período de observação foi registrada a presença de dípteros dentro das flores, e em vários períodos do dia foram vistos coleópteros da família Chrysomelidae, subfamília Criocerinae.

Segundo Opler (1983), em um estudo de produção de néctar com mais de 500 plantas na Costa Rica, foi demonstrado que há uma relação clara entre a produção de néctar por flor e o tamanho do polinizador, onde são demonstradas adaptações das plantas e grupos particulares de visitantes.

Os visitantes florais de *B. suaveolens* não são bem conhecidos, as flores pendentes indicam que o possível polinizador poderia ser um esfingídeo (KNUDSEN; TOLLSTEN, 1993), segundo Gould (1861) as características florais podem indicar que as flores podem ser visitadas tanto por esfingídeos como também por morcegos e beija-flores, nenhum desses animais foram vistos nas flores. Mejicano (2011) relatou a presença de formigas, besouros bruquídeos e pequenos mosquitos nas flores de *B. suaveolens*. As larvas e adultos do gênero *Lema* e *Diabrotica*, da subfamília Criocerinae são possíveis herbívoros especialistas de em *B. suaveolens* (ARAB et al., 2012). Até o momento, em nenhum trabalho foi reportado a presença de abelhas Halictidae nas flores estudadas, no entanto, foi encontrada *Plebeia droryana* em *B. suaveolens* em uma Floresta de Mata Atlântica Santa Catarina (STEINER et al., 2010).

TABELA 1. Insetos visitantes florais de *B. suaveolens* no Parque Estadual de Intervalos, SP, Brasil.

ORDEM	FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	FREQUÊNCIA DE VISITAÇÃO
Diptera	—	—	abundante
Coleoptera	Chrysomelidae	Criocerinae	frequente
Hymenoptera	Halictidae	—	raro

Conclusão

A flor de *B. suaveolens* produz uma quantidade maior de néctar no período da noite, diminui durante a tarde e aumenta novamente na noite seguinte, sendo capaz de fazer a reposição quando o mesmo é retirado. A retirada do néctar estimula sua produção. Nas flores cujo néctar havia sido coletado ao longo do dia produziram em média o dobro de néctar se comparadas com flores cujo néctar foi retirado apenas ao final de 24 horas. A concentração de açúcar no néctar diminui ao longo da vida da flor. A receptividade do estigma associada a não produção de pólen na pré-antese da flor sugere uma protoginia discreta. Foram observados visitantes florais, mas não foi possível indentificá-los como polinizadores efetivos de *Brugmansia suaveolens*.

Agradecimentos

Agradecemos à organização, aos professores e colegas pelos momentos enriquecedores compartilhados durante o curso, em especial ao professor Leonardo Galetto e ao monitor Victor M. Monteiro pela atenção e profissionalismo durante o apoio para a realização deste experimento.

Referências

ARAB, A. et al. Methyl Jasmonate Increases the Tropane Alkaloid Scopolamine and Reduces Natural Herbivory: Is Scopolamine Responsible for Plant Resistance? **Neotropical Entomology**, v. 41, n.1, p. 2–8, 2012.

BERNARDELLO, L. M. et al. Floral nectar chemical composition of some species from Reserva Río Guajalito, Ecuador. **Biotropica**, v. 26, p. 113–116, 1994.

BERNARDELLO, G.; GALETTO, L. Nectar Secretion Pattern and Removal Effects in Argentine Lycium (Solanaceae). **Monographs in Systematic Botany**, v. 104, 2005.

CARVALHO, L. A. F.; BOVINI, M. G. Solanaceae na Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro–Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, p. 75–98, 2006.

CRUDEN, R. W.; S. M. HERMANN, S. M.; PETERSON, S. Patterns of nectar production and plant-pollinator coevolution. p. 80–125. In: BENTLEY, B.; ELIAS, T. S. **The Biology of Nectaries**. Columbia Univ. Press, New York. 1983.

DAFNI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. **Practical Pollination Biology**. Ontario, Canada. 2005.

D'ARCY, W. G. The Solanaceae since 1976 with a review of its biogeography. In: Hawkes, J. G. et al. **Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry and Evolution**. Royal Botanic Gardens, Kew. 1991.

FAHN, A. **Secretory Tissues in Plants**. Academic Press, London. 1979. 302p.

FELICIANO, E. A. **Solanaceae A. Juss. da Serra Negra, Rio Preto, Minas Gerais: Tratamento taxonômico e similaridade florística**. 154p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.

FREEMAN, C. E.; WORTHINGTON, R.D. Some nectar-sugar compositions of species from southeastern Arizona and South Western, New Mexico. **Madroño**, v. 32, p. 78–86, 1985.

GALETTO, L.; BERNADELLO, G. Nectar sugar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): an animal visitor's matter? **Plant Systematics and Evolution**, v. 238, p. 69–86, 2003.

GALETTO, L.; BERNADELLO, G. Characteristics of nectar secretion by *Lycium cestroides*, *L. ciliatum* (Solanaceae), and their hybrid. **Plant Species Biology**, v. 11, n. 2, p. 157–163, 1995.

GALETTO, L.; BERNADELLO, L. Nectar secretion pattern and removal effects in three species of Solanaceae. **Canadian Journal of Botany**, v. 71, n. 10, p. 1394–1398, 1993.

GALETTO, L.; BERNADELLO, L. M. Nectar secretion pattern and removal effects in six Argentinean Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Botanica Acta**, v. 105, p. 292–299, 1992.

GALETTO, L. Sobre el néctar y los nectários de algunas especies de *Nicotiana* (Solanaceae). **Kurtziana**, v. 21, p. 165–176, 1991.

GOTTSBERGER, G.; SCHRAUEN, J.; LINSKENS, H. F. Amino acids and sugars in nectar, and their putative evolutionary significance. **Plant Systematics and Evolution**, v. 145, p. 55–77, 1984.

GOULD, J.; SHARPE, R. B. **A monograph of the Trochilidae, or family of humming-birds**. Taylor & Francis, Red Lion Court, Fleet Street, published by the author, 26 Charlotte Street, Bedford Square, 1861.

GUERRANT, E. O.; FIELDLER, P. L. Flower defenses against nectar-pilferage by ants. **Biotropica** (suppl. Reproductive Botany), v.13, p. 25–33, 1981.

HERNÁNDEZ, H. M. Sobre la ecología reproductiva de *Nicotiana glauca* Grah., una maleza de distribución cosmopólita. **Boletim da Sociedade Botânica de Mexico**, v. 41, p. 47–73, 1981.

HERRERA, J. Nectar secretion patterns in southern Spanish mediterranean scrublands. **Israel Journal of Botany**, v. 34, p. 47–58, 1985.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects on flowers. p. 553–584. In: HUFFAKER, C. B.; ELIAS, A. P. **Ecological Entomology**, Ed. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 1999.

KNUDSEN, J. T.; TOLLSTEN, L. Trends in floral scent chemistry in pollination syndromes: floral scent composition in moth-pollinated taxa. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.113, n. 3, p. 263–284, 1993.

MEJICANO, E. **Pollination Syndrome and Nectar Protection in *Brugmansia suaveolens* (Solanaceae)**. 2011. Disponível em: <<http://www.usf.sobek.ufl.edu>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

OPLER, P. Nectar production in a tropical ecosystem. p. 16–39. In: BENTLEY, B. et al. Bees and melittophilous plants of secondary Atlantic forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. **Oecologia Australis**, v.14, n. 1, 1983.

PERCIVAL, M. S. Types of nectar in Angiosperms. **New Phytologist**, v. 60, p. 235–281, 1961.

SHUEL, R. W. Influence of reproductive organs on secretion of sugars in flowers of *Streptosolen jamesonii* Miers. **Plant Physiologist**, n. 36, p. 265–271, 1961.

STEINER, J. et al. Bees and melittophilous plants of secondary Atlantic Forest habitats at Santa Catarina Island, Southern Brazil. **Oecologia Australis: Ecologia de polinizadores**, v.14, n. 1, p. 16–39, 2010.

TORRES, C.; MIMOSA, M.; GALETTO, L. Nectar ecology of *Datura ferox* (Solanaceae): an invasive weed with nocturnal flowers in agro-ecosystems from central Argentina. **Plant Systematics and Evolution**, v. 299, n. 8, p. 1433–1441, 2013.

VOSS, R. et al. Floral biology of *Markea neurantha* Hemsley (Solanaceae), a bat-pollinated epiphyte. **American Midland Naturalist**, v.103, p. 262–268, 1980.

ZIMMERMAN, M. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. p. 57–78. In: LOVETT, J.; DOUST, L. **Plant reproductive ecology: Patterns and strategies**, Ed. Oxford: Univ. Press. 1988.

ZUCHOWSKI, W. **A Guide to Tropical Plants of Costa Rica**. Zona Tropical, Miami, Florida, p. 151–153, 2005.

Reflexões sobre uma experiência em Educação Ambiental no Parque Estadual Intervales (Ribeirão Grande, SP), durante o X Curso Internacional de Campo sobre Polinização

Jenifer Dias Ramos¹
Kátia Sampaio Malagodi-Braga²

Abstract

A Non-formal environmental education is an important tool for awareness-raising. This study aimed to reflect and analyze the performance of students in the International Course of Pollination in conducting an environmental education activity, highlighting the limitations and positive aspects of the experience lived through the perceptions of all stakeholders. For this we applied several questionnaires and made up the written record of the oral accounts of lived experience. This activity of interaction with the local school community was first placed in this course, in order to sensitize participants to the importance of science communication and science education in the theme of pollination, pollinators and the life cycle of plants and establish a dialogue between the participants of the course and the local community. Reflecting and analyzing the perceptions of various stakeholders we concluded that the goal set for this activity “raise awareness of the pollination process” has been reached, mainly because the interaction and integration between the various elements present in its context — human, material and natural — were prioritized in planning and carrying out the activity, seeking a horizontal relationship, personal approach and dialogue, considering all the actors as apprentices.

1 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (jenifer.ramos@acad.pucrs.br)

2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (katia.braga@embrapa.br)

Keywords: awareness, interaction, exchange of knowledge, experience

Contexto

A polinização é um importante serviço da biodiversidade, essencial na manutenção da diversidade das plantas e na produção de alimentos (KLEIN et al., 2007; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). Na natureza esse serviço garante a reprodução e sustenta a população de cerca de 90% das angiospermas (OLLERTON et al., 2011). Dentro deste contexto, destaca-se a importância de ações de sensibilização ambiental para popularização da temática, bem como políticas públicas de conservação dos polinizadores.

O Curso Internacional de Campo sobre Polinização realizado no Brasil é uma dessas ações, cuja proposta pedagógica, de base construtivista, permite que os alunos vão, ao longo do curso, incorporando os distintos conceitos teóricos e metodologias para a investigação científica a partir de discussões constantes entre professores e alunos e entre alunos sobre o desenvolvimento dos projetos de investigação (VIANA et al., 2010). Esses cursos são promovidos pelo Programa Brasileiro para conservação e uso sustentável dos polinizadores, denominado Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP), e têm por objetivos formar recursos humanos de nível superior para atuarem na área de Biologia e Ecologia da Polinização e permitir o intercâmbio de informações entre profissionais que atuam nessa área do conhecimento (VIANA; SILVA, 2014).

No Brasil, já foram realizadas 10 edições desses cursos, incluindo a edição de 2014, e estas ocorreram em diversas regiões e biomas brasileiros. A Edição de 2014, primeira no Bioma Mata Atlântica, ocorreu entre os dias 8 e 20 de dezembro e foi realizada no Parque Estadual Intervales (PEI). O PEI foi criado em 08 de junho de 1995 pelo Decreto Estadual nº 40.135/1995 e pertence ao sistema de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo. Localizado na área núcleo do Contínuo Ecológico de Paranapiacaba, no município de Ribeirão Grande (SP), o Parque protege junto a outras Unidades de Conservação da região o segundo e mais importante corredor ecológico de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Além disso, o PEI está inserido entre duas grandes bacias hidrográficas, a do Rio Paranapanema e a do Rio Ribeira de Iguape, (daí o nome: Intervales) protegendo uma densa e extensa rede de drenagem, que se mantém pela cobertura vegetal de diferentes tipologias de florestas da Mata Atlântica que recobrem toda sua extensão. Trata-se de uma das áreas mais significativas dos remanescentes florestais do Estado de São Paulo, pelo seu estado de conservação e por abrigar inúmeras espécies da fauna e flora, inclusive ameaçadas de extinção (FURLAN; LEITE, 2008).

No âmbito da 10ª edição do Curso Internacional de campo sobre Polinização, decidiu-se inserir, pela primeira vez, uma atividade de Educação Ambiental com a comunidade escolar localizada próxima ao PEI, visando: 1) sensibilizar os participantes do curso para a importância da divulgação científica e ensino de ciências na temática da polinização, polinizadores e o ciclo de vida das plantas, 2) estabelecer um diálogo entre os participantes do curso e a comunidade local sobre temas relacionados a polinizadores, polinização e o ciclo de vida das plantas.

Segundo Layrargues (2004), Educação Ambiental (EA) é o que historicamente costumou-se chamar as práticas educativas relacionadas ao meio ambiente, este envolvendo o ser humano, a natureza e suas relações. A EA não-formal é aquela realizada fora da escola, porém de maneira sistematizada. Ela é exercida em diversos espaços da vida social, pelas mais variadas entidades e profissionais em contato com outros atores sociais no espaço público ou privado, podendo também ser destinada à comunidade como um todo, sem, contudo, ter um currículo institucional predefinido (GUIMARÃES, 2004; BRASILEIRO; DIAS, 2013), possuindo um papel de grande importância na sensibilização das comunidades envolvidas com os processos biológicos, bem como na conservação e manutenção da biodiversidade.

A partir desta atividade de EA, este trabalho teve como objetivo refletir e analisar a atuação dos alunos do Curso em sua realização, destacando as limitações e os aspectos positivos da experiência vivenciada a partir das percepções de todos os atores envolvidos.

Descrição da experiência

A atividade de Educação Ambiental (EA) sobre o tema Polinização foi coordenada pelo Dr. Luciano Elsinor Lopes, professor da Universidade Federal de São Carlos. A proposta da atividade foi previamente submetida à apreciação e aprovação pela diretoria e professores da Escola Estadual Bairro Boa Vista Interales, do município de Ribeirão Grande, SP. Esta Escola, de Ensino Fundamental, Médio e de Educação de Jovens e Adultos, está localizada próxima ao PEI e, portanto, inserida no contexto da Conservação Ambiental. Seus docentes e alunos mostraram grande interesse pela realização da atividade com o tema da Polinização, sendo a proposta aprovada por todos.

Para a organização da atividade de EA, houve um momento em que todo o coletivo do Curso — professores e alunos — se reuniu para debater e definir conjuntamente o objetivo, a metodologia e os procedimentos necessários para sua realização. Assim, definiu-se: o **objetivo**, “sensibilizar os alunos para o processo da polinização”, o **percurso**, uma ou mais trilhas do parque, e as **equipes de**

trabalho, grupos com três ou quatro alunos do Curso — denominados monitores — mais três alunos da Escola.

Ficou definido que a metodologia a ser utilizada para o desenvolvimento do tema e avaliação seria proposta por cada grupo de monitores e apreciada pelo Coletivo. Esta decisão favoreceu um engajamento mais pessoal com a proposta, estimulou a criatividade e abriu espaço para a manifestação de uma diversidade de saberes e fazeres. Foram formados nove grupos de monitores e, em uma nova reunião, foram apreciadas as propostas de metodologia, bem como a proposta de percurso e de organização do tempo apresentada pelos professores. Nessa mesma reunião também foi acordado que os professores do Curso desenvolveriam a mesma atividade com os professores da Escola. Antes da realização da atividade, o seu coordenador e os demais professores ressaltaram a importância dos monitores estabelecerem uma relação horizontal com os alunos da Escola, assumindo um papel de aprendiz.

Para a avaliação da atividade ficou definido que cada equipe disporia de 20 minutos para aplicar sua própria proposta e nos 40 minutos restantes, através de um grande círculo, com todos os participantes, se abriria à palavra aos alunos e professores da Escola para que compartilhassem suas percepções a respeito da atividade vivenciada. A avaliação oral por parte dos alunos do Curso e seus professores foi realizada em outro momento.

A atividade de EA, realizada no dia 12 de dezembro, foi dividida em 5 momentos: 1) acolhimento dos alunos e professores da Escola e organização das equipes de trabalho na recepção do PEI (30 min), 2) aproximação e conhecimento pessoal através de diálogos espontâneos durante caminhada na primeira trilha (1 hora), 3) lanche e descanso nos jardins da Pousada Onça-Pintada (30 min), 4) interação e aprendizado durante caminhada na segunda trilha (1 hora) e 5) avaliação nas equipes de trabalho e no coletivo e encerramento (1 hora).

Com o objetivo de levantar elementos para embasar a reflexão e a análise da atuação dos alunos do Curso na realização dessa atividade de EA, bem como detectar as limitações e os aspectos positivos da experiência vivenciada, foram formulados e aplicados diversos questionários, individuais ou em grupo, com questões abertas e fechadas, junto aos atores envolvidos (anexo 1). Nos questionários fechados foram utilizados ícones no formato de “rostos com expressões de sentimentos” a serem assinalados conforme o grau de satisfação dos avaliados, visando favorecer o processo de avaliação através de uma linguagem mais “lúdica”. Esses questionários foram concebidos para verificar se o objetivo da atividade foi alcançado e para obter dados sobre as percepções dos atores quanto à interação nas equipes e destas com os meios utilizados (trilhas, materiais), a satisfação pessoal com a experiência e o aprendizado.

Também se procurou obter dos monitores, alunos do curso, informações pessoais sobre a formação e as experiências educacionais anteriores para um melhor entendimento das suas percepções e impressões sobre a atividade. As avaliações orais foram registradas em papel, sistematizadas e analisadas posteriormente. A maioria das propostas dos monitores para o desenvolvimento e avaliação do tema junto aos alunos da Escola foi entregue por escrito.

Resultados

No total, 10 professores e 25 alunos da Escola participaram desta atividade, sendo a metade dos alunos do Ensino Fundamental II e metade do Ensino Médio, com faixa etária entre 12 e 17 anos. Um guia do Parque também participou de toda a atividade, sendo incluído, para as avaliações, no grupo dos professores da Escola. Todos os alunos da Escola Estadual que participaram da atividade mostraram-se satisfeitos com a interação que ocorreu com os monitores, com o uso dos materiais fornecidos e com a atividade desenvolvida (**FIG. 1**). Eles destacaram, como o que mais gostaram a “boa explicação”, conhecer o processo de polinização e a prática com as flores (**FIG. 2**). E, quando questionados quanto ao que mais chamou sua atenção, verificou-se que a grande maioria (79%) destacou a polinização e os aspectos a ela relacionados (**FIG. 3**). Estes resultados indicam que o objetivo da atividade “sensibilizar os alunos para o processo da polinização” foi alcançado.

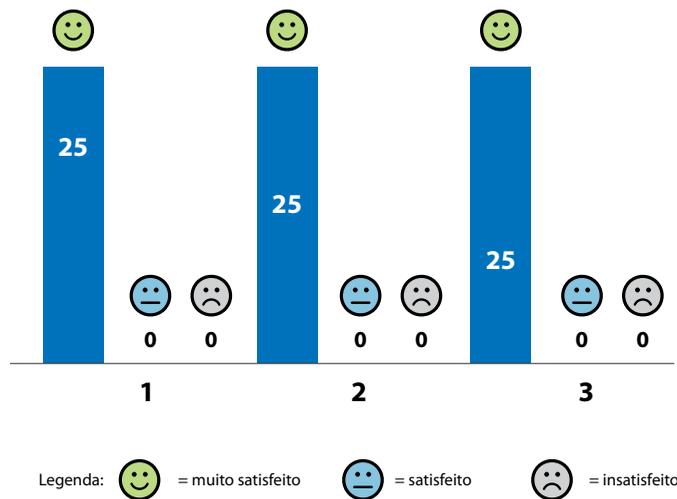


FIGURA 1. Respostas dos alunos da Escola Estadual Bairro Boa Vista Intevalles aplicadas logo após a realização da atividade de Educação Ambiental no Parque Estadual Intevalles: 1) Como você avalia a interação com os monitores? 2) Você gostou de usar os materiais fornecidos na prática? Qual a sua avaliação sobre a atividade desenvolvida no Parque Estadual Intevalles?

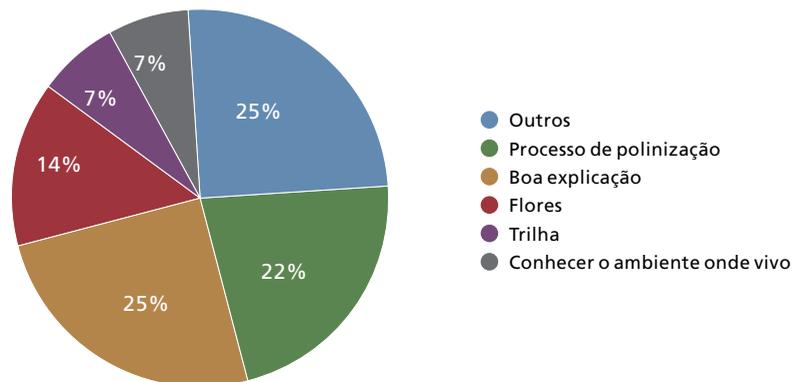


FIGURA 2. Resposta dos alunos da Escola Estadual Bairro Boa Vista Intevalles sobre o que mais gostaram na atividade de Educação Ambiental realizada no Parque Estadual Intevalles juntos aos alunos do X Curso Internacional de Campo sobre Polinização (monitores).

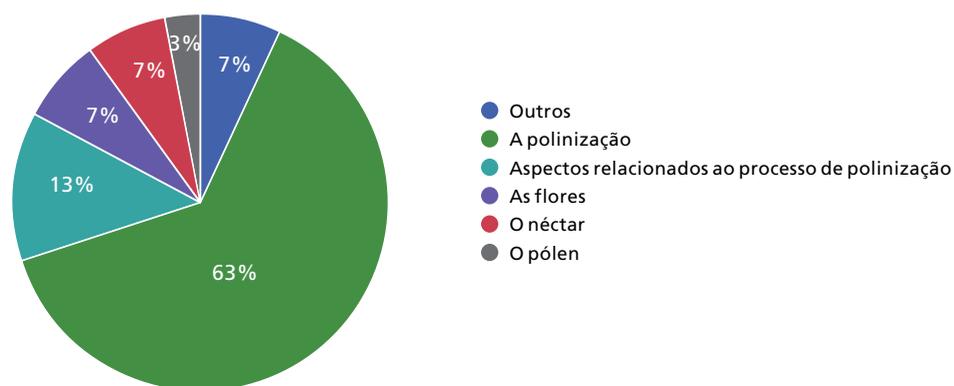


FIGURA 3. Resposta dos alunos da Escola Estadual Bairro Boa Vista Intevalles sobre o que mais chamou a atenção na atividade de Educação Ambiental realizada no Parque Estadual Intevalles durante o X Curso Internacional de Campo sobre Polinização.

A expressão “boa explicação” utilizada pelos alunos para manifestar o que mais gostaram, ou seja, o que foi mais prazeroso para eles na atividade, chama a atenção: o contexto acima descrito revela que a explicação a que eles se referem não é aquela comumente associada ao método expositivo de ensino e que valoriza apenas o conhecimento científico; nesse sentido, o adjetivo “boa” deve ter sido utilizado pelos alunos com o objetivo de reforçar essas diferenças. Schreiner e Sjøberg (2004) des-

tacam como um paradoxo atual o desinteresse dos jovens pela Ciência e Tecnologia (C&T) nas escolas de diversos países apesar da importância crescente deste tema na sociedade moderna. Eles argumentam que, no processo ensino-aprendizagem em C&T, é preciso considerar a importância dos aspectos motivacionais e atitudinais, além dos cognitivos. Neste sentido foi possível detectar, pelas respostas de todos os envolvidos, que os diferentes elementos presentes nesta atividade de EA atuaram como motivadores do aprendizado. Segundo Cornell (1997) as experiências diretas com a natureza são necessárias para desenvolver sentimentos de amor e preocupação pela Terra pois, caso contrário, as pessoas passarão a conhecê-la de modo superficial e teórico, sem nunca serem tocadas profundamente.

A valorização do conhecimento trazido pelos alunos da Escola por parte dos monitores também se mostrou um elemento motivador para a concretização de aprendizados de diferentes conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais). A maioria dos monitores destacou a interação como parte de seu aprendizado pessoal proporcionado pela atividade, bem como o colocar-se no lugar do outro (FIG. 4). Segundo Schreiner; Sjøberg (2004), em um ensino sob a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente o conhecimento científico deve ser considerado tão importante como outros conhecimentos para as decisões do estudante e sua participação nas discussões sobre os problemas socioambientais. A maioria dos monitores envolvidos nesta atividade de EA (55,6%) reconheceu que, de alguma forma, a formação acadêmica recebida contribuiu para a realização da mesma.

O fato dos alunos destacarem a “boa explicação”, conhecer o processo de polinização e a prática com as flores como aquilo que eles mais gostaram na atividade revela, portanto, que os diversos elementos presentes durante a caminhada na trilha e a forma como eles interagiram (o humano, os materiais utilizados, a natureza e seus componentes), propiciaram um contexto prazeroso e motivador, sensibilizando-os.

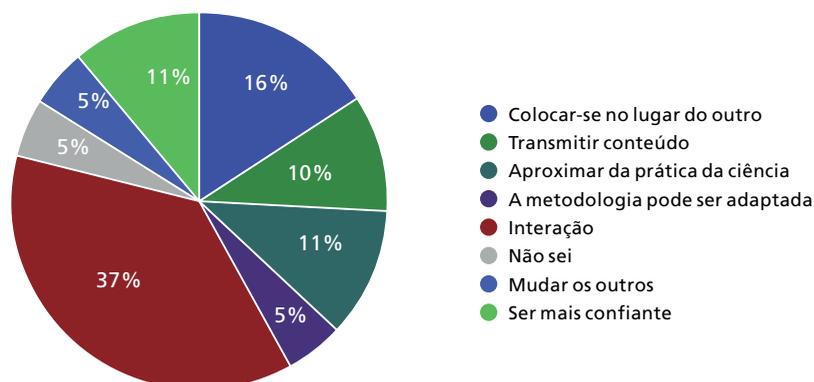


FIGURA 4. Resposta dos monitores (alunos do X Curso Internacional de Campo sobre Polinização) sobre o que aprenderam realizando a atividade de Educação Ambiental.

De acordo com a percepção dos grupos de monitores, verificou-se que a interação entre eles e os alunos da Escola e o envolvimento dos alunos com o tema ocorreu em todas as equipes mesmo que parcialmente (**FIG. 5**). Para os monitores, o diálogo estabelecido na interação com os alunos foi horizontal (**FIG. 6A**) e caracterizado pela de troca de saberes, de experiências e de informações (**FIG. 6B**), concretizando a orientação inicial do coordenador para que os monitores se colocassem como aprendizes.

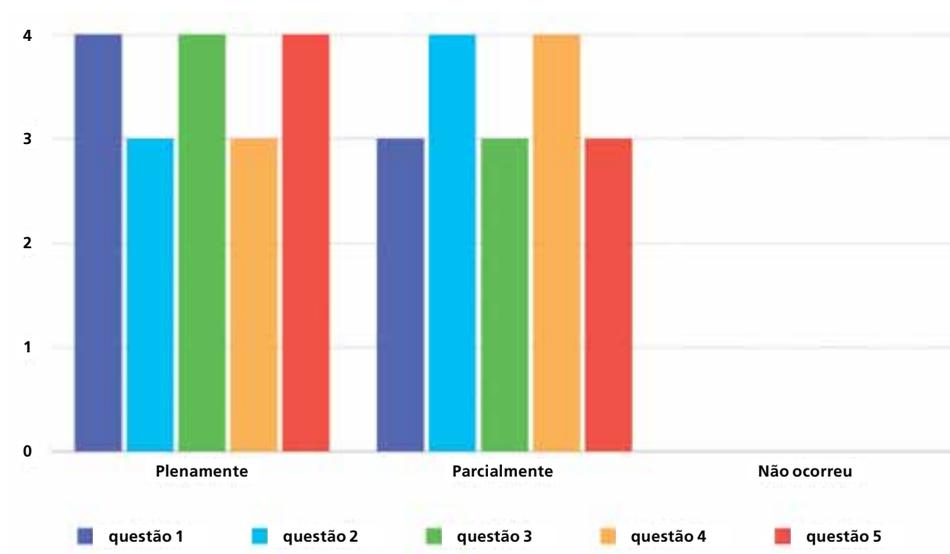


FIGURA 5. Respostas dos monitores (alunos do X Curso Internacional de Campo sobre Polinização) da atividade de Educação Ambiental realizada no Parque Estadual Intervales: 1) Como ocorreu a interação com os alunos durante a primeira trilha? 2) Como ocorreu o envolvimento dos alunos com o tema? 3) A proposta inicialmente pensada foi realizada? 4) O objetivo “sensibilizar os alunos para o processo da polinização” foi atingido? 5) A metodologia de avaliação que o grupo adotou foi efetiva?

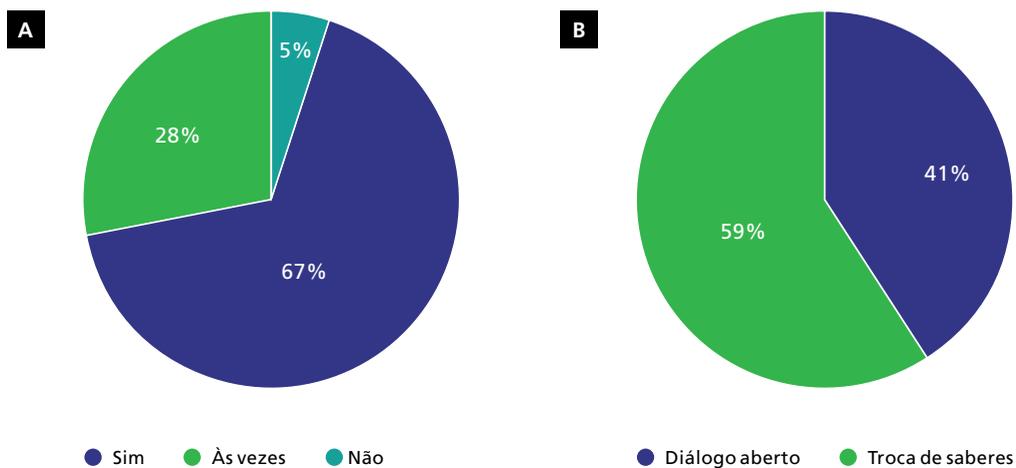


FIGURA 6. Respostas dos monitores (alunos do X Curso Internacional de Campo sobre Polinização) da atividade de Educação Ambiental realizada no Parque Estadual Intervales: A) Em sua opinião, você estabeleceu uma relação de diálogo horizontal com os alunos? B) Exemplifique como ele ocorreu.

Também para a maioria dos professores da Escola a interação foi um dos aspectos mais prazerosos da atividade (**FIG. 7**) e esta foi avaliada como plenamente satisfatória.

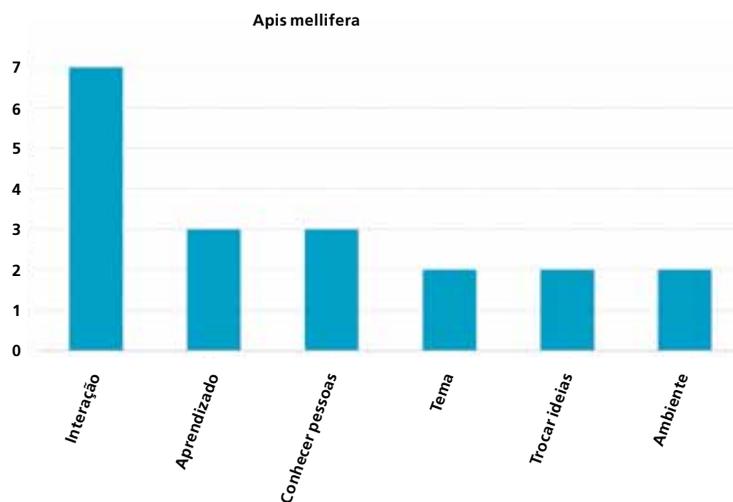


FIGURA 7. Número de vezes que a palavra destacada aparece nas respostas dos professores da Escola Estadual Bairro Boa Vista Intervales para a questão: o que você mais gostou na atividade de Educação Ambiental realizada no Parque Estadual Intervales?

Considerando novamente o objetivo da atividade, deve-se notar que a metade dos grupos de monitores considerou que ele foi alcançado apenas parcialmente (**FIG. 5**), o que não corresponde aos resultados descritos acima. Essa percepção, quanto ao alcance do objetivo, poderia ter origem em uma concepção equivocada do significado da palavra sensibilização.

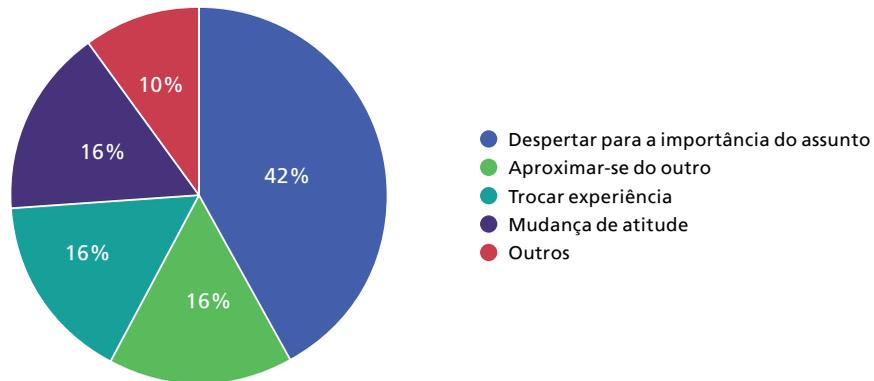


FIGURA 8. Resposta dos monitores (alunos do X Curso Internacional de Campo sobre Polinização) da atividade de Educação Ambiental realizada no Parque Estadual Intervales sobre o significado da palavra "sensibilização".

Contudo, para quase metade dos monitores, sensibilizar significou "despertar para a importância de um determinado assunto" (**FIG. 8**), o que está em acordo com o seu significado tanto nos dicionários da língua portuguesa (alertar, despertar a atenção para uma questão ou situação) quanto no contexto da EA. Sendo assim, pode-se supor que os monitores tenham chegado a esta conclusão pela forma como os alunos se expressaram por ocasião de avaliação realizada nos grupos. É preciso considerar que quase todos os monitores (82%) já tinham alguma experiência como educador e que a maioria dos grupos considerou a metodologia de avaliação como efetiva (**FIG. 5**). Portanto, é provável que, durante a avaliação, a metodologia utilizada pela maioria dos grupos — expressar-se, de forma livre, através de desenhos — não tenha propiciado aos alunos externar claramente essa sensibilização. Talvez, também por isso, 28% dos monitores tenham afirmado que, ao realizar novamente essa atividade, utilizariam outra forma de avaliar (**FIG. 7**). Os cartazes produzidos durante a avaliação foram exibidos enquanto os alunos e professores da Escola compartilhavam, oralmente, suas percepções sobre a atividade vivenciada. Durante esse momento, foi possível perceber através da fala, o entusiasmo que a atividade despertou tanto nos alunos da Escola quanto em seus professores.

Além dos aspectos positivos apontados e discutidos acima, algumas limitações foram destacadas pelos monitores e expostas durante as avaliações orais compartilhadas: a dificuldade em lidar com a timidez dos alunos, com a falta de interesse e com a ocorrência de conversas paralelas. Essas limitações, as características pessoais existentes em cada equipe de trabalho e a diversidade de propostas a serem desenvolvidas produziram, nos monitores, diferentes resultados, sentimentos e percepções acerca do trabalho realizado. Contudo, embora alguns tenham se entusiasmado mais com a experiência vivenciada e outros tenham experimentado alguma frustração, todos aprenderam com ela e foram modificados por ela em algum aspecto.

Dessa forma, refletindo e analisando as percepções dos diversos atores conclui-se que o objetivo definido para esta atividade “sensibilizar para o processo da polinização” foi atingido, principalmente, porque a interação e a integração entre os diversos elementos presentes em seu contexto — humano, material e natural — foram priorizadas no planejamento e na realização da atividade, buscando uma relação horizontal, de aproximação pessoal e de diálogo, considerando todos os atores como aprendizes.

Agradecimentos

A todos os alunos do curso que contribuíram com suas respostas e aos professores que nos incentivaram a levar este trabalho adiante.

Referências

BRASILEIRO, E. O.; DIAS, R. Parceria entre Parques Urbanos e Escolas: Estratégia de Ensino/Aprendizagem na Educação Ambiental Formal. **Revista Brasileira de Educação e Cultura**, n. 7, p. 55–72, 2013.

CORNELL, J. **A alegria de aprender com a natureza**: atividades na natureza para todas as idades. São Paulo: Melhoramentos/SENAC, 1997, 186p.

FURLAN, S. A.; LEITE, S. A. **Resumo Executivo. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales**. Fundação Florestal, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/2.%20Resumo%20Executivo/pag%2001_134%20RESUMO%20EXECUTIVO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental crítica. Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 156, p. 94, 2004.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropical**, FAPESP: São Paulo, v. 10, n. 4, p. 60–62, 2010.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 2007.

LAYRARGUES, P. P. (Re) Conhecendo a Educação Ambiental Brasileira. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: MMA, 2004.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.

SCHREINER, C.; SJØBERG, S. Rose: the relevance of science education. **Acta Didactica**, Oslo: ILS of forfatterne, Unipub AS, 2004.

VIANA, B. F. et al. Curso de Campo sobre Polinização: uma proposta pedagógica. **Oecologia Australis**, v.14, n.1, p. 297–304, 2010.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O. **Biologia e Ecologia da Polinização**: cursos de Campo Vol. 3. 1. ed. Salvador: EDUFBA, v. 3. 2014, 212p.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 1

para os professores da Escola Estadual Bairro Boa Vista Interales que participaram da atividade de educação ambiental

Nome:

Disciplina que você ministra:

Qual a sua avaliação sobre a atividade desenvolvida no Parque Estadual Interales, com os alunos do X Curso Internacional de Polinização?



Como você avalia a interação com os pesquisadores?



O que você mais gostou na atividade?

Como você entende o papel do professor na comunidade em que você vive?

QUESTIONÁRIOS 2

para os alunos da Escola Estadual Bairro Boa Vista

Nome:

Idade:

Qual a sua avaliação sobre a atividade desenvolvida no Parque Estadual Intervales, com os alunos do X Curso Internacional de Polinização?



Como você avalia a interação com os "monitores" da atividade?



Você gostou de usar os materiais fornecidos na prática?



O que você mais gostou na atividade?

Do que você aprendeu o que mais chamou sua atenção?

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL PARA OS MONITORES DA ATIVIDADE

(alunos do X Curso Internacional de Polinização: pós-graduandos e profissionais)

Nome:

Idade:

Nível de escolaridade:

- 1) Você já teve experiência como educador na educação formal? E na educação informal?
- 2) O que é sensibilização para você?
- 3) O que você aprendeu realizando essa atividade?
- 4) Se você tivesse a oportunidade de realizar novamente a atividade o que você mudaria? Por quê?
- 5) Como você avalia sua formação acadêmica para realizar essa atividade?
- 6) Em sua opinião você estabeleceu uma relação de diálogo horizontal com os alunos? Cite situações que ilustram a sua resposta.

QUESTIONÁRIO 3

para os grupos de monitores

(alunos do X Curso Internacional de Polinização: pós-graduandos e profissionais)

Número do grupo:

Nome dos integrantes:

A proposta inicialmente pensada foi realizada?

() Plenamente () Parcialmente () Não ocorreu

Como foi a interação com os alunos durante a primeira parte da trilha?

() Plena () Parcial () Não ocorreu

Como foi o envolvimento dos alunos com o tema desenvolvido?

() Plena () Parcial () Não ocorreu

O objetivo da atividade “sensibilizar os alunos para o processo de polinização” foi atingido?

() Plenamente () Parcialmente () Não ocorreu

A metodologia de avaliação que o grupo adotou foi efetiva?

() Plenamente () Parcialmente () Não ocorreu

Estar isolado pode afetar o sucesso de polinização?

Constanza Clara Maubecin¹
Rachel Anne Alencar Martins²
Elena Carrió³

Abstract

The spatial distribution of natural plant populations can have different effects on ecological processes and at different scales of operation. In sessile organisms such as plants, each individual in a population experiences a local density variance, which may vary in their influence according to the observed scale. At local scale, the spatial distribution of a population can influence the pollination success, through processes of facilitation or competition. In Parque Estadual Intervalas-SP, we assessed the effects of density and size of inflorescences of *Vriesea* sp. plants on its pollination success. The results showed that the size of the inflorescence had no significant relationship with the conspecific and heterospecific pollen load that reached the stigmas. However, the density of plants *Vriesea* sp. tends to be related to the conspecific pollen load on flower's stigmas, as pollination success declined as average distance to the ten nearest conspecifics increased.

Key Words: plants density, facilitation, competition, pollination success, tropical rainforest, *Vriesea* sp.

1 Universidad Nacional de Córdoba (cmaubecin@gmail.com)

2 Universidade Federal da Paraíba (rachel-alencar@hotmail.com)

3 Universidad de Valencia (elena.carrio@uv.es)

Em plantas polinizadas por animais, um dos fatores mais importantes para o sucesso da polinização é o tamanho da população, já que o número de plantas com flores em uma população afeta a atração de polinizadores (BRYN et al., 2008). Rathcke (1992) afirma que a maneira como o néctar é oferecido pela planta pode direcionar o comportamento de forrageamento do polinizador, de forma a otimizar a polinização e resultar em sucesso reprodutivo para a planta. Desta maneira, o agrupamento de inflorescências pode ser uma estratégia eficiente para atrair polinizadores, uma vez que concentra recurso alimentar em uma área pequena diminuindo o tempo e a energia gastos pelos polinizadores, favorecendo o seu forrageio ótimo (PROCTOR et al., 1996). Assim, polinizadores estão mais propensos a se mover entre os indivíduos em populações densas, onde as distâncias percorridas durante o voo são mais curtas que em populações esparsas, onde as visitas dentro de uma mesma planta podem aumentar, favorecendo a transferência de pólen da mesma planta. O modelo mais aceito atualmente prevê que maiores populações de plantas podem ser mais facilmente visualizadas por agentes polinizadores por serem mais atraentes (facilitação), resultando em maior visitação floral e aumento do sucesso reprodutivo (SIH; BALTUS, 1987). Contudo, a partir de certa densidade, o número de flores passaria a ser maior do que os polinizadores seriam capazes de visitar, resultando em competição entre plantas pelo serviço de polinização (RATHCKE, 1983), provocando a redução da deposição de pólen compatível nas flores (FEINSINGER et al., 1991).

Nas florestas tropicais, besouros, beija-flores e pequenas abelhas são os principais polinizadores das espécies de sub-bosque (PROCTOR et al., 1996). Em especial, a polinização por beija-flor ocorre preferencialmente nas espécies não-lenhosas, como as espécies da família Bromeliaceae (WIENS, 1992). Na floresta tropical de Mata Atlântica do Parque Estadual de Intervales em São Paulo (Brasil) observam-se áreas com grandes aglomerações de bromélias do gênero *Vriesea* sp. (Bromeliaceae), bem como áreas com indivíduos isolados. Nós testamos a hipótese de que existe uma relação entre a densidade de *Vriesea* sp. em uma escala local e seu sucesso de polinização. Nossa previsão é que plantas que estão em locais de baixa densidade terão menor deposição de pólen em seus estigmas que aquelas em locais de densidade maior. Especificamente, nosso objetivo foi avaliar o efeito da densidade de *Vriesea* sp. e do tamanho das inflorescências sobre o sucesso de polinização (pólen sobre estigmas) nas trilhas do Parque Estadual Intervales.

Material e Métodos

Área e espécie de estudo

O estudo foi realizado em dezembro 2014 no Parque Estadual Intervalos (PEI), localizado na Serra de Paranapiacaba, sul do Estado de São Paulo, Brasil. O PEI possui aproximadamente 48.000 ha e é circundado por outras três unidades de conservação (Parque Estadual Carlos Botelho, Estação Ecológica do Xitué e Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira) totalizando cerca de 200.000 ha (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2001). A área é coberta, principalmente por floresta atlântica primária com pouca intervenção antrópica, e situa-se nos domínios da Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 1991). Essa área faz parte da maior área contínua de Floresta Atlântica brasileira remanescente. O clima é tropical superúmido, sem períodos de déficit hídrico, com chuvas o ano todo e temperaturas variando entre 18°C e 28°C ao longo do ano.

No Parque Estadual Intervalos coexistem diversas espécies do gênero *Vriesea* (Bromeliaceae). As numerosas espécies de *Vriesea* são plantas herbáceas epífitas, acaulescentes, com folhas de um verde intenso sem espinhos (e.g. LEME, 1996; COSTA et al., 2009; GÓMES-DA-SILVA; COSTA, 2011). A espécie em estudo neste trabalho tem inflorescências densas e compactas, com poucas flores abertas simultaneamente (**FIG. 1**); brácteas vermelhas, flores nectaríferas com corola tubular amarela e habita preferencialmente espaços abertos e ensolarados, na parte baixa e média das árvores (obs. pers.).



FIGURA 1. (A) Indivíduo de *Vriesea* sp. no seu ambiente natural. **(B)** Inflorescência de *Vriesea* sp. com flores abertas.

Desenho amostral e obtenção de dados

Densidade: Trilhas dentro do PEI foram percorridas e os pontos de presença da espécie foram marcados com GPS registrando-se o número de indivíduos por ponto (quando mais de um indivíduo encontravam-se na mesma árvore, por exemplo) e a altura estimada de cada um. Ao total, foram marcados 414 pontos GPS, das quais 32 plantas focais acessíveis foram selecionadas aleatoriamente para tomar medidas de atrativo e sucesso de polinização (**FIG. 2**).

Para fazer a estimativa de densidade, a distância de cada um dos indivíduos de *Vriesea* sp. ao seu vizinho mais próximo (A) foi calculada por meio de uma equação do tipo $A = \sqrt{B^2 + C^2}$, onde B representa a distância entre pontos do GPS, calculada com o software QGIS, e C a diferença de alturas entre a planta focal e o seu vizinho mais próximo (**FIG. 3**). A partir destes dados, para cada um dos indivíduos focais de *Vriesea* sp., duas medidas de densidade local foram obtidas: a distância para o vizinho mais próximo e a média das distâncias dos dez vizinhos mais próximos.

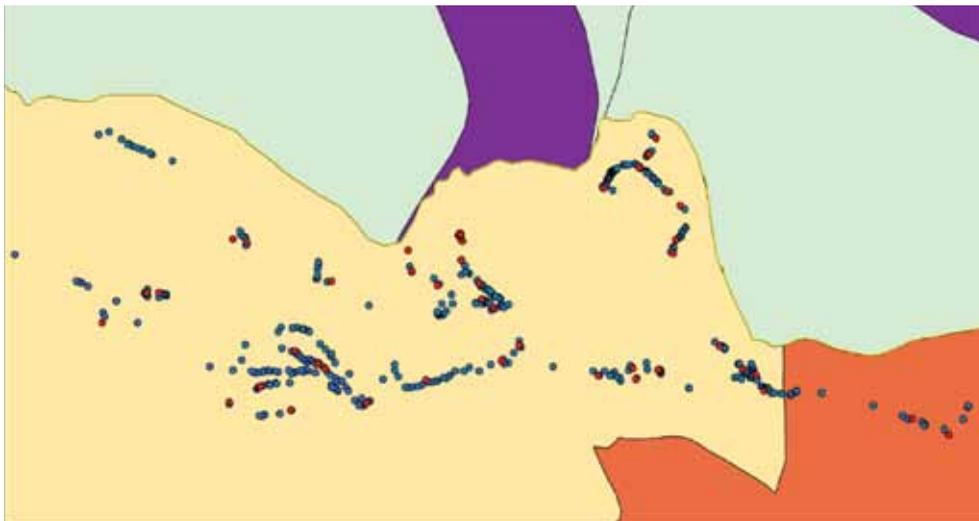


FIGURA 2. Mapa com o total pontos GPS marcados ($n = 414$, cor azul) e plantas focais ($n = 32$, cor vermelho).

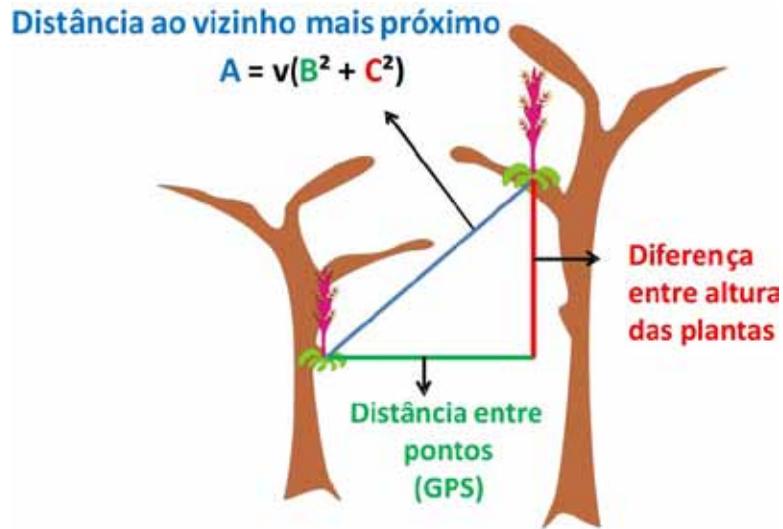


FIGURA 3. Cálculo da distância de cada indivíduo de *Vriesea* sp. ao seu vizinho mais próximo, por meio da equação $A = \sqrt{B^2 + C^2}$, onde B representa a distância entre pontos do GPS e C a diferença de alturas entre a planta focal e o seu vizinho mais próximo.

Atrativo reprodutivo e sucesso na polinização: Estudamos o atrativo reprodutivo tomando o comprimento das inflorescências de cada uma das plantas focais. Em seguida, para estimar o sucesso de polinização, o estigma de uma flor foi retirado das plantas focais e conservado para quantificar a carga polínica, com metodologia similar à de Metcalfe; Kunin (2006). Os estigmas foram montados em lâminas e observados ao microscópio para contagem dos grãos de pólen co-específico e heteroespecífico aderido.

Autogamia: Para garantir que o pólen quantificado nos estigmas das flores fora produto da deposição por polinização animal, ensaios para testar a possibilidade de autogamia foram realizados. Entre 2 e 5 botões maduros de 12 plantas foram ensacados, e dois dias depois, seus estigmas foram coletados para quantificar a carga polínica depositada por autopolinização ao final da antese, seguindo a mesma metodologia descrita na seção anterior.

Análise estatística

Para avaliar o efeito da densidade local (distância a seu vizinho mais próximo e média da distância a seus 10 vizinhos mais próximos) sobre o sucesso de polinização (carga estigmática de pólen co-específico e heteroespecífico) de *Vriesea* sp., modelos lineares generalizados de tipo quase *glm* foram aplicados aos dados, utilizando o software R 3.1.0 (R Development Core Team, 2014). A seleção do melhor modelo

foi realizada através da análise de deviance (test Chi), considerando-se a significância de cada um dos termos do modelo (valor p) e a quantidade de variância explicada por cada modelo.

Resultados

O resumo estatístico para as variáveis estudadas é apresentado na **TABELA 1**.

TABELA 1. Resumo estatístico das variáveis em estudo ($n=32$).

	Pólen conesp. (n° grãos)	Pólen heteroesp. (n° grãos)	Comprimento da inflorescência (cm)	Média da distância dos 10 vizinhos mais próximos (m)	Distância ao vizinho mais próximo (m)
Amplitude	0–108	0–27	25,0–90,0	3,19–44,53	0–25,00
Média (desvio padrão)	36,66 (33,67)	2,25 (5,80)	55,53 (14,29)	15,63 (12,78)	5,01 (5,51)
Coefficiente de variação	0,91	2,57	0,25	0,81	1,09

Densidade, atrativo reprodutivo e sucesso na polinização: Os resultados mostram que a densidade da população de *Vriesea* sp. tem um efeito sobre a carga de pólen co-específico nos estigmas das flores das plantas focais, indicando que em altas densidades o sucesso da polinização de *Vriesea* sp. é maior (**FIG. 4 e 5**).

O melhor modelo para a quantidade de pólen co-específico nos estigmas (variação dos dados explicada= 24,88%, **FIG. 4**) considera a densidade estimada como a média das distâncias dos dez vizinhos mais próximos como a variável mais importante, com uma significância de $p=0,001$, e o tamanho das inflorescências em segundo lugar ($p=0,384$).

Em quanto ao pólen heteroespecífico, o efeito da densidade mostra uma tendência quando se considera a distância ao vizinho mais próximo ($p=0,345$) e o tamanho das inflorescências ($p=0,133$), com um 20,57% da variação dos dados explicada pelo modelo.

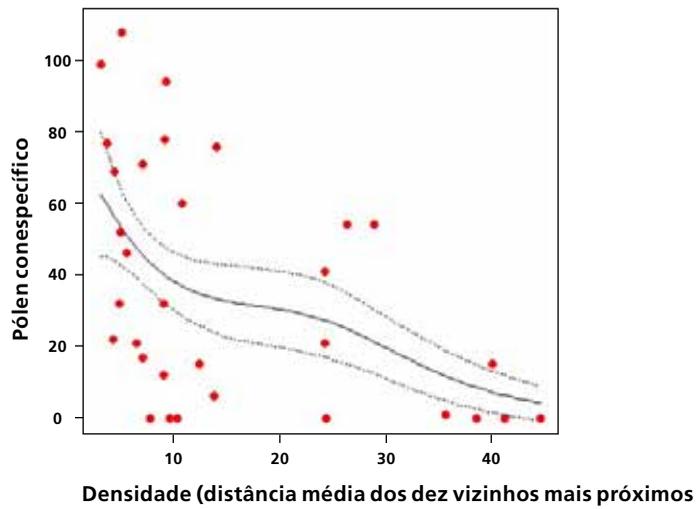


FIGURA 4. Efeito da densidade, estimada como a média da distância dos dez vizinhos mais próximos, sobre o número de grãos de pólen co-específico nos estigmas das plantas focais. *Deviance* do modelo: 24,88%.

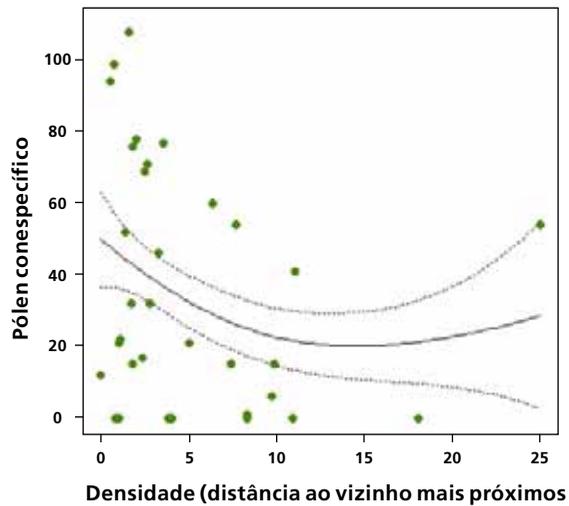


FIGURA 5. Efeito da densidade, estimada como a distância ao vizinho mais próximo, sobre o número de grãos de pólen co-específico nos estigmas das plantas focais. *Deviance* do modelo: 20,57%

Autogamia: A média de pólen depositado nos testes de autogamia foi de 3,58 grãos por estigma (n=12, rang: 0 a 12). Não foi observado o crescimento de tubos polínicos.

Discussão

Sistema de polinização

Nossos resultados sobre a carga estigmática de pólen nas flores ensacadas sugerem que a espécie estudada não apresenta considerável capacidade para autopolinização. A polinização natural provavelmente seja mediada por animais. *Vriesea* sp. apresenta caracteres típicos de polinização por aves como as brácteas vermelhas, flores nectaríferas com corola tubular amarela (ROCA DE ANDRADE, 2006; SILVA; PIRATELLI, 2014). Existem evidências de outras espécies congênicas com características reprodutivas similares que são polinizadas principalmente por espécies de beija-flores (SCHMID et al., 2011; ROCCA DE ANDRADE; SAZIMA, 2013). Durante o trabalho de campo, o beija-flor *Thalurania glaucopis* foi observado visitando as flores de *Vriesea* sp. em reiteradas oportunidades.

Densidade e sucesso de polinização

O efeito da densidade local de plantas ou a distância entre indivíduos sobre o sucesso de polinização foi estudado em um grande número de trabalhos por causa da sua possível influência sobre outros parâmetros reprodutivos como a taxa de visita dos polinizadores, o número potencial de cruzamentos entre indivíduos ou o nível de depressão por endogamia (KUNIN, 1991, 1997; BOSH; WASER, 1999; SHIBATA et al., 2009). Neste estudo, a análise das cargas de pólen nos estigmas das plantas focais de *Vriesea* sp. evidenciou o efeito da densidade de plantas sobre o sucesso de polinização. O padrão de sucesso de polinização observado coincide com resultados de vários estudos nos quais foi visto que este normalmente está positivamente afetado por um incremento na densidade local de plantas (METCALFE; KUNIN, 2006; BRYN et al., 2008; SHIBATA et al., 2009; MARTÉN-RODRÍGUEZ et al., 2012; HEGLAND, 2014). Em plantas polinizadas por animais, o sucesso de polinização, tanto quantitativo como qualitativo, pode ser incrementado com a densidade por causa de um incremento na taxa de visitas e da constância dos polinizadores em frente de recompensas florais superiores (KUNIN, 1997; MARTÉN-RODRÍGUEZ et al., 2012). Em outras palavras, um maior sucesso de polinização associado com a densidade poderia refletir uma maior transferência de pólen entre indivíduos co-específicos quando a disponibilidade de pólen é maior e as distâncias de voo dos polinizadores são pequenas. Contudo, se precisaria um estudo dos principais

polinizadores para contar com evidências de que o comportamento dos visitantes florais está limitando o sucesso de polinização das plantas. Apesar disso, nossos resultados poderiam estar refletindo indiretamente no comportamento de forrageio do polinizador quando visita as flores de *Vriesea* sp., já que parece existir uma relação de tipo exponencial entre a densidade e o sucesso de polinização. Nas figuras 4 e 5 pode-se observar que quando os indivíduos de *Vriesea* sp. estão agregados o efeito da densidade gera altas cargas estigmáticas de pólen, enquanto existe um limiar de densidade a partir do qual o sucesso de polinização diminui rapidamente, ou seja, em que a medida que as plantas se encontram mais dispersas no espaço o comportamento do sistema muda, e o efeito “ímã” das plantas agregadas é rapidamente diluído.

Finalmente, os resultados apresentados são também de importância desde o ponto de vista da conservação. Uma maior densidade de plantas pode aumentar a concorrência intra-específica para a polinização, resultando em sucesso reprodutivo inferior (WARD, et al., 2013). Alternativamente, uma relação positiva entre uma densidade e o sucesso de polinização (como foi encontrado neste estudo) pode ser traduzida a um incremento do sucesso reprodutivo. Por tanto, nossos resultados sugerem que ao diminuir a densidade local de plantas da espécie estudada por efeito da fragmentação ou alteração direta do habitat poderia causar uma perda da capacidade reprodutiva das plantas.

Referências

- BAWA, K.; HADLEY, M. **Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants**. III. Unesco IV. Series. 1990.
- BOSCH, M.; WASER, N. M. Effects of local density on pollination and reproduction in *Delphinium nuttallianum* and *Aconitum columbianum*. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 6, p. 871–879, 1999.
- BRYSON, R.; JACQUEMYN, H.; HERMY, M. Pollination efficiency and reproductive patterns in relation to local plant density, population size, and floral display in the rewarding *Listera ovata* (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 157, p. 713–721, 2008.
- COSTA, A. F.; RODRIGUES, P. J. F. P.; WANDERLEY, M. G. L. Morphometric analysis of *Vriesea paraibica* Wawra complex (Bromeliaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 159, p. 163–181, 2009.
- FEINSINGER, P.; TIEBOUT III, H. M.; YOUNG, B. E. Do tropical bird-pollinated plants exhibit density-dependent interaction? **Ecology**, v. 72, p. 1953–1963, 1991.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Intervalos: fundação para a conservação e a produção florestal do estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo. 2001.

GOMES-DA-SILVA, J.; COSTA, A. F. A taxonomic revision of *Vriesea corcovadensis* group (Bromeliaceae: Tillandsioideae) with description of two new species. **Systematic Botany**, v. 36, p. 291–309, 2011.

HEGLAND, S. Floral neighbourhood effects on pollination success in red clover are scale-dependent. **Functional Ecology**, v. 28, p. 561–568, 2014.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais técnicos em geociências. DEDIT- CDDI, Rio de Janeiro. 1991.

KUNIN, W. E. Sex and the single mustard — population-density and pollinator behavior effects on seed-set. **Ecology**, v. 74, n. 7, p. 2145–2160, 1991.

KUNIN, W. E. Population size and density effects in pollination: pollinator foraging and plant reproductive success in experimental arrays of *Brassica kaber*. **Journal of Ecology**, v. 85, n. 2, p. 225–234, 1997.

LEME, E. M. C. Revision of the lithophytic *Vriesea* species from Minas Gerais State, Brazil — Part I. **Journal of Bromeliad Society**, v. 46, p. 244–246, 1996.

MARTÉN-RODRÍGUEZ, S.; QUESADA, M.; MOMEN, A. Effects of local plant density and incomplete dichogamy on the reproductive success of the rare neotropical palm *Geonoma epetiolata*. **Biotropica**, v. 44, p. 680–688, 2012.

METCALFE, D. B.; KUNIN, W. E. The effects of plant density upon pollination success, reproductive efforts and fruit parasitism in *Cistus ladanifer* L. (Cistaceae). **Plant Ecology**, v. 185, p. 41–47, 2006.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The Natural History of Pollination**. Timber Press, Oregon. 1996.

RATHCKE, B. Nectar distributions, pollinator behavior and plant reproductive success. In: HUNTER, M. D.; TAKAYUKI, O.; PRICE, P. W. **Effects of resource distribution of animal-plant interaction**. Academic Press, Londres. 1992.

RATHCKE, B. Competition and facilitation among plants for pollination. p. 305–329. In: REAL, L. (ed). **Pollination biology**. Academic Press, New York, 1983.

ROCCA DE ANDRADE, M. C. **Recurso floral para aves em uma comunidade de Mata Atlântica de encosta**: sazonalidade e distribuição vertical. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

ROCCA, M. A.; SAZIMA, M. Quantity versus quality: identifying the most effective pollinators of the hummingbird-pollinated *Vriesea rodigasiana* (Bromeliaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 299, p. 97–105, 2013.

SCHMID, S. et al. Diversity of flower visitors and their role for pollination in the ornithophilous bromeliad *Vriesea friburgensis* in two different habitats in southern Brazil. **Ecotropica**, v. 17, p. 91–102, 2011.

SHIBATA, M. et al. Effects of population density, sex morph, and tree size on reproduction in a heterodichogamous maple, *Acer mono*, in a temperate forest of Japan. **Ecological Research**, v. 21, p. 1–9, 2009

SIH, A.; BALTUS, M. S. Patch size, pollinator behavior and pollinator limitation in catnip. **Ecology**, v. 68, p. 1679–1690, 1987.

SILVA, B. G.; PIRATELLI, A. J. Foraging behaviour of the Scale-throated Hermit *Phaethornis eurynome* Lesson, 1832 (Aves, Trochilidae) in *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. 311–314, 2014.

WARD, M.; JOHNSON, S. D.; ZALUCKI, M. P. When bigger is not better: intraspecific competition for pollination increases with population size in invasive milkweeds. **Oecologia**, v. 171, p. 883–891, 2013.

WIENS, J. A. **The Ecology of Birds Communities** — vol. 2. Processes and variations. Cambridge University Press. 1992.

Atividade de forrageio em agregações de *Monoeca haemorrhoidalis* Smith (Tapinotaspidini, Apidae) e *Thygater (Thygater) analis* Lepeletier (Eucerini, Apidae) em uma Floresta Ombrófila Densa

Franciélli Cristiane Woitowicz-Gruchowski¹

Gercy Soares Pinto²

Jenifer Dias Ramos³

Kátia S. Malagodi-Braga⁴

Maria Carolina Dantas Uchôa⁵

Natalia Costa Soares⁶

Abstract

This work aimed to study the pollen harvest behavior and intra-population variation in aggregations of *Monoeca haemorrhoidalis* and *Thygater (Thygater) analis* and thus contribute to a better understanding of the trophic niche of these species. This study was carried out in areas of Dense Ombrophilous Forest in the county of Ribeirão Grande, São Paulo, for two days of December 2014. Observations about pollen foraging behavior by females of the species were made in two areas (Mirante das Antas Aggregation and Paiva Aggregation), 10 km away, from 07 a.m. to 16 p.m. In

1 Universidade Federal da Bahia (franciellcwg@gmail.com)

2 Universidade Federal do Ceará (gercy_pinto@zootecnista.com.br)

3 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (jenifer.ramos@acad.pucrs.br)

4 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (katia.braga@embrapa.br)

5 Universidade Estadual da Bahia (kerol_uchoa@hotmail.com)

6 Universidade Estadual "Julio de Mesquita Filho" (naturalcsoares@gamil.com)

order to study pollen foraging behavior the arrival and exit of individuals in fifteen nests of each species was observed and pollen loads of thirty bees were collected for both. For preparation of a pollen reference collection, samples of plant species in flower were collected at the edges of the trails nearby the nests. The pollen material was mounted fresh and qualitatively and quantitatively analyzed. The trophic niche of species was evaluated from amplitude analysis, uniformity, dominance and overlap. Metric analysis of networks of interactions was used to evaluate individual diet among the population. It was found no significant differences in the time (36.41 ± 28.75 by *M. haemorrhoidalis* and 17.89 ± 11.31 minutes by *T. analis*) spent by individuals of both species to collect the available resources. Seven types of pollen belonging to six botanical families used by bees *M. haemorrhoidalis*, while individuals of *T. analis* used eight species belonging to seven families. Comparative analysis of ecological niches showed higher values in the range and uniformity niche for *T. analis* regarding *M. haemorrhoidalis*. The amount of overlap between the two species ($PJK = 0.1\%$) was low. *M. haemorrhoidalis* showed greater specificity in pollen collection and greater dominance. In both cases there was a tendency to oligolectic behavior since 98% of the pollen load of *M. haemorrhoidalis* comprised *Stigmaphyllon* sp. (Malpighiaceae) and 81% of the pollen collected by *T. analis* belonged to two species of the Solanaceae family. The found interspecific variations may be related to characteristics of each tribe, the stage of development of each aggregation, diversity and distribution of plant species in bloom and other biotic factors not evaluated.

Key-words: solitary bees, Apidae, interaction networks, aggregation, pollen.

As abelhas são os principais polinizadores das plantas nativas e cultivadas (MICHENNER, 2007). No mundo há descrição de aproximadamente 20.000 espécies, dentre as quais cerca de 85% apresentam hábitos solitários (MICHENNER, 2000). Neste modo de vida, uma fêmea elege o local de nidificação; constrói, mantém e defende o ninho; aprovisiona com alimento e, normalmente, morre antes de sua cria emergir, não havendo sobreposição de gerações (BATRA, 1984). A maioria das abelhas solitárias nidifica no solo e a busca por locais de construção dos ninhos tem início logo após a fecundação pelas fêmeas (BATRA, 1984; ROUBIK, 1989; MICHENNER, 2007). Muitas espécies solitárias apresentam preferências de habitat para nidificarem e freqüentemente escolhem sítios próximos às fontes de recursos florais, podendo formar densas agregações, com centenas ou milhares de fêmeas nidificando em um mesmo local (LINSLEY et al., 1980; O'TOOLE; RAW, 1991). As fêmeas também podem procurar por locais para nidificar próximos aos ninhos antigos, mantendo muitas vezes uma agregação perene (SILVEIRA et al., 2002). A reutilização do ninho parental é relativamente comum entre abelhas solitárias que formam agregações (ROUBIK, 1989).

Abelhas da tribo Tapinotaspidini (Apidae) são de pequeno a médio porte e apresentam caracteres morfológicos relacionados à coleta de óleos florais, principalmente em flores da família Malpighiaceae (ROIG-ALSINA, 1997; MICHENER, 2000). São abelhas solitárias restritas à região Neotropical (ROIG-ALSINA, 1997) e que constroem seus ninhos no solo (MICHENER, 2000), próximos uns dos outros, formando agregações (ROZEN, 1984). Dentro da tribo, destaca-se o gênero *Monoeca* Lepeletier & Serville, 1828, com distribuição desde o México Central até o extremo sul brasileiro (MICHENER, 2000). Oito espécies do gênero estão presentes no Brasil, ocorrendo em áreas de Cerrado e Floresta Atlântica (SILVEIRA; CAMPOS, 1995; ALVES-DOS-SANTOS, 1999; SILVEIRA et al., 2002; STEINER et al., 2006). Aspectos relacionados à biologia da nidificação do gênero já foram descritos para *Monoeca schrottkyi* Friese, 1902 (SCHROTTKY, 1901), *M. lanei* Moure, 1944 (ROZEN, 1984), *M. xanthopyga* Harter-Marques, Cunha e Moure, 2001 (CUNHA; BLOCHTEIN, 2002; CUNHA; BLOCHTEIN, 2003) e *Monoeca haemorrhoidalis* Smith (ROZEN et al., 2006).

A tribo Eucerini (Apidae) é composta por abelhas médias a grandes, pilosas, quase todas as espécies são solitárias e constroem ninhos no solo (MICHENER 2000; SILVEIRA et al., 2002), sendo a oligoetia comum nas abelhas dessa tribo (SCHLINDWEIN, 2004). Apresenta distribuição em todos os continentes exceto na Austrália, sendo mais abundante na América do Sul; no Brasil ocorrem 19 gêneros (SILVEIRA et al., 2002). *Thygater* (*Thygater*) *analis* tem distribuição restrita a América do Sul e Central, e no Brasil, foi registrada no Paraná, São Paulo e Amazonas (SILVEIRA et al. 2002).

A descoberta de agregações das espécies *Monoeca haemorrhoidalis* Smith (Tapinotaspidini, Apidae) e *Thygater* (*Thygater*) *analis* Lepeletier (Eucerini, Apidae) em áreas de Floresta Ombrófila Densa no município de Ribeirão Grande, São Paulo, motivou este estudo cujo objetivo foi avaliar o comportamento de forrageamento de pólen de cada espécie e suas populações visando ampliar o conhecimento sobre o nicho trófico destas abelhas.

Material e Métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Estadual Intervalles (PEI), município de Ribeirão Grande ao sul do Estado de São Paulo. O PEI situa-se entre as coordenadas S 24° 12' a 24° 32' e W 48° 03' a 18° 32' e abrange uma área de aproximadamente 41.700 ha, extensa aos municípios de Ribeirão Grande, Guapiara, Iporanga, Eldorado Paulista e Sete Barras. O parque é circundado por outras três importantes Unidades de

Conservação (Parque Estadual Carlos Botelho, Estação Ecológica do Xitué e Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira) englobando 200.000 ha de Floresta Atlântica preservada. A vegetação predominante é descrita como Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 1991) e o clima como do tipo Cfa, subtropical úmido, sem estação seca (KÖPPEN, 1948), com temperatura média anual de 21°C (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009).

Desenho experimental

O comportamento de forrageamento de pólen de duas espécies de abelha solitária, foi estudado em duas agregações: 1) Agregação de *Monoeca haemorrhoidalis* (Mh) localizada junto a trilha do Mirante das Antas no Parque Estadual Intervales (PEI) (S 24° 16' e W 42° 24') com 32 m² e 183 ninhos; 2) Agregação de *Thygater (Thygater) analis* (Ta) localizada na trilha da Gruta dos Paivas em uma área ao entorno do PEI pertencente ao empresário Antônio Ermínio de Moraes (Grupo Votorantim) (S 24° 14' e W 49° 10'), com 102 m² e 527 ninhos.

Atividade de forrageio

Objetivando avaliar o comportamento de forrageio de ambas as espécies, foram realizadas observações da atividade de saída e entrada das fêmeas nos ninhos nas duas agregações ao longo de um único dia. O horário de saída e de entrada no ninho foi registrado das 7:00 às 16:00 horas, totalizando 9 horas de observação em cada agregação. Para isso foram marcados 17 ninhos de *M. haemorrhoidalis* e 15 ninhos de *T. analis*. Os tempos médios de forrageamento e de permanência no interior do ninho foram posteriormente calculados.

Coleta e Análise dos grãos de pólen

Amostras de pólen da escopa de 30 abelhas foram coletadas para cada uma das espécies estudadas nas agregações (AM e AP), seguindo o método proposto por Silva et al (2010). Para isso, com o auxílio de rede entomológica, fêmeas de *M. haemorrhoidalis* e *T. analis* foram capturadas quando retornavam ao ninho e transferidas para frascos transparentes (Tubos Falcon) contendo ca. 0,5 ml de água. Com auxílio de bastões de vidro, o corpo das fêmeas foi levemente pressionado contra a parede dos frascos para que os grãos de pólen ficassem aderidos na mesma ou em suspensão na água. Após a remoção das amostras de pólen as abelhas foram liberadas (**FIG. 1**). No laboratório do PEI, acrescentou-se álcool 70% às amostras até completar 2 ml e estas foram deixadas em repouso para sedimentação do material polínico.

Para elaboração da coleção polínica de referência foram coletadas amostras de espécies vegetais encontradas em floração nas proximidades das duas agregações (Mh e Ta) (**TAB. 1**). Os grãos de pólen foram removidos dos botões florais em pré-antese, seguindo o procedimento proposto por Silva et al., (2010). Exsicatas do material vegetal foram preparadas e as amostras identificadas até o nível taxonômico mais próximo de espécie.

Com auxílio de microscópio óptico fez-se uma varredura nas lâminas correspondentes às amostras de pólen para identificação dos tipos polínicos e os primeiros 100 grãos contados. Posteriormente, foram determinadas as porcentagens de ocorrência de cada tipo polínico e família botânica, de acordo com a classificação proposta por Barth (1970) e Louveaux et al., (1970; 1978). Os grãos de pólen foram classificados como dominantes (> 45% do total de grãos da lâmina), acessórios (de 15 a 45%), isolados importantes (3 a 14%) ou isolados ocasionais (< 3%).

Análise dos dados

Para avaliar as diferenças no tempo de forrageio das fêmeas de *M. haemorrhoidalis* e *T. analis* utilizou-se boxplots. A mesma análise foi utilizada para verificar se o tempo de forrageio e o tempo gasto dentro dos ninhos variaram ao longo do dia, em cada uma das agregações. A partir dos dados obtidos definiu-se três diferentes intervalos de horário ao longo do dia para *M. haemorrhoidalis* (8:01–10:00, 10:01–12:00h e 12:01–14:00h) e dois intervalos para *T. analis* (7:01–10:00h e 10:01–13:00h). Diferenças interpopulacionais para os tempos de forrageio e de permanência dentro dos ninhos foram avaliadas por testes de Mann-Whitney (U) (ZAR, 1996).

Para avaliar o nicho trófico das duas espécies foram construídas matrizes binárias, com base na presença e ausência de interação, e ponderadas, com base na frequência de ocorrência da interação. Com isso, fez-se uma análise das métricas das redes de interação entre as espécies de abelhas e as espécies de plantas usadas por elas para a coleta de recursos alimentares. Avaliou-se a dieta individual por meio da análise da contribuição de cada tipo polínico identificado em cada amostra.

A amplitude de nicho alimentar de cada uma das espécies de abelhas foi calculada utilizando-se o Índice de diversidade de Shannon: $H' = -\sum p_{hi} \ln p_{hi}$, onde p_{hi} é a proporção de indivíduos de cada espécie de abelha na amostra total. O cálculo do Índice de Equitatividade ou uniformidade foi realizado de acordo com Pielou (1977): $J = H' / H_{max}$, onde H' é a amplitude do nicho e H_{max} é o logaritmo (ln) do número total das espécies de plantas visitadas pelas abelhas. A sobreposição de nicho alimentar foi calculada utilizando-se a porcentagem de similaridade, onde: $P_{jk} = \min(P_{ij}, P_{jk})$, onde P_{jh} , P_{kh} são as proporções de visita a cada planta pelas espécies i e j .

As análises estatísticas foram realizadas no programa PAST (Paleontological Statistics 1.32, HAMMER et al., 2001) e no software R (R Development Core Team 2012).



FIGURA 1. Coleta de grãos de pólen encontrados na escopa de *Monoeca haemorrhoidalis* Smith e *Thygater (Thygater) analis* Lepeletier para análise a fresco. **(A)** Coleta de *Thygater (Thygater) analis* na Agregação do Paiva, Ribeirão Grande, São Paulo. **(B)** Remoção dos grãos de pólen em *Monoeca haemorrhoidalis*. **(C)** Indivíduo de *Thygater (Thygater) analis*, após forrageio, com grãos de pólen na escopa. **(D)** Indivíduo de *Monoeca haemorrhoidalis* (Smith), após forrageio, com grãos de pólen na escopa. **(E)** Amostras polínicas para montagem das lâminas e análise a fresco.

FAMÍLIA	MIRANTE	FAMÍLIA	PAIVA
	Espécie/observação		Espécie/observação
Acanthaceae*	Flores róseas	Acanthaceae*	Flores róseas
Apocynaceae*	Flor roxa	Acanthaceae*	Flores amarelas
Apocynaceae	Flor amarela	Apocynaceae*	Flor roxa
Asteraceae*	Flores róseas	Asteraceae*	Flores róseas
Asteraceae*	Estames brancos	Asteraceae*	Estames brancos
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp	Asteraceae*	
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp	Begoniaceae	Flores róseas
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp	Bignoniaceae	Trepadeira
Fabaceae	Árvore	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp
Lythraceae*	<i>Cuphea</i> sp	Euphorbiaceae	
Malpighiaceae*	<i>Stigmaphyllon</i> sp	Lamiaceae	<i>Ocimum</i> cf. <i>campechianum</i>
Malvaceae	Flor amarela	Loranthaceae	<i>Ligaria</i> sp
Malvaceae*	Flor rósea, pequena	Lythraceae*	<i>Cuphea</i> sp
Melastomataceae*	<i>Tibouchina pulchra</i>	Malpighiaceae*	<i>Stigmaphyllon</i> sp
Melastomataceae*	<i>Leandra</i> sp	Malvaceae	Flor amarela, pequena
Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp1	Malvaceae*	Flor rósea, pequena
Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp2	Melastomataceae*	<i>Tibouchina pulchra</i>
Nyctaginaceae	<i>Guapira</i> sp	Melastomataceae*	<i>Leandra</i> sp
Rosaceae*	<i>Rubus</i> sp	Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp3
Solanaceae	Flor pequena, branca	Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp
Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp	Rosaceae*	<i>Rubus</i> sp
		Rubiaceae	Glomérulo branco
		Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp
		Rubiaceae	Rastejante, flores diminutas
		Solanaceae	Flor branca, arbórea
TOTAL DE FAMILIAS	14	TOTAL DE FAMILIAS	17
TOTAL ESPÉCIES	20	TOTAL ESPÉCIES	23

TABELA 1. Espécies vegetais encontradas em floração e próximas às agregações de *Monoeca haemorrhoidalis* Smith e *Thygater (Thygater) analis* Lepeletier localizadas respectivamente nas proximidades do Mirante das Antas e Mirante do Paiva, município de Ribeirão Grande, São Paulo, para elaboração da coleção polínica de referência. (*) Espécies encontradas próximas a ambas as agregações (Mh e Ta).

Resultados

Atividade de forrageio

Não foram observadas diferenças intraespecíficas no tempo de forrageio das fêmeas de *M. haemorrhoidalis* e *T. analis* (FIG. 2 e 3). O tempo médio de forrageio obtido para *M. haemorrhoidalis* foi de $36,41 \pm 28,75$ minutos (FIG. 2 e 4) e de $17,89 \pm 11,31$ minutos para *T. analis* (FIG. 3 e 6). Quando os dados foram agrupados, considerando-se os diferentes períodos do dia, os valores médios obtidos para o tempo de forrageio (FIG. 4 e 5) e para o tempo de permanência no interior dos ninhos (FIG. 6 e 7), foram também semelhantes entre os indivíduos da mesma espécie. Fêmeas de *M. haemorrhoidalis* permaneceram em média $13,70 (\pm 15,86)$ minutos dentro dos ninhos (FIG. 5), enquanto que fêmeas de *T. analis* ficaram em média $6,22 (\pm 5,25)$ minutos dentro de seus ninhos (FIG. 7). No entanto, observamos diferenças interespecíficas significativas entre os tempos de forrageio ($Z= 6,73$; $p < 0,0001$) e de permanência dentro dos ninhos ($Z=4,21$; $p < 0,0001$) das espécies.

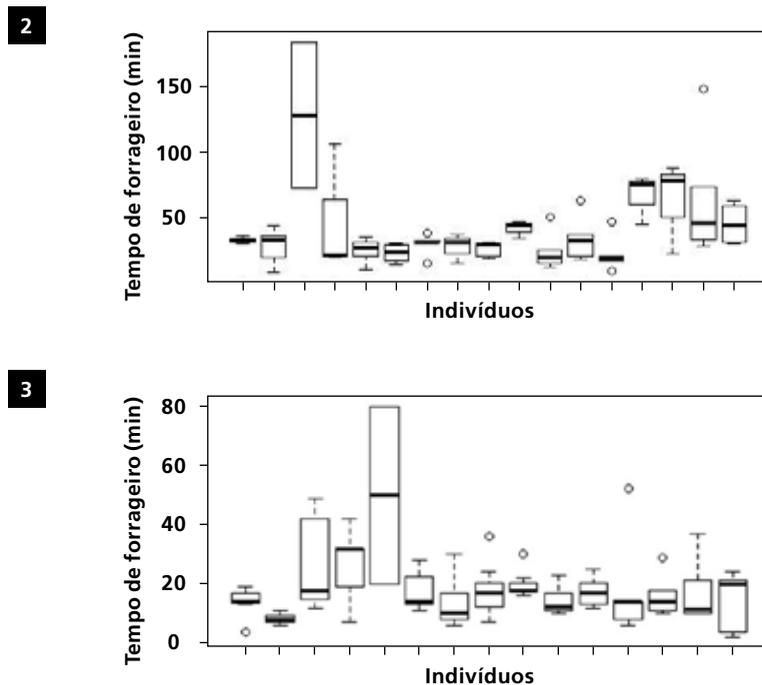
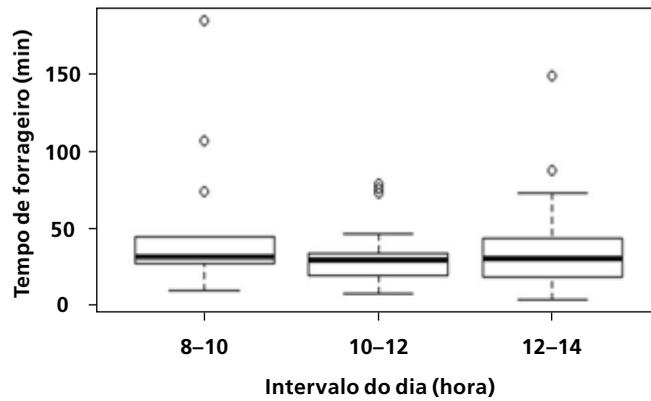


FIGURA 2. Variação intrapopulacional no tempo de forrageio de *Monoeca haemorrhoidalis* (Smith) em áreas do Parque Estadual de Intervales (PEI), município de Ribeirão Grande, São Paulo.

FIGURA 3. Variação intrapopulacional no tempo de forrageio de *Thygater (Thygater) analis* (Lepelletier) em áreas do município de Ribeirão Grande, São Paulo.

4



5

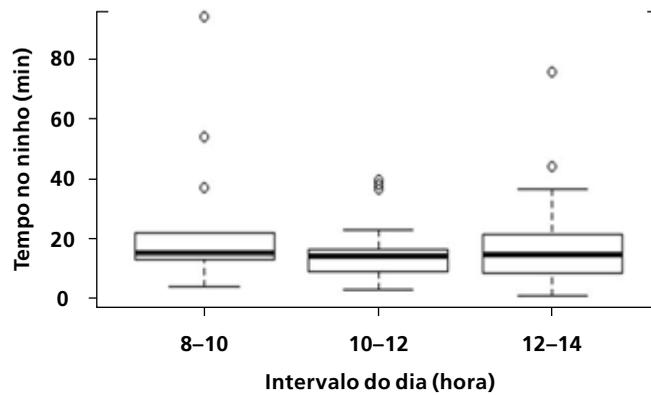
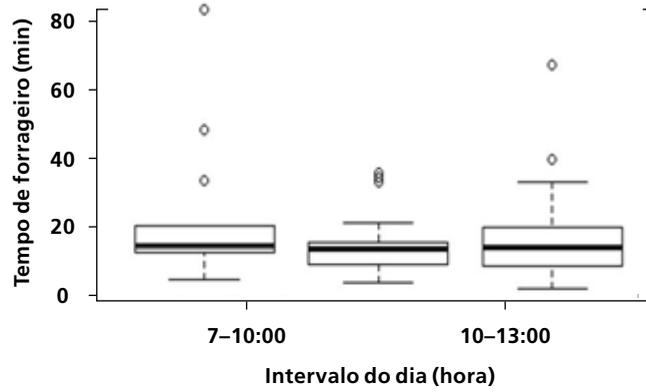


FIGURA 4. Tempo de forrageio de fêmeas de *Monoeca haemorrhoidalis* (Smith) em diferentes períodos do dia (Parque Estadual Intervales (PEI), município de Ribeirão Grande, São Paulo).

FIGURA 5. Tempo de permanência das fêmeas de *Monoeca haemorrhoidalis* (Smith) dentro dos ninhos em diferentes períodos do dia (Parque Estadual Intervales (PEI), município de Ribeirão Grande, São Paulo).

6



7

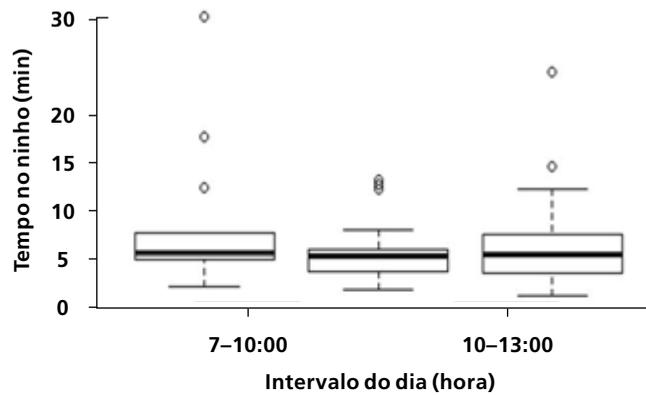


FIGURA 6. Tempo de forrageio de fêmeas de *Thygater (Thygater) analis* (Lepelletier) em diferentes períodos do dia (Município de Ribeirão Grande, São Paulo).

FIGURA 7. Tempo de permanência de fêmeas de *Thygater (Thygater) analis* (Lepelletier) dentro dos ninhos em diferentes períodos do dia (Município de Ribeirão Grande, São Paulo).

Grãos de pólen, redes de interações e nicho trófico

Ao analisar os grãos de pólen coletados na escopa das espécies obtivemos para *Monoeca haemorrhoidalis* sete tipos polínicos, pertencentes às famílias Malpighiaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Caesalpinioideae (Fabaceae), Solanaceae e Melastomataceae, todas representadas por uma única espécie (exceto Solanaceae) (**FIG. 8**). *Stigmaphyllon* sp. (Malpighiaceae) representou 98% dos grãos presentes nas amostras de *M. haemorrhoidalis* sendo classificado como dominante. Os demais foram considerados como tipos polínicos isolados ocasionais.

Em *Thygater analis* foram identificados oito tipos polínicos pertencentes às famílias Solanaceae (Solanaceae sp1 e Solanaceae sp2), Lamiaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Poaceae e de uma família que não pôde ser identificada (Indeterminada) (**FIG. 9**). O pólen dominante em *T. analis* pertence à família Solanaceae, correspondendo a 81% dos grãos presentes nas amostras. Dentre os demais tipos polínicos obtidos para esta espécie, três foram classificados como isolados importantes (Solanaceae sp2 — 8%, *Myrcia* sp Myrtaceae — 7% e *Tibouchina pulchra*, Melastomataceae — 4%) e o restante foi classificado como isolado ocasional (**FIG. 10**).

Análise das dietas individuais mostrou a ocorrência de variação no conjunto de plantas utilizadas pelos espécimes de *T. analis*, enquanto em *M. haemorrhoidalis*, os indivíduos obtiveram pólen quase que exclusivamente de uma mesma espécie vegetal, (*Stigmaphyllon* sp). Análises comparativas do nicho trófico das duas espécies demonstraram valores superiores na amplitude ($H'sp2=0,6997$, $H'sp1=0,0914$) e uniformidade ($Jsp2=0,336$, $Jsp1=0,047$) do nicho para *T. analis* em relação à *M. haemorrhoidalis*. O valor de sobreposição na utilização dos recursos florais entre as duas espécies ($PJK = 0.1\%$) foi baixo.

Fêmeas de *M. haemorrhoidalis* apresentaram uma maior especificidade na coleta de pólen em comparação àquelas de *T. analis*. Todos os indivíduos de *M. haemorrhoidalis* apresentaram em suas escopas grãos de pólen de uma mesma espécie (*Stigmaphyllon* sp — Malpighiaceae). 31% das amostras ($n=9$) continham exclusivamente pólen de *Stigmaphyllon* sp e 69% (20 amostras) pólen desta espécie e de *Ocimum* sp1. Dessas últimas, apenas cinco amostras (25%) apresentaram um terceiro tipo polínico. Valores de dominância no nicho trófico também foram superiores para *M. haemorrhoidalis* ($Dsp1=0,983$ e $Dsp2=0,813$).

Para *T. analis* verificamos que apenas 10% das amostras das escopas apresentaram um único tipo polínico, sendo este pólen de Solanaceae sp1 (uma amostra) e de Myrtaceae sp1 (duas amostras). Em 83,3% das amostras de *T. analis* se obteve dois tipos polínicos (Solanaceae sp1 e Solanaceae sp2) sendo que em 44% destas foi observada a ocorrência de outras espécies como um terceiro tipo.

Para a área da Agregação do Paiva (AP) observamos uma maior diversidade de espécies de plantas em floração, quando comparada ao local da Agregação do Mirante das Antas (AM) (TAB. 1). Nas proximidades de AP foram amostradas 23 espécies em floração, pertencentes a 17 famílias botânicas distintas, enquanto que próximo a AM foram encontradas 20 espécies vegetais, distribuídas em 14 famílias (TAB. 1). Contudo, a maioria das espécies foi amostrada no sub-bosque florestal devido à dificuldade de coleta no estrato arbóreo. Apesar disso, algumas espécies do dossel foram também identificadas (TAB. 1).

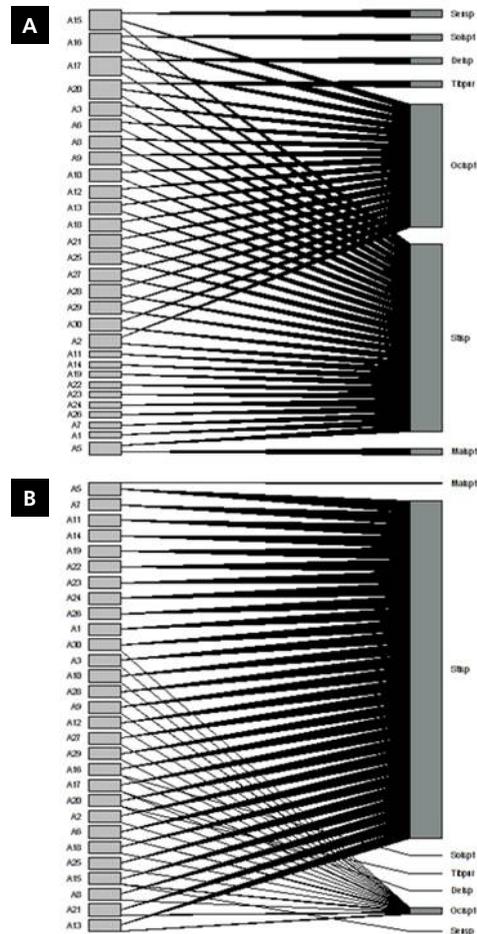


FIGURA 8. Indivíduos de *M. haemorrhoidalis* e recursos polínicos obtidos (componentes da dieta) em área do Parque Estadual Intervales (PEI), Ribeirão Grande, São Paulo. **(A)** Matriz binária e **(B)** Matriz ponderada. Coluna da esquerda (A1-A30) = indivíduos de abelhas solitárias da espécie *M.*

haemorrhoidalis. Coluna da direita= Malsp1 (Malvaceae sp1), Stisp (*Stigmaphyllon* sp), Solsp1 (Solanaceae sp1), Tibpur (*Tibouchina pulchra*), Delsp1 (*Delonix* sp1), Ocisp1 (*Ocimum* sp), Sensp (*Senna* sp.)

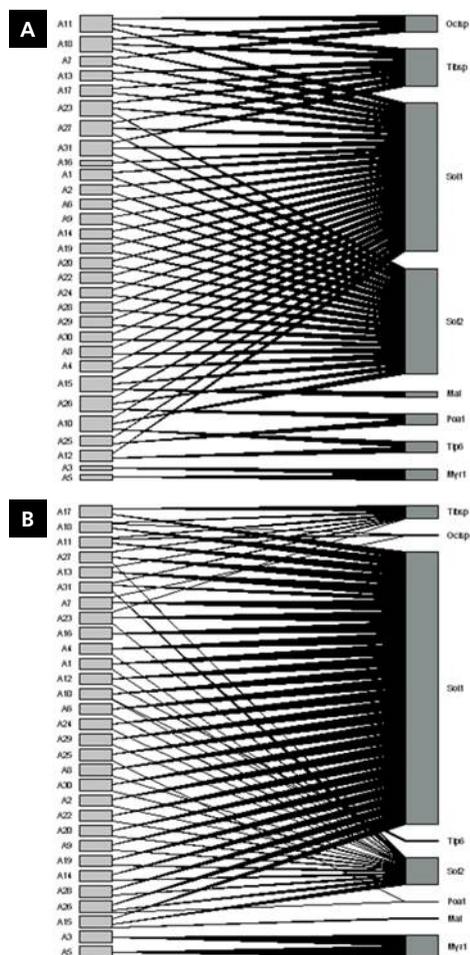


FIGURA 9. Indivíduos de *T. (Thygater) analis* (Lepelletier) e recursos polínicos obtidos (componentes da dieta) em área próxima ao Parque Estadual Intervales (PEI), no Ribeirão Grande, São Paulo. **(A)** Matriz binária e **(B)** Matriz ponderada. Coluna da esquerda (A1-A30) = indivíduos de abelhas solitárias de *Thygater (Thygater) analis* (Lepelletier). Coluna da direita = Ocisp1 (*Ocimum* sp), Tibpur (*Tibouchina pulchra*), Solsp1 (Solanaceae sp1), Solsp2 (Solanaceae sp2), Mal (Mapighiaceae sp1), Poasp1 (Poaceae sp1), Tip6 (Não identificado), Myrsp1 (*Myrcia* sp).

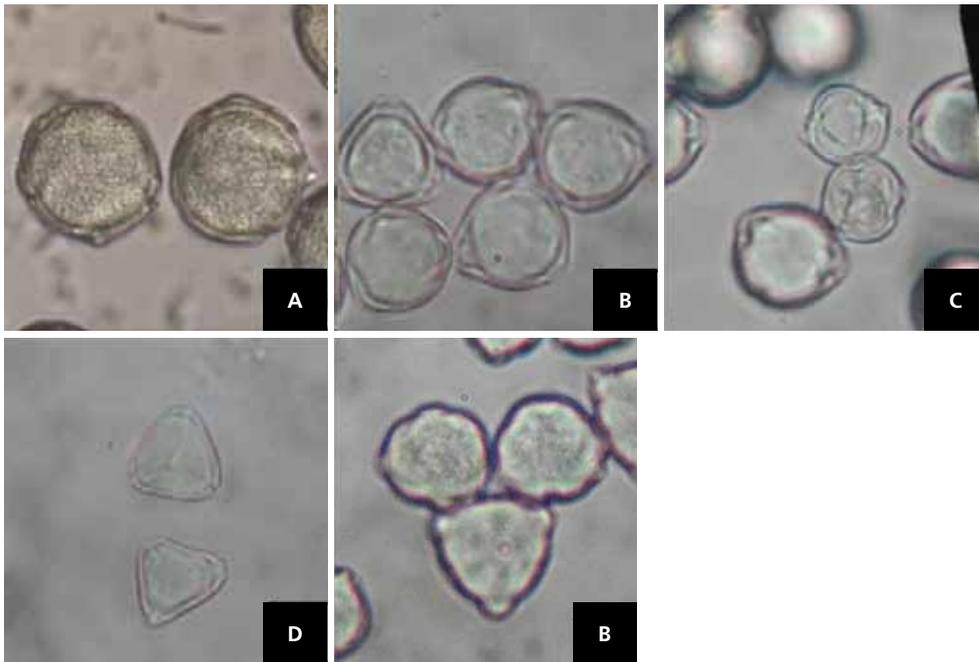


FIGURA 10. Tipos polínicos mais representativos coletados por *M. haemorrhoidalis* (A) e *T. (Thygater) analis* (Lepelletier) (B, C, D e E). **(A)** *Stigmaphyllon* sp., **(B)** Solanaceae sp1., **(C)** Solanaceae sp2., **(D)** *Myrcia* sp (Myrtaceae), **(E)** *Tibouchina pulchra*

Discussão

Análises do tempo de forrageio e do tempo gasto dentro dos ninhos pelas fêmeas de *M. haemorrhoidalis* e *T. analis* revelaram que houve pouca variação dentro das populações destas abelhas. Apesar de ambas as espécies serem solitárias, coletando pólen e néctar para a construção de seus ninhos individuais e auto manutenção e/ou auto sobrevivência (HAZELDINE, 1997), variações intrapopulacionais na utilização das fontes de pólen não foram encontradas, indicando que os indivíduos apresentaram comportamentos de forrageio similares.

Mesmo com uma diversidade de espécies vegetais florescendo nas proximidades das agregações, os indivíduos de *M. haemorrhoidalis* e *T. analis* concentraram sua coleta de pólen basicamente em uma única família. Indivíduos de *M. haemorrhoidalis* utilizaram *Stigmaphyllon* sp, (Malpighiaceae) como fonte preferencial de pólen, enquanto que *T. analis* coletou pólen, principalmente, em espécies de Solanaceae. Se considerarmos o espectro polínico das amostras, podemos considerar *T. analis* uma espécie polilética. Em estudo realizado na área urbana de Bogotá (Colômbia), outra espécie desse mesmo gênero, *T. (Thygater) aethiops* (Smith, 1854), que nidifica tanto

em zonas urbanas como em áreas relativamente conservadas, apresentou um comportamento generalista de forrageamento (NATES-PARRA et al., 2006). Entretanto, quando analisamos os dados quantitativamente, poucas espécies vegetais aparecem em sua dieta polínica estreitando bastante o seu nicho trófico. Esse resultado indica que ambas as espécies estudadas apresentaram um comportamento oligolético.

Segundo Schlindwen (2004), doze tribos de abelhas solitárias apresentam oligoetia, entre elas a tribo Eucerini a qual pertence *T. analis*. No Brasil, segundo o mesmo autor, as relações entre abelhas oligoléticas e plantas foram demonstradas apenas em 19 famílias vegetais, entre elas a família Solanaceae, que esteve presente com elevada representatividade na grande maioria das amostras de pólen de *T. analis*. Krug (2007) observou em ambiente de Floresta Ombrófila Mista do Sul brasileiro, visitas de *T. analis* em flores de espécies das famílias Solanaceae, Lamiales, Lythraceae e Melastomataceae. Nates-Parra et al. (2006) também encontraram espécies de Solanaceae como fonte de pólen para outra espécie deste gênero (*Thygater aethiops*).

Já a coleta de pólen quase que exclusiva em *Stigmaphyllon* sp por *M. haemorrhoidalis* confirma a relação da tribo Tapinotaspidini com a família Malpighiaceae (VOGEL, 1990). Segundo Schlindwen (2004), na região neotropical são exclusivamente as abelhas das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini que apresentam estruturas especiais para coletar e transportar os óleos produzidos em flores de Malpighiaceae, Solanaceae, dentre outras famílias. Em um estudo sobre a biologia de *M. haemorrhoidalis*, realizado no Paraná em um ecótono de Floresta Ombrófila Densa e Mista, verificou-se que esta espécie coletou pólen de apenas três espécies, duas delas da família Malpighiaceae, que também foram visitadas para a obtenção de óleos florais sendo ambos, pólen e óleos, coletados juntos (ROCHA FILHO, 2007). É provável que o mesmo tenha ocorrido com as cargas de pólen amostradas neste estudo, uma vez que o conteúdo das escopas apresentava um aspecto brilhante semelhante ao observado por Rocha Filho (op. cit.)

As famílias utilizadas pelas espécies como fontes principais de pólen, Malpighiaceae e Solanaceae, oferecem como recompensas florais pólen/óleo e pólen, respectivamente (SOUZA; LORENZI, 2005). A família Malpighiaceae apresenta espécies com distribuição tropical e subtropical (SOUZA; LORENZI, 2005; VOGEL 1990), e Solanaceae apresenta distribuição cosmopolita, com o maior número de representantes na região Neotropical (SOUZA; LORENZI, 2005). Estudos feitos em diferentes biomas brasileiros vêm destacando a importância das famílias Solanaceae, Malpighiaceae, Caesalpiniaceae e Myrtaceae como importantes fontes fornecedoras de pólen para abelhas solitárias (AGUIAR, 2003; MENDES; REGO, 2007).

Os grãos de pólen pertencentes a outras famílias encontrados nas amostras em pequena quantidade (pólen ocasionais isolados) podem ter resultado da contami-

nação por pólen trazido pelas abelhas após a coleta de néctar, por pólen de plantas anemófilas e ainda na manipulação das amostras (CANE; SIPES, 2006).

As variações observadas entre as espécies podem estar relacionadas a características de cada tribo, ao estágio de desenvolvimento de cada agregação (início ou finalização da construção e aprovisionamento dos ninhos), à diversidade e distribuição das espécies vegetais em floração em cada uma das áreas estudadas (MICHENER, 2007), bem como a outros fatores.

Conclusão

M. haemorrhoidalis e *T. analis* apresentaram comportamento oligolético, tendo preferências, respectivamente, para o pólen de espécies das famílias Malpighiaceae e Solanaceae. Os indivíduos de ambas as espécies de abelhas solitárias não apresentaram diferenças acentuadas no comportamento de coleta de pólen, tempo de forrageio e permanência nos ninhos não evidenciando, portanto, variações intrapopulacionais.

Outros estudos serão necessários para uma melhor compreensão do comportamento de forrageio dessas espécies e suas implicações para o sucesso reprodutivo e para a manutenção das agregações no Parque Estadual Intervalles.

Agradecimentos

Agradecemos a todos os professores e responsáveis pelo X International Pollination Course, especialmente à professora Dr. Cláudia Inês da Silva, pelo auxílio em campo e análise dos grãos de pólen e aos professores Dr. Sidney Mateus, Dr. Felipe V. Freitas e Dr. Eduardo Almeida pela identificação das abelhas. Ao monitor Liedson Tavares Carneiro, pelo auxílio nas análises dos dados e aos demais monitores e colegas do curso, pela troca de conhecimentos.

Referências

AGUIAR, C. M. L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 457–46, 2003.

- ALVES-DOS-SANTOS, I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da Mata Atlântica, restinga e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, p. 191–223, 1999.
- BARTH, O. M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 42, p. 351–366, 1970.
- BATRA, S. Solitary bees. **Scientific American**, v. 250, n. 2, p. 120–127, 1984.
- CANE J. H.; SIPES, S. Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. p. 99–122. In: WASER N. M.; OLLERTON, J. **Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization**, The University of Chicago Press, Chicago, 2006.
- CUNHA, R.; BLOCHTEIN, B. Estrutura de ninhos de *Monoeca xanthopyga* (Hymenoptera, Apoidea, Tapinotaspidini) no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 10, p. 25–33, 2002.
- CUNHA, R.; BLOCHTEIN, B. Bionomia de *Monoeca xanthopyga* Harter-Marques, Cunha & Moure (Hymenoptera, Apoidea, Tapinotaspidini) no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 107–113, 2003.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Parque Estadual de Intervalos: Plano de manejo**. São Paulo, Brasil, 2009.
- HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analyses. **Paleontologia eletrônica**, v. 4, 2001.
- HAZELDINE, P. L. Comportamiento de nidificación de cuatro especies de *Ptilothrix* Smith (Apidae: Emphorini). **Physis**, v. 54, p. 27–41, 1997.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais técnicos em geociências. DEDIT/CDDI, Rio de Janeiro, 1991.
- KRUG, C. **A comunidade de abelhas (Hymenoptera. Apiformes) da Mata com Araucária em Porto União, SC e abelhas visitantes florais da aboboreira (*Cucurbita* L.) em Santa Catarina, com notas sobre *Peponapis ferverns* (Eucerini, Apidae)**. Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2007.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura, 1948.

LINSLEY, E.G.; MACSWAIN, J.W.; MICHENER, C.D. Nesting biology and associates of *Melitoma* (Hymenoptera, Anthophoridae). **University of California Publications in Entomology**, v. 90, p. 1–45, 1980.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, v. 51, p. 25–138, 1970.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, v. 59, p. 139–157, 1978.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n.3, p. 382–388, 2007.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000. 913p.

MICHENER, C. D. **The bees of the World**. Baltimore: John Hopkins University Press, 2 ed., 2007. 953p.

NATES-PARRA G., PARRA H, A.; RODRÍGUEZ, A, BAQUERO P.; VÉLEZ, D. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 32, p. 77–84, 2006.

O'TOOLE, C.; RAW, A. **Bees of the world**. London, Blandford, 1991. 192p.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: Wiley, 1977, 385p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Org: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2012.

ROBERTSON C. Heterotropic bees. **Ecology**, v. 6, p. 412–436, 1925.

ROCHA FILHO, L. C. **Aspectos biológicos de *Monoeca haemorrhoidalis* Smith, 1854, e sua relação com a espécie cleptoparasita *Protosiris gigas* Melo, 2006 (Hymenoptera, Apidae: Tapinotaspidini, Osirini)**. Paraná. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2007.

ROIG-ALSINA, A. Sinopsis genérica de la tribu Emphorini, con la descripción de três nuevos géneros. **Physis**, München, v. 56, p. 17–25, 1997.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, 1989, 514p.

ROZEN, J. G. Comparative Nesting Biology of the bees tribe Exomalopsini. **American Museum Novitates**, New York, p.1–37, 1984.

ROZEN, J. G.; MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. J. C.; SANTOS, I. A. Nesting Biologies and Immature Stages of the Tapinotaspidine Bee Genera *Monoeca* and *Lanthanomelissa* and of Their Osirine Cleptoparasites *Protosiris* and *Parepeolus* (Hymenoptera: Apidae: Apinae). **American Museum Novitates**, New York, p. 1–60, 2006.

SCHLINDWEIN, C. **Abelhas Solitárias e Flores: Especialistas são Polinizadores Efetivos?** In: 55º Congresso Nacional de Botânica 26º Encontro Regional de Botânicos de MG, BA e ES. Simpósios, Palestras e Mesas Redondas, CD-ROM, p. 1–8, 2004.

SCHROTTKY, C. Biologische Notizen solitärer Bienen von S. Paulo (Brasilien). **Allgemeine Zeitschrift Für Entomologie**, Berlin, v. 6, p. 209–216, 1901.

SILVA, C.I.; P.L.O. BALLESTEROS; M.A. PALMERO; S.G. BAUERMANN; A.C.P. EVALDIT; P. E.A.M. OLIVEIRA. **Catálogo Polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa***. UDUFU, Uberlândia, 2010. 154p.

SILVEIRA, F.A. & M.J.O. CAMPOS. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, p. 371–401, 1995.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA; E. A. B. **Abelhas brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 2002. 253p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em AGPII**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2005. 640p.

STEINER, J.; HARTER-MARQUES, B.; ZILLIKENS, A.; FEJA, E.P. Bees of Santa Catarina Island, Brazil — a first survey and checklist (Insecta: Apoidea). **Zootaxa**, Auckland, v.1220, p. 1–18, 2006.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of the pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 55, p.130–142, 1990.

VOGEL, S. & MACHADO, I. C. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE. Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v.178, p. 153–178, 1991.

ZAR, H. J. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

Estudo preliminar da biologia reprodutiva do morango silvestre *Rubus rosifolius* Sm. (Rosaceae) no Parque Estadual Intervales–SP e a interação com seus visitantes florais

Alessandra de Azevedo Rodrigues da Silva¹
Elizabete Satsuki Sekine²
Giulia Rury Venturieri³
Maurício Nogueira Martins⁴

Abstract

The wild strawberry, *Rubus rosifolius* Sm. var. *rosifolius* (Rosaceae), is a native undergrowth specie in Brazil. This specie occurs more often in early stages of secondary vegetation, such as capoeiras, capoeirinhas and forest edges, besides being an important food source for wild animals, like birds and small mammals. However, phenology, reproductive system and their pollinators still poorly understood. In the present study, our goal was to study, in natural environment, reproductive biology features, to check the behavior of floral visitors and identify the effective pollinators of *R. rosifolius*. The study was developed at Parque Estadual Intervales (PEI), located in south of São Paulo State. PEI comprises the major remaining Atlantic Forest of Brazil. To know the dynamic of flowers attraction and visitation of *R. rosifolius* were carried pollen viability tests, stigma receptivity tests, crosses tests, monitoring of phenophases and observation of all flower visitors. The populations of *R. rosifolius* in PEI are spatially distributed in small clusters. The phenophase 2 (when there is already exposure of reproductive structures) coincided with the period of greatest receptivity of stigmas, the increasing in the proportion of open anthers and pollen grains viable, and higher frequency of floral visitors. Crosses tests showed

1 Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (azevedo.rodriguesale@gmail.com)

2 Universidade Tecnológica Federal do Paraná (essekine@gmail.com)

3 Universidade Federal de Santa Catarina (giu.venturieri@gmail.com)

4 Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema (mauricio-nm@hotmail.com)

self-compatibility and a higher proportion of fertilized flowers by self-pollination than by cross-pollination. The hymenoptera were the main floral visitors. Beetles species promoted more self-pollination than species Apidae sp5, Diptera sp1 and Apidae sp1, that were considered potential pollinators of *R. rosifolius* flowers.

Key-words: animal behavior, insect-plant interaction, floral biology, pollination, wild strawberry.

O morango silvestre (*Rubus rosifolius* Sm. var. *rosifolius*), também conhecido como amora vermelha ou amora silvestre, é uma espécie subarborescente perenifolia, com distribuição de Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul (LORENZI et al., 2006). Essa espécie é nativa, mas não é endêmica no Brasil, sendo comum em áreas antrópicas, de Cerrado e Floresta Ombrófila das regiões centro-oeste, sudeste e sul (SIMÃO-BIANCHINI, 2015).

Faz parte de um grande grupo de plantas da família Rosaceae, que inclui outros gêneros (*Malus*, *Prunus* e *Pyrus*) de importância para a fruticultura brasileira. Dentro o gênero *Rubus* há espécies de reprodução sexuada e apomítica, com hibridação entre espécies, o que dificulta a taxonomia do grupo (ALICE; CAMPBELL, 1999; ANTUNES, 2002). No Brasil, dentro do gênero foram registradas as espécies *Rubus urticaefolius*, *R. erythroclados*, *R. brasilensis*, *R. sellowii*, *R. imperialis* e *R. rosifolius* (REITZ, 1996).

Suas flores possuem múltiplos ovários e frutos agregados de coloração vermelha brilhante. Apresentam numerosos estames e carpelos dispostos ao redor de um receptáculo, geralmente de forma cônica; corola dialipétala, pentâmera, actinomorfa, branca, simples (flores duplas são comuns), axilares e terminais; cálice gamossépalo, com gineceu apocárpico dialicarpelar, e floração o ano inteiro (MAURO et al., 2002).

A espécie produz fruto verdadeiro denominado minidrupa ou drupete, existindo no centro uma pequena semente, os quais com sua junção formam o chamado fruto agregado, com receptáculo frutífero oco e carnoso, de sabor doce e agradável (LORENZI et al., 2006).

É uma planta heliófila que ocorre mais frequentemente em vegetação secundária dos primeiros estágios, como capoeiras, capoeirinhas e orlas de florestas, muitas vezes ocorrendo em pequenos agrupamentos (REITZ, 1996), é também facilitadora do retorno da vegetação nativa, fornecendo comida e dando suporte a vida silvestre (FRANCIS, 2004). Contudo, estudos sobre a fenologia, sistema reprodutivo e polinizadores são escassos para esse gênero.

Neste trabalho o objetivo foi estudar a biologia reprodutiva do morango silvestre *R. rosifolius* em ambiente natural, bem como verificar, dentre os visitantes florais, os possíveis polinizadores.

Materiais e Métodos

Área de estudo

Os estudos foram realizados no Parque Estadual Intervales, localizado no sul do estado de São Paulo, Brasil, entre os municípios de Ribeirão Grande, Guapiara, Sete Barras, Eldorado e Iporanga. Este parque compõe a região central do mosaico de Unidades de Conservação da serra de Paranapiacaba, que conserva a maior área remanescente de Mata Atlântica do Brasil, com mais de 120.000 hectares de áreas protegidas, em ótimo estado de conservação (SÃO PAULO, 1995). O trabalho foi desenvolvido na zona de uso intensivo do plano de manejo da unidade, as proximidades da pousada onça pintada (22 J 0762325 UTM 7313880).

Desenho experimental

Para conhecer a dinâmica de atração e visitação de animais nas flores de *R. rosifolius* foram realizados testes de viabilidade do pólen, receptividade do estigma, teste de cruzamentos, acompanhamento das fenofases e observação dos visitantes florais. O estudo foi realizado nos dias 16 e 17 de dezembro de 2014, compreendendo 19 horas de trabalho.

Biologia floral

A observação das fenofases foi realizada a cada duas horas, das 8:30h até as 18:30h. Para isso, as flores foram previamente marcadas e acompanhadas ao longo do dia.

A viabilidade de pólen foi analisada por meio da observação da coloração dos grãos de pólen, que foram corados a cada hora em azul de metileno a 1%, fixados por 24 horas (DAFNI et al., 2005). Sob microscopia em cada lâmina foi contada uma amostra de 200 grãos de pólen.

A abertura das anteras/flor foi estimada e classificada em três categorias, sendo 0: nenhuma aberta; 1: até 5%; 2: 50%; e 3: 100%. A receptividade do estigma foi avaliada indiretamente, através da reação com solução de Peróxido de Hidrogênio a

cada hora (DAFNI et al., 2005). As reações foram classificadas em três categorias (1: baixa; 2: média; e 3: alta).

Teste de polinização

Para estimar o grau de autoincompatibilidade, o índice de autopolinização e de polinização cruzada para o morango silvestre, 17 botões florais em pré-antese foram selecionados e esses ensacados com sacos de filó, para restringir a visita de possíveis polinizadores e feitos os seguintes testes:

- Polinização cruzada: nove flores tiveram suas anteras removidas antes liberação dos grãos de pólen e nos estigmas dessas foram depositados pólenes de flores de outro indivíduo.
- Autopolinização: oito flores foram submetidas ao teste de autopolinização, retirando suas anteras e depositando os grãos de pólen nos estigmas da mesma flor, com auxílio de lupa e pinça.

As polinizações foram feitas nos três períodos, correspondente as categorias de receptividade do estigma, definidos no estudo de biologia floral.

A formação dos frutos foi avaliada 48h após a aplicação dos tratamentos relativos a cada teste, quantificados de maneira indireta pela dissecação do ovário e a observação da firmeza do óvulo. Esta foi comparada a formação de frutos que receberam visitas legítimas por pelo menos uma abelha, os quais apresentaram estrutura mais firme, mantendo sua forma durante todo o processo de dissecação, sendo este padrão atribuído como *flor-fecundada*; flores emasculadas e isoladas de visitantes e que durante o processo de dissecação apresentaram ovário mais macio, sendo facilmente amassado, tiveram o padrão atribuído como *flor-não-fecundada*.

O índice de autoincompatibilidade foi calculado pela fórmula sugerida Zapata; Arroyo (1978), em que relaciona a quantidade de frutos formados pela autopolinização à quantidade de frutos formados pela polinização cruzada. O resultado foi comparado a tabela do grau de incompatibilidade presente em Dafni (1992).

Visitantes florais e comportamento

Os visitantes florais foram observados através do método focal com varredura em intervalos de 15 minutos/campo visual de 2m. Para isso, dois observadores percorreram uma transeção de 50 metros ao longo da estrada no período de 8:00 às 18:00h. Os comportamentos dos visitantes foram descritos tomando-se mais atenção ao local em contato entre a flor (estigma, anteras, néctar, pétalas) e a região do

corpo do inseto visitante (cabeça e ventre). Também foi considerado a frequência de visitas por espécie e os horários de maior visitação por espécie em relação a receptividade de estigmas e viabilidade de pólen da planta.

Resultados

Biologia floral

Com relação às fenofases, foram distinguidas quatro categorias: fase 1– quando inicia a abertura das pétalas; fase 2– quando há exposição das estruturas reprodutivas; fase 3– quando as pétalas estão totalmente abertas, mas ainda há contato entre elas; e fase 4– quando as pétalas estão completamente abertas sem contato entre elas (**FIG. 1**).



FIGURA 1. Fenofase de morango silvestre *Rubus rosifolius* Sm. (Rosaceae) no Parque Estadual Intervales. **(A)** Fase 1; **(B)** Fase 2; **(C)** Fase 3 e **(D)** Fase 4.

A partir das 10:30h a maioria das flores atingiram a fase 2 (**FIG. 2**) coincidindo com o horário de maior receptividade, que iniciou as 9:00h. Os estigmas continuaram receptivos até as 13:00h, coincidindo também com o horário em que ocorreu o aumento da proporção de anteras abertas e de grãos de pólen viáveis. Os visitantes florais iniciaram o forrageamento nas flores classificadas como fase 2 permitindo maior acessos ao gineceu e androceu.

A abertura das anteras teve início às 10:00h, ocorrendo as maiores proporções de anteras abertas (50%) entre 11:00h e 14:00h e a maior proporção de grãos de

pólen viáveis foram observadas no período da tarde (**FIG. 3**). Os testes de receptividade dos estigmas mostraram picos nos horários de 9:00h e 11:00h (**FIG. 4**).

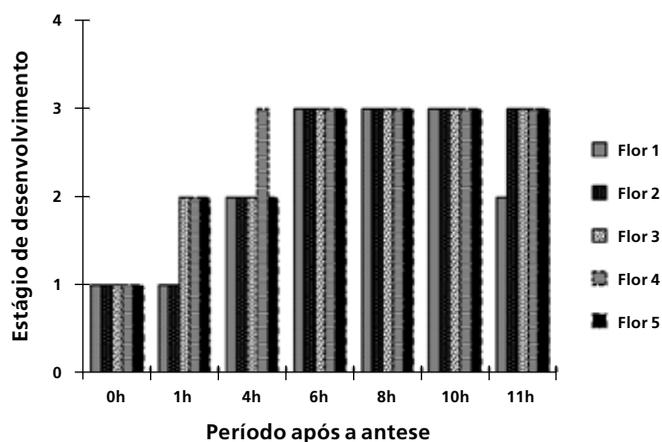


FIGURA 2. Estágio de desenvolvimento da flor de *R. rosifolius* Sm. (Rosaceae) acompanhada por 12 horas após a antese. Período de observação 7:30h as 18:30h. Parque Estadual Intervales, São Paulo.

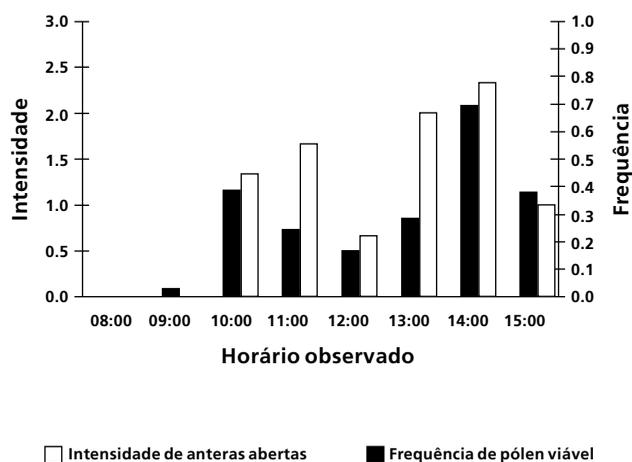


FIGURA 3. Proporção de anteras abertas (0: nenhuma aberta; 1: até 5%; 2: 50%; 3: 100%) e proporção de grãos de pólen viáveis em *R. rosifolius* Sm. ao longo do dia.

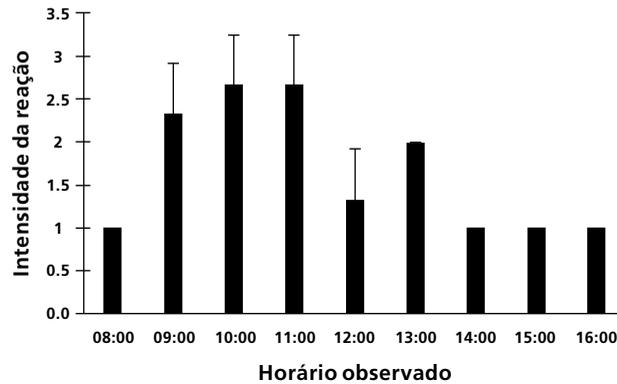


FIGURA 4. Intensidade da reação de receptividade dos estigmas de *R. rosifolius* Sm. ao longo do dia.

Teste de polinização

As flores de *R. rosifolius* apresentam autocompatibilidade, com 62,5% das flores sendo fecundadas, sendo esse valor maior quando comparado ao obtido na polinização cruzada, 33,3%.

Visitantes florais e comportamento

Os himenópteros foram observados visitando as flores nos horários em que havia maior acesso e disponibilidade dos recursos florais, percorrendo todas as partes reprodutivas da flor. Já os besouros permaneciam por um longo período na mesma flor (**TAB. 1**).

As visitas observadas para *R. rosifolius* foram intensificadas nos horários de 12:00 e 14:00 horas (**FIG. 5**). Em Intervalos, entre os 14 morfotipos de visitantes florais observados, as espécies que demonstraram com maior frequência o comportamento de polinizador foram Apidae sp.5 (100%), Coleoptera sp.1 (75%), Hymenoptera sp.3 (75%), Coleoptera sp.2 (57%), Diptera sp.1 (50%) e Apidae sp.1 (26%) (**FIG. 4**). As espécies Apidae sp.3, Apidae sp.4, Hemíptera sp. e as espécies de Lepidóptera não apresentaram comportamento esperado por potenciais polinizadores, ou seja, em nenhuma das visitas realizadas por essas espécies foram observadas partes do corpo tocando estigmas e anteras.

TABELA 1. Observação do comportamento dos visitantes florais de *R. rosifolius* Sm.

VISITANTES	HORÁRIO DE VISITAÇÃO									
	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Coleoptera sp.1										
Coleoptera sp.2										
Apidae sp.1										
Apidae sp.2										
Apidae sp.3										
Apidae sp.4										
Apidae sp.5										
Diptera sp.1										
Hemiptera sp.										
Lepidoptera sp.1										
Lepidoptera sp.2										
Lepidoptera sp.3										
Lepidoptera sp.4										
Lepidoptera sp.5										

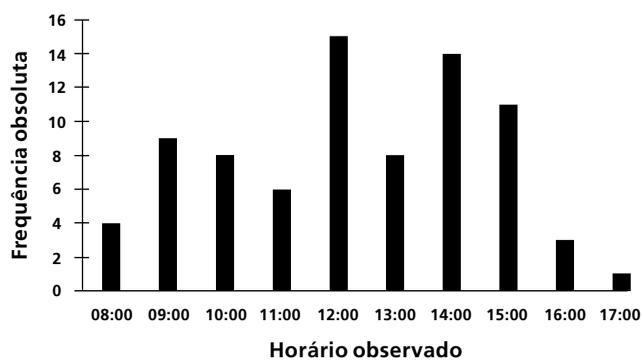


FIGURA 5. Horário de atividade dos visitantes em flores do morango silvestre *R. rosifolius* Sm.



FIGURA 6. Comportamento dos visitantes das flores de *R. rosifolius* Sm. no Parque Estadual Intervales. **(A)** Apidae sp.1; **(B-C)** Apidae sp.5; e **(D)** Coleóptera sp.2.

Discussão

O índice de autoincompatibilidade de 1,87, permitiu classificar *R. rosifolius* como auto-compatível, segundo escala proposta por Dafni (1992). O maior número de óvulos fecundados em autopolinização, quando comparado ao obtido na polinização cruzada, pode ter sido contribuído por possíveis mudanças fisiológicas causada pelo procedimento de emasculação. Eaton et al. (1968), propõe para framboesa vermelha emasculadas em preantese uma receptividade estigmática ótima após o segundo dia da abertura floral, e para obter melhores resultados no desempenho entre cruzamentos, os autores sugerem a aplicação de pólenes de flores com dois dias.

A análise da fertilidade dos grãos de pólen dos progenitores de uma espécie é necessária para dar suporte às técnicas de cruzamento, visto que para que haja efetivamente a fecundação do óvulo após a polinização, é preciso ter a garantia de que pólenes férteis estejam disponíveis aos polinizadores ao mesmo tempo em o estigma esteja receptivo. Pois, caso os grãos pólen não estejam viáveis isto pode inviabilizar os cruzamentos (CHAGAS et al., 2010).

Em *R. occidentalis* L. a quantidade de drupetes aumentou quando suas flores foram visitadas por abelhas em relação a quantidade formada por frutos formados sem visitação (CANE, 2005). Mello-Júnior; Orth; Moretto (2011) constataram para *Rubus* sp. (amora preta), que quando as flores foram polinizadas por abelhas, estas fixaram quatro vezes mais drupetes, do que em flores isoladas de visitação. Mesmo que os frutos possam ser formados pela autopolinização certos pistilos jamais serão polinizados sem que haja a interferência de um polinizador, devido a morfologia de

distribuição das anteras. Em Intervalos, possivelmente este serviço é proporcionado pelos himenópteros que se utilizavam das flores como fonte de néctar.

Segundo Delaplane; Mayer (2000), flores de *Rubus fruticosus* atraem abelhas que coletam o néctar na base das flores e a polinização acontece entre o primeiro e segundo dia após a antese. É possível que no horário de maior receptividade dos estigmas, quando *R. rosifolius* apresenta um aumento na visitas, as abelhas ao forragearem encostam o ventre nos estigmas e anteras, promovendo polinização efetiva.

O comportamento dos visitantes florais sugere alguns potenciais polinizadores de *R. rosifolius*, como a espécie Apidae sp.5, Díptera sp.1 e Apidae sp.1. Espera-se que polinizadores efetivos apresentem um comportamento de forrageio na flor em que explore os recursos florais, seja pólen ou néctar, de forma que toquem tanto anteras quanto estigmas, efetuando a fecundação cruzada. Apidae sp. 5 apresenta-se como o principal potencial polinizador, onde em 100% de suas visitas tocou tanto anteras quanto estigmas na mesma flor. Díptera sp.1, com 50% de suas visitas caracterizadas pelo comportamento esperado, e Apidae sp. 1, com 26%, da mesma forma, também podem ser considerados potenciais polinizadores de *R. rosifolius*.

Para Cane (2005), os visitantes florais que coletam ao mesmo tempo pólen e néctar em amora preta e framboesa vermelha devem ser consideradas melhores polinizadores, como por exemplo, as abelhas solitárias *Osmia aglaia* e *O. lignaria*. Essas abelhas foram consideradas polinizadoras efetivas em virtude de sempre passarem pelas partes masculinas e femininas da flor, chegando ao pivô central, onde é rico em néctar e também por passarem pela coroa de estames em busca de pólen, comportamento diferente ao da *Apis mellifera*, que em geral coletaram um recurso por viagem de forrageamento.

Conclusão

Este trabalho sugere que *R. rosifolius* L., no período observado, foi predominantemente autopolinizada, sendo provavelmente facilitada por coleópteros. A polinização cruzada, de acordo com as observações do contato dos insetos com as partes reprodutivas da flor, foi realizada principalmente por abelhas e dípteros. No entanto, estes resultados são preliminares e pouco conclusivos visto o curto período de observação.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores e monitores do XI Curso Internacional de Polinização pelos ensinamentos, orientações e apoio logístico.

Referências

ALICE, L. A.; CAMPBELL, C. S. Phylogeny of *Rubus* (Rosaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed space region sequences. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 1, p. 81–97, 1999.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência rural Santa Maria**, v. 32, p. 151–158, 2002.

CANE, J. H. Pollination potential of the bee *Osmia aglaia* for cultivated Red raspberries and Blackberries (*Rubus*: Rosaceae). **HortScience**, v. 40, n. 6, p. 1705–1708, 2005.

CHAGAS, E. A. et al. Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência rural Santa Maria**, v. 40, n. 2, p. 261–266, 2010.

DAFNI, A. **Pollination ecology: A practical approach**. Cambridge: Environquest Ltd, 1992. 250p.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. **Practical pollination biology**. Cambridge: Environquest Ltd, 2005. 590p.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. British Library: London, UK, 2000. 352p.

EATON, G. W.; DAUBENY, H. A.; NORMAN, R. C. Pollination techniques for red raspberry breeding programs. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 48, 1968.

FRANCIS, J. K. *Rubus rosifolius* Sm. Rosaceae. In: FRANCIS, J. K. **Wildland shrubs of the United States and its territories: Tamnic descriptions**. v. 1. [s.l.: s.n.]. p. 658–659, 2004.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: 2006. 640p.

MAURO, C. et al. Estudo botânico, fitoquímico e avaliação da atividade antimicrobiana de *Rubus rosaefolius* Sm. — Rosaceae. **Revista brasileira de farmacognosia**, v. 12, p. 23–25, 2002.

MELLO-JÚNIOR, L. J. DE; ORTH, A. I.; MORETTO, G. Ecologia da polinização da amoreira-preta (*Rubus* sp.) (Rosaceae) em Timbó–SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 1015–1018, 2011.

REITZ, R. **Flora ilustrada catarinense: rosáceas**. Itajaí (SC): Herbário Barbosa Rodrigues, 1996. 136p.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 40.135, de 08 de junho de 1995. Cria o “Parque Estadual Intervalles” e dá providências correlatas**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1995/dec_sp_40135_1995_uc_criaparqueestadualintervalles_sp_altrd_dec_44293_1999.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2015.

SIMÃO-BIANCHINI, R. Rosaceae. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB32510>>. Acesso em: 06 Jan. 2015

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

Morfologia, biologia e visitantes florais de três espécies de *Lantana* (Verbenaceae) no Parque Estadual Intervales, Ribeirão Grande–SP

Dariene de Lima Santos¹
Kelve Franklimara Sousa César²
Natália Seneda Martarello³
Samyra Ramos Chaves⁴

Abstract

The synchronicity in flowering plant species can lead to the facilitation process, so that there is enhancement and thus a greater attraction of pollinators, leading to better efficient pollinating species. Based on this question, the present study aimed to investigate the morphology, floral biology and floral visitors of three species of *Lantana*: *Lantana radula*, *Lantana trifolia* and *Lantana camara*, in order to compare aspects of their reproductive biology and the occurrence of facilitation between species. The three species were studied at the Intervales State Park –SP, Brazil. It was observed that *L. radula* and *L. camara* are similar in morphology and *L. radula* and *L. trifolia* have greater wealth of visitors, but further studies are needed to assess the facilitation process between the species of *Lantana* here studied.

Key-Words: pollination, facilitation, sharing, butterflies.

1 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (dariesantos@hotmail.com.br)

2 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (kelve.f@gmail.com)

3 Universidade Federal de São Carlos (natalia_seneda@hotmail.com)

4 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (samyraramos.1@gmail.com)

As interações entre polinizadores e plantas, podem proporcionar a algumas angiospermas, maior eficiência na polinização cruzada, possibilitando novas combinações genéticas, que possivelmente podem permitir a evolução de suas populações (JANZEN, 1980; BARRETT, 2010).

A polinização é um tipo de mutualismo clássico, onde as plantas fornecem aos visitantes florais uma recompensa, e os polinizadores por sua vez facilitam a reprodução das mesmas, através da dispersão do pólen em plantas da mesma espécie. Contudo, este mutualismo pode ser substancialmente alterado em espécies com co-floração, visto que estas frequentemente compartilham polinizadores, levando muitas vezes a competição por polinização ou ao processo de facilitação quando as espécies atraem grande número de polinizadores para aumentar a eficiência de polinização (MITCHELL et al., 2009, BARROS, 2002).

Na competição o compartilhamento de visitantes pode reduzir a eficiência da polinização em alguns casos, pois a visita a flores de diferentes espécies de plantas, pelas mesmas espécies de polinizadores em um curto intervalo de tempo, pode levar a um decréscimo na taxa de visitas às flores de cada espécie (WASER, 1978 a, b; WASER; FUGATE, 1986; FISHBEIN; VENABLE, 1996). No entanto no processo de facilitação a floração sincronizada de espécies diferentes pode auxiliar a polinização através do aumento da densidade de recursos para a atração de polinizadores locais (SCHEMSKE, 1981; SAKAI et al., 1999).

Facilitação é uma interação positiva em que espécies de plantas se beneficiam da presença uma da outra, aumentando o fitness individual de pelo menos uma das espécies por meio do recurso compartilhado (HOLMGREN et al., 1997). Os padrões de coexistência se baseiam no prognóstico de que a competição por recursos limitados é a força dominante que regula a diversidade de espécies (SILVERTOWN, 2004; GIACOMINI, 2007). Contudo espécies em simpatria muitas vezes florescem em uma mesma época, levando ao aumento da disponibilidade de recurso floral ao redor do indivíduo, o que influencia positivamente a taxa de visita e a diversidade de polinizadores, e seus níveis de polinização e sucesso reprodutivo (BROWN; KODRIC-BROWN, 1979; WASER; REAL 1979; FEINSINGER et al., 1991; CALLAWAY, 1995).

O gênero *Lantana* pertence à família Verbenaceae e nele estão inclusas plantas herbáceas e arbustos, que podem atingir até 2 m de altura (JOLY, 1993), popularmente conhecidas pelos nomes de “chumbinho”, “camará”, “cambará”, “bem-me-quer” e “mal-me-quer”. São plantas que habitam locais bem iluminados por radiação solar também chamadas de heliófilas, bastante resistentes a podas, pouco exigentes em solo e florescem praticamente durante todo o ano, sendo muitas vezes utilizadas como plantas ornamentais, devido à beleza de suas flores (RANJHAN; PATHAK, 1992).

Observações prévias realizadas no Parque Estadual de Intervales indicaram coexistência e marcante sobreposição das épocas de floração das espécies de *Lantana*, sendo este gênero, portanto, uma importante ferramenta para analisar as relações entre plantas e polinizadores de espécies coexistentes e de floração sincrônica.

Desta forma, esse estudo objetivou averiguar a morfologia, biologia floral e os visitantes florais de três espécies de *Lantana*: *Lantana radula* Swartz, *Lantana trifolia* Linnaeus e *Lantana camara* Linnaeus, para responder as seguintes perguntas: 1) A morfologia das flores difere entre as espécies?; 2) A biologia floral das espécies apresenta diferença?; 3) As espécies compartilham os mesmos visitantes florais? e 4) Caso haja relação entre a biologia floral e compartilhamento de visitantes florais e /ou polinizadores, que estratégia é utilizada por essas espécies?

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual Intervales (PEI), município de Ribeirão Grande/SP (24°16'S, 48°24'W), de 16 a 19 de dezembro de 2014. A região está entre 60 e 1.100m de altitudes e comporta vegetação de Mata Atlântica e situa-se nos domínios da Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 1991). A região apresenta clima do tipo Cfa de acordo com o sistema de Köppen (SETZER, 1966). Estudos de Morellato; Haddad (2000) apontam um clima tropical superúmido, sem períodos de déficit hídrico e com chuvas o ano todo, com precipitação média anual de 4.000 mm sendo a estação mais chuvosa de setembro a março com precipitação acima 250 mm (MORELLATO et al., 2000).

Foram observadas três espécies focais pertencentes ao gênero *Lantana* (Verbenaceae): *L. radula*, *L. trifolia* e *L. camara*. Observações prévias no campo indicaram uma possível relação de coexistência entre *L. radula* e as demais espécies em questão, dessa forma, foram realizadas observações das espécies ocorrendo de forma isolada e em associação a *L. radula* (tab. 1). Os indivíduos isolados (n=3) e associados (n=3) foram selecionados no decorrer das estradas do parque, mantendo uma distância de pelo menos dez metros entre um indivíduo e outro.

EM ASSOCIAÇÃO	ISOLADA
<i>L. radula</i> + <i>L. trifolia</i>	<i>L. radula</i>
	<i>L. trifolia</i>
<i>L. radula</i> + <i>L. camara</i>	<i>L. camara</i>

TABELA 1. Parâmetros de observações nas diferentes espécies de *Lantana* ocorrendo em associação e de forma isolada no Parque Estadual de Intervales–SP, Brasil em 2014.

Morfologia e Biologia Floral

Para o estudo da morfologia floral, foram avaliadas 20 flores de cada espécie em campo, e as mesmas foram coletadas e analisadas no laboratório, onde foram dissecadas e os caracteres morfológicos avaliados com o auxílio de estereomicroscópio. Com um paquímetro digital foram feitas medições morfométricas referentes ao comprimento e diâmetro do tubo floral, diâmetro longitudinal e ventral (do tubo floral) e diâmetro interno (do tubo floral) (**FIG. 1**).

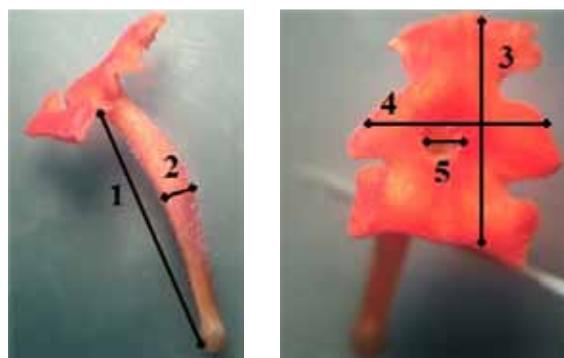


FIGURA 1. Parâmetros morfométricos observados em cada uma das espécies de *Lantana*. **(1)** comprimento, **(2)** diâmetro do tubo floral, **(3)** diâmetro longitudinal, **(4)** diâmetro ventral, **(5)** diâmetro interno.

Para a realização do estudo da biologia floral, flores em pré-antese das três espécies de *Lantana* foram isoladas com saco de tecido voil. Para a determinação do horário da antese e da longevidade das flores, foram realizadas observações no período de 6:30h às 18:00h, durante três dias consecutivos. A receptividade estigmática foi verificada no campo, em intervalos de duas horas, antes e depois da antese, utilizando peróxido de hidrogênio (DAFNI, 1992), e observando-se a reação com auxílio de uma lupa de mão, foi verificado também o horário de deiscência das anteras.

A viabilidade polínica foi estimada por meio da avaliação do pólen em flores abertas. O pólen retirado imediatamente após a coleta das flores (pela manhã) foi colocado em lâminas de microscopia com adição de solução aquosa a 2% de carmim acético e acompanhado por 24h (RADFORD et al., 1974). Os grãos viáveis ficam corados. Foi feita a contagem de 100 grãos de pólen por lâmina e registrada a proporção de grãos corados e não corados.

Para determinação do volume de néctar e da concentração de açúcar, foram realizadas extrações em intervalos de duas horas, no período de 08h00min às 18h00min, utilizando-se tubos microcapilares graduados em 5µL, tubo de Borosilicado e refratômetro portátil Brix 0-32%.

Visitantes florais

Foram realizadas observações dos visitantes florais no período das 07h00min às 18h00min, durante três dias consecutivos totalizando 2370 minutos de observação. Foram observados os animais visitantes, horário e duração das visitas, número de inflorescências visitadas, frequência e comportamento apresentado durante a visita. Não foram feitas coletas dos indivíduos apenas registros fotográficos e filmagens de vídeo das visitas para posterior descrição do comportamento dos visitantes nas flores. A identificação dos visitantes foi realizada com o auxílio de especialistas através das fotografias e vídeos registrados durante o estudo.

Resultados

Morfologia e Biologia floral

Os indivíduos das três espécies de *Lantana* apresentam inflorescências do tipo espiga com flores tubulares que comportam guias de néctar. Em *L. radula* e *L. trifolia* o guia de néctar é bem evidente quando as flores abrem, e somem gradativamente à medida que elas entram em senescência, no caso de *L. camara* as flores abrem sem os guias de néctar, apresentando-os posteriormente, a senescência é indicada a partir da mudança de cor da flor que passa de amarela para laranja (**FIG.2**). Após o desaparecimento do guia de néctar as flores permanecem na inflorescência por mais dois ou três dias, servindo como plataforma de pouso e atratividade para os visitantes.

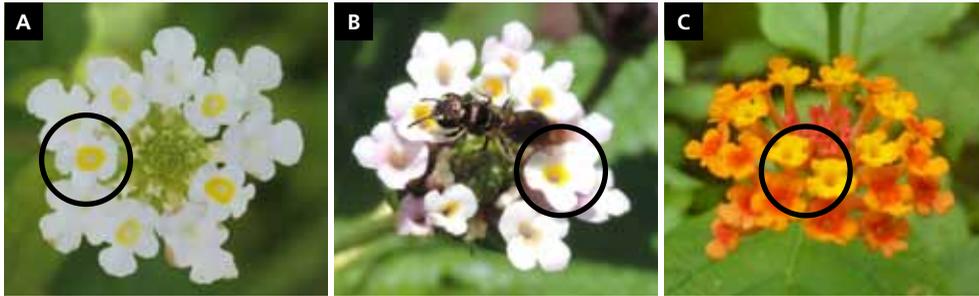


FIGURA 2. Inflorescências de **(A)** *Lantana radula*, **(B)** *Lantana trifolia*, **(C)** *Lantana camara*. Os círculos indicam o guia de néctar no primeiro dia de antese da flor em A e B, em C primeiro dia de antese sem o guia néctar.

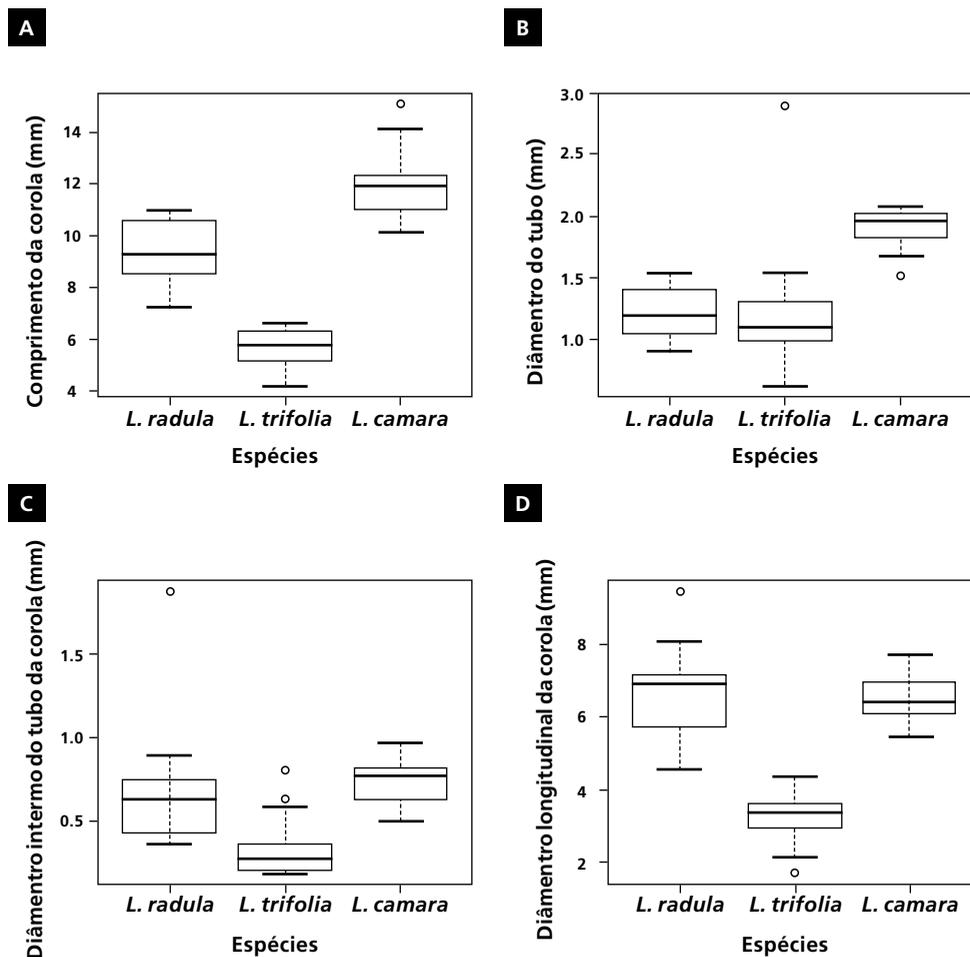
As três espécies possuem flores hermafroditas e dentro de seu tubo floral encontram-se cinco estames inclusos adnados à corola e logo abaixo o estigma cercado pelo nectário floral, assim para que o visitante obtenha o néctar é necessário que ele passe primeiro pelas anteras.

A abertura das flores de *L. radula* ocorreu por volta das 09h25min. O estigma apresentou-se receptivo juntamente com a abertura da flor até o fim das observações às 18h e as anteras já apresentavam pólen disponível às 08h00min. Não foi detectado odor nas flores. A produção de néctar é muito reduzida, tendo sido possível uma única extração, cuja concentração chegou a 31%. As flores de *L. trifolia* começaram a abrir a partir das 10h, o estigma já se apresentava receptivo e permaneceu até o fim das observações e as anteras com pólen disponível, também não foi detectado odor em suas flores. No caso de *L. camara*, a antese teve início entre 07h30min e 08h00min, o estigma apresentou-se receptivo logo após a abertura da flor até o fim das observações às 18h as anteras já apresentavam pólen disponível, não foi detectado odor nas flores. As flores produzem néctar durante todo o dia, com reposição à medida que ele é retirado, cuja concentração variou de 2 a 26%, porém foi possível observar se a temperatura ou hora do dia influenciou nesta variação de concentração.

As análises morfométricas indicaram que as flores de *L. camara* e *L. radula* são semelhantes em relação ao comprimento da corola, diâmetro interno do tubo da corola, diâmetro longitudinal do tubo da corola e diâmetro ventral da corola (**TAB. 2** e **FIG.3. A, C, D, E**, respectivamente). As flores de *L. radula* e *L. trifolia* aproximaram-se apenas na medida do diâmetro do tubo (**TAB.2** e **FIG.3B**). As medidas das flores de *L. camara* foram maiores que as das flores de *L. trifolia*, no entanto, quando as duas espécies estiveram habitando no mesmo local essas mensurações não variaram.

TABELA 2. Parâmetros morfológicos obtidos a partir da análise morfométrica em *Lantana radula*, *Lantana camara* e *Lantana trifolia* do Parque Estadual Intervales, SP em 2014.

Parâmetros mensurados		Comprimento do tubo floral (mm)	Diâmetro do tubo floral (mm)	Diâmetro longitudinal do tubo floral (mm)	Diâmetro ventral do tubo floral (mm)	Diâmetro interno do tubo floral (mm)
Espécie e valores						
<i>L. radula</i>	Média	9,3	1,2	6,6	5,8	0,6
	Desvio padrão	1,7	1,7	2,0	2,2	2,7
<i>L. camara</i>	Média	11,9	1,9	6,5	5,7	0,7
	Desvio padrão	1,5	0,7	1,3	1,0	1,0
<i>L. trifolia</i>	Média	9,3	1,2	3,2	2,9	0,3
	Desvio padrão	1,4	5,1	1,7	1,2	0,8



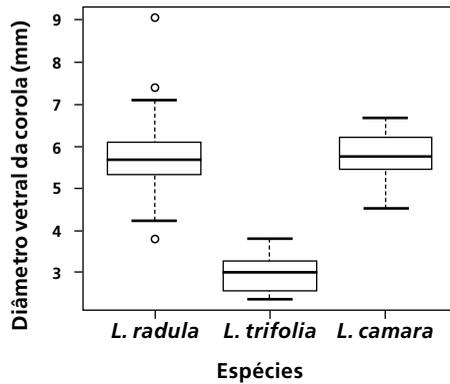
E

FIGURA 3. Medianas morfométricas de flores de *Lantana radula*, *Lantana camara*, *Lantana trifolia*.

Visitantes florais

As flores de *Lantana* foram visitadas por insetos das ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera e também por um beija-flor ordem Trochiliformes (**TAB. 1**). No caso dos Lepidoptera o comportamento de forrageio para coleta de néctar foi observado nas três espécies de *Lantana*. Foi registrado um total de 66 visitas, sendo que *L. radula* recebeu 62% das visitas e seus visitantes variaram bastante de grupo indo de borboletas de pequeno a médio porte, dípteros e himenópteros. *L. camara* recebeu 7% das visitas e seus visitantes foram geralmente lepidópteros de médio porte e um beija-flor. *L. trifolia* recebeu 31% das visitas sendo que, grande parte das visitas foi feitas por pequenos hesperiídeos (Lepidoptera) *Dannaus erippus* (Nymphalidae, Lepidoptera) e abelhas *Ceratina* (Apidae).

O número de visitas foi maior em *L. radula* quando ela estava habitando o mesmo local que as outras duas espécies ou mesmo quando estava isolada e *L. camara* quando isolada ou no mesmo local que *L. radula* recebeu o menor número de visitas (**TAB. 3**).

TABELA. 3. Visitantes florais de *L. camara*, *L. radula*, *L. trifolia* e quantidade de visitas por planta observada em associação e isolada, no Parque Estadual Intervales, SP.

Ordem/Família/Espécie	<i>L. radula</i>	<i>L. radula/ L. trifolia</i>	<i>L. trifolia</i>	<i>L. radula/ L. camara</i>	<i>L. camara</i>
Insecta					
Diptera					
Muscidae	1	1/0	0	0/0	0
Syrphidae	1	0/0	0	0/0	0
Coleoptera					
Coleoptera sp.	0	2/0	1	0/0	0
Hymenoptera					
Formicidae					
Formicidae sp.	2	0/0	0	0/1	0
Apidae					
<i>Ceratina</i> sp.	2	4/0	3	1/0	2
<i>Bombus</i> sp.	1	4/0	0	0/0	0
Lepidoptera					
Hesperiidae					
Hesperiidae sp. 1	1	2/0	2	0/0	0
<i>Polites</i> sp.	1	1/0	0	0/0	0
<i>Papias phainis</i>	0	1/0	0	2/0	0
<i>Thymelicus</i> sp.	0	2/0	2	0/0	1
<i>Viola violella</i>	0	1/0	0	0/0	0
Nymphalidae					
<i>Agraulis vanila</i>	1	2/0	0	0/0	0
<i>Dannaus erippus</i>	1	2/0	1	0/0	0
<i>Dryas iulia</i>	1	1/0	0	1/0	0
<i>Heliconius sara</i>	1	1/0	1	1/0	1
<i>Heliconius erato</i>	0	0/0	0	1/0	2
<i>Vanessa</i> sp.	3	1/0	0	0/0	0
Aves					
Trochiliformes					
Trochiliformes sp.	0	0	0	1/0	0
Total	16	26	10	8	6

Discussão

Lantana é considerada uma planta daninha devido sua ampla distribuição e impacto causado na agricultura, silvicultura e mesmo na biodiversidade (SHARMA et al., 2005). O gênero *Lantana* L. é composto por arbustos ou subarbustos, possuindo inflorescências do tipo espiga, com corola de coloração rósea, lilás, roxa, vermelha, laranja, amarela ou branca (SILVA; LIMA, 2012).

As três espécies de *Lantana* estudadas no Parque Estadual Intervales encontravam-se em floração, no entanto, apresentaram diferenças em alguns aspectos de

sua morfologia e biologia floral. Espécies vegetais pertencentes à mesma família, que ocorrem em um mesmo local e florescem em sincronia podem competir ou mesmo compartilhar seus visitantes. Densidades florais maiores podem atrair uma maior quantidade de visitantes e flores visitadas, mas também podem aumentar a competição por polinizadores entre as espécies ali existentes (WISSMAN et al., s.n.d.).

As três espécies aqui estudadas apresentavam corola tubular, *L. radula* possuía coloração branca, *L. trifolia* lilás, e *L. camara* possuindo em sua inflorescência flores de corola amarela, laranja e vermelha. *L. radula* apresenta guia de néctar de coloração amarela, característica observada apenas em flores jovens e está relacionada com a disponibilidade de néctar. *L. trifolia* também apresenta uma mancha de coloração amarela no interior da corola somente no primeiro dia, período em que há a produção de néctar (SCHEMSKE, 1976). As flores de *Lantana* sp. apresentam guias de néctar apenas no primeiro dia de sua antese, onde possuem o recurso (COSTA et al., 2011). Segundo Costa et al., (2011), a presença do guia, auxilia os visitantes florais a visitar flores em antese.

Em *L. camara* foi observado um padrão de três colorações na inflorescência onde a cor amarela caracteriza flores em antese (flores novas), enquanto flores alaranjadas e vermelhas representam flores em fase de senescência. Schemske (1976) também descreve a mesma mudança de coloração em *L. camara*, onde flores amarelas passam para laranja até se tornarem vermelhas, e a produção de néctar também ocorrendo apenas no primeiro dia. A flor de *L. camara* dura cerca de três dias, e a maturação é centrípeta (BARROWS, 1976), o mesmo padrão de coloração e secreção de néctar foi observado por Barros et al., (2001).

O desaparecimento do guia de néctar e a mudança de coloração, bem como a permanência das flores na inflorescência nas espécies de *Lantana* aqui observado, é citado por Barros et al., (2001), que caracteriza a mudança de coloração, como uma estratégia para maior atratividade dos polinizadores, no sentido de fornecer uma melhor orientação, enquanto que o guia de néctar indicaria aos visitantes a presença ou ausência do recurso. As flores podem permanecer na inflorescência por um ou dois dias (SCHEMSKE, 1976) e essa permanência das flores mais velhas estaria relacionada com o display floral para aumentar a atratividade e a plataforma de pouso para os visitantes florais (SCHEMSKE, 1976; COSTA et al., 2011).

A estrutura morfológica das três espécies estudadas são diferentes, *L. trifolia* possui flores e inflorescências de tamanho menor em relação a *L. radula* e *L. camara*, estas por sua vez, possuem inflorescências mais vistosas, com um maior display floral (COSTA et al., 2011) e uma plataforma de pouso maior em relação a *L. trifolia* (SCHEMSKE, 1976).

L. camara apresenta uma corola tubular estreita e a coleta de néctar acaba sendo realizada por insetos que possuem língua longa (GOULSON; DERWENT, s.n.d.). O comprimento da corola em *L. camara* é maior em relação ao de *L. trifolia* como foi observado em estudos realizados por Schemske (1976), tendo uma predominância de visitas por borboletas de espirotromba curta em *L. trifolia*, e de espirotromba longa em *L. camara*.

O horário de antese em *L. radula*, *L. trifolia* e *L. camara*, também apresentou variação. Em *L. radula* e *L. trifolia* foi consideravelmente semelhante, pois o horário de abertura das flores ocorre no mesmo intervalo de tempo, entre 09h30min e 10h00min, no entanto, o início da antese de *L. camara*, ocorreu por volta da 07h30min e 08h00min. Quando essas espécies ocorrem em associação, o assincronismo de abertura das flores pode beneficiar uma das espécies, pois nesse caso pode aumentar suas chances de ser visitada (CRESTANA, 1993). Essa variação implica numa ininterrupta atividade dos visitantes que podem alternar entre as fontes de recursos disponíveis (JANZEN, 1967; BAWA, 1983; NEWSTROM et al., 1993; 1994).

Através de observações visuais diretas identificou-se que a maior parte dos visitantes florais escolhiam as flores que possuíam guia de néctar (no caso de *L. trifolia* e *L. radula*) ou então as flores de coloração amarela em *L. camara* que são funcionais e que possuem o recurso disponível (COSTA et al., 2011; BARROS et al., 2001; SCHEMSKE, 1976).

Entre os visitantes florais observados nas três espécies estudadas, predominaram borboletas, seguido por abelhas, e além destes foram observados dípteros, formigas, coleópteros, cigarrinha e beija-flor. O comportamento observado das borboletas nas três espécies de *Lantana* foi a coleta de néctar, como observado por Barros et al., (2001). Em *L. camara*, o transporte de pólen é feito pela espirotromba dos lepidópteros e a polinização ocorre no desenrolar e enrolar da mesma para a coleta de néctar em outra flor.

Nos resultados encontrados por Schemske (1976) foi possível observar a predominância de borboletas pequenas e com probóscide curta em *L. trifolia*, devido ao fato da mesma possuir plataforma de pouso reduzida. Em *L. radula* foi possível observar diferentes espécies de lepidópteros como visitantes florais, tanto de grande como de pequeno porte. Nas observações realizadas em *L. camara* foi possível identificar a presença de apenas um lepidóptero e um beija-flor. Schemske (1976) em seus estudos realizados com *L. camara* observou a predominância de borboletas maiores em consequência da plataforma de pouso ser também maior, segundo o autor o tamanho da plataforma de pouso seria um fator que afetaria o tipo de polinizador em cada espécie de *Lantana*. Para Barrows (1976), possuir uma corola comprida limita os tipos de visitantes florais. Em um estudo realizado por Goulson; Derwent (s.n.d.) na Austrália com a mesma espécie (*L. camara*) demonstrou que os insetos mais abundantes eram as abelhas que correspondiam a 62,9% das visitas,

as borboletas em sequência que compreendiam 30,5%, seguida de abelhas nativas de *Amegilla* (4,0%), além de traças e sirfídeos.

As espécies de *Lantana* em cofloração apresentaram picos de floração coincidentes, evidenciando assim uma sincronia entre as populações. Segundo Schemske (1981) esse fenômeno pode ser considerado um indicativo da existência de algum mecanismo de mutualismo floral ou uma forte competição por polinizadores.

L. radula sempre se sobressaiu quanto à densidade populacional em relação às espécies associadas (tanto *L. trifolia* quanto com *L. camara*). De acordo com os resultados apresentados, aparentemente os visitantes florais tem preferência por *L. radula*, quando a mesma se encontra em associação a *L. trifolia*. *L. trifolia* ocorrendo de forma isolada, possui em sua maior parte de visitantes lepidópteros de tamanho pequeno, mas também houve o registro de uma espécie de maior tamanho visitando suas inflorescências e coletando néctar (*Dannaus erippus*).

Já em *L. radula* foi possível identificar a predominância de borboletas que possuíam um tamanho maior, mas também houve registros de borboletas de tamanho pequeno. Ocorrendo de forma isolada, *L. radula* teve menor quantidade de visitas. Segundo Barros et al., (2001). A similaridade floral pode levar a um aumento na atratividade, de modo que, quando em associação, *L. radula* e *L. trifolia* poderiam estar compartilhando seus visitantes. De acordo com Wissman et al., (s.n.d) o aumento da densidade floral proporcionaria um aumento na atividade de polinizadores, entretanto, no período de estudo, quando haviam essas duas espécies em associação a visitação foi observada apenas em *L. radula*.

Na associação com *L. camara*, *L. radula* que estava em maior densidade, recebeu maior quantidade de visitas em relação a *L. camara*. Feldman et al., (2004) propõem que baixas densidades de uma espécie podem co-ocorrer, se mantendo com tamanho reduzido em relação a outras espécies. Ocorrendo de forma isolada, *L. camara* teve uma quantidade de visitas maior do que quando estava em associação.

A existência de sincronia na floração e potencial de coexistência faz com que a correspondência das interações planta/polinizador seja bastante provável. Contudo, há poucos estudos que apresentem interação entre plantas e polinizadores através de competição ou facilitação na área de ecologia da polinização (MAYER et al., 2011), devido principalmente a dificuldades na coleta de dados em grandes escalas temporais e espaciais. Diante disso, faz-se necessário um estudo mais apurado com as espécies de *Lantana*, para comprovar a real ocorrência de facilitação de polinização entre as espécies estudadas.

Conclusão

Lantana apresentou modificações morfológicas entre as espécies estudadas onde *L. radula* e *L. camara* são mais semelhantes entre si em morfologia quando comparadas a *L. trifolia*. Quanto a biologia floral também existe diferença tanto em relação a coloração quanto a presença e ausência de guias de néctar. O horário de antese das flores é muito similar em *L. radula* e *L. trifolia* e elas, quando em sincronia, compartilham mais visitantes florais que *L. radula* e *L. camara*, apesar da semelhança destas na morfologia floral. *L. radula* ocorria em maior densidade populacional isoladamente em associação com as demais espécies. A associação de *L. radula* e *L. trifolia* foi mais frequentemente observada que a presença da *L. radula* juntamente com *L. camara*, entretanto são necessários estudos mais aprofundados para aferir que o processo de facilitação existe entre as espécies de *Lantana* aqui estudadas.

Agradecimentos

Aos organizadores do Curso Internacional de Campo sobre Polinização 2014, por essa oportunidade de aprendizado e aperfeiçoamento. A todos os professores, em especial ao Prof. Leonardo Galetto por seu grande apoio, sugestões e ajuda no campo e a Prof^a Fabiana Oliveira da Silva pelas valiosas sugestões e ao Prof. Luciano Lopes pela paciência e auxílio nas questões estatísticas. Ao monitor Vitor Monteiro por todo suporte assistido no laboratório e aos demais monitores e colegas pelo agradável convívio durante o curso. Ao Programa de Pós Graduação em Botânica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) por financiar ida de algumas de nós ao curso.

Referências

- BARRETT, S. C. H. Darwin's legacy: the forms, function and sexual diversity of flowers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Ser. B.*, v. 365, p. 351–368, 2010.
- BARROS, M. A. G. Floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 16, p. 113–122, 2002.
- BARROS, M. G.; GRAY, V. R.; CASTELAZO, C. D. Sincronia de floração entre *Lantana camara* L. (Verbenaceae) e *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don (Loranthaceae) ocorrentes nas dunas de La Mancha, Veracruz, Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, v. 57, p. 1–14, 2001.

BARROWS, E. M. Nectar robbing and pollination of *Lantana camara* (Verbenaceae). **Biotropica**, v. 8, n. 2, 1976.

BAWA, K. S. Patterns of flowering in tropical plants. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. K. **Handbook of Experimental Pollination Ecology**. New York, Von Nostrand Reinhold, p. 394–410, 1983.

BROWN, J. H.; KODRIC-BROWN, A. Convergence, competition, and mimicry in a temperate community of hummingbird-pollinated flowers. **Ecology**, v. 60, n. 5, p. 1022–1035, 1979.

CALLAWAY, R. M. Positive interactions among plants. **Botanical Review**, v. 61, p. 306–349, 1995.

COSTA, A. C. G. et al. Comunicação entre plantas e insetos: perda de coloração do glábrico de néctar como sinal da ausência de recurso floral. **X Congresso de ecologia do Brasil**, São Lourenço–MG, 16 a 22 de set, 2011.

CRESTANA C. S. M. **Biologia da reprodução de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) na Estação Ecológica de Moji-Guaçu Estado de São Paulo**. p.103, Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

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

FEINSINGER, P.; TIEBOUT III, H. M.; YOUNG, B. E. Do tropical bird-pollinated plants exhibit density-dependent interaction? Field experiments. **Ecology**, v. 72, n. 6, p. 1953–1963, 1991.

FELDMAN, T. S.; MORRIS, W. F.; WILSON, W. G. When can two plant species facilitate each other's pollination? **Oikos**, v. 105, p. 197–207, 2004.

FISHBEIN, M.; VENABLE, D. L. Diversity and temporal change in the effective pollinators of *Asclepias tuberosa*. **Ecology**, v. 77, n. 4, p. 1061–1073, 1996.

GIACOMINI, H. C. Os mecanismos de coexistência de espécies como visto pela teoria ecológica. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 521–543, 2007.

GOULSON, D.; DERWENT, L. C. **Synergistic interactions between an exotic honeybee and an exotic weed: pollination of *Lantana camara* in Australia**. s.n.d).

HOLMGREN, M.; SCHEFFER, M.; HUSTON, M. A. The interplay of facilitation and competition in plant communities. **Ecology**, v. 78, p. 1966–1976, 1997.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais técnicos em geociências. DEDIT/CDDI, Rio de Janeiro, 1991.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in central America. **Evolution**, v. 21, p. 620–537, 1967.

JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. Temas de Biologia. EPU: Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 7, p. 21–30, 1980.

JOLY, A. B. **Introdução à Taxonomia Vegetal**. 11. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1993, 777p.

MAYER, C. et al. Pollination ecology in the 21st Century: key questions for future research. **Journal of Pollination Ecology**, v. 3, p. 8–23, 2011.

MITCHELL, R. J. et al. New frontiers in competition for pollination. **Annals of Botany**, v. 103, p. 1403–1413, 2009.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, p. 786–792, 2000.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811–823, 2000.

NEWSTROM, L. E. et al. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L. A. et al. **La Selva: Ecology and natural history of a lowland tropical rainforest**. Chicago, University of Chicago, p. 142–160, 1993.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p. 141–159, 1994.

RANJHAN, K. S.; PATHAK, N. N. Nutritional and metabolic disorders of buffaloes. In: TULLOH, N. M.; HOLMES, J. H. G. **Buffalo production**. Netherlands: Elsevier, p. 370–372. 1992.

RADFORD, A. E. et al. **Vascular plants systematics**. Harper & Row Publishers Inc., New York, 1974.

- SAKAI, S. et al. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. **American Journal of Botany**, v. 86, p. 1414–1436, 1999.
- SCHEMSKE, D. W. Pollinator Specificity in *Lantana camara* and *L. trifolia* (Verbenaceae). **Biotropica**, v. 8, n. 4, 1976.
- SCHEMSKE, D. W. Floral convergence and pollinator sharing in two bee-pollinated tropical herbs. **Ecology**, v. 62, n. 4, p. 946–954, 1981.
- SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia Paraná–Uruguai, São Paulo, 1966.
- SHARMA, G. P.; RAGHUBANSHI, A. S.; SINGH, J. S. *Lantana* invasion: An overview. **Weed Biology and Management**, v. 5, p. 157–165, 2005.
- SILVA, T. R. dos. S.; LIMA, C. T. de. Flora da Bahia: Verbenaceae 1: *Lantana*. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 12, n. 2, p. 245–268, 2012.
- SILVERTOWN, J. Plant coexistence and niche. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, p. 605–611, 2004.
- WASER, N. M. Competition for hummingbird pollination and sequential flowering in Colorado wild flowers. **Ecology**, v. 59, p. 934–944, 1978a.
- WASER, N. M. Interspecific pollen transfer and competition between co-occurring plant species. **Oecologia**, v. 36, p. 223–236, 1978b.
- WASER, N. M.; FUGATE, M. L. Pollen precedence and stigma closure: a mechanism of competition for pollination between *Delphinium nelsonii* and *Ipomopsis aggregata*. **Oecologia**, v. 70, p. 573–577, 1986.
- WASER, N. M.; REAL, L. A. Effective mutualism between sequentially flowering plant species. **Nature**, v. 281, p. 670–672, 1979.
- WISSMAN, J.; LENNARTSSON, T. & SJODIN, E. N. **Floral density and the facilitation of pollination — an empirical study**. s.n.d.

Comportamento de um Coleóptero em flores de *Pavonia nemoralis* (Malvaceae) e aspectos da sua biologia floral

Geovan Figueirêdo de Sá Filho¹
Vítor Bastos Sales²
Victor Magalhães de Monteiro³
Odair José Garcia de Almeida⁴

Abstract

Plants and insect herbivores are united by complex relationships, these interactions have very high levels of expertise, they probably do not exist for other groups of organisms. The ecology of plant-insect interactions involving area is a unique and scientifically very rich of biological research. The objective was to investigate the inter-relationship between beetle (Curculionidae) and the reproductive structures (Buttons Flower, Young Flowers and Fruit) of *Pavonia nemoralis* (Malvaceae); by beetle behavior description and the floral biology of *P. nemoralis* (Malvaceae). The study was conducted in Intervalos State Park, an Integral Protection Conservation Unit, located in Ribeirão Grande–SP. Observations were conducted during the period 15–18 December 2014. The observed *P. nemoralis* flowers had 15 anthers, monotecas with 44 pollen grains per anther on average, with a rate pollen/ovule of 132. The grain Pollen is monad and circular, pantoarpeturado; microreticles and has thorns on the surface. Anthesis of flowers begins at 07:00h, and all the flowers are fully open at 12:00h, after flowering, the flowers fade. As soon as the day begins to clear, beetles begin to visit the flowering, the flowers still closed. At this time they remain in the base of the flowers, buds and fruit development in the regions

1 Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA (geovan.sa@hotmail.com)

2 Universidade Federal da Bahia – UFBA (vitorbsales@gmail.com)

3 Universidade Federal do Ceará – UFC (victormonteiro@hotmail.com)

4 Universidade Estadual Paulista – UNESP/Câmpus do Litoral Paulista (odair1000@hotmail.com)

where they are located the extrafloral nectaries. Once the flowers begin to open them heading into the interior, in order to feed on pollen and nectar beans on corolla background. As the beetles will foraging body is covered with the pollen thus self-pollination rate is possibly increased, and the life cycle of the beetle seems to depend at least in part, the flowering and fruiting *Pavonia nemoralis*.

Key-words: *Pavonia*, Curculionidae, Pollination, Rainforest, Interaction

A família Malvaceae possui cerca de 4.200 espécies e 250 gêneros, possui distribuição geográfica com predomínio pantropical. No Brasil ocorrem cerca de 400 espécies e 80 gêneros. Entre as espécies mais importantes comercialmente são destacados o algodão (*Gossypium spp.*), cacau (*Theobromacacao*), cupuaçu (*Theobromagrandiflorum*) e o quiabo (*Abelmoschusesculentus*) (SOUZA; LORENZI, 2008). Em classificações tradicionais como a de Cronquist (1988), Malvaceae era considerada uma família distinta de Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae (todas da ordem Malvales); entretanto, com o advento de estudos filogenéticos com base em dados moleculares, morfo-anatômicos, palinológicos e químicos foi proposto a polifilia dessas quatro famílias (GRINGS, 2011, e referências). Portanto, quando circunscrita amplamente a família Malvaceae inclui quatro famílias (Tiliaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae e Malvaceae — *sensu stricto*) (JUDD et al., 2002). Na qual, a sinapomorfia para Malvaceae *sensu lato* é a presença de nectários (tricomas) na base do cálice e da corola (JUDD; MANCHESTER 1997; GRINGS, 2011). Deste modo, Malvaceae s.l. tem sido dividida em nove subfamílias: Bombacoideae, Brownlowioideae, Byttnerioideae, Dombeyoideae, Grewioideae, Helicteroideae, Malvoideae, Sterculioideae e Tilioideae (discutido em TATE et al., 2005). Na qual Malvoideae, pode ser chamada Malvaceae s.s., que por sua vez está dividida em cinco tribos: Hibisceae, Malveae, Gossypeae, Decaschitiae e Malvavisceae (FRYXEL, 1988).

Pavonia é um dos maiores gêneros de Malvaceae, com cerca de 250 espécies, nas quais mais de 100 ocorrem no Brasil (ESTEVES, 2010). Pertence a tribo Malvavisceae, que tem como característica possuir o dobro de estiletos e estigmas na flor em relação ao número de carpelos (GRINGS, 2011, e referências).

Referente a polinização, a literatura registra interações com insetos, pássaros e morcegos para Malvaceae s.l. O néctar produzido pelas flores das malváceas pode ser acessado pelas aberturas entre as bases das pétalas superpostas (BARROSO et al., 2004), além de muitas espécies possuírem guias de néctar na base das pétalas como manchas de coloração vermelha ou vinácea (FRYXEL, 1988). Sazima; Sazima (1988) reportaram que *Helicteres ovata* (Sterculioideae: Malvaceae) é polinizada por morcegos. Franceschinelli (2005) descreveu que a polinização *H. sacarolha* e *H. brevispira* é realizada por pássaros (beija-flores). Schindwein; Martins (2000) registraram interação dos coleópteros *Ptilothrix plumata* e *Pristimerus calcaratus*

com flores de *Pavonia cancellata*. Assim, Malvaceae. l. apresenta uma considerável gama de interações animal-planta.

Curculionidae é uma família que pertence a ordem Coleoptera, é composta por 29 tribos (BOUCHARD et al., 2011) e mais de 3 mil espécies, conhecidos popularmente como gorgulho, bicudo ou broca, têm como características principais a presença de um rostro bem desenvolvido e antenas em forma de clava. São fitófagos e suas larvas se alimentam no interior dos tecidos vegetais (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Muitas das larvas de vida livre têm hábitos subterrâneos e rizófagos, entretanto a sua maioria são larvas endofíticas, podendo formar cecídias (galhas) nos tecidos foliares. Por tais características dentro do ciclo de vida dos curculionídeos, não são considerados autônomos, a sua distribuição espacial depende da existência de plantas que mantêm suas larvas no interior de seus tecidos. Alguns grupos que compõem esta família mantêm uma interação com tipos vegetais específicos, como a tribo Bagoini que suas larvas dependem das raízes de plantas aquáticas ou a subfamília Petalochilinae que se desenvolve exclusivamente em palmeiras do gênero *Cocos* e *Diplothemium* (COSTA-LIMA, 1956).

As plantas e os insetos herbívoros estão unidos por relações complexas, ao longo tempo estes animais estiveram interagindo durante a história evolutiva, sendo supostamente um dos principais responsáveis pela grande diversidade de plantas existentes. Essas interações apresentam níveis muito altos de especialização, que provavelmente não existem entre outros grupos de organismos. A ecologia de interações envolvendo inseto-planta é uma área única e cientificamente muito rica da pesquisa biológica (SCHOWALTER, 1952).

O objetivo do trabalho foi investigar a inter-relação entre o coleóptero (Curculionidae) e as estruturas reprodutivas (Botões florais, Flores e Frutos jovens) de *Pavonia nemoralis* (Malvaceae); através da descrição do comportamento do coleóptero e da biologia floral de *P. nemoralis* (Malvaceae).

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Intervales (24°17'49"S 48°16'31"W – 679 metros), uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (Lei federal 9.985/2000), criado em 8 de junho de 1995, com área de 41.700 hectares, localizado no município de Ribeirão Grande-SP. Os locais de estudo (**FIG. 1**) apresentam vegetação de floresta ombrófila densa Montana. As observações foram conduzidas durante o período de 15 a 18 de dezembro de 2014.

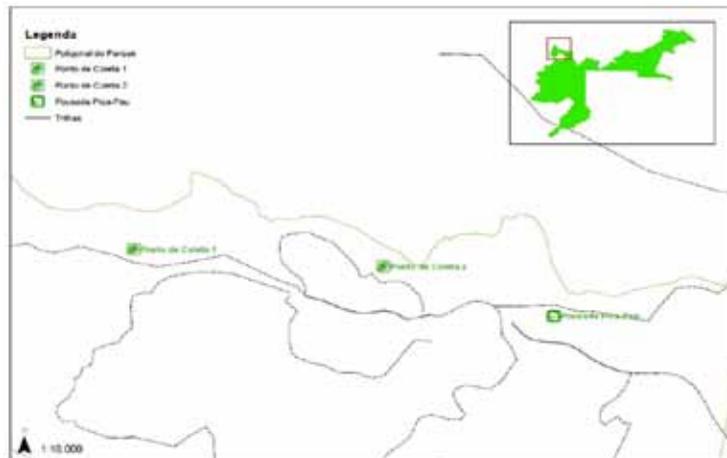


FIGURA 1. Área do Parque Estadual de Intervales–SP, com destaque nos pontos de coleta 1 e 2.

O estudo da biologia floral da *Pavonia nemoralis* (Malvaceae) foi conduzido através de observações e análises de 10 flores no campo e, em laboratório, com o uso de estereomicroscópio. O horário de antese, a biologia floral e observações macroscópicas da morfologia floral foram acompanhados em campo das 6h às 18h. Os grãos de pólen foram corados com carmim acético (1%) para verificar conteúdo citoplasmáticos. Estruturas secretoras (nectários) de botões florais, flores e frutos jovens foram testadas com vermelho neutro (1%) e, observadas em estereomicroscópio. O número médio de grãos de pólen em uma única flor foi obtido a partir da contagem de todas as anteras de 10 flores com o auxílio de estereomicroscópio.

Para o teste de receptividade estigmática, 26 flores foram selecionadas, e a cada hora duas plantas foram submetidas ao teste de receptividade com peróxido de hidrogênio (H₂O₂), onde o estigma de cada flor foi submerso em tubo de ensaio contendo (H₂O₂) (DAFINI, 1992; GROSS, 1993), e com auxílio de uma lupa de mão (15X) foi avaliado a reação no estigma.

Para a determinação do volume de néctar floral produzido ao longo do dia e da sua concentração de açúcar foram utilizados, respectivamente, tubos microcapilares graduados em mililitro e refratômetro de mão (Refratômetro BRUX, ATC 0-32%), a conversão do volume e da concentração em mg/μL, seguiu o protocolo de Dafini et al., (2005). A determinação da concentração de açúcar e o volume de néctar dos nectários extraflorais não foram realizados, devido a pouca quantidade de néctar produzido.

Para a avaliação do comportamento do Curculionidae foram realizadas observações de 20 minutos a cada hora e com o auxílio de uma câmera fotográfica Sony Cyber-Shot DSC-HX1, e caderno de anotações de campo.

Resultados

Pavonia nemoralis é uma espécie arbustiva, aproximadamente 1,3 metros de altura, ramos cobertos com tricomas. As flores são dispostas em inflorescências terminais, epicálise com 8 bractéolas, ciliadas, linear-lanceoladas, cálice e cálculo também com tricomas; corola branco-rosa; estames ao longo do tubo (androgínóforo) e filetes parcialmente concrecidos (**FIG. 2**).

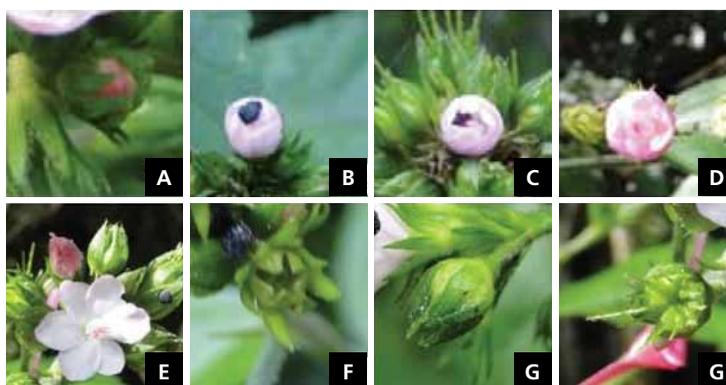


FIGURA 2. Desenvolvimento da flor e do fruto de *Pavonia nemoralis* (Malvaceae) no Parque Estadual de Intervalos-SP, **(A)** botão floral, **(B-D)** flor em início da antese, notar besouro entrando na flor **(B-C)**, **(E)** flor em antese, **(F)** cálice e cálculo de fruto jovem, logo após queda da corola, androceu a parte do gineceu, **(G)** fruto jovem, **(H)** fruto desenvolvido, mas não maduro.

Cada flor possui 15 anteras, monotecas com 44 grãos de pólen em média por antera. O ovário é pentalocular com um óvulo por lóculo. A espécie apresenta uma taxa pólen/óvulo de 132. O grão de pólen é mônade e circular, pantoarpeturado; possui microretículos e espinhos na superfície (**FIG. 3**).



FIGURA 3. Pólen da flor de *Pavonia nemoralis*, corado com carmim acético (1%).

A antese das flores de *P. nemoralis* se inicia por volta das 07:00h e, todas as flores estão completamente abertas às 12:00h, após a antese, as flores murcham; e a corola, o androceu e parte do gineceu se destacam, já cálice e o cálculo são persistentes e protegem o ovário durante o desenvolvimento inicial do fruto. Visto que a temperatura ambiente altera a dinâmica de abertura da flor, nos dias mais frios, foi observado um atraso de aproximadamente 2 horas para a antese da flor (**FIG. 4**).

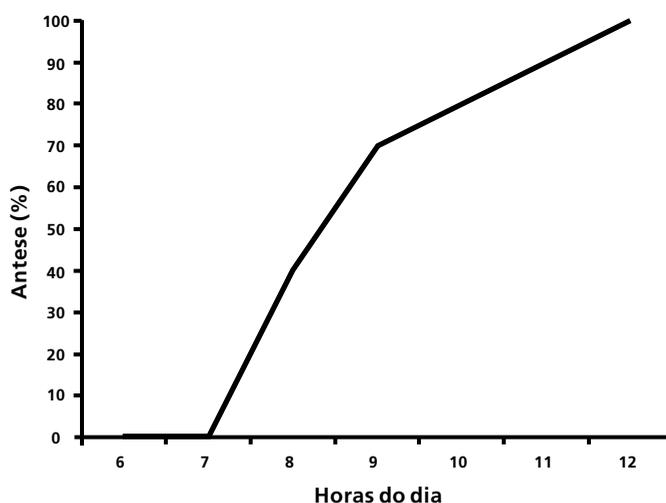


FIGURA 4. Antese da flor de *Pavonia nemoralis*.

A deiscência das anteras ocorre no sentido base-ápice. O pólen começa a ser liberado após abertura das flores com aumento exponencial, a cada hora, na qual sua liberação cessa durante a tarde (**FIG. 5 e 6**).

O gineceu da flor de *P. nemoralis* apresenta estigma composto por 10 lobos (**FIG. 6**), que não são receptivos quando a flor abre, no início da antese os lobos estigmáticos estão eretos e não reagem com o H₂O₂. Por volta das 11:00 h os lobos estigmáticos começam a se separar e voltam-se para a base da flor, mas estes não chegam a tocar nas anteras (**FIG. 6**).

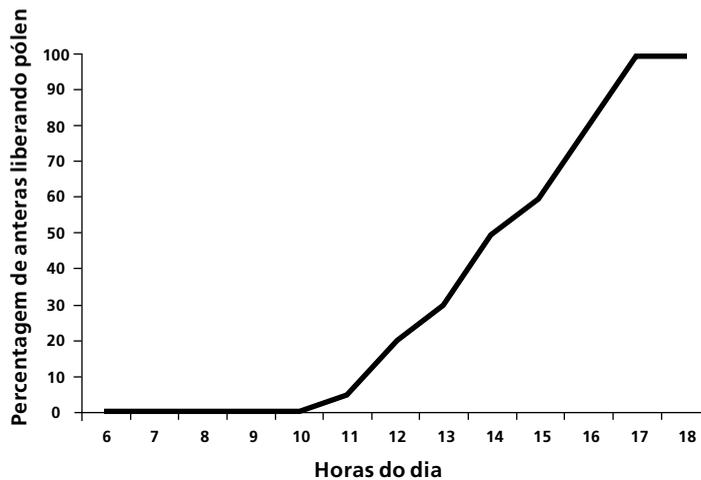


FIGURA 5. Deiscência das anteras de *Pavonia nemoralis*.

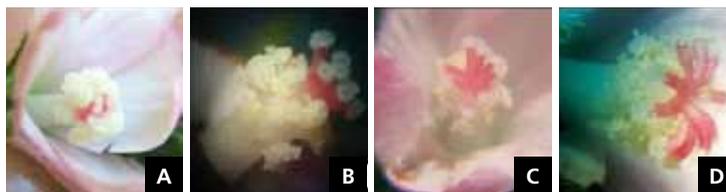


FIGURA 6. Apresentação do pólen e receptividade estigmática da flor de *Pavonia nemoralis*.

Nectários florais ocorrem abaixo da corola sobre o teto do ovário, em forma de tricomas secretores (**FIG. 7**), onde o néctar secretado se acumula, inicialmente, abaixo da corola e, a medida que a secreção aumenta, o néctar fica disponível na base da corola, através dos orifícios das pétalas (**FIG. 7A, B, E**). O néctar floral é produzido continuamente, durante o dia. Foram realizadas duas amostragens de néctar relativo a sua concentração de açúcar (peso/peso), ao seu volume, uma pela manhã e outra à tarde. A concentração de açúcares no néctar aumentou durante o dia (12% de manhã e 17% à tarde), o volume dobrou, 1 μL de manhã e 2 μL à tarde, em termos energéticos a quantidade de açúcares em $\text{mg}/\mu\text{L}$ aumenta em três vezes durante o dia (**FIG. 9 A-C**). Nectários extra-florais foram encontrados na superfície externa do cálice e dos pedúnculos (**FIG. 8**)



FIGURA 7. Flor de *Pavonia nemoralis* em vistas frontal (A-C) e lateral (D-F). (A) flor com corola parcialmente dissecada. (B) flor com corola e cálice parcialmente dissecados. (C) teto do ovário com nectários. (D) flor vista lateral. (E) flor em corte longitudinal. (F) detalhe nectário (teto ovário).

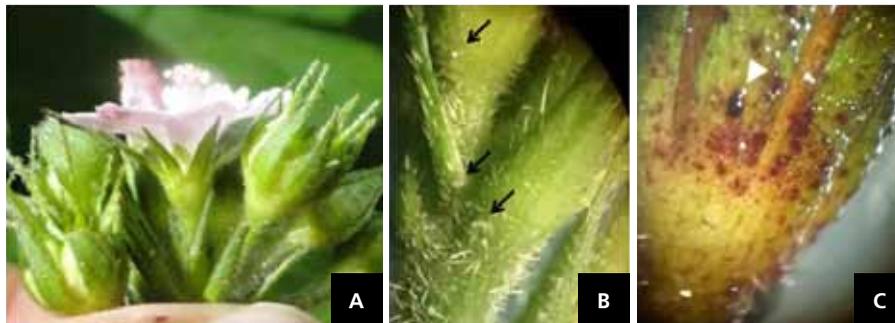


FIGURA 8. Inflorescência de *Pavonia nemoralis*. (A) vista lateral. (B) detalhe da base do cálice e do pedúnculo floral, notar néctar extra-floral (setas). (C) detalhe da base do cálice corado com vermelho neutro (1%), pontos corados representam estrutura secretoras de néctar (cabeça de seta).

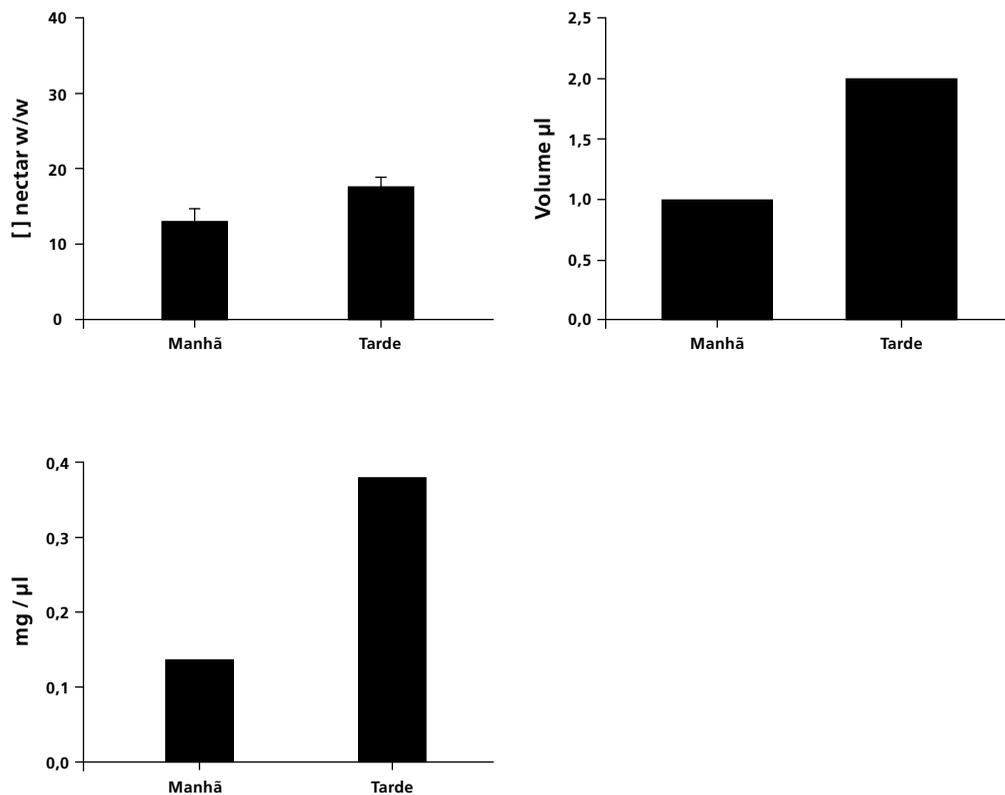


FIGURA 9. Concentração (peso/peso), volume (μL) e produção ($\text{mg}/\mu\text{L}$) de néctar floral de *Pavonia nemoralis* durante o dia.

Logo que o dia começa a clarear, os coleópteros começam a visitar as inflorescências, com as flores ainda fechadas. Nesse momento eles permanecem na base das flores, botões florais e frutos em desenvolvimento, nas regiões onde estão localizados os nectários extraflorais. Logo que as flores começam a abrir eles se dirigem para as flores, para se alimentarem dos grãos de pólen e do néctar no fundo da corola. Conforme os besouros vão forrageando (**FIG. 10**) seu corpo fica coberto com grãos de pólen e, ao caminharem pela flor ou para alçar vôo, eles deixam grãos de pólen no estigma da flor. No entanto, não foram registrados coleópteros transportando pólen de uma flor e visitando outra flor, assim, a polinização cruzada não foi registrada.



FIGURA 10. Coleóptero na flor de *Pavonia nemoralis* no Parque Estadual de Intervalos--SP.

Discussão

As flores de *Pavonia nemoralis* (hermafroditas, simetria actinomorfa) com pétalas conatas em sua base são similares às demais espécies do gênero *Pavonia* (ESTEVES, 1998). Os nectários extraflorais e os tricomas presentes no cálice são características do clado core Malvales (Malvaceae s.l., incluindo Bombacaceae, Malvaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae) (VOGEL, 2000).

Os recursos encontrados nos órgãos reprodutivos de *Pavonia nemoralis* são bem utilizados pelo coleóptero, da família Curculionidae. O besouro pousa na inflorescência e começa a se alimentar do néctar extrafloral, presente nos botões florais e frutos jovens, antes da antese floral. Quando as flores se abrem, os besouros se dirigem para as corolas para se alimentar do pólen e do néctar floral, na base da corola. Nossas observações indicam que durante seu movimento de forrageio na flor, os besouros autopolinizam as flores. Schindwein; Martins (2000) encontraram estreita relação de besouros com outra espécie do gênero *Pavonia*, onde, diferentemente do presente estudo, registraram voos desses besouros entre flores de diferentes indivíduos contribuindo para polinização cruzada da espécie de *Pavonia*.

Referente à produção de néctar, verificamos que durante o dia o volume produzido dobrou de 1 μ L para 2 μ L e que a concentração de açúcar (peso/peso) do

néctar aumentou de 12% para 17%. Esse aumento em percentual de água pode estar relacionado com o metabolismo da planta, ou com a evaporação de água, durante o dia, o que explicaria o aumento da concentração de açúcar no néctar. Quando analisado o néctar em relação mg/ μ L, os valores do néctar, em termos de produção de energia, triplicam durante o dia, passando de 0,12 mg/ μ L para 0,3666 mg/ μ L (L. GALETTO, com. pessoal). De acordo com MALERBO-SOUZA et al., (2008) existem diferenças nos insetos visitantes de determinada espécie vegetal, variando de região para região e de ano para ano, dependendo também da flora existente no local, isto é, das fontes competitivas de alimento para os insetos, em cada situação estudada.

Plantas que apresentam características generalistas enquanto à atração de polinizadores são quase sempre visitadas por besouros que se alimentam de néctar ou pólen. Porém, quando há uma íntima relação com besouros polinizadores, tais plantas apresentam mecanismos para exclusão de outros visitantes florais. Alguns besouros polinizadores tendem a ter um comportamento de ficar em espaços fechados, com os verticilos formando uma câmara onde os besouros permanecem. A especialização de besouros como agentes polinizadores parece ter ocorrido de forma independente nas Angiospermas, por exemplo, nas famílias tropicais Annonaceae e Myrsicaceae (MOMOSE, 2005).

Conclusões

O besouro possivelmente aumenta a taxa de autopolinização em *Pavonia nemoralis*, e o ciclo de vida do besouro parece depender, pelo menos em parte, da floração e frutificação de *Pavonia nemoralis*. No entanto, estudos subsequentes, com maior amplitude na coleta de dados, são necessários para consolidar os resultados do presente estudo, bem como a autocompatibilidade de *P. nemoralis*.

Agradecimentos

Aos organizadores e a todos os professores pela oportunidade de participar do curso, especialmente ao Prof. Dr. Leonardo Galletto pelo grande apoio e conselhos nos momentos difíceis do trabalho. Aos monitores e colegas pelo agradável convívio durante o curso.

Referências

- BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v. I. 2ª Ed. São Paulo: Ed. Nacional/EDUSP. 2004.
- BOUCHARD, P. et al. Family-group names in Coleoptera Insecta. **ZooKeys**, v. 88, p. 1–972, 2011.
- COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil**. 10º Tomo, Escola Nacional de Agronomia, Série Didática nº 2, 1956.
- CRONQUIST, A. **The Evolution and Classification of Flowering Plants**. 2nd Edition. The New York Botanical Garden, Bronx, NY, 1988.
- DAFNI, A. **Pollination Ecology: A Practical Approach**. Oxford University Press, Oxford. 1992. 250p.
- DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. (Eds.). **Practical Pollination Biology**. Enviroquest, Ltd., Cambridge, Ontario, Canadá. 2005. 590p.
- ESTEVES, G. L. ***Pavonia* in Lista de espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2015/FB009168>>. Acesso em: 7 de fev. 2015.
- ESTEVES, G. L. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) na região Nordeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Botanica**, v. 11, n. 2, p. 161–235, 1998.
- FRYXELL, P. A. Malvaceae of Mexico. **Systematic Botany Monographs**, p. 1–522, 1988.
- FRANCESCHINELLI, E. V. The pollination biology of two species of *Helicteres* (Malvaceae) with different mechanisms of pollen deposition. **Flora**, v. 200, p. 65–73, 2005.
- GRINGS, M. **O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) no rio Grande do Sul, Brasil**. p. 193. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.
- GROSS, C. L. The breeding system and pollinators of *Melastoma a ne* (Melastomataceae): a pioneer shrub in tropical Australia. **Biotropica**, v. 25, p. 468–474, 1993.
- JUDD, W. S. et al. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. 2ª ed. Massachusetts: Sinauer Associates. 2002.

- JUDD, W. S.; MANCESTER, S. R. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia*, v. 49, p. 384–405, 1997.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A.; PINTO, A. S. *Ecologia da Polinização*. Piracicaba: CP2, 2008. 31p.
- MOMOSE, K. Beetle Pollination in Tropical Rain Forests. *Pollination: Ecology and the Rain Forest. Ecological Studies*, v. 174, p. 104–110, 2005.
- SCHLINDWEIN, C.; MARTINS, C. F. Competition between the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae). *Plant Systematics Evolution*, v. 224, n. 3–4, p. 183–194, 2000.
- SCHOWALTER, T. D. *Insect ecology: an ecosystem approach*. 2ª ed., 1952.
- SAZIMA, M.; SAZIMA I. *Helicteres ovata* (Sterculiaceae) Pollinated by Bats in Southeastern Brazil. *Botanica Acta*, v. 101, n. 3, p. 269–271, 1988.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil*. 2ª ed, Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 2008.
- TATE, J. A. et al. Phylogenetic relationships within the tribe Malveae (Malvaceae, subfamily Malvoideae) as inferred from its sequence data. *American Journal of Botany*, v. 92, p. 584–602, 2005.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. *Estudo dos insetos: tradução da 7ª edição de borror and delong's introduction to the study of insects*. São Paulo, Cengage Learning, 2011. 809p.
- VOGEL, S. The floral nectaries of *Macaceae sensu lato*. A conspectus. *Kurtiziana*, v. 28, p. 155–171, 2000.



Realização



Ministério do
Meio Ambiente

