

Avaliação de carga polínica de abelhas africanizadas forrageando em duas espécies vegetais em ambiente rural e urbano**Pollen load assessment africanized honey bees foraging two plant species urban rural environment**

DOI:10.34117/bjdv6n2-288

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 27/02/2020

Anderson Ferreira dos Santos

Mestrando em Biologia Comparada pela Universidade Estadual de Maringá
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil
E-mail: andersonf.santos@hotmail.com

Beatriz Fernanda da Silva Pittarelli

Mestranda em Biologia Comparada pela Universidade Estadual de Maringá
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil
E-mail: bia.pittarelli@gmail.com

Caroline Marinho Hernandes

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
E-mail: carolhmarinho@gmail.com

Priscilla Esclarski

Doutoranda em Biologia Comparada na Universidade Estadual de Maringá
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil
E-mail: prisk.esclarski@gmail.com

Tuan Henrique Smielewski de Souza

Doutorando em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil
E-mail: tuan.henrique@gmail.com

Luiz Antonio de Souza

Doutor em Botânica pela Universidade de São Paulo (USP), São Paulo
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
E-mail: lasouza@uem.br

Odair José Garcia de Almeida

Doutor em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Rio Claro
Universidade Estadual Paulista Campus do Litoral Paulista
Praça Infante Dom Henrique s/n - Bairro Parque Bitaru, Cidade São Vicente – SP, Brasil
E-mail: odair.almeida@unesp.br

Jorge Hugo Cota-Sánchez

Doutor em Botânica pela Iowa State University, Ames, Iowa, US University of
Saskatchewan
University of Saskatchewan, Department of Biology
112 Science Place, Cidade: Saskatoon - SK Canada
E-mail: hugo.cota@usask.ca

RESUMO

Este estudo investigou a carga polínica em abelhas *Apis mellifera* africanizadas, forrageando em *Cosmos sulphureus* e *Momordica charantia*, duas espécies do ambiente rural e urbano da cidade de Maringá, Paraná. As coletas foram divididas em duas localidades, a primeira em ambiente rural e a segunda em jardins urbanos. Foram coletadas 40 abelhas com pólen em seus corpos, dez de cada planta e ambiente. As análises morfológicas da diversidade de pólen foram realizadas por microscopia eletrônica de varredura. Análises qualitativas e quantitativas foram realizadas sob microscópio óptico. Foram observados cinco tipos de pólen nas amostras de pólen rural e urbano. A concentração de grãos de pólen pertencentes as espécies onde as abelhas foram coletadas, foram em média de 99,7% no ambiente rural e 99,6 % no urbano. As abelhas apresentaram comportamento não generalista na formação da bolota.

Palavras chave: Ambiente antropizado. *Apis mellifera*. *Cosmos*. *Momordica*. Pólen.

ABSTRACT

This study investigated pollen load in africanized *Apis mellifera* honey bees foraging on *Cosmos sulphureus* and *Momordica charantia*, two species from rural and urban environment in the city of Maringá, Paraná. The collections were divided into two localities, the first in rural settings and the second in urban gardens. Forty bees presenting pollen in their corbicle were collected, ten from each plant and environment. Pollen diversity morphology analyses were performed using scanning electron microscopy. Qualitative and quantitative analysis were carried out under optical microscope. Five pollen types were observed in the rural and urban pollen samples. The concentration of pollen grains belonging to species where the bees

were collected, averaged 99.7% in the rural environment and 99.6% in the urban environment. The bees presented non-general behavior in the formation of the acorn bee.

Keywords: Anthropized environment. *Apis mellifera*. *Cosmos*. *Momordica*. Pollen.

1 INTRODUÇÃO

As plantas com flores (angiospermas) em uma escala geológica são, relativamente, uma inovação evolutiva e representam hoje 90% de todas as plantas terrestres (SAUQUET et al., 2017) com aproximadamente 352.000 espécies, distribuídas em 405 famílias (SILVA et al., 2014). Um dos fatores mais importantes para a evolução das angiospermas está relacionado ao aperfeiçoamento da polinização, característica atribuída às plantas com flores mais derivadas (EVERT; EICHHORNS, 2016).

Como resultado de uma longa e íntima relação coevolutiva surgiram as interações entre angiospermas e seus polinizadores (BAKER; HURD, 1968; PRICE, 1975; CREPET, 1983) com a maior ascensão evolutiva ocasionada a partir da interação dos agentes polinizadores com as plantas eudicotiledôneas (CARDINAL; DANFORTH, 2013; CAPPELLARI et al., 2016). Durante as interações ambos indivíduos tentam maximizar sua sobrevivência e o sucesso reprodutivo, exigindo um equilíbrio entre custos e os recursos produzidos (AGOSTINI et al., 2014).

As plantas apresentam um conjunto de características que possibilitam a atração de uma diversidade de polinizadores, em sua maioria insetos, que proporcionam alto grau de polinização cruzada gerando desenvolvimento evolutivo e ganho evolucionário (EVERT; EICHHORNS, 2016). Em áreas temperadas a necessidade de polinizadores pelas plantas é de 78% e nas tropicais é 94%, desta forma, 87,5% da diversidade global de angiospermas necessita de animais como agentes polinizadores (OLLERTON et al., 2011).

Um importante grupo de polinizadores bióticos é formado pelas abelhas, principalmente, por dependerem de recursos florais para sua sobrevivência e produção de seus produtos (PINHEIRO et al., 2014), sendo o pólen o principal recurso, fornecendo nutrientes como proteínas, lipídios, minerais, carboidrato (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010; FREITAS et al., 2013). Durante o forrageamento, as abelhas tocam seus corpos nos estames e saem cobertas de pólen, estes grãos são umedecidos por secreções bucais, agrupados em bolotas e colocadas nas corbículas localizadas nas pernas traseiras, possibilitando assim o transporte até a colônia (WINSTON, 1991; CAMPOS et al., 2008). Em extensa revisão

Correia et al. (2017) apontaram métodos para realizar a análise do pólen, podendo este ser coletado de abelhas operárias forrageiras, alvéolos ou em potes de alimento, no caso de abelhas sem ferrão.

O pólen pode ser identificado por meio de um conjunto de caracteres micromorfológicos, como suas aberturas, escultura da parede e a unidade polínica. Análises detalhadas recorrem ao uso de microscopia eletrônica de varredura que permitem melhor visão dos grãos de pólen (SILVA et al., 2014). A avaliação morfológica dos grãos de pólen pode indicar a família, gênero e espécie vegetal, além de características fitofisionômicas da região (BARTH, 2004).

Segundo Biondi e Kischkat (2006) a paisagem urbana é caracterizada por alta biodiversidade de espécies vegetais, embora, em sua maioria, sejam espécies exóticas, introduzidas por suas características ornamentais. Já a paisagem rural evidencia elementos de uso e exploração da terra, com espécies vegetais ligadas à agricultura, silvicultura e pecuária, caracterizando-se um ambiente em estado natural pouco transformado (BIONDI; KISCHLAT, 2006; BAGLI, 2006).

Para Forman e Godron (1986) a frequência e diversidade de espécies nativas e espontâneas, acompanha o modelo de crescimento espacial de zonas concêntricas, tornando as transformações na biodiversidade vegetal em áreas rurais menos evidentes que em áreas urbanas. Assim, áreas urbanas apresentam maior diversidade de espécies introduzidas, em virtude de características paisagísticas, que diminuem as espécies nativas nesta área dando espaço a espécies nativas em áreas periféricas/rurais (BIONDI; KISCHLAT, 2006). Desta forma, objetivou-se avaliar a carga polínica de abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, forrageando flores de *Cosmos sulphureus* Cav. (Asteraceae) e *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae) em ambiente rural e urbano identificando o padrão de coleta estabelecido por elas e possíveis diferenças na variedade polínica em cada ambiente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na região metropolitana da cidade de Maringá, Paraná, Brasil (Figura 1) durante o período de março a abril de 2019. As coletas foram divididas em dois pontos, o primeiro rural, caracterizado pela Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI (23° 25' 38" S; 51° 56' 15" W, e 551 metros de altitude), e o segundo urbano, caracterizado pelo

Campus sede da Universidade Estadual de Maringá - UEM (23° 24' 12'' S; 51° 56' 18'' W e 555 metros de altitude).

Figura 1: Local da realização das coletas na região metropolitana de Maringá, Paraná, Brasil.

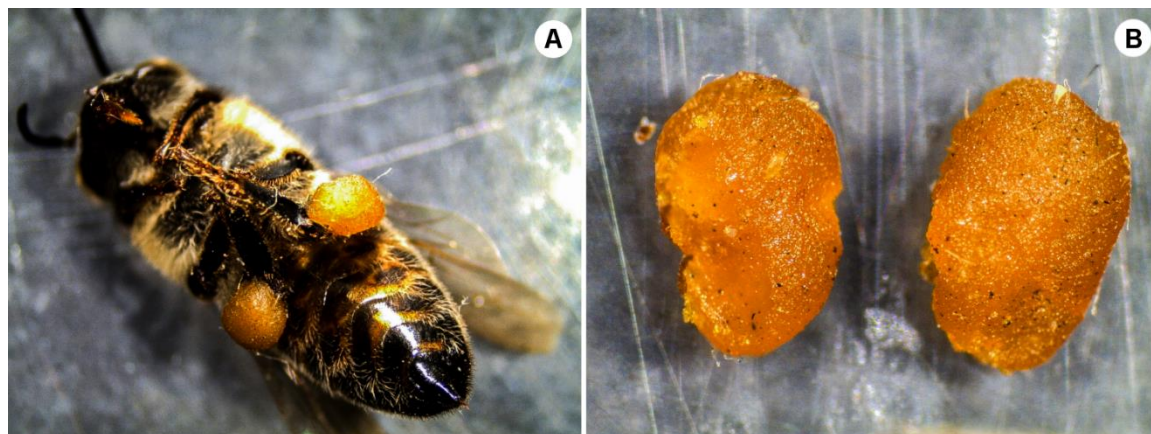


Fonte: Google maps (2019).

Foram coletadas 40 abelhas, sendo dez para cada planta e ambiente. A primeira coleta foi realizada em plantas de *C. sulphureus* em meio rural que apresentaram abelhas forrageando com cargas polínicas visíveis (Figura 2A). A segunda coleta realizada em plantas de *M. charantia* também em meio rural. A terceira e quarta coleta foram realizadas nas mesmas espécies, porém em meio urbano. Posteriormente, o pólen agrupado em bolotas foi removido das corbículas (Figura 2B) e seco em estufa da marca SOC. FABBE LTDA modelo 116 a

temperatura de 50°C, assim como o pólen coletado diretamente das flores de *C. sulphureus* e *M. charantia*.

Figura 2: A) *A. mellifera* com grãos de pólen depositados em suas corbículas; B) Visão geral dos grãos de pólen agrupados em bolotas.



Fonte: Autores.

As análises de morfologia e diversidade polínica foram realizadas por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), modelo FEI – Quanta 250, as bolotas de pólen foram submetidas a um processo de maceração para homogeneização do material. Em seguida, as amostras foram alocadas em fita dupla face sobre o *stub* de alumínio e recobertas por pó de ouro em metalizador Shimadzu IC-50. As fotografias dos materiais foram obtidas na central de microscopia eletrônica (CMI), localizado no Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) da Universidade Estadual de Maringá.

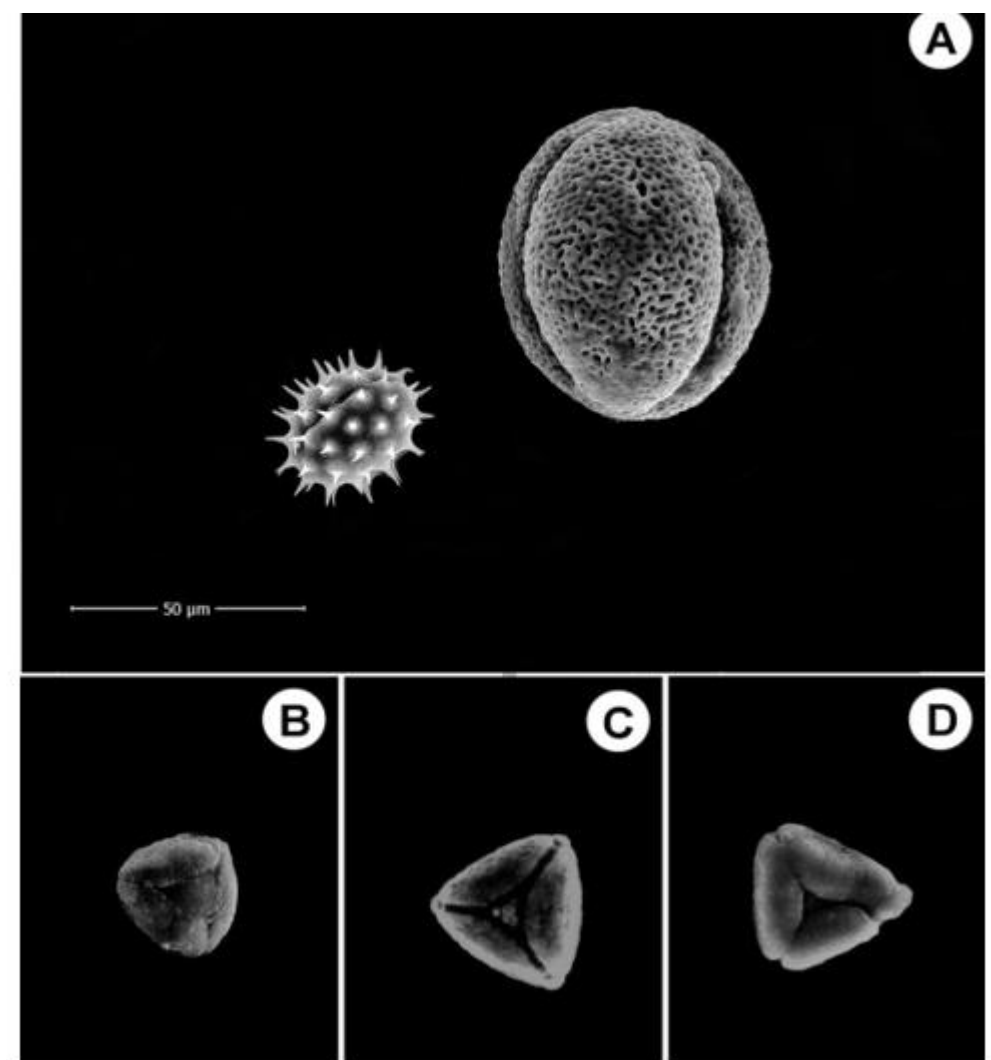
A avaliação quantitativa dos grãos de pólen coletados pelas abelhas foi realizada em microscópio óptico segundo Colincaux et al. (1999) e os tipos polínicos presentes nas bolotas foram comparados com os existentes nas plantas coletadas e em bancos de dados especializados (RCpol, 2019). Vouchers das espécies *C. sulphureus* (HUEM 35516) e *M. charantia* (HUEM 35517) utilizadas para conferência do tipo polínico, foram herborizadas e depositadas no herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se nas bolotas de pólen a presença de cinco tipos polínicos. Tanto nas abelhas oriundas de ambiente urbano como rural, o pólen dominante foi o da planta na qual as abelhas foram coletadas (*C. sulphureus* e *M. charantia*). Em relação à morfologia do pólen, as

Cucurbitáceas apresentam grande diversidade em relação ao tamanho, ornamentação e número de aberturas. Essa família em geral apresenta grãos de pólen grandes (CONCEIÇÃO et al., 2013) característica que foi observada em nossos resultados, sendo o grão de pólen de *M. charantia* maior em relação ao de *C. sulphureus* encontrado nestas amostras (Figura 3A). Entretanto houve a presença de tipos polínicos estruturalmente diferentes se comparados aos da planta onde as abelhas forrageavam quando coletadas (Figura 3B, C, D), estes foram identificados como pertencentes a família Myrtaceae.

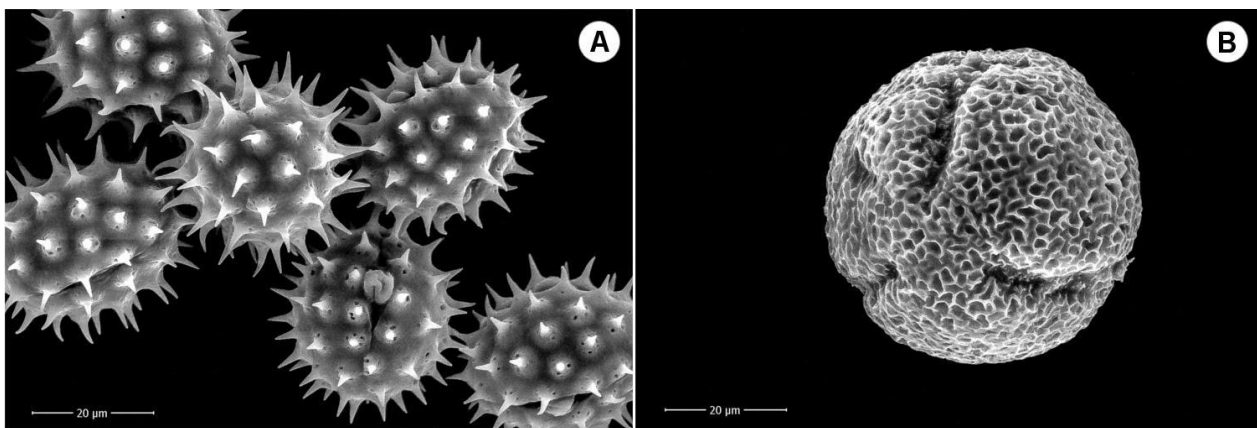
Figura 3: A) Pólen encontrado em amostras da bolota de abelhas forrageando *M. charantia* na área rural, evidenciando a diferença do tamanho do pólen entre *C. sulphureus* e *M. charantia*; B) Pólen de Myrtaceae encontrado em amostra da bolota de abelhas forrageando *C. sulphureus* na área rural; C) Pólen de Myrtaceae encontrado em amostra da bolota de abelhas forrageando *M. charantia* na área rural; D) Pólen de Myrtaceae encontrado em amostra da bolota de abelhas forrageando *C. sulphureus* na área urbana.



Fonte: Autores.

Os pólenes de *C. sulphureus* (Figura 4A) possuem ornamentação equinada, grão de pólen mônades, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, com abertura colporo, colpo curto, poro alongado, abertura tricolporado, com forma prolato-esferoide, e tamanho médio (RCpol, 2019). Diferente do grão de pólen de *C. sulphureus*, os pólenes de *M. charantia* (Figura 4B) são caracterizados por sua ornamentação da exina ser heterobrocada e reticulada, grãos de pólen mônades, com simetria radial, isopolar, âmbito subcircular, uma abertura colporo com colpo longo e poro alongado, tricolporado, com forma subprolato, e tamanho grande (RCpol, 2019).

Figura 4: A) Grãos de pólen coletados das flores de *C. sulphureus* (Asteraceae). B) Grão de pólen coletado das flores de *M. charantia* (Cucurbitaceae). Imagens ampliadas em 4.000X.



Fonte: Autores

Os resultados das análises quantitativas (Tabela 1) apresentam baixa diversidade polínica em ambas às regiões de coleta. A baixa frequência de tipos polínicos são fatores importantes, pois podem indicar a coleta por engano, a baixa produção de pólen ou a frequência dessas plantas nas proximidades (CARVALHO et al., 1999; MODRO, 2006).

Tabela 1: Porcentagem de grãos de pólen presentes nas bolotas das abelhas coletadas em ambiente rural e urbano por espécie vegetal.

Espécie vegetal	Local de coleta	Pertencente a espécie	Outras espécies
<i>Cosmos sulphureus</i>	Fazenda - UEM	100.0%	0.0%
<i>Cosmos sulphureus</i>	Campus - UEM	99.2%	0.8%
<i>Momordica charantia</i>	Fazenda - UEM	99.4%	0.6%
<i>Momordica charantia</i>	Campus - UEM	100.0%	0.0%

Fonte: Autores

De acordo com o método quantitativo realizado em microscópio óptico, a concentração total de grãos de pólen nas bolotas relativos às espécies onde as abelhas foram coletadas, foram em média de 99,7% no ambiente rural e 99,6 % no urbano das espécies avaliadas. Toledo (1997) avaliou três híbridos de abelhas *A. mellifera* e encontrou média de 97,89% de pólen da mesma espécie vegetal em bolotas de pólen. Mackenzie (1994) avaliou o comportamento de diversas abelhas, entre elas também a *A. mellifera* na cultura *Vaccinium macrocarpon* Ait e encontrou o índice de 71,60% da presença de pólen desta espécie nas bolotas coletado das abelhas. Apesar de ser classificada por Costa et al. (2015) como generalista, as abelhas campeiras apresentam o comportamento de coleta individual e restrito a espécie visitada no momento. Desta forma podemos afirmar que a colônia possui um hábito generalista, pois as abelhas estão visitando diversas flores durante o dia e a abelha campeira como não generalista no momento da coleta e formação de cada bolota. Ao analisarmos pelo fato evolutivo, as abelhas tornam-se excelentes polinizadoras pelo fato de não ocorrer a mistura de pólen que não seria aceito pelo estigma de outra espécie vegetal.

As abelhas retêm polens aderidos em seus corpos por meio dos pelos presentes em todo o seu corpo (WINSTON, 1991). Desta forma, a fonte de contaminação das bolotas de pólen pode ser devido a presença de grãos de pólen de espécies visitadas anteriormente.

Nutricionalmente, a baixa diversidade de pólen encontrada nas corbículas das abelhas nos ambientes avaliados pode prejudicar o desenvolvimento das colônias. Pernal e Currie (2000) afirmam que o desenvolvimento de glândulas essenciais, como as hipofaringeanas, pode variar conforme a qualidade do pólen. Entretanto a colônia classificada como generalista apresenta maior diversidade de coleta realizada pelas abelhas, tornando maiores as chances de suprirem suas exigências. Outro fator é que o pólen mais comum tende a ser o mais constante e assim refletindo sua atratividade e disponibilidade (FREE, 1993).

O pólen coletado de *A. mellifera*, confirma a visitação das abelhas nas espécies vegetais analisadas e de acordo com Pinto et al. (2014) a diversidade de pólen observado demonstra que as abelhas de maneira geral procuram recursos onde há disponibilidade, sendo normal encontrar variedade de pólen em bolotas pelo fato das plantas menos frequentes complementarem as necessidades da colônia, garantindo assim o equilíbrio nutricional das abelhas.

De acordo com os dados obtidos, observou-se que embora em baixa porcentagem, a presença de pólen, estruturalmente diferentes dos existentes na planta de origem foi maior em ambiente rural, onde foram encontrados pólen pertencentes à família Asteraceae e

Myrtaceae em amostras coletadas de abelhas forrageando flores de *M. charantia*. Nas abelhas que coletaram pólen na espécie *C. sulphureus*, também foi encontrado pólen de Myrtaceae. Esta diversidade em ambiente rural pode ser explicada pela maior presença de espécies vegetais nativas que são exploradas, em sua maioria, por outras espécies de abelhas, destinando a *A. mellifera* espécies vegetais pontualmente introduzidas e não especializadas. Segundo Agostini e Sazima (2003) várias espécies de abelhas nativas não são comuns em ambientes urbanos, pois necessitam de recursos florais específicos além de pólen e néctar, estabelecendo íntima relação com espécies vegetais nativas da região.

Em ambiente urbano não ocorreu variedade polínica em amostras de *M. charantia*, sendo encontrado pólen de Myrtaceae em amostras de *C. sulphureus*. Tal fato pode ser explicado por especializações e peculiaridades das abelhas, que por vezes obtêm néctar de forma ilegítima através de perfurações em determinadas partes da flor (AGOSTINI; SAZIMA, 2003). Barrows (1980) denomina de pilhagem este modo de obtenção de recursos florais, que é especialmente comum em flores utilizadas para ornamentação (ROUBIK, 1992; SAZIMA; SAZIMA, 1989; HEARD, 1999). Adicionalmente, em ambiente urbano temos a dominância de *A. mellifera* sobre espécies nativas mais especializadas e grandes quantidades de inflorescências da mesma espécie vegetal, proporcionada pelo paisagismo nos jardins (AGOSTINI, SAZIMA, 2003).

Desta forma o ambiente urbano se torna desfavorável a manutenção de colônias nativas, favorecendo o estabelecimento de *A. mellifera* e a propagação de espécies vegetais ornamentais exóticas. Por conta disso, desenvolver planos paisagísticos urbanos visando o uso de espécies vegetais ornamentais nativas tornaria este ambiente mais apropriado para atender a necessidades nutricionais de uma maior gama de espécies de abelhas, possibilitando o estabelecimento de colônias. Tal método poderia até mesmo tornar o ambiente urbano um corredor biológico para abelhas nativas, capaz de conectar fragmentos florestais próximos (OWEN, 1991).

A diversidade de pólen na área rural caracteriza duas famílias distintas e possivelmente três espécies vegetais, enquanto na área urbana essa diversidade se resumiu à apenas uma espécie da família Myrtaceae. Pólen de *M. charantia* não foi encontrado nas bolotas de abelhas coletadas forrageando em *C. sulphureus*, possivelmente em virtude do horário de antese de *M. charantia*, que ocorre antes das demais espécies (LENZI et al., 2005).

Conclui-se desta forma que a colônia de *A. mellifera* possui hábito de coleta generalista enquanto as abelhas apresentam o comportamento de coleta individual e restrito a espécie

visitada no momento da formação da bolota. Tal habito garante que mesmo ocorrendo diferenças na disponibilidade e variedade de recursos florais entre o ambiente rural e urbano, o comportamento de coleta das abelhas assegura que as necessidades nutricionais da colônia sejam supridas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) e ao laboratório de histotécnica vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM),

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Recursos Florais. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. **Biologia da polinização**, 1 edição, Rio de Janeiro, 2014.

AGOSTINI, K.; SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 62 (3): 335-343, 2003.

BAGLI, P. **Rural e urbano nos municípios de Presidente Prudente, Álvares Machado e Mirante do Paranapanema: dos mitos pretéritos às recentes transformações**. Presidente Prudente. 207 p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2006.

BAKER, H. G.; HURD JR, P. D. Intrafloral ecology. **Ann Rev Entomol**. v. 13: 385-414, 1968.

BARROWS, E. M. Robbing of exotic plants by introduced carpenter and honey bees in Hawaii, with comparative notes. **Biotropica**, St. Louis, v.12 (1): 23-29, 1980.

BARTH, O. Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honey, propolis and pollen loads of bees. **Sci Agric**. v. 61 (3): 342-350, 2004.

BIONDI, D.; KISCHLAT, E. A vegetação urbana e a biodiversidade. **Diálogo**. v. 9: 155-168, 2006.

BREMER, K. **Asteraceae: cladistics and classification**. Portland: Timber Press, 1994.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**. v. 41: 278-294, 2010.

CAMPOS, M. G. R.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA, L. B. M.; SZCZESNA, T.; MANCEBO, Y.; FRIGERIO, C.; FERREIRA, F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. **Jour Apic Res**. v. 47 (2): 156-163, 2008.

CAPPELLARI, S. C.; SCHAEFER, H.; DAVIS, C. C. Evolution: Pollen or Pollinators - Which Came First?. **Current Biology**. v. 23 (8): 316-318, 2016.

CARDINAL, S.; DANFORTH, B. N. Bees diversified in the age of eudicots. **Proc R Soc B**. v. 280: 20122686, 2013.

CARVALHO, C. A. L.; MARCHINI, L. C. Ros PB Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de *Trigonini* (Apidae) em Piracicaba (SP). **Bragantia**. v.58: 49-56, 1999.

COLINCAUX, P. A.; OLIVEIRA, P. E.; MORENO, J. E. **Amazon Pollen Manual And Atlas**. Harwood Academic Press, New York, 1999.

CONCEIÇÃO, T. C.; SILVEIRA, P.; KLEIN, V. L. G. O gênero *Ceratosanthes* Adans. (Cucurbitaceae) no Brasil. **Dissertação**. Universidade de Aveiro, 2013.

CORREIA, F. C. S.; FRANCISCO, R. S.; PERUQUETTI, R. C. Palinologia e a interação planta-abelha: Revisão de literatura. **Arq Ciênc Vet Zool. UNIPAR**. v. 20 (4): 247-251, 2017.

COSTA, S. N.; ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; CONCEIÇÃO, P. J.; Pollensources use by *Apis mellifera* Latreille in the semiarid region. **Cienc anim bras**. v.16 (4): 491-497, 2015.

CREPET, W. L. The role of insect pollination in the evolution of the angiosperms. In: Real L, **Pollination Biology**, 1 edição. Orlando, Flórida, p. 31-50, 1983.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2016.

FORMAN, R. T. E.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. 6 ed. John Wiley & Sons Ltd, New York, 1986.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. Academic press, San Diego, 1993.

FREITAS, A. S.; ARRUDA, V. A. S.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; BARTH, O. M. The Botanical Profiles of Dried Bee Pollen Loads Collected by *Apis mellifera* (Linnaeus) in Brazil. **Sociobiology**. v. 60 (1): 56-64, 2013.

HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**. v. 44: 183-206, 1999.

LENZI, M.; ORTH, A. I.; GUERRA, T. M. Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. **Rev Bras de Bot**. v. 28 (3): 505-513, 2005.

MACKENZIE, K. E. The foraging behavior of honey bee (*Apis mellifera* L.) and bumble bee (*Bombus spp.*) on cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait). **Apidologie**. v. 25: 375-383, 1994.

MODRO, A. F. H. **Flora e caracterização polinífera para abelhas *Apis mellifera* L. na região de Viçosa, MG**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, M.G, 2006.

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

OWEN, J. **The ecology of a garden: the first fifteen years**. Cambridge: Cambridge University Press, 403p, 1991.

PERNAL, S. F.; CURRIE, R. W. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.) **Apidologie**. v. 31: 387–409, 2000.

PINHEIRO, M.; GAGLIANONE, M. C.; NUNES, C. E. P.; SIGRIST, M. R.; SANTOS, I. A. Polinização por abelhas. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC, **Biologia da polinização**, 1 edição, Rio de Janeiro, p. 205-234, 2014.

PINTO, R. S.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RÊGO, M. M. C. Pollen Analysis of Food Pots Stored by *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae) in a Restinga área. **Sociobiology**. v. 61 (4): 461-469, 2014.

PRICE, P. W. **Insect Ecology**. John Wiley & Sons, New York, 1975.

RCPOL. **Online Pollen Catalogues Network**. Disponível em: <
<http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/taxon/taxon:pt-BR:Cosmos%20sulphureus> >.
 Acesso em: 18 de Abril de 2019.

RCPOL. **Online Pollen Catalogues Network**. Disponível em:
 <<http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/taxon/taxon:pt-BR:Momordica%20charantia> >.
 Acesso em: 18 de Abril de 2019.

ROUBIK, D. W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

SAUQUET, H.; VON BALTHAZAR, M.; MAGALLÓN, S.; DOYLE, J. A.; ENDRESS, P. K.; BAILES, E. J.; BARROSO DE MORAIS, E.; BULL-HEREÑU, K.; CARRIVE, L.; CHARTIER, M.; CHOMICKI, G.; COIRO, M.; CORNETTE, R.; EL OTTRA, J. H. L.; EPICOCO, C.; FOSTER, C. S. P.; JABBOUR, F. HAEVERMANS, A.; HAEVERMANS, T.; HERNÁNDEZ, R.; LITTLE, S. A.; LÖFSTRAND, S.; LUNA, J. A.; MASSONI, J.; NADOT, S.; PAMPERL, S.; PRIEU, C.; REYES, E.; DOS SANTOS, P.; SCHOONDERWOERD, K. M.; SONTAG, S.; SOULEBEAU, A.; STAEDLER, Y.; TSCHAN, G. F.; WING-SZE, LEUNG, A.; SCHÖNENBERGER, J. The ancestral flower of angiosperms and its early diversification. **Nature Communications** v. 8:16047, 2017.

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

SILVA, C. I.; DA, FONSECA, V. L. I.; GROppo, M.; BAUERMANN, S. G.; SARAIVA, A. M.; QUEIROZ, E. P.; EVALDT, A. C. P.; ALEIXO, K. P.; CASTRO, J. P.; CASTRO, M. M. N.; FARIA, L. B.; DE, CALIMAN, M. J. F.; WOLFF, J.L.; PAULINO NETO, H. F.; GARÓFALO, C. A. **Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto**, 2014.

TOLEDO, V. A. A. **Estudo comparativo de parâmetros biológicos e de produção de cera e geleia real em colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, cárnicas, italianas e seus híbridos.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 196p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1997.

WINSTON, M. L. **The biology of honey bee.** Harvard University Press, Massachusetts, 1991.