

BRUNA DANIELLE VIEIRA SERRA

**PRESERVAÇÃO DE *Melipona capixaba* MOURE &
CAMARGO, 1994 (HYMENOPTERA: APIDAE):
ASPECTOS BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S487p
2012

Serra, Bruna Danielle Vieira, 1981-

Preservação de *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera : Apidae) : aspectos biológicos e ecológicos / Bruna Danielle Vieira Serra. – Viçosa, MG, 2012.

x, 121f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Melipona capixaba*. 2. *Melipona capixaba* – Conservação. 3. *Melipona capixaba* – Distribuição geográfica. 4. Espécies em extinção. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 595.799

BRUNA DANIELLE VIEIRA SERRA

**PRESERVAÇÃO DE *Melipona capixaba* MOURE &
CAMARGO, 1994 (HYMENOPTERA: APIDAE): ASPECTOS
BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada: 24 de fevereiro de 2012

Prof^a Cynthia Fernandes Pinto da Luz
(Co-orientadora)

Prof^a France Maria Gontijo Coelho
(Co-orientadora)

Prof^a Maria Augusta Lima Siqueira

Prof^o Murilo Sérgio Drummond

Prof^o Lucio Antonio de Oliveira Campo
(Orientador)

***À minha família amada,
em especial aos meus pais.***

E ao Sr. José Valin (in memoriam).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela presença constante em todos os momentos da minha vida.

À minha família, meus grandes amores, que sempre me apoiaram e incentivaram. Apesar da distância se fazem presentes nas palavras afetuosas e incentivadoras.

Ao meu querido Cacau, por fazer parte da minha vida e compartilhar das minhas alegrias e incertezas. Por seu bom humor permanente, por sua paciência e por tornar minha vida muito mais doce e divertida.

Ao professor Lucio, pela orientação e contribuição para minha formação acadêmica e pela confiança na realização deste trabalho.

À professora Cynthia, por sua co-orientação, pela disponibilidade e paciência na identificação dos tipos polínicos e pela prontidão em ajudar sempre que preciso.

À professora France, por sua co-orientação, por compartilhar comigo da sua experiência em etnociências e pelos valiosos ensinamentos proporcionados.

Ao professor Murilo, por aceitar prontamente participar desta banca e pela sua contribuição para minha formação acadêmica desde a graduação.

À professora Maria Augusta, por sua presença nesta banca.

Ao professor Paulo De Marco Júnior e à Caroline Nóbrega pela inestimável orientação sobre modelagem de distribuição de espécies, pelas valiosas discussões sobre o tema e pela acolhida no laboratório de Ecologia Teórica e Síntese da UFGO.

Ao professor José Henrique Schroeder da UFV pelo auxílio nas análises de parte dos dados.

Aos professores Fernando Silveira e Adriano Paglia da UFMG pelas valiosas discussões e contribuições para este trabalho.

Ao INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), que deu todo apoio logístico e de infraestrutura para que este trabalho fosse realizado, em especial ao Hécio Costa, José Mauro Balbino, Lúcio Fróes, Valerino Ébani, Altemir Melo, Brás, Francisco Rocha, João, Schneider, Valter, Vicente, Ivanete, Ana Lúcia e Gilmore.

Ao Íris Stanciola e ao Helder Resende pela apresentação a alguns criadores de urucu preta da região.

Ao criadores de urucu preta que proporcionaram a concretização deste trabalho, em especial ao Antonio Bellon, Anísio Garayp, Claudiomar Gagno, José Valin (*in memoriam*) e Ozenio Zorzal.

Ao Parque Estadual de Pedra Azul na pessoa do guarda José Bellon, pela ajuda inestimável nas coletas de informações sobre a urucu preta.

À D. Aurora, D. Cacilda, Celina (*in memoriam*), D. Lúcia e Rosimar pela acolhida em suas casas e pela atenção dada durante as coletas.

À Andréia, Amanda, Lila e Viviane, grandes amigas, pelo companheirismo, por me socorrerem na hora da necessidade, seja para tirar uma dúvida, trocar uma idéia, me abrigar em suas casas ou pelo simples prazer de tê-las por perto ou, na maioria das vezes, tê-las à distância sabendo que posso contar com elas para o que der e vier.

À Carol pela amizade e por me receber em sua casa durante a temporada em Belo Horizonte.

À Mirian e ao Daniel pela hospitalidade em Goiânia, pela companhia no laboratório e pela amizade.

À D. Paula e Silvania, secretárias da pós-graduação em Entomologia, pela eficiência e simpatia.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida.

BIOGRAFIA

Bruna Danielle Vieira Serra, filha de Cleudes Maria Alves Vieira Serra e José João Soares Serra, nasceu em 26 de agosto de 1981, na cidade de São Luís, Maranhão.

Concluiu seus estudos de primeiro e segundo graus nesta cidade na Unidade Integrada Coronel Lara Ribas e no Colégio Batista Daniel de La Touche.

Em 2000, ingressou-se na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), graduando-se bacharel e licenciada no curso de Ciências Biológicas em julho de 2005.

Foi bolsista de iniciação científica (PIBIC-CNPq) no período de 2003 a 2005, desenvolvendo trabalhos relacionados à estrutura de comunidades de abelhas sociais, no Departamento de Biologia, sob orientação do Prof^o Murilo Sérgio Drummond e da Prof^a Lenira de Melo Lacerda.

Em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Entomologia, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em 19 de julho de 2007, sob orientação da Prof^o Lucio Antonio de Oliveira Campos.

Em março de 2008, iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Entomologia, na UFV, submetendo-se à defesa da tese em 24 de fevereiro de 2012, sob orientação da Prof^o Lucio Antonio de Oliveira Campos.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
OBJETIVOS	6
CAPÍTULO 1	7
The use of polliniferous resources by <i>Melipona capixaba</i> Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae), an endangered bee species	
CAPÍTULO 2	35
Regulação da temperatura em colônias de <i>Melipona capixaba</i> Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae), espécie de abelha ameaçada de extinção	
CAPÍTULO 3	53
Modeling of potential geographical distribution of the wild nests of <i>Melipona capixaba</i> Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera, Apidae): conserving isolated populations in mountain habitats	
CAPÍTULO 4	73
Manejo sustentável da urucu das montanhas (<i>Melipona capixaba</i>): valorização de um patrimônio regional	
CONCLUSÕES GERAIS	106
ANEXOS	108

RESUMO

SERRA, Bruna Danielle Vieira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Preservação de *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae): aspectos biológicos e ecológicos.** Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Coorientadores: Cynthia Fernandes Pinto da Luz e France Maria Gontijo Coelho.

Este trabalho avaliou aspectos biológicos e ecológicos de *Melipona capixaba* com intuito de conhecer a sua biologia, coletar, sistematizar e produzir informações que auxiliem o seu correto manejo, contribuindo para a diminuição dos riscos de extinção da espécie. Foram identificados os tipos polínicos presentes em amostras de pólen das corbículas de operárias e os armazenados em potes de alimento no interior dos ninhos. Os principais recursos tróficos usados por *M. capixaba* pertencem às famílias Myrtaceae e Melastomataceae. Os tipos *Eucalyptus* e Melastomataceae/Combretaceae foram os mais freqüentes nas amostras de pólen armazenado em potes de alimento no interior dos ninhos. O tipo polínico *Eucalyptus* foi dominante durante todo o ano ou durante a maior parte do ano. Nos meses em que o pólen de *Eucalyptus* não foi coletado ou não predominou nas amostras, tipos polínicos de espécies da mata nativa remanescente, plantas ruderais, frutíferas e ornamentais introduzidas prevaleceram nas amostras. Foi verificada ainda a influência da temperatura ambiente sobre as temperaturas intranidais da área da cria e de fora da área da cria. A variação na temperatura ambiente influenciou na variação da temperatura na área da cria. Duas das colônias estudadas regularam a temperatura na área da cria em aproximadamente 30°C, enquanto a temperatura ambiente variou de 8 a 33,5°C. A outra colônia controlou a temperatura na área da cria de forma deficiente, possivelmente, em consequência da má adaptação às condições da caixa onde estava abrigada. A temperatura fora da área da cria foi influenciada pelas variações da temperatura ambiente e as colônias apresentaram respostas semelhantes a esta variação. Foi testada também a possibilidade de que a distribuição de *M. capixaba* seja um exemplo de não equilíbrio histórico e identificamos áreas prioritárias para serem consideradas dentro das estratégias de preservação da espécie a partir de procedimentos de modelagem de distribuição. Nossas análises indicam que a distribuição de *M. capixaba* trata-se de um caso de não

equilíbrio histórico, que existem fatores limitando a sua dispersão e impedindo o alcance de áreas com características climáticas semelhantes àsquelas de seus pontos de ocorrência conhecidos. A distribuição da espécie é restrita a áreas de elevada altitude e os locais com maior adequabilidade ambiental para sua ocorrência correspondem a municípios das regiões sudoeste serrana e central do Espírito Santo. Essas áreas são afetadas pela expansão da silvicultura, pela monocultura de eucalipto, pastagens, atividades agrícolas, atividade mineral de extração de rochas ornamentais, uso de agrotóxicos, uso do fogo para a derrubada da vegetação, especulação imobiliária e ocupação desordenada do solo. O padrão de ocorrência, restrito às montanhas, indica a necessidade de proteção de matas de altitude. Por último, verificamos que a maioria dos ninhos conhecidos de *M. capixaba* está em cortiços nas propriedades de agricultores da região serrana do estado do Espírito Santo e que a persistência da espécie parece depender, em grande parte, do modo como os criadores manejam e cuidam de suas caixas ou cortiços, já que ninhos silvestres são raros. O registro das informações obtidas nesta pesquisa, juntamente com as informações fornecidas pelos criadores de *M. capixaba* ajudará a difundir melhores práticas de manejo para a espécie.

ABSTRACT

SERRA, Bruna Danielle Vieira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2012. **Preservation of *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae): biological and ecological aspects.** Advisor: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Co-Advisors: Cynthia Fernandes Pinto da Luz and France Maria Gontijo Coelho.

This work evaluated biological and ecological aspects of *Melipona capixaba* with the intent of understanding the biology of the species, as well as collect, organize and generating information to aid in the correct management so as to diminish the risks of extinction on the species. Types of pollen present in samples from the corbicula of workers and stored in feeding bowls inside the nests were identified. The main trophic resources used by *M. capixaba* belong to the families Myrtaceae and Melastomataceae, especially important in its diet throughout the year is the species *Eucalyptus*. *Eucalyptus* and Melastomataceae/Combretaceae were most frequent in the pollen samples stored in feeding bowls inside the nest. In the months in which *Eucalyptus* pollen was not collected or did not predominate in the samples, pollen from species of remaining native forest and introduced ruderal, fruit and ornamental plants prevailed in the samples. Also verified was the influence of ambient temperature on intranidal temperatures of the rearing area and outside the rearing area. Variation in ambient temperature influenced the variation of temperature in the rearing area. Two of the studied colonies regulated temperature in the rearing area at approximately 30°C while the ambient temperature ranged from 8 to 33,5°C. The other colonies poorly controlled temperature in the rearing area, potentially as a result of poor adaptation to the box where it was housed. Outside the rearing area the temperature was influenced by ambient temperature variations and the colonies presented similar responses to this variation. Also tested was the possibility that the distribution of *M. capixaba* is an example of non-equilibrium history and priority areas were identified to be considered within preservation strategies of the species from distribution modeling procedures. Analyses performed here indicate that the distribution of *M. capixaba* is a case of non-equilibrium history, in which there are factors limiting its dispersion and preventing that it reaches areas with climatic characteristics similar to those of known occurrence. Species

distribution is restricted to areas of high altitude and the locations with more suitable environment for its occurrence correspond to municipalities in the southwest and central highlands of Espírito Santo state, Brazil. These areas are affected by the expansion of forestry, eucalyptus monoculture, grazing, farming, mining, use of pesticides, use of fire for clearing of vegetation, land speculation and irregular occupation of the soil. The pattern of occurrence, restricted to the mountains, indicates the need for protection of high-altitude forests. Finally, it was verified that most known nests of *M. capixaba* are in hives located on the properties of farmers in the mountainous region of Espírito Santo and the persistence of the species seems to depend largely on how farmers manage and care for their boxes or hives, since wild nests are rare. Information obtained from this research, together with information provided by keepers of *M. capixaba*, will help to determine the best management practices for this species.

INTRODUÇÃO GERAL

As abelhas pertencentes à subtribo Meliponina (Hymenoptera: Apidae), popularmente conhecidas como “abelhas indígenas sem ferrão”, são o principal grupo de abelhas sociais nativas no Brasil (Kerr *et al.*, 1996; Velthuis, 1997). São também o principal grupo de polinizadores em diversos ecossistemas, sendo importantes para a reprodução e fluxo gênico das populações de muitas espécies vegetais nativas (Bawa, 1990; Nef e Simpson, 1993).

As abelhas sem ferrão compreendem centenas de espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo sendo o gênero *Melipona* exclusivamente neotropical (Roubik, 1989). Roubik (1979) considera que 84% das espécies visitadas por abelhas do gênero *Melipona* sejam beneficiadas com sua polinização. No Brasil, segundo Kerr *et al.* (1994), este gênero é responsável pela polinização de 40-90% da flora nativa. Sua ação garante a manutenção do ciclo de reprodução sexuada das plantas e, desta forma, a disponibilidade de alimento para outros animais.

A despeito de sua importância para a perpetuação de outras espécies da fauna/flora brasileira, populações de *Melipona* vêm sendo reduzidas acentuadamente. Acredita-se que isto deve, principalmente, ao desmatamento que ocorre devido à expansão da pecuária, exploração madeireira e queimadas (Kerr *et al.*, 1996). Estas atividades reduzem a disponibilidade de alimento, muitas vezes altamente específico, e eliminam espécies vegetais que poderiam ser usadas para construção de ninhos em seus ocos (Michener, 1974; Eltz *et al.*, 2003). O desaparecimento de espécies de meliponíneos implica na extinção de espécies vegetais importantes em nossos ecossistemas, desencadeando um ciclo de desequilíbrio ecológico das espécies inter-relacionadas (Aizen e Feisinger, 1994; Harris e Johnson, 2004).

A fragmentação do habitat de abelhas também tem sido apontada como uma das principais causas do declínio de suas populações (Morato e Campos, 2000), pois, muitas vezes, isola pequeno número de colônias em fragmentos. Devido às operárias de meliponíneos possuírem raio de vôo relativamente pequeno, freqüentemente não conseguem alcançar outras áreas de mata para coletar alimento ou construir novos ninhos (Roubik e Aluja, 1983; Nogueira-Neto, 1997). A descontinuidade da vegetação impede ainda o fluxo gênico entre colônias devido à distância que se encontram umas das outras,

impossibilitando a migração de machos e rainhas virgens para acasalamento. O acúmulo de colônias aparentadas no mesmo fragmento além de aumentar a competição por alimento e local para nidificação, aumenta a endogamia da população.

Melipona capixaba, popularmente conhecida no estado do Espírito Santo como uruçú preta, foi descrita e classificada recentemente por Moure e Camargo (1994). Esta espécie de abelha nativa é endêmica da região serrana do sudoeste do estado do Espírito Santo. Tem distribuição conhecida restrita às áreas montanhosas entre 900 e 1000 metros de altitude em remanescentes de Mata Atlântica (Melo, 1996). Este meliponíneo foi considerado “vulnerável” na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção devido à degradação do seu habitat natural associado à sua distribuição restrita e fragmentada (IPEMA, 2007).

As localidades de ocorrência de *M. capixaba* são potencialmente afetadas pela expansão da silvicultura (monocultivos de eucalipto e seringueira), pastagens, atividades agrícolas voltadas à olericultura, atividade mineral de extração de rochas ornamentais e exploração de granito. São áreas em que há também uso indiscriminado de agrotóxicos e onde se observa a prática de uso do fogo para a derrubada da vegetação para posterior ocupação com culturas agrícolas. Essas práticas são nocivas à *M. capixaba* na medida em que destroem possíveis substratos para sua nidificação (ocos de árvores) e reduzem a oferta e qualidade de alimentos disponíveis (pólen e néctar). Além disso, a região serrana do estado constitui importante destino turístico estadual pelos seus atributos naturais, que potencializam a especulação imobiliária e ocupação desordenada do solo, muitas vezes prejudicial pela reduzida capacidade atual de esgotamento sanitário e de controle da poluição ambiental em suas diversas formas (CEPEMAR, 2004; PEDEAG, 2008).

Quaisquer medidas destinadas a conhecer a biologia desta espécie de abelha e a produzir detalhes sobre o seu correto manejo são de grande importância para sua preservação, para a preservação das espécies da fauna e flora dela dependentes e do homem que é parte integrante-dependente deste ecossistema.

As informações geradas neste trabalho serão meios efetivos para identificar e selecionar áreas a serem consideradas dentro das estratégias de preservação da espécie, indicar onde se deve concentrar maior esforço para

mitigar os distúrbios antropogênicos e guiar a implementação de reservas auxiliando algumas políticas públicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M.A., FEINSIGER, P. (1994). Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology*. 75: 330-351.
- BAWA, K.S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *An. Rev. Ecol. Syst.* 21: 399-422.
- CEPEMAR (2004). Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Azul. Serviços de Consultoria em Meio Ambiente. Relatório 199/04. <http://www.idaf.es.gov.br/Pages/wfParquePedraAzul.aspx>. Acesso em 10 de dezembro de 2011.
- ELTZ, T., BRUHL, C.A., IMIYABIR, Z., LINSENMAIR, K.E. (2003). Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecol. Manag.* 172: 301-313.
- HARRIS, L.F., JOHNSON, S.D. (2004). The consequences of habitat fragmentation for plant-pollinator mutualisms. *Int. J. Trop. Insect Sci.* 24: 29-43.
- IPEMA (2007). Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo. Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica, IPEMA, Vitória, Espírito Santo, 140p.
- KERR, W.E., CARVALHO, G.A., NASCIMENTO, V.A. (1996). Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação. Fundação Acangú, Belo Horizonte, 144p.
- KERR, W.E., NASCIMENTO, V.A., CARVALHO, G.A. (1994). Há salvação para os meliponíneos? In: Anais do I Encontro Sobre Abelhas, Ribeirão Preto, São Paulo.
- MELO, G.A.R. (1996). Notes on the nesting biology of *Melipona capixaba* (Hymenoptera: Apidae). *J. Kans. Entomol. Soc.* 69: 207-210.
- MICHENER, C.D. (1974). The social behavior of the bees – A comparative study. Cambridge. The Belknap Press, 404p.
- MORATO, E.F., CAMPOS, L.A.O. (2000). Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Rev. Bras. Zool.* 17: 429-444.
- MOURE, J.S., CAMARGO, J.M.F. (1994). *Melipona (Michmelia) capixaba*, uma nova espécie de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae) do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 11: 289-296.

- NEFF, J.L., SIMPSON, B.B. (1993). Bees, pollination system and plant diversity. In: J. LaSalle and I.D. Gauld (eds.). Hymenoptera and Biodiversity. C.A.B. International, Wallingford, UK. 143-167.
- NOGUEIRA-NETO, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Editora Nogueirapis, São Paulo, 445p.
- PEDEAG (2008). Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba: novo PEDEAG 2007-2025. <http://www.seag.es.gov.br/pedeag/livro.htm>. Accessed 10 Jun 2011. Acesso em 10 de dezembro de 2011.
- ROUBIK, D.W. (1979). Nest and colony characteristics of stingless bees from French Guiana (Hymenoptera: Apidae). J. Kans. Entomol. Soc. 52: 443-470.
- ROUBIK, D.W., ALUJA, M. (1983). Flight ranges of *Melipona* and *Trigona* in tropical forest. J. Kans. Entomol. Soc. 56: 217-222.
- ROUBIK, D.W. (1989). Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, Cambridge, 514p.
- VELTHUIS, H.H.W. (1997). Biologia das abelhas sem ferrão. Universidade de Utrecht, Holanda, 33p.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo geral identificar aspectos biológicos e ecológicos de *Melipona capixaba* com intuito de conhecer a biologia da espécie, produzir informações que auxiliem o seu correto manejo e, desta forma, auxiliar na diminuição do risco de extinção da espécie .

CAPÍTULO 1

The use of polliniferous resources by *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae), an endangered bee species*

Bruna Danielle Vieira Serra*¹, Cynthia Fernandes Pinto da Luz² and Lucio Antonio de Oliveira Campos³

¹ Departamento de Biologia Animal, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, 36570-000, Brazil.

bruna.serra@yahoo.com.br

² Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Caixa Postal 3005, São Paulo, São Paulo, 01061-970, Brazil. cyluz@yahoo.com.br

³ Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, 36570-000, Brazil. lcampos@ufv.br

Keywords: bee-plant relationship, *Eucalyptus*, foraging, *Melipona capixaba*, pollen analysis, pollen sources.

Running title: Polliniferous resources for *Melipona capixaba*.

Section: Biological Sciences

*¹**Corresponding author:** Bruna Danielle Vieira Serra, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, 36570-000 – MG, Brazil.

E-mail: bruna.serra@yahoo.com.br. Phone number: +55 28 3248-1349

* Artigo submetido à revista Journal of Insect Science.

Abstract

Pollen types present in samples from corbiculae of *Melipona capixaba* worker bees were analyzed, as well as pollen samples from food pots inside the hives in three sites located at the bee original habitat. The aim was to find out the sources used as a trophic resource by this species. The dominant pollen grains in the spectrum of the samples belonged to the families Myrtaceae and Melastomataceae. *Eucalyptus* was the most frequent pollen type in the corbiculae in Conceição do Castelo municipality; *Eucalyptus*, *Myrcia* and Melastomataceae/Combretaceae, in Fazenda do Estado district; and *Eucalyptus* and *Myrcia*, in São Paulo de Aracê district, both in Domingos Martins municipality. *Eucalyptus* and Melastomataceae/Combretaceae were the predominant pollen types in the food pots. *Eucalyptus* was the prevalent type all year round or most of the year. The most found pollen types were of remaining native forest species, “ruderal” (field), fruit bearing and introduced ornamental plants in the months that *Eucalyptus* was not present or dominant in the samples.

Keywords: *Melipona capixaba*, pollen analysis, pollen sources, foraging, *Eucalyptus*, bee-plant relationship.

Introduction

Melipona capixaba Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae: Meliponina), popularly known as uruçú-preta, is an endemic bee to mountainous areas (between 900 and 1000m) of Atlantic Rainforest in southwest Espírito Santo, Brazil (Moure and Camargo 1994; Melo 1996). The biome where this bee occurs is considered one of the twenty five hotspots existing in the world, being the fourth one in endemism rate and among the eight with highest biological diversity (Myers et al. 2000). The decrease in areas of original habitat and changes in its quality, associated with limited and fragmented distribution of *M. capixaba*, led to its inclusion as vulnerable in the list of Brazilian Endangered Species in 2003 (IPEMA 2007), being the only Brazilian stingless bee with this status. Its reduced occurrence may be evolutionarily linked to local biological characteristics, such as the native flora of the region. The scarcity of data about its biology, ecology and ethology hinders its conservation. In order to mitigate the risk and vulnerability of the species it is fundamental to know the botanic taxa important as a trophic resource to the colonies of *M. capixaba*.

Pollen is an energy source for bees and supplies vitamins, minerals, lipids, sugars and starch, being essential for the growth of the tissues of young individuals (Goodman 2003). Its harvest and storage must be constant since eusocial bee colonies are perennial, populous and characterized by continuous offspring production. Thus the maintenance of the hives should be assured in periods of low food availability in the field (Michener 2007). The identification of vegetal species used as food by bees is made through the melissopalynology, which allows the identification of pollen grains based on their morphology. The quantitative and qualitative result constitutes the pollen spectrum, which corresponds to the plants visited by the bees in a certain region (Barth 1989). Pollen analyses are useful for indirect determination of the trophic resources used by bees, helping in the elucidation of their roles as pollinators. The wide spectrum presented by eusocial bees allows their classification as polythetic, because they harvest pollen from several vegetal species (Ramalho et al. 1989; Ramalho et al. 1990; Ramalho 2004; Luz et al. 2007; Luz et al. 2010).

The only existing papers in literature about visitation of vegetal species by *M. capixaba* are assigned to Nascimento (1996, unpublished data), Resende et al. (2008) and Luz et al. (2011). Nascimento (1996, unpublished data) lists some plants visited by *M. capixaba* based on field observation, and Resende et al. (2008) report the presence of pollinarium of orchids from subtribe Maxillariinae in the scutellum of this bee. Luz et al. (2011) cite the sources used by *M. capixaba* through the palynological analysis of pollen stored in food pots of eleven colonies in meliponaries of Alfredo Chaves, Domingos Martins and Venda Nova do Imigrante, indicating *Eucalyptus* and *Tibouchina* as the main pollen sources.

In order to better understand the influence of local flora in the biology of *M. capixaba* this work aimed to identify the pollen sources used as a trophic resource by this bee species during a year of collection, through the analysis of pollen types present in samples from corbiculae of worker bees and stored in food pots. The results may be useful for the species handling, recovery and preservation.

Materials and Methods

Study site

Monthly collections were done for one year in meliponaries in three sites in the state of Espírito Santo: Conceição do Castelo municipality (*CC*) (June to September 2009) (S 20° 21' 48.4"; W 41° 14' 44.4"; 627m of altitude), Fazenda do Estado (*FE*) (October 2009 to May 2010) (S 20° 22' 12.4"; W 41° 03' 50.3"; 900m of altitude) and São Paulo de Aracê (*SP*) (June 2009 to May 2010) (S 20° 25' 58.8"; W 41° 02' 05.3"; 1021m of altitude), the last two sites, districts of Domingos Martins municipality (Fig. 1). A meliponary in *CC* was replaced by one in *FE* since October 2009 due to the location of its colonies in an altitude lower than the one where wild hives were found. The difficulty in finding beekeepers that allowed the use of their colonies in a research and the rarity of the species in nature resulted in the use of colonies in *CC* at the beginning. The vegetation in the region presents many endemic species and is part of the Atlantic Rainforest domains (Rizzini 1992). It was classified by Veloso et al. (1991) as a dense ombrophilous forest. The three sites sampled have remaining native vegetation nearby, are surrounded by *Eucalyptus* plantations, varied agricultural crops (coffee, garlic, carrot, maize, sweet pepper, tomato, etc.), pastures and domestic yards with fruit bearing plants (avocado, guava, jaboticaba, orange, lemon, etc.), and ornamental plants. A listing of the native flora preserved in the State Park of Pedra Azul, in Domingos Martins, is available at CEPEMAR (2004). The municipalities are included in Serra Capixaba relief unit which contains huge massifs with altitudes higher than 1200m. This unit is inserted in the natural zone of cold, rough and rainy lands, with minimum average temperature of the coldest month ranging from 7,3 and 9,4°C and maximum average temperature of the hottest month ranging from 25,3 and 27,8°C (INCAPER 1999). The rainy period occurs between October and April, and the annual average rainfall precipitation ranges from 943 to 1906mm. The average relative humidity is 86,3% (CEPEMAR 2004).

Pollen sampling from corbiculae

At each site, three colonies were sampled, except *SP* at which only two colonies were followed, because one died in September 2009. The reduced number of sampled colonies is due to the rarity of the

species and the restriction on the use of hives to data collection by beekeepers. The collections were made in three consecutive days every month and samples were taken each two hours, from 6:00am to 4:00pm. To this purpose, the entrance of the hives were closed for ten minutes and pollen loads were removed from the corbiculae of bees that were returning from the field to the hive. Each collected sample corresponded to the pollen load of a single bee. Microscope slides were prepared with content of each sample according to Maurizio and Louveaux (1965), without the use of acetolysis. For the percentage analyses of pollen types from corbiculas, the samples of each meliponary were grouped per month.

Pollen sampling stored in food pots

The collection of pollen stored in food pots was done to sample the pollen types used by *M. capixaba* during periods between the sampling from corbiculae. This sampling was only taken from colonies in *FE* (from July 2009 and June 2010), because they were the only ones authorized by the beekeepers to be handled. In this procedure, the hives were open and the food pots were sampled through the insertion of a plastic straw which collected pollen accumulated throughout the vertical extension. A sample was taken from each food pot of the three hives. Microscope slides were prepared with content of each sampled food pot according to Maurizio and Louveaux (1965), without the use of acetolysis. For the analyses of pollen types found in food pots, the samples were grouped per month.

Melissopalynological analysis

The qualitative analysis took in consideration the pollen types identified, since it is often not possible to specify genus or species from the pollen morphology (Barth 1989). The samples were analyzed quantitatively by counting 500 pollen grains per sample in order to calculate the relative frequencies of: dominant pollen type (PD: > 45% of the total pollen grains), accessory pollen (PA: 15-45%) and isolated pollen (PIi: 3-15% and PIo: < 3%) (Barth 1989). The identification of pollen types was based on comparisons with reference pollen types from the Botanic Institute of São Paulo and palynological catalogues (Barth 1970a; 1970b; 1970c; 1970d; Melhem et al. 1984; Barth 1989; Roubik and Moreno 1991). Comparisons with floristic inventories of Espírito Santo were made for allusion to the plant species visited by the bees (CEPEMAR 2004; Jesus and Rolim 2005; Rolim et al. 2006; SEMA 2008). Pollen grains were registered using photomicroscope Zeiss Primo Star linked to a video camera and microcomputer with the software Axiovision.

Results

Pollen from corbiculae

In this research, 5321 pollen samples from corbiculae of *M. capixaba* were collected. From the total, 5249 (98,65%) were loads of monofloral pollen (pollen type count larger than 90%) and 72 (1,35%) were loads of heterofloral pollen (with several pollen types). 749 samples were collected in *CC*, 2213 in *FE* and 2359 in *SP*. A total of 56 pollen types were observed in the samples, of which 52 genera and 25 families were recognized, besides a type identified as a Monocotyledon. 26 pollen types were observed in the samples of *CC*, 38 in the samples of *FE* and 42 in the samples of *SP*. Some pollen types only occurred in *CC* (*Calliandra*, *Eugenia*, *Eupatorium*, *Persea* and *Typha*), others only in *FE* (*Acnistus*, *Anadenanthera*, *Cordia*, *Faramea*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Myrsine*, *Phthirusa* and *Trema micrantha*), and others only in *SP* (*Aparisthium*, *Commelina virginica*, *Coussarea*, *Elephantopus*, *Hyptis*, Monocotyledon, *Schizolobium parahybum*, *Sida*, *Stylosanthes*, *Thunbergia* and *Zanthoxylum*) (Tables 1 and 2). The families that presented the highest number of pollen types were: Fabaceae (13), Asteraceae (5), Euphorbiaceae (4), Rubiaceae (4), Myrtaceae (3), Sapindaceae (3) and Solanaceae (3).

The dominant pollen type in *CC* was *Eucalyptus*. The types *Myrcia*, *Cupania* and *Baccharis* had high percentages (PA). Other pollen types with low percentages characterized the native vegetation (*Alchornea*, *Eugenia*, *Euterpe/Syagrus*, *Guapira*, *Machaerium*, Melastomataceae/Combretaceae, *Mimosa verrucosa*, *Paullinia*, *Senna*, *Serjania* and *Tapirira*), ruderal plants (*Crotalaria*, *Eupatorium*, *Typha* and *Vernonia*), cultivated fruit bearing plants (*Citrus*, *Coffea* and *Persea*), cultivated ornamental plants (*Calliandra* and *Montanoa*) and plants that can present different habitats (*Solanum*) (Table 1 and 3).

The dominant pollen types in *FE* were *Eucalyptus*, Melastomataceae/Combretaceae and *Myrcia*. The types *Alchornea*, *Coffea*, *Heisteria*, *Mimosa caesalpiniaefolia* and *Solanum* were classified as PA. Low percentages were observed for pollen types of native vegetation (*Acacia*, *Anadenanthera*, *Bauhinia forficata*, *Cupania*, *Euterpe/Syagrus*, *Faramea*, *Inga*, *Parabignonia*, *Machaerium*, *Mimosa verrucosa*, *Myrsine*, *Paullinia*, *Phthirusa*, *Piptadenia communis*, *Psychotria*, *Senna*, *Serjania*, *Tapirira* and *Trema micrantha*), ruderal plants (*Crotalaria*, *Croton*, and *Vernonia*), cultivated fruit bearing plants (*Citrus*), cultivated ornamental plants (*Acalypha*, *Acnistus*, *Cordia* and *Lantana*) and plants of varied habitats (Solanaceae) (Tables 1 to 3).

The dominant pollen types in *SP* were *Eucalyptus* and *Myrcia*. The types *Crotalaria*, Melastomataceae/Combretaceae, *Senna* and *Solanum* were classified as PA. Other pollen types with lower percentages characterized the native vegetation (*Acacia*, *Alchornea*, *Aparisthium*, *Bauhinia forficata*, *Coussarea*, *Cupania*, *Euterpe/Syagrus*, *Guapira*, *Heisteria*, *Inga*, *Parabignonia*, *Machaerium*, *Paullinia*, *Piptadenia communis*, *Psychotria*, *Schizolobium parahybum*, *Serjania*, *Struthanthus*, *Tapirira*

and *Zanthoxylum*), ruderal plants (*Baccharis*, *Croton*, *Elephantopus*, *Hyptis*, *Sida* and *Vernonia*), cultivated fruit bearing plants (*Citrus* and *Coffea*), cultivated ornamental plants (*Acalypha*, *Commelina virginica*, *Lantana*, *Montanoa* and *Thunbergia*), cultivated plants in pastures (*Stylosanthes*), and plants that can occur in several habitats (Monocotyledon and Solanaceae) (Tables 1 to 3).

Pollen stored in food pots

270 pollen samples were collected from food pots inside the hives in *FE*. A total of 42 pollen types were observed in the samples, of which 39 genera and 21 families were recognized, also a type identified as a Monocotyledon. The pollen types identified in the samples from food pots that did not occur in the samples from corbiculae were *Caesalpinia* (Fabaceae) and *Piper* (Piperaceae). Monofloral samples were not identified. The dominant pollen types were *Eucalyptus* and Melastomataceae/Combretaceae. The types *Euterpe/Syagrus*, *Heisteria*, *Myrcia*, *Senna* and *Solanum* were classified as PA. Low percentages were observed for pollen types of native vegetation (*Acacia*, *Alchornea*, *Aparisthium*, *Bauhinia forficata*, *Caesalpinia*, *Cupania*, *Faramea*, *Guapira*, *Heisteria*, *Inga*, *Parabignonia*, *Machaerium*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Mimosa verrucosa*, *Paullinia*, *Phthirusa*, *Piper*, *Piptadenia communis*, *Schizolobium parahybum*, *Serjania*, *Tapirira* and *Zanthoxylum*), ruderal plants (*Baccharis*, *Crotalaria*, *Eupatorium*, *Hyptis*, *Sida* and *Vernonia*), cultivated fruit bearing plants (*Coffea* and *Persea*), cultivated ornamental plants (*Acalypha*, *Montanoa* and *Thunbergia*), and plants that may occur in several habitats (Monocotyledon and Solanaceae) (Tables 1 to 3).

Discussion

The dominant pollen types in the spectrum of the samples of *M. capixaba* belonged to the families Myrtaceae and Melastomataceae. The same result was found by Luz et al. (2011) in the analysis of pollen stored in hives of *M. capixaba* in other four meliponaries in the region. These families are among the most important pollen sources for the genus *Melipona* (Ramalho et al. 1989; Ramalho et al. 1990; Carvalho et al. 2001; Alves et al. 2006; Costa and Martins 2006; Oliveira et al. 2009). Myrtaceae and Melastomataceae have their center of dispersion coincident with the distribution of this bee genus, exclusively neotropical (Silveira et al. 2002), what may be related to the intensive use of these families by *Melipona* spp (Ramalho et al. 1989; Ramalho et al. 1990). Additionally, flowers of several species of Myrtaceae and Melastomataceae present poricidal anthers which require specialized behavior of their visitors to release pollen grains (Ramalho et al. 1989; Proença and Gibbs 1994). The pollen of these

anthers is extracted only by vibration of flight muscles (“buzz pollination”), a behavioral specialization present in *Melipona* spp. and absent in several other bee species (Michener 2007).

The predominance of these families is also related to their mass blooming with duration of several days (Proença and Gibbs 1994; Meyer 1998; Danner et al. 2010), favoring the visitation of *Melipona* spp., which forage especially in dense flower resources rich in pollen and/or nectar in order to maintain the colonies populous (Roubik 1993; Ramalho 2004). Mass blooming stimulates fidelity and floral constancy, favoring cross pollination, since bees tend to forage a specific flower type instead of several types. Foraging a single plant species saves energy, since it will not be necessary to use different harvest and flower handling mechanisms in successive trips (Ramalho et al. 1994; Michener 2007).

Eucalyptus, the dominant pollen type in the samples of *M. capixaba* in the three sites sampled all year round or most part of the year, owes its prevalence to the presence of reforestation areas of *Eucalyptus* spp. next to the sites where the colonies were located. These plantations made by rural producers in small properties in the region are destined to wood uses especially in pallets production (wooden bases used to move loads), house construction and charcoal production. This outcome diverges from that observed by Nascimento (1996, unpublished data) in the field. Although she had verified *Eucalyptus* as a pollen source for *M. capixaba*, she affirms that its trophic resources were mainly fruit bearing plant species native from Atlantic Rainforest. This difference is probably due to the increase in *Eucalyptus* plantation areas in the region recent years as a way to diversify economy in small rural properties (PEDEAG 2008).

The use of *Eucalyptus* floral resources has already been observed in several species of *Melipona*. The presence of *Eucalyptus* nectar and pollen was reported as dominant or important in the pollen spectrum of honeys and pollen loads, being considered a good option for bee pasture (Kleinert-Giovannini and Imperatriz-Fonseca 1987; Ramalho et al. 1990; Ramalho et al. 1994; Carvalho et al. 2001; Costa and Martins 2006; Oliveira et al. 2009). However, the nutritional quality of their grains should be evaluated since some species of *Eucalyptus* can present pollen with low concentrations of lipids and essential amino acids such as isoleucine and tryptophan, affecting the longevity of bees and leading to a reduction of their populations (Bell et al. 1983; Somerville 2001; Manning et al. 2007). As *M. capixaba* is a vulnerable species in the list of Brazilian Endangered Fauna, the exclusive forage in *Eucalyptus* should be treated carefully.

Although dominant in the samples as a whole, *Eucalyptus* was not collected in some months or was collected but not dominant. When this occurred, pollen types of wild vegetal species were preponderant, assuring the visitation of *M. capixaba* to several plants of native forest, as well as in ruderal, fruit bearing and ornamental plants. A comparison of the native species verified in the pollen

spectrum of *M. capixaba* in this research with the ones observed by Nascimento (1996, unpublished data) shows that she had already indicated pollen of *Alchornea*, *Euterpe/Syagrus*, *Inga* and *Schizolobium parahybum* as important for this bee. Whereas Luz et al. (2011) confirmed that distant from the areas of *Eucalyptus* plantations, *M. capixaba* prefers pollen of *Tibouchina*, a native tree in this forest. Analyzing the three sites studied here we can conclude that *Eucalyptus* presented flowering all year round. Thus, the dominance of pollen types of wild, ruderal, fruit bearing and ornamental plants in some months seems to be due to the higher attraction that these species exerted on *M. capixaba* in certain periods of the year. The use of wild plants by the bees implicates in the importance of preserving Atlantic Rainforest native flora components for the survival of colonies in certain periods of the year.

Among pollen samples from food pots only *Caesalpinia* and *Piper* were not found in the samples from corbiculae. The presence of *Piper* was also observed at low percentage in pollen samples collected from hives of *M. capixaba* in Venda Nova do Imigrante and Domingos Martins municipalities (Luz et al. 2011). The samples from the corbiculae presented a higher number of pollen types used by *M. capixaba* than the samples from the food pots. However, the integration of methods enlarged the richness of the spectrum correspondent to the sources used by *M. capixaba*.

In short, the main trophic resources used by *M. capixaba* belong to the families Myrtaceae and Melastomataceae, and *Eucalyptus* features as an important plant for this bee's diet throughout the year. The abundance of *Eucalyptus* bee pasture should be considered carefully since it is not known what effects the components of its pollen may have on the development of *M. capixaba* individuals and thus on the maintenance of their populations in natural environment. Pollen analysis showed principally in what autochthonous plants *M. capixaba* searched its pollen resources, indicating that in the presence of native floral resources this bee visits and collects efficiently these original pollen sources. The results of this work provided important information for future researches on pollination ecology and biology of these plants intending to preserve *M. capixaba*.

Acknowledgements

The authors acknowledge the owners of the colonies used in this study: Mr Antonio Bellon, Mr José Valin and Mr Ozenio Zorzal; INCAPER for the logistic support; CNPq for the doctoral fellowship granted to the first author and the Post Graduate Program in Entomology at Universidade Federal de Viçosa.

Resumo

Identificaram-se os tipos polínicos presentes em amostras de pólen das corbículas de operárias de *M. capixaba* e armazenados em potes de alimento no interior dos ninhos de três áreas localizadas em seu habitat original com intuito de conhecer as fontes poliníferas utilizadas pela espécie como recurso alimentar. Os grãos de pólen dominantes no espectro polínico das amostras pertencem às famílias Myrtaceae e Melastomataceae. O tipo polínico mais freqüente nas amostras das cargas de pólen das corbículas de *M. capixaba* no município de Conceição do Castelo foi *Eucalyptus*, no distrito Fazenda do Estado, município de Domingos Martins foram *Eucalyptus*, *Myrcia* e Melastomataceae/Combretaceae e no distrito São Paulo de Aracê, município de Domingos Martins foram *Eucalyptus* e *Myrcia*. Os tipos *Eucalyptus* e Melastomataceae/Combretaceae foram os mais freqüentes nas amostras de pólen armazenado em potes de alimento no interior dos ninhos. O tipo polínico *Eucalyptus* foi dominante durante todo o ano ou durante a maior parte do ano. Nos meses em que o pólen de *Eucalyptus* não foi coletado ou não predominou nas amostras, tipos polínicos de espécies da mata nativa remanescente, plantas ruderais, frutíferas e ornamentais introduzidas prevaleceram nas amostras.

Palavras-chave: *Melipona capixaba*, análise de pólen, fontes poliníferas, forrageamento, *Eucalyptus*, relação abelha-planta.

References

- ALVES RMO, CARVALHO CAL AND SOUZA BAS. 2006. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae). Acta Sci Biol Sci 28: 65-70.
- BARTH OM. 1970a. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. An Acad Bras Cienc 42: 351-366.
- BARTH OM. 1970b. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 2. Pólen acessório. An Acad Bras Cienc 42: 571-590.
- BARTH OM. 1970c. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 3. Pólen isolado. An Acad Bras Cienc 42: 747-772.
- BARTH OM. 1970d. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 4. Espectro polínico de algumas amostras de mel do Estado do Rio de Janeiro. Rev Bras Biol 30: 575-582.
- BARTH OM. 1989. O pólen no mel brasileiro. Editora Luxor, Rio de Janeiro, 150p.
- BARTH OM, DUTRA VML AND JUSTO RL. 1999. Análise polínica de algumas amostras de própolis do Brasil Meridional. Cienc Rural 29: 663-667.

- BELL R, THORNBUR EJ, SEET JLL, GROVES MT, HO NP AND BELL DT. 1983. Composition and protein quality of honeybee-collected pollen of *Eucalyptus marginata* and *Eucalyptus calophylla*. J Nutr 113: 2479-2484.
- CARVALHO CAL, MORETI ACCC, MARCHINI LC, ALVES RMO AND OLIVEIRA PCF. 2001. Pollen spectrum of honey of “uruçu” bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). Rev Brasil Biol 61: 63-67.
- CEPEMAR. 2004. Plano de manejo do Parque Estadual da Pedra Azul. Serviços de Consultoria em Meio Ambiente. Relatório 199/04, 595p. <http://www.idaf.es.gov.br/Pages/wfParquePedraAzul.aspx>. (Access in January 10th).
- COSTA AY AND MARTINS RP. 2006. Floral preferences of a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Apidae: Meliponina) in an urban forest fragment. Braz J Biol 66: 463-471.
- DANNER MA, CITADIN I, SASSO SAZ, SACHET MR AND AMBRÓSIO R. 2010. Fenologia da floração e frutificação de mirtáceas nativas da floresta com araucária. Rev Bras Frut 32: 291-295.
- GOODMAN LJ. 2003. Form and function in the honey bee. Cardiff: International Bee Research Association, 220p.
- INCAPER. 1999. Caracterização climática dos municípios: mapa de unidades naturais EMCAPA/NEPUT/INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural). <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/index.php?pagina=carac>. (Access in February 20th).
- IPEMA. 2007. Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo. Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica. Ipema, Vitória, Espírito Santo, 71p.
- JESUS RM AND ROLIM SG. 2005. Fitossociologia da mata atlântica de tabuleiro. Viçosa: SIF (Boletim Técnico SIF, 19), 149p.
- KLEINERT-GIOVANNINI A AND IMPERATRIZ-FONSECA VL. 1987. Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). Apidologie 18: 69-100.
- LUZ CFP, THOMÉ ML AND Barth OM. 2007. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de Morro Azul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. Rev Bras Bot 30: 29-36.

- LUZ CFP, JUNIOR GLB, Fonseca RLSE AND SOUSA PR. 2010. Comparative pollen preferences by africanized honeybees *Apis mellifera* L. of two colonies in Pará de Minas, Minas Gerais, Brazil. An Acad Bras Cienc 82: 293-304.
- LUZ CFP, FERNANDES-SALOMÃO TM, LAGE LGA, RESENDE HC, TAVARES MG AND CAMPOS LAO. 2011. Pollen sources for *Melipona capixaba* Moure & Camargo: an endangered Brazilian stingless bee. Psyche vol 2011, article ID 107303.
- MANNING R, RUTKAY A, EATON L AND DELL B. 2007. Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diets and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.). Aust J Entomol 46: 251-257.
- MAURIZIO A AND LOUVEAUX J. 1965. Pollen de plantes melliferes d'Europe. Paris, Union des Groupments Apicoles Français, 148p.
- MELHEM TS, MAKINO H, SILVESTRE MSF, CRUZ MAV AND JUNG-MENDAÇOLLI S. 1984. Planejamento para elaboração da "Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Hoehnea 11: 1-7.
- MELO GAR. 1996. Notes on the nesting biology of *Melipona capixaba* (Hymenoptera, Apidae). J Kans Entomol Soc 11: 289-296.
- MEYER JY. 1998. Observations on the reproductive biology of *Miconia calvescens* DC (Melastomataceae), an alien invasive tree on the island of Tahiti (South Pacific Ocean). Biotropica 30: 609-624.
- MICHENER CD. 2007. The bees of the world. 2^a ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 972p.
- MOURE JS AND CAMARGO JMF. 1994. *Melipona (Michmelia) capixaba*, uma nova espécie de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do sudeste do Brasil. Revta Bras Zool 11: 289-296.
- MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, FONSECA GAB AND KENT J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.
- OLIVEIRA FPM, ABSY ML AND MIRANDA IS. 2009. Recursos polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus - Amazonas. Acta Amazonica 39: 505-518.
- PEDEAG. 2008. Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba: novo PEDEAG 2007-2025. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Vitória: SEAG, 284p.

- PROENÇA CEB AND GIBBS PE. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytol.* 126: 343-354.
- RAMALHO M, KLEINERT-GIOVANNINI A AND IMPERATRIZ-FONSECA VL. 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie* 20: 185-195.
- RAMALHO M, KLEINERT-GIOVANNINI A AND IMPERATRIZ-FONSECA VL. 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie* 21: 469-488.
- RAMALHO M, GIANNINI TC, MALAGODI-BRAGA KS and IMPERATRIZ-FONSECA VL. 1994. Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Grana* 33: 239-244.
- RAMALHO M. 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Bot Bras* 18: 37-47.
- RESENDE HC, BARROS F, CAMPOS LAO AND FERNANDES-SALOMÃO T. 2008. Visitação de orquídea por *Melipona capixaba* Moure & Camargo (Hymenoptera: Apidae), abelha ameaçada de extinção. *Neotrop Entomol* 37: 609-611.
- RIZZINI CT. 1992. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural, São Paulo, 189p.
- ROLIM SG, IVANAUSKA NM, RODRIGUES RR AND NASCIMENTO MT. 2006. Composição florística do estrato arbóreo da floresta estacional semidecidual na planície aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. *Acta Bot Bras* 20: 549-561.
- ROUBIK DW AND MORENO JEP. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Islands. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 268p.
- ROUBIK DW. 1993. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum "preferences". *J Insect Behav* 6: 659-673.
- SEMA. 2008. Atlas de ecossistemas do Espírito Santo. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Viçosa, MG: UFV, 504p.
- SILVEIRA FA, MELO GAR AND ALMEIDA EAB. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. 1ª ed., Belo Horizonte, 253p.
- SOMERVILLE DC. 2001. Nutritional value of bee collected pollens, Report DAN 134A. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation, May, 176p.

VELOSO HP, RANGEL-FILHO ALR AND LIMA JCA. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 124p.

Fig. 1 Municipalities where the pollen samples from corbiculae and food pots of hives of *Melipona capixaba* were collected, Espírito Santo, Brazil. (*CC*: Conceição do Castelo municipality; *FE*: Fazenda do Estado district in Domingos Martins municipality; *SP*: São Paulo de Aracê district in Domingos Martins municipality).

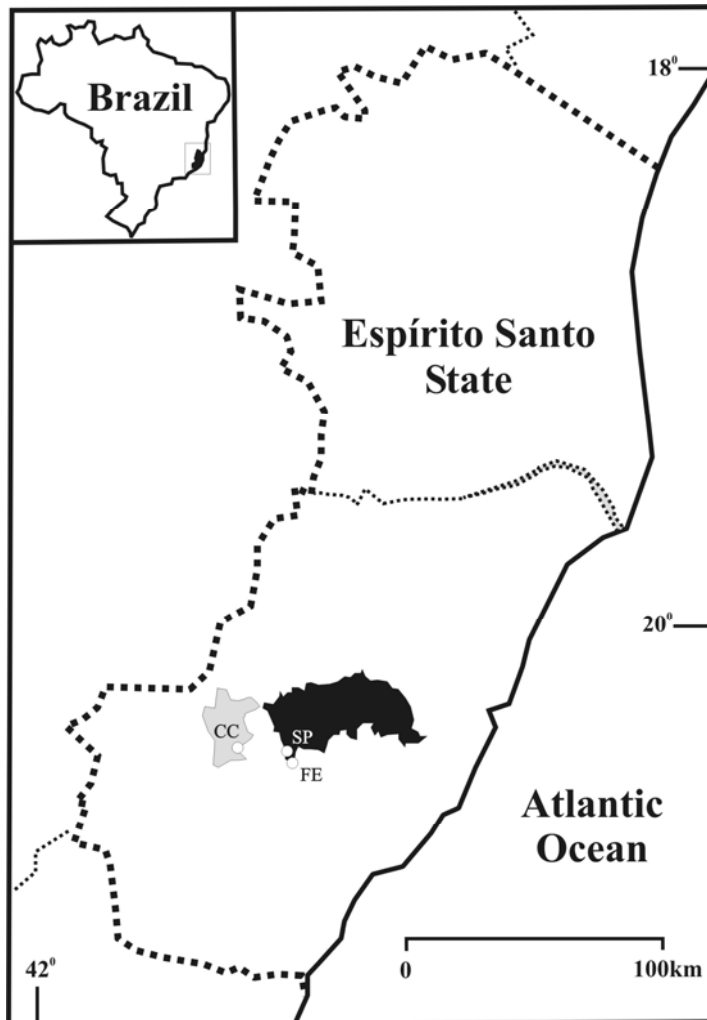


Table 1 Pollen types observed in pollen loads from corbiculae of *Melipona capixaba* in Conceição do Castelo municipality (CC) and in the districts of Fazenda do Estado (FE) and São Paulo de Aracê (SP), in Domingos Martins municipality from June (Jun) to November (Nov) 2009 in Espírito Santo, Brazil. PD = dominant pollen (>45%); PA = accessory pollen (15-45%); Pli = important isolated pollen (3-14%); Plo = occasional isolated pollen (<3%)

Pollen types	JunSP	JunCC	JulSP	JulCC	AugSP	AugCC	SepSP	SepCC	OctSP	OctFE	NovSP	NovFE
Acanthaceae												
<i>Thunbergia</i>												
Anacardiaceae												
<i>Tapirira</i>	Plo				Plo		Plo	Plo				Pli
Arecaceae												
<i>Euterpe/Syagrus</i>		Pli		Plo		Plo	Plo	Pli				
Asteraceae												
<i>Baccharis</i>							Plo	PA				
<i>Elephantopus</i>					Plo		Plo					
<i>Eupatorium</i>		Plo				Plo						
<i>Montanoa</i>	Plo			Plo								
<i>Vernonia</i>		Plo			Pli	Pli	Plo	Pli	Plo	Plo		
Bignoniaceae												
<i>Parabignonia</i>												Pli

Pollen types	JunSP	JunCC	JulSP	JulCC	AugSP	AugCC	SepSP	SepCC	OctSP	OctFE	NovSP	NovFE
Boraginaceae												
<i>Cordia</i>												Plo
Cannabaceae												
<i>Trema micrantha</i>												Plo
Commelinaceae												
<i>Commelina virginica</i>							Plo					
Euphorbiaceae												
<i>Acalypha</i>	Pli		Pli		Pli		Pli					
<i>Alchornea</i>	Plo	Pli										
<i>Aparisthium</i>												
<i>Croton</i>												
Fabaceae												
<i>Acacia</i>												
<i>Anadenanthera</i>												
<i>Bauhinia forficata</i>												
<i>Calliandra</i>								Plo				
<i>Crotalaria</i>							Plo	Plo				

Pollen types	JunSP	JunCC	JulSP	JulCC	AugSP	AugCC	SepSP	SepCC	OctSP	OctFE	NovSP	NovFE
<i>Inga</i>									Plo	Plo		
<i>Machaerium</i>	Pli	Plo		Plo					Plo			Plo
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>												
<i>Mimosa verrucosa</i>								Plo		Plo		
<i>Piptadenia communis</i>												
<i>Schizolobium parahybum</i>							Plo		Plo			
<i>Senna</i>	Plo	Plo				Plo	Plo	Pli		Pli	PA	Pli
<i>Stylosanthes</i>	Plo											
Lamiaceae												
<i>Hyptis</i>												
Lauraceae												
<i>Persea</i>								Plo				
Loranthaceae												
<i>Phthirusa</i>												
<i>Struthanthus</i>											Pli	
Malvaceae												
<i>Sida</i>	Plo											

Pollen types	JunSP	JunCC	JulSP	JulCC	AugSP	AugCC	SepSP	SepCC	OctSP	OctFE	NovSP	NovFE
Melastomataceae/Combretaceae				Plo			Plo				Plo	<u>PD</u>
Monocotyledon					Plo							
Myrtaceae												
<i>Eucalyptus</i>	<u>PD</u>	<u>PA</u>	<u>PD</u>	<u>PD</u>	<u>PD</u>	Pli	<u>PA</u>		<u>PD</u>	<u>PA</u>	Pli	Pli
<i>Eugenia</i>		Plo										
<i>Myrcia</i>	Pli	<u>PA</u>	Plo	<u>PA</u>	Pli	<u>PA</u>	Pli	<u>PA</u>	<u>PA</u>	<u>PA</u>	<u>PD</u>	<u>PA</u>
Myrsinaceae												
<i>Myrsine</i>												
Nyctaginaceae												
<i>Guapira</i>	Plo	Plo										
Olacaceae												
<i>Heisteria</i>												
Rubiaceae												
<i>Coffea</i>							Plo	Pli	Plo	<u>PA</u>		Plo
<i>Coussarea</i>												
<i>Faramea</i>												
<i>Psychotria</i>									Plo	Pli	Plo	Plo

Pollen types	JunSP	JunCC	JulSP	JulCC	AugSP	AugCC	SepSP	SepCC	OctSP	OctFE	NovSP	NovFE
Rutaceae												
<i>Citrus</i>					Plo		Plo	Pli	PIo	Plo		
<i>Zanthoxylum</i>												
Sapindaceae												
<i>Cupania</i>			Plo		Pli	<u>PA</u>			Plo			
<i>Paullinia</i>		Plo	Plo	Plo	Pli	Plo						
<i>Serjania</i>		Plo			Plo							
Solanaceae												
<i>Acnistus</i>												Plo
Solanaceae	Plo	Pli	Plo	Pli	Plo	Pli	Plo	Pli		Plo		Plo
<i>Solanum</i>	Plo	Pli	Pli	Pli	Pli	Pli	<u>PA</u>	Pli	Plo	Plo	Plo	Plo
Typhaceae												
<i>Thypha</i>						Plo						
Verbenaceae												
<i>Lantana</i>											Pli	Plo

Table 2 Pollen types observed in pollen loads from corbiculae of *Melipona capixaba* in the districts of Fazenda do Estado (FE) and São Paulo de Aracê (SP), in Domingos Martins municipality, Espírito Santo, Brazil, from December (Dec) 2009 to May (May) 2010. PD = dominant pollen (>45%); PA = accessory pollen (15-45%); Pli = important isolated pollen (3-14%); Plo = occasional isolated pollen (<3%)

Pollen types	DecSP	DecFE	JanSP	JanFE	FebSP	FebFE	MarSP	MarFE	AprSP	AprFE	MaySP	MayFE
Acanthaceae												
<i>Thunbergia</i>					Plo							
Anacardiaceae												
<i>Tapirira</i>					Plo							
Arecaceae												
<i>Euterpe/Syagrus</i>								Plo		Plo		Pli
Asteraceae												
<i>Baccharis</i>												
<i>Elephantopus</i>												
<i>Eupatorium</i>												
<i>Montanoa</i>												
<i>Vernonia</i>												
Bignoniaceae												
<i>Parabignonia</i>					Plo							Pli

Pollen types	DecSP	DecFE	JanSP	JanFE	FebSP	FebFE	MarSP	MarFE	AprSP	AprFE	MaySP	MayFE
Boraginaceae												
<i>Cordia</i>												
Cannabaceae												
<i>Trema micrantha</i>												
Commelinaceae												
<i>Commelina virginica</i>												
Euphorbiaceae												
<i>Acalypha</i>	Plo			Plo			Plo					
<i>Alchornea</i>				<u>PA</u>								Plo
<i>Aparisthium</i>	Plo											
<i>Croton</i>	Plo	Plo	Plo									
Fabaceae												
<i>Acacia</i>					Plo	Plo						
<i>Anadenanthera</i>		Pli										
<i>Bauhinia forficata</i>			Plo		Plo			Plo				
<i>Calliandra</i>												
<i>Crotalaria</i>	Pli		<u>PA</u>	Pli	Pli		Plo		Pli	Pli		Pli

Pollen types	DecSP	DecFE	JanSP	JanFE	FebSP	FebFE	MarSP	MarFE	AprSP	AprFE	MaySP	MayFE
<i>Inga</i>	Plo	Pli										
<i>Machaerium</i>												Plo
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>				<u>PA</u>				Plo				
<i>Mimosa verrucosa</i>												
<i>Piptadenia communis</i>			Plo	Pli	Plo	Pli	Plo					
<i>Schizolobium parahybum</i>												
<i>Senna</i>	<u>PA</u>	Pli	<u>PA</u>	Plo	<u>PA</u>	Plo	<u>PA</u>	Plo	<u>PA</u>	Plo	<u>PA</u>	Plo
<i>Stylosanthes</i>												
Lamiaceae												
<i>Hyptis</i>							Plo				Plo	
Lauraceae												
<i>Persea</i>												
Loranthaceae												
<i>Phthirusa</i>				Plo								
<i>Struthanthus</i>										Plo		
Malvaceae												
<i>Sida</i>												

Pollen types	DecSP	DecFE	JanSP	JanFE	FebSP	FebFE	MarSP	MarFE	AprSP	AprFE	MaySP	MayFE
Melastomataceae/Combretaceae		Pli	Plo	Plo	<u>PA</u>	Pli	Pli	Plo	Plo		Plo	<u>PA</u>
Monocotyledon												
Myrtaceae												
<i>Eucalyptus</i>	<u>PA</u>		<u>PA</u>	Pli	<u>PA</u>	<u>PD</u>	<u>PA</u>	<u>PA</u>	<u>PD</u>	<u>PD</u>	<u>PD</u>	<u>PD</u>
<i>Eugenia</i>												
<i>Myrcia</i>	<u>PA</u>	<u>PD</u>		<u>PA</u>	Plo		<u>PA</u>	Plo	Pli	Pli		Plo
Myrsinaceae												
<i>Myrsine</i>				Plo								
Nyctaginaceae												
<i>Guapira</i>												
Olacaceae												
<i>Heisteria</i>						Plo	Plo	<u>PA</u>	Plo	Plo		Plo
Rubiaceae												
<i>Coffea</i>					Plo					Plo		Plo
<i>Coussarea</i>	Plo											
<i>Faramea</i>						Plo		Plo				
<i>Psychotria</i>	Plo											

Pollen types	DecSP	DecFE	JanSP	JanFE	FebSP	FebFE	MarSP	MarFE	AprSP	AprFE	MaySP	MayFE
Rutaceae												
<i>Citrus</i>												
<i>Zanthoxylum</i>	Pli											
Sapindaceae												
<i>Cupania</i>	Plo			Plo		Plo						
<i>Paullinia</i>						Plo		Plo	Plo	Plo		Plo
<i>Serjania</i>											Plo	Plo
Solanaceae												
<i>Acnistus</i>						Plo						
Solanaceae												
<i>Solanum</i>	Pli	<u>PA</u>	Plo	Pli	Plo	Plo	Plo	Plo	Plo		Pli	Plo
Typhaceae												
<i>Thypha</i>												
Verbenaceae												
<i>Lantana</i>												

Table 3 Pollen types identified in pollen loads from corbiculae and food pots in hives of *Melipona capixaba* in Conceição do Castelo municipality and in the districts of Fazenda do Estado and São Paulo de Aracê, in Domingos Martins municipality, Espírito Santo, Brazil. (Habit: *Cre* = creeper; *Her* = herbaceous; *Sub* = subshrub; *Bus* = bush; *Tre* = tree e *Und* = undetermined/ Habitat: *CF* = cultivated fruit bearing; *CW* = cultivated woody; *CO* = cultivated ornamental; *CP* = cultivated in pastures; *R* = ruderal; *W* = wild; *UND* = undetermined)

	Habit	Habitat
Acanthaceae		
<i>Thunbergia</i> ^{a, b}	cre/her/bus	CO/R
Anacardiaceae		
<i>Tapirira</i> ^{a, b}	tre	S
Arecaceae		
<i>Euterpe/Syagrus</i> ^{a, b}	tre	S
Asteraceae		
<i>Baccharis</i> ^{a, b}	her/bus	R
<i>Elephantopus</i> ^a	her	R
<i>Eupatorium</i> ^{a, b}	her/bus	R
<i>Montanoa</i> ^{a, b}	bus	CO
<i>Vernonia</i> ^{a, b}	sub/bus	R
Bignoniaceae		
<i>Parabignonia</i> ^{a, b}	cre/bus	S
Boraginaceae		
<i>Cordia</i> ^a	sub/bus	CO/R
Cannabaceae		
<i>Trema micrantha</i> ^a	bus	S
Commelinaceae		
<i>Commelina virginica</i> ^a	her	CO/R
Euphorbiaceae		
<i>Acalypha</i> ^{a, b}	her/sub/bus	CO/R
<i>Alchornea</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Aparisthium</i> ^{a, b}	bus/tre	S

	Habit	Habitat
<i>Croton</i> ^a	tre	R
Fabaceae		
<i>Acacia</i> ^{a, b}	bus/tre	S
<i>Anadenanthera</i> ^a	tre	S
<i>Bauhinia forficata</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Caesalpinia</i> ^b	bus/tre	CO/S
<i>Calliandra</i> ^a	bus	CO
<i>Crotalaria</i> ^{a, b}	her/sub/bus	R
<i>Inga</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Machaerium</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> ^{a, b}	her/sub/bus/tre	S
<i>Mimosa verrucosa</i> ^{a, b}	her/sub/bus/tre	S
<i>Piptadenia communis</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Schizolobium parahyba</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Senna</i> ^{a, b}	her/sub/bus/tre	S
<i>Stylosanthes</i> ^a	her/sub	CP
Lamiaceae		
<i>Hyptis</i> ^{a, b}	her/sub/bus	R
Lauraceae		
<i>Persea</i> ^{a, b}	tre	CF
Loranthaceae		
<i>Phthirusa</i> ^{a, b}	cre	S
<i>Struthanthus</i> ^a	cre	S
Malvaceae		
<i>Sida</i> ^{a, b}	her/sub	R
Melastomataceae/Combretaceae ^{a, b}		
	und	S
Monocotyledon ^{a, b}		
	her	IND
Myrtaceae		
<i>Eucalyptus</i> ^{a, b}	tre	CM
<i>Eugenia</i> ^a	bus/tre	S

	Hábito	Habitat
<i>Myrcia</i> ^{a, b}	bus/tre	CF/S
Myrsinaceae		
<i>Myrsine</i> ^{a, b}	bus/tre	S
Nyctaginaceae		
<i>Guapira</i> ^{a, b}	cre/her/bus/tre	S
Olacaceae		
<i>Heisteria</i> ^{a, b}	tre	S
Piperaceae		
<i>Piper</i> ^b	sub/bus	R
Rubiaceae		
<i>Coffea</i> ^{a, b}	bus	CF
<i>Coussarea</i> ^a	bus/tre	S
<i>Faramea</i> ^{a, b}	bus/tre	S
<i>Psychotria</i> ^a	her/bus/tre	S
Rutaceae		
<i>Citrus</i> ^a	tre	CF
<i>Zanthoxylum</i> ^{a, b}	bus/tre	S
Sapindaceae		
<i>Cupania</i> ^{a, b}	tre	S
<i>Paullinia</i> ^{a, b}	cre	S
<i>Serjania</i> ^{a, b}	cre	S
Solanaceae		
<i>Acnistus</i> ^a	bus/tre	CO
Solanaceae ^{a, b}	und	IND
<i>Solanum</i> ^{a, b}	cre/her/sub/bus/tre	CF/CO/R
Typhaceae		
<i>Thypha</i> ^a	her	R
Verbenaceae		
<i>Lantana</i> ^a	sub/bus	CO/R

^a: pollen from corbiculae; ^b: pollen from food pots.

CAPÍTULO 2

Regulação da temperatura em colônias de *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae), espécie de abelha ameaçada de extinção*

Bruna Danielle Vieira Serra*¹ & Lucio Antonio de Oliveira Campos²

¹*Departamento de Biologia Animal, Programa de Pós-graduação em Entomologia - Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, 36570-000, Brasil. bruna.serra@yahoo.com.br*

²*Departamento de Biologia Geral - Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, 36570-000, Brasil. lcampos@ufv.br*

*¹Autor correspondente: Bruna Danielle Vieira Serra, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, 36570-000 – MG, Brasil.

E-mail: bruna.serra@yahoo.com.br. Phone: +55 28 3248-1349

Título resumido: Regulação de temperatura em *Melipona capixaba*.

* Artigo escrito de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zociências.

Abstract. Temperature regulation of *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae), an endangered bee species. *Melipona capixaba* is an endemic bee of the highlands of the southwestern region of Espírito Santo state, Brazil and considered “vulnerable” on the Brazilian list of endangered species. The objective of this study was to evaluate the influence of ambient temperature on the intranidal temperatures within and outside of the breeding area. The variation in ambient temperature influenced the variation of temperature in the breeding area. Two of the colonies studied regulated temperature in the breeding area at approximately 30°C, while the ambient temperature ranged from 8 to 33,5°C. The other colony poorly controlled the temperature in the breeding area, possibly as a result of poor adaptation to the box where it was housed. The temperature outside the breeding area was influenced by ambient temperature variations and the colonies presented similar responses to this variation.

Key words: thermoregulation, stingless bees, homeostasis

Resumo. *Melipona capixaba* é uma abelha endêmica da região serrana do sudoeste do estado do Espírito Santo, Brasil e considerada “vulnerável” na lista brasileira das espécies ameaçadas de extinção. Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da temperatura ambiente sobre as temperaturas intranidais da área da cria e de fora da área da cria. A variação na temperatura ambiente influenciou na variação da temperatura na área da cria. Duas das colônias estudadas regularam a temperatura na área da cria em aproximadamente 30°C, enquanto a temperatura ambiente variou de 8 a 33,5°C. A outra colônia controlou a temperatura na área da cria de forma deficiente, possivelmente, em consequência da má adaptação às condições da caixa onde estava abrigada. A

temperatura fora da área da cria foi influenciada pelas variações da temperatura ambiente e as colônias apresentaram respostas semelhantes a esta variação.

Palavras-chave: termorregulação, abelha sem ferrão, homeostase

INTRODUÇÃO

O sucesso ecológico dos insetos sociais se deve, em grande parte, à sua capacidade de regulação da temperatura no interior dos ninhos (WILSON, 1971). A organização social permite geração de calor pelas centenas ou milhares de indivíduos que vivem nas colônias e o hábito de nidificar em cavidades, predominantemente ocos de árvores, protege os ninhos das variações térmicas do ambiente e retêm o calor metabólico produzido internamente (WILLE & MICHENER, 1973; ENGELS *et al.*, 1995).

O comportamento termorregulatório é particularmente bem desenvolvido em abelhas, que realizam termorregulação das colônias e podem ajustar sua temperatura corporal em ampla faixa de condições ambientais (HEINRICH & ESCH, 1994). As abelhas necessitam realizar termorregulação para voar, forragear e incubar os imaturos, garantindo o seu desenvolvimento (PEREBOOM & BIESMEIJER, 2003; HUMPHREY & DYKES, 2008). Os mecanismos que desenvolveram para realizar esta tarefa são diversos e mais bem conhecidos em *Xylocopa* spp., *Bombus* spp. e *Apis* spp. (KOVAC *et al.*, 2010; STABENTHEINER *et al.*, 2010).

Uma das respostas da maioria das espécies às baixas temperaturas é a formação de *cluster*. As operárias geram calor metabólico pela vibração dos músculos de vôo mantendo estável a temperatura da colônia (FAHRENHOLZ *et al.*, 1989; ENGELS *et al.*, 1995; KLEINHENZ *et al.*, 2003). A presença de larvas e pupas ajuda a elevar a temperatura na área da cria e auxilia na estabilização do calor gerado por conterem muita água, que tem capacidade de reter calor (SUNG *et al.*, 2008).

As estruturas físicas dos ninhos, em particular os invólucros concêntricos, também atuam na retenção de calor na região da cria (ROUBIK, 2006). Como resposta às altas temperaturas, muitas espécies de abelhas ventilam seus ninhos forçando a saída de ar para fora e tornando possível trocas gasosas com o meio (MORITZ & CREWE, 1988; ROUBIK, 2006).

Dados sobre a regulação de temperatura em ninhos de *Melipona* spp. são escassos e os que se encontram disponíveis referem-se a espécies de locais quentes com elevada radiação solar como é o caso de *M. asilvai* no semi-árido baiano (SOUZA *et al.*, 2008) ou em ambiente quente e úmido amazônico como no caso de *M. seminigra* (CARVALHO-ZILSE *et al.*, 2007).

Melipona capixaba Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae: Meliponina) é uma espécie social recentemente descrita e endêmica da região serrana do sudoeste do estado do Espírito Santo, Brasil (MOURE & CAMARGO, 1994). Tem sua distribuição restrita às áreas montanhosas entre 900 e 1000 metros de altitude e é considerada “vulnerável” na Lista Brasileira das Espécies Ameaçadas de Extinção (MELO, 1996; IPEMA, 2007).

Os ninhos silvestres desta abelha são extremamente raros na natureza. A maioria dos ninhos conhecidos está em cortiços (trancos originais onde foram construídos) cortados e levados para as residências pelos moradores da região ou acondicionados em caixas rústicas para criação de abelhas (caixas confeccionadas em madeira sem padronização).

Por se tratar de uma espécie ameaçada de extinção, da qual se tem pouco conhecimento e que depende fundamentalmente da criação racional para sua sobrevivência, este trabalho teve por objetivo verificar a influência da temperatura ambiente sobre as temperaturas intranidais da área da cria e de fora da área da cria. As

informações obtidas serão utilizadas em programas de manejo, recuperação e preservação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas foram realizadas mensalmente, de junho 2009 a maio de 2010, no distrito Fazenda do Estado (20° 22' 12,4" S; 41° 03' 50,3" W; 900m de altitude), município de Domingos Martins, Espírito Santo, Brasil (Fig. 1).

A vegetação da região está inserida nos domínios da Floresta Atlântica (RIZZINI, 1992) e foi classificada, por VELOSO *et al.* (1991), como Floresta Ombrófila Densa. O município faz parte da unidade de relevo Serra Capixaba que contém grandes maciços com altitudes superiores a 1200m. Essa unidade faz parte da zona natural de terras frias, acidentadas e chuvosas, com temperatura média mínima do mês mais frio entre 7,3 e 9,4°C e temperatura média máxima do mês mais quente entre 25,3 e 27,8°C (INCAPER, 1999). O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e abril e a precipitação pluviométrica média anual varia de 943 a 1906 mm. A umidade relativa do ar média de é de 86,3% (CEPEMAR, 2004).

Regulação da temperatura

O registro das temperaturas internas dos ninhos de *M. capixaba* foi feito em três colônias acondicionadas em caixas de madeira para criação de abelhas (Fig. 2A). As caixas foram confeccionadas com madeira de eucalipto, possuíam 3 cm de espessura e internamente 22 cm de comprimento, 22 cm de largura e 98 cm de comprimento (22 x 98 x 22 cm) totalizando um volume de 47, 43 litros.

A dificuldade em encontrar criadores que disponibilizassem suas colônias, permitindo que fossem abertas e manipuladas e a raridade da espécie na natureza fez com que um número reduzido de colônias fosse amostrada.

Para o registro das temperaturas internas dos ninhos foram feitos dois orifícios em cada caixa, um onde foi inserido um termômetro na área da cria (inserção mais profunda, internamente ao invólucro, próximo aos favos de cria) e outro fora da área da cria (inserção menos profunda, externamente ao invólucro, entre este e a parede da caixa, Fig. 2B). No período de um ano, as observações mensais ocorreram em três dias consecutivos e a cada dia foram feitas leituras dos dois termômetros de hora em hora de 6:00 às 17:00, além de leitura da temperatura ambiente correspondente a cada horário.

Análise dos dados

Análise de covariância foi utilizada para verificar a influência da temperatura ambiente sobre a temperatura na área da cria e fora da área da cria. A temperatura na área da cria ou fora da área da cria foram as variáveis respostas e a temperatura ambiente e as colônias (1, 2 e 3) as covariáveis preditoras (ZAR, 2010). Os testes foram feitos adotando-se nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Regulação da temperatura

A variação na temperatura ambiente influenciou na variação da temperatura na área da cria (colônia 1: $r = 0,75$; $p < 0,001$; colônia 2: $r = 0,72$; $p < 0,001$ e colônia 3: $r = 0,87$; $p < 0,001$, Fig. 3). No entanto, embora a temperatura ambiente tenha variado em aproximadamente 25°C (8° no inverno até 33,5°C no verão) a temperatura na área da cria variou aproximadamente 1°C nas colônias 1 e 2 ($30,73 \pm 0,89^\circ\text{C}$ e $30,3 \pm 1,32^\circ\text{C}$, respectivamente) e 4°C na colônia 3 ($27,2 \pm 4,16^\circ\text{C}$) (Fig. 4). As colônias apresentaram

respostas diferentes às variações térmicas do meio (temperatura ambiente: $F_{1,1110}=1780,63$; $p<0,0001$; colônia: $F_{2,1108}=827,29$; $p<0,0001$; interação: $F_{2,1106}=487,19$; $p<0,0001$). A colônia 1 foi a que apresentou melhor controle da temperatura (Fig. 3A), seguida pela colônia 2 (Fig. 3B) e a colônia 3 controlou a temperatura na área da cria de forma deficiente (Fig. 3C).

A variação na temperatura ambiente também influenciou na variação da temperatura fora da área da cria (colônia 1: $r = 0,89$; $p<0,001$; colônia 2: $r = 0,89$; $p<0,001$ e colônia 3: $r = 0,92$; $p<0,001$, Fig. 5). A temperatura ambiente variou em aproximadamente 25°C e a temperatura fora da área da cria variou aproximadamente $4,5^{\circ}\text{C}$. As médias da temperatura foram $25,57 \pm 4,32^{\circ}\text{C}$ para a colônia 1; $24,42 \pm 4,33^{\circ}\text{C}$ para a colônia 2 e $25,4 \pm 4,39^{\circ}\text{C}$ para a colônia 3, sendo que as colônias apresentaram resposta similar às variações térmicas do meio (temperatura ambiente: $F_{1,1113}=4810,27$; $p<0,0001$; colônia: $F_{2,1111}=24,59$; $p<0,0001$).

DISCUSSÃO

Os ninhos de *M. capixaba* servem como refúgio aos extremos de temperatura do ambiente e como incubadora para os imaturos. Nesse refúgio termal o microclima é controlado em aproximadamente 30°C possibilitando a sobrevivência da espécie durante o inverno quando as temperaturas do ambiente chegam próximas aos 5°C (INCAPER, 1999).

A temperatura intranidal foi mais precisa na região em que os imaturos estão se desenvolvendo, o que pode estar relacionado à saúde da colônia (evitar fungos, ácaros, vírus, bactérias e outros patógenos) e à produção de prole (SEELEY, 1985; MORITZ & SOUTHWICK, 1992), visto que os imaturos de muitas espécies são sensíveis a extremos de temperaturas e morrem se não houver estabilidade termal no ninho (MORITZ & CREWE, 1988).

Embora várias características da biologia do gênero *Melipona* sugiram existência de controle de temperatura, pouco se conhece dos mecanismos termorregulatórios que elas utilizam. *M. seminigra*, uma das poucas espécies de *Melipona* estudada, regula a temperatura em $29,53 \pm 2,42^{\circ}\text{C}$ (CARVALHO-ZILSE *et al.*, 2007). SOUZA *et al.* (2008) verificaram que a temperatura na área da cria de *M. asilvai* sofre influência da temperatura ambiente. Outras espécies de abelhas sociais como *Trigona spinipes* mantém a temperatura no interior do ninho entre 33 e 36°C quando a temperatura ambiente varia de 8 a 30°C (ZUCHI & SAKAGAMI, 1972 apud SAKAGAMI, 1982). *T. ventralis* regula a temperatura entre 29 e 32°C (SUNG *et al.*, 2008) e *Scaptotrigona postica* em $32 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (ENGELS *et al.*, 1995).

É possível que as oscilações térmicas dentro dos ninhos de *M. capixaba* tenham sido minimizadas pela presença de grande número de operárias que conferem vantagem termoregulatória para a colônia, tornando a temperatura do ninho mais estável (SEELEY, 1985). Supõe-se que as camadas de invólucro ao redor da área da cria permitam a retenção de calor nessa região (NOGUEIRA-NETO, 1997) e evidências indicam que *Melipona* spp. de climas mais frios constroem mais invólucro do que as espécies que vivem em florestas equatoriais (ENGELS *et al.*, 1995). Outros fatores como a arquitetura interna com favos de cria dispostos horizontalmente, sobrepostos e compactados, contribuem para a redução de espaços livres e diminuição das perdas de calor via convecção (WILLE & MICHENER, 1973). A localização dos favos de cria na posição central do ninho, circundados por camadas de invólucro, potes de alimento e pelo batume (mistura de barro mais resina vegetal) também podem contribuir para a termorregulação (WILLE & MICHENER, 1973; KERR *et al.*, 1996 ; SUNG *et al.*, 2008).

A temperatura dentro da colônia é determinada ainda por complexos processos de transferência de energia: radiação e convecção de calor para e da colônia; convecção de vapor d'água nos espaços de ar entre os favos; condução de calor através da

superfície das células de cria afetadas pelo seu conteúdo (ar, mel, pólen, pupa); deslocamento das operárias pela superfície dos favos; geração de calor através de processos metabólicos associados; transporte de água pelas operárias e sua evaporação e ventilação (HUMPHREY & DYKES, 2008).

Consideramos que a colônia 1, seguida pela colônia 2, apresentaram melhor controle da temperatura na área da cria por terem apresentado menor variação quando comparadas à colônia 3. Esta por sua vez, foi considerada deficiente em virtude da maior variação termal na área da cria. Enquanto a colônia 1 variou em 0,89°C e a colônia 2 em 1,32°C, a colônia 3 variou 4,16°C. Isto pode ser devido a não adequação às condições da caixa onde estava abrigada. Esta colônia possuía menor quantidade de operárias, o que segundo SEELEY (1985), torna o ninho mais susceptível às flutuações ambientais por ter menos indivíduos para gerar calor metabólico. A referida colônia também possuía menor quantidade de favos de cria e de potes de alimento, estruturas que provavelmente auxiliam na regulação termal (WILLE & MICHENER, 1973; KERR *et al.*, 1996). A menor capacidade de termoregulação desta colônia pode comprometer seu crescimento e desenvolvimento, ou mesmo sua sobrevivência nas épocas mais frias do ano.

A temperatura fora da área da cria, entre o ninho e a caixa, sofreu influência da temperatura do ambiente embora tenha sido mais estável. Sua maior variação quando comparada a temperatura na área da cria se deve, provavelmente, à ausência de estruturas protetoras isolantes. A manutenção da temperatura nesta região pode ser atribuída ao isolamento térmico da madeira que conservou parte do calor produzido no interior dos ninhos (WILLE & MICHENER, 1973; SUNG *et al.*, 2008). Além disso, o fato das colônias possuírem uma única abertura pequena e protegida pelo tubo de entrada pode ter reduzido a entrada do ar mais frio do ambiente para o interior do ninho e minimizado a saída do ar quente da colônia para o meio externo.

A variação da temperatura ambiente influenciou menos na variação da temperatura na área da cria e influenciou mais na temperatura fora da área da cria. Isso mostra a capacidade de *M. capixaba* controlar a temperatura nessa região, justificada pela necessidade de uma temperatura constante para o desenvolvimento dos imaturos. Por manter condições termais adequadas no ninho, *M. capixaba* pode elevar as taxas de sobrevivência de sua prole e promover sucesso na reprodução de suas colônias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos proprietários das colônias utilizadas no estudo: Sr. Antonio Bellon, Sr. José Valin e Sr. Ozenio Zorzal; aos professores Dr. Adriano Pereira Paglia (UFMG) e Dr. José Henrique Schoereder pelo auxílio nas análises dos dados; ao INCAPER pelo apoio logístico; ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora e aquisição de parte dos equipamentos utilizados e ao Programa de Pós Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO-ZILSE, G.; PORTO, E.L.; SILVA, C.G.N. & PINTO, M.F.C. 2007. Atividade de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. **Bioscience Journal** **23** (1): 94-99.
- CEPEMAR. 2004. Plano de manejo do Parque Estadual da Pedra Azul. Disponível em: <<http://www.idaf.es.gov.br/Pages/wfParquePedraAzul.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- ENGELS, W.; ROSENKRANZ, P. & ENGELS, E. 1995. Thermoregulation in the nest of the neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica* and a hypothesis of the evolution of temperature homeostasis in highly eusocial bees. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **30** (4): 193-205.

- FAHRENHOLZ, L.; LAMPRECHT, I. & SCHRICKER, B. 1989. Thermal investigations of a honey bee colony: thermoregulation of the hive during summer and winter and heat production of members of different bee castes. **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology** **159** (5): 551-560.
- HEINRICH, B. & ESCH, H. 1994. Thermoregulation in bees. **American Scientist** **82**: 164-170.
- HUMPHREY, J.A.C. & DYKES, E.S. 2008. Thermal energy conduction in a honey bee comb due to cell-heating bees. **Journal of Theoretical Biology** **250** (2008): 194-208.
- INCAPER. 1999. Caracterização climática dos municípios: mapa de unidades naturais. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/index.php?pagina=carac.> Acesso em: 27 out. 2010.
- IPEMA. 2007. **Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo**. Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica. IPEMA, Vitória, Espírito Santo. 71p.
- KERR, W.E.; CARVALHO, G.A. & NASCIMENTO, V.A. 1996. **Abelhas urucu: biologia, manejo e conservação**. Fundação Acangaú, Paracatu, Minas Gerais. 144p.
- KLEINHENZ, M.; BUJOK, B.; FUCHS, S. & TAUTZ, J. 2003. Hot bees in empty broodnest cells: heating from within. **The Journal of Experimental Biology** **206**: 4217-4231.
- KOVAC, A.; STABENTHEINER, A. & SCHMARANZER, S. 2010. Thermoregulation of water foraging honeybees - balancing of endothermic activity with radiative heat gain and functional requirements. **Journal of Insect Physiology** **56** (12): 1834-1845.
- MELO, G.A.R. 1996. Notes on the nesting biology of *Melipona capixaba* (Hymenoptera, Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**. **69** (2): 207-210.

- MORITZ, R.F.A. & CREWE, R.M. 1988. Air ventilation in nests of two African stingless bees *Trigona denoiti* and *Trigona gribodoi*. **Experientia** **44** (1988): 1024-1027.
- MORITZ, R.F.A. & SOUTHWICK, E.E. 1992. **Bees as superorganisms: an evolutionary reality**. Springer-Verlag, Berlin. 411p.
- MOURE, J.S. & CAMARGO, J.M.F. 1994. *Melipona (Michmelia) capixaba*, uma nova espécie de meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **11** (2): 289-296.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Ed. Nogueirapis, São Paulo. 445p.
- PEREBOOM, J.J.M. & BIESMEIJER, J.C. 2003. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. **Oecologia** **137**: 42-50.
- RIZZINI, C.T. 1992. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Âmbito Cultural, São Paulo. 189p.
- ROUBIK, D.W. 2006. Stingless bee nesting biology. **Apidologie** **37**: 124-143.
- SAKAGAMI, S.F. 1982. Stingless bees, pp. 361-423. *In*: HERMAN, H.R. (ed.). **Social insects vol. III**. Academic Press, New York, USA.
- SEELEY, T.D. 1985. **Honeybee ecology: a study of adaptation in social life**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 201p.
- SOUZA, B.A.; CARVALHO, C.A.L. & ALVES, R.M.O. 2008. Notas sobre a bionomia de *Melipona asilvai* (Apidae: Meliponini). **Archivos de Zootecnia**. **57** (217): 53-62.
- STABENTHEINER, A.; KOVAC, H. & BRODSCHNEIDER, R. 2010. Honeybee colony thermoregulation – regulatory mechanisms and contribution of individuals in dependence on age, location and thermal stress. **PLoS ONE** **5** (1): e8967. doi:10.1371/journal.pone.0008967.

- SUNG, I.H.; YAMANE, S. & HOZUMI, S. 2008. Thermal characteristics of nests of the taiwanese stingless bee *Trigona ventralis hoozana* (Hymenoptera: Apidae). **Zoological Studies** 47 (4): 417-428.
- VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 124p.
- ZAR, J.H. 2010. **Biostatistical Analysis**. 5^a ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. USA, 944p.
- WILLE, A. & MICHENER, C.D. 1973. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera, Apidae). **Revista de Biologia Tropical** 21. (1): 9-278.
- WILSON, E.O. 1971. **The insect societies**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 548p.

Legenda das figuras

Figura 1 Local de coleta dos dados sobre regulação de temperatura intranidal em colônias de *Melipona capixaba*, Espírito Santo, Brasil. FE: Fazenda do Estado, distrito do município Domingos Martins (na cor preta)

Figura 2 Ninhos de *Melipona capixaba* em caixa racional (A) e detalhe mostrando a inserção dos termômetros na área da cria (b1) e fora da área da cria (b2) (B), Espírito Santo, Brasil

Figura 3 Relação entre temperatura ambiente e temperatura intranidal da área da cria nas colônias 1 (A), 2 (B) e 3 (C) de *Melipona capixaba* no distrito Fazenda do Estado, município de Domingos Martins, Espírito Santo, Brasil

Figura 4 Médias diárias da temperatura ambiente, temperaturas intranidais na área da cria e fora da área da cria nas colônias 1 (A), 2 (B) e 3 (C) de *Melipona capixaba* no distrito Fazenda do Estado, município de Domingos Martins, Espírito Santo, Brasil

Figura 5 Relação entre temperatura ambiente e temperatura intranidal fora da área da cria nas colônias 1 (A), 2 (B) e 3 (C) de *Melipona capixaba* no distrito Fazenda do Estado, município de Domingos Martins, Espírito Santo, Brasil

Figura 1



Figura 2

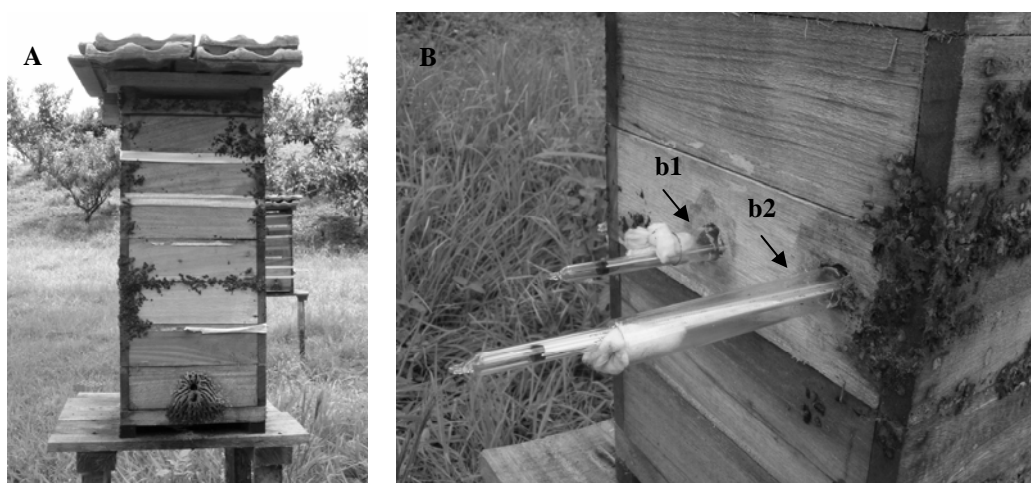


Figura 3

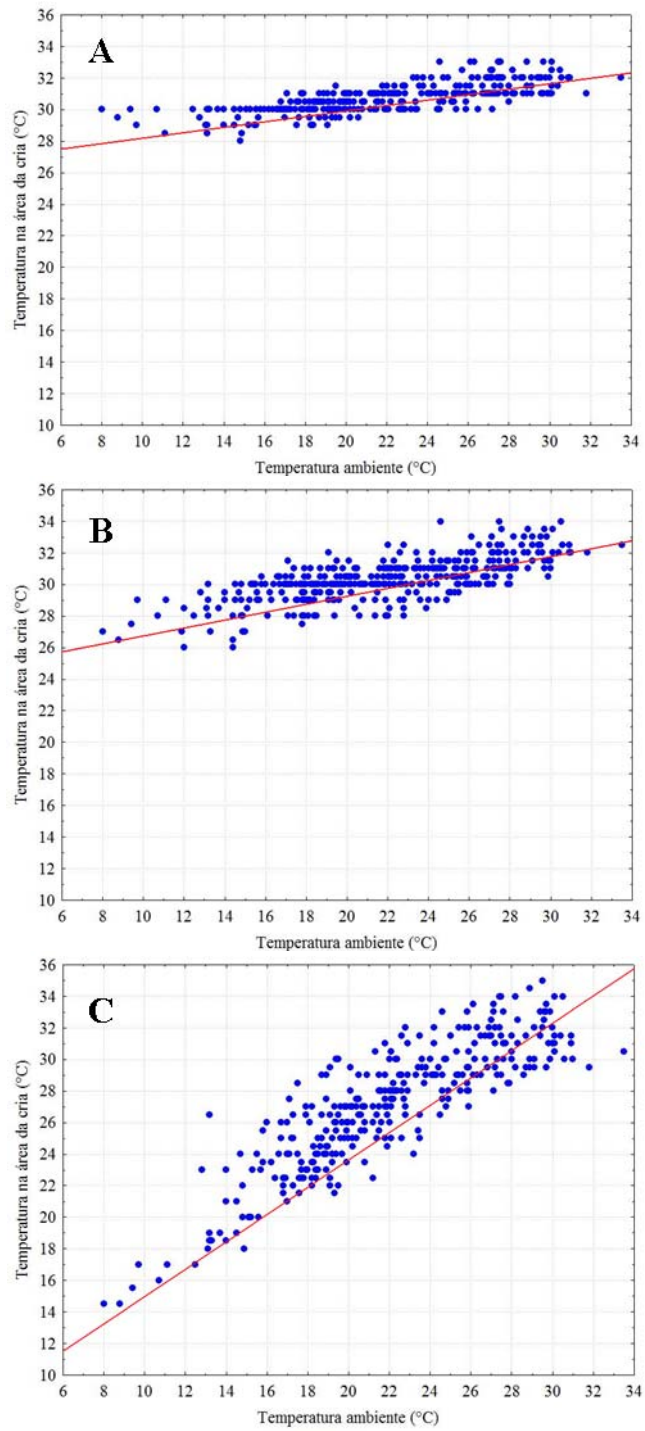


Figura 4

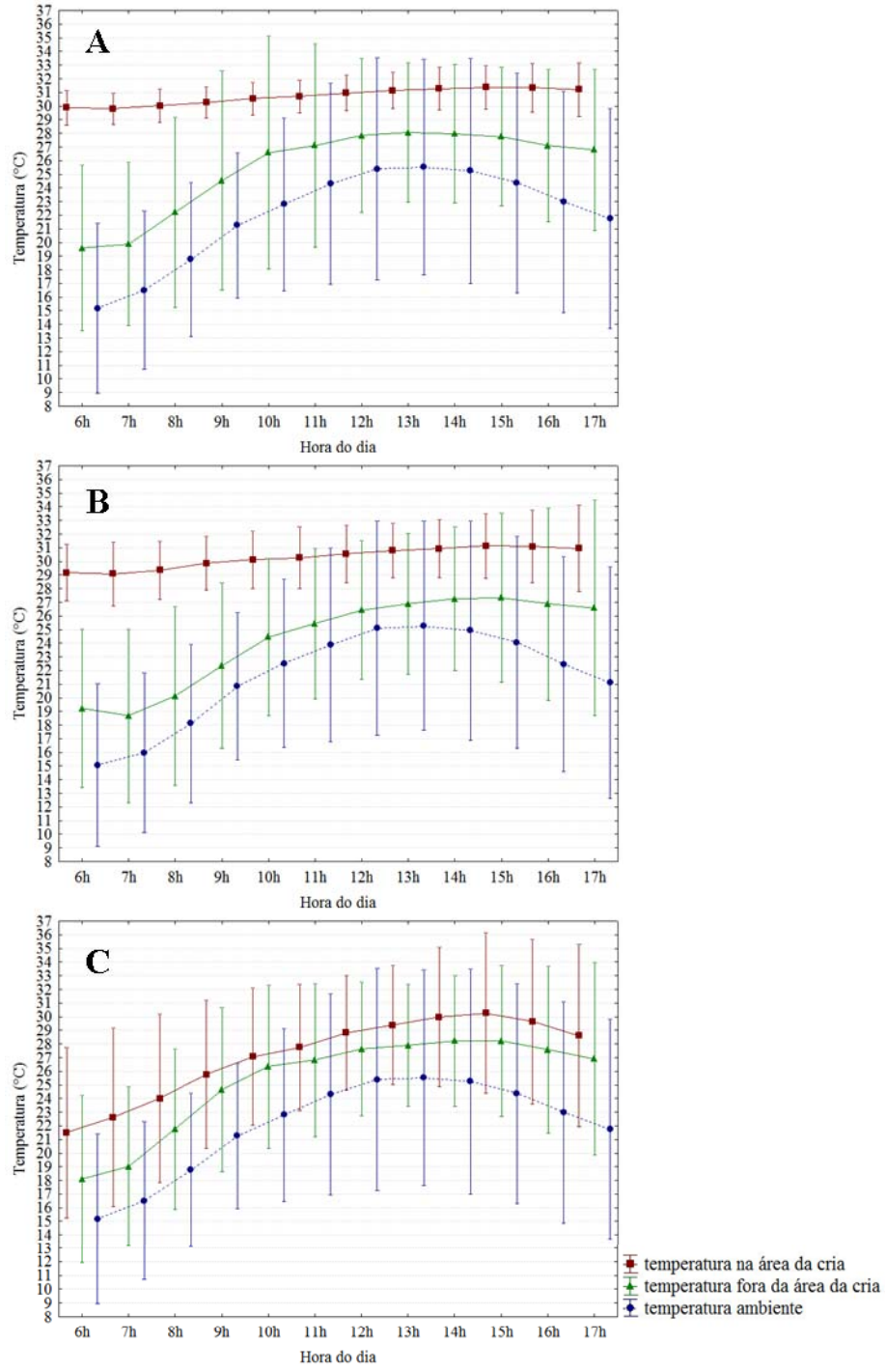
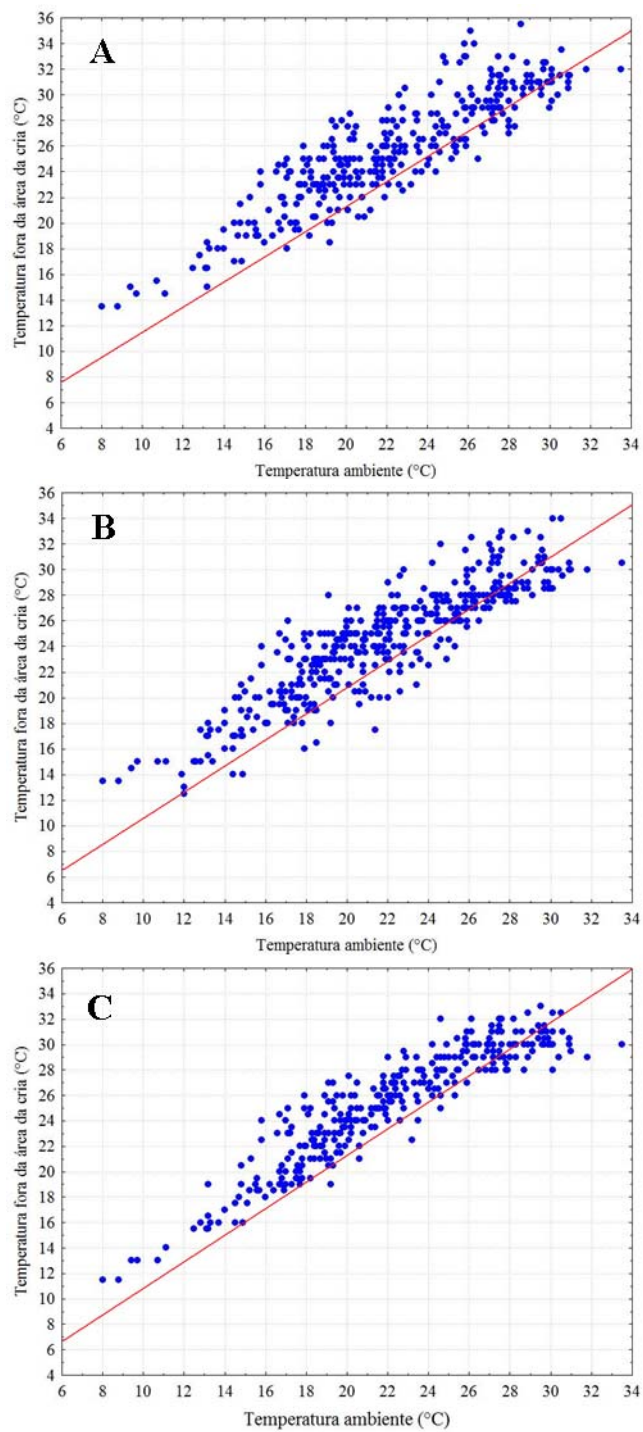


Figura 5



CAPÍTULO 3

MODELING OF POTENTIAL GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THE WILD NESTS OF *MELIPONA CAPIXABA* MOURE & CAMARGO, 1994 (HYMENOPTERA, APIDAE): CONSERVING ISOLATED POPULATIONS IN MOUNTAIN HABITATS *

Bruna Danielle Vieira Serra¹, Paulo De Marco Júnior*², Caroline Côrrea Nóbrega³ and Lucio Antonio de Oliveira Campos⁴

¹Departamento de Biologia Animal, Programa de Pós-graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, 36570-000, Brazil. bruna.serra@yahoo.com.br

²Departamento de Ecologia, ICB, Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, Goiás, 74001-970, Brazil. pdemarco@icb.ufg.br

³Departamento de Ecologia, ICB, Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, Goiás, 74001-970, Brazil. caroline_bio@hotmail.com

⁴Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, 36570-000, Brazil. lcampos@ufv.br

***Corresponding author:** Paulo De Marco Júnior, Departamento de Biologia Animal, Departamento de Ecologia, ICB, Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, 74001-9700 – GO, Brazil.

E-mail: pdemarco@icb.ufg.br. Phone: +55 62 3521-1480

Running title: Potential geographic distribution modeling of nests of *Melipona capixaba*

* Artigo submetido à revista Journal of Insect Conservation.

Abstract

Some species occur only in locations with a restricted set of ecological conditions and their inability to adapt to new environmental conditions limits their dispersion and plays an important role in promoting vicariant isolation and speciation in mountainous regions. This work tested the possibility that the distribution of *M. capixaba* is an example of historical non-equilibrium and priority areas were identified to be considered for species preservation strategies from distribution modeling procedures. Analyses indicate that the distribution of *M. capixaba* is treated as a case of historical non-equilibrium, where there are factors that limit its dispersion and prevent that it reaches areas with similar climatic characteristics to those of the points of known occurrence. It was observed that the distribution of this species is restricted to areas of high altitude and that the locations with suitable environments for its occurrence correspond to municipalities in the southwest and central highlands of the Brazilian state of Espírito Santo. These areas are affected by the expansion of the forestry industry, grazing, farming, mineral extraction of ornamental rocks, use of pesticides, slash and burn techniques for vegetation clearing, land speculation and irregular occupation of the soil. The pattern of occurrence, restricted to the mountains, indicates the need for protection of high elevation forests. Maps generated by the models used are effective means to identify and select areas to be considered for species preservation strategies, guide field surveys to accelerate detection of unknown distribution areas, mitigate anthropogenic disturbances and guide implementation of public policies for reserves.

Keywords: *Melipona capixaba*, endangered species, restricted distribution, montane endemism, conservation, geographic distribution modeling

Introduction

Although organisms occupy almost every conceivable habitat in the biosphere some species occur only in locations with a restricted set of ecological conditions (Wiens 2004a). The evolutionary specialization of a species to a particular climate regime (Webb et al. 2002; Wiens and Graham 2005) and the inability of the species to adapt to new environmental conditions limit its dispersion (Janzen 1967; Wiens 2004a, b). On the other hand, conservation of the ecological niche (Peterson et al. 1999) on an evolutionary time scale may play a key role in promoting vicariant isolation and speciation in landscapes where favorable habitats alternate with unfavorable habitats, such as mountainous regions (Wiens 2004a,b; Kozak et al. 2006). The particular conditions of mountainous systems make individuals with some level of climatic specialization not disperse among different patches of high-elevation areas due to their inability for establishment in areas with lower elevations and distinct climatic characteristics (Janzen 1967; Wiens 2004a, b; Kozak et al. 2006).

It is well established that endemic species are susceptible to greater risk of extinction (Williams and Hero 2001; Hero et al. 2005). However, these species share two different biases that negatively affect their conservation. On one hand they tend to be naturally rare, and by definition, present restricted distribution. On the other hand, due to their rarity little is known on their biology or distribution. In this context, a tool now widely used in preservation strategies for this type of species is the modeling of species distribution (Pearson et al. 2007; Siqueira et al. 2009; Almeida et al. 2010; Marini et al. 2010). For similar reasons, these techniques have also been used to investigate the process of speciation and endemism in mountainous regions (Wiens and Graham 2005; Kozak and Wiens 2006). The modeling process utilizes geographical coordinates of the points of known occurrence of the species and relates them to environmental variables at these locations to infer on the ecological requirements of the species (Guisan and Zimmermann 2000; Austin 2002). Nevertheless, for models of rare species with small number of records (Almeida et al. 2010; Pearson et al. 2007; Peterson et al. 2002), the main approach is to map areas where these environmental requirements are found (Elith et al. 2006) and not to determine sharp boundaries for the species distribution (Pearson et al. 2007; Raxworthy et al. 2003). Thus, those models are expected to determine the possible locations of species occurrence, creating new opportunities to find new populations or priority areas for preservation (Ortega-Huerta and Peterson 2004; Rodriguez et al. 2007; Nóbrega and De Marco 2011).

The species distribution models assume that the occurrence of the species is determined by the immediate response of individuals to environmental variations (equilibrium of species distribution in relation to climate) (Araújo and Pearson 2005). However, historical non-equilibrium takes place in

different ecological and evolutionary scenarios causing the species distribution models to produce misleading estimates, which was recently evaluated by species in its initial stages of colonization (De Marco et al. 2008). In this case, although the distribution is currently determined by the environment (Rahbek et al. 2007), it is expected that there be incompatibility between the current and potential distribution due to the historical time-lag (De Marco et al. 2008). Another non-equilibrium scenario would be observed in populations with restricted distributions that do not disperse due to geographic barriers or biological interactions. In this case, the models predict extensive areas, greater than those where the species does occur and depict the potential distribution for the case in which there was no limiting factors to occupation of its niche.

A model organism in this contribution to investigate the issues discussed above regarding restricted distribution, speciation, and endemism in mountainous regions and historic equilibrium is the social bee *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae: Meliponina). This bee is endemic to the highlands of the southwest region of Espírito Santo, Brazil and its known distribution is restricted to mountainous areas between 900 and 1000 meters in elevation of the Atlantic Forest biome (Moure and Camargo 1994; Melo 1996). It is considered “vulnerable” on the Brazilian List of the Threatened Species due to the degradation of its natural habitat associated with its restricted and fragmented distribution (IPEMA 2007).

Considering this scenario, which is possibly common to many species in similar environments, two broad evolutionary and conservation questions emerge: Is it possible that this restricted distribution is only because this is a recent species still undergoing the process of colonization of new habitats? Are there existing populations of the species to be discovered or other species closely related in similar climatic niches? In this work we tested the possibility that the distribution of *M. capixaba* is an example of historical non-equilibrium, attempting to produce models for distribution that include spatial restrictions. Additionally, to mitigate the situation of risk and vulnerability to which *M. capixaba* is subject, it is sought to identify priority areas for study and potential areas to be considered for species preservation strategies from distribution modeling procedures.

Material and methods

Study species

M. capixaba is a species recently described that lives in eusocial colonies constructed in hollow trees. Workers measure approximately 10.8 mm in length and have a predominately dark-brown color (Moure and Camargo 1994).

Most known nests of *M. capixaba* are in beehives (on the original tree branches where they were constructed) that are cut and taken to determined locations by local residents or built of crude boxes for beekeeping (unstandardized boxes made of wood).

Field study

Wild nests of *M. capixaba* are rare in nature and difficult to locate, since the entrance is little evident and well camouflaged in the trunks of the trees. To find the nests in their natural environment and for their geo-referencing the support of local residents was necessary, where these individuals guided us to where these nests were found. We only use wild nests in the modeling procedures. This conservative choice excluded the information from Melo (1996), which came from beehives (within segments of the original tree where they were found) transferred to new areas near owners residences. Nevertheless, it may be more useful to assure that our model represent conditions where the species are actually observed in nature.

Study site

The municipalities where the nests were observed are located in the southwestern mountainous region of Espírito Santo, Brazil: Brejetuba (20° 13' 47.8" S; 41° 18' 34.8" W), Domingos Martins (20° 21' 20" S; 41° 04' 55.1" W), Vargem Alta (20° 28' 27.4" S; 41° 00' 43" W) and Venda Nova do Imigrante (20° 18' 51.8" S; 41° 06' 34.1" W). The vegetation of this region is the Atlantic forest (Rizzini 1992) classified by Veloso et al. (1991) as Tropical Rain Forest. The municipalities listed above are part of the relief defined as "Serra Capixaba" containing peaks greater than 1200 m in elevation. This area is part of the cold, rugged and rainy region, average minimum temperature on coldest month between 7.3 and 9.4°C and average maximum temperature of the warmest month between 25.3 and 27.8°C. The rainy season occurs between October and April and average annual rainfall varies from 943 to 1906 mm. The average relative humidity is 86.3% (Nimer 1972).

Environmental variables

The environmental variables used to produce models of potential geographical distribution were mean annual temperature, temperature seasonality (coefficient of variation), average temperature of the driest quarter, annual precipitation, precipitation seasonality (coefficient of variation) and precipitation of warmest quarter. All these variables were extracted from the WORDCLIM database (<http://www.worldclim.org>). Selection of environmental variables within the possible options available in

WORDCLIM was based on our assessment of their relevance for the species modeled. Temperature and precipitation have direct effects on the thermoregulatory capacity and external activity in the nests of social bees (Moritz and Crewe 1988; Hilário et al. 2000; Souza et al. 2006; Hilário et al. 2007), abilities that affect reproduction and persistence of the species in the environment (Jones and Oldroyd 2007). Additionally, two topographic variables were used, elevation and slope, derived from the Hydro-1K global digital elevation model (<http://eros.usgs.gov>). All variables were rescaled to a resolution of 2.5' (approximately 4.5 km) by taken the mean values of the overlapped 30'' (app. 1 km) original grid. The choice of this resolution was a compromise of the precise GPS information provided by our field work with some general concerns about how biotic interactions may affect these models. As biotic interactions are not included in the model, a larger cell is usually advised to assure that local biotic interactions in restricted habitats do not inflate false positive values (Soberon 2007). For instance, if competitive exclusion is important to a particular species distribution, a large cell may increase the chance of some local habitats are occupied by the species due to the lack of the competitor (Amarasekare 2003; Chesson 2000). Similar argument may be present to other interactions important to bee species as the presence of mutualistic flowering plants.

Spatial variables

Actual geographical distribution of a species is the intersection of abiotic, biotic and dispersion factors (Soberon 2007). As the distribution of a species is a spatial process mediated by the dispersal for suitable areas, it is expected that areas near known occurrence records are more reachable, increasing the chance to find new populations of a rare species. Thus, the inclusion of spatial variables (latitude and longitude for points of occurrence) allows for evaluating how the potential distribution models would be under restrictions on the ability of the species to reach the areas where its potential niche is favorable and simulates expansion of species distribution in a non-equilibrium scenario (De Marco et al. 2008). The analyses of potential distribution were made with the variables of altitude, slope, and the six environmental variables related to temperature and precipitation (without space) and then were repeated with the inclusion of spatial variables (with space). All analyses were repeated separately with and without the spatial variables for each modeling procedure.

Species distribution modeling

Modeling rare species are an important challenge of quantitative biological conservation. Here, we adhere to the view that the few records of rare species may not be a complete descriptor of its niche to

produce a prediction of its range, but may generate useful predictions of suitable areas for the species (Le Lay et al. 2010). Those suitable areas, hereafter “potential distribution” models for *M. capixaba* were developed using three modeling procedures with different levels of complexity: Maxent (Maximum Entropy) version 3.3.3 (Phillips et al. 2006), Mahalanobis distance (Farber and Kadmon 2003) and BIOCLIM (Beaumont et al. 2005). The option to use three methods is due to the importance of assessing the uncertainty in model results but also because these modeling techniques do not require absence data (Farber and Kadmon 2003; Elith et al. 2006; Pearson et al. 2007).

Maxent estimates the probability distribution of the known occurrence points that is closest to the uniform distribution (maximum entropy) under the constraint of environmental information. Models were generated using 1000 interactions, the logistic output format and regularization was equal to 1. The predicted distribution is in agreement with that inferred for the environmental conditions of the locations of occurrence and produces values of 0 to 1 directly related to environmental suitability (Phillips et al. 2006). The estimates of suitability were transformed into binary predictions of presence/absence by means of the threshold derived from the ROC curve (Receiver Operating Characteristic) so that only values above the threshold were considered suitable locations for the species (Elith et al. 2006). Evaluation of the models utilized the “area under the ROC curve” (AUC) (Fielding and Bell 1997). The AUC measures the ability of a model to discriminate between locations where the species is present and where it is absent (Hanley and McNeil 1982), indicating which areas are priorities in terms of their importance as habitats for the species studied (Elith et al. 2006). AUC ranges from 0 to 1 where 1 represents a perfect model, 0.5 indicates a model with no predictive ability, values lower than 0.5 indicate performance worse than random selection, and values above 0.75 indicate good predictive models (Elith et al. 2006).

The Mahalanobis distance generates ellipsoidal bioclimatic envelopes around the optimal point in ecological space and takes into account the covariance matrix between the environmental variables at the point of occurrence (Farber and Kadmon 2003). This method predicts potential sites by taking into account their distance from the centroid and expresses average environmental conditions over all records in the environmental space which allow for interpreting the model as an expression of environmental restrictions that the species suffers, including the correlations between variables. Mahalanobis distance is restricted to use on datasets with larger number of occurrence points than environmental data due to the need to estimate variance-covariance matrixes. Considering this and also the problems associated with multi-collinearity between environmental variables, the present study utilizes an innovative approach based on dimensionality reduction of environmental data through a principal component analysis (PCA).

This analysis was applied to the three modeling procedures and the first five axes of the PCA of the environmental data account for 95.7% of the total variation in environmental data (Table 1). These five axes were used in modeling with the advantage of being not correlated and allow to model the distribution even in small occurrence dataset as 6 points.

BIOCLIM uses climatic variables for the area of known species distribution generating rectilinear bioclimatic envelopes that are based on determining, for each variable, an upper and lower limit for the occurrence of the species. According to this technique, the species tolerates locations where climatic parameter are within the environmental hyperspace delimited by extreme values and produces a final prediction which assumes that there is no correlation between the points of occurrence (Beaumont et al. 2005; Elith et al. 2006; Heikkinen et al. 2006).

Results

Fourteen wild nests of *M. capixaba* were encountered, with 10 unique points (those located in different cells of the environmental variable grid, Fig. 1).

The model obtained with the BIOCLIM without space (AUC = 1; Fig. 2a), which simulates historical equilibrium, predicted the occurrence of *M. capixaba* in the Chapada Diamantina in Bahia (400 to 2033 meters in elevation); in Minas Gerais in the Serra do Espinhaço (800 to 2062 meters in elevation) of the central region of the state, the Serra da Canasta (900 to 1496 meters in elevation) in the southwest region and Serra da Mantiqueira (1200 to 2798 meters in elevation) in the south and southeast regions of Minas Gerais, Brazil. Also predicted was occurrence in the Serra dos Órgãos in the state of Rio de Janeiro (100-2275 meters in elevation), Serra do Mar (500-1877 meters in elevation) in the central region of São Paulo and Serra da Mantiqueira in the northeast region of this state, as well as the Serra do Caparaó (997 to 2892 meters in elevation) along the southwestern border of Espírito Santo with Minas Gerais near the Pedra Azul (960 to 1922m), Forno Grande (2039 feet at its highest point) and Serra do Castelo State Parks (average elevation of 758 meters and 2053 meters at its highest point). In the model with space (AUC = 1; Fig. 2b), which simulates a situation of historic non-equilibrium, prediction of *M. capixaba* occurrence was only in southwestern Espírito Santo.

The Mahalanobis distance predicts the occurrence of the species only in in southeastern Espírito Santo in models without space (AUC = 1; Fig. 2c) and with space (AUC = 1; Fig. 2d), however the latter distribution was more restricted.

Models obtained with the Maxent present AUC = 0.998 without space and 0.999 with space. In the model without space (Fig. 2e) the occurrence of *M. capixaba* occurs in the mountains and plateaus of

eastern and southeastern Brazil near the coast of the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo and Bahia and in the interior of the states of Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia and Pernambuco. In these states are located the mountain ranges Mantiqueira, Mar, Diamantina, Espinhaço, Canastra, Caparaó and their extensions. In the model with space (Fig. 2f) the occurrence of the species is registered in central and southwestern Espírito Santo, near the coast and the interior region, in southeastern Minas Gerais near the border with Espírito Santo and in the central region of Rio de Janeiro, in the Serra dos Órgãos.

Once obtaining a set of generated models, they may be combined to produce a map which identifies the number of models that predict the presence of the species at each point (Fig. 3). In the model without space there was an overlap of the three procedures (BIOCLIM, Mahalanobis distance and Maxent) in parts of the Chapada Diamantina in Bahia; Serra do Espinhaço (central region) and Serra da Mantiqueira (southeast) of Minas Gerais; southwestern highlands of Espírito Santo; Serra dos Órgãos in Rio de Janeiro and in the Serra do Mar (center) and Serra da Mantiqueira (northeast) of São Paulo (Fig. 3a). In the modeling procedure without space there was overlap in the BIOCLIM, Mahalanobis distance and Maxent only in the southeastern mountainous region of Espírito Santo (Fig. 3b).

Discussion

Predicting the potential distribution of *M. capixaba* in models without space, in the case in which there were no biotic (competitors, predators and pathogens) and/or abiotic factors (geographical boundaries) limiting their dispersal (balanced historical), resulted in its occurrence in mountainous areas near the coast, including states of northeast, south and southeast Brazil. This situation shows to be little credible and appears to reflect over-estimates in occupation of the niche of the species, which in turn may be a consequence of not being able to incorporate all the ecological and historical factors in the models that could explain the geographic distribution of the species. In fact, these models reflect the potential niche of *M. capixaba* and may be indicative of limitations in dispersion processes or interactions among species. Models that predict larger areas than those where the species actually occurs may indicate limitations in dispersion (De Marco et al. 2008).

The Mahalanobis distance was the only modeling procedure that predicted occurrence of this species in the southwest highlands of the state of Espírito Santo, even in the absence of dispersion limiting factors. This is likely due to the method in which the Mahalanobis distance deals with correction between variables, which is not explicitly present in the other models. The particular conditions of these

mountains appear to have generated a very restrictive model representing an overfitting to the conditions observed.

The BIOCLIM and Maxent models with no restriction predicted occurrence of *M. capixaba* in areas of occurrence of *M. scutellaris* in Bahia, possibly because there is similarity in the climate niches of the two species. Some researchers suggest a relationship between *M. capixaba* and *M. scutellaris*. According to Moure and Camargo (1994), *M. capixaba* belongs to the group that includes species in northeastern Brazil and would be closely related to *M. scutellaris*, a species which geographically occurs in the states of Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte and Sergipe (Moure et al. 2007). Among these, mountainous areas of the states of Bahia and Pernambuco were predicted to be appropriate for the occurrence of *M. capixaba* in the BIOCLIM and Maxent models without space. The presence of yellow markings on the clypeus and inferior paraoculars in both species, and nearly identical structure of the genitalia suggest a sister species relationship (Moure and Camargo 1994). Nascimento et al. (2000) reported the absence of anatomical and behavioral isolation mechanisms between the two species which allowed their breeding when artificially placed in the same area, suggesting that they are genetically related species and able to form hybrids. Rocha and Pompolo (1998) via cytogenetic studies verified that *M. scutellaris* originated from the Chapada Diamantina, Bahia, and *M. capixaba* from Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, indicating that species are evolutionarily close. In this case, it is possible that the reproductive isolation between *M. capixaba* and *M. scutellaris* may have resulted from the disjunction of habitats, since the potential for breeding among species was maintained. Allopatric speciation would have provided geographical separation from the ancestral species in subgroups of isolated populations.

The predicted distribution of a species within the area of occurrence of its sister species was observed by Peterson et al. (1999). These researchers found that there was similarity in the climatic niche of allopatric pairs of bird, butterfly and mammal species on both sides of the Isthmus of Tehuantepec in Mexico. Kozak and Wiens (2006) observed a similar situation in sister taxa of salamanders in the Appalachian Mountains in North America. The models predicted for six pairs of sister taxa the occurrence of a species in at least some portions of the geographic distribution of its sister taxon, indicating similarity in their climatic niches. Despite its geographic isolation the climatic niches occupied by the sister taxa were generally more similar than the absent locations between these niches. The pattern observed by the authors suggests that niche conservatism played an important role in promoting allopatric speciation and endemism of the mountain in this group of vertebrates. A similar situation may be observed for *M. capixaba* and *M. scutellaris*. The mountainous regions of Espírito Santo and Bahia

predicted in models without spatial variables are areas of similar climate separated by dissimilar climate of the plains between mountain ranges. Specializing in climatic niches (niche conservatism) of the two species limits is dispersion by impeding that they cross the plains and are exposed to different climatic regimes from those to which they are adapted. Thus, specialization in climatic niches may play a key role in promoting vicariant isolation and speciation in landscapes where favorable habitats alternate with unfavorable habitats, as in the case of mountain regions (Wiens 2004a, b; Kozak et al. 2006).

The analyses indicate that the distribution of *M. capixaba* is treated as a case of historic non-equilibrium. The inclusion of spatial variables in the model (dispersal limitation; historical non-equilibrium) produced models that predict its distribution only in the mountainous region of Espírito Santo, Minas Gerais and Rio de Janeiro, which is more compatible with the actual knowledge on this species.

The areas predicted for the presence of *M. capixaba* in the model without spatial variables are those where the species could potentially survive, taking into account the variables used for construction of the models. Several factors may therefore limit its dispersion and prevent that it reaches areas with similar climatic characteristics to those of its known occurrence points (Soberon and Peterson 2005; Soberon 2007), so that distribution is restricted to localities in accordance to the models with space. Among the factors responsible for the difference in areas predicted for the occurrence of *M. capixaba* in models with and without spatial variables, some that may be included are human influence, biotic interactions (inter-specific competition, predation), presence of geographic barriers that prevent the dispersal and colonization, the absence of some essential food source, availability of hollow trees for construction nests in the case of *Melipona* spp., intolerance to desiccation and heat on the plains, the effect of some environmental variable not used in model construction, etc.

Once obtaining a set of generated models it is possible to combine them, creating a map in which it is possible to identify the number of models that predicted the presence of the species at each point, thus allowing a more quantitative interpretation of the results. An area in which all the generated models predict the presence of the species is probably more suitable for survival than an area where few models predict its presence. When analyzing the results of the present study (in the model with space which was considered the most plausible for this species) it was found that the locations at which the three modeling procedures overlapped were those considered most suitable for the occurrence of *M. capixaba*, corresponding to the municipalities of the mountainous southwest and central regions of Espírito Santo (including the municipalities of Afonso Cláudio, Alfredo Chaves, Brejetuba, Castelo, Conceição do Castelo, Domingos Martins, Ibatiba, Iúna, Marechal Floriano, Muniz Freire, Santa Leopoldina, Santa

Maria de Jetibá, Vargem Alta and Venda Nova do Imigrante). These locations are potentially affected by expansion of the forestry industry (eucalyptus and rubber), pastures, agricultural activities focused on horticulture, mineral extraction of ornamental rocks and exploitation of granite (CEPEMAR 2004). These areas are also subject to indiscriminate use of pesticides and where slash and burn techniques have been used for clearing of vegetation for subsequent occupation with agricultural crops (PEDEAG 2008). These practices are harmful to *M. capixaba* since they destroy possible substrates for its nesting (hollow trees) and reduce the supply and quality of available food (pollen and nectar). Additionally, mountainous regions of the state are important tourist destinations due to their natural attributes, which potentiate irregular occupation of the soil, often times harmed by the reduced capacity of sanitation and environmental pollution control in general (CEPEMAR 2004; PEDEAG 2008).

Within the area of *M. capixaba* occurrence there are protected lands (Mata das Flores State Park and Forno Grande State Park in the city of Castelo; Pedra Azul State Park in Domingos Martins, Caparaó National Park in Iúna and the Cachoeira do Rio Pardo Forest Reserve in Muniz Freire) that harbor important elements of the Atlantic Rainforest ecosystem. These remnants of montane and upper montane rainforest are essential for the survival of the species that suffers a high degree of threat in terms of both its size of distribution and intensity of human activities in its area of occurrence. To ensure the preservation of *M. capixaba* its distribution would need to have larger portions contained in protected areas. The creation of new protected areas and the establishment of private reserves (Private Reserve of Nature Patrimony, PRNP) by landowners are alternative options. The establishment of RPPN's is an attractive option because it provides tax breaks to owners, maintains small fragments and provides economic opportunities of other uses related to ecotourism.

The risk and vulnerability to which *M. capixaba* is subjected makes the establishment of priority actions for its preservation extremely urgent. Maps generated by the models in the present study are effective means of identifying and selecting areas to be considered within species protection strategies, guide field surveys to accelerate detection of unknown distribution areas while maximizing both financial and time resources, indicate where efforts should be concentrated to mitigate anthropogenic disturbances and guide implementation of some public policies for reserves.

Acknowledgements

We would like to thank the residents of the study area, Mr. Jacó Fileti, Mr. Jesús Falqueto, Mr. João Grecco, Mr. José Bellon, Mr. Laurentino Ambrosin, Mr. Ozenio Zorzal and Mr. Valmir Bellon for their help in locating the nests; to INCAPER for the logistical support; to CNPq for the doctorate

scholarship provided to the first author and to the Graduate Program in Entomology of the Universidade Federal de Viçosa. PDM and LAOC research is supported by continuous CNPq productivity grants.

References

- Almeida MC, Côrtes LG, De Marco PJ (2010) New records and a niche model for the distribution of two neotropical damselflies: *Schistolobos boliviensis* and *Tuberculobasis inversa* (Odonata: Coenagrionidae). *Insect Conserv Diver* 3: 252-256
- Amarasekare P (2003) Competitive coexistence in spatially structured environments: a synthesis. *Ecol Lett* 6: 1109-1122
- Araújo MB, Pearson RG (2005) Equilibrium of species' distributions with climate. *Ecography* 28: 693-695
- Austin MP (2002) Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecol Model* 157: 101-118
- Beaumont LJ, Hughes L, Poulsen M (2005) Predicting species distributions: use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species' current and future distributions. *Ecol Model* 186: 250-269
- CEPEMAR (2004) Plano de manejo do Parque Estadual da Pedra Azul. Serviços de Consultoria em Meio Ambiente. Relatório 199/04. <http://www.idaf.es.gov.br/Pages/wfParquePedraAzul.aspx>. Accessed 10 Jun 2011
- Chesson P (2000) General theory of competitive coexistence in spatially-varying environments. *Theor Pop Biol* 58: 211-237
- De Marco P, Diniz-Filho JAF, Bini LM (2008) Spatial analysis improves species distribution modeling during range expansion. *Biol Lett* 4: 577-580
- Elith J, Graham CH, Anderson RP, Dudík M, Ferrier S, Guisan A, Hijmans RJ, Huettmann F, Leathwick JR, Lehmann A, Li J, Lohmann LG, Loiselle BA, Manion G, Moritz C, Nakamura M, Nakazawa Y, Overton JM, Peterson AT, Phillips SJ, Richardson K, Scachetti-Pereira R, Schapire RE, Soberón J, Williams S, Wisz MS, Zimmermann NE (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151
- Farber O, Kadmon R (2003) Assessment of alternative approaches for bioclimatic modeling with special emphasis on the Mahalanobis distance. *Ecol Model* 160: 115-130
- Fielding AH, Bell JF (1997) A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environ Conserv* 24: 38-49

- Guisan A, Zimmermann NE (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol Model* 135: 147-186
- Hanley JA, MacNeil BJ (1982) The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 143: 29-36
- Heikkinen RK, Luoto M, Araújo MB, Virkkala R, Thuiller W, Sykes MT (2006) Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change. *Prog Phys Geog* 30: 1-27
- Hero JM, Williams SE, Magnusson WE (2005) Ecological traits of declining amphibians in upland areas of eastern Australia. *J Zool* 267: 221-232
- Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert AMP (2000) Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Rev Brasil Biol* 60: 299-306
- Hilário SD, Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL (2007) Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). *Biotaneotropica* 7: 135-143
- IPEMA (2007) Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo. Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica. Ipema, Vitória, Espírito Santo
- Janzen DH (1967) Why mountain passes are higher in the tropics. *Am Nat* 101: 233-249
- Jones JC, Oldroyd BP (2007) Nest thermoregulation in social insects. *Adv Insect Physiol* 33: 153-191
- Kozak KH, Weisrock DW, Larson A (2006) Rapid lineage accumulation in a non-adaptive radiation: phylogenetic analysis of diversification rates in eastern North American woodland salamanders (Plethodontidae: *Plethodon*). *Proc R Soc B* 273: 539-546
- Kozak KH, Wiens JJ (2006) Does niche conservatism promote speciation? A case study in north American salamanders. *Evolution* 60: 2604-2621
- Le Lay G, Engler R, Franc E, Guisan A (2010) Prospective sampling based on model ensembles improves the detection of rare species. *Ecography* 33: 1015-1027
- Marini MA, Barbet-Massin M, Martinez J, Prestes NP, Jiguet F (2010) Applying ecological niche modelling to plan conservation actions for the Red-spectacled Amazon (*Amazona pretrei*). *Biol Conserv* 143: 102-112
- Melo GAR (1996) Notes on the nesting biology of *Melipona capixaba* (Hymenoptera, Apidae). *J Kans Entomol Soc* 69: 207-210
- Moritz RFA, Crewe RM (1988) Air ventilation in nests of two African stingless bees *Trigona denoiti* and *Trigona gribodoi*. *Experientia* 44: 1024-1027

- Moure JS, Camargo JMF (1994) *Melipona (Michmelia) capixaba*, uma nova espécie de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do sudeste do Brasil. *Revta Bras Zool* 11: 289-296
- Moure JS, Urban D, Melo GAR (2007) Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed 18 Aug 2011
- Nimer E (1972) Climatologia da região sudeste do Brasil. *RBG* 34: 3-38
- Nóbrega CC, De Marco P (2011) Unprotecting the rare species: a niche-based gap analysis for odonates in a core Cerrado area. *Diversity Distrib* 17: 491-505
- Ortega-Huerta MA, Peterson AT (2004) Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Diversity Distrib* 10: 39-54
- Pearson RG, Raxworthy CJ, Nakamura M, Peterson AT (2007) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J Biogeogr* 34: 102-117
- PEDEAG (2008) Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba: novo PEDEAG 2007-2025. <http://www.seag.es.gov.br/pedeag/livro.htm>. Accessed 10 Jun 2011
- Peterson AT, Soberón J, Sánchez-Cordero V (1999) Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267
- Peterson AT, Ball LG, Cohoon KP (2002) Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modelling methods. *Ibis* 144: E27-E32
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Model* 190: 231-259
- Rahbek C, Gotelli NJ, Colwell RK, Entsminger GL, Rangel TFLVB, Graves GR (2007) Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. *Proc R Soc B* 274: 165-174
- Raxworthy CJ, Martinez-Meyer E, Horning N, Nussbaum RA, Schneider GE, Ortega-Huerta MA, Peterson AT (2003) Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426: 837-841
- Rizzini CT (1992) Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural, São Paulo
- Rocha MP, Pompolo SG (1998) Karyotypes and heterochromatin variation (C-bands) in *Melipona* species (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Genet Mol Biol* 21

- Rodriguez JP, Brotons L, Bustamante J, Seoane J (2007) The application of predictive modelling of species distribution to biodiversity conservation. *Diversity Distrib* 13: 243-251
- Siqueira MF, Durigan G, Júnior PM, Peterson AT (2009) Something from nothing: using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. *J Nat Conserv* 17: 25-32
- Soberon J (2007) Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecol Lett* 10: 1115-1123
- Souza BA, Carvalho CAL, Alves RMO (2006) Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). *Braz J Biol* 66: 731-737
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA (1991) Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro
- Webb CO, Ackerly DD, McPeck MA, Donoghue MJ (2002) Phylogenies and community ecology. *Annu Rev Ecol Syst* 33: 475-505
- Wiens JJ (2004a) Speciation and ecology revisited: phylogenetic niche conservatism and the origin of species. *Evolution* 58: 193-197
- Wiens JJ (2004b) What is speciation and how should we study it? *Am Nat* 163: 914-923
- Wiens JJ, Graham CH (2005) Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annu Rev Ecol Syst* 36: 519-539
- Williams SE, Hero JM (2001) Multiple determinants of Australian tropical frog biodiversity. *Biol Conserv* 98: 1-10

Table 1 Environmental variables and their corresponding variables on axes of the PCA used in the model

Environmental variables	F1	F2	F3	F4	F5
Elevation	0.347	-0.419	-0.293	0.278	-0.445
Annual precipitation	-0.412	-0.034	-0.399	-0.008	-0.141
Precipitation seasonality (coefficient of variation)	0.129	-0.624	0.382	0.397	0.395
Precipitation of warmest quarter	-0.274	0.071	-0.566	0.521	0.450
Annual mean temperature	-0.461	-0.120	0.242	-0.044	0.214
Temperature seasonality (coefficient of variation)	0.363	0.496	0.120	0.077	0.424
Mean temperature of driest quarter	-0.461	-0.188	0.210	-0.231	-0.006
Slope	0.248	-0.365	-0.413	-0.658	0.446
Explained portion	48.300	17.800	17.200	7.451	4.938
Accumulated portion	48.300	66.100	83.300	90.751	95.689

Figure captions

Fig. 1 Map of area under study indicating the 14 wild nests of *M. capixaba* (some points overlap)

Map of the area under study indicating the wild nests of *M. capixaba*

Fig. 2 Prediction of potential geographical distribution of *Melipona capixaba* with (right) and without (left) spatial variables. Modeling using BIOCLIM (**a** and **b**), Mahalanobis distance (**c** and **d**) and Maxent models (**e** and **f**)

Fig. 3 Map with the combination of three different procedures for modeling the potential distribution of *Melipona capixaba*. The color scale indicates the number of models (BIOCLIM, Mahalanobis distance and Maxent) that predict the presence of *M. capixaba* at any point: without (**a** and **c**) and with spatial variables (**b** and **d**)

Figure 1

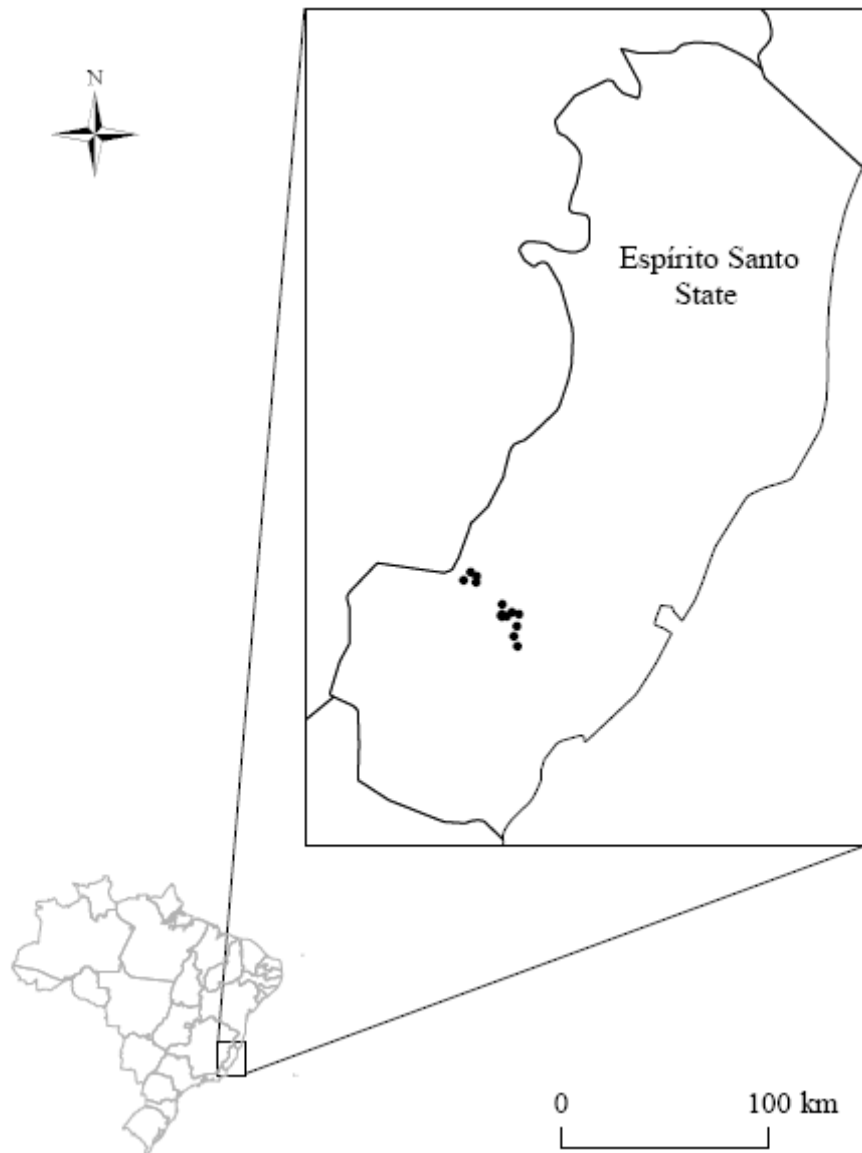


Figure 2

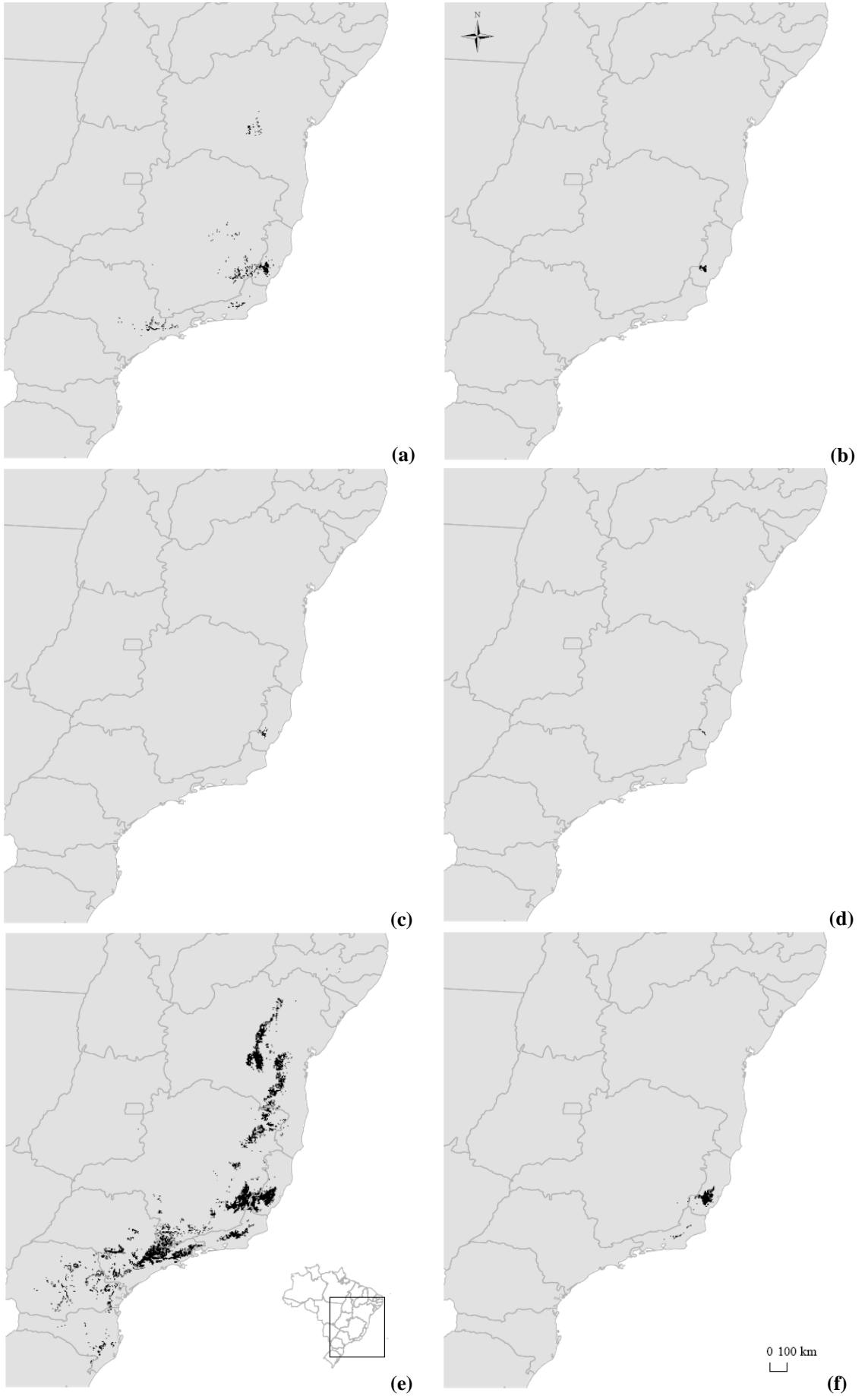
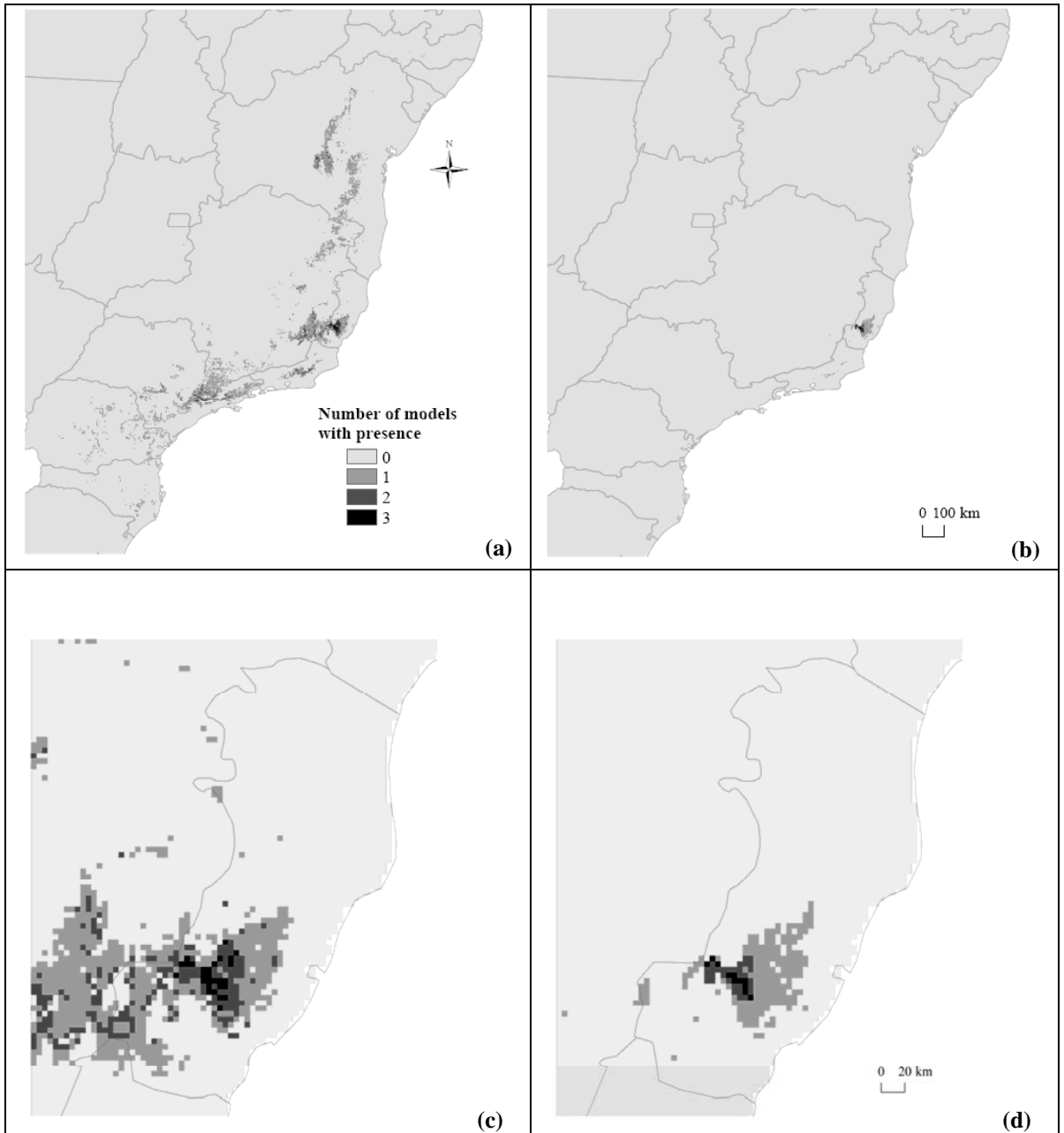


Figure 3



CAPÍTULO 4

MANEJO SUSTENTÁVEL DA URUÇU DAS MONTANHAS (*MELIPONA CAPIXABA*): VALORIZAÇÃO DE UM PATRIMÔNIO REGIONAL

CONTEÚDO

1. Apresentação
2. A **URUÇU DAS MONTANHAS**: abelha nativa do Espírito Santo e do Brasil
 - 2.1. Quem é
 - 2.2. Onde vive
 - 2.3. Polinização
 - 2.4. O alimento
 - 2.5. Fazendo o mel
 - 2.6. O pólen
 - 2.7. O ninho
 - A entrada
 - O túnel
 - Os favos de cria
 - O invólucro
 - Os potes de alimento
 - O batume
3. Melitocoria
4. Operárias, rainhas e machos
5. Defesa e inimigos naturais
6. Tolerância ao frio e ao calor
7. Por que criar a **URUÇU DAS MONTANHAS**?
8. Criação racional
9. Onde e como adquirir famílias de **URUÇU DAS MONTANHAS**?
10. Floradas
11. Extração de mel

APRESENTAÇÃO

Esta cartilha é parte dos resultados de um trabalho de pesquisa etnoecológica feita durante um curso de doutorado em Entomologia realizado na Universidade Federal de Viçosa por Bruna Serra. Contando com o apoio e a parceria do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) e com o financiamento do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) foi possível entrar em contato com o rico conhecimento que alguns criadores tinham sobre esse tipo de abelha nativa, a **URUÇU DAS MONTANHAS** (*Melipona capixaba*).

Aqui estão reunidas informações sobre a **URUÇU DAS MONTANHAS** obtidas tanto junto aos criadores da região sudoeste serrana do estado do Espírito Santo quanto a partir de pesquisas em livros, artigos científicos e trabalhos que estudantes das Universidades realizam como exigência para conclusão de seus cursos e obtenção de seus diplomas. Muito pouco se sabia sobre o manejo realizado pelos criadores desta abelha e vem daí a importância desta pesquisa. A forma pela qual a pesquisa foi feita permite que o texto dessa cartilha seja entendido como uma síntese dos conhecimentos populares e dos conhecimentos científicos.

Este registro em cartilha também tem importância pelo fato da **URUÇU DAS MONTANHAS** ser uma abelha ameaçada de extinção. Além disso, sabe-se que a maioria dos ninhos conhecidos da espécie está em cortiços nas propriedades de agricultores da região serrana do estado do Espírito Santo. Tudo indica que a persistência da espécie parece depender, em grande parte, portanto, do modo como os criadores manejam e cuidam de suas caixas ou cortiços, já que ninhos silvestres são raros.

Assim, há expectativa de que as informações aqui contidas venham a incrementar boas práticas de manejo para a perpetuação da **URUÇU DAS MONTANHAS**. Ao pretender disseminar conhecimentos a seu respeito, validados tanto pela experiência cotidiana dos criadores quanto pela ciência, pretende-se estimular a valorização social e ambiental desta espécie de abelha, que é considerada um patrimônio natural da região.

A URUÇU DAS MONTANHAS

Quem é

A **URUÇU DAS MONTANHAS**, uruçú capixaba, uruçú preta ou *Melipona capixaba*, como é conhecida no meio científico, é uma espécie de abelha nativa do Brasil, pertencente a subtribo Meliponina. Abelhas dessa subtribo também são conhecidas como abelhas sem ferrão, abelhas nativas, abelhas indígenas ou meliponíneos. Essas abelhas são ditas “sem ferrão” por terem o ferrão atrofiado sendo, portanto, incapazes de ferroar.



Uruçu das montanhas (*Melipona capixaba*) na entrada do ninho.

Onde vive

Esse meliponíneo só ocorre em regiões montanhosas e frias de Floresta Atlântica do Estado do Espírito Santo e em nenhum outro lugar do mundo. Seus ninhos na natureza são muito raros e já foram vistos em altitudes que variam de 900 a 1200 metros.

No entanto, ninhos em cortiços ou em caixas de madeira, muitas vezes levados pelas pessoas de uma região para outra já foram encontrados em locais mais baixos.

Os municípios em que a **URUÇU DAS MONTANHAS** já foi vista, seja em ninhos na natureza ou nas residências, foram: Afonso Cláudio, Alfredo Chaves, Brejetuba, Castelo, Conceição do Castelo, Domingos Martins, Marechal Floriano, Santa Maria de Jetibá, Santa Teresa, Vargem Alta e Venda Nova do Imigrante.

A URUÇU DAS MONTANHAS é, portanto, um tesouro, uma joia rara característica das montanhas capixabas.

Contudo, infelizmente, este tesouro encontra-se ameaçado de desaparecer devido à destruição de seu habitat pelo homem em razão dos desmatamentos, queimadas, monocultivos muito grandes e uso de inseticidas.

A URUÇU DAS MONTANHAS encontra-se na Lista Vermelha das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção!!!

Para que a **URUÇU DAS MONTANHAS** não desapareça é importante a nossa ajuda. De que forma? Preservando as florestas das montanhas do Espírito Santo, tendo interesse em sua produção e tomando certos cuidados, como será explicado nesta cartilha.

Cada família de **URUÇU DAS MONTANHAS** precisa de sua casa particular e a sua casa são as árvores, ou melhor, os ocos das árvores. De acordo com os criadores elas são encontradas, de preferência, na capoeira branca, catinga de bode, canela, muço branco, murici vermelho, óleo pardo, quaresmeira e chorão. Se as montanhas forem desmatadas e não reflorestadas, de preferência com árvores nativas, dentro de alguns anos as abelhas não acharão casa para morar e nós perderemos essa espécie de abelha que ajuda na construção dos arranjos ambientais e na diversidade da vegetação.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “muço branco”.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “capoeira branca”.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “chorão”.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “murici vermelho”.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “canela”.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “caatinga de bode”.



Ninho de **uruçu das montanhas** em “óleo pardo”.

**Não só as abelhas precisam das árvores. As
árvores também precisam das abelhas!!!**

Assim, a extinção da **URUÇU DAS MONTANHAS** causaria sérios problemas ecológicos já que essas abelhas são responsáveis pela polinização de várias espécies de plantas nativas. Além disso, conforme relatado pelos criadores, elas visitam também diferentes espécies de plantas nas propriedades rurais (abacate, abóbora, café, jabuticaba, laranja, limão, pitanga, tangerina, urucum etc) podendo atuar na sua polinização.

Mas, o que é polinização?



Uruçu das montanhas em flor de jabuticabeira.

Polinização

As plantas, diferentemente dos animais, não andam. Se elas não andam só podem cruzar umas com as outras e se reproduzir se houver ajuda. Mas, o que ou quem ajuda na reprodução das plantas? O vento ou mesmo a água, além de alguns animais, como abelhas, besouros, moscas, borboletas, mariposas, aves, morcegos...

Na grande maioria das vezes as abelhas são os principais animais que ajudam as plantas a se reproduzir.

A reprodução das plantas acontece quando há transferência dos **grãos de pólen** de uma flor para outra flor, que pode ou não estar no mesmo pé da planta. Isto é feito quando, por exemplo, uma abelha visita uma flor. O seu

corpo fica todo “sujo” de grãos de pólen e, ao visitar outra flor da mesma espécie, a abelha transfere esses grãos de pólen para essa nova flor, o que dá origem aos frutos e sementes. O pólen, então, é o que fecunda a flor, e ao gerar um novo fruto, dentro do qual haverá sementes, será possível dar continuidade à vida da planta mãe.

Esse processo de transferência de pólen é que chamamos de **polinização** e os animais que o fazem são chamados de **polinizadores**.

A polinização é essencial para as flores de nossos jardins, para as nossas lavouras, pomares, campos, florestas e matas. A partir da polinização é que as plantas produzem os frutos e grãos que usamos na nossa alimentação.

VOCÊ SABIA?

Um fato interessante observado sobre a URUÇU DAS MONTANHAS é que ela carrega pólen de orquídea. O pólen de orquídea é diferente da maioria dos grãos de pólen de outras plantas (que são carregados nas pernas). É um pólen grande que fica preso “nas costas” da abelha. Isto significa que a uruçú preta pode ser polinizadora de alguma ou algumas espécies de orquídeas em sua região de ocorrência.



Uruçu das montanhas com pólen de orquídea (polínia).

O alimento

Vimos que as abelhas visitam as flores e durante essas visitas realizam a polinização. Mas por que as abelhas visitam as flores? É porque nas flores elas encontram o seu alimento: os grãos de pólen e o néctar. Os grãos de pólen são utilizados, principalmente, para alimentar os filhotes e o néctar é a substância açucarada a partir da qual as abelhas produzem o mel. Esse processo é muito interessante, é um trabalho coletivo organizado e que funciona de forma muito bonita. Vejamos.

Fazendo o mel

Ao chegar ao ninho, a abelha que coletou o néctar na flor entrega-o para uma companheira que o colocará em potes. O néctar então passará por um processo de desidratação, ou seja, terá que perder água e ficar mais concentrado.

Essa perda de água vai se dar por ventilação. Assim, a abelha coloca a língua para fora expondo uma gotinha de néctar frente a uma corrente de ar feita por movimentação das asas de outras abelhas. Logo em seguida, suga o néctar para dentro por poucos segundos e o traz novamente para a língua expondo-o à corrente de ar. Esse movimento de vai e vem da língua, expondo e engolindo a gota de néctar faz a água evaporar até chegar à concentração ideal de açúcar e assim produzir o delicioso mel.

IMPORTANTE:

As colônias de URUÇU DAS MONTANHAS devem ter à sua disposição fontes de água limpa, pois as operárias coletam água que será utilizada no interior dos ninhos.

O pólen

O pólen coletado nas flores é o principal alimento protéico para as abelhas adultas e também para os seus filhotes. As abelhas campeiras coletam os grãos de pólen nas flores, colocam esses grãos de pólen de forma bem

arrumada nas perninhas de trás (as corbículas) e transportam o pólen para a colônia.

Dentro do ninho o pólen é estocado em potes de alimento exclusivos para guardar os grãos de pólen e passa por alterações físico-químicas, devido a processos de fermentação. Esses processos permitem melhor assimilação dos nutrientes e melhor preservação do alimento estocado.

Além do pólen, também são colocados nos potes sucos digestivos e microorganismos, como por exemplo bactérias benéficas à saúde. Posteriormente, esses potes são fechados e ocorre a fermentação. Após alguns dias o pólen dará origem a uma massa fermentada amarelada e de cheiro característico estando pronta para ser consumida pelas abelhas.

O ninho

A entrada

O ninho da **URUÇU DAS MONTANHAS** é constituído por uma entrada feita de barro com várias ranhuras que convergem para o centro.

Algo interessante na entrada dos seus ninhos é que há variações. Algumas entradas têm formato triangular, outras têm formato arredondado, algumas não têm quase nada de barro e são pouco enfeitadas. Às vezes podemos até encontrar minúsculas plantinhas crescendo no barro úmido da entrada.



Entradas de ninhos de **uruçu das montanhas**.



Entradas de ninhos de **uruçu das montanhas**.

Nos dias muito úmidos é comum observar alguns indivíduos se posicionarem na entrada do ninho, abrir suas mandíbulas e jogar pequenas gotinhas de água para fora.

Você pode comprovar isso observando a água empoçada logo abaixo da entrada, ou mesmo uma área escura no chão abaixo da entrada do ninho. Essa água lançada para fora, provavelmente, está associada ao controle do excesso de umidade no interior do ninho.



Uruçu das montanhas colocando água para fora do ninho.

O túnel

Após a entrada, já dentro do ninho, há o túnel de entrada. Este túnel é feito de barro e resina (substância pegajosa produzida por algumas plantas e coletadas pelas abelhas).

Após sair do túnel chegamos ao ninho propriamente dito, ao local onde estão os filhotes e os potes de alimento.

Os favos de cria

Cada filhote, que vai dar origem a uma abelha adulta, encontra-se dentro de uma célula. O conjunto de células forma os favos de cria, que são aqueles discos que ficam empilhados uns sobre os outros.

Os favos de cria são feitos de uma mistura de cera (produzida “nas costas” das abelhas) e resina de plantas. A essa mistura de cera com resina chamamos cerume.

Ao observarmos um favo de cria podemos notar que algumas regiões têm cor mais escura e outras tem cor mais clara e aspecto ressecado. As partes mais escuras são os filhotes mais novinhos e as mais claras os filhotes mais velhos, que já estão quase para nascer.

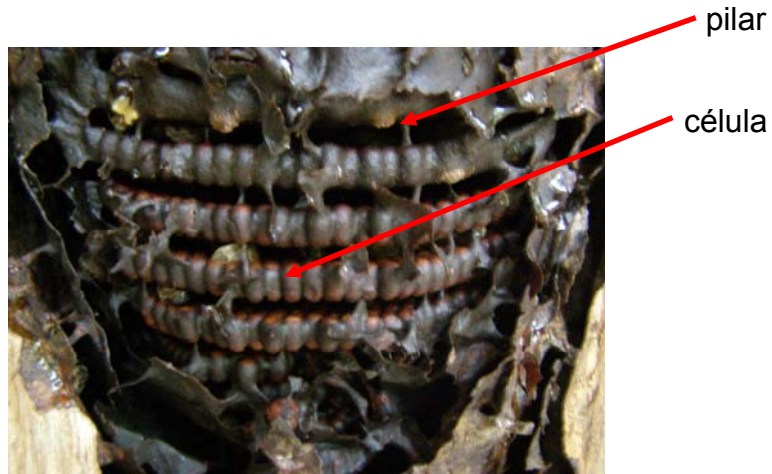
Entre cada favo de cria existem os pilares. Estas estruturas permitem que haja espaço entre um favo e outro para que as abelhas circulem.



Favos com filhotes novos. Cor escura.



Favo com filhotes velhos. Cor clara e aspecto ressecado.



Vários favos de cria

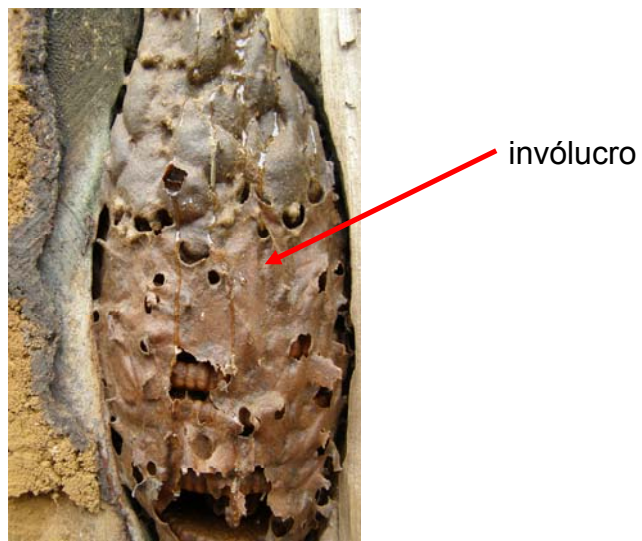
O invólucro

Os favos de cria são envolvidos pelo invólucro, que são várias camadas feitas de cerume (mistura de cera produzida pelas abelhas e resina de plantas).

A função do invólucro é proteger a parte mais importante do ninho: os filhotes, mantendo-os quentinhos e bem protegidos.



Invólucro em ninho de **uruçu das montanhas** criada em caixa de madeira.



Invólucro em cortiço de **uruçu das montanhas** transferido para caixa de madeira.

Os potes de alimento

O alimento (pólen e mel) é armazenado em potes também construídos de cerume (mistura de cera produzida pelas abelhas e resina de plantas).

Mel e pólen são armazenados em potes separados.

Dentro do ninho os potes estão localizados ao redor dos favos de cria.



Ninho de **uruçu das montanhas** em cortiço transferido para caixa de madeira.



Potes de alimento em ninhos de **uruçu das montanhas**.

O batume

O batume é feito de uma mistura de barro e resina de plantas. Sua função é delimitar o espaço que o ninho ocupa no interior das árvores e revestir todo o oco da árvore reforçando as paredes naturais do ninho.

Nos ninhos que foram transferidos para caixas de madeira, é comum que as abelhas o depositem internamente ao redor da tampa vedando frestas ou mesmo nas paredes da caixa.

Muitas vezes o batume pode apresentar pequenas perfurações, poros que permitem a ventilação.



Ninho de **uruçu das montanhas** com batume acumulado ao redor da tampa da caixa.



Ninho de **uruçu das montanhas** com batume acumulado nas paredes da caixa.

MELITOCORIA

Um aspecto observado na **URUÇU DAS MONTANHAS** e pouco freqüente em abelhas é a coleta de sementes, também conhecida por melitocoria.

A **URUÇU DAS MONTANHAS** transporta sementes de mata-pau para o interior do ninho. Possivelmente, as abelhas coletam polpa dos frutos, que tem um aspecto mucilaginoso (semelhante a uma gelatina) e ao realizar essa coleta acabam transportando sementes para dentro da colônia. Desta forma, contribuem para a dispersão das sementes da planta.

É muito comum vermos ninhos de **URUÇU DAS MONTANHAS** com mata-pau brotando dos cortiços e caixas de madeira. Você já teve a oportunidade de ver isso acontecer? Veja a foto que segue.



Mata-pau brotando em caixa de **uruçu das montanhas**.

OPERÁRIAS, RAINHAS E MACHOS

Nos ninhos de **URUÇU DAS MONTANHAS** vivem centenas de abelhas que juntas formam uma grande família. Nesta família, cada indivíduo desempenha um papel fundamental.

A maior parte das abelhas dentro de um ninho são as “operárias”. Como o próprio nome sugere, são as abelhas responsáveis pela maior parte do trabalho que deve ser feito para manter a colônia funcionando.

Qual é o trabalho das operárias?

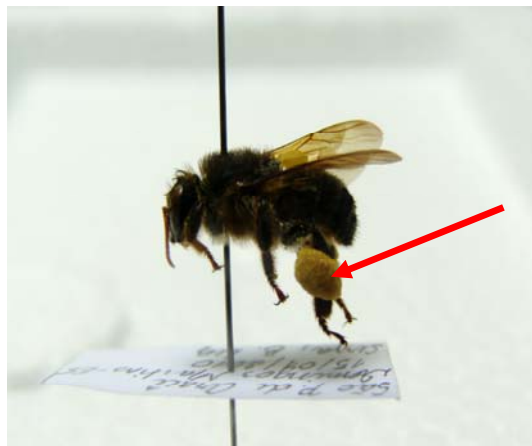
- Construção do ninho: são elas que constroem a entrada e o seu túnel, os favos de cria, o invólucro, os potes de alimento e o batume;

- São também responsáveis pela coleta de material para construção do ninho: barro e resina de plantas;



Operária de **uruçu das montanhas** carregando resina.

- Fazem a limpeza do ninho: retiram lixo e abelhas mortas levando-os para fora;
- Também coletam alimento nas flores: pólen e néctar. As abelhas que realizam essa tarefa também são chamadas de “campeiras”;



Operária com carga de pólen na perna posterior.

- Processam o alimento: transformação do néctar em mel;
- Além disso, garantem a defesa do ninho: há sempre uma abelha-guarda na entrada da colônia impedindo que inimigos entrem e que as abelhas jovens saiam da colméia e morram.



Operária de **uruçu das montanhas** guardando a entrada do ninho.

Além das operárias há a rainha e os machos.

A rainha é responsável pela postura dos ovos.

Os machos são produzidos em grande número em certas épocas do ano e sua função é fecundar a rainha durante o vôo nupcial.

DEFESA E INIMIGOS NATURAIS

As **URUÇUS DAS MONTANHAS** não possuem ferrão, mas isso não significa que elas sejam indefesas.

Então como elas conseguem se defender dos seus inimigos sem ter ferrão?

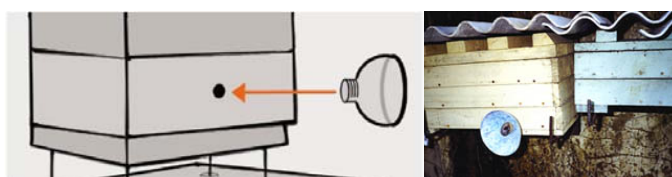
SISTEMA DE DEFESA

- Constroem o ninho em local de difícil acesso: dentro de árvores com paredes grossas e com apenas uma pequena abertura para o meio externo;
- Guardam a entrada do ninho: a abelha-guarda ataca inimigos que tentam entrar na colméia;
- Enrolam-se nos cabelos e pêlos, mordendo a pele com suas mandíbulas e tentando entrar nos ouvidos, nariz e olhos: isso acontece quando animais maiores tentam atacar a colônia, como é o caso da irara e mesmo quando nós homens as perturbamos.

E quais são os principais inimigos naturais da uruçú preta?

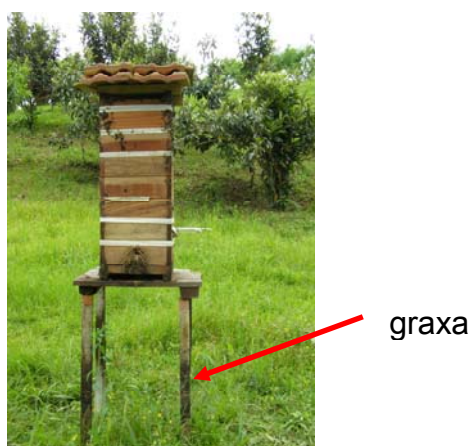
Muitos inimigos foram relatados pelos criadores. Aqui estão listados os inimigos principais e algumas medidas para seu controle já informadas pela literatura para outras espécies de abelhas parentes da uruçú preta.

- Lagartixas: inimigas número 1 da uruçú preta. Uma forma de minimizar seus ataques é colocar proteções feitas com garrafas PET (garrafas plásticas de refrigerante) na entrada do ninho, que também pode ser confeccionada com zinco. Essa proteção impedirá, ou pelo menos minimizará o acesso das lagartixas às abelhas.



Proteção contra lagartixas feita com garrafa PET ou zinco e colocada na entrada do ninho.

- Formigas: para evitar sua chegada ao ninho deve-se interromper o caminho com óleo queimado, graxa ou Bombril. No caso da graxa e do óleo queimado deve-se reaplicá-los de tempos em tempos quando for verificado que secaram e não oferecem mais proteção. Essa prática impede, ou pelo menos dificulta a subida das formigas para os ninhos. Outra opção de proteção é cavar um rebaixo revestido com concreto em volta dos suportes do abrigo. Esse rebaixo deve ser cheio de água misturada com óleo, o que impede a subida das formigas. Manter também o local limpo de galhos baixos encostados no abrigo pelos quais as formigas podem alcançar as caixas.



Proteção contra formigas: graxa no suporte que apóia a caixa.



Proteção contra formigas: gargalo de garrafa PET na base que apóia a caixa revestido internamente com graxa.

- Forídeo: são pequenas moscas escuras que se movimentam de forma rápida. São atraídas pelo cheiro do pólen ou do alimento dos filhotes e atacam preferencialmente colônias fracas. Suas larvas devoram o pólen e os filhotes e podem levar uma colônia à morte.



<http://www.biosurvey.ou.edu>

Forídeo

Podem ser combatidos com armadilhas contendo vinagre de maçã. O vinagre tem cheiro parecido com o cheiro do pólen “enganando” os forídeos que acabam caindo na armadilha.

Para isso, cortamos o fundo de uma garrafinha plástica (tipo a de água mineral) e a sua extremidade deixando a tampa. Fazemos pequenos furinhos na tampa da garrafa (o tamanho suficiente para que passe uma mosquinha, mas não passe uma abelha) e invertemos a boca sobre o fundo. Dentro do

fundo colocamos um dedo de vinagre e deixamos a armadilha no interior do ninho.

Desta forma, o forídeo atraído pelo cheiro entra através dos furinhos da tampa, não consegue sair, se afoga no vinagre e morre. As operárias podem até ser atraídas pelo cheiro, mas como os furos são pequenos não caem na armadilha.

Qualquer embalagem plástica ou até mesmo de vidro em que a tampa de plástico ou de lata possa ser furada pode ser usada na confecção desta armadilha.



Armadilha para forídeo.

Outras medidas preventivas ao ataque dos forídeos são: **1)** não transferir potes de pólen abertos para as colméias e **2)** não manejar excessivamente colônias fracas em épocas úmidas.

- **Abelha limão:** são pequenas abelhas pretas que tem um cheiro característico de limão. Essas abelhas são consideradas ladras. Invadem ninhos de outras espécies de abelhas como a **URUÇU DAS MONTANHAS**, matam suas operárias e roubam o seu alimento. Infelizmente não há muito que se fazer para combatê-la. Em geral, ninhos fortes são mais resistentes aos ataques e podem sobreviver.



<http://www.w>

Abelha limão

- Bem-te-vi e pica-pau: comem as abelhas. Em geral, não causam preocupação, principalmente se as colônias estiverem fortes e com muitas operárias.
- Irara: pequeno mamífero que vive nas matas e destroem o ninho para beber o mel. Em geral, também não causam preocupação. Como na maioria das vezes os ninhos de uruçu preta estão próximos às residências é mais fácil de “vigiar” e evitar ataques indesejados.

TOLERÂNCIA AO FRIO E AO CALOR

Os lugares onde a **URUÇU DAS MONTANHAS** ocorre são locais em que no inverno as temperaturas podem chegar a 5°C graus e no verão podem ultrapassar 30°C.

A **URUÇU DAS MONTANHAS**, em especial os seus filhotes, precisam que haja uma temperatura adequada dentro do ninho para que possam se desenvolver normalmente. O interior da colônia não pode ser nem muito quente nem muito frio. Caso contrário, os filhotes podem morrer e até mesmo as abelhas adultas.

Então como a **URUÇU DAS MONTANHAS** faz para manter o interior do ninho com uma temperatura que seja boa?

Simple! O próprio local onde o ninho é construído e a disposição de suas estruturas internas ajudam a mantê-lo quentinho. A madeira da árvore ou da caixa serve como isolante térmico e conservam o calor. Esse calor pode ser o do sol que bateu na madeira durante o dia ou mesmo o calor produzido dentro do ninho pelas abelhas.

Outra forma de manter os filhotes aquecidos é através da construção do invólucro ao redor dos favos de cria. Essas várias camadas de invólucro funcionam como se fosse um cobertor.

Além disso, as colônias possuem uma única abertura pequena e protegida pelo tubo de entrada. Isso diminui a entrada do ar mais frio do ambiente para dentro do ninho e minimiza a saída do ar quente da colônia para fora.

E o que acontece quando dentro do ninho está muito quente?

As operárias batem as asas, funcionando como um ventilador, e desta forma forçam a saída do ar quente para fora resfriando a colméia.

POR QUE CRIAR A URUÇU DAS MONTANHAS?

A criação racional da **URUÇU DAS MONTANHAS** ou de outras abelhas nativas chama-se meliponicultura.

A criação dessas abelhas contribui para a preservação da espécie, que se encontra ameaçada de extinção. Além disso, essa atividade também ajuda a manter a qualidade do seu habitat visto que polinizam plantas nativas e cultivadas.

É, portanto, uma atividade sustentável, que faz bem ao ambiente.

Os criadores de URUÇU DAS MONTANHAS que participaram desta pesquisa, disseram que o mel desta abelha é muito bom para tratar gripes, resfriados e rouquidão. Acompanhando pães, bolos, biscoitos e sorvetes é utilizado na alimentação. Para outras pessoas, o interesse pela criação desta espécie se deve ao aumento da renda familiar proporcionado pela comercialização do seu mel. Mas, para muitos deles, o maior benefício da criação desta abelhinha é o prazer de ter seus ninhos e de vê-las trabalhar de sol a sol.



Caixas de **uruçu das montanhas** enfeitando o jardim de uma residência.

A criação da **URUÇU DAS MONTANHAS** deve ser realizada com responsabilidade para evitar que a situação de risco de extinção que a espécie sofre se agrave ainda mais. Para isso, é de extrema importância a não retirada de ninhos nas matas e a preservação daqueles que já se encontram nas residências.

A **URUÇU DAS MONTANHAS** é mansa, adapta-se a colméias racionais e ao manejo e produzem um mel saboroso e apreciado. Além do mel, essas abelhas podem ser exploradas em educação ambiental, turismo ecológico e paisagismo.

É uma atividade que pode ser integrada a plantios florestais de fruteiras e de culturas de ciclo curto, podendo contribuir, através da polinização, com o aumento da produção agrícola e regeneração da vegetação natural, desde que essas culturas evitem o uso de agroquímicos.

É nosso dever preservar estas abelhas que são tão úteis, evitando a sua extinção, colhendo seu magnífico mel e permitindo que as gerações futuras tenham a oportunidade de desfrutar dos benefícios que elas nos proporcionam.

A sociedade agradece aos criadores responsáveis pela perpetuação da espécie.

CRIAÇÃO RACIONAL

Entre os criadores de **URUÇU DAS MONTANHAS**, existem aqueles que quando encontram um ninho, cortam a árvore e levam o cortiço para próximo de sua casa, para extrair o mel ou apenas pelo prazer de tê-las por perto. Esse é um costume que precisa mudar, pois, como vimos aqui, esta abelhinha exige muito cuidado no seu manejo.

Outro tipo de criador é aquele que transfere o ninho para uma caixa de madeira por ela ser mais leve e mais fácil de manejar. Mas temos de ter cuidado com essas caixas: que madeira estamos usando? Onde estamos colocando essas caixas?

A madeira utilizada para confecção das caixas não pode ser tratada com nenhum produto que seja tóxico às abelhas. Deve ser madeira que já tenha secado e perdido o seu cheiro.

Aqui vamos sugerir uma forma inteligente e cuidadosa para se criar as abelhas sem ferrão que é através da utilização das chamadas “caixas racionais”. As caixas racionais “imitam” o oco da árvore, com a vantagem de facilitar a multiplicação dos ninhos e a colheita do mel.

Em geral, são constituídas por várias alças que se sobrepõem podendo aumentar ou diminuir a disponibilidade de espaço interno conforme as necessidades das colônias. Em épocas de florada, em que há grande coleta e armazenamento de pólen e néctar pelas abelhas, podemos colocar alças e favorecer o estoque de mel. Já no inverno, quando há menor disponibilidade de alimento, podemos manter o mínimo de alças possíveis, o que ajuda as abelhas a manter o ninho bem quentinho.

Ainda não foi desenvolvido um modelo próprio para a criação racional da **URUÇU DAS MONTANHAS**. No entanto, o modelo com espaço interno livre de 22 X 22 cm e espessura da madeira de 3 cm têm-se mostrado promissor.



Caixa para a criação racional de **uruçu das montanhas** ainda em experimento.

ONDE ADQUIRIR FAMÍLIAS DE URUÇU DAS MONTANHAS?

Há duas formas de adquirirmos novas famílias de **URUÇU DAS MONTANHAS** sem a necessidade de derrubada de árvores na natureza.

A primeira é a atração de novos ninhos utilizando-se “caixas iscas” que são as caixas racionais sobre as quais já falamos colocadas em locais estratégicos.

Podem ser utilizadas caixas nas quais estiveram instaladas colônias dessas abelhas, que foram transferidas e que ainda contêm restos da colônia original. Outra opção, caso a caixa que possuímos nunca tenha sido ocupada, é colocarmos um pouco de cerume retirado de outras colônias de **URUÇU DAS MONTANHAS**. Estas caixas devem estar bem fechadas e possuir uma abertura por onde as abelhas possam entrar. Devem ser colocadas em locais protegidos onde existam colônias naturais que possam ocupá-las e devem ser periodicamente inspecionadas.

A outra forma de aquisição de novas famílias de **URUÇU DAS MONTANHAS** é através da divisão de famílias já existentes. Devemos sempre lembrar que colônia boa para ser dividida é aquela que é forte, tem muitos filhotes e muito alimento.

Para formar uma colônia nova usamos duas “colônias velhas”: uma doará filhotes e alimento e a outra doará operárias.

Vejamos agora o passo-a-passo para a montagem de uma nova colônia:

Colônia doadora de filhotes e alimento

1º passo: retirar desta colônia três favos com filhotes velhos que são aqueles que já estão quase para nascer, reconhecidos por sua cor mais clara, mais amarelada. Retirar também cerume e potes de alimento com mel e pólen tendo muito cuidado para não danificar os potes;

O mel contido em potes danificados pode ser devolvido à colônia mais tarde, em pequenas doses, colocadas em alimentadores. O pólen pode ser devolvido, após o restabelecimento da colônia, em potes de alimento cuidadosamente fechados.

2º passo: colocar um pouco de cerume entre os favos de cria (imitando os pilares que as operárias constroem) e entre os favos de cria e o fundo da

colméia. Isso é importante para garantir que haja espaço suficiente para a circulação das abelhas;

3º passo: após a montagem da colônia, fechar a caixa de modo a não deixar frestas por onde possam entrar formigas, forídeos ou abelhas ladras. Para a proteção contra formigas o suporte da nova colônia pode ser untado com graxa impedindo a chegada destes insetos ao ninho;

LEMBRAR QUE:

Só devem ser colocados na nova colônia potes de alimento fechados. Potes de pólen rachados atraem forídeos que se alimentam do pólen e proliferam na colméia. A proliferação de forídeos pode levar à destruição da colônia.

Colônia doadora de operárias

4º passo: colocar a colônia nova no lugar da colônia doadora de operárias. A colônia doadora de operárias deve ser colocada distante da nova colméia que está se formando (aproximadamente a 30 metros de distância);

Fazemos isso para suprir a nova colônia com abelhas campeiras.

5º passo: garantir que a nova colônia esteja bem protegida contra o ataque de formigas, pois nesta fase ainda está desorganizada e não consegue se defender.

ATENÇÃO

- a divisão de colônias deve ser realizada em época em que as abelhas estejam trabalhando intensamente;
- a divisão de colônias deve ser feita em dia quente e só envolver colônias fortes, com bastante alimento e filhotes;
- não se deve realizar divisão quando as abelhas não estiverem trabalhando normalmente, em especial nas épocas frias. No inverno as novas colônias terão dificuldades em manter o ninho aquecido, poderão ficar muito tempo desorganizadas e sujeitas a ataques de predadores e parasitas.
- devemos por fim lembrar que cada colônia é única e uma técnica usada em uma pode não servir para outra. É sempre um trabalho de paciência. Lidar com estas abelhinhas requer muita observação e dedicação.

FLORADAS

Conforme falado anteriormente e também verificado na identificação dos grãos de pólen coletados pela **URUÇU DAS MONTANHAS**, esta abelhinha visita espécies de plantas da floresta e espécies de plantas cultivadas próximo às residências. Sendo que estas últimas podem ser ornamentais ou frutíferas.

A seguir, estão listadas as espécies vegetais identificadas como visitadas pela **URUÇU DAS MONTANHAS** para coleta de pólen:

Plantas

Abacate
Alecrim-do-campo
Alfafa-do-campo
Algodãozinho ou rabo-de-gato
Amarelinha ou olho-preto
Angico
Assa-peixe
Brinco-de-mulata ou casco-de-tatu
Caapeba ou pariparoba
Café
Cambará

Plantas

Camboatá
Capixingui
Capororoca
Cássia ou fedegoso
Chacrona
Chocalho ou guizo-de-cascavel
Erva-baleeira ou maria-preta
Erva-de-passarinho
Erva-de-santa-cruz
Erva-grossa ou língua-de-vaca
Espinheiro ou sabiá ou maricá
Esponja
Eucalipto
Flamboyant-de-jardim ou pau ferro
Fruta-do-sabiá ou marianeira
Guapuruvu
Hortelã-do-campo
Ingá
Jacarandá
Jabuticaba
Jurubeba ou fumo-bravo ou lobeira
Laranja
Limão
Malva
Maminha-de-porca
Margarida
Maria-mole ou carne-de-vaca
Murta ou pitanga
Palmito juçara
Pata-de-vaca
Pau-jacaré
Pau-pólvora
Pau-pombo
Sete cascas
Taboa
Tangerina
Timbó ou tingüí
Trapoeraba
Unha-de-gato

As plantas da floresta são de grande importância na alimentação da URUÇU DAS MONTANHAS!!!

A visitação às flores de eucalipto deve ser vista com cuidado já que não há estudos sobre o valor nutricional do seu pólen. Também não se sabe quais conseqüências uma dieta baseada em pólen de eucalipto, que é uma espécie

vegetal exótica, pode acarretar ao desenvolvimento das abelhas jovens e adultas da **URUÇU DAS MONTANHAS**.

EXTRAÇÃO DE MEL

Como saber se chegou a hora de retirar o mel?

Podemos reconhecer este momento ao abirmos os ninhos e verificar que estão repletos de potes fechados.



Ninho de **uruçu das montanhas** com muitos potes de alimento fechados. Chegou a hora de extrair o mel.



Ninho de **uruçu das montanhas** com muitos potes de alimento abertos. Ainda não é chegada a hora de extrair o mel.

Apenas o mel amadurecido, aquele que está em potes fechados pode ser colhido. O mel que está em potes abertos ainda não amadureceu, possui muita água.

Se misturarmos o mel maduro com o mel não maduro este mel vai azedar e se tornar impróprio para o nosso consumo.

**A higiene é fundamental para evitar que o mel estrague.
Por esta razão, devemos ter o máximo de cuidado no
momento da sua retirada.**

Para fazer a coleta é preciso levar o ninho para um local limpo. Com a ponta de uma faca fazemos um pequeno buraco no pote e com uma seringa (que dever ser nova, sem agulha e usada unicamente para essa finalidade) ou uma bomba a vácuo sugamos o mel, que é colocado em uma vasilha limpa e esterilizada.

Em seguida, este mel deve ser coado utilizando-se um pedaço de tecido limpo usado só para esta finalidade, que tenha sido lavado e enxaguado até retirar todo o gosto de sabão. Temos de coar, pois, por mais cuidado que se tenha um pouco de cerume e fragmentos de batume acabam caindo no mel retirado.

Em seguida, o mel deve ser colocado nos frascos (já previamente esterilizados) em que serão guardados.

NÃO SE ESQUEÇA: Uma parte do mel existente na colmeia deve ser sempre deixada para o consumo das abelhas.



Mel de urucu das montanhas.

IMPORTANTE SABER QUE:

- **Não devemos ferver o mel. A fervura faz com que o mel perca suas características que fazem bem a saúde. Além disso, quando o mel é fervido, são produzidas substâncias cancerígenas.**
- **Não devemos virar o ninho para retirar o mel. Ao virarmos o ninho fazemos com que os filhotes morram afogados em seu alimento dentro das células. Com isso acabamos por matar muitos filhotes e enfraquecemos a colônia.**

PARA SABER MAIS, VER TAMBÉM:

- Davi Said Aidar. 1996. A mandaçaia: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). Séries Monografias n°04, Ribeirão Preto, 104p.
- Lucio Antonio de Oliveira Campos e Rui Carlos Peruquetti. 1999. Biologia e criação de abelhas sem ferrão. Informe Técnico Ano 20, N° 82, Viçosa, Minas Gerais, 36p.
- Luiz Fabio Feitoza Caliman. 2008. Está salva, geneticamente, a *Melipona capixaba*. Revista Mensagem Doce, n° 96.
- Paulo Nogueira-Neto. 1997. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Editora Nogueirapis, São Paulo, 445p.
- Warwick Estevan Kerr, Gislene Almeida Carvalho e Vânia Alves Nascimento. 1996. Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação. Fundação Acangú, Belo Horizonte, 144p.

PARTICIPARAM DESTA PESQUISA:

- Alcides Gagno
- Antonio Bellon
- Claudiomar Gagno
- Deolindo Grecco
- Jésus Falqueto
- José Valin
- Laurentino Ambrosim
- Moacir Bellon
- Ozenio José Zorzal
- Pedro Mistura
- Valerino Domingos Ébani
- Zenóbio Filetti

A todos eles, nossos agradecimentos fraternos. O que nos ensinaram ficará para filhos e netos. E, com certeza, a natureza também agradece.

CONCLUSÕES GERAIS

- Os principais recursos tróficos poliníferos usados por *Melipona capixaba* pertencem às famílias Myrtaceae e Melastomataceae, destacando-se em importância o tipo polínico *Eucalyptus* em sua dieta.
- Embora o tipo polínico *Eucalyptus* tenha sido o mais frequente, sua abundância deve ser vista com cautela. Não se sabe quais efeitos a composição de seu pólen pode acarretar ao desenvolvimento de indivíduos de *M. capixaba*.
- *M. capixaba* realiza melhor termorregulação na área da cria quando comparada à termorregulação na área externa à cria.
- *M. capixaba* mantém a temperatura na área da cria em aproximadamente 30°C.
- A distribuição geográfica de *M. capixaba* mostra-se como um caso de não equilíbrio histórico. Existem fatores limitando a sua dispersão e impedindo o alcance de áreas com características climáticas semelhantes àquelas de seus pontos de ocorrência conhecidos.
- A distribuição geográfica de *M. capixaba* é restrita a áreas de elevada altitude da região sudoeste serrana do estado do Espírito Santo.
- Os locais com maior adequabilidade ambiental para ocorrência de *M. capixaba* correspondem a áreas afetadas pela silvicultura, pastagens, atividades agrícolas, extração de rochas ornamentais, uso de agrotóxicos e do fogo, especulação imobiliária e ocupação desordenada do solo.
- A maioria dos ninhos conhecidos de *M. capixaba* está em cortiços nas propriedades de agricultores da região serrana do estado do Espírito Santo.

- O registro das informações obtidas nesta pesquisa, juntamente com as informações fornecidas pelos criadores de *M. capixaba* em cartilha, ajudará a difundir melhores práticas de manejo para a espécie.

ANEXO I

CAPÍTULO 1

Pranchas dos tipos polínicos

Figura 1

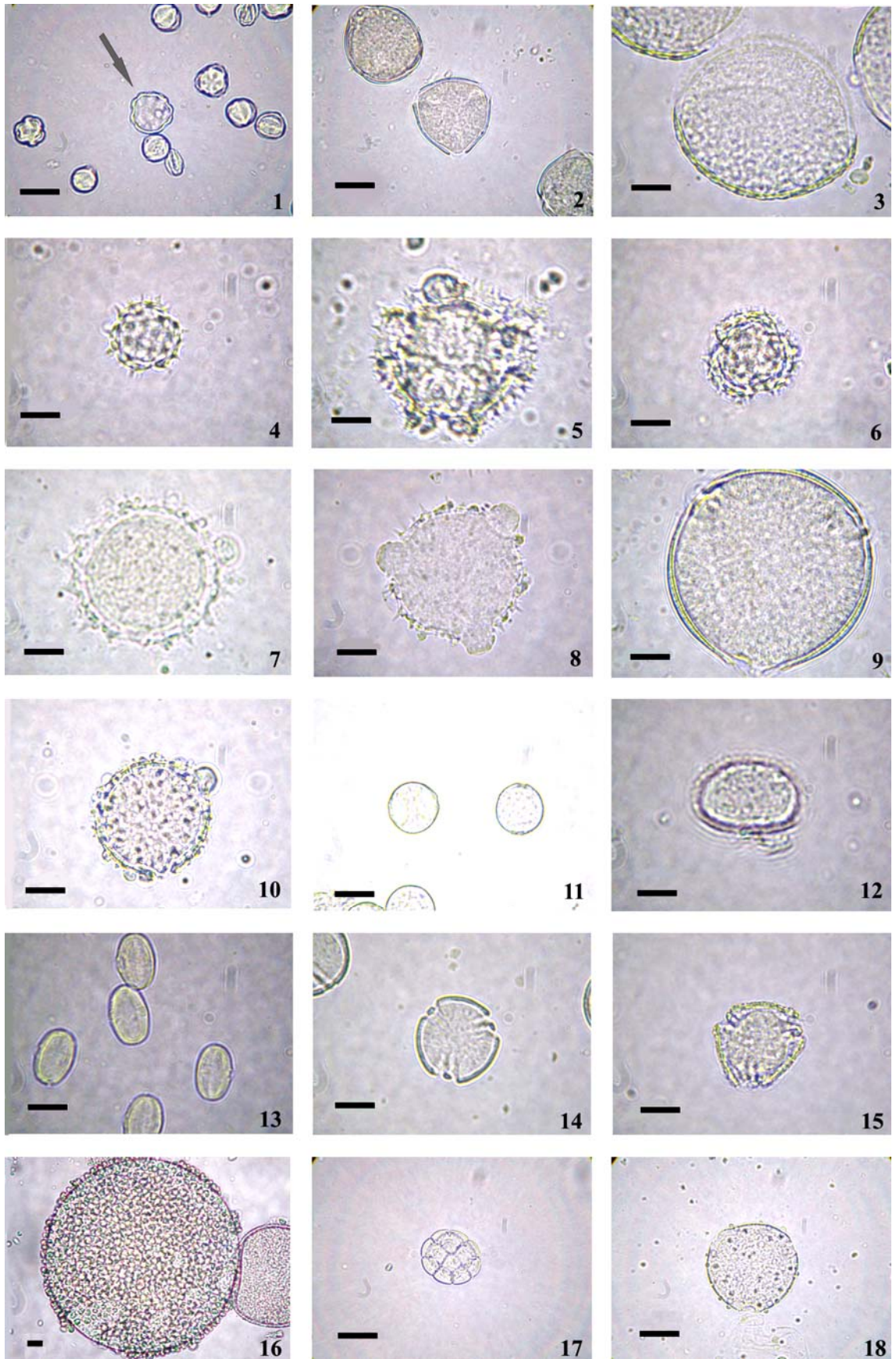


Figura 2

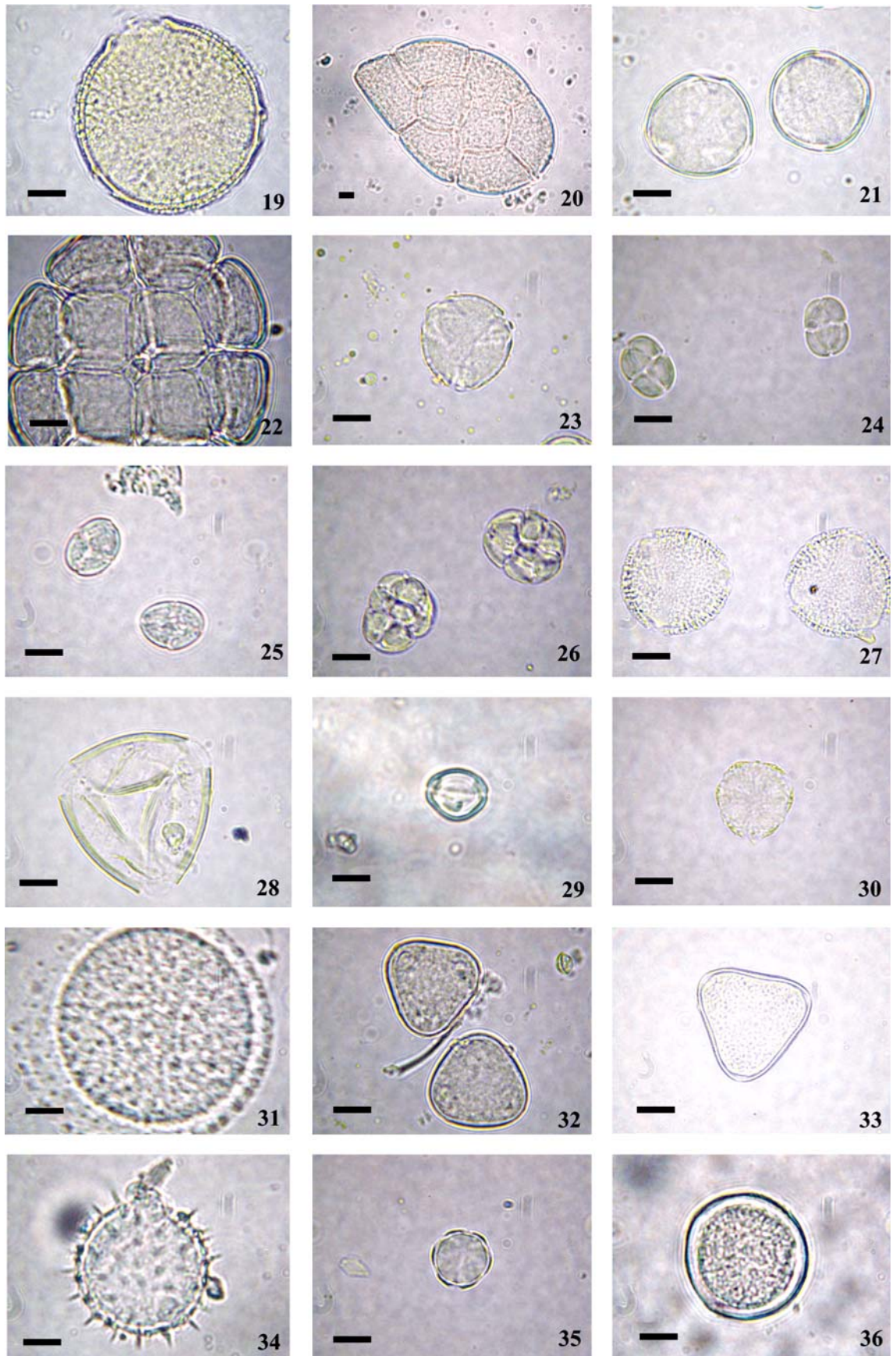


Figura 3

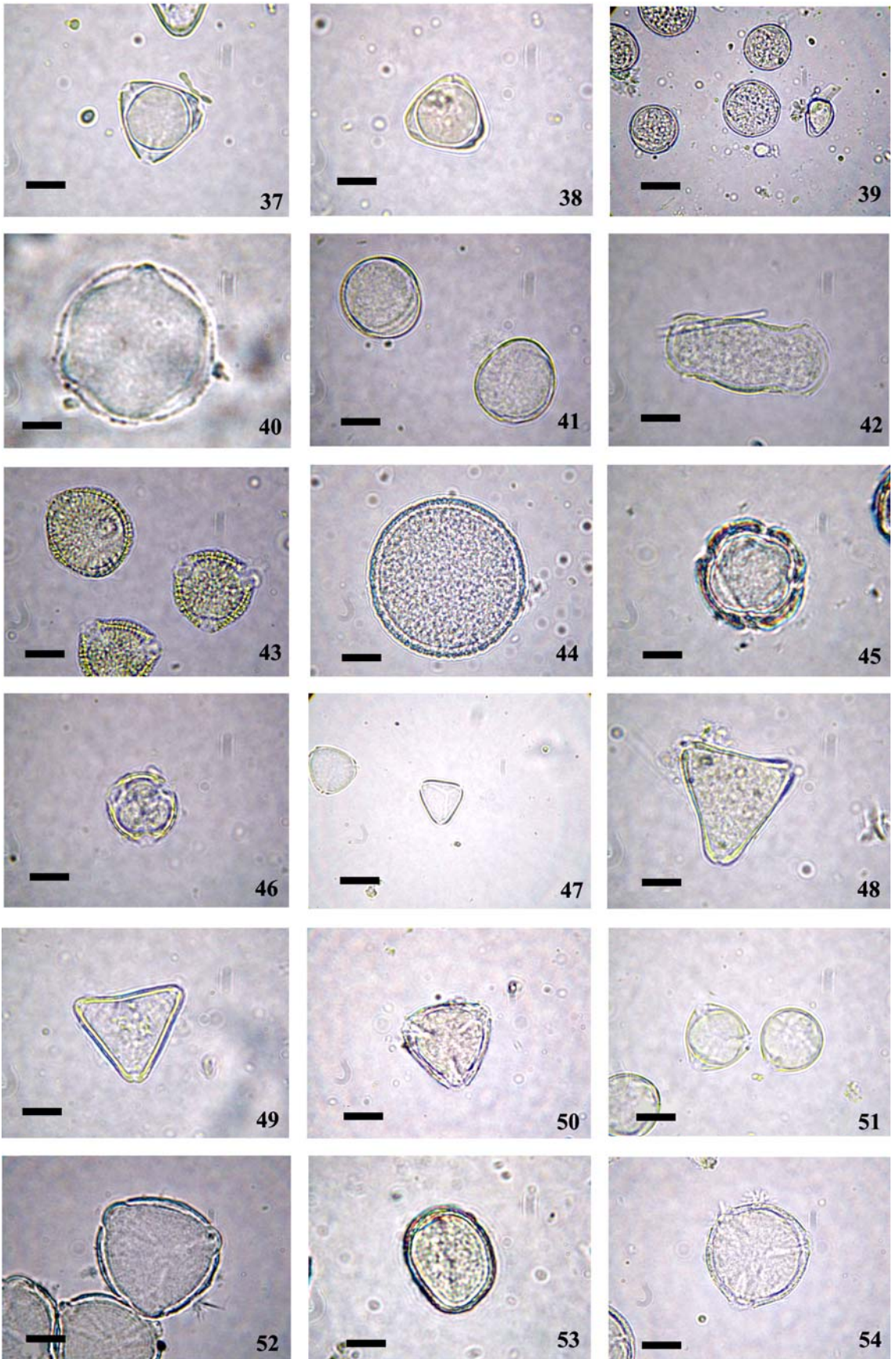


Figura 1 Tipos polínicos observados nas amostras das corbículas e estocados em potes de alimento de ninhos de *M. capixaba*. **Fig.1:** Acanthaceae, *Thunbergia*. **Fig. 2:** Anacardiaceae, *Tapirira*. **Fig. 3:** Arecaceae, *Euterpe/Syagrus*. **Figs. 4-8:** Asteraceae. **4.** *Baccharis*. **5.** *Elephantopus*. **6.** *Eupatorium*. **7.** *Montanoa*. **8.** *Vernonia*. **Fig. 9:** Bignoniaceae, *Parabignonia*. **Fig. 10:** Boraginaceae, *Cordia*. **Fig. 11:** Cannabaceae, *Trema micrantha*. **Fig. 12:** Commelinaceae, *Commelina virginica*. **Figs. 13-16:** Euphorbiaceae. **13.** *Acalypha*. **14.** *Alchornea*. **15.** *Aparisthium*. **16.** *Croton*. **Figs. 17-18:** Fabaceae. **17.** *Acacia*. **18.** *Bauhinia forficata*. Escalas nas figuras = 10µm

Figura 2 Tipos polínicos observados nas amostras das corbículas e estocados em potes de alimento de ninhos de *M. capixaba*. **Figs. 19-29:** Fabaceae. **19.** *Caesalpinia*. **20.** *Calliandra*. **21.** *Crotalaria*. **22.** *Inga*. **23.** *Machaerium*. **24.** *Mimosa caesalpiniaefolia*. **25.** *Mimosa verrucosa*. **26.** *Piptadenia communis*. **27:** *Schizolobium parayba*. **28.** *Senna*. **29.** *Stylosanthes*. **Fig. 30:** Lamiaceae, *Hyptis*. **Fig. 31:** Lauraceae, *Persea*. **Figs. 32-33:** Loranthaceae. **32.** *Phthirusa*. **33.** *Struthanthus*. **Fig. 34:** Malvaceae, *Sida*. **Fig. 35:** Melastomataceae/Combretaceae. **Fig. 36:** Monocotiledônea. Escalas nas figuras = 10µm

Figura 3 Tipos polínicos observados nas amostras das corbículas e estocados em potes de alimento de ninhos de *M. capixaba*. **Figs. 37-38:** Myrtaceae. **37.** *Eucalyptus*. **38.** *Myrcia*. **Fig. 39:** Myrsinaceae, *Myrsine*. **Fig. 40:** Nyctaginaceae, *Guapira*. **Fig. 41:** Olacaceae, *Heisteria*. **Figs. 42-44:** Rubiaceae. **42.** *Coussarea*. **43.** *Faramea*. **44.** *Psychotria*. **Figs. 45-46:** Rutaceae. **45.** *Citrus*. **46.** *Zanthoxylum*. **Figs. 47-49:** Sapindaceae. **47.** *Cupania*. **48.** *Paullinia*. **49.** *Serjania*. **Figs. 50-52:** Solanaceae. **50.** *Acnistus*. **51.** *Solanum*. **52.** Tipo Solanaceae. **Fig. 53:** Typhaceae, *Typha*. **Fig. 54:** Vernenaceae, *Lantana*. Escalas nas figuras = 10µm

ANEXO II

CAPÍTULO 4

Entrevista em profundidade

Entrevista em profundidade

1. Identificação

Nome:

Município:

Idade:

Estado civil:

Posse da propriedade:

Tempo de residência na região:

Tamanho da propriedade:

Nome da propriedade:

Situação profissional/Fonte de renda:

Tipo de mão-de-obra utiliza: () familiar () patronal

Qual parentesco? () esposa () filho outros (especificar) _____

Quantas pessoas trabalham? _____

Escolaridade:

Número de componentes na família:

2. Por quais nomes populares conhece a *M. capixaba*?

() uruçú capixaba

() uruçú preta

() uruçú negra

() uruçú da terra fria

() uruçú pé-de-pau

() outros especificar: _____

3. Como adquiriu as colônias?

() ganhou de alguém (avô, pai, tio...)

() retirou da mata

() comprou

() por divisão

4. Há quanto tempo possui essas colônias? (tempo de experiência) _____

5. Quantos ninhos possui? _____

6. Possui algum conhecimento sobre criação de abelhas?

() sim () não

() outros especificar: _____

7. As colônias que possui se mantêm nos troncos originais das árvores (cortiços) ou foram transferidas para caixas?

() cortiço () caixa

8. Já foi feita alguma divisão dos ninhos encontrados em cavidades naturais em colméias filhas?

() não se fez nada () só transferência

() transferência e divisão

9. Os ninhos encontrados estavam em quais espécies de árvores?

() mata pau () canela amarela

() outros especificar: _____

10. Havia mais de um ninho de *M. capixaba* na mesma árvore?

() sim () não

Quantos? _____

11. Ao localizar um ninho no mato costuma fazer o que?

() retirar () manter no mesmo local

() outros especificar: _____

12. É necessário tomar algum cuidado para que a rainha e operárias não morram?

() sim () não

Qual(is)?

13. É necessário algum cuidado especial com o toco para que o ninho não morra?

() sim () não

Qual(is)?

14. Tem notado algum animal que considere praga? Que prejudique as abelhas?

() sim () não

15. Quais?

() formigas

() lagartixas

- polinização de culturas
- produção de mel
- educação
- venda de colônias
- produção de própolis
- pesquisa
- outros especificar: _____

22. Retira mel das colônias?

- sim
- não

23. Qual quantidade? _____

24. Com qual periodicidade retira mel?

- trimestralmente
- semestralmente
- anualmente
- outros especificar: _____

25. Qual o destino desse mel retirado?

- venda
- consumo próprio

Se consumo próprio, com qual finalidade?

- culinária
- remédio
- cosmético
- outros especificar: _____

Se venda, para quem? _____

26. Quanto recebeu com a última venda? _____

27. Qual a melhor época para colheita?

- janeiro/março
- abril/junho
- julho/setembro
- outubro/dezembro

28. A qualidade, aparência, aspecto do mel muda ao longo do ano?

- sim
- não

29. A que se deve essa mudança de aparência?

() floradas () inseticidas, pesticidas (agroquímicos)
 () outros especificar: _____

30. O que pode influenciar na qualidade do mel?

() floradas () inseticidas, pesticidas (agroquímicos)
 () outros especificar: _____

31. Do que você acha que as abelhas se alimentam?

() pólen () mel
 () outros especificar: _____

32. Considera a flora apícola de sua região:

() ótima () boa
 () regular () ruim

33. De quais plantas essas abelhas gostam? (**Calendário sazonal**).

Há alguma planta ou árvore que elas não gostam? Ocorre na região?

Na propriedade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abri	Mai	Jun	Jul	Ago	Setem	Outu	Nov	Deze
Na região												

34. Além das plantas, visitam algum outro recurso?

() engenho de açúcar / garapa () suco
 () outros especificar: _____

35. Em relação ao eucalipto, acha que é benéfico para as abelhas?

() sim () não

36. Visitam suas flores?

() sim () não

37. Houve alguma modificação no mel após implantação de plantios de eucalipto nas proximidades?

() sim () não

38. Qual(ais) alterações percebe? _____

39. Você tem contrato de fomento florestal?

() sim () não

Se sim,

40. Quando fez? _____

41. Tem mais de um contrato? _____

42. Quantas vezes já colheu? _____

43. Com qual finalidade utiliza a madeira?

() produção de carvão () lenha

() outros especificar: _____

Se não,

44. Já teve contrato de fomento florestal?

() sim () não

45. Seus vizinhos têm contrato de fomento florestal?

() sim () não

46. Quantas colheitas já fizeram? _____

47. Faz uso de algum insumo agrícola?

() sim () não

48. Qual? (nome do produto) _____

49. De que tipo é?

() pó

() grânulos

() líquido

() outros especificar: _____

50. Contra que?

() formiga

57. Poderia sugerir para a universidade coisas que deveríamos pesquisar?

58. Na sua opinião, o que pode ser feito para que a urucu capixaba não desapareça?
