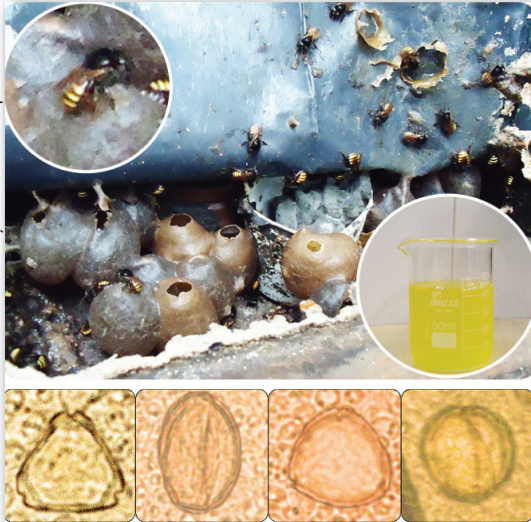


Ilustração: Gerson Lopes Teixeira



Mel de mandaçaia - *Melipona quadrifasciata* (Lepeletier): parâmetros físico-químicos e espectro polínico

Suelen Ávila¹
Polyanna Silveira Hornung²
Gerson Lopes Teixeira³
Marcia Regina Beux⁴
Rosemary Hoffmann Ribani⁵
Guilherme Schnell e Schühli⁶
Marcelo Lazzarotto⁷

A criação de abelhas sem ferrão é considerada uma atividade adequada ao desenvolvimento sustentável, já que auxilia a restauração ambiental e oferece uma renda complementar aos criadores, desenvolvendo assim, importante papel econômico, social e ecológico. Essa atividade vem despertando o interesse de muitos criadores e instituições do Brasil. Na criação de abelhas, existem duas grandes linhas de estudo: a apicultura e a meliponicultura. Dentro da apicultura, o conhecimento sobre o mel já conta com larga tradição, sendo estudado em várias regiões do Brasil. No entanto, na meliponicultura esses estudos são mais recentes (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005).

A apicultura e a meliponicultura têm duas vantagens: (i) produção de um alimento altamente

nutritivo e (ii) aumento da diversidade dos recursos naturais sem prejuízos aos cursos de água, sem contaminação do ar e do solo. Desta forma, beneficia tanto a vida vegetal quanto a animal, oferecendo vantagens para o planeta como um todo (FUJII et al., 2009).

As abelhas sociais, conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão ou meliponíneos, são geralmente dóceis e de fácil manejo (VENTURIERI et al., 2003). A criação destas abelhas é relativamente simples e conta com uma estrutura promissora de difusão tecnológica. O pequeno custo da tecnologia para a captura (em armadilhas) e manutenção de colônias em caixas racionais (Figura 1), torna a atividade extremamente acessível a qualquer produtor ou empresa (SCHUHLLI; MACHADO, 2014).

¹ Engenheira de Alimentos, doutoranda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

² Tecnóloga de Alimentos, doutoranda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

³ Tecnólogo Agroindustrial de Alimentos, doutorando em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

⁴ Bióloga, doutora em Tecnologia de Alimentos, professora na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

⁵ Engenheira Química, doutora em Ciência de Alimentos, professora na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

⁶ Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, Paraná.

⁷ Químico, doutor em Química, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, Paraná.

Foto: Suelen Ávila



Figura 1. Potes de mel em caixa racional (colmeia) de mandaçaia.

Estas abelhas são polinizadoras generalistas em oferta mais previsível no espaço e no tempo do que outros pequenos visitantes florais generalistas das florestas tropicais (RAMALHO, 2004) e podem apresentar premissas de preferência de flores, que visam otimizar o custo e benefício do forrageio (RAMALHO et al., 2007). Conforme elucidado por Schühli e Machado (2014), o serviço ambiental de polinização pelas abelhas nativas sem ferrão é importante para espécies florestais, tanto em ambientes naturais quanto em plantios comerciais ou sistemas agroflorestais. Diversas espécies de meliponídeos podem ser mantidas em caixas racionais em áreas de plantio, interferindo positivamente no número e qualidade de frutos.

A abelha *Melipona quadrifasciata* Lep., apresenta duas subespécies: *M. quadrifasciata anthidioides* e *M. quadrifasciata quadrifasciata*. A subespécie *M. quadrifasciata quadrifasciata*, analisada no estudo, é encontrada nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, principalmente em regiões frias de grande altitude. *M. quadrifasciata anthidioides* ocorre mais ao norte (Minas Gerais e Rio de Janeiro) em *habitats* com temperaturas mais elevadas (WALDSCHMIDT et al., 2002). Conhecida popularmente por mandaçaia, que em linguagem indígena significa “vigia bonito” (mandá: vigia) (çai: bonito), é uma abelha grande, com tamanho variando entre 8 mm e 12 mm, de cor negra, tendo em seu abdômen quatro listras amarelas brilhantes transversais nos tergitos, placa dorsal dos segmentos do corpo dos artrópodes (Figura 2). O mel produzido pela mandaçaia é procurado pelo seu sabor agradável. Seus ninhos, com boca de

Foto: Suelen Ávila



Figura 2. Abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*).

barro, são grandes. Na natureza, a mandaçaia pode produzir de 1,5 L a 2,0 L de mel em épocas de boa floração (OLIVEIRA, 2016).

Dados sobre as fontes de pólen disponíveis em determinada região são importantes no sentido de programar a implantação de projetos de recomposição vegetal, como o reflorestamento de áreas de conservação e implantação de corredores ecológicos (MODRO et al., 2011). No Brasil, as diversas espécies de abelhas nativas são responsáveis por 90% da polinização de vegetais nativos (DUTRA et al., 2008).

Estudos de análise da composição química de mel procedente de diferentes regiões do mundo têm aumentado, mas estes ainda são escassos no Brasil, apesar da grande extensão territorial. Estas informações são ainda menos comuns para o mel de abelhas sem ferrão, cujo produto ainda não possui legislação federal oficial.

Foi estabelecido para todo o Estado da Bahia, a contar de 2014, um Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelha social sem ferrão, gênero *Melipona*. Neste caso, o mel deve ser submetido ao processo de conservação por desumidificação ou refrigeração, sendo destinado ao consumo humano direto (BAHIA, 2014). Contudo, ainda não existe uma legislação federal para a caracterização do mel de abelhas sem ferrão, havendo necessidade de adaptação dos métodos utilizados para a determinação dos parâmetros físico-químicos desenvolvidos para o mel tradicional de *Apis* (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005; NOGUEIRA NETO, 1997).

Este trabalho teve por objetivo a caracterização físico-química e a identificação das fontes de pólen do mel de mandaçaia, oriundo da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

A amostra de mel foi coletada em novembro de 2015 com micropipeta com ponteira estéril (Figura 3).

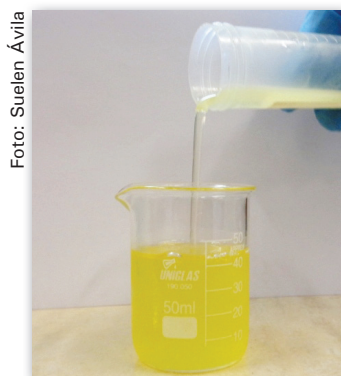


Figura 3. Mel de *Melipona quadrifasciata* coletado para as análises.

O mel foi transportado em caixa térmica ao Laboratório de Bioativos da Universidade Federal do Paraná.

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: umidade, cinzas, pH, acidez, concentração de hidroximetilfurfural (HMF), cor, e teor de açúcares redutores e totais, segundo as metodologias recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), mediante a Instrução Normativa nº 11 e pelo Instituto Adolfo

Lutz (2005), baseado em legislação europeia para mel de *Apis mellifera*.

Para análise melissopalínológica, uma alíquota de 10 g de mel foi diluída em 20 mL de água destilada, disposta em tubo cônico e centrifugada (Centrífuga Excelsa® II Modelo 206 BL, FANEM®) durante 5 min a 5.000 rpm (Figura 4A). O sobrenadante foi retirado e o sedimento encontrado no fundo do tubo de ensaio foi coletado, com auxílio de seringa descartável, para o preparo de lâminas com os tipos polínicos (FUJII et al., 2009). As lâminas foram observadas com auxílio de um microscópio invertido Zeiss Axio Observer D1 (Zeiss Vision GmbH, Alemanha) com ampliação de 1.008 × (Figura 4B) para contagem dos grãos de pólen, de acordo com sua forma. Em seguida, as imagens com as formas polínicas (Figura 4) foram capturadas com a AxioCam e analisadas pelo software AxioVision (versão 4.8.2).

As características físico-químicas do mel de mandaçaia foram determinadas (Tabela 1) e apenas

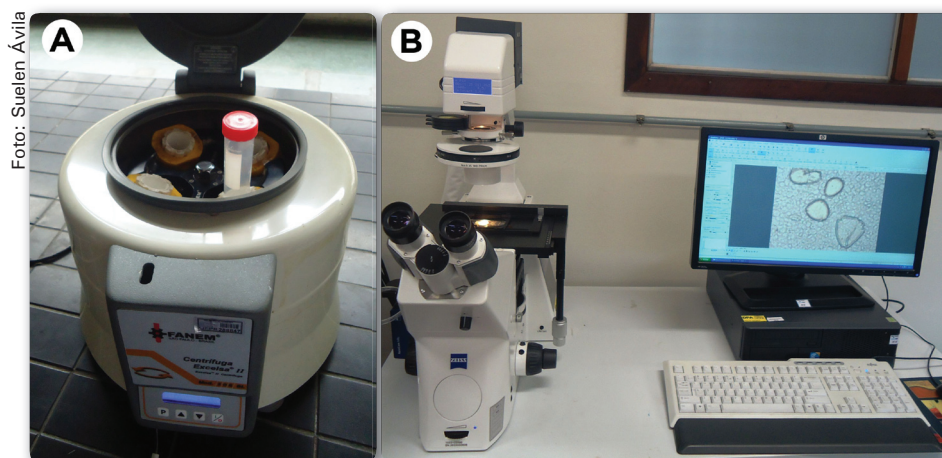


Figura 4. Melissopalínologia. A - Centrifugação do mel diluído; B - visualização dos grãos de pólen nas lâminas em microscópio.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de mel de *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera*.

Parâmetros	<i>Melipona quadrifasciata</i> (média ± desvio padrão)	<i>Apis mellifera</i> (BRASIL, 2000)
Umidade	56,27 ± 0,01*	máx. 20,0
Açúcares redutores	48,32 ± 2,33*	mín. 65,0
Sacarose aparente	1,78 ± 0,12*	máx. 6,0
Cinzas	0,48 ± 0,08*	máx. 0,6
pH	3,71	-
Acidez total	66,90 ± 5,74**	máx. 50,0
HMF	0,60 ± 0,05***	máx. 60,0
Cor	âmbar extra-claro	-

Nota: * g por 100 g; ** mg ácido gálico por 100 g; *** mg kg⁻¹; HMF = concentração de hidroximetilfurfural.

o teor de umidade ficou fora dos padrões definidos pela legislação para mel de *Apis*, onde o mel deve apresentar no máximo 20% de umidade (BRASIL, 2000). Um teor de umidade muito elevado pode favorecer a fermentação dos açúcares presentes, causada por microrganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar) que fazem parte da microbiota do néctar, ou resultante do processo de manejo (IURLINA; FRITZ, 2005).

É importante mencionar que a variação na composição física e química do mel depende da sua origem e de fatores que interferem na sua qualidade e valor nutricional. As características do mel variam de acordo com o estágio de maturação do mel na coleta, condições climáticas, espécie de abelha, mudanças naturais durante os processos de extração, armazenamento e/ou embalagem, além do tipo de florada (AZEREDO et al., 2003; DEVILLERS et al., 2004).

Ressalta-se que o elevado teor de umidade obtido neste estudo foi semelhante ao observado por Chuttong et al. (2016).

O mel também apresentou baixo valor de pH e elevada acidez, em comparação com a legislação para mel de *Apis* (BRASIL, 2000). No entanto, estes fatores podem ser favoráveis para a promoção de uma maior vida útil do produto, uma vez que são condições desfavoráveis ao desenvolvimento microbiano.

O teor de cinzas de 0,48 g por 100 g está em conformidade com a legislação para mel de *Apis mellifera* onde o máximo de cinzas permitido é de 0,60 g por 100 g (BRASIL, 2000). Por meio do método de determinação de cinzas é possível observar algumas irregularidades no mel. Estas irregularidades podem ser devido às falhas no manuseio e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005).

O mel é constituído principalmente por carboidratos. Estes compostos correspondem a cerca de 95% da matéria seca e são essencialmente monossacarídeos, como a frutose (38,5%) e a glucose (31,0%). Contém cerca de 25 oligossacarídeos, sendo a maltose (7,2%) e a sacarose (1,5%) os mais significativos. São responsáveis por várias

características do mel, tais como a viscosidade, a densidade, a cristalização e o valor energético, características que estão relacionadas com a qualidade do mel (ANKLAM, 1998).

O hidroximetilfurfural (5-hidroximetil-2-furfuraldeído) ou HMF (de fórmula $C_6H_6O_3$) é um aldeído gerado a partir da decomposição de frutose em condições ácidas e comumente utilizado como um indicador da qualidade do mel e que ocorre naturalmente ao longo do tempo (MORALES et al., 2009). Para que um mel seja considerado de alta qualidade, espera-se que este apresente um baixo teor de HMF (ANKLAM, 1998; ZAPPALÀ et al., 2005). Por outro lado, altos níveis de HMF são potenciais indicadores de adulteração por adição de açúcar, superaquecimento, más condições de armazenagem e idade avançada do mel (KEPPY; ALLEN, 2009; MORALES et al., 2009; ZAPPALÀ et al., 2005). Para o mel de *Apis mellifera*, o limite de HMF estabelecido pela legislação brasileira é de no máximo 60 mg kg⁻¹ de mel (BRASIL, 2000). Este composto não é considerado perigoso à saúde, mas a regulação de seus limites máximos é adotada em diversos países do mundo (KEPPY; ALLEN, 2009). O mel avaliado neste estudo apresentou um teor de HMF de $0,60 \pm 0,05$ mg kg⁻¹, estando em conformidade com os parâmetros adotados na legislação nacional para *Apis*.

O pólen tem sido sempre um assunto de grande interesse para os apicultores e meliponicultores. O pólen preservado no mel permite identificar a espécie botânica visitada pelas abelhas (MODRO et al., 2011). Nas amostras de mel de mandaçaia foram encontrados pólenes de duas representantes botânicas da família Anacardiaceae: aroeira-brava e aroeira-mansa. O pólen de eucalipto (Família: Myrtaceae) foi dominante. Outra espécie exótica, a uva-do-japão (Família: Rhamnaceae) e ingá-graúdo (Família: Fabaceae) foram verificadas como fonte de pólen (Figura 5). Segundo Barth (2004), as plantas nectaríferas têm maior importância na produção de mel, no entanto também foram encontrados pólenes de plantas anemófilas e políniferas no mel.

Méis monoflorais, também chamados méis uniflorais, são originados de somente uma espécie de planta. Estes méis mantêm sempre as mesmas características físico-químicas e organolépticas e são muito apreciados no mercado. Os méis biflorais,

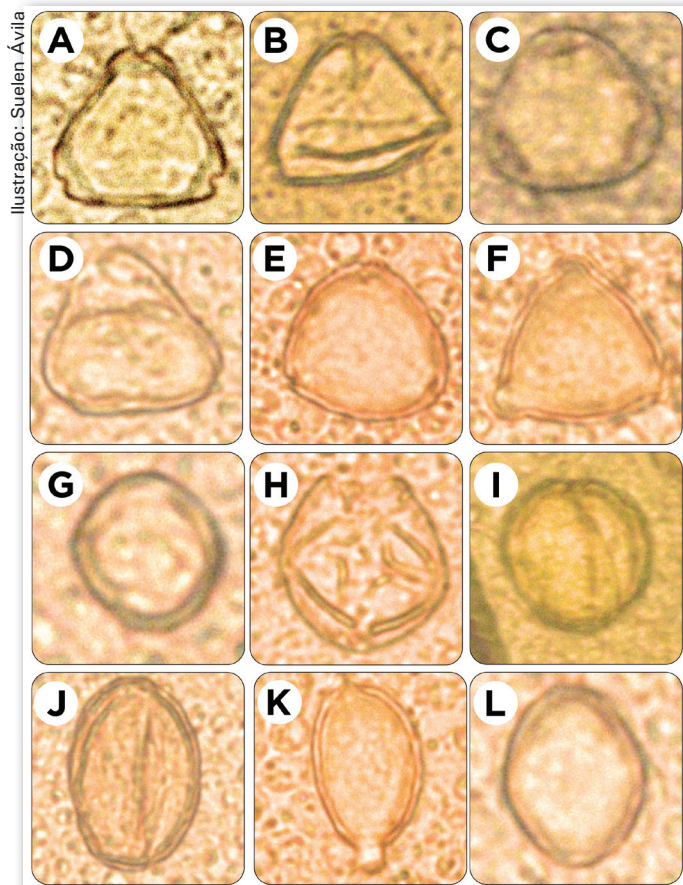


Figura 5. Fotomicrografia dos principais tipos polínicos presentes em amostras de mel de *Melipona quadrifasciata*, provenientes da Embrapa Florestas: A-D - *Eucalyptus* sp. L'Hér. (Myrtaceae, eucalipto), E - *Lithraea brasiliensis* March. (Anacardiaceae, aroeira-brava, aroeirinha-preta); F - *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae, uva-do-japão); G - *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae, aroeira-mansa, aroeira-vermelha); H - *Inga sessilis* (Vell.) Mart. (Fabaceae, ingá); I - *Acalypha wilkesiana* Muell. Arg. (Euphorbiaceae, acalifa); J - *Syagrus romanzoffiana* (Cham) Glassman. (Arecaceae, jerivá); K - *Piper aduncum* L. (Piperaceae, pimenta-de-macaco); L - *Tibouchina* sp. Abl. (Melastomataceae, quaresmeira).

provêm de duas espécies de plantas, e méis heteroflorais, também chamados méis pluriflorais ou méis silvestres, são do néctar de diferentes espécies de plantas (BARTH, 2004).

Considerando o diminuto raio de ação das colônias, é compreensível que o gerenciamento de um sistema de polinização baseado em espécies de abelhas sem ferrão pode ser mais eficiente na sua especificidade à determinada região ou espécie (SCHUHLLI; MACHADO, 2014). O levantamento das plantas que possivelmente contribuem com pólenes para as abelhas pode ser utilizado em trabalhos de reflorestamento, para auxiliar na escolha de espécies a serem cultivadas nas proximidades de meliponários, assim como para direcionar a atividade econômica para a produção de pólen.

Conclusões

O mel de mandaçaia possui características físico-químicas distintas do mel de *Apis mellifera*, uma perspectiva para um produto diferenciado com uma contribuição sensorial distinta. As famílias com importância polinífera foram Myrtaceae, Anacardiaceae, Rhamnaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Arecaceae, Piperaceae e Melastomataceae, reforçando a importância do inseto como polinizador de diversas espécies da Floresta Ombrófila Mista.

Referências

- ANKLAM, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, v. 63, n. 4, p. 549-562, 1998. DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00057-0.
- AZEREDO, L. da C.; AZEREDO, M. A. A.; SOUZA, S. R. de; DUTRA, V. M. L. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, v. 80, n. 2, p. 249-254, 2003. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00261-3.
- BAHIA. Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. Portaria ABAD nº 207, de 21 de novembro de 2014. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelha social sem ferrão, gênero *Melipona* conforme anexo a esta Portaria, com aplicação em todos os estabelecimentos de produtos das abelhas e derivados registrados sob a égide do Serviço de Inspeção Estadual. *Diário Oficial do Estado da Bahia*, Salvador, 26 nov. 2014.
- BARTH, O. M. Melissopalynology in Brazil a review of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Science Agricultural*, v. 61, n. 3, p. 342-350, 2004. DOI: 10.1590/S0103-90162004000300018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, n. 204, p. 160-161, 2000.
- CHUTTONG, B.; CHANBANG, Y.; SRINGARM, K.; BURGETT, M. Physicochemical profiles of stingless bee (*Apidae*: Meliponini) honey from South East Asia (Thailand). *Food Chemistry*, v. 192, p. 149-155, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.06.089.
- DEVILLERS, J.; MORLOT, M.; PHAM-DELÈGUE, M. H.; DORÉ, J. C. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, v. 86, n. 2, p. 305-312, 2004. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.09.029.
- DUTRA, R. P.; NOGUEIRA, A. M. C.; MARQUES, R. R. D. O.; COSTA, M. C. P.; RIBEIRO, M. N. S. Pharmacognostic evaluation of geopropolis of *Melipona fasciculata* Smith from Baixada Maranhense, Brazil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 18, n. 4, p. 557-562, 2008.
- EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis

das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005. DOI: 10.1590/S0103-84782005000500028.

FUJII, I. A.; RODRIGUES, P. R. M.; FERREIRA, M. do N. Caracterização físico-química do mel de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) em Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 645-653, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2005.

IURLINA, M. O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. **International Journal of Food Microbiology**, v. 105, n. 3, p. 297-304, 2005.

KEPPY, N. K.; ALLEN, M. W. **The determination of HMF in honey with an evolution array UV-Visible spectrophotometer**. Madison: Thermo Scientific, 2009. (Application note 51864).

MODRO, A. F. H.; MESSAGE, D.; LUZ, C. F. P. da; MEIRA NETO, J. A. A. Flora de importância polinífera para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1145-1153, 2011. DOI: 10.1590/S0100-67622011000600020.

MORALES, V.; SANZ, M. L.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J.; CORZO, N. Combined use of HMF and furosine to assess fresh honey quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 8, p. 1332-1338, 2009. DOI: 10.1002/jsfa.3590.

NÓGUEIRA NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 445 p.

OLIVEIRA, A. **Abelhas sem ferrão - Tubuna (*Scaptotrigona***

bipunctata). Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-criacaodeabelhas/artigos/abelhas-sem-ferrao-tubuna-scaptotrigona-bipunctata>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

RAMALHO, M.; SILVA, M. D.; CARVALHO, C. A. L. Dinâmica no uso de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 1, p. 38-45, 2007. DOI: 10.1590/S1519-566X2007000100005.

RAMALHO, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. **Acta Botanica Brasílica**, v. 18, n. 1, p. 37-47, 2004. DOI: 10.1590/S0102-33062004000100005.

SCHUHLLI, G. S. e; MACHADO, A. M. B. **Abelhas nativas sem ferrão (Meliponini) e serviços de polinização em espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 31 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 264).

VENTURIERI, G. C.; RAIOL, V. de F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona Fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2003. DOI: 10.1590/S1676-06032003000200003.

WALDSCHMIDT, A. M.; MARCO-JUNIOR, P.; BARROS, E. G.; CAMPOS, L. A. O. Genetic analysis of *Melipona quadrifasciata* LEP. (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) with RAPD markers. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 923-928, 2002. DOI: 10.1590/S1519-69842002000500022.

ZAPPALÀ, M.; FALLICO, B.; ARENA, E.; VERZERA, A. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. **Food Control**, v. 16, n. 3, p. 273-277, 2005. DOI: 10.1016/j.foodcont.2004.03.006.

Comunicado Técnico, 378

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Colombo, PR, CEP 83411-000
Fone / Fax: (0***) 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição
Versão eletrônica (2016)

Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Elenice Fritzsos, Giselda Maia Rego, Ivar Wendling, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteado, Valderes Aparecida de Sousa*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*