

## Avaliação da qualidade do pólen de *Tetragonisca angustula*, *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera*

Auriane Nascimento Barroso<sup>1</sup>, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho<sup>2</sup>, Aparecida Sofia Taques<sup>3</sup> & Matheus Vinicius Abadia Ventura<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>3</sup> Instituto Federal do Mato Grosso, São Vicente, Mato Grosso, Brasil

Correspondência: Auriane Nascimento Barroso, Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: aurianenascimento1603@gmail.com

Recebido: Maio 21, 2023

Aceito: Junho 24, 2023

Publicado: Dezembro 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i12.389

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i12.389>

### Resumo

Pólen é um produto originado nas anteras de flores. Membros do grupo *Apidae* se alimentam desse produto florístico sendo esse metabolizado e armazenado nas colméias. Sabe-se que, o pólen metabolizado por abelhas com e sem ferrão apresentam características medicinais e nutritivas. Este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de pólen coletado por *Tetragonisca angustula*, *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera*. O pólen foi coletado entre Janeiro de 2021 a Janeiro de 2023 em área de preservação em Goiás, Brasil. O pólen foi caracterizado por análises físico-químicas para umidade, cinzas, proteínas, lipídios, açúcares totais e pH, e microbiológicas sobre *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. Os resultados obtidos caracterizam os pólenes de abelhas indígenas como propícios para consumo, visto que, apresentaram boas características físico-químicas para a maioria dos parâmetros analisados e livre de patógenos.

**Palavras-chave:** pólen apícola, proteínas, lipídios, açúcares totais.

### Pollen quality assessment of *Tetragonisca angustula*, *Melipona quadrifasciata* and *Apis mellifera*

#### Abstract

Pollen is a product originating from the anthers of flowers. Members of the *Apidae* group feed on this floristic product, which is metabolized and stored in the hives. It is known that the pollen metabolized by stingless and stingless bees has medicinal and nutritional characteristics. This study aimed to evaluate the physicochemical and microbiological quality of pollen collected by *Tetragonisca angustula*, *Melipona quadrifasciata* and *Apis mellifera*. Pollen was collected between January 2021 and January 2023 in a conservation area in Goiás, Brazil. The pollen was characterized by physicalchemical analysis for moisture, ash, proteins, lipids, total sugars and pH, and microbiological analysis on *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. The obtained results characterize the pollens of indigenous bees as suitable for consumption, since they presented good physicochemical characteristics for most of the analyzed parameters and free of pathogens.

**Keywords:** bee pollen, proteins, lipids, total sugars.

#### 1. Introdução

O pólen é um produto das anteras de espécies vegetais florísticas, sendo caracterizado por um pó fino e colorido e com função de reprodução vegetal, e para os insetos, como alimento (Ribeiro; Silva, 2007). Esse produto é coletado e utilizado na alimentação de diversos grupos de abelhas com e sem ferrão “indígenas”. Na colméia, o pólen provê recurso proteico principalmente para larvas e adultos (Modro et al., 2007). Diversos autores como Crailsheim (1990) e Castagnino et al. (2011) concordam que, abelhas nutrizes precisam do pólen para produzirem a geleia real, este é metabolizado por células dentro das glândulas hipofaríngeas e mandibulares e

assim, dando origem a geleia real.

Além disso, o pólen beneficiado pelas abelhas operárias apresenta como produto de grande importância para a economia, e inclusive para usos medicinais com atividade antimicrobiana sobre espécies de (*Colibacilos*, *Proteus* e *Salmonellas*) e antioxidante sobre formas reativas de oxigênio como o Oxigênio Singleto (Didaras et al., 2020; Tutun et al., 2021). Estudos ligam o uso de pólen e a saúde humana, garantindo ao organismo estímulos no sistema imunológico, como gerador de bem-estar e vigor físico, com ações inibindo a depressão, anemia, fraqueza de memória, sobre o colesterol, disfunção intestinal, problemas de próstata, impotência sexual e na alimentação deficiente (Kroyer; Hegedus, 2001).

Como observado, o pólen beneficiado é rico em proteínas 35%, água 5%, lipídios 5%, esteróis, amido, açúcares 40%, minerais, aminoácidos como histidina, leucina, isoleucina, triptofano, valina e lisina, e vitaminas do complexo B, A, C, D e K sendo de grande importância na restauração e manutenção de diversos tipos de tecidos e órgãos vitais em humanos e animais (Loper et al., 1980; Bonvehi et al., 1986; Bastos et al., 2003).

As abelhas apresentam peculiar aptidão na escolha da fonte de pólen, sendo verificado uma gama de morfologia polínica que interligam flores aromáticas ou suas cores (Alves; Freitas, 2006; Malagodi-Braga; Kleinert, 2007). No entanto, essas informações ainda são pouco discutidas, carecendo de dados (Modro et al., 2007). Preocupações quanto aos tipos polínicos são observados, visto que, os vegetais em especial as espécies florísticas, apresentam períodos de floração sazonais, e é por isso, que são observados grande número de morfologia de pólen nas colméias (Modro et al., 2011; Vasconcelos et al., 2021).

Com isso, é importante conhecer o valor nutricional dos diferentes tipos polínicos, sendo essas informações relevantes para a escolha do local para instalação de apiários, ou mesmo sobre a qualidade do pólen coletado para uso alimentício e farmacêutico. Embora não podemos controlar a visita das abelhas sobre as diversas espécies florísticas, é possível remediar para a produção comercial de pólen em um apiário, a partir de plantações de uma espécie florística específica capaz de propiciar um pólen monofloral e que apresente grandes floradas ao longo do ano (Almeida-Muradian et al., 2005).

O pólen para ser comercializado na forma desidratada, passa inicialmente pelo processo de congelamento e descongelamento gradual, onde em seguida, ocorre a desidratação em estufa com temperatura de 40 °C, e ventilação em túnel de ar seco para remoção de partículas leves, e posterior para a etapa de catação (Barreto et al., 2005). No Brasil o uso de pólen apícola é regulamentado pela Instrução Normativa nº 03 de 19 de Janeiro de 2001, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), que estabelece Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Apícolas (Brasil, 2001).

Além disso, conhecer a qualidade tanto morfológica, físico-química e microbiológica, é garantir a segurança alimentar sobre a aquisição pelo consumidor de alimentos de boa qualidade, livres de contaminantes de natureza química (agroquímicos), biológica (organismos patogênicos), física (grânulos de vidros ou de rochas), ou qualquer substância estranha que possa acarretar problemas de saúde aos usuários (Spers; Kassouf, 1996).

Este estudo teve por objetivo, avaliar a qualidade do pólen coletado de espécies de abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata* e com ferrão *Apis mellifera* em apiário no estado de Goiás, Brasil.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Obtenção do pólen

O pólen das espécies de Apidae: *T. angustula*, *M. quadrifasciata* e *Apis mellifera*, foram coletados a partir de colméias em área de preservação permanente (APP) e em apicultura e melicultura no município de Rio Verde, estado de Goiás, Brasil, entre janeiro de 2021 a janeiro de 2023. Cerca de 45 g de pólen foram obtidos para a realização dos ensaios físico-químicos e microbiológicos.

### 2.2 Análises físico-químicas

#### 2.2.1 Teor de umidade

A determinação do teor de umidade foi obtida pelo método gravimétrico por Lopes et al. (2022). Alíquota contendo 3 g de pólen teve sua massa determinada em cadinho previamente seco (calcinado a 500 °C por 4 h). Após esse procedimento, o cadinho foi transferido para estufa com circulação de ar forçado a 105 °C por 2 h. O resultado foi expresso em percentagem (%) a partir da diferença de massas inicial e final conforme equação 1.

$$\%TU = (P2 - P1/A)*100$$

Onde: P1 é a massa do cadinho tarado a 105 °C; P2 é a massa do cadinho + amostra seca de pólen a 105 °C e W é a massa da amostra inicial.

### 2.2.2 Teor de cinzas

O conteúdo de cinzas foi determinado em forno tipo mufla a 550 °C por 4 h conforme Lopes et al. (2022) adaptado. Em cadinho previamente seco e tarado, foi adicionado uma alíquota contendo 3 g de pólen, onde sua massa inicial foi determinada. Em seguida, o cadinho contendo amostra de pólen foi transferido para mufla com aquecimento gradual com rampa entre 50 e 150 °C até 550 °C por 4 h. Após esse tempo, a amostra foi mantida em dessecador com sílica gel até temperatura ambiente e em seguida, sua massa final foi determinada. O resultado foi expresso em percentagem (%) conforme equação 2.

$$\%TCZ = (P2 - P1/W)*100$$

Onde: P1 é a massa do cadinho tarado a 550 °C; P2 é a massa do cadinho tarado + amostra de pólen calcinada a 550 °C e W é a massa da amostra de pólen.

### 2.2.3 pH

O pH foi obtido em pHmetro digital. Alíquota contendo 5 g de pólen foi previamente macerada em pistilo e almofariz e em seguida, solubilizado em água destilada. A mistura foi transferida para béquer de 150 mL e completado com água destilada até 100 mL. A mistura foi mantida em descanso por 15 min, e em seguida, foi realizado a leitura.

### 2.2.4 Teor de lipídios

O conteúdo de lipídios foi determinado pelo método Soxhlet. Alíquota contendo 6 g de pólen foi transferida para papel filtro qualitativo, onde foi moldado um cartucho fechado com cordão de algodão previamente limpo com *n*-hexano. Após esse procedimento, os cartuchos foram transferidos para o equipamento tipo Soxhlet onde ficou sob refluxo por 6 h. Após esse tempo, o *n*-hexano contendo a amostra de óleo no balão, foi rotaevaporador e o balão contendo óleo mantido em estufa com circulação de ar forçada por 3 h a 45 °C. Após esse período, o balão foi mantido em dessecadora contendo sílica gel até temperatura ambiente. O balão com óleo teve sua massa obtida em balança analítica, e o resultado expresso em percentagem (%) conforme equação 3.

$$\%lipídios = (Pb2 - Pb1/W)*100$$

Onde: Pb1 é a massa do balão tarado a 105 °C; Pp2 é a massa do balão + lipídios seco a 105 °C e W é a massa da amostra de pólen.

### 2.2.5 Teor de proteínas

O conteúdo de proteínas foi obtido conforme proposto por AOAC (1995) e descrito por Almeida-Muradian et al. (2005). A determinação do nitrogênio foi realizado em equipamento de Micro-Kjeldahl, e o fator de conversão de 6,25 para proteínas, a massa da amostra de pólen utilizada foi de 0,07 g.

### 2.2.6 Teor de açúcares totais

O conteúdo de açúcares totais foi obtido pela redução da solução de Fehling A e B pelo método modificado de Lane & Eynon, por titulometria adaptado por Barreto et al. (2005). Alíquota contendo 5 g de pólen foi utilizado na determinação de percentagem de açúcares totais (%AT). O resultado foi expresso em percentagem conforme equação 4.

$$\%AT = (100 \times 100 \times F/P \times V)$$

Onde: P é a massa da amostra de pólen, V o volume gasto de solução de NaOH e F o fator de padronização da solução de Fehling, conforme equação 5.

$$\text{Fator} = (P1 \times V1/100)$$

Onde: P1 é a massa da solução de glicose e V1 é o volume gasto da solução de glicose.

### 2.3 Análises microbiológicas

Inicialmente foi preparado extrato contendo 5 g de pólen em 45 mL de uma solução aquosa utilizando água destilada e esterilizada. O extrato permaneceu em refrigerador a 4 °C por 32 h. Em seguida, foi filtrado e mantido resfriado a 8 °C até análises.

Para análise do grupo de coliformes fecais foi empregado o caldo EC (*Escherichia coli*) Mug (4-metil-umbeliferil-beta-d-clucoronide), com material sob incubação por 24 h e temperatura de 45 °C. A presença de *Salmonella* sp., foi detectada em caldo seletivo Cetremida. O resultado foi expresso como ausente ou presente em 5 g de pólen conforme recomendado pela APHA – *American Public Health Association* (Apha, 1992).

### 2.4 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata seguido de  $\pm$  desvio padrão. Os dados foram tratados utilizando programa Excel Microsoft 365.

## 3. Resultados e Discussão

A composição físico-química do pólen de abelhas sem ferrão *T. angustula* e *M. quadrifasciata* apresentaram teor de umidade superior ao de *A. mellifera*. Para as demais análises, os resultados foram inferiores quando comparados ao pólen de *Apis* (Tabela 1). Resultados superiores foram obtidos por Melo et al. (2009) avaliando pólen de *A. mellifera* para proteínas com 23,59% lipídeos 4,97% e cinzas com 3,08% obtidos em apiário no estado de São Paulo, Brasil. O teor de umidade apresentou média inferior ao nosso com 2,34%. Almeida-Muradian et al. (2005) também obtiveram para amostras de pólen apícola de *A. mellifera* coletadas na região Sul do Brasil, com alto teor de umidade, e média igual a 7,4%. O mesmo foi obtido por Bastos et al. (2004) com média de 8,78% em amostras desidratadas provenientes dos estados de São Paulo e Minas Gerais. O teor de cinzas foi superior para *A. mellifera* nos estudos de Bastos et al. (2004), Barreto et al. (2006) e Marchini et al. (2006). Para proteína bruta e lipídios Bastos et al. (2004) obtiveram resultados superiores aos nossos com 21,2% e 8,8% respectivamente.

Comparando nossos resultados com a regulamentação brasileira (Brasil, 2001), essa determina que para o teor de umidade o máximo permitido é de 4%, para proteínas mínimo de 8%, lipídeos mínimo de 1,8% e para cinzas máximo de 4%. Já a regulamentação na Argentina (Krell, 1996, Código Alimentario Argentino, 1990) e na Suíça (Bogdanov et al., 2004) preconizam valores com máximo de 8 e 6% para umidade, 15-28 e 10-40% para proteínas, cinzas com máximo de 4 e entre 2-6%, respectivamente. A regulamentação da Argentina não determina máximo e mínimo para o teor de lipídeos, já a Suíça, preconiza variação desse parâmetro entre 1 e 10%.

**Tabela 1.** Composição físico-química do pólen de abelhas indígenas *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata*, e *Apis mellifera* coletados no município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Amostra	%TU	%TCZ	pH	%Lip	%Pt	%AT
<i>A. mellifera</i>	5,61 $\pm$ 0,91	2,40 $\pm$ 0,13	4,36 $\pm$ 0,11	3,76 $\pm$ 0,97	11,17 $\pm$ 0,68	35,41 $\pm$ 1,07
<i>T. angustula</i>	6,38 $\pm$ 0,88	1,54 $\pm$ 0,21	4,03 $\pm$ 0,07	2,18 $\pm$ 0,35	9,51 $\pm$ 0,66	31,03 $\pm$ 1,13
<i>M. quadrifasciata</i>	6,03 $\pm$ 0,35	1,66 $\pm$ 0,77	4,10 $\pm$ 0,03	3,08 $\pm$ 0,43	7,38 $\pm$ 0,40	33,18 $\pm$ 1,23

Nota: TU = Teor de umidade. TCZ = Teor de cinzas. Lip = Lipídios. Pt = Proteína bruta. AT = Açúcares totais. Resultados expressos em base seca através da média  $\pm$  desvio padrão de análises em triplicata. Fonte: Autores, 2023.

De acordo com Evangelista (1994) e Bonvehí & Jordà (1997), sabe-se que a microflora presente no pólen apícola pode ter duas diferentes origens. De um lado, partindo da flora microbiana normal procedente do próprio pólen, como leveduras, fungos filamentosos e cocos (bactérias Gram-positivas) e de outro, partindo de uma flora microbiana exótica, originária das práticas inadequadas durante o manejo, processamento e armazenamento do produto apícola.

Nesse sentido, nossas amostras não apresentaram contaminação por *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos por Nicolai et al. (2016) onde não encontraram atividade de agentes patogênicos, no entanto, um número expressivo de bactérias e fungos mesófilos foram detectados em pólen apícola de *A. mellifera* coletados nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Ceará, Brasil. Podemos sugerir conforme estudo realizado por Aguiar et al. (2021) sobre o perfil químico de pólen de *T. angustula*, que a composição apresenta forte indução em inibir patógenos, por conter heptacosano (8,54%), nonacosano (8,02%), hentriacontano (4,96%), tritriacontano (1,77%),  $\beta$ -amirina (6,19%),  $\sigma$ -amirina (32,46%), e  $\sigma$ -amirina com 17,94%. Ressaltamos ainda que, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não especifica os parâmetros microbiológicos para o pólen apícola comercializado de *A. mellifera* e entre as abelhas do grupo indígenas.

**Tabela 2.** Análise microbiológica do pólen apícola de *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata* para *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. coletados no município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Amostra	UFC g <sup>-1</sup>	Resultado
<i>A. mellifera</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	Ausente
<i>T. angustula</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	Ausente
<i>M. quadrifasciata</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	Ausente

Nota: Resultados expressos em base seca através com média em análises em triplicata. Fonte: Autores, 2023.

#### 4. Conclusões

Os pólenes de *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata* demonstraram atenderem a maioria das exigências da regulamentação brasileira sobre o comércio de pólen, acreditamos que, as não conformidades devem aos métodos de análises não serem padronizados, gerando assim, variações, carecendo de normas de análises mais robustas, sendo estas, necessárias preconizadas pelo MAPA e ANVISA. Embora que, essa regulamentação seja apenas para *A. mellifera*, deve-se avaliar produtos apícolas de espécies de *Apidae* “indígenas”. Além disso, os pólenes analisados demonstraram segurança sobre os parâmetros microbiológicos avaliados, garantindo a qualidade desse produto nas três espécies apícolas avaliadas.

#### 5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil; ao Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil; aos Laboratórios de Química Tecnológica e de Águas e Efluentes do Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

#### 6. Contribuições dos autores

*Auriane Nascimento Barroso*: delineamento do estudo, análises físico-químicas, leitura científica, escrita do artigo e publicação. *Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*: coorientador, coleta do pólen, análises físico-químicas e microbiológicas, correções científicas. *Aparecida Sofia Taques*: correções científicas e gramaticais. *Matheus Vinicius Abadia Ventura*: orientador, delineamento do estudo, análises microbiológicas, escrita do estudo, publicação.

#### 7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

#### 8. Aprovação ética

Não aplicável.

#### 9. Referências

Aguiar, L. L., Silva, K. L., Carvalho, C. E. G., Sartori, R. A., & Marques, D. D. (2021). Perfil químico da cera

- cuticular, betume e pólen de duas espécies de abelhas sem ferrão: *Tetragonisca weyrauchi* (jati) e a *Tetragonisca angustula* (jataí) nativas do estado do Acre. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 24(1), 127-133. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i1.920>
- Almeida-Muradian, L. B., Pamplona, L. C., Coimbra, S., & Barth, O. M. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.10.008>
- Alves, J. E., & Freitas, B. M. (2006). Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista Ci&encia Agronômica*, 37(2), 216-220. <https://www.redalyc.org/pdf/1953/195320521017.pdf>
- Aoac. (1995). AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Arlington, 2 v., Edited by Patrícia Cunniff.
- Apha, (1992). APHA - American Public Health Association. In: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3Ed., Washington, Alpha.
- Ares, A. M., Valverde, S., Bernal, J. L., Nozal, M. J., & Bernal, J. (2018). Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 147, 110-124. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.08.009>
- Barreto, L. M. R. C., Funari, S. R. C., Orsi, R. O., & Dib, A. P. S. (2006). Produção de pólen no Brasil. Taubaté-SP: Cabral Editora e Livraria Universitária, 99 p.
- Barreto, L. M. R. C., Funari, S. R. C., & Orsi, R. O. (2005). Composição e qualidade de pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do distrito federal. *Boletim de Indústria Animal*, 62(2), 167-175. <http://iz.agricultura.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1309>
- Barth, O. M. (1970a). Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42(2), 351-366.
- Barth, O. M. (1970b). Análise microscópica de algumas amostras de mel. 2. Pólen acessório. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42(3), 571-590.
- Barth, O. M. (1970c). Análise microscópica de algumas amostras de mel. 3. Pólen isolado. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42(4), 747-772.
- Barth, O. M. (1989). O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro, Luxor.
- Barth, O. M., Freitas, A. S., Oliveira, É. S., Silva, R. A., Maester, F. M., Andrella, R. R. S., & Cardozo, G. M. B. Q. (2010). Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4), 893-902. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652010000400011>
- Bastos, D. H. M., Rocha, C. I., Cunha, I. B., Carvalho, P. O., & Torres, E. A. S. (2003). Composição e qualidade de pólen apícola comercializado em algumas cidades nos estados de São Paulo e Minas Gerais – Brasil. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 62(3), 239-244. <https://doi.org/10.53393/rial.2003.v62.34906>
- Bastos, D. H. M., Barth, O. M., Rocha, C. I., Cunha, I. B. S., Carvalho, P. O., Torres, E. A. S. (2004). Fatty acid composition and palunological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 43(2), 35-39. <https://doi.org/10.1080/00218839.2004.11101107>
- Bonvehí, J. S., & Jordá, R. E. (1997). Composición nutricional y calidad microbiológica. El pólen español. *Vida Apícola*, 86, 13-16.
- Bonvehí, J. S., Galindo, J. G., & Pajuelo, A. G. (1986). Estudio de la composición y características físico-químicas del polen de abejas. *Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*, 176, 63-67. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5251777>
- Brasil. (2001). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 3, de 19 de Janeiro de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geleia real, geleia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 Janeiro, Seção 1, 18 p.
- Campos, M. G. R., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L. B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferreira, F. (2008). Pollen composition and standardization of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*,

- 47(2), 154-161. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101443>
- Carpes, S. T. (2008). Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 248 f.
- Castagnino, G. L. B., Message, D., & Júnior, P. M. (2011). Fornecimento de substituto de pólen na redução da mortalidade de *Apis mellifera* L. causada pela *Cria ensacada* brasileira. *Ciência Rural*, 41(10), 1838-1843. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011001000027>
- Crailsheim, K. (1990). The protein balance of the honey bee worker. *Apidologie*, 21(5), 417-429. <https://doi.org/10.1051/apido:19900504>
- Didaras, N. A., Karatasou, K., Dimitriou, T. G., Amaoutzias, G. D., & Mossialos, D. (2020). Antimicrobial activity of bee-collected pollen and beebread: state of the art and future perspectives. *Antibiotics*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110811>
- Evangelista, J. (1994). Tecnologia de alimentos. 2ª Ed., Rio de Janeiro, Atheneu, 674 p.
- Hervatin, H. L. (2009). Avaliação microbiológica e físico-química do pólen apícola in natura e desidratado sobre diferentes temperaturas. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 99 f.
- Human, H., & Nicolson, S. W. (2006). Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry*, 67(14), 1486-1492. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.05.023>
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kafmierczak, J., Mencner, L., & Olczyk, K. (2015). Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/297425>
- Kroyer, G., & Hegedus, N. (2001). Evaluation of bioactive properties of pollens extracts as functional dietary food supplement. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2(3), 171-174. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(01\)00039-X](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(01)00039-X)
- Longhini, R., Raksa, S. M., Oliveira, A. C. P., Swidzinski, T. I. E., & Franco, S. L. (2007). Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17(3), 388-395. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000300015>
- Loper, G. M., (1980). Biochemistry ad Microbiology of bee collected almond (*Prunus dulcis*) pollen and bea bread I – fatty acids, vitamins and minerals. *Apidologie*, 11(1), 63-73. [https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1980/01/Apidologie\\_0044-8435\\_1980\\_11\\_1\\_ART0008.pdf](https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1980/01/Apidologie_0044-8435_1980_11_1_ART0008.pdf)
- Malagodi-Braga, K. S., & Kleinert, A. M. P. (2007). Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duchesne) influencia a formação dos frutos? *Bioscience Journal*, 23(Supl. 1), 76-81. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-566718>
- Marchini, L. C., Reis, V. D. A. & Moreti, A. C. C. C. (2006). Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. *Ciência Rural*, 36(3), 949-953. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000300034>
- Melo, A. A. M., Freitas, A. S., Barth, O. M., & Almeida-Muradina, L. B. (2018). Produção, beneficiamento e adequação à legislação do pólen apícola desidratado, produzido no Brasil. *Revista Ciência em Extensão*, 14(2), 55-73. [https://ojs.unesp.br/index.php/revista\\_proex/article/view/1783/2021](https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1783/2021)
- Melo, A. A. M. (2015). Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos, Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 341 f.
- Melo; A. A. M., Freitas, A. S., Barth, O. M., & Almeida-Muradian, L. B. (2018). Produção, beneficiamento e adequação à legislação do pólen apícola desidratado, produzido no Brasil. *Revista Ciência em Extensão*, 14(2), 55-73. [https://ojs.unesp.br/index.php/revista\\_proex/article/view/1783](https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1783)
- Melo, I. L. P., Freitas, A. S., Barth, O. M., & Almeida-Muradian, L. B. (2009). Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 68(3), 346-53. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/28388>
- Modro, A. F. H., Marchini, L. C., & Moreti, A. C. C. C. (2011). Origem botânica de cargas de pólen de colmeias

- de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. *Ciência Rural*, 41(11), 1944-1951. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000137>
- Modro, A. F. H., Message, D., Luz, C. F. P., & Meira Neto, J. A. A. (2007). Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(8), 1057-1065. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000800001>
- Moreti, A. C. C. C., (2002). Atlas do pólen de plantas apícolas. Rio de Janeiro, Papel Vitural.
- Negrão, A. F., & Orsi, R. O. (2018). Harvesting season and botanical origin interferes in production and nutritional composition of bee pollen. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(1), 325-332. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150192>
- Nicolai, L., & Rocha Jr., P. R. S. (2016). Avaliação microbiológica de pólen apícola (*Apis mellifera*). *Revista Científica do Centro Universitário de Itajubá*, 3(2), 1-2. <http://revista.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/44/43#>
- Nogueira, C., Iglesias, A., Féas, X., & Estevinho, L. M. (2012). Commercial bee pollen with different geographical origins: a comprehensive approach. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(9), 11173-11187. <https://doi.org/10.3390/ijms130911173>
- Oliveira, P. A., Santos, L. F., Eleutério, P., Muniz, V. I. M. S., Oliveira, J. F. F., Sá, M. S., Melo, A. L., & Cavalcante, M. C. (2020). Variação temporal na dieta, valor nutricional e produção do pólen coletado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em área de caatinga. *Research, Society and Development*, 9(9), e563997529. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7529>
- Orzáez Villanueva, M. T., Díaz Marquina, A., Bravo Serrano, R., & Blazquez Abellán, G. (2002). The importance of bee collected pollen in the diet: a study of its composition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53(3), 217-224. <https://doi.org/10.1080/09637480220132832>
- Pereira, M. I., Silvas, F. A., Monika, B. O., & Bicudo, A. M. (2009). Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 68(3), 346-353. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/28388>
- Rebello, K. S. (2011). Caracterização química, físico-química e espectroscópica do pólen coletado por abelhas sem ferrão amazônicas. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil, 111 f.
- Ribeiro, J. G., & Silva, R. A. (2007). Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de marca comercial através de análises físico-químicas. *Revista Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável*, 1, 33-47.
- Rodrigues, R. B. L., Pucci, E., Uczay, A. J., Molinari, M., Lazzari, R., & Uczay, M. (2018). Pólen apícola como aditivo em dietas para frangos de corte. *Nativa*, 6(5), 551-556. <https://doi.org/10.31413/nativa.v6i5.5865>
- Sattler, J. A. G., de Melo, I. L. P., Granato, D., Araújo, E., de Freitas, A. D. S., Barth, O. M., & de Almeida-Muradian, L. B. (2015). Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil. *Food Research International*, 77(2), 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.013>
- Souza, R. S., Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., & Oliveira, F. P. M. (2004). Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. *Acta Amazônica*, 34(2), 333-336. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000200021>
- Thakur, M., & Nanda, V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 82-106. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>
- Tutum, H., Kaya, M. M., Usluer, M. S., & Kahraman, H. A. (2011). Bee pollen: its antioxidant activity. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(1), 119-131. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.896045>
- Vasconcelos, E. C. G., Silva, V. L., Bendini, J. N., Costa, J. B., & Carvalho, D. N. (2021). Diversidade florística de espécies com potencial apícola no município de Cocal, região Norte do Piauí. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, 3(1). <https://doi.org/10.52719/bjas.v3i1.3955>
- Velásquez, P., Rodríguez, K., Retamal, M., Giordano, A., Valenzuela, L. M., & Montenegro, G. (2017). Relation between composition, antioxidant and antibacterial activities and botanical origin of multi-floral bee pollen. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 90, 306-314. Doi: 10.5073/JABFQ.2017.090.038



**Copyrights**

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).