DOI: 10.53660/PRW-5009-2753

Conteúdo de elementos minerais em méis de *Apis mellifera* da caatinga Piauiense

Mineral content elements in Apis mellifera from the caatinga of Piauí

Received: 15/02/2026 | Accepted: 01/03/2026 | Published: 11/03/2026

Daisy Jacqueline Sousa Silva
Universidade Federal do Piuaí, Brasil
ORCID ID: 0000-0002-3308-0700
ID Lattes: 6220216313660655
E-mail: d.jack204@hotmail.com.br
Ana Karine de Oliveira Soares
Universidade Federal do Piuaí, Brasil
ORCID ID: 0000-0002-2597-1546
ID Lattes: 7070664090678570
Marcelo Antonio Morgano
Instituto de Tecnologia de Alimentos -ITAL
ORCID ID 0000-0001-8332-3953
ID Lattes: 0517155355307078
E-mail: morgano@ital.sp.gov.br
Juliana do Nascimento Bendini
Universidade Federal do Piauí, Brasil
ORCID: 0000-0001-7227-7170
ID LATTES: 1573600820575153
E-mail: jbendini@ufpi.edu.br
Regilda Saraiva dos Reis Moreira Araújo
Universidade Federal do Piuaí, Brasil
ORCID ID: 0000-0002-3669-2358
ID Lattes: 3775683073966763
E-mail: regilda@ufpi.edu.br

RESUMO

O mel produzido de *Apis mellifera* L. é um dos alimentos mais antigos ligados à alimentação humana e apresenta inúmeras propriedades funcionais, a riqueza mineral desse alimento é expressa pelo seu conteúdo de cinzas e é um ótimo indicador de qualidade e de origem botânica. O objetivo foi determinar o conteúdo dos minerais Ca, P, K, Na, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn, por ICP OES, presentes em meis *Apis mellifera* proveniente da Caatinga piauiense. Os resultados mostraram que os maiores teores de minerais foram: K > P > Ca > Na > Mg. O *blend* de *Sarcomphalus Joazeiro* apresentou a maior concentração total de minerais (194,82mg/100g), seguindo do *blend* multifloral (58,22 mg/100g). A análise multivariada, Análise Hierárquica de Clusters e Análise de Componentes Principais permitiu a classificação das amostras de méis em função dos teores dos minerais. Constatou-se que o mel piauiense apresentou uma ampla faixa de concentração, principalmente altos níveis de K e P, sendo o mel de *Sarcomphalus Joazeiro* foi o que apresentou maior conteúdo entre os demais. Ressalta-se a importância de mais estudos na área, a fim de melhor correlacionar o teor mineral com o local de origem e assim melhor caracterizar o mel piauiense.

Palavras-chave: *Appis mellifera*; Origem botânica; *Mimosa caesalpinifoliae*; Micronutrientes

ABSTRACT

Honey produced from Apis mellifera L. is one of the oldest foods linked to human nutrition and presents numerous functional properties. The mineral richness of this food is expressed by its ash content and is an excellent indicator of quality and botanical origin. The objective was to determine the content of the minerals Ca, P, K, Na, Mg, Mn, Fe, Cu, and Zn, by ICP-OES, present in Apis mellifera honeys from the Caatinga region of Piauí. The results showed that the highest mineral contents were: K > P > Ca > Na > Mg. The Sarcomphalus Joazeiro blend presented the highest total mineral concentration (194.82 mg/100 g), followed by the multifloral blend (58.22 mg/100 g). Multivariate analysis, Hierarchical Cluster Analysis, and Principal Component Analysis allowed the classification of honey samples according to mineral content. It was found that honey from Piauí presented a wide range of concentrations, mainly high levels of K and P, with honey from Sarcomphalus Joazeiro showing the highest content among the others. The importance of further studies in this area is highlighted, in order to better correlate the mineral content with the place of origin and thus better characterize the honey from Piauí.

Keywords: *Appis mellifera*; Botanical origin; *Mimosa caesalpinifoliae*; Micronutrients

INTRODUÇÃO

O mel produzido pelas abelhas *Apis mellifera* L. é o mais coletado em todo o mundo, considerado um dos alimentos mais antigos ligados à alimentação humana, é um adoçante natural com inúmeras propriedades funcionais sendo constituído predominantemente por açúcares (e.g. glicose e frutose), água (95%) e pequenos teores de vitaminas, compostos fenólicos e minerais (Leocádio; Silva, 2022; Lobos *et al*, 2022 e Dourados *et al,* 2020).

Dentre estes constituintes, a riqueza mineral do mel é expressa pelo conteúdo de cinzas, é um parâmetro bastante utilizado como critério de qualidade e indicador de origem botânica (Alqarni *et al,* 2012; Souza et al, 2014). A legislação brasileira estabelece um teor de cinzas no mel de no máximo 0,6% m/m (Brasil, 2000).

O conteúdo de elementos minerais influencia diretamente a coloração do mel, podendo variar de 0,04% para méis claros a 0,2% para méis mais escuros. Esse conteúdo também pode ser influenciado pela sua origem geográfica, composição do solo, condições regionais e mudanças climáticas da área forrageada pelas abelhas (Alqarni *et al*, 2012; Santos *et al*, 2008).

Diversos minerais já foram identificados no mel, tais como: cálcio (Ca), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), potássio (K), sódio (Na), e zinco (Zn), sendo o K, o mineral em maior concentração (Vanhanen *et al,* 2011; Biluca *et al*, 2016; Di bela *et al,* 2021).

A concentração desses elementos no mel, também pode ser influênciada por fatores antropogênicos (provocados pelo homem), ocasionando assim, um aumento nas concentrações de alguns elementos tóxicos para o organismo humano: alúminio (Al), bário (Ba), cádmio (Cd), cobre (Cu), manganes (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) (Buldini *et al*., 2001; Oliveira *et al.,* 2019).

A determinação da composição elementar no mel é feita para garantir sua qualidade e autenticidade, porém é um desafio realizar tais analises em alimentos com alto teor de açúcar, uma vez que esse elevado teor pode causar interferência nas técnicas analíticas. A espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) é uma técnica analítica amplamente utilizada para a determinação de metais traço (concentração de <1 $mg.L^{-1}$), devido à alta sensibilidade, versatilidade, análise multielementar, robustez e velocidade de análise (Korn *et al,* 2008, Ioannidou *et al,* 2005, Fernandez-Torres *et al*, 2005).

O mel nordestino apresenta características únicas provenientes da vegetação nativa da região, apresenta baixa contaminação por pesticidas e por resíduos de antibióticos, especialmente devido à baixa umidade do ar, que dificulta o aparecimento de doenças nas abelhas, dispensando assim o uso de medicamentos (IBGE, 2021).

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo determinar o conteúdo de elementos minerias presentes no mel de abelhas (*Apis mellifera)*, provenientes da Caatinga piauiense visando contribuir para o controle de identidade e qualidade do mel piauiense.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais (Reagentes e Amostras)

Foram utilizadas um total de 28 amostras de méis de *A. mellifera* L., as amostras foram coletadas entre janeiro de 2021 e março de 2022, adquiridas junto às associações de apicultores de 4 municípios da microrregião Alto Médio Canindé: Massapê do Piauí, Vera Mendes, Patos do Piauí e Caridade do Piauí.

Após a coleta, as amostras foram armazenadas em tubos de plástico tipo pet com capacidade de 50 mL, etiquetadas com a data de coleta e floradas predominantes no entorno do apiário e mantida em temperatura de ±30ºC. O processamento do pólen e as análises dos minerais ocorreram logo após a de amostras. Nenhuma amostra apresentou sinais de fermentação ou deterioração até o momento das análises.

Todos os reagentes químicos usados foram adquiridos da Merck (Darmstadt, Alemanha) e da Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, EUA) e eram de grau analítico. A água foi purificada usando o sistema de purificação Milli-Q da Millipore (Bedford, MA, EUA).

Análises melissopolinológicas

A análise do pólen foi realizada no Laboratório de Estudos sobre Abelhas e Produtos Apícolas (LEAPI), *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros da Universidade Federal do Piauí, conforme metodologia de Louveaux; Maurizio; Vorwohl (1978), utilizando gelatina glicerinada. Para a identificação dos tipos polínicos foi utilizado o *software* ZEN 2.3 SP1 vinculado a uma câmera de captura de imagens (*Axiocam* 105), acoplada ao microscópio óptico (*Zeiss*).

Foram realizadas medições dos diâmetros polar e equatorial de até 25 grãos de pólen de cada tipo polínico presente nas amostras, utilizando-se a ampliação de 400x (0.65). Dessa maneira, foi possível estabelecer a forma e o tamanho dos grãos de pólen, o que permitiu a identificação dos tipos polínicos (família, gênero ou quando possível, espécie botânica) por meio da comparação com o material depositado e descrito na palinoteca do Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense (GEASPI/UFPI) e na Rede de Catálogos Polínicos Online (RCPol).

Em seguida as amostras foram separadas por origem botânica e para facilitar as análises foi preparado um Blend, misturando quantidades iguais das amostras de cada origem botânica, totalizando 7 blends diferentes, conforme demostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Amostras de mel de abelha *Apis mellifera* provenientes da caatinga piauiense.

Código	Origem botânica (% pólen)	Localidade	Blend
M-1	Croton (marmeleiro)	Vera Mendes	"Crotton"
M -12	*Mesosphaeram suaveolens*	Massapê do Piauí	"Mesosphaeram"
M - 7	*Mimosa caelsapinifolia*	Patos do Piauí	
M - 8	*Mimosa caelsapinifolia*	Patos do Piauí	"Mimosa"
M - 9	*Mimosa caelsapinifolia*	Patos do Piauí	
M - 11	*Mimosa caelsapinifolia*	Caridade	
M - 24	*Multifloral*	Massapê do Piauí	
M –20	*Multifloral*	Massapê do Piauí	"Multifloral"
M –30	*Multifloral*	Massapê do Piauí	
M –3	*Sarcomphalus joazeiro*	Matos	
M –6	*Sarcomphalus joazeiro*	Massapê do Piauí	
M - 13	*Sarcomphalus joazeiro*	Massapê do Piauí	"Joazeiro"
M –33	*Sarcomphalus joazeiro*	Jacobina	
M - 40	*Sarcomphalus joazeiro*	Paulistana	
M – 44	*Sarcomphalus joazeiro*	Paulistana	
M - 45	*Sarcomphalus joazeiro*	Paulistana	
M - 14	*Pityrocarpa moniliformis*	Massapê do Piauí	

M - 21	*Pityrocarpa moniliformis*	Massapê do Piauí	
M - 25	*Pityrocarpa moniliformis*	Massapê do Piauí	"Pityrocarpa"
M - 31	*Pityrocarpa moniliformis*	Massapê do Piauí	
M - 1.22	*Pityrocarpa moniliformis*	Vera Mendes	
M - 2.22	*Pityrocarpa moniliformis*	Vera Mendes	
M - 3.22	*Pityrocarpa moniliformis*	Vera Mendes	
M - 4.22	*Pityrocarpa moniliformis*	Vera Mendes	
M -15	*Sida gualheirensis*	Massapê	
M -17	*Sida gualheirensis*	Massapê	"Sida"
M -22	*Sida gualheirensis*	Massapê	
M -27	*Sida gualheirensis*	Massapê	

Fonte: Próprio Autor, 2025.

Preparação das amostras

As amostras foram aquecidas em chapa de aquecimento (IKA, Staufen, Alemanha) e incineradas em mufla (Fornitec, São Paulo, Brasil) por 10 h a 450ºC. As cinzas foram resfriadas em dessecador e umedecidas com água purificada por osmose reversa (Gehaka, São Paulo, Brasil). Adicionou-se 1,25 mL de ácido clorídrico 37 % (Merck, Darmstadt, Alemanha) e transferiu-se quantitativamente o conteúdo do béquer para balão volumétrico de 25 mL utilizando água purificada. O branco analítico foi preparado seguindo o mesmo procedimento, omitindo-se a amostra e os ensaios foram realizados com três repetições analíticas.

Análise multielementar

A quantificação dos elementos inorgânicos foi baseada na AOAC (2012), Official Methods 985.35 e 984.27, utilizando um espectrômetro de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado (ICP OES 5100 VDV, Agilent Technologies, Tóquio, Japão) equipado com uma fonte de radiofrequência (RF) de 27 MHz usando um detector óptico simultâneo, uma bomba peristáltica, uma câmara de nebulização ciclônica de duplo passo, uma tocha de quartzo de 1,8 mm e um nebulizador tipo *seaspray*. A visão axial foi utilizada para Mn e Zn, enquanto a visão radial foi usada para Ca, P, Mg, K e Na. O sistema utilizou como gás do plasma o argônio líquido com 99,96% de pureza (Air Liquide, São Paulo, Brasil). As condições otimizadas de operação do ICP OES estão dispostas da Tabela abaixo.

Tabela 2. Condições de operações do espectrômetro.

Potência do plasma	1,20kW
Gás refrigerante (Argônio)	12,0L min^{-1}
Gás auxiliar (Argônio)	1,0 L min^{-1}
Vazão de nebulização	0,7 L min^{-1}
Tempo de estabilização e de leitura	14 s

Fonte: Próprio Autor, 2025.

As curvas analíticas para os minerais foram preparadas a partir de diluições de padrões analíticos de 10 mg/100mL (Specsol - Quimlab, Jacareí, Brasil) e de 1000 mg/100mL (Titrisol - Merck, Darmstadt, Alemanha) nas faixas de 0,041 a 41,0 mg/100mL para Ca e Na; 0,062 a 62,0 mg/100mL para P; 0,015 a 14,5 mg/100mL para Mg; 0,061 a 61,0 mg/100mL para K e 0,001 a 1,0 mg/100mL para Cu, Fe, Mn e Zn, com coeficiente de correlação (r) superior a 0,9999. Os comprimentos de onda usados para as determinações dos 9 elementos foram: Ca (317,933 nm), Cu (324,754 nm), Fe (259,940 nm), Mn (257,610 nm), K (766,491 nm), Na (589,592 nm), P (213,618 nm), Mg (279,553 nm) e Zn (206,200 nm).

Análise Estatística

Os resultados foram expressos como médias ± desvio-padrão (n=3), o tratamento estatístico multivariado foi realizado aplicando a Análise Hierárquica de Clusters (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA), por meio do software, o *Unscrumbler X versão 10.4*, permitindo assim, fazer a separação e agrupamento das amostras em função do conteúdo mineral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da determinação do conteúdo de minerais do mel Piauiense está apresentada na Tabela 3. Um total de 9 minerais foram identificados e quantificados: Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn).

O blend elaborado com as amostras de méis de *Sarcomphalus Joazeiro*, apresentou a maior concentração total de minerais (194,82 mg/100g), seguindo do blend Multifloral (58,22 mg/100g) e de *Mimosa caesalpinifoliae* (48,25 mg/100g).

As amostras de *Sarcomphalus Joazeiro* apresentaram os teores mais elevados para todos os minerais pesquisados, com exceção do Mn, e o blend de *Mesosphaerum*

suaveolens, que apresentou a menor concentração total de minerais (26,71 mg/100g), sendo os menores teores dos seguintes minerais: Ca, K, Na, Mg, Cu Zn e Mn.

O mineral potássio apareceu em maior concentração em todos os méis analisados, com teor máximo de 170,26 mg/100g no blend de *Sarcomphalus Joazeiro*. Dado esse, bem acima do obtido por Silva et al, 2024 ao analisarem amostras de méis de *Pityrocarpa moniliformis* e *Mimosa caesalpinifoliae* oriundos do Piauí, (30,57 e 37,44 mg/100g, respectivamente). Os dados corroboram com a literatura, visto que diversos autores também já identificaram que o K é o mineral presente em maior quantidade no mel (Vanhanen *et al.,* 2011; Liberato *et al.*, 2013; Biluca *et al.,* 2016; Bergamo *et al.,* 2019; Ito *et al.,* 2018; Di bela *et al.,* 2021).

O fósforo foi o mineral com o segundo maior teor nas amostras analisadas, com teor médio de 4,57 mg/100g, sendo o maior teor determinado no blend de *Sarcomphalus Joazeiro* (11,94 mg/100g). Resultado discordante da literatura, que aponta que o após o K, o Ca é o mineral mais prevalente no mel, demonstrando uma diferença entre o mel piauiense e de outras regiões (Liberato *et al.,* 2013; Bergamo *et al.,* 2019; Ito *et al,* 2018; Oliveira *et al*, 2019).

Tabela 3. Conteúdo de minerais nas amostras de méis.

Minerais	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Σ* (mg/100g)
Mimosa caesalpinifolia	2,74±0,02	4,20±0,00	37,44±0,00	1,71±0,00	2,10±0,01	0,06±0,00	0,04±0,00	0,05±0,00	0,18±0,00	48,52
Pityrocarpa moniliformis	2,72±0,02	2,63±0,05	30,57±0,40	1,50±0,01	1,76±0,02	0,02±0,00	0,04±0,00	0,02±0,00	0,11±0,00	39,37
Sida gualheirensis	2,94±0,03	2,64±0,03	32,08±1,00	2,11±0,38	1,57±0,03	0,08±0,001	0,04±0,002	0,01±0,003	0,13±0,002	41,60
Mesosphaerum suaveolens	1,94±0,05	3,13±0,04	19,87±0,20	0,65±0,21	1,04±0,01	0,03±0,003	0,02±0,002	ND < 0,01	0,03±0,000	26,71
Croton (marmeleiro)	2,93±0,12	3,43±0,05	38,40±1,00	1,98±0,24	1,47±0,02	0,05±0,004	0,04±0,001	0,02±0,003	0,15±0,002	48,47
Multifloral	3,15±0,04	4,01±0,05	47,54±0,40	1,20±0,26	2,08±0,04	0,07±0,013	0,04±0,002	0,02±0,002	0,11±0,002	58,22
Sarcomphalus Joazeiro	7,00±0,47	11,94±1,0	170,26±9,00	5,06±0,39	8,16±0,54	0,24±0,02	0,10±0,005	0,08±0,008	0,14±0,01	194,82
MÉDIA	3,35	4,57	53,74	2,03	1,67	0,08	0,05	0,03	0,12	-
MIN	1,94	2,63	19,87	0,65	1,04	0,02	0,02	ND	0,03	-
MÁX	7,00	11,94	170,26	5,06	8,16	0,24	0,10	0,08	0,18	-

*somatório dos 9 minerais quantificados nas amostras
Fonte: Próprio Autor, 2025.

O mineral presente em menor concentração nos méis analisados foi o zinco, com exceção do blend de *Mimosa caesalpinifolia*, que apresentou menor teor de cobre em detrimento aos demais. Segundo Leal *et al.* (2022), Souza *et al.* (2014) e Baroni *et al.* (2009), a presença de Cu no mel pode indicar uma possível contaminação durante armazenamento ou transporte, devido o uso de recipientes de aço galvanizado, nesse contexto, a Instrução Normativa N° 160/22 preconiza que esse mineral esteja presente em baixas concentrações no mel (<10 mg/Kg) (ANVISA, 2022).

O teor de minerais presentes nas amostras de mel analisadas neste estudo foi similar com os dados obtidos por Sales *et al.* (2020), ao analisarem o mel oriundo do Ceará, obtendo os seguintes teores dos minerais pesquisados: Ca (47,9-210,88 mg/100g), Fe (0,06-0,42 mg/100g), Zn (0,02-0,249 mg/100g), Mn (0,0-0,02 mg/100g), Mg (0,55-1,5 mg/100g).

No presente estudo, as faixas de concentração de Ca, P, K, Na e Mg nas amostras apresentaram elevada variabilidade. A diversidade de origem botânica e geográfica foram os principais fatores responsáveis pela variação de concentração dos elementos presentes nos méis produzidos no Piauí.

As amostras de *Sarcomphalus Joazeiro* demonstraram uma peculiaridade adicional, podendo ser considerada a amostra de mel mais nutritiva em relação ao centeúdo mineral. Tais resultados podem ser úteis para obter-se mais informações sobre o mel de origens botânicas nativas da caatinga piauiense e para a formação de um banco de dados sobre a composição desse alimento.

Para a avaliação do conteúdo de minerais dos méis piauienses estudados, dos blends *Sarcomphalus Joazeiro*, blend multifloral e *Mimosa caesalpinifolir* foi aplicada a análise multivariada, a Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise Hierárquica de agrupamentos (HCA), que permitiram um melhor entendimento sobre os minerais contidos nos meis piauienses. A representação gráfica das componentes principais permite a caracterização dos minerais presentes nas amostras de méis estudadas. Os gráficos dos dois primeiros eixos (PCs) que estão associados a cada variável (Ca, Mn, Fe, Mg, Cu, Na, K, P e Zn) são mostrados nas Figuras 1 e 2. A análise por componentes principais (PCA) mostrou que o primeiro componente principal (PC1) explica 86,19% da

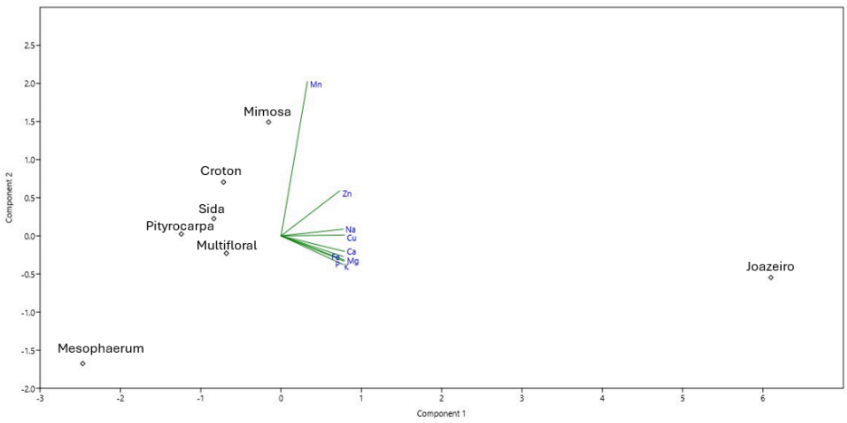
variância total dos dados, sendo que o segundo componente principal (PC2) explica, 10,99%.

O PC1 está relacionada aos minerais Ca, Mg, Na, Cu, Zn, K, Fe e P, enquanto o PC2 relaciona-se principalmente ao mineral Mn. De acordo com os gráficos de *scores* e *loadings* (Figuras 1 e 2) observa-se que existe a separação entre os méis de *Mimosa*, *Croton*, *Sida*, *Pityrocarpha*, *Mesosphaerum* e Multifloral no PC1, enquanto o PC2 separa o mel do *Sarcomphalus Joazeiro* dos demais.

No PC2 o blend dos méis de *Sarcomphalus Joazeiro* apresentam valores de *scores* positivos nas PC1 e PC2. Observa-se que isto se deve ao fato de que estes méis apresentaram maiores teores de todos os minerais analisados, com exceção do Mn. Os méis de *Mesosphaerum suaveolens* tem *scores* negativos na PC1 e negativos na PC2 (Figura 1). Os méis de *Mimosa* tem *scores* próximo ao zero na PC1 e positivos na PC2 (Figura 1), visto que o PC2 está relacionada ao mineral Mn quantificado em maior concentração no mel de *Mimosa*. Para os demais méis, *Croton*, *Sida*, *Pityrocarpa* e Multifloral, apesar de estarem separados na PC1 eles se encontram próximos ao zero das PC1 e PC2, dessa forma, não foi possível atribuir quais minerais foram importantes para suas separações.

É interessante notar que os méis de diferentes origens botânicas, foram agrupados entre si, conforme as diferenças nos teores de minerais obtidos. Os méis de *Croton*, *Sida*, *Pityrocarpa* e multifloral, foram aqueles que mantiveram próximos nestas duas componentes principais, indicando que seus teores de minerais diferenciam menos.

Figura 1- Gráfico dos *"scores"* e "*loading*" (7 méis) piauienses analisados.

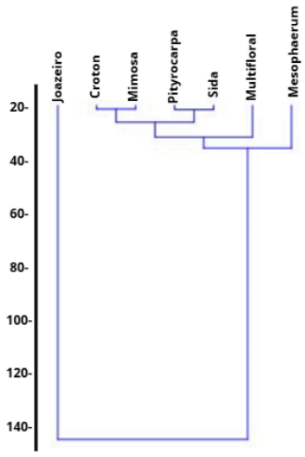


Fonte: Próprio Autor, 2025.

Verifica-se na sobreposição dos gráficos dos *scores* e *loadings* (Figura 1) que as variáveis mais importantes para o CP1 são os teores de Ca, Mn, Fe, Mg, K e P e para CP2 são as variáveis Mg e Zn, justificando a separação em grupos das amostras de méis de diferentes municípios do Estado do Piauí.

A análise hierárquica de agrupamentos (HCA) complementa a análise de componentes principais (PCA), sendo outro modo de visualizar as semelhanças e diferenças no conteúdo de minerais do mel analisado.

Figura 2: Dendograma utilizando as distâncias euclidiana das 7 amostras de méis e os 9 elementos químicos pesquisados no mel piauiense.



Fonte: Próprio Autor, 2025

Resumidamente, a Figura 2 demostra a formação de 2 grupos: grupo 1 (*Sarcomphalus Joazeiro*) e o grupo 2 formado pelos outros tipos de méis. Estes grupos correspondem aos mesmos grupos formados pelos componentes principais evidenciando a importância de usarmos estes dois tipos de análises em conjunto para a interpretação dos resultados.

A análise de componentes principais (PCA) juntamente com os resultados do dendograma revelam que os méis da Caatinga Piauiense apresentaram uma variação no teor de minerais, relacionadas pelas suas origens florais, ressaltando assim, a importância de compreender os fatores ambientais e as características nutricionais das plantas apícola da região que vão influenciar a composição química do mel local.

CONCLUSÃO

O presente estudo, demostra o conteúdo de minerais de sete origens botânicas de méis, de sete origens botânicas, produzidos no cerrado piauiense. As massas características dos 9 minerais apresentaram uma ampla faixa de concentração, em particular altos níveis de K e P. Os resultados mostraram ainda que amostras de méis de

Sarcomphalus Joazeiro apresentaram maiores tepres de minerais, com exceção do Mn. Os resultados obtidos foram compatíveis com outros estudos da literatura. Métodos quimiométricos, como PCA e HCA foram utilizados no estudo de classificação e agrupamento das amostras de mel, sendo possível observar uma separação bem definida em dois grupos principais, baseado no teor de minerais, confirmando que o mel de *Sarcomphalus Joazeiro* foi o que apresentou melhor concentração de mineral. Destaca-se ainda que um número maior de amostras seria necessário para melhor correlacionar o teor mineral com o local de origem e assim melhor caracterizar o mel piauiense.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Edital 01/2016 Universal, Processo Nº 431314/2016-0), Edital 08/2022 DT, Processo Nº 312227/2022-1 e à Universidade Federal do Piauí - UFPI, por meio do Edital Nº 05/2022 – PRPG/UFPI, pelos suportes financeiros concedidos.

REFERÊNCIAS

ALQARNI, A. S.; OWAYSS, A. A.; MAHMOUD, A. A.; HANNAN, M. A. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. **Journal of Saudi Chemical Society**, v.18, n.5, p.618–625, 2014.

ANVISA**. Instrução Normativa - IN N°88 (RN 487).** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de março. 2021.

BARONI, M. V.; ARRUA, C.; NORES, M. L.; FAYÉ, P.; DÍAZ, M. P.; CHIABRANDO, G. A.; WUNDERLIN, D. A. Composition of honey from Córdoba (Argentina): Assessment of North/South provenance by chemometrics. Food Chemistry. n.2, p.727–733, 2009.

BERGAMO, G.; SERAGLIO, S. K. T.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; COSTA, A. C. O. Physicochemical characteristics of bracatinga honeydew honey and blossom honey produced in the state of Santa Catarina: An approach to honey differentiation. **Food Research International**, v. 116, p. 745–754, 2019.

BILUCA, F. C.; BRAGHINI, F.; GONZAGA, L. V., COSTA, A. C. O; FETT, R. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae). **Journal of Food Composition and Analysis**, 50, 61–69, 2016.

BULDINI, P. L., CAVALLI, S., MEVOLI, A.; SHARMA, J. L. Ion chromatographic and voltammetric determination of heavy and transition metals in honey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 73, p.487-495, 2001.

BRASIL**. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 out. Seção 1, p.16-17, 2000.

DI BELLA, G.; LO TURCO, VICENZO.; PORTOTI, A. G.; BUA, G. D.; FEDE, M. R.; DUGO, G. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.44, p.25, 2021.

DOURADO, G. S.; CARDOSO, J. S. A.; CARDOSO, I. F.; LIMA, A. K. O.; DA SILVA, S. K. R.; TAUBE, P. S. Avaliação da Capacidade Antimicrobiana de Nanopartículas de Prata Sintetizadas com Mel de Abelha. **Ensaios**, v. 24, n. 3, p. 305-309, 2020.

FERNANDEZ-TORRES R, PEREZ-BERNAL MJL, BELLO-LOPEZ A, CALLEJON-MOCHON M, JIMENEZ-SANCHEZ AJC & GUIRAUM P. Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. **Talanta** 65(3): 686-691, 2005.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2021). **Produção Pecuária Municipal**. Recuperado de: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021.

IOANNIDOU, M. D.; ZACHARIADIS, G. A.; ANTHEMIDIS, A. N.; STRATIS, J. A. Direct etermination of toxic trace metals in honey and sugars using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. **Talanta, 2005**, *65*, 1.

ITO, E. H., ARAÚJO, W. L. L, SHINOHARA, A. J., BARROS, D. C. B., CAMILI, M. P.; ORSI, R. O. Características físico-química dos méis de abelhas *apis mellifera* produzidos na região do polo cuesta, São Paulo, Brasil. **Bol. Ind. Anim., Nova Odessa,** v.75, p.1-9, 2018.

KORN, M. G.; SANTOS, D.C.M.B.; ASTRO, J.T.; MORTE, E.S.B. Sample reparation for the determination of metals in food samples using spectroanalytical methods – a review. **Appl Spectrosc Rev** 43(2): 67-92, 2008.

LEAL, S.S.; SOUSA, E.R.; SILVÉRIO, G.; LIMA, P.C. Perfil de elementos inorgânicos em amostras de mel do estado do maranhão como um potencial bioindicador de origem geográfica. Quím. Nova 45 (05), 2022.

LEOCÁDIO, C. DE S.; SILVA, A. M. Conhecimento tradicional do uso medicinal do mel de abelha em Parintins e Boa Vista do Ramos, estado do Amazonas**. Revista do Centro de Estudos Superiores de Parintins.** v.7, n.9, p.52 – 64, 2022.

LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAGALHÃES, I. L.; CAVALCANTI, D. B.; SILVA, M. M. O. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará State, Northeastern Brazil. **Food Science and Technology**, v.33, p.38-46, 2013.

LOBOS, I.; SILVA, M.; ULLOA, P.; PAVEZ, P. Mineral and Botanical Composition of Honey Produced in Chile's Central-Southern Region. **Foods**, v.11, p.251, 2022.

LOUVEAUX, J., MAURIZIO, A. AND VORWOHL, G. (1978) Methods of Melissopalynology. **Bee World**, 59, 139-154.

OLIVEIRA, S. S.; ALVES, C. N.; MORTE, E. S. B., JÚNIOR, A. DE F. S.; ARAÚJO, R. G. O.; SANTOS, D. C. M. B. Determination of essential and potentially toxic elements and their estimation of bioaccessibility in honeys. **Microchemical Journal**, v.151, p.104221, 2019.

SALES, K.L.S.; BARBOSA, K.L.; NASCIMENTO, A.B.; AGUIAR, G.C.; VASCONCELOS, A.V.; LIBERATO, M.C.T.C. Caracterização de minerais em méis de abelhas *Apis mellifera* L. e *Melipona subnitida* D. em diferentes regiões do Ceará (pag 6-23) IN: **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**–Volume 9/ Organização Editora Poisson – Belo Horizonte - MG: Poisson – 2020.

SANTOS, J. S. DOS; SANTOS, N. S. DOS; SANTOS, M. S. P. DOS; SANTOS, S. N. DOS; LACERDA, J. J. DE J. Honey classification from semi-arid, atlantic and transitional forest zones in Bahia, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v.19, n.3, p.502-508, 2008.

SOUZA, R. F.; CARNEIRO, J. S.; FAIAL, K. C. F.; SILVA, B. A. Determinação dos teores minerais em amostras méis de abelhas do estado do Pará. Revista Iluminart, ano VI, Nº 11, março/20024.

SILVA, D.J.S.; SOARES, A.K.O.; CAMPOS, A.L.S.; BENDINI, J.N.; MORGANO, M.A.; MOREIRA-ARAUJO, R.S.R. Compostos bioativos, atividade antioxidante e perfil de minerais nas amostras de méis de Apis mellifera L (HYMENOPTERA: APIDAE) provenientes da Caatinga Piauiense, Brasil. **Observatório de la economía latinoamericana**, 22(6), e5043.

VANHANEN, L. P.; EMMERTZ, A.; SAVAGE, G. P. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 128, p. 236-240, 2011.