



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portaldeperiodicos.capes.gov.br)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Qualidade físico-química, compostos fenólicos, atividade antioxidante e colorimetria de méis produzidos e comercializados no Sul e Sudeste do Brasil

Physicochemical quality, phenolic compounds, antioxidant activity and colorimetry of honeys produced and commercialized in Southern and Southeastern Brazil

DOI: 10.55892/jrg.v8i18.2110

ARK: 57118/JRG.v8i18.2110

Recebido: 31/05/2025 | Aceito: 08/06/2025 | Publicado *on-line*: 09/06/2025

Mariana Aquino da Costa¹

<https://orcid.org/0009-0005-0380-8472>

<http://lattes.cnpq.br/3943204979301459>

Universidade Federal Fluminense, RJ, Brasil

E-mail: mariaquinoc7@gmail.com

Carolyne Pimentel Rosado²

<https://orcid.org/0000-0002-3610-6021>

<http://lattes.cnpq.br/5708886239405737>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: carolynerosado@gmail.com

Anderson Junger Teodoro³

<https://orcid.org/0000-0002-0949-9528>

<http://lattes.cnpq.br/1379990567646374>

Universidade Federal Fluminense, Centro Integrado de Alimentos e Nutrição, RJ, Brasil

E-mail: attedodoro@gmail.com



Resumo

O mel é um produto amplamente apreciado por suas propriedades nutricionais e funcionais, suas características químicas e sensoriais podem ser afetadas pela produção, localização, processamento, armazenamento e adulterações. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química, o teor de compostos fenólicos totais, a atividade antioxidante e a colorimetria de méis produzidos e comercializados no Sul e Sudeste do Brasil. Foram analisadas 21 amostras que continham o selo de inspeção para produtos de origem animal. Todas as amostras apresentaram os parâmetros de acidez, açúcares redutores, cinzas e hidroximetilfurfural (HMF) de acordo com a Instrução Normativa 11/2000. Para as análises de sacarose, umidade e prova de Lund foram valores em desacordo com a legislação vigente. O teor de compostos fenólicos apresentou valores de 208,91 a 816,06 mg GAE 100 g⁻¹ e atividade antioxidante de 620,48 a 4279,97 μmol TE 100g⁻¹ μmol Trolox 100 g⁻¹. A colorimetria pelo sistema CIELAB revelou variações entre as amostras, sendo observada correlação entre teor de fenólicos e a luminosidade (L*). Os resultados indicam a importância da caracterização físico-química e funcional como ferramenta de controle de qualidade e valorização dos méis brasileiros.

¹ Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal Fluminense.

² Graduada em Nutrição; Mestre em Alimentação, Nutrição e Saúde e Doutora em Ciências.

³ Graduado em Nutrição; Mestre e Doutor em Ciência de Alimentos.



Palavras-chave: Mel; qualidade; compostos fenólicos; atividade antioxidante; colorimetria.

Abstract

Honey is a widely appreciated product due to its nutritional and functional properties. Its chemical and sensory characteristics can be influenced by factors such as production methods, geographic origin, processing, storage conditions, and adulteration. In this context, the objective of this study was to evaluate the physicochemical quality, total phenolic content, antioxidant activity, and colorimetry of honeys produced and commercialized in Southern and Southeastern Brazil. A total of 21 samples bearing official inspection seals for animal-origin products were analyzed. All samples met the regulatory limits for acidity, reducing sugars, ash content, and hydroxymethylfurfural (HMF), as established by Normative Instruction No. 11/2000. However, non-compliance was observed in sucrose content, moisture levels, and Lund test results. Total phenolic content ranged from 208.91 to 816.06 mg GAE 100 g⁻¹, and antioxidant activity ranged from 620.48 to 4279.97 μmol TE 100 g⁻¹. Colorimetry using the CIELAB system revealed variations among the samples, with a correlation observed between phenolic content and lightness (L). The results highlight the importance of physicochemical and functional characterization as a tool for quality control and for enhancing the value of Brazilian honeys.*

Keywords: Honey; quality; phenolic compounds; antioxidant activity; colorimetry.

1. Introdução

O mel é um produto alimentício produzido por abelhas, a partir dos néctares das flores, de secreções provenientes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia (Brasil, 2000).

A Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, estabelece os padrões de Identidade e Qualidade do Mel, na qual é indicado que não é permitida a adição de açúcares e/ou de outras substâncias que alterem a composição original do produto. De acordo com a legislação, o mel pode ser classificado por origem, procedimento de obtenção e apresentação e/ou processamento. Quanto à origem, pode ser classificado como floral, monofloral, polifloral ou melato. Na obtenção, pode ser escorrido, prensado ou centrifugado. Em relação à apresentação e/ou processamento, pode ser líquido, cristalizado, parcialmente cristalizado, cremoso, em favos, com pedaços de favos, granulado ou filtrado (Brasil, 2000).

O mel é constituído principalmente por açúcares, predominantemente a glicose e a frutose, além de conter água, ácidos orgânicos, proteínas, minerais, vitaminas, pólen e diversas substâncias bioativas (Camargo et al., 2006). Dentre essas substâncias, destacam-se os compostos fenólicos, metabólitos secundários produzidos pelas plantas e principais responsáveis pela atividade antioxidante do mel (Cianciosi et al., 2018). Além da atividade antioxidante, estes compostos também apresentam propriedades bactericidas, anti-inflamatórias, antialérgicas, anticoagulantes, anticancerígenas e antidiabéticas (Becerril-Sánchez et al., 2021). A composição química e características sensoriais do mel podem variar de acordo com a espécie da abelha, estado da colônia, floração, maturação do mel, manejo da colheita, extração e processamento (Silva et al., 2006).

O consumo de mel no Brasil é relativamente baixo, com média de 0,03 kg/pessoa/ano em 2021 (Vidal, 2024). Esse dado reflete não apenas hábitos



alimentares, mas também aspectos culturais e históricos que influenciam a forma como o mel é incorporado aos hábitos de consumo, sendo mais associado a usos medicinais do que ao uso como adoçante ou ingrediente culinário, o que limita seu consumo na alimentação cotidiana (Silva, 2021; Ferreira et al., 2022).

Por se tratar de um produto de origem animal, é obrigatório que o mel tenha um Selo de Inspeção, seja ele Federal (SIF), Estadual (SIE) ou Municipal (SIM) (Brasil, 2017). O selo garante que o produto atenda à legislação vigente, siga as normas higiênico-sanitárias e esteja apto para comercialização. Muitos consumidores preferem comprar mel diretamente dos produtores, acreditando que o produto seja mais "natural". No entanto, muitos apicultores desconhecem o selo de inspeção, a cadeia produtiva do mel e os riscos associados ao manejo inadequado (Alves et al., 2021). Sem o selo, não há garantia de que o mel atenda aos padrões de qualidade, podendo estar contaminado por microrganismos, resíduos de pesticidas, fragmentos de insetos ou outros contaminantes. Esses fatores não apenas comprometem a qualidade do produto, mas também podem colocar em risco a saúde do consumidor (Marinho et al., 2018).

Devido à complexidade da composição química, variação das características sensoriais e das modificações que acontecem após a colheita, o mel é visto como um alimento suscetível a adulterações, sendo as principais com adição de açúcar comercial, amido, água, superaquecimento e adição de proteínas, além de poder haver falhas no processo produtivo e no armazenamento, que comprometem a qualidade do produto. As fraudes são estimuladas principalmente pelo aumento da lucratividade do produtor (Araújo et al., 2006).

A produção do mel desempenha um papel importante na economia do Brasil, contribuindo para a geração de emprego e renda, em razão de a apicultura ser uma atividade de baixo custo e baixo investimento, com várias possibilidades de comercialização, visto que a prática pode gerar diversos produtos, como mel, própolis, cera, pólen, além de poder ser destinado às indústrias alimentícia e farmacêutica (Santos; Ribeiro, 2009).

De acordo com o IBGE, em 2023 a produção de mel alcançou mais de 64 toneladas, representando um crescimento de 2,7% em relação ao ano anterior. Desde a publicação da Instrução Normativa n^o 11/2000, a produção nacional passou de 21,8 toneladas para 64,1 toneladas em 2023, um aumento de 193,6%, tornando o Brasil o 8^o maior exportador de mel do mundo, com os EUA sendo o principal destino do mel brasileiro (Pereira et al., 2003; FAO, 2023; IBGE, 2024, Vidal, 2024). Quanto à contribuição regional na produção nacional, o Nordeste é responsável por 39,9%, seguido pela região Sul (34%) e pelo Sudeste (21,3%). Já as regiões Centro-Oeste e Norte apresentam participação menor, 2,8% e 2% respectivamente (IBGE, 2024).

As análises físico-químicas exercem uma função fundamental para o controle dos padrões de identidade e qualidade do mel e são responsáveis por identificar fraudes, certificar a conformidade da cadeia produtiva, assegurar que o produto esteja de acordo com a legislação vigente (Marinho et al., 2018). Associadas a análises de antioxidantes, podem fornecer informações acerca das características nutricionais e funcionais do mel (Labaig et al., 2024). A cor é um dos atributos que o consumidor considera ao comprar o mel. A legislação determina que a cor do mel deve variar de quase incolor a pardo-escura e é afetada por fatores como origem botânica, teor de cinzas, temperatura, armazenamento e capacidade antioxidante (Brasil, 2000; Starowicz; Ostaszyk; Zieliński, 2021). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química, analisar o conteúdo de compostos fenólicos totais,



antioxidantes e caracterizar a colorimetria de méis produzidos e comercializados no Sul e Sudeste do Brasil.

2. Metodologia

2.1 Materiais

Foram coletadas 21 amostras de méis produzidos por abelhas *Apis mellifera*, sendo três de cada um dos sete estados das regiões Sul e Sudeste do Brasil: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. As amostras foram selecionadas de modo que fossem produzidas e comercializadas nos respectivos estados. Além disso, o mel deveria conter selo de inspeção e fiscalização para produtos de origem animal.

As amostras foram adquiridas entre novembro de 2023 e julho de 2024 por meio de diferentes formas de comercialização, incluindo o site do produtor, mercados online, mercados municipais localizados no estado produtor e supermercados locais. Após a aquisição, as amostras foram armazenadas em um local seco e protegido da luz, garantindo sua integridade até o momento das análises. Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise Química de Alimentos (LABAL), situado na Universidade Federal Fluminense (UFF).

2.2 Métodos

Foram realizadas as seguintes análises: acidez livre, açúcares redutores, cinzas, sacarose aparente, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF), umidade, prova do lugol, prova de Lund, colorimetria, compostos fenólicos e atividade antioxidante.

2.2.1 Acidez livre

Para a análise de acidez, foi empregada a técnica de titulação, conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Inicialmente, foi preparada uma solução de mel a 20%, a qual foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 M até atingir o ponto de equivalência, identificada utilizando fenolftaleína a 1% como indicador. As análises foram realizadas em triplicata.

2.2.2 Açúcares redutores

Para a determinação dos açúcares redutores, foi empregado o método de Lane e Eynon, que se baseia na redução das soluções de Fehling A e B durante a titulação realizada no ponto de ebulição (IAL, 2008). No equipamento REDUTEC, foram adicionados 10 mL da solução de Fehling A+B e água destilada até cobrir a ponta do eletrodo e utilizou-se uma solução de mel a 1% para titulação. Após um minuto de fervura, a titulação foi realizada até o valor de milivolts indicado no display do equipamento continuou subindo sem a adição de amostra. Realizado em triplicata.

2.2.3 Sacarose aparente

O teor de sacarose foi determinado utilizando o método de Lane e Eynon, conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Inicialmente, uma solução de mel a 1% foi hidrolisada com HCl concentrado e aquecida até a ebulição por dois minutos. Após a hidrólise, a amostra foi neutralizada com uma solução de NaOH a 10%, seguida de titulação, em triplicata no equipamento REDUTEC. O teor de sacarose foi calculado considerando o teor total de açúcares invertidos, aplicando-se o fator de conversão da sacarose (0,95).



2.2.4 Minerais (cinzas)

Foram pesados 2 g de mel em cadinhos de porcelana previamente aquecidos em estufa. Os cadinhos foram colocados sobre o bico de Bunsen, em capela de exaustão, até cessar a emissão de fumaça. Em seguida, as amostras foram transferidas para uma mufla a 600 °C, onde permaneceram por 5 horas. Após esse período, os cadinhos foram resfriados em dessecador e pesados em intervalos de 1 hora, até que se atingisse massa constante (IAL, 2008). As análises foram realizadas em triplicata.

2.2.5 Umidade

Para determinar a umidade do mel, foi utilizado o método refratométrico, que se baseia no índice de refração medido a 20°C em um refratômetro digital. O equipamento foi previamente calibrado com água destilada. A leitura do refratômetro forneceu o valor de sólidos solúveis totais expresso em °Brix, ajustado para a temperatura de 20°C. A partir desse valor, a umidade foi calculada utilizando a fórmula:

Umidade = 100 - leitura do refratômetro.

As leituras foram realizadas em triplicata.

2.2.6 Atividade diastásica

A determinação da atividade diastásica foi realizada de forma qualitativa, na qual, em um tubo de ensaio, adicionou-se 5ml de solução de mel a 20% (p/v), à qual foi adicionado 1 ml de solução de amido a 1%. As amostras foram incubadas em banho-maria por uma hora, a uma temperatura de 45 °C. Decorrido o tempo, foram adicionadas três gotas de solução de Lugol e homogeneizado. O resultado foi considerado positivo quando as amostras apresentaram uma coloração parda-clara, indicando a presença de atividade diastásica. O resultado foi considerado negativo quando a solução adquiriu uma coloração azul, indicando que o amido não foi degradado pela ação da enzima (Gonçalves, 2015).

2.2.7 Hidroximetilfurfural (HMF)

Para a determinação de HMF, foram pesados 5 g de amostra e dissolvidos com 25 ml de água destilada. Posteriormente transferiu-se para um balão volumétrico de 50 ml. Adicionaram-se 0,5 ml de solução de Carrez I (ferrocianeto de potássio) e 0,5 ml de Carrez II (acetato de zinco), e completando-se o volume com água destilada. A solução foi filtrada, e em seguida, foram pipetados 5 ml em dois tubos de ensaio, adicionou-se mais 5 ml de água destilada em um dos tubos (amostra) e no outro, foram adicionados mais 5 ml de cloreto de sódio 0,2% como referência. Para a leitura foi utilizado o espectrofotométrico nos comprimentos de onda de 284 nm e 336 nm (IAL,2008). O cálculo do teor de HMF foi feito utilizando a fórmula:

$$\text{HMF (mg / kg mel)} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 / P.$$

Onde:

A₂₈₄ = absorvância da amostra a 284 nm;

A₃₃₆ = absorvância da amostra a 336 nm;

P= massa da amostra em g;

5= massa nominal da amostra;

Fator = 149,7



2.2.8 Prova de Lund

Em uma proveta com rolha esmerilhada, adicionou-se uma solução de mel a 20% (p/v) e 5mL de solução de ácido tânico a 0,5% (p/v). Após 24 horas foi realizada a leitura do precipitado (IAL,2008).

2.2.9 Colorimetria

A cor das amostras foi determinada por meio do colorímetro Delta Vista, previamente calibrado, utilizando o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*). Nesse sistema, L^* corresponde a luminosidade, variando na escala de 0 (preto) a 100 (branco). Enquanto os parâmetros a^* e b^* são dois componentes de cor, com variações de -100 a 100, onde a^* abrange uma faixa que vai entre verde (-a) e vermelho (+a), e o b^* entre azul (-b) e amarelo (+b). Todas as medições foram realizadas em triplicata.

2.2.10 Determinação de fenólicos totais

A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada utilizando microplacas de poliestireno com 96 poços e fundo transparente, seguindo o método Folin-Ciocalteu descrito por Singleton e Rossi (1965). Foram adicionados diretamente aos poços 30, 20 e 10 μ L de solução aquosa de mel a 20% (p/v) e 150 μ L do reagente Folin-Ciocalteu. Após cinco minutos, foram adicionados 120 μ L de carbonato de sódio, e a placa foi incubada por 2 horas em ambiente escuro. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 750 nm. Uma curva padrão foi elaborada utilizando ácido gálico, e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de mel.

2.2.11 Atividade antioxidante (DPPH)

A determinação da atividade antioxidante foi realizada utilizando o método do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), adaptado para microplaca, segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Foram adicionados diretamente aos poços 75, 50 e 30 μ L de solução aquosa de mel a 20% (p/v) e 225 μ L do reagente DPPH. A microplaca foi incubada por 30 minutos em ambiente escuro. Posteriormente a absorbância foi medida a 515 nm e os resultados expressos em μ mol equivalentes de trolox (TE) por 100 gramas de mel.

2.2.12 Análise estatística

Para a análise estatística, utilizou-se o software GraphPad Prism 5.0 (San Diego, CA, EUA), com os dados expressos como média e desvio-padrão. A comparação entre os resultados encontrados e os limites da legislação foi analisada por meio do teste t Student pareado, com nível de confiança de 95%. Para as análises de correlação, utilizou-se o coeficiente de Pearson.

3. Resultados e Discussão

Os resultados das análises físico-químicas, o estado de origem e os valores de referência encontram-se na Tabela 1.

Os resultados obtidos para as análises de acidez e HMF demonstraram que todas as amostras analisadas estavam em conformidade com os limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000, que determina o limite máximo de 50 mEq/kg para acidez e 60 mg/kg para HMF. Os valores de acidez variaram entre 15,47 e 47 mEq/kg, enquanto os teores de HMF apresentaram uma variação de 0 a 17,60 mg/kg. Gregório et al. (2021), ao analisar méis provenientes de diferentes regiões do Paraná encontraram valores de acidez entre 24,98 e 34,69 mEq/kg e níveis máximos de HMF



de até 4,5 mg/kg. Esses parâmetros são indicadores da qualidade e estado de conservação do mel. Valores acima de 50 mEq/kg para acidez podem indicar alterações resultantes de fermentação ou contaminação. O HMF está presente naturalmente no mel, é influenciado pelo tempo, condições de armazenamento, processamento e transporte. Concentrações elevadas podem indicar adulteração por adição de açúcar comercial ou por superaquecimento do mel (Brasil, 2000; Souza et al., 2021).

Os açúcares redutores são indicadores da maturidade do mel. No presente estudo, quatro amostras (G, K, O e U) apresentaram valores abaixo do mínimo exigido pela legislação, estabelecido em 65%. No entanto, ao fazer o teste t pareado em comparação a Instrução Normativa, não houve diferença significativa ($p > 0,05$), indicando que as amostras estavam em conformidade. Valores de açúcares redutores abaixo de 65% sugerem que o mel pode não ter atingido o ponto ideal de maturação durante a colheita, comprometendo seu padrão de qualidade, como sabor e aroma pouco desenvolvidos, além de maior suscetibilidade à fermentação e menor estabilidade durante o armazenamento. Além disso, ao analisar os teores de sacarose, observou-se que as amostras K, O e U também excederam o limite máximo permitido de 6%, o que pode estar relacionado à colheita precoce do mel. Outras cinco amostras (D, H, J, P e R) também apresentaram níveis de sacarose acima do estabelecido, sugerindo práticas inadequadas durante a produção, colheita ou possível adulteração. Ao analisarem méis de *Apis mellifera* no Rio Grande do Sul, Marcolin et al. (2021) observaram teores de sacarose entre 5,3 e 10%. Valores elevados de sacarose podem estar associados a um mel que não atingiu o grau de maturidade adequado e a adulteração por adição de xarope de açúcar (Silva, et al., 2024b).

Quanto à umidade, a amostra T apresentou um valor acima do limite máximo de 20% (Brasil, 2000). A umidade é um parâmetro utilizado para avaliar o estado de conservação e a qualidade do mel, pois influencia diretamente sua estabilidade microbiológica e físico-química. Teores elevados, podem reduzir o tempo de prateleira do produto, aumentando o risco de fermentação por microrganismos, também podem alterar características sensoriais e físicas, como a viscosidade, a cristalização, a cor e o sabor, comprometendo assim a aceitabilidade do mel pelo consumidor (Gois et al, 2013).

Todas as amostras apresentaram resultado negativo no teste de Lugol, indicando que nenhum dos méis avaliados apresentava adulteração por adição de amido ou dextrinas, os quais são frequentemente utilizados de forma fraudulenta para aumentar o volume do produto ou mascarar sua qualidade inferior (Albuquerque; Sobrinho; Lins, 2021).

Quanto à atividade diastásica, as amostras E, L e U apresentaram resultados negativos, demonstrando a ausência de atividade da enzima. A ausência da atividade enzimática pode indicar adulteração por adição de açúcar invertido, superaquecimento ou condições inadequadas de armazenamento, uma vez que a diastase é sensível ao calor e sua atividade tende a diminuir com o tempo. Ludwig et al. (2020) ao analisarem 47 méis da região noroeste do Rio Grande do Sul, observaram que 15 amostras apresentaram resultados negativos para essa análise.



Tabela 1. Propriedades físico-químicas e Estado de origem das amostras.

Amostras	Acidez (mEq/Kg)	Açúcares redutores (%)	Sacarose (%)	Cinzas (%)	Umidade (%)	HMF (mg.Kg ⁻¹)	Prova Lugol*	Atividade diastásica*	Prova Lund	Estado
A	23,70±2,85	65,86±3,56	1,26 ±2,13	0,20±0,23	19,5±0,00	16,41±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	PR
B	15,47±1,45	66,87± 7,47	5,76 ±0,68	0,18±0,02	18,27±0,42	6,78±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	SP
C	47,00±0,48	66,02± 6,58	5,50±5,86	0,45±0,07	19,93±0,06	6,50±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	SP
D	19,93±1,22	67,02 ± 9,08	11,67±1,99	0,25 ±0,00	18,17±0,60	5,81±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	RS
E	39,04±3,54	68,04 ±10,27	1,69±2,83	0,08±0,01	19,80±0,20	0	N	N	0,6 < x < 3,0mL	RJ
F	33,10±2,98	73,49 ±3,99	0,95±0,00	0,12±0,06	19,27±1,68	0,14±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	SP
G	44,78±3,60	64,65±5,03	4,78±4,71	0,11±0,04	22,10±0,17	9,40±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	MG
H	32,38±2,52	66,69 ±2,47	16,25±3,71	0,42±0,24	19,40±0,10	10,37±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	SC
I	36,62±1,99	75,36 ± 7,56	0,14±8,78	0,20±0,02	19,67±0,32	10,93±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	MG
J	41,09±3,69	65,84 ± 8,54	12,99±1,69	0,33±0,03	21,20±0,50	5,86±0,00	N	N	0,6 < x < 3,0mL	RS
K	33,13±3,23	62,97 ±5,33	13,32±2,74	0,33±0,01	21,00±2,00	3,57±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	RJ
L	24,60±2,51	65,45 ± 5,76	6,25±0,00	0,15±0,02	19,17±0,21	4,99±0,00	N	N	0,6 < x < 3,0mL	PR
M	26,11±2,68	66,02 ± 5,84	6,75±1,35	0,15±0,00	19,27±0,40	0,42±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	SC
N	38,02±2,44	68,04 ± 0,00	1,28±9,81	0,30±0,11	20,07±0,06	10,47±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	MG
O	28,77±1,27	64,57 ± 6,50	11,46±1,14	0,19±0,17	20,23±0,42	3,99±0,00	N	P	> 3ml	PR
P	29,23±0,28	68,15 ± 6,08	8,32±2,89	0,27±0,02	20,43±0,06	2,86±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	RJ
Q	31,62 ± 0,96	70,31 ±7,56	0,87±1,56	0,51±0,04	20,30±0,20	3,06±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	SC
R	22,35±0,55	65,62 ±2,97	8,72±2,64	0,24±0,01	20,30±0,20	16,67±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	ES
S	20,96±1,26	70,21 ±2,51	2,83±3,28	0,25±0,02	18,97±0,06	17,60±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	ES
T	24,62±1,56	70,07 ± 4,04	0,18±7,24	0,46±0,06	25,10 ±0,10	7,31±0,00	N	P	0,6 < x < 3,0mL	RS
U	40,52±3,57	64,48 ±4,20	9,43±1,72	0,17±0,06	19,83 ±0,23	6,94±0,00	N	N	0,6 < x < 3,0mL	ES
Média	31,10 ± 8,66	67,42± 3,05	6,21± 4,94	0,26± 0,12	20,09± 1,47	7,50± 5,05	-	-	-	
<i>Brasil (2000)</i>	<i>Máx 50 mEq/Kg</i>	<i>Min 65%</i>	<i>Máx 6%</i>	<i>Máx 0,6%</i>	<i>Máx 20%</i>	<i>Máx 60mg/Kg</i>	-	-	-	

*N: negativo; P: positivo.

A prova de Lund é um método utilizado para avaliar a pureza do mel, indicando possíveis adulterações ou práticas inadequadas durante sua produção. A amostra O apresentou resultado fora do padrão estabelecido, com um volume superior a 3 mL, sugerindo práticas inadequadas no manejo das colmeias. De acordo com a legislação vigente, valores abaixo de 0,6 mL indicam que o mel não é puro, sugerindo a presença de substâncias estranhas ou adulterantes (Brasil, 2000). Por outro lado, valores acima de 3 mL podem estar associados à alimentação artificial das abelhas, que pode ser feita em momentos específicos, como por exemplo, períodos de escassez, porém se feita de forma não criteriosa, é possível haver presença de resíduos no mel que podem



comprometer a qualidade e autenticidade do produto, pois o mel produzido a partir da alimentação artificial não apresenta as mesmas propriedades do mel produzido a partir da alimentação natural (Barbosa, 2023).

As origens botânicas das amostras foram identificadas com base nas informações dos rótulos dos produtos e estão apresentadas na Tabela 2. Nos resultados obtidos para colorimetria é possível observar que o mel B, da origem de laranjeira, apresentou o maior valor de luminosidade ($L^* = 57,07$), e a amostra E de origem silvestre, obteve o menor valor ($L^* = 39,51$). Méis mais claros tendem a ter o valor de L^* maior que 50, enquanto méis escuros têm valores de L^* abaixo de 50 (González-Miret et al., 2005). Através da cor digital é possível observar que as amostras que apresentaram o parâmetro L^* acima de 50, também exibem visualmente uma cor mais clara, enquanto as que obtiveram valores abaixo de 50, apresentam visualmente a coloração mais escura.

Tabela 2. Colorimetria e origem botânica das amostras.

Amostra	L^*	a^*	b^*	Cor digital	Origem botânica
A	45,13 ±0,01	10,40 ±0,04	4,68 ±0,02		Laranjeira
B	57,07 ±0,00	5,58 ±0,02	17,53 ±0,05		Laranjeira
C	40,94 ±0,01	9,68 ±0,01	0,05 ±0,00		Eucalipto
D	45,06 ±0,05	6,28 ±0,08	6,10 ±0,08		Eucalipto
E	39,51 ±0,01	5,35 ±0,05	-1,86 ±0,05		Silvestre
F	46,05 ±0,01	14,62 ±0,04	10,17 ±0,07		Silvestre
G	45,10 ±0,00	12,87 ±0,02	6,02 ±0,06		Silvestre
H	44,95 ±2,27	8,18 ±0,07	6,86 ±0,01		Silvestre
I	44,35 ±0,02	13,09 ±0,09	4,91 ±0,08		Silvestre
J	46,09 ±0,02	13,05 ±0,03	8,87 ±0,04		Aroeira
K	50,66 ±0,00	12,82 ±0,00	14,31 ±0,00		Silvestre
L	48,53 ±0,06	7,11 ±0,05	10,56 ±0,05		Laranjeira
M	53,78 ±0,03	10,16 ±0,03	19,47 ±0,05		Macieira
N	51,23 ±0,03	12,86 ±0,06	14,48 ±0,04		Silvestre
O	49,45 ±0,01	12,32 ±0,06	12,64 ±0,04		Silvestre
P	51,24 ±0,04	12,98 ±0,05	15,14 ±0,01		Eucalipto
Q	52,70 ±0,01	10,40 ±0,03	18,09 ±0,02		Eucalipto
R	42,18 ±0,01	9,88 ±0,07	2,77 ±0,02		Aroeira
S	50,38 ±0,04	10,99 ±0,33	13,39 ±0,28		Cipó-uva
T	52,21 ±0,01	8,80 ±0,03	15,69 ±0,05		Eucalipto
U	47,31 ±0,04	13,73 ±0,08	10,69 ±0,02		Café

Em relação ao parâmetro a^* , todas as amostras apresentaram valores positivos, indicando que possuem tonalidade avermelhada. A amostra E foi a única que apresentou valores negativos de b^* , ou seja, é um mel que tende a tonalidade azulada, enquanto as outras amostras apresentaram b^* positivo, com tendência amarelada. Usualmente, a cor do mel é determinada pela escala Pfund, um método espectrofotométrico que converte a absorvância em cor na escala Pfund que varia de branco água a âmbar escuro. No entanto, esse método apresenta limitações na detecção de variações sutis de cor, podendo resultar na classificação de amostras com diferenças perceptíveis de cor dentro da mesma faixa, além de não abranger amostras que se apresentam fora da escala, principalmente méis mais escuros. Por



outro lado, o sistema CIELAB fornece valores mais exatos e é capaz de identificar variações cromáticas sutis das amostras (Bodor et al., 2021).

As amostras de origem botânica laranjeira ($n=3$) obtiveram variação de L^* entre 45,13 e 57,07, de a^* entre 5,58 e 10,40 e b^* entre 4,68 e 17,53. Os méis de eucalipto apresentaram L^* entre 40,94 e 52,70, a^* 6,28 e 12,98 e b^* 0,05 e 18,09. Para as amostras de origem silvestre ($n=8$) foi observado valores de L^* entre 39,51 e 51,23, a^* 5,35 e 14,62 e b^* -1,83 e 14,48. Os valores de L^* , a^* e b^* , assim como a cor digital, apresentaram variações mesmo em amostras de mel de mesma origem botânica. Essas variações podem estar relacionadas a condições geográficas, teor de cinzas, composição do néctar, armazenamento, aquecimento, cristalização e compostos antioxidantes, os quais também influenciam na cor do mel (De-Melo et al., 2017). Bergamo et al. (2019) ao analisar méis de diferentes origens florais observou variação dos valores de L^* de 30,33 a 49,88 valores de a^* entre 1,07 e 16,24 e valores de b^* de 21,56 a 39,54.

Os teores de compostos fenólicos variaram entre 208 e 816,06 mg GAE 100 g⁻¹ (Tabela 3). A amostra J, de origem botânica aroeira, obteve o maior valor de fenólicos totais (816,06 mg GAE 100 g⁻¹) entre as amostras. Tal resultado corrobora os apresentados por Gardoni et al. (2022), que ao analisar méis de aroeira, observou um valor mais alto de compostos fenólicos no mel desta origem botânica em comparação a outros méis monoflorais, apresentando uma média de 142,5 mg GAE 100 g⁻¹. Esses valores podem ser atribuídos aos compostos fenólicos produzidos pelas árvores de aroeira, que são transportados pelas abelhas por meio do néctar coletado até o mel.

A amostra J apresentou valor de L^* de 46,09, sendo assim, considerado um mel escuro, a cor do mel também pode ser influenciada pelo conteúdo de compostos fenólicos e méis considerados escuros tendem a apresentar maiores valores destes compostos (Ortega-Bonilla; Morales-Hormiga; Chito-Trujillo, 2020). Foi observada uma correlação negativa ($r = -0,5784$) e estatisticamente significativa ($p = 0,0060$) entre a concentração de compostos fenólicos e o parâmetro L^* , indicando que as amostras analisadas com maior teor de compostos fenólicos apresentam, no geral, a coloração mais escura (Figura 1).

A amostra S, de origem botânica cipó-uva, apresentou menor teor de fenólicos totais (208,91 mg GAE 100 g⁻¹). Resultado semelhante foi encontrado por Royo et al. (2022), na qual a amostra desta origem obteve o menor número de compostos fenólicos (40,70 mg GAE 100g⁻¹) dentre as amostras analisadas. Valores entre 33,73 e 1267 mg GAE 100g⁻¹ foram encontrados por Baranowska-Wójcik; Szwajgier; Winiarska-Mieczan (2020), ao analisarem 47 amostras méis de diferentes origens florais da Polônia, observou-se que o mel de trigo sarraceno foi o que apresentou maior teor de compostos fenólicos. Em méis brasileiros, Pena Júnior et al. (2022) observaram valores entre 42,42 e 107,93 mg GAE 100 g⁻¹. Labaig et al (2024), verificou teores entre 21,3 e 62,1 mg GAE 100 g⁻¹. Essas variações no teor de compostos fenólicos podem estar relacionadas a origem botânica e geográfica das amostras, mas também à sazonalidade e a condições de armazenamento (Baranowska-Wójcik; Szwajgier; Winiarska-Mieczan, 2020; Marcolin et al, 2021).



Tabela 3. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das amostras.

Amostras	Fenólicos totais (mg GAE 100 g ⁻¹)	Atividade antioxidante (μ mol TE 100g ⁻¹)
A	400,23 \pm 17,50	1704,73 \pm 19,58
B	214,26 \pm 29,39	630,17 \pm 57,53
C	535,46 \pm 16,59	1415,42 \pm 7,79
D	291,23 \pm 36,28	1626,45 \pm 65,84
E	656,68 \pm 54,07	956,49 \pm 11,25
F	445,78 \pm 5,95	1836,73 \pm 78,00
G	388,73 \pm 17,49	1247,70 \pm 17,51
H	342,11 \pm 12,03	1021,09 \pm 3,42
J	816,06 \pm 38,17	4279,97 \pm 38,53
K	329,45 \pm 34,60	1631,99 \pm 5,10
L	264,20 \pm 5,15	887,97 \pm 21,42
M	291,47 \pm 26,28	1033,68 \pm 123,59
N	307,31 \pm 7,36	1309,90 \pm 37,88
O	375,08 \pm 17,54	1746,12 \pm 79,98
P	404,56 \pm 55,88	620,48 \pm 19,34
Q	457,27 \pm 31,96	2527,59 \pm 79,77
R	517,55 \pm 6,18	1229,23 \pm 45,75
S	208,91 \pm 11,02	1340,83 \pm 10,99
T	313,07 \pm 18,92	2103,25 \pm 56,50
U	685,49 \pm 26,04	1493,72 \pm 78,91
Média	420,08	1555,93
DP	161,1	789,42

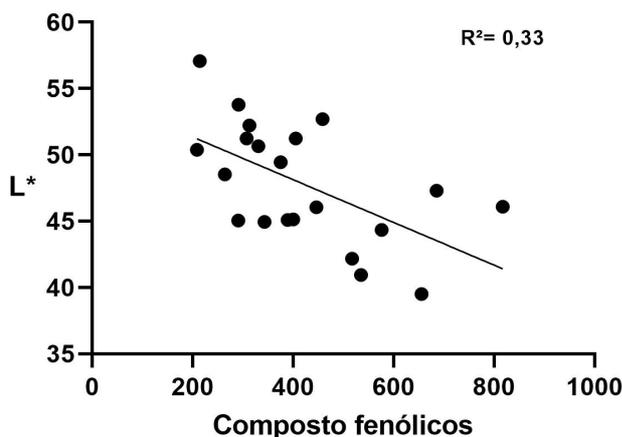


Figura 1. Correlação entre a concentração de compostos fenólicos e o parâmetro de luminosidade L*.

Quanto à atividade antioxidante, os valores variaram de 620,48 a 4279,97 $\mu\text{mol TE } 100\text{g}^{-1}$. Assim como o observado para o teor de compostos fenólicos totais, a amostra J apresentou maior capacidade antioxidante, enquanto a amostra P, de origem floral de eucalipto, apresentou menor valor (Tabela 3). Os resultados observados neste estudo apresentaram valores superiores aos descritos por outros autores. Ramalho (2018), ao analisar três amostras de mel comercializadas no sertão paraibano, obteve uma média de $400,57 \pm 1,28 \mu\text{mol TE } 100\text{g}$. Silva, et al (2024a), verificou variação entre 21,91 e 126,45 $\mu\text{mol TE } 100\text{g}^{-1}$. Labaig et al. (2024) observaram valores entre 18,7 e 41,8 $\text{mg TE } 100\text{g}^{-1}$. As diferenças de valores podem estar relacionadas às características inerentes à amostra, porém, não há padronização da análise e da expressão dos resultados para amostras de mel, portanto, é possível que as divergências estejam associadas à metodologia utilizada.

4. Conclusão

Os resultados demonstraram que a maioria das amostras estava em conformidade com os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000. Entretanto, foram identificadas inconformidades nos parâmetros de umidade, sacarose, atividade diastásica e prova de Lund, sugerindo possíveis falhas no processamento, armazenamento ou fiscalização, considerando que todas as amostras possuíam um Selo de Inspeção para produtos de origem animal. A variação no teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante e cor, sugere que além da complexidade química do mel, as diversidades botânicas e geográficas do Brasil podem também influenciar esses componentes. Esses achados reforçam a relevância da caracterização físico-química e funcional do mel como ferramenta para garantir a segurança alimentar e ampliar o conhecimento sobre sua composição e diversidade de características.

A quantidade limitada de amostras por estado e a ausência da análise melissopalínológica para confirmação da origem botânica, podem ter afetado a representatividade dos dados obtidos. Além disso, estudos colorimétricos utilizando o método CIELAB aplicados em méis brasileiros ainda são escassos na literatura. Ressalta-se ainda a necessidade da padronização da metodologia utilizada para análise da atividade antioxidante, de forma a permitir comparações mais consistentes



entre autores, podendo assim contribuir para uma compreensão mais abrangente das propriedades e das características do mel brasileiro.

Referências

ALBUQUERQUE, J. C. G.; SOBRINHO, M. E.; LINS, T. C. DE L. Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília - DF, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 42, n. 1, p. 71, 2 fev. 2021.

ALVES, L. R. P. *et al.* Perfis dos produtores, comerciantes e consumidores de mel da cidade de Barreiras – Bahia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e452101523140, 29 nov. 2021.

AGUIAR, A. S.; FURTADO, E. A.; ROSA, F. DE L. A produção de mel apícola: importância socioeconômica e aspectos da cadeia produtiva. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 41, p. 229-245, 2023.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade do Crato-CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 51-55, 2006.

BARANOWSKA-WÓJCIK, E.; SZWAJGIER, D.; WINIARSKA-MIECZAN, A. Honey as the Potential Natural Source of Cholinesterase Inhibitors in Alzheimer's Disease. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 75, n. 1, p. 30–32, 10 jan. 2020.

BARBOSA, V. A. N. **Impactos do manejo apícola na qualidade do mel: uma análise dos fatores e estratégias de melhoria.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Zootecnia) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2023.

BECERRIL-SÁNCHEZ, A. L. *et al.* Phenolic Compounds in Honey and Their Relationship with Antioxidant Activity, Botanical Origin, and Color. **Antioxidants**, v. 10, n. 11, p. 1700, 27 out. 2021.

BERGAMO, G. *et al.* Differentiation of honeydew honeys and blossom honeys: a new model based on colour parameters. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 5, p. 2771–2777, 10 abr. 2019.

BODOR, Z. *et al.* Colour of honey: can we trust the Pfund scale? – An alternative graphical tool covering the whole visible spectra. **LWT**, v. 149, n. 0023-6438, p. 111859, 2021.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVÉLIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000 -Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000.

BRASIL. **Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017.** Regulamenta a Lei no 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei no 7.889, de 23 de novembro de 1989, que



dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasil, 2017.

CAMARGO, R. C. R. *et al.* **Mel: características e propriedades**. Cidade: Embrapa Meio-Norte, 2006. 30 p. (Documentos, 150).

CIANCIOSI, D. *et al.* Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: a Review. **Molecules**, v. 23, n. 9, p. 2322, 11 set. 2018.

DE-MELO, A. A. M. *et al.* Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. **Journal of Apicultural Research**, v. 57, n. 1, p. 5–37, 2017.

FERREIRA, M. I. A. *et al.* PERCEPÇÃO A RESPEITO DO CONSUMO DE MEL NO ESTADO DE RORAIMA. **Ars Veterinaria**, v. 38, n. 2, p. 49, 28 jun. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS – **FAO DATABASE**, 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>> Acesso realizado em 5 de fevereiro de 2025.

GARDONI, L. C. de P. *et al.* Content of phenolic compounds in monofloral aroeira honey and in floral nectary tissue. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, n. 1678-3921, 1 jan. 2022.

GOIS, G. C. *et al.* Composition of honey from *Apis mellifera*: Quality requirements. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, 23 ago. 2013.

GONÇALVES, Édira Castello Branco de Andrade. **Análise de alimentos: uma visão química da nutrição**. São Paulo: Livraria Varela, 2015.

GONZÁLEZ-MIRET, M. L. *et al.* Multivariate Correlation between Color and Mineral Composition of Honeys and by Their Botanical Origin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2574–2580, abr. 2005.

GREGÓRIO *et al.* Antimicrobial activity, physical-chemical and activity antioxidant of honey samples of *Apis mellifera* from different regions of Paraná, Southern Brazil. **Food Science and Technology**, v. 41, n. suppl 2, p. 583–590, 2021.

IBGE. **Produção de mel de abelha**, 2024. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>>

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LABAIG, F. A. *et al.* Propriedades físico-químicas e antioxidantes do mel – Pantanal Norte, Brasil. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 5, p. e4217–e4217, 10 maio 2024.

LUDWIG, D. *et al.* Mel colonial: Parâmetros de qualidade / Colonial honey: Quality parameters. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 92312–92323, 2020.

MARCOLIN, L. C. *et al.* Meliponinae and *Apis mellifera* honey in southern Brazil: Physicochemical characterization and determination of pesticides. **Food Chemistry**, v. 363, n. 0308-8146, p. 130175, nov. 2021.



MARINHO, J. K. L. et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal, RN. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 77, p. 1–6, 29 mar. 2018.

ORTEGA-BONILLA, R. A.; MORALES-HORMIGA, C. H.; CHITO-TRUJILLO, D. M. Evaluación de características físicoquímicas, compuestos fenólicos, contenido de minerales y color de mieles comerciales del Cauca (Colombia). **Ciencia & Tecnología Agropecuaria**, v. 22, n. 2, 2021.

PENA JÚNIOR, D. S. et al. Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Minas Gerais (Brazil). **PLOS ONE**, v. 17, n. 1, p. e0262038, 19 jan. 2022.

PEREIRA, F. DE M. et al. Sistema de produção de mel. **Embrapa Meio-Norte**, n. 1678-8818 3, 2003.

PIANA, G. J. DE L.; CÂMARA, B. J. F. Análise da qualidade físico-químico-microbiológica dos méis comercializados na região de Cacoal-RO, segundo os padrões do mapa. **Brazilian Journal of Development**, v. 11, n. 3, p. e78646–e78646, 28 mar. 2025.

RAMALHO, W. C. **Análise físico-química, atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos do mel e do pólen apícola da abelha *Apis Mellifera* comercializados no sertão paraibano**. Artigo (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, 2018.

ROYO, V. DE A. et al. Physicochemical profile, antioxidant and antimicrobial activities of honeys produced in Minas Gerais (Brazil). **Antibiotics**, v. 11, n. 10, p. 1429, 18 out. 2022.

SANTOS, C. S; RIBEIRO, A. S. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde**, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2009.

SILVA, D. J. S. et al. 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**, v. 22, n. 6, p. e5043–e5043, 2024a.

SILVA, D. J. S. et al. Propriedades físico-químicas de méis de abelha no Brasil: uma revisão. **Editores Licuri**, p. 130–142, 2024b.

SILVA, R. A. et al. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006.

SILVA, R. S. de A.. Frequência e forma de uso do mel de abelhas no Sertão Central de Pernambuco. In: RIBEIRO, J. C. (Org.). **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021. p. 26-43.



SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

SOUZA, L. R. DE *et al.* QUALIDADE DO MEL. In: **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**. [s.l.] Editora Científica Digital, 2021. p. 469–476.

STAROWICZ, M.; OSTASZYK, A.; ZIELIŃSKI, H. The Relationship between the Browning Index, Total Phenolics, Color, and Antioxidant Activity of Polish-Originated Honey Samples. **Foods**, v. 10, n. 5, p. 967, 28 abr. 2021.

VIDAL, M. DE F. Mel Natural. **Caderno Setorial ETENE**, v. 9, n. 333 2024.

TROSINSKI, L.; HRYSYK, A. DE S. Avaliação Da Qualidade Do Mel Comercializado Em Diferentes Regiões Do País. **Revista Mundi Engenharia Tecnologia e Gestão**, v. 8, n. 2, 2023.