



## PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E ANTIOXIDANTES DE MÉIS COMERCIAIS PRODUZIDOS NA REGIÃO DE LONDRINA

*Physicochemical and antioxidants properties of commercial honey produced in Londrina region*

*Gabriela de Moraes PINHEIRO<sup>1</sup>, Jéssica Barrionuevo RESSUTTE<sup>2</sup>, Natália Norika Yassunaka HATA<sup>3</sup>, José Renato da SILVA<sup>4</sup>, \*Wilma Aparecida SPINOSA<sup>5</sup>*

### RESUMO

O mel é um composto rico em compostos com atividade bioativa, no entanto, nos últimos anos, esse produto tem sido alvo de adulterações. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de quatro méis comerciais produzidos na região de Londrina. Os parâmetros avaliados foram umidade, pH, acidez total, cinzas, condutividade elétrica, açúcares redutores, reação de Lund, hidroximetilfurfural, atividade diastásica, cor e capacidade antioxidante e redutora. Os resultados mostraram que todas as amostras se encontraram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação Brasileira, com exceção da análise de açúcares redutores, em que duas amostras apresentaram valores inferiores ao padrão estabelecidos pela legislação. Todas as amostras apresentaram capacidade antioxidante e redutora, sendo essas superiores para as amostras com maiores índices de açúcares redutores. Desse modo, conclui-se que pesquisas que verifiquem a qualidade dos méis comerciais são necessárias, de modo a se assegurar a qualidade do produto no mercado e evitar fraudes.

**Palavras-chave:** Fraude de alimentos. Qualidade alimentar. Compostos bioativos. Legislação brasileira.

### ABSTRACT

Honey is a compound rich in compounds with bioactive activity, however, in recent years, this product has been subject to adulteration. In this sense, the objective of this work was to evaluate the quality of four commercial honeys produced in the region of Londrina. The evaluated parameters were humidity, pH, total acidity, ash+, electrical conductivity, reducing sugars, Lund reaction, hydroxymethylfurfural, diastatic activity, color and antioxidant and reducing capacity. The results showed that all samples met the standards established by Brazilian legislation, except for the analysis of reducing sugars, in which two samples presented values lower than the standard established by legislation. All samples showed antioxidant and reducing capacity, being superior to samples with higher levels of reducing sugars. Thus, it is concluded that research that verifies the quality of commercial honeys is necessary, in order to ensure the quality of the product on the market and avoid fraud.

**Key words:** Food fraud. Food quality. Bioactive compounds. Brazilian legislation.

\* Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021; aprovado em 05/06/2021

<sup>1</sup> Bacharel em Química, Universidade Estadual de Londrina, [gabrielademoraisspinheiro@gmail.com](mailto:gabrielademoraisspinheiro@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutoranda em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, [jessicaressutte@gmail.com](mailto:jessicaressutte@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutoranda em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, [naty\\_ea@hotmail.com](mailto:naty_ea@hotmail.com)

<sup>4</sup> Doutorando em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, [renato290@hotmail.com](mailto:renato290@hotmail.com)

<sup>5</sup> Doutora em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, [wilma.spinosa@uel.br](mailto:wilma.spinosa@uel.br)

## INTRODUÇÃO

O mel produzido pela abelha da espécie *Apis mellifera* pode ser obtido a partir do néctar das flores, das secreções procedentes de partes vivas das plantas e das excreções de insetos. Para produzir o mel, as abelhas coletam, transformam e combinam esses materiais com substâncias específicas próprias. Parte do mel produzido é utilizada para a sua própria alimentação, e o restante é armazenado em favos para abastecimento do ninho em eventuais períodos de escassez (ÁVILA et al., 2018; SILVA et al., 2019). O mel pode ser classificado em monofloral, quando o produto procede principalmente de flores de uma mesma família, gênero ou espécie, ou multifloral, quando o produto procede de diferentes origens florais (COSTA et al., 2018).

O mel possui em sua composição, compostos que apresentam atividade antioxidante como o ácido ascórbico, flavonoides, ácidos fenólicos, derivados de carotenoides, ácidos orgânicos e produtos das reações de Maillard (HALAGARDA et al., 2020; MOLAVEISI et al., 2019). O mel também é formado, em sua grande parte, por açúcares, com predominância de glicose e frutose, água, e por outros constituintes em menores proporções como minerais, proteínas e vitaminas, podendo conter cera de abelhas procedente do processo de extração (MOLAVEISI et al., 2019; RIZELIO et al., 2020).

A literatura preconiza a ingestão de alimentos ricos em compostos bioativos, como o mel. Os antioxidantes desempenham um papel significativo na prevenção de diversas doenças como Parkinson, Alzheimer, câncer, artrite e diabetes, e na conservação de alimentos, prevenindo a ocorrência de reações oxidativas responsáveis pela deterioração do produto. Essas substâncias atuam por meio de dois mecanismos: o primeiro envolve a inibição da formação de radicais livres e espécies reativas de oxigênio, e o segundo abrange a eliminação de radicais importantes na etapa de propagação, como alcoxila e peroxila, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas (SILVA et al., 2019).

As atividades antioxidantes bem como as características físico-químicas do mel podem variar de acordo com a origem botânica, as quais são influenciadas principalmente por fatores sazonais, geográficos e ambientais. Com isso, diferenças nos seus valores podem ser esperadas em méis de diferentes origens (BILUCA et al., 2020; SILVA et al., 2019). Além disso, a atividade antioxidante e as características físico-químicas do mel também podem variar de acordo com as condições de armazenamento do produto ou por adulterações propositais (MARTÍNEZ et al., 2018).

Por se tratar de um produto amplamente consumido e de alto valor agregado, o mel passou a ser alvo de adulterações nos últimos anos. As alterações mais comuns que podem ocorrer com o mel durante o armazenamento incluem a formação de hidroximetilfurfural (HMF), a degradação de açúcares e a diminuição da atividade diastásica (AD), além de alterações físico-químicas como mudanças na cor, aumento da acidez e redução do pH. Ainda, muitos componentes presentes em menores proporções podem ser degradados durante o armazenamento (MISSIO et al., 2020). O Brasil estabelece padrões de identidade e qualidade para méis florais e de melato pela Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Desse modo, análises que avaliem a qualidade dos

méis comerciais para evitar que produtos adulterados cheguem ao consumidor são necessárias.

Com o aumento da procura por produtos seguros e de qualidade, a apicultura, que antigamente era feita de forma artesanal, passou a ser tecnificada, visando melhorar a quantidade e a qualidade do mel produzido. O Brasil é considerado destaque na produção de mel, sendo a região sul líder em termos de produção (RIZELIO et al., 2020). Desse modo, o objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade de méis comerciais produzidos na região de Londrina a partir de suas propriedades físico-químicas e antioxidantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas quatro amostras de méis comercializadas na região de Londrina-PR. Duas amostras foram obtidas no comércio local e as outras duas de produtores locais. Todos os méis foram produzidos pela mesma espécie de abelha (*Apis mellifera*), sendo uma amostra de mel monofloral e os demais poliflorais. Os méis adquiridos foram mantidos em condições de estocagem apropriadas e analisados dentro de três meses após a sua data de envase.

As amostras foram submetidas às análises de pH, acidez total, umidade, cinzas, hidroximetilfurfural (HMF), atividade diastásica, açúcares redutores, reação de Lund, condutividade elétrica, cor, fenólicos totais, flavonoides e capacidade antioxidante. Os méis que apresentaram cristalização foram aquecidos em banho térmico (45 °C), antes das análises, exceto para a análise de HMF.

As análises de pH, acidez total, umidade, cinzas, HMF e índice diastásico (expresso em unidades de Göthe por grama de mel) foram realizadas de acordo com metodologia proposta pela AOAC (2012).

Os açúcares redutores foram determinados pelo método de Somogyi-Nelson, que é baseado nas propriedades redutoras dos açúcares. A leitura das absorbâncias foi realizada em um espectrofotômetro (UV-vis Gnesys 6™ Thermo Electron Corporation, Brasil), a um comprimento de onda de 540 nm.

A reação de Lund é baseada na precipitação de albuminoides. Na presença de mel puro, é formado um precipitado de albuminoides no intervalo de 0,60 a 3,00 mL. Na presença de mel adulterado, não haverá formação de precipitado ou o volume máximo se excederá. A análise foi realizada segundo metodologia proposta pelo instituto Adolfo Lutz (2005). A condutividade elétrica foi realizada seguindo metodologia descrita por Sancho et al., (1991), com resultados apresentados em mS/cm.

A cor de cada amostra de mel foi determinada a partir da leitura de absorbância a 560 nm em espectrofotômetro (Thermo Scientific™, modelo GENESYS 10S UV-Vis, Estados Unidos) utilizando glicerina P.A como branco. O resultado foi expresso em absorbância e a cor denominada pela escala de Pfund como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Classificação da cor do mel de acordo com a escala de Pfund.

Cor Nominal	Escala de Pfund (mm)	Faixa de cor a 560 nm
Branco d'água	1 a 8	Até 0,030
Extra branco	8 a 17	0,031 a 0,060
Branco	17 a 34	0,061 a 0,120
Extra âmbar claro	34 a 50	0,121 a 0,188
Âmbar claro	50 a 85	0,189 a 0,440

Quatro métodos foram utilizados para a determinação da capacidade antioxidante: DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) descrito por Brand-Williams et al. (1995); FRAP (íons férricos que reduzem o poder antioxidante), descrito por Benzie e Strain (1996), modificado por Bertoncelj et al. (2007); compostos fenólicos totais, segundo Singleton et al. (1999) e teor de flavonoides totais, determinado pelo método adaptado por Pekal e Pyrzyńska (2014). As leituras das absorvâncias foram lidas em um espectrofotômetro (Thermo Scientific™, modelo GENESYS 10S UV-Vis, Estados Unidos) em comprimentos de onda de 517 nm para a análise de DPPH, com resultados expressos em Concentração Efetiva 50% (EC50) indicando a concentração mínima de antioxidante necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH; 593 nm para análise do FRAP, com resultados expressos como valor de FRAP (Fe (II) mg/ mL) da solução de 10,00 % de mel; 760 nm para a compostos fenólicos totais, com resultados expressos em mg de equivalente de ácido gálico por 100 g de mel (mg Eq AG 100/ g) e 510 nm para a determinação de teor de flavonoides totais, com resultados expressos em mg equivalentes de catequinas por 100 g de mel (mg Eq CA 100/ g).

Todas as análises realizadas neste trabalho foram feitas em triplicata, exceto a determinação de cor, HMF, acidez total e atividade diastásica.

Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão (Coeficiente de Variação). As diferenças estatísticas foram obtidas através da análise de variância a um fator (ANOVA one-way). Para a comparação de médias entre grupos foi utilizado o teste de Tukey com um intervalo de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa SISVAR 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos para as análises físico-químicas das quatro amostras de méis.

A Tabela 3 mostra a correlação de Pearson entre as diferentes variáveis analisadas. A matriz de correlação de Pearson relaciona estatisticamente duas variáveis contínuas. Valores maiores que 0 indicam que existe uma associação positiva entre as variações, ou seja, as variáveis estão diretamente correlacionadas, e o contrário também se aplica, valores menores que 0 indicam que existe uma associação negativa, ou seja, que as variáveis estão inversamente relacionadas.

**Tabela 2** - Umidade, cinzas, condutividade elétrica, açúcares redutores e cor das amostras de méis analisadas.

	M1	M2	M3	M4	Limites (Brasil, 2000)
Umidade (g/ 100 g)	17,20 <sup>d</sup> $\pm$ 0,12	17,57 <sup>c</sup> $\pm$ 0,04	17,97 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02	17,92 <sup>b</sup> $\pm$ 0,04	< 20,00
Cinzas (g/ 100 g)	0,35 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,13 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	0,12 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01	0,12 <sup>c</sup> $\pm$ 0,002	< 0,6
Condutividade elétrica (mS/ cm)	53,00 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05	27,00 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	25,00 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01	25,00 <sup>c</sup> $\pm$ 0,003	-
Açúcares redutores (g/ 100 g)	65,21 <sup>b</sup> $\pm$ 0,04	74,30 <sup>a</sup> $\pm$ 0,10	60,18 <sup>d</sup> $\pm$ 0,19	64,34 <sup>c</sup> $\pm$ 0,13	> 65,00
Cor	Âmbar	Extra âmbar claro	Âmbar claro	Âmbar claro	-

Letras iguais nas linhas significam que os tipos de méis não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A umidade é o segundo componente em quantidade no mel. A legislação estabelece que esse parâmetro deve ser menor do que 20%. Níveis elevados de umidade favorecem a sobrevivência de bactérias fermentadoras, e de leveduras osmofílicas, acarretando em uma rápida deterioração do produto (ÁVILA et al., 2018). Os méis analisados apresentaram valores entre 17,20 e 17,97% de umidade, estando dentro do valor estabelecido pela legislação. Marinho et al. (2018) analisaram 20 amostras de méis comercializadas no estado do Rio Grande do Norte, e reportou valores de umidade variando de 15,80 a 20,53%, sendo que apenas uma amostra se encontrou acima do permitido pela legislação. Em outro estudo realizado no Pará, foram analisadas 22 amostras de méis da abelha *Apis mellifera* e os autores constaram que quatro amostras se encontravam acima do permitido pela legislação (GOMES et al., 2017).

Com relação à acidez, todas as amostras se encontram dentro do valor estabelecido pela legislação brasileira (50 mEq/ Kg). A acidez é um parâmetro importante na manutenção da estabilidade do mel, reduzindo o risco do desenvolvimento de microrganismos, no entanto, valores acima do permitido por legislação, podem indicar possível fermentação das amostras (GOMES et al., 2017). Souza et al. (2018) encontraram amostras fora do limite estabelecidos por legislação, com valores variando de 5,3 e 66 mEq/ kg para amostras de méis coletadas na Bahia. Rizelio et al. (2020) também encontraram amostras com valores acima de 50 mEq/ kg para méis coletadas no Paraná, com valores na faixa de 11,27 a 69,78 mEq/ kg.

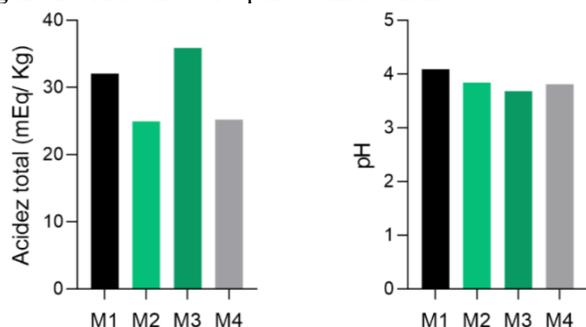
A análise de pH não é obrigatória por legislação, sendo esta uma medida complementar a análise de acidez. Segundo o MAPA, as medidas de pH devem estar dentro da faixa de 3,3 – 4,6. No presente estudo, os méis analisados apresentaram pHs variando de 3,68 a 4,09 (Figura 1), estando de acordo com a faixa de medida recomendada pela legislação. Marinho et al. (2018) encontraram valores próximos de pH, variando de 3,08 a 4,31. Em outro estudo, Castro Filho et al., (2017) analisaram amostras de méis na cidade de Vitória da Conquista, no sudoeste da Bahia, e reportou valores variando de 3,3 a 4,6. Os valores de pH, bem como de acidez são influenciados principalmente pela origem botânica dos méis e pelas condições de extração e armazenamento (RIZELIO et al., 2020).

A condutividade elétrica está relacionada com a origem floral e com concentração de cinzas das amostras de mel (Tabela 2). Os teores de cinzas encontrados para as amostras analisadas variaram entre 0,12 e 0,35 g/100 g, estando dentro do estabelecido pela legislação, enquanto que a condutividade elétrica variou de 25 a 53 mS/cm. Através da correlação Pearson (Tabela 3), é possível

**Tabela 3** - Matriz de correlação de Pearson das variáveis, para as amostras de méis analisadas.

	Acidez Total	Cinzas	Condutividade	HMF	Atividade Diastásica	EC50	Cor
Acidez Total	1,000						
Cinzas	0,292	1,000					
Condutividade	0,278	0,999	1,000				
HMF	0,679	-0,501	-0,512	1,000			
Atividade Diastásica	0,040	0,947	0,945	-0,702	1,000		
EC50	-0,791	-0,797	-0,784	-0,094	-0,642	1,000	
Cor	0,759	0,835	0,825	0,038	0,680	-0,997	1,000

$\rho$  assume apenas valores entre -1 e 1, quando positivo a relação entre as matrizes é proporcional, quando negativo é inversamente proporcional.

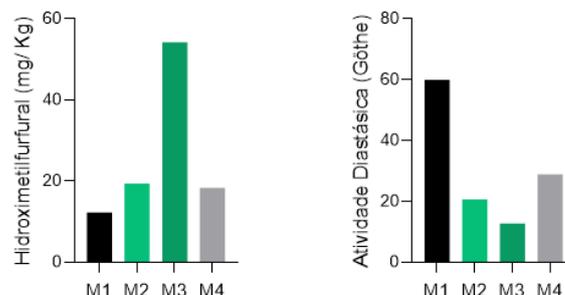
**Figura 1** - Acidez total e pH dos méis analisados.

observar uma correlação positiva muito forte,  $\rho = 0,999$ , entre a condutividade elétrica e o teor de cinzas (ACQUARONE et al., 2007). A amostra 1 apresentou os maiores valores para esses parâmetros, sendo possível inferir que esta amostra contém a maior concentração de minerais, comparado a outras amostras analisadas. Apesar de não ser exigida pela legislação Brasileira, a análise de condutividade elétrica é considerada um bom critério para a determinação da origem botânica e do teor de cinzas em amostras de mel (ALVES et al., 2005).

Em relação aos açúcares redutores (Tabela 2), duas das amostras analisadas apresentaram valores fora dos padrões estabelecidos por lei. O teor mínimo permitido pela legislação brasileira para mel é de 65 g/100 g. Valores superiores ao permitido podem significar fraude ou ainda uma coleta prematura do mel, já que a sacarose ainda não foi totalmente dissociada em glicose e frutose, pela ação enzimática (FINOLA et al., 2007; KÜÇÜK et al., 2008). Gomes et al., (2017) também detectaram possível fraude em amostras de mel coletadas no Pará, os autores constaram que 48,4% das amostras apresentaram concentrações de açúcares redutores abaixo do mínimo estabelecido pela legislação brasileira. As

amostras 3 e 4 apresentaram cristalização no período de análise, sendo essas as que portaram valores de açúcares redutores abaixo do esperado.

Todas as amostras apresentaram HMF e atividade diastásica dentro do limite estabelecido por legislação (Figura 2), sendo esses parâmetros indicadores da qualidade do mel.

**Figura 2** - Hidroximetilfurfural e atividade diastásica das amostras de méis analisadas.

O HMF e a atividade diastásica estão relacionados com o tempo de armazenamento e/ou aquecimento excessivo do mel. O abaixamento da atividade diastásica pode ser ocasionado por processos de desnaturação. Já o HMF pode ser formado pela desidratação da hexose em meio ácido ou pelas reações de Maillard. Valores elevados de HMF também podem estar associados às técnicas inadequadas de manejo e/ou condições climáticas adversas da região. Portanto, um mel de elevada qualidade deverá ter um baixo teor de HMF e um alto índice diastásico (KÜÇÜK et al., 2008; TOSI et al., 2008). Um valor de HMF elevado e uma baixa atividade diastásica representam

**Tabela 4** – Capacidade antioxidante e redutora das quatro amostras de méis analisadas.

	M1	M2	M3	M4
DPPH (EC50)	46,17 <sup>d</sup> ± 1,38	115,56 <sup>a</sup> ± 2,35	67,91 <sup>c</sup> ± 1,84	97,52 <sup>b</sup> ± 1,78
FRAP (mg Fe (II)/ mL)	2,01 <sup>a</sup> ± 0,02	1,04 <sup>d</sup> ± 0,04	1,82 <sup>b</sup> ± 0,06	1,32 <sup>c</sup> ± 0,02
Fenólicos totais (mg Eq AG/ 100 g)	65,70 <sup>b</sup> ± 0,85	51,70 <sup>d</sup> ± 1,66	93,56 <sup>a</sup> ± 0,58	59,04 <sup>c</sup> ± 1,72
Flavonoides totais (mg Eq CA/ 100 g)	2,74 <sup>a</sup> ± 0,05	1,48 <sup>c</sup> ± 0,00	2,03 <sup>b</sup> ± 0,00	1,42 <sup>d</sup> ± 0,05

Letras iguais nas linhas significam que os tipos de méis não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

uma queda do valor nutricional das amostras (ALMEIDA FILHO et al., 2011). A amostra 3 foi a que apresentou o maior valor de HMF e a menor atividade diastásica. Efetuando a correlação de Pearson (Tabela 3) entre HMF e atividade diastásica, temos que  $\rho = -0,702$ , o que significa que as duas variáveis possuem uma correlação moderada. Portanto, relacionando o resultado da análise de HMF com a atividade diastásica, nota-se que na medida em que a variável de HMF aumenta, a atividade diastásica diminui. Assim, pode-se inferir que este mel pode ter sido superaquecido em sua preparação (REGO et al., 2002). Marinho et al., (2018) também reportaram provável superaquecimento de quatro méis avaliadas, sendo estas 20% do total de amostras analisadas, com valores variando de 9,60 a 88,7 mg/kg.

A respeito da cor, os dados dispostos na Tabela 2 foram convertidos para cores nominais. A cor do mel está associada à sua origem floral, entretanto, o armazenamento prolongado, a incidência de luz, as possíveis reações enzimáticas, o aquecimento e o processo de extração podem escurecer o mel (CRANE, 1985). Nesse estudo, os méis encontraram-se dentro da faixa de cor de âmbar à extra âmbar claro. Todas as amostras apresentaram um precipitado entre os intervalos 0,60 e 3,00 mL para a reação de Lund, o que prova que os méis analisados são naturais e não artificiais.

Os resultados das determinações da capacidade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH, FRAP, compostos fenólicos e flavonoides totais são mostrados na Tabela 4.

Com os resultados obtidos pode-se observar que há uma maior capacidade antioxidante na amostra 3, visto que esta precisou de uma menor concentração de mel para inibir 50% da concentração inicial do radical DPPH, e que se confirmou pelo método FRAP. A concentração de fenólicos totais, também foi maior para a amostra 3. Em relação aos flavonoides totais, o valor mais elevado foi obtido para amostra 1. Segundo Jacob (2014), os teores de compostos fenólicos em méis são variáveis em função de fatores intrínsecos à origem botânica. A florada pode ser mais rica em certos compostos fenólicos.

## CONCLUSÕES

Pode-se comprovar a autenticidade dos méis através da reação de Lund e a qualidade da fabricação mediante as análises de HMF e atividade diastásica. Apenas duas amostras se encontraram fora dos padrões definidos pela legislação Brasileira para a análise de açúcares redutores. Além disso, foi possível encontrar uma correlação de proporcionalidade entre as variáveis cinzas e condutividade elétrica, e HMF e atividade diastásica.

## REFERÊNCIAS

ACQUARONE, C.; BUERA, P.; ELIZALDE, B. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, v. 101, p. 695-703, 2007.

ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.;

SODRE, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de melipona mandacaia smith (*Hymenoptera: Apidae*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 4, 2005.

AOAC. Official Methods of Analysis. Arlington: Association of Official Analytical Chemists. 2012.

ÁVILA, S.; BEUX, M. R.; RIBANI, R. H.; ZAMBIAZI, R. C. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science and Technology*, v. 81, p. 37–50, 2018.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, v. 239, p. 70–76, 1996.

BERTONCELJ, J., DOBERŠEK, U., JAMNIK, M. e GOLOB, T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, v. 105, p. 822-828, 2007.

BILUCA, F. C.; DA SILVA, B.; CAON, T.; MOHR, E. T. B.; VIEIRA, G. N.; GONZAGA, L. V.; VITALI, L.; MICKE, G.; FETT, R.; DALMARCO, E. M.; COSTA, A. C. O. Investigation of phenolic compounds, antioxidant and anti-inflammatory activities in stingless bee honey (*Meliponinae*). *Food Research International*, v. 129, p. 108756, 2020.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, 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, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Publicado no dia de 23 de Outubro de 2000, Seção I, p. 16-17.

CASTRO FILHO, M. N.; SANTOS, J. L.; PAES, É. de C.; DIAS, W. S. R.; PEREIRA, L. F. Avaliação da qualidade de méis de abelha produzidos e comercializados em Vitória da Conquista, Bahia. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 4, p. 783–790, 2017.

COSTA, A. C. V. da; SOUSA, J. M. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; GARRUTI, D. dos S.; MADRUGA, M. S. Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semiarid region. *Food Research International*, v. 105, p. 110–120, 2018.

CRANE, E. O livro do mel. 2.ed. São Paulo: Nobel, 226p, 1985.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*, v. 100, p. 1649-1653, 2007.

- GOMES, V. V.; DOURADO, G. S.; COSTA, S. C.; LIMA, A. K. O.; DA SILVA, D. S.; BANDEIRA, A. M. P.; VASCONCELOS, A. A.; TAUBE, P. S. Evaluation of the quality of honey commercialized in Western Pará, Brazil. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 2, p. 815–826, 2017.
- HALAGARDA, M.; GROTH, S.; POPEK, S.; ROHN, S.; PEDAN, V. Antioxidant activity and phenolic profile of selected organic and conventional honeys from Poland. *Antioxidants*, v. 9, n. 1, p. 44–63, 2020.
- Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JACOB, M. A. M. Compostos fenólicos, atividade antioxidante e características físico-química de mel e pólen coletados por *Apis Mellifera Linnaeus*, 1758 (*Hymenoptera: Apidae*). 2014. 85f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2014.
- KÜÇÜK, M., KOLAYLI, S., KARAOGLU, S., ULUSOY, E., BALTACI, C., CANDAN, F. LIANDA, R. L. P.; CASTRO, R.N. Isolamento e identificação da *Morina* em Mel Brasileiro de *Apis mellifera*. *Química Nova*, v. 31, n. 6, p. 1472-5, 2008.
- MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. Mel brasileiro: composição e normas. Ribeirão Preto: São Francisco, 2004.
- MARINHO, J. K. L.; MOREIRA, C. V. da S.; FERREIRA, L. C.; DAMASCENO, K. S. F. da S. C.; SANTOS, J. A. B. dos; HOLLAND, N. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal, RN. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 77, e1735, 2018.
- MARTÍNEZ, R. A.; SCHVEZOV, N.; BRUMOVSKY, L. A.; ROMÁN, A. B. P. Influence of temperature and packaging type on quality parameters and antimicrobial properties during Yateí honey storage. *Food Science and Technology*, v. 38, p. 196–202, 2018.
- MISSIO, P. da S.; GONZAGA, L. V.; BILUCA, F. C.; SCHULZ, M.; VITALI, L.; MICKE, G. A.; OLIVEIRA COSTA, A. C.; FETT, R. Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds. *LWT*, v. 129, p. 109521, 2020.
- MOLAVEISI, M.; BEIGBABAEI, A.; AKBARI, E.; NOGHABI, M. S.; MOHAMADI, M. Kinetics of temperature effect on antioxidant activity, phenolic compounds and color of Iranian jujube honey. *Heliyon*, v. 5, n. 1, e01129, 2019.
- PEKAL, A.; PYRZYNSKA, K. Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods*, v. 7, n. 9, p. 1776–1782, 2014.
- REGO, J. G. S.; XIMENES, R. S. S.; CARNEIRO, J. G. M. Qualidade de méis de *Apis mellifera* através de parâmetros físico-químicos. V Encontro Sobre Abelhas de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP, p. 284, 2002.
- RIZELIO, V. M.; TENFEN, L.; GONZAGA, L. V.; BORGES, G. da S. C.; BILUCA, F. C.; SCHULZ, M.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Physicochemical and bioactive properties of Southern Brazilian *Apis mellifera* L. honeys. *Journal of Apicultural Research*, v. 0, no. 0, p. 1–7, 2020.
- SANCHO, M. T. et al. Relationships between electrical conductivity and total and sulphated ash contents in Basque honeys. *Apidologie*, v. 22, p. 487–494, 1991.
- SILVA, C. F.; ROSALEN, P. L.; SOARES, J. C.; MASSARIOLI, A. P.; CAMPESTRINI, L. H.; SEMARINI, R. A.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M. Polyphenols in Brazilian organic honey and their scavenging capacity against reactive oxygen and nitrogen species. *Journal of Apicultural Research*, vol. 59, no. 2, p. 136–145, 2019.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, v. 299, p. 152–178, 1999.
- SOUZA, M. M. de; CARDOSO, K. M.; AMARAL, K. D. do; SANTOS, J. S. dos; SANTOS, M. L. P. dos. Influência de espécies iônicas na instabilidade qualitativa de méis produzidos e comercializados no estado da Bahia, Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, vol. 20, no. 1, p. 19–29, 2018.