

Artigo

Avaliação da Qualidade do Mel Comercializado no Oeste do Pará, Brasil

Gomes, V. V.; Dourado, G. S.; Costa, S. C.; Lima, A. K. O.; Silva, D. S.;
Bandeira, A. M. P.; Vasconcelos, A. A.; Taube, P. S.*

Rev. Virtual Quim., 2017, 9 (2), 815-826. Data de publicação na Web: 6 de fevereiro de 2017

<http://rvq.sbq.org.br>

Evaluation of the Quality of Honey Commercialized in Western Pará, Brazil

Abstract: Honey is a natural product of high nutritional and therapeutic value. Western of Pará State is a very promising beekeeping region, but the number of dealers who adulterate at least one of the product's physicochemical characteristics increases as the beekeeping activity grows. Accordingly, the aim of the present study is to assess the quality of 09 samples of Jandaíra (*Melipona compressipes manaoensis* and *Melipona seminigra*) honey and 22 samples of *Apis mellifera* available for sale in west Pará, Brazil. It was observed that only 01 sample of honey from Jandaíra and 11 of *Apis mellifera* had all the assessed physicochemical parameters in compliance with the Brazilian legislation. With regard to the antioxidant activity against the DPPH radical, most of the samples had maximum inhibition values above 50% and such activity was greater in the darker staining samples. Finally, it was noteworthy that the adulterated honey or the honey outside the standard specifications lost their beneficial properties and shelf life longevity. Thus, its close monitoring in free and local markets is demanding.

Keywords: Antioxidant activity; Moisture; Reducing sugars; Ashes; Color.

Resumo

O mel é um produto natural de alto valor nutricional e terapêutico, sendo a região oeste do Pará muito promissora na atividade apícola. Uma vez que esta atividade vem crescendo, aumenta também o número de comerciantes que adulteram o produto em pelo menos uma de suas características físico-químicas. Neste contexto, no presente trabalho foi avaliada a qualidade de 09 amostras de mel de Jandaíra (*Melipona compressipes manaoensis* e *Melipona seminigra*) e 22 amostras de mel de *Apis mellifera* comercializados na região oeste do Pará, Brasil. Dentre os parâmetros físico-químicos avaliados (cor, pH, teor de umidade, cinzas e açúcares redutores) observou-se que apenas 01 amostra de mel de Jandaíra e 11 de *Apis mellifera* apresentaram todos os parâmetros físico-químicos avaliados em acordo com a legislação brasileira. Em relação à atividade antioxidante frente ao radical DPPH, a maioria das amostras apresentou valores de inibição máximos acima de 50%, sendo esta atividade maior para as amostras de coloração mais escuras. Por fim, vale ressaltar que méis adulterados ou fora dos padrões implicam na perda de suas propriedades benéficas e diminuição de sua vida de prateleira, logo é necessária uma fiscalização maior do comércio deste produto em feiras e mercados locais.

Palavras-chave: Atividade antioxidante; Umidade; Açúcares redutores; Cinzas; Cor.

* Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas, CEP 68035-110, Santarém-PA, Brasil.

✉ pstjunior@yahoo.com.br

DOI: [10.21577/1984-6835.20170050](https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170050)

Avaliação da Qualidade do Mel Comercializado no Oeste do Pará, Brasil

Victor V. Gomes, Gabriela S. Dourado, Samuel C. Costa, Alan K. O. Lima, Douglas S. da Silva, Adelene M. P. Bandeira, Arthur A. Vasconcelos, Paulo Sérgio Taube*

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas, CEP 68035-110, Santarém-PA, Brasil.

* pstjunior@yahoo.com.br

Recebido em 7 de dezembro de 2016. Aceito para publicação em 2 de fevereiro de 2017

1. Introdução

2. Materiais e Métodos

- 2.1.** Coleta das amostras
- 2.2.** Análise do pH
- 2.3.** Teor de umidade
- 2.4.** Teor de cinza
- 2.5.** Cor do mel
- 2.6.** Açúcares redutores
- 2.7.** Atividade antioxidante
- 2.8.** Teste de Lugol

3. Resultados e Discussão

- 3.1.** Características físico-químicas do mel
- 3.2.** Atividade antioxidante do mel
- 3.3.** Adulteração do mel

4. Conclusão

1. Introdução

O mel de abelha caracteriza-se como um fluido viscoso com grande concentração de açúcares, principalmente glicose e frutose, bem como ácidos orgânicos, minerais, aminoácidos, fenóis e outros compostos.¹ Este líquido aromático e doce é produzido a

partir do néctar das flores (mel floral) ou secreções de insetos que se alimentam de partes vivas da planta (mel de melato) e tem por finalidade nutrir as abelhas em períodos de escassez.²

O uso do mel é relatado desde a antiguidade em diversas partes do mundo e ainda hoje tem grande prestígio devido ao seu alto valor calórico e terapêutico.^{3,4} Pode

ser usado em substituição ao açúcar refinado, isoladamente ou associado a outros alimentos.⁵

O Brasil encontra-se entre os grandes produtores e exportadores mundiais do mel, sendo este o principal produto da atividade apícola no país. Isso deve-se às condições ambientais, diversidade vegetal de seu território e variabilidade climática, possibilitando a produção do mel durante todo o ano.⁶ Na Amazônia, em especial a região oeste do estado do Pará, a apicultura mostra-se promissora, tendo destaque a criação de abelhas da subfamília *Meliponinae* spp (meliponicultura).⁷

Como apiterapêutico, o mel também é consumido puro (podendo ser diluído em solução aquosa) ou associado a extratos vegetais (romã, copaíba, gengibre, dentre outras plantas medicinais) destinados a combater infecções.³ Além disso, são conhecidas as suas propriedades antioxidantes, inclusive seu uso como conservante natural dos alimentos: contra a oxidação lipídica de carnes^{8,9} e na inibição do escurecimento enzimático de frutas, vegetais e sucos.¹⁰ Possui também ação terapêutica antimicrobiana, antiúlcera,^{3,4} antitumoral,¹¹ anti-inflamatória¹² e antiviral.¹³

Vale ressaltar que as atividades do mel estão relacionadas a diversos fatores, entre eles seu alto teor de água e açúcares, baixo valor de pH, presença de peróxido de hidrogênio e diversos compostos provenientes do metabolismo secundário vegetal, entre eles os flavonoides e os derivados fenólicos.^{14,15}

O aumento na produção fez com que a comercialização do mel também crescesse e com ela surgissem problemas, como adulteração e contaminação. Pode-se citar como exemplo a adição de glicose comercial, solução ou xarope de sacarose e melado.¹⁶ Segundo a legislação brasileira, o mel não deve conter nenhum tipo de substância estranha a sua composição original, sendo expressamente proibida adição de qualquer tipo de produto ou substância que altere a sua composição inicial.²

Com isso, análises das propriedades físico-químicas do mel são de extrema importância, uma vez que estas propriedades são influenciadas por diversos fatores, tais como: condições climáticas, espécie da abelha, tipologia do solo, estágio de maturação, processamento, armazenamento, tipo de florada, bem como adulteração.¹⁷ Além disso, a variação nas características físico-químicas do mel alteram suas atividades terapêuticas.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos (teor de umidade, pH, acidez titulável, teor de cinzas e açúcares redutores) de méis de *Apis mellifera* e Jandaíra (*Melipona compressipes manaoensis* e *Melipona seminigra*) comercializados na região oeste do estado do Pará. Além da verificação de possíveis adulterações, foi investigada a atividade antioxidante das amostras frente ao radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila).

2. Materiais e Métodos

2.1. Coleta das amostras

Foram adquiridas 31 amostras de mel, entre os meses de janeiro e maio de 2016, em feiras e mercados populares da região oeste do estado do Pará. Dessas amostras, 09 (J01-J09) foram das espécies *Melipona compressipes manaoensis* e *Melipona seminigra* (Jandaíra), sendo estas produzidas no município de Santarém (02°26'34" S e 54°42'28" O), e 22 (M01-M22) amostras da espécie *Apis mellifera*, sendo destas 15 (M01, M06-14, M19-22) produzidas nos municípios de Santarém (02°26'34" S e 54°42'28" O), 01 (M02) em Belterra (02°38'09" S e 54°56'13" O), 03 (M03-05) em Mojuí dos Campos (2°41'5" S e 54°38'35" O) e 04 (M15-18) em Itaituba (04°16'33" S e 55°59'02" O).

Estas amostras foram armazenadas em tubos Falcon, protegidas da luz e mantidas a temperatura ambiente. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.2. Análise do valor de pH

As amostras de mel foram diluídas com água deionizada na proporção de 1:10 (v/v), ou seja, 2,0 mL de cada amostra foram diluídos a 20 mL de solução, e o pH foi lido em pHmetro (MS Tecnoyon, modelo mPA 210, Piracicaba, Brasil) pré-calibrado em pH 4,00 e 7,00.¹⁸

2.3. Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado conforme método indicado pelo Instituto Adolfo Lutz (2005),¹⁹ com algumas modificações. Em cadinhos de 50 mL, foram adicionados 3,0 g de cada amostra de mel. Estas amostras foram aquecidas em estufa (NOVA ÉTICA, 402-3D, Vargem Grande do Sul, Brasil) a 105 °C e a massa medida de 1 em 1 h até que se apresentasse constante. Por fim, o teor de umidade foi calculado utilizando a Equação 1.

$$T_u(\%) = (M_s/M_i) * 100 \quad \text{Eq. 1}$$

onde T_u é o teor de umidade, M_s é a massa seca e M_i a massa inicial da amostra de mel úmida

2.4. Teor de cinzas

O teor de cinzas foi medido conforme método da AOAC (2006)¹⁸ com algumas modificações. Cadinhos de 50 mL, contendo 3,0 g de cada amostra de mel, foram levados à estufa (NOVA ÉTICA, 402-3D, Vargem Grande do Sul, Brasil) a 105 °C durante 4 h para remoção inicial de umidade. Após retornar a temperatura ambiente, as amostra foram incineradas em mufla (JUNG, LF0612, Blumenau, Brasil) a 600 °C durante 3 h. O teor de cinzas foi calculado através da

Equação 2.

$$T_c(\%) = (M_c/M_s) * 100 \quad \text{Eq. 2}$$

onde T_c é o teor de cinzas, M_c massa da cinza e M_s massa seca do mel

2.5. Cor do mel

Para a determinação da cor do mel, 5,0 mL de cada amostra foram diluídos com água deionizada na proporção de 1:2. Em seguida, foi lida a absorbância da mistura em espectrofotômetro UV/Vis (NOVA 3300, Brasil) a 635 nm. A cor foi determinada a partir da escala de Pfund, e os dados de absorbância foram transformados conforme Equação 3. Os valores encontrados utilizando a Equação 3 foram convertidos em cor utilizando a escala Pfund.²⁰

$$Cor = (371,39 \times Abs_{635}) - 38,70 \quad \text{Eq. 3}$$

onde Abs_{635} é a absorbância da amostra no comprimento de onda de 635 nm

2.6. Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados a partir da mistura de 2,0 mL de solução de glicose liquiforme (Labtest, Minas Gerais, Brasil) com 200 µL de cada solução aquosa de mel (1:2500, v/v). A mistura ficou em repouso a temperatura ambiente e protegida da luz por 30 min e, após, a absorbância foi lida em espectrofotômetro UV/Vis (Nova 3300, Brasil) a 555nm. Para quantificação, utilizou-se curva de calibração externa com soluções de glicose nas seguintes concentrações: 0,00; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 µg.mL⁻¹ ($R^2 = 0,999$).

2.7. Atividade antioxidante

A avaliação da atividade antioxidante das amostras foi determinada utilizando solução etanólica 1,2 mM de 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH, Sigma-Aldrich, Missouri, EUA) através da metodologia proposta por Zhang e Hamazu (2004)²¹ com algumas modificações. As amostras de mel foram diluídas com água deionizada (1:5, v/v), uma alíquota de 0,4 mL desta solução foi diluída

com 1,6 mL de etanol e, após, adicionou-se a esta 0,2 mL de solução de DPPH 1,2 mM. As misturas foram deixadas em repouso, protegidas da luz e a temperatura ambiente por 30 min e, após, a absorbância foi medida em espectrofotômetro UV/Vis (NOVA 3300, Brasil) a 555 nm. Como controle negativo as amostras de mel foram substituídas por água deionizada. A capacidade de sequestro do DPPH foi expressa como percentual de inibição e calculada conforme Equação 4.

$$\%Inibição = 100 - \left[\left(\frac{Abs.amostra - Abs.contrôle}{Abs.contrôle} \right) * 100 \right] \quad \text{Equação 4}$$

2.8. Teste de Lugol

Os méis foram submetidos ao teste de Lugol, o qual se baseia em uma reação colorimétrica qualitativa, realizado conforme metodologia do Instituto Aldofo Lutz.¹⁹ Este teste indica a presença de dextrinas e amido, sendo considerado positivo quando a coloração final for violeta ou azul.

colorações mais claras por terem sabor mais suave que o de méis escuros.

As amostras de méis de Jandaíra apresentaram colorações mais escuras que os méis de *Apis mellifera*, sendo predominantes as cores âmbar (J01, J08-09) e âmbar escuro (J02-03 e J05), e as demais amostras âmbar extra-claro (J06) e extra-branco (J04 e J07).

Entre os méis de *Apis mellifera* observou-se uma predominância de méis claros, prevalecendo a coloração branca (M02-08 e M10) e branca-água (M09 e M16) em 50% da amostras. Além dessas cores, foram observadas as colorações: âmbar extra-claro (M01 e M15), âmbar claro (M13 e M22), âmbar (M11-12, M17, -20) e âmbar escuro (M14, M19 e M21) (Tabela 1 e Figura 1). Vale ressaltar que as cores determinadas para todos os méis analisados estão de acordo com outros trabalhos publicados sobre méis brasileiros, nos quais as cores variam de branco-água a âmbar escuro, sendo predominantes méis claros.^{22,23}

3. Resultados e Discussão

3.1. Características físico-químicas do mel

A coloração do mel pode variar desde branco água até âmbar escuro, todavia estudos afirmam que há a prevalência de méis com colorações mais claras (desde o branco água até âmbar claro).²² Na comercialização, a cor apresenta-se como o principal critério de escolha do consumidor, uma vez que o consumidor prefere méis com

Tabela 1. Característica físico-química e atividade antioxidante de méis de Jandaíra (*Melipona compressipes manaosensis* e *Melipona seminigra*) e *Apis mellifera* comercializados na região Oeste do estado do Pará, Brasil

Amostras	pH	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cor	Açúcar redutor (%)	Inibição do radical DPPH (%)
J01	3,59±0,04	31,82±0,17	0,03±0,01	Âmbar	61,24±2,19	11,98±0,17
J02	3,18±0,01	25,07±0,08	0,17±0,08	Âmbar escuro	77,42±1,61	70,51±2,20
J03	3,48±0,01	28,39±0,05	0,07±0,01	Âmbar escuro	77,34±0,13	47,68±0,88
J04	3,30±0,01	19,98±0,08	0,03±0,01	Extra-branco	52,89±0,50	18,76±1,92
J05	3,39±0,06	26,96±0,12	0,33±0,06	Âmbar escuro	81,58±2,60	64,07±0,47
J06	2,82±0,01	22,37±0,83	0,04±0,01	Âmbar extra-claro	61,35±2,62	24,26±0,54
J07	2,87±0,02	24,44±0,26	0,02±0,01	Extra-branco	79,78±6,25	58,85±1,83
J08	3,23±0,01	21,86±0,17	0,11±0,14	Âmbar	66,85±3,45	56,46±1,67
J09	3,32±0,02	19,23±0,61	0,08±0,02	Âmbar	64,48±2,52	56,57±1,40
M01	3,32±0,1	17,8±0,1	0,05±0,02	Âmbar extra-claro	69,84±0,3	51,71±0,90
M02	3,45±0,10	15,7±0,3	0,05±0,02	Branco	70,50±1,7	39,93±0,61
M03	3,39±0,10	15,9±0,2	0,05±0,02	Branco	79,69±0,6	54,75±1,08
M04	3,57±0,10	19,3±0,2	0,04±0,03	Branco	72,68±0,2	45,24±1,13
M05	3,48±0,10	15,5±1,5	0,02±0,02	Branco	65,17±0,8	46,53±0,74
M06	3,32±0,10	14,9±0,6	0,05±0,02	Branco	71,64±0,4	51,21±1,21
M07	3,37±0,10	16,2±0,1	0,02±0,03	Branco	70,74±0,6	48,09±2,64
M08	3,25±0,10	16,5±0,1	0,04±0,03	Branco	72,39±0,1	50,01±1,42
M09	3,69 ±0,04	12,45 ±0,17	0,14 ±0,01	Branco-água	70,5 ±1,0	26,81 ±4,60
M10	3,35 ±0,03	12,93 ±7,63	0,02 ±0,01	Branco	46,6 ±0,2	48,45 ±4,11
M11	3,41 ±0,02	13,81 ±0,33	0,05 ±0,01	Âmbar	39,9 ±1,3	67,49 ±3,71
M12	3,44 ±0,06	25,06 ±0,02	0,02 ±0,01	Âmbar	45,2 ±0,9	41,82 ±2,21
M13	3,25 ±0,01	29,25 ±0,13	0,01 ±0,01	Âmbar claro	37,9 ±0,6	30,02 ±4,14
M14	3,08 ±0,01	27,43 ±0,08	0,02 ±0,01	Âmbar escuro	49,3 ±0,6	35,92 ±14,54
M15	3,00 ±0,04	15,44 ±0,18	0,02 ±0,00	Âmbar extra-claro	70,7 ±0,6	36,45 ±4,39
M16	3,08 ±0,01	16,11 ±0,03	0,01 ±0,01	Branco-água	50,0 ±0,6	19,43 ±4,36
M17	3,00 ±0,01	15,99 ±0,40	0,03 ±0,00	Âmbar	56,2 ±0,4	47,67 ±2,39
M18	3,06 ±0,01	15,20 ±0,27	0,03 ±0,00	Branco	52,8 ±1,0	38,86 ±2,79
M19	3,4±0,07	16,08±0,21	0,12±0,04	Âmbar Escuro	77,4±1,3	63,54±2,42
M20	3,83±0,04	27,03±0,23	0,03±0,02	Âmbar	29,7±2,0	15,13±1,52
M21	3,64±0,01	18,33±0,17	0,06±0,02	Âmbar Escuro	57,2±2,6	54,24±2,24
M22	3,62±0,04	18,54±0,21	0,06±0,03	Âmbar Claro	54,1±2,2	51,09±1,09

Resultados expressos em médias ± desvio padrão (DP) de três determinações.

Essas diferentes colorações estão relacionadas a diversos fatores, entre eles o teor e tipo de minerais, teor de umidade, temperatura, tempo de armazenamento, bem como com o teor de carotenoides e flavonoides.^{20,24} Observou-se que as amostras mais escuras também apresentaram os maiores teores de cinzas (Tabela 1),

corroborando os estudos de Almeida-Silva e colaboradores,²⁵ que relatou a relação entre o teor de minerais contidos no mel e a sua coloração, sendo este valor normalmente baixo, variando entre 0,04% nos méis claros e 0,20% em alguns méis escuros.²⁶ O conteúdo de cinzas é uma medida indireta do conteúdo mineral e pode ser relacionado com a origem

botânica e geográfica do mel, bem como a poluição ambiental.^{26,27} Neste estudo, apenas a amostra J05 (Tabela 1) apresentou teor de cinzas acima desta faixa, todavia abaixo do valor máximo preconizado pela legislação brasileira ($\leq 0,6\%$).²

A maioria das amostras de méis de *Apis mellifera* apresentaram teores de umidade abaixo do máximo permitido pela legislação brasileira,² com exceção das amostras M12, M13, M14 e M20, que apresentaram teores

de umidade acima de 20% (Tabela 1). Em relação aos méis de Jandaíra, apenas as amostras J04 e J09 apresentaram teores de umidade abaixo de 20%. É importante ressaltar que a legislação brasileira estipula o limite máximo de umidade em 20% para méis de *Apis mellifera*. No entanto, um trabalho realizado por Vit e colaboradores, em 2004,²⁸ sugere um limite máximo para o teor de umidade para méis de abelhas do gênero *Melipona* de 30%.

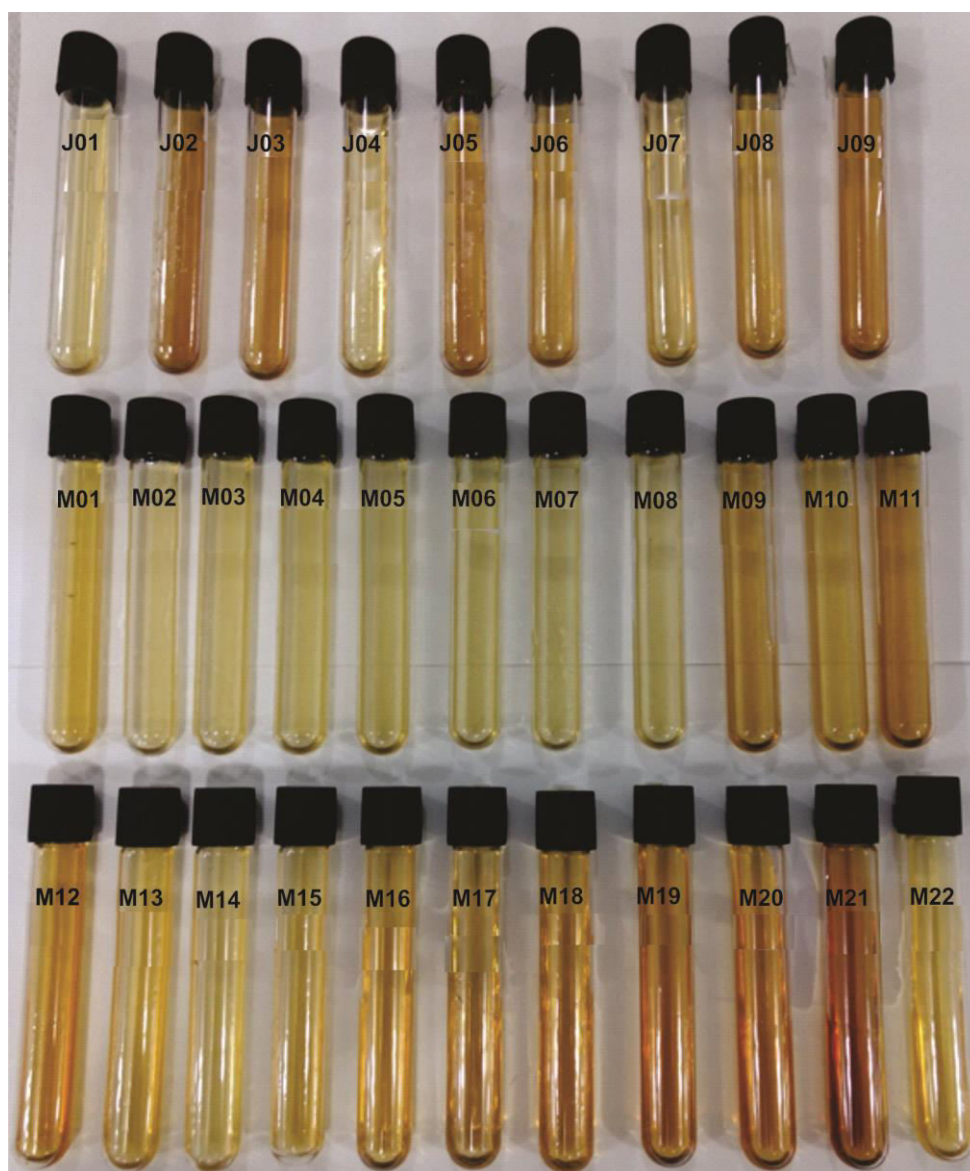


Figura 1. Cores dos méis comercializados na região oeste do esta do Pará. As amostras J01-J09 referem-se aos méis de Jandaíra (*Melipona compressipes manaosensis* ou *Melipona seminigra*) e M01-M22 referem-se aos méis de *Apis mellifera*

As abelhas operculam os alvéolos (fecham os favos com mel maduro) quando o teor de umidade se encontra em torno de 18%, sendo esse teor dependente das condições climáticas, vegetação entre outros fatores.²⁷ Além disso, o teor de umidade varia entre as espécies de abelhas, uma vez que o mel de abelhas do gênero *Melipona* apresenta teores de umidade bem maiores que o das abelhas *Apis mellifera*, independente do habitat e do clima.²⁹

Todas as amostras analisadas mostraram-se ácidas com pH entre 2,82 e 3,59. Vale destacar que a legislação brasileira (2000)² e o Codex Alimentarius (2001),³⁰ estipulam limites de pH de 3,30-4,60 e 3,40-6,10, respectivamente. A acidez do mel está relacionada com a sua atividade antimicrobiana, visto que a maioria dos micro-organismos têm pH ótimo para o crescimento entre 7,2 e 7,4.²⁶ Porém, valores de pH muito baixos favorecem o crescimento de fungos e reduzem a vida útil do mel.³¹ Nesse contexto, as amostras de mel de Jandaíra J02, J06 e J07 e de *Apis mellifera* M14, M15, M16, M17 e M18 apresentaram pH abaixo do mínimo estabelecido pela legislação brasileira (Tabela 1). Esses baixos valores de pH podem indicar a ocorrência de fermentação ou adulteração do produto.³²

Em relação à composição, o mel possui em torno de 95 g de açúcares para cada 100 g de massa seca. Esses açúcares são produzidos pelas abelhas a partir da sacarose presente no néctar, que sofre alteração através da ação de enzimas, como a α e β -glucosidase, α e β -amilase e β -frutosidase.³³ Dentre os açúcares presentes em maior quantidade no mel, destacam-se a frutose (38%) e a glicose (31%), que apresentam importante função no produto final, uma vez que a frutose tem alta higroscopicidade, enquanto que a glicose determina a tendência de cristalização.³⁴ Neste estudo, 48,4% das amostras apresentaram teores de açúcares redutores abaixo do mínimo estabelecido pela legislação brasileira para méis florais (65 g de açúcares redutores para cada 100 g de mel).² Dentre estas, quatro

amostras foram de Jandaíra (J01, J04, J06, J09) e 11 de *Apis mellifera* (M10, M11, M12, M13, M14, M16, M17, M18, M20, M21 e M22). Em trabalhos já publicados sobre méis brasileiros, os açúcares redutores do mel variaram de 47,27 a 90,69 g para cada 100 g de mel.^{16,22,35} Essa variação na porcentagem de açúcares redutores pode ocorrer por diversos fatores, entre eles diferentes origens florais do néctar, colheita prematura do mel (uma vez que a sacarose não foi totalmente convertida em glicose e frutose) ou mesmo pela adulteração dos méis pela adição de açúcares não redutores entre outros compostos.^{20,27,36}

3.2. Atividade antioxidante do mel

A avaliação da atividade antioxidante das amostras de mel foi realizada em relação à inibição do radical DPPH, uma vez que esta análise é um parâmetro muito útil para correlacionar a atividade antioxidante dos méis com o seu conteúdo de compostos fenólicos.¹ Os resultados foram expressos como percentual de inibição DPPH (%) e mostrados na Tabela 1. Considerando-se a média \pm desvio padrão, 5 amostras de mel de Jandaíra (J02, J05, J07, J08 e J09) e 10 amostras de *Apis mellifera* (M01, M03, M06, M07, M08, M10, M11, M19, M21 e M22) apresentaram inibições máxima maiores que 50%, sendo que as amostras J02 e M19 apresentaram os maiores valores de inibição, 70,51 \pm 2,20 e 63,54 \pm 2,42, respectivamente (Tabela 1). As demais amostras apresentaram percentuais de inibição inferiores a 50%, sendo as amostras J01 (11,98 \pm 0,17) e J04 (18,76 \pm 1,92) e, M16 (19,43 \pm 4,36) e M20 (15,13 \pm 1,52) as menos ativas.

Estes resultados podem estar relacionados às cores dos méis, uma vez que méis mais escuros apresentam maiores teores de compostos fenólicos, tais como: ácido gálico, ácido caféico, ácido vanílico, ácido *p*-cumárico, ácido ferrúlico, ácido *m*-cumárico, ácido *trans*-cinâmico e quercetina (Figura 2).³⁷ Estevinho e colaboradores

também encontraram maiores valores de inibição máxima de DPPH (acima de 70%)

para méis escuros e valores mais baixo para méis claros (abaixo de 40%).³⁸

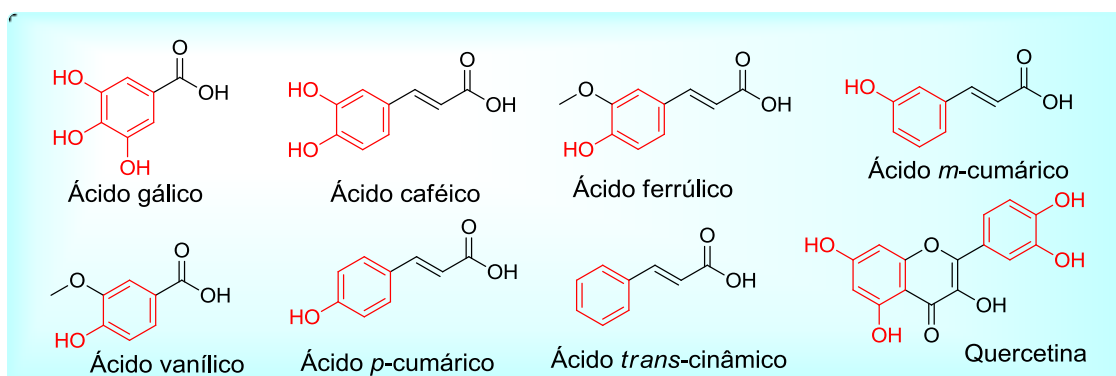


Figura 2. Alguns dos principais compostos fenólicos encontrados nos méis

3.3. Adulteração do mel

Por fim, foi investigada a possível a adição de adulterantes, como xaropes de açúcar, sacarose invertida, amido e outros, através do teste de Lugol. Este teste é usado para a determinação de amido e dextrinas, que reagem com uma solução de iodo na presença de iodeto (solução Lugol 2%), formando um complexo de cor azul intensa,

visível mesmo em concentrações extremamente baixas.¹⁹ As amostras J01, J04 e J06 e, M09, M13, M16 e M20 apresentaram resultados positivos no teste do Lugol, confirmando a adulteração destas amostras (Tabela 2). O maior percentual de adulteração nas amostras de méis de abelhas do gênero *Melipona* pode estar relacionado a sua menor produtividade associada ao maior preço de venda quando comparado ao mel de *Apis mellifera*.

Tabela 2. Resultados do teste de Lugol para as amostras de méis comercializados na região Oeste do estado do Pará, Brasil

Amostras	Teste de Lugol*
J01	+
J02	-
J03	-
J04	+
J05	+
J06	-
J07	-
J08	-
J09	-
M01	-
M02	-
M03	-
M04	-
M05	-
M06	-
M07	-
M08	-

M09	+
M10	-
M11	-
M12	-
M13	+
M14	-
M15	-
M16	+
M17	-
M18	-
M19	-
M20	+
M21	-
M22	-

*+: resultado positivo para presença de dextrinas e/ou amido. -: resultado negativo para presença de dextrinas e/ou amido

4. Conclusão

Em relação às características físico-químicas dos méis analisados neste trabalho, observou-se que apenas 01 amostra de mel de Jandaíra e 11 de *Apis mellifera* apresentaram todos os parâmetros físico-químicos avaliados (cor, pH, teor de umidade, cinzas e açúcares redutores) em acordo com a legislação brasileira.

As amostras J01, J02, J03, J05, J06, J07 e J08 apresentaram teores de umidade maiores que 20%, a amostra J04 apresentou teores de açúcares redutores inferiores a 65% e as amostras J01, J03 e J04 apresentaram possível presença de adulterantes como dextrinas e/ou amido. Entretanto, como o teor de umidade máximo estabelecido na legislação brasileira refere-se apenas a méis de *Apis mellifera*, é necessária uma avaliação de um maior número de amostra de mel de Jandaíra a fim de estabelecer uma legislação específica.

De modo geral, metade das amostras de méis analisada apresentaram atividade antioxidante superiores a 50%, sendo que os méis com colorações mais escuras foram os mais ativos.

Vale ressaltar que a adulteração dos

méis implica em perda das suas propriedades benéficas, diminuição da vida de prateleira bem como torna o alimento mais calórico, logo é necessário uma maior fiscalização principalmente em feiras e mercados municipais.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

¹ Baltrušaityte, V.; Venskutonis, P. R.; Ceksteryte, V. Radical scavenging activity of different floral origin honey and bee bread phenolic extracts. *Food Chemistry* **2007**, *101*, 502. [CrossRef]

² Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/in>

_11_2000.htm]. Acesso em: 20 janeiro de 2016.

³ Escuredo, O.; Silva, L. R.; Valentão, P.; Seijo, M. C.; Andrade, P. B. Assessing Rubus honey value: pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. *Food Chemistry* **2012**, *130*, 671. [CrossRef]

⁴ Vandamme, L.; Heyneman, A.; Hoeksema, H.; Verbelen, J.; Monstrey, S. Honey in a wound care: a systematic review. *Burns* **2013**, *39*, 1514. [CrossRef] [PubMed]

⁵ Blasa, M.; Candiracci, M.; Accorsi, A.; Piacentini, M. P.; Albertini, M. C.; Piatti, E. Raw millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry* **2006**, *97*, 217. [CrossRef]

⁶ Vieira, D. M.; Lima, S. E. R.; Almeida, M. C. B. M.; Silva, A. L.; Chinellate, G. C. B. Bebida fermentada a base de soja sabor mel: avaliação sensorial. *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* **2011**, *1*, 1. [Link]

⁷ Rayol, B. P.; Maia, R. T. F. Potencial da inserção de abelhas em sistemas agroflorestais no oeste do estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia* **2013**, *101*, 108. [Link]

⁸ Lachman, J.; Orsák, M.; Hejtmánková, A.; Kovářová, E. Evaluation of antioxidant activity and total phenolic of selected czech honeys. *LWT – Food Science and Technology* **2010**, *1*, 52. [CrossRef]

⁹ Nagai, T.; Inoue, R.; Kanamori, N.; Suzuki, N.; Nagashima, T. Characterization of honey from different floral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat. *Food Chemistry* **2006**, *2*, 256. [CrossRef]

¹⁰ Rosa, L. A.; Parrilla, E. A.; Montoya, E. M.; Ochoa, M. V.; Zavala, J. F. A.; Hernández, J.; Cruz, S. R.; Aguilar, G. A. G. Mechanism for the inhibition of apple juice enzymatic browning by Palo Fierro (desert ironweed) honey extract and other natural compounds. *LWT – Food Science and Technology* **2011**, *44*, 269. [CrossRef]

¹¹ Jaganathan, S. K.; Mazumdar, A.; Mondhe, D.; Mandal, M. Apoptotic effect of eugenol in human colon cancer cell lines. *Cell Biology International* **2011**, *6*, 607. [CrossRef] [PubMed]

¹² Van den Berg, A. J.; Vand den Worm, E.; van Ufford, H. C.; Halkes, S. B.; Hoekstra, M. J.; Beukelman, C. J. An in vitro examination of the antioxidant and anti-inflammatory properties of buckwheat honey. *Journal of Wound Care* **2008**, *17*, 172. [CrossRef] [PubMed]

¹³ Watanabe, K.; Rahmasari, R.; Matsunaga, A.; Kobayashi, N. Anti-influenza viral effects of honey in vitro: potent high activity of manuka honey. *Archives of Medical Research* **2014**, *45*, 359. [CrossRef] [PubMed]

¹⁴ Kwakman, P. H.; Velde, A. A.; Boer, L.; Speijer, D.; Vandernbroucke-Grauls, C. M.; Zaat, S. A. How honey kills bacteria. *Faseb Journal* **2010**, *24*, 2576. [CrossRef] [PubMed]

¹⁵ Halawani, E.; Shohayeb, M. Survey of the antibacterial activity of Saudi and some international honeys. *Journal of Microbiology and Antimicrobials* **2011**, *3*, 94. [Link]

¹⁶ Ber, A.; Muradian, L. B. D. A. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2007**, *1*, 49. [CrossRef]

¹⁷ Gheldof, N.; Wang, X. H.; Engeseth, N. J. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2002**, *21*, 5870. [CrossRef] [PubMed]

¹⁸ Association of Official Analytical Chemist - A.O.A.C. In W. Horwitz (Ed.), *Official methods of analysis of the AOAC*, 18th ed. Washington D.C., USA: Association of Official Analytical Chemists, 2006.

¹⁹ Instituto Adolfo Lutz. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. [Link]

²⁰ Moniruzzaman, M.; Khalil, M. I.; Sulaiman, S. A.; Gan, S. H. Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* **2013**, *13*, 1. [CrossRef] [PubMed]

²¹ Zhang, D.; Hamauzu, Y. Phenolic, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during

- conventional and microwave cooking. *Food Chemistry* **2004**, *88*, 503. [CrossRef]
- ²² Marchini, L. C.; Moreti, A. C. C. C.; Otsuk, I. P.; Sodr , G. S. Physicochemical composition of *Apis mellifera* honey samples from São Paulo state, Brazil. *Química Nova* **2007**, *30*, 1653. [CrossRef]
- ²³ Moreti, A. C. C. C.; Sodr , G. S.; Marchini, L. C.; Otsuk, I. P. Características físico-químicas de amostras de m is de *Apis mellifera* L. do estado do Ceará, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia* **2009**, *33*, 191. [CrossRef]
- ²⁴ G mbaro, A.; Ares, G.; Giménez, A.; Pahor, S. Preference mapping of color of Uruguayan honeys. *Journal of Sensory Studies* **2007**, *22*, 507. [CrossRef]
- ²⁵ Almeida-Silva M.; Canha, N.; Galinha, C.; Dung, H. M.; Freitas, M. C.; Siteo, T. Trace elements in wild and orchard honeys. *Applied Radiation and Isotopes* **2011**, *69*, 1592. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁶ Karabagia, I. K.; Badeka, A.; Kontakos, S.; Karabournioti, S.; Kontominas, M. G. Characterization and classification of *Thymus capitatus* (L.) honey according to geographical origin based on volatile compounds, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Research International* **2014**, *55*, 363. [CrossRef]
- ²⁷ Silva, P. M.; Gauche, C.; Gonzaga, L. V.; Costa, A. C. O.; Fett, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry* **2016**, *196*, 309. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁸ Vit, P.; Medina, M.; Enríquez, E. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World* **2004**, *85*, 2. [CrossRef]
- ²⁹ Alves, R. M. O.; Carvalho, C. A. L.; Souza, B. A.; Sodr , G. S.; Marchini, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona Mandacaia* Smith Hymenoptera: Apidae). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2005**, *25*, 644. [CrossRef]
- ³⁰ Codex Alimentarius Commission. *Revised codex standard for honey*, Codex Standards 12-1981, Adopted in 1981, Revision 1 (1987), Revision 2 (2001), pp.1–8.
- ³¹ Esciche, I.; Juan-Borr s, M.; Domenech, E. Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. *Food Chemistry* **2014**, *142*, 135. [CrossRef] [PubMed]
- ³² Carvalho, C. A. L.; Souza, B. A.; Sodré, G. S.; Marchini, L. C.; Alves, R. M. O. *Mel de abelhas sem ferr o: contribui o para a caracteriza o físico-química*. 1^a ed. Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, Cruz das Almas, 2005.
- ³³ Fuente, E.; Ruiz-Matute, A. I.; Valencia-Barrera, R. M.; Sanz, J.; Castro, I. M. Carbohydrate composition of Spanish unifloral honeys. *Food Chemistry* **2011**, *129*, 1483. [CrossRef]
- ³⁴ Ouchemoukh, S.; Schweitzer, P.; Bey, M. B.; Djoucad-Kadji, H.; Louaileche, H. HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry* **2010**, *121*, 561. [CrossRef]
- ³⁵ Komatsu, S. S.; Marchini, L. C.; Moreti, A. C. C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranja, produzidos por *Apis mellifera* *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) no Estado de São Paulo. 2. Conteúdo de a u ares e de proteína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2002**, *22*, 143. [CrossRef]
- ³⁶ Sodré, G. S.; Marchini, L. C.; Moreti, A. C. C. C.; Otsuk, I. P.; Carvalho, C. A. L. Caracteriza o físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. *Ciência Rural* **2007**, *37*, 1139. [CrossRef]
- ³⁷ Oliveira, P. S.; Müller, R. C. S.; Dantas, K. G. F.; Alves, C. N.; Vasconcelos, M. A. M.; Venturieri, G. C.  cidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. Flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. *Química Nova* **2012**, *35*, 1728. [CrossRef]
- ³⁸ Estevinho, L.; Pereira, A. P.; Moreira, L.; Dias, L. G.; Pereira, E. Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology* **2008**, *46*, 3774. [CrossRef] [PubMed]