

Propriedades físico-químicas de méis de abelha no Brasil: uma revisão

Autoria:

Daisy Jacqueline Sousa Silva

Mestre em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição. Campus Universitário Ministro Petrônio, Teresina, Piauí, Brasil

Ana Karine de Oliveira Soares

Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Teresina, Piauí, Brasil

Juliana do Nascimento Bendini

Universidade Federal do Piauí. Campus Universitário Senador Helvídio Nunes de Barros, Junco, Picos, Piauí, Brasil

Regilda Saraiva do Reis Moreira-Araújo

Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Teresina, Piauí, Brasil

Resumo

O mel é um fluido viscoso, aromático e doce produzido por abelhas melíferas a partir do néctar de flores ou mesmo através das excreções de insetos sugadores de plantas. O Brasil possui uma das maiores capacidades de produção de mel orgânico do mundo, e mantém-se evoluindo na produção de mel, no entanto, o consumo per capita de mel no Brasil, situa-se entre os menores do mundo, sua composição nutricional do mel depende das características das plantas visitadas pelas abelhas *Apis mellifera* e dos compostos bioativos, provenientes desses vegetais. Os atributos físico-químicos do mel são de singular importância dentro da apicultura, garantem informações essenciais para caracterizar o produto, podendo assim agregar valor comercial e distinguir uns dos outros. Assim, esta revisão teve como objetivo compilar os estudos realizados até o momento sobre a composição físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* no Brasil. Observou-se que a maioria das propriedades físico-químicas caracterizadas estavam de acordo com os padrões nacionais e internacionais estabelecidos, ressalta-se a escassez de trabalhos e a falta de padronização das análises realizadas nos trabalhos, dificultando assim comparações entre as pesquisas e com a legislação. Nesse sentido, são necessárias pesquisas adicionais que possam correlacionar a composição físico-química e o teor de compostos bioativos, com os aspectos, geográficos e a origem floral, ajudando a definir a autenticidade do mel brasileiro produzido por abelha *Apis mellifera*.

Palavras-chave: Composição química. *Apis mellifera*. Produto apícola. Qualidade do mel.

Como citar este capítulo:

SILVA, Daisy Jacqueline Sousa *et al.* Propriedades físico-químicas de méis de abelha no Brasil: uma revisão. In: SILVA, Taísa Kelly Pereira (Org.). *Abordagens integrativas em Ciências da Saúde e comportamento humano*. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 130-142. ISBN: 978-65-85562-29-4. DOI: 10.58203/Licuri.22951.

INTRODUÇÃO

O mel é um fluido viscoso, aromático e doce produzido por abelhas melíferas a partir do néctar de flores ou mesmo através das excreções de insetos sugadores de plantas (Crane 1983). É constituído por água e predominantemente por carboidratos (glicose e frutose), advindos da hidrólise enzimática da sacarose obtida no néctar das plantas, além de vitaminas, enzimas, minerais e compostos fenólicos (Kim *et al.* 2009; Bandeira *et al.* 2018; Dourados *et al.* 2020).

O Brasil possui uma das maiores capacidades de produção de mel orgânico do mundo, e mantém-se evoluindo na produção de mel, em 2019 a produção ficou estimada em 46 mil toneladas de mel (Ibge 2020). O Nordeste brasileiro tem apresentado um enorme incremento na produção de mel, com destaque para a comercialização do mel orgânico, os principais estados produtores são o Piauí, Ceará, Bahia e Pernambuco, sendo o Piauí, o maior deles, tal fato, relacionado à diversidade florística da sua vegetação aliada à condição climática da região (Vasconcelos *et al.* 2021).

Apesar da elevada produção de mel, o consumo *per capita* dessa iguaria no Brasil, situa-se entre os menores do mundo, em 2018 o consumo de mel no país foi de apenas 0,06 kg/pessoa/ano, enquanto em países como a Alemanha, esse consumo foi superior a 1 kg/pessoa/ano e nos Estados Unidos, que é o principal destino do mel brasileiro, o consumo de mel fica em torno de 0,6 kg/pessoa/ano (Vidal 2021). Tornando-se importante a divulgação do mel produzido no país no intuito de aumentar o consumo deste produto considerado funcional.

A composição nutricional do mel depende das características das plantas visitadas pelas abelhas *Apis mellifera* e dos compostos bioativos, provenientes desses vegetais. Por isso, o conhecimento referente à origem botânica torna-se imprescindível na caracterização nutricional e bioativa dos produtos apícolas (Kasmirski e Tenfen 2021). Os atributos físico-químicos do mel são de singular importância dentro da apicultura, garantem informações essenciais para caracterizar o produto, podendo assim agregar valor comercial e distinguir uns dos outros. Para sua comercialização, o mel de *Apis mellifera* segue a legislação nacional, conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel na Instrução Normativa Nº11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (Brasil 2000), e legislação internacional (Codex Alimentarius 2001). Assim, esta revisão teve como objetivo compilar os estudos realizados até o momento sobre a composição química de méis de abelhas *Apis mellifera* no Brasil.

SÓLIDOS SOLÚVEIS

Os Sólidos Solúveis Totais (SST) ou ° Brix, correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, no mel, o teor de SST é muito aproximado ao teor de açúcares totais, situação que faz com que esta técnica, simples e econômica, seja de grande utilização. Avaliado com o auxílio de um refratômetro, e pode ser utilizado como um indicador de adulterações, visto que altos valores de açúcares aumentam os valores de SST (Biluca *et al.* 2016; Kamal *et al.* 2019).

O ° Brix pode variar de acordo com a espécie da planta visitada pela abelha, o clima e a espécie da abelha, geralmente, os méis de *Apis mellifera* possuem maiores valores de SST em comparação aos méis produzidos por abelhas sem ferrão (ASF) (Kamal *et al.* 2019). A legislação brasileira não preconiza limites para valores de ° Brix, porém este é de suma importância para avaliar a qualidade do mel, uma vez que pode facilmente indicar uma possível adulteração do produto, como, a adição de xaropes.

A Tabela 1 demonstra os dados dos parâmetros físico-químicos dos trabalhos mais recentes, percebe-se que os SST não são rotineiramente avaliados nas pesquisas, possivelmente devido à falta de um padrão recomendado, dos 12 trabalhos elencados neste estudo, somente 5 avaliaram os SST em amostras de méis.

Os SST nos trabalhos com *Apis mellifera*, variaram de 76,8 a 83 ° Brix. Okaneku *et al.* (2020) avaliaram um litro de mel de *Apis mellifera* e obtiveram variação de 78,13 a 78,63 ° Brix, diferentemente das 50 amostras de méis de vários estados no Brasil com variação de 77,00 a 83,00 ° Brix (Archilia *et al.* 2021). De acordo com Khan *et al.* (2007), o valor alto de sólidos solúveis é esperado devido à composição do mel ter em cerca de 80% de açúcares.

AÇÚCARES

Em méis, os carboidratos são os principais componentes, sendo a frutose e glicose os monossacarídeos majoritários, correspondendo a cerca de 85% a 95% da composição nutricional deste alimento, que pode variar principalmente devido à natureza botânica do mel, a origem geográfica e por alterações climáticas (Tornuk *et al.* 2013; Escudero *et al.* 2014). A frutose e a glicose, que correspondem a cerca de 38,5% e 31,0% respectivamente, são formadas pela ação de enzimas (α e β -glicosidase, α e β -amilase e β -frutosidase.), as quais são depositadas nos favos por abelhas *Apis mellifera*, e agem hidrolisando a

sacarose em frutose e glicose (Da Silva *et al.* 2016). A proporção média de frutose e glicose é de 1,2:1, mas esta proporção depende, em grande parte, da fonte do néctar do qual o mel foi extraído (Tornuk *et al.* 2013).

O teor de açúcares redutores, correspondem à soma do teor de frutose e glicose, sendo bastante utilizado como indicativos da maturidade do mel. Segundo regulamentação brasileira o valor mínimo de açúcar redutor no mel deve ser de 65%, valores abaixo desse padrão podem ser um indicativo de que o mel foi colhido antes da sua plena maturidade (Brasil, 2000; Mendonça *et al.* 2008). Contudo, para os padrões do *Codex Alimentarius* e da União Européia, o valor mínimo de açúcares redutores é 60 g 100 g⁻¹ para o mel floral (Codex Alimentarius 2001; European Communities 2001).

Valor abaixo do recomendado pela legislação brasileira para o açúcar redutor de 64,57% foram observados em 67 amostras de méis de *Apis mellifera*, coletados entre outubro de 2016 e março de 2017 provenientes de 14 municípios do Paraná, sendo o único trabalho, relatado no presente estudo (Galhardo *et al.* 2021). O teor de açúcar redutor, assim com os SST, não é rotineiramente analisado nas pesquisas.

Sobre o teor de sacarose aparente, a Legislação Brasileira preconiza que o mel floral deva conter no máximo 6% em 100 g de mel, enquanto para os padrões do *Codex Alimentarius* e da União Europeia, o valor máximo é de apenas 5% (Brasil 2000; Codex Alimentarius 2001; European Communities 2001). Segundo a literatura um teor de sacarose aparente elevado significa que a enzima invertase ainda não transformou totalmente a sacarose em glicose e frutose ou que o mel foi adulterado com adição de açúcar da cana, açúcar de beterrabas e /ou adoçantes baratos (Tornuk *et al.* 2013; Escuredo *et al.* 2014).

A análise da sacarose aparente não é rotineiramente analisada nas pesquisas com mel, visto que somente 3 dos 12 estudos elencados nessa pesquisa, tinham dados desse parâmetro. Risélio *et al.* (2020) encontraram variação de 0,50 a 6,82% de sacarose aparente em 50 amostras de méis em Santa Catarina, já a pesquisa de Duarte *et al.* (2012) esse percentual foi de 3,97% em méis de *Apis mellifera* no Alagoas, nos méis analisados em Santa Catarina apresentou média de 4,80% (Karmisrki e Tenfen 2021) (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização físico-química do mel de *Apis mellifera* no Brasil, 2024.

Local	Amostras	Parâmetros físico-químicos							Referência	
		Brix	Açúcar redutor (%)	Sacarose (%)	Umidade (%)	pH	Acidez livre (meq.kg-1)	Cinzas (%)		5-HMF (mg.kg ⁻¹)
Alagoas	nd*	nd*	70,91	3,97	19,79	4,43	28,71	nd*	45,97	Duarte et al. 2012
Goiás	35 amostras	nd*	nd*	nd*	15,00 - 20,6	nd*	19,9 - 78,1	nd*	nd*	Ananias et al. 2013
Rio grande do Norte	12 amostras***	76,80 - 81,00	nd*	nd*	nd*	3,57 - 4,19	nd*	nd*	nd*	Costa et al. 2013
Piauí	59 amostras T1 e T2	nd*	nd*	nd*	T1-17,80 T2-18,20	T1-3,72 T2-3,20	T1-39,30 T2-59,10	nd*	T1-18,30 T2-16,10	Pires et al. 2015
Rio grande do Norte	49 amostras	nd*	nd*	nd*	18,30	4,18	32,00	0,30	5,59	Nascimento et al. 2018
Rorainópolis-RR	1 L de mel	78,13 - 78,63	nd*	nd*	20,27 - 19,80	3,47 - 3,74	21,88 - 37,14	0,45 - 1,21	nd*	Okaneku et al. 2020
Santa Catarina	50 amostras	nd*	67,86 - 77,22	0,50 - 6,82	15,93 - 20,80	3,34 - 4,45	1,27 - 69,78	nd*	0,65 - 52,02	Risêlio et al. 2020
Maranhão	9 amostras	76,70	nd*	nd*	21,03	3,24	62,62	nd*	nd*	Ferreira et al. 2021
Paraná	67 amostras	nd*	64,57	nd*	18,75	3,26	34,54	0,14	10,79	Galhardo et al. 2021
Vários estados	50 amostras	77,00 - 83,00	nd*	nd*	17,2-21	nd*	nd*	nd*	0,0-88,91	Archilia et al. 2021
Santa Catarina	13 amostras	nd*	71,30	4,80	16,20	nd*	32,00	0,37	nd*	Karmisrki e Tenfen 2021
Paraná	31 amostras	82,16 - 82,62	70,49 - 74,39	nd*	17,78 - 18,51	3,98 - 4,79	24,98 - 34,69	nd*	nd*	Gregório et al. 2021
-	-	-	Min 65	Máx 6	Máx 20	-	Máx 50	Máx 0,6	Máx 60	Brasil, 2000

*não disponível; **T1 - Unidades Extrativistas de Produtos Apícolas (EUBP) com Boas Práticas Apícolas; T2 - não Unidades Extrativistas de Produtos Apícolas; ***C-abelha sem ferrão e 10-*Apis Mellifera*.

UMIDADE

A água é o segundo maior constituinte do mel, variando entre 15 e 21% do seu conteúdo, assim o teor de umidade é um importante indicador da maturidade do mel, é de fundamental importância na conservação e armazenamento, na manutenção da sua qualidade e no processo de comercialização e pode influenciar nas propriedades físicas do mel, como viscosidade, sabor, conservação e cristalização (Escuredo *et al.* 2013; Gois *et al.* 2013).

Valores de umidade acima de 20% (Brasil 2000), indicam uma possível colheita precoce do mel, podendo contribuir para processos fermentativos, dificultando seu armazenamento e sua preservação, reduzindo assim, a vida útil do mesmo e alterando seu sabor (Gallina *et al.* 2010; Fechner *et al.* 2016; Kavanagh *et al.* 2019). O teor de umidade nesse alimento, também pode ser alterado por condições climáticas, composição do néctar e, por alterações realizadas após a sua colheita (Chirife *et al.* 2006). Ressalta-se que a análise de umidade do mel, pode sofrer influência direta da temperatura, da umidade do local de produção do mel e da manipulação dos meliponicultores na época da colheita (Zarei *et al.* 2019).

Nove amostras de méis (*Apis mellifera*), provenientes de dois municípios Maranhenses apresentaram em média 21,03% de umidade, teor acima do estabelecido pela legislação brasileira, podendo inferir que o mel analisado no estudo foi colhido verde (Ferreira *et al.* 2021).

Dos trabalhos avaliados nesta revisão, nove destes observaram valores de umidade nos méis de *Apis mellifera*, dentro dos limites preconizados (16,20 a 19,79%) (Galhardo *et al.* 2001; Duarte *et al.* 2012; Pires *et al.* 2018; Nascimento *et al.* 2018; Karmisrki e Tenfen 2021). Diferentemente dos estudos de Ananias *et al.* (2013), Okaneku *et al.* (2020), Risélio *et al.* (2020) e Gregório *et al.* (2021), encontraram variação de umidade nos méis analisados bem próximas às recomendadas na legislação brasileira.

pH E ACIDEZ

O pH (potencial hidrogeniônico) e a acidez são considerados importantes fatores antimicrobianos, promovendo maior estabilidade ao produto quanto ao desenvolvimento de microrganismos; O pH determinado no mel refere-se aos íons hidrogênio presentes numa solução e pode influenciar na formação de outros componentes, como na velocidade

de produção do 5-HMF, já a acidez do mel tem relação com os ácidos orgânicos presentes, que podem ser provenientes do néctar e da fermentação de alguns açúcares por leveduras, ocorrendo a formação de ácido acético (Gois *et al.* 2013; Bergamo *et al.* 2019).

Todos os méis são ácidos, com valor de pH variando entre 3,5 e 5,5, sendo influenciado pela origem botânica, pela concentração de diferentes ácidos e pelo cálcio, sódio, potássio e outros constituintes das cinzas e também pela espécie da abelha (De Sousa *et al.* 2016). A legislação brasileira não tem padrões para a análise de pH em méis, mas sua determinação no mel pode ser utilizada como uma análise auxiliar para a avaliação da acidez total (Lengler 2004). Todas as amostras de méis de *Apis mellifera* analisadas nesta revisão, estavam entre 3,24 e 4,79, o que corresponde a um pH ácido como relata a literatura, assegurando que o mel não havia sofrido fermentação e não tinha sido adulterado (Gois *et al.* 2013).

A acidez livre, também é utilizada como um importante parâmetro para identificar deterioração de méis (Da Silva *et al.* 2016). Valores acima de 50 meq.kg⁻¹, limite máximo preconizado pelos principais órgãos regulamentadores, podem indicar possível uma fermentação dos açúcares em ácidos orgânicos (Brasil 2000; Codex Alimentarius 2001). Assim, a presença de diferentes ácidos orgânicos, origem geográfica e a época de colheita podem afetar os valores da acidez do mel; já foram relatados pelo menos 18 ácidos orgânicos, dos quais alguns são voláteis e outros inorgânicos, sendo o ácido glucônico o principal, o qual é formado pela ação da enzima glicose-oxidase, produzida pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas e pela ação das bactérias durante o processo de maturação do mel (Alves 2008; Tornuk *et al.* 2013).

Duarte *et al.* (2012), Nascimento *et al.* (2018), Okaneku *et al.* (2020), Galhardo *et al.* (2021), Gregório *et al.* (2021) e Karmisrki e Tenfen (2021), em suas pesquisas com méis de *Apis mellifera* em diversos estados do Brasil, encontraram valores de acidez bem inferiores ao preconizado na legislação brasileira, no entanto, Ananias *et al.* (2013) ao analisarem 39 amostras de méis de *Apis mellifera* em Goiás, encontraram uma variação de 19,9 a 78,1 meq.kg⁻¹ de acidez, bem como, Ferreira *et al.* (2021), em 9 amostras de méis no Maranhão, também encontrou teor de acidez acima do estabelecido, 62,62 meq.kg⁻¹, podendo inferir que os méis analisados estavam passando ou haviam passado por processo de fermentação.

CINZAS

O conteúdo de cinzas é uma medida de qualidade, que avalia o conteúdo mineral presente, mas também pode ser indicativo de poluição ambiental e de origem geográfica, pois o conteúdo depende do tipo de solo no qual foi colhido o néctar das flores (Rizelio et al. 2012; Karabagias et al. 2014).

Os elementos minerais aparecem em baixa quantidade no mel, mas influenciam na sua coloração, estando em maior concentração nos méis escuros, dentre os principais minerais presentes no mel, destacam-se, o potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) (Gois et al. 2013; Seraglio et al. 2019). Segundo Karabagias et al. (2014), quanto maior a quantidade de minerais no mel, mais escuro e mais forte é o seu sabor. A legislação brasileira estabelece que o teor de cinzas presentes no mel pode variar de 0,02 % a 1 %, podendo atingir o limite máximo de 0,6 % para méis florais (Brasil 2000).

Dos 12 trabalhos agrupados nessa pesquisa, somente 4, determinaram os teores de cinzas no mel; Teores de cinzas entre 0,45 e 1,21 g.100g⁻¹ foram relatados por Okaneku et al. (2021) ao analisarem o mel de *Apis mellifera* em Rorainópolis-RR, demonstrando que algumas amostras continham mais resíduos minerais que o preconizado pela legislação brasileira. No entanto, Galhardo et al. (2021), encontrou média de 0,14% de cinzas em amostras de méis no Paraná.

As pesquisas de Nascimento et al. (2018) e Karmisrki e Tenfen (2021), encontraram valores bem próximos, 0,30 e 0,37%, em méis de *Apis mellifera* nas cidades do Rio grande do Norte e Santa Catarina, respectivamente.

5-HIDROXIMETIL-FURFRURAL

O 5-hidroximetilfurfural é um aldeído cíclico normalmente ausente em méis recém-colhidos, é formado pela desidratação da frutose em meio ácido, processo esse, acelerado pelo calor ou pelo armazenamento prolongado e em condições inadequadas ou ainda, pela adição de açúcar invertido (Cano et al. 2002; Passamani 2005).

A legislação brasileira estabelece um limite máximo de 60 mg.kg⁻¹ de HMF no mel (Brasil 2000). Já a recomendação do *Codex Alimentarius* prevê uma taxa máxima de 80 mg.kg⁻¹ de HMF (Codex Alimentarius 2001).

A pesquisas de Nascimento et al. (2018), Galhardo et al. (2021), ao analisarem méis de *Apis mellifera* em vários locais diferentes do Brasil, encontraram valores bem baixos

de HMF, $5,59 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $10,79 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectivamente, podendo inferir que os méis analisados eram recém-colhidos ou estavam armazenados em condições satisfatórias, principalmente de temperatura.

Duarte *et al.* (2012), ao analisarem méis de *Apis mellifera* em Alagoas, Brasil, encontraram valores de HMF dentro do limite que a legislação brasileira estabelece ($45,97 \text{ mg.kg}^{-1}$), assim como também Risélio *et al.* (2020) ao analisarem 50 amostras de méis de *Apis mellifera* em Santa Catarina ($0,65\text{-}52,02 \text{ mg.kg}^{-1}$), no entanto vários trabalhos citados nessa pesquisa não determinaram o teor de HMF nas suas amostras e somente Archilia *et al.* (2021), encontraram teores elevados de HMF, com variação de 0,0 a $88,91 \text{ mg.kg}^{-1}$, em méis oriundo de diferentes estados brasileiros

Ressalta-se a importância da determinação do HMF, visto que é um dos principais agentes de degradação do mel e que seu aumento pode ser influenciado pelo baixo pH, pela umidade, temperatura e origem botânica do mel, e pode ser convertido in vivo em 5-sulfoximetilfusfural (SMF), um composto genotóxico, enfatizando que seu conteúdo deve ser baixo nos alimentos (Capuano e Fogliano 2011; Archilia *et al.* 2021).

Ressalta-se a importância desse trabalho, visto que, ele traz um compilado das pesquisas mais recentes acerca do assunto e demonstra que parâmetros importantes de qualidade do mel precisam ser inseridos valores de referência para serem seguidos na produção do mel e os que estão estabelecidos devem ser avaliados rotineiramente, bem como, incentiva avanços em pesquisas que caracterizem o mel brasileiro, contribuindo ainda mais para a expansão comercial e o consumo do mel no país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão, a maioria das propriedades físico-químicas caracterizadas ($^{\circ}\text{Brix}$, açúcares, teor de umidade, pH, acidez, cinzas e HMF) no mel de abelha *Apis mellifera* no Brasil, estavam de acordo com os padrões nacionais e internacionais estabelecidos, no entanto, ressalta-se que uma padronização das análises realizadas nas pesquisas científicas, o que dificulta muito as comparações dos parâmetros entre os trabalhos e com a legislação, o que dificulta muito as comparações dos parâmetros dos trabalhos com a legislação; outro ponto, é a escassez de trabalhos que avaliem as características físico-químicas do mel brasileiro produzido por abelhas *Apis mellifera*. Assim, são necessárias, pesquisas adicionais que possam correlacionar a composição físico-química e o teor de

compostos bioativos, com os aspectos geográficos e a origem floral, ajudando a definir a autenticidade do mel de abelha *Apis mellifera* no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.M. 2008. Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas floresta e laranjeira, do alto do Rio Paraná. Tese de Doutorado, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, Brasil, 77 p.

ANANIAS, K.R.; Melo, A.A.M.; Moura, C.J.de. 2013. Analysis of moisture content, acidity and contamination by yeast and molds in *Apis mellifera* L. honey from central Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology [online]*. 44, 3, 679-683.

ARCHILIA, M.D.; Neto, A.A.L.; Marcucci, M.C.; Alonso, R.C.B.; Camargo, T.C. de; Camargo, C.C. et al. 2021. Characterization of Brazilian monofloral and polyfloral honey by UHPLC-MS and classic physical-chemical analyses, *Journal of Apicultural*. 1-12.

BANDEIRA, A.M.P.; Gomes, V.V.; Vasconcelos, A.A.; Taube, P.S.; Barros, E.C.; Costa, S.C. et al. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of honeys from the eastern Amazon region, Brazil. *Acta Amazonica*, 48, 2, 158-167.

BERGAMO, G.; Seraglio, S.K.T.; Gonzaga, L.V. Fett, R.; Costa, A.C.C. 2019. Physicochemical characteristics of bracinga honeydew honey and blossom honey produced in the state of Santa Catarina: An approach to honey differentiation. *Food Research International*, 116, 745-754.

BILUCA, F.C.; Braghini, F.; Gonzaga, L.V.; Costa, A.C.C.; Fett, R.; 2016. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae). *Journal of Food Composition and Analysis*, 50, 61-69.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2000. “Legislação de produtos apícolas e derivados,” Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Acessado em 02/04/2022

CAPUANO, E.; Fogliano, V. 2011. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *Food Science and Technology*. 44, 793-810.

COSTA, P.A.; Moraes, I.Z.F.; Bittante, A.M.Q. Sobral, P.J.do A.; Gomide C.A.; Carrer, C.C. 2013. Physical properties of honeys produced in the Northeast of Brazil. *International Journal of Food Studies*, 2, 1, 118-125.

CHIRIFE, J.; Zamora, M.; Motto, A. 2006. The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. *Journal of Food Engineering*, 72, 3, 287-292.

DA SILVA, P.M.; Gauche, C.; Gonzaga, L.V.; Oliveira Costa, A.C., Fett, R., 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323.

DE SOUSA, J.M.B. Souza, E.L. de.; Marques G.; Bessani, M. de T.; Gullón, B.; Pintado, M.M.; et al. 2016. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 645-651.

DOURADO, G.S.; Cardoso, J.S.A.; Cardoso, I. F.; Lima, A.K.O.; Da Silva, S.K.R.; Vasconcelos, A.A. et al. 2020. Avaliação da Capacidade Antimicrobiana de Nanopartículas de Prata Sintetizadas com Mel de Abelha. *Ensaio*, 24, 3, 305-309.

DUARTE, A.W.F; Vasconcelos, M.R. dos S.; Menezes, A.P.D.; Silva, S.C.; Oda-souza, M.; López, A.M.Q. 2012. Composition and antioxidant activity of honey from Africanized and stingless bees in Alagoas (Brazil): a multivariate analysis. *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 23-35.

ESCUREDO, O. Fernández-gonzález, M.; Carmen, S.M.; Miguez, M. 2013. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138, 851-856.

FECHNER, D.C.; Moresi, A.L.; Díaz, J..D.R.; Pellerano, R.G.; Vazquez, F.A. 2016. Multivariate classification of honeys from Corrientes (Argentina) according to geographical origin based on physicochemical properties. *Food Bioscience*, 15, 49-54.

FERREIRA, L.F.P.; Bogéa, A.L.G.; Rosário, M.S. do; Silva, A.C.L.N.; Costa, M. C. P. 2021. Sensorial, physicist-chemistries and microbiological analyses of samples of honeys produced for *Apis mellifera* in the region of the Cocais Maranhenses, Maranhão State, Brazil. *Research, Society and Development*, 10, 7:e21510716495.

GALHARDO, D.; Garcia, R.C.; Schneider, C.R.; Braga, G.C.; Chambó, E.D.; França, D.L.B de. et. al. 2021. Physicochemical, bioactive properties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from western Paraná, Southern Brazil. *Food Science and Technology [online]*. 41, 1, 247-253.

GALLINA, A.; Stocco, N.; Mutinelli, F. 2010. Karl Fischer Titration to determine moisture in honey: A new simplified approach. *Food Control*, 21(6), 942-944.

GOIS, G.C.; Lima, C.A.B.; Silva, L.T.; Evangelista-Rodrigues, A. 2013. Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade, *Acta Veterinaria Brasilica*, 7, 2, 137-147.

GREGÓRIO, A.; Galhardo, D.; Sereia, M.J.; Wielewsk, P.; Gavazzoni, L. Santos, I.F.dos. et al. 2021. Antimicrobial activity, physical-chemical and activity antioxidant of honey samples of *Apis mellifera* from different regions of Paraná, Southern Brazil. *Food Science and Technology [online]*. 41, 2, 583-590.

Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. *Produção Pecuária Municipal*. Recuperado de: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021>. Acessado 10/07/2022

KAMAL, M.; Rashid, M.; Mondal, S.C.; Taj, H.F.E.; Jung, C. 2019. Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. *Journal of Food Science and Technology*. 56, 2267-2277.

KHAN, F.R.; Abadiz, Z.U.; Rauf, N. 2007. Honey: nutritional and medicinal value. *International Journal of Clinical Practice*, 61, 10, 1705-1707.

KAVANAGH, S.; Gunnoo, J.; Passos, T.M.; Stout, J.C.; White, B. 2019. Physicochemical properties and phenolic content of honey from different floral origins and from rural versus urban landscapes. *Food Chemistry*, 272, 66-75.

KASMIRSKI, G; Tefen, A. 2021. Controle de qualidade de mel de apis melífera scutellata e tetragonisca angustula coletados em Massaranduba - SC. *Brazilian Journal of Development*, 7,6, 60296-60310.

KIM, G.; Shin, J.; Jang, H. 2009. Antioxidant and antidiabetic activity of Dangyuja (*Citrus grandis* Osbeck) extract treated with *Aspergillus saitoi*. *Food Chemistry*, 117, 35-41.

LEGLER, S. 2004. *Inspeção e controle de qualidade do mel*. Disponível em: <http://www.sebraern.com.br/apicultura/pesquisas/inspecao_mel01.doc> Acesso em: 16 abr. 2022.

MENDONÇA, K.; Marchini, L.C.; Souza, B.A.; Almeida-anacleto, D.; Moreti, A.C.de.C.C. 2008. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. *Ciência Rural*, 38, 6, 1748-1753.

NASCIMENTO, K. S. do.; Sattler, J.A.G.;Macedo, L.F.L.; González, C.V.S.; Melo, I.L.P.de.;Araújo, E.da.S. et al. 2018. Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 85-94.

OKANEKU, B.M.; Souza, A.Q.L.de; Araújo, D.L.; Alves, T.C.L.; Cardoso, D.N.P.; Santos, W.G. 2020. Physicochemical and microbiological analysis of africanized bee (*Apis mellifera*) honey. *Brazilian Journal of Development*. 6, 4, 18607-18620.

PASSAMANI L. 2005. *Estudo das características físicas, químicas e microbiológicas de compostos de mel produzidos no estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Rio de Janeiro. 70p.

PIRES, R.M.C.; Moura, S.G.; Filho, F. das C.C.; Monte, A.M.; Pires, L.F.; Lorenzon, M.C.A et al. 2015. Evaluation of hygienic-sanitary quality of honey from *Apis mellifera* L. obtained in semi-arid region of Piauí, Brazil, *African Journal of Microbiology Research*, 9(30), 1806-1813.

Risélio, V.M.; Tenfen, L.; Gonzaga, L.V.; Borges, G.da S.C.; Biluca, F.C.; Schulz, M. et al. 2020. Physicochemical and bioactive properties of Southern Brazilian *Apis mellifera* L. honeys. *Journal of Apicultural Research*, 41,1, 910-916.

Seraglio, S. K. T.; Silva, B.; Bergamo, G.; Brugnerotto, P.; Gonzaga, L.V.; Fett, R. et al. An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119, 44-66.

TORNUK, F.; Karaman, S.; Ozturk, I.; Toker, O.S.; Tastemur, B.; Sagdic, O. et al. 2013. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*. 46, 124- 131.

VASCONCELOS, E.C.G; Silva, V.L.; Bendini, J. do N.; Costa, J.B.; Carvalho, D.N. 2021. Diversidade florística de espécies com potencial apícola no município de Cocal, região norte do Piauí. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, 2, 1, 83-98.

VIDAL, M de F. 2021. Mel natural: Cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB, *Caderno setorial ETENE*, 6, 157, 1-10..

ZAREI, M.; Fazlara, A.; Tulabifard, N. 2019. Effect of thermal treatment on physicochemical and antioxidant properties of honey. *Heliyon*, 5, 6: e01894.