


## COMPOSTOS FENÓLICOS EM MÉIS FLORAIS DE ABELHA (APIS MELLIFERA) NO BRASIL: UMA REVISÃO

 <https://doi.org/10.56238/arev7n3-094>

Data de submissão: 12/02/2025

Data de publicação: 12/03/2025

**Ana Karine de Oliveira Soares**  
Mestre em Alimentos e Nutrição.  
E-mail: aksoares@ufpi.edu.br

**Daisy Jacqueline Sousa Silva**  
Doutora em Alimentos e Nutrição.  
E-mail: daisyjacqueline@ufpi.edu.br

**Tâmara Raquel Andrade Borges**  
Graduanda em Nutrição  
E-mail: tamarabor10@gmail.com

**Regilda Saraiva do Reis Moreira-Araújo**  
Pós - Doutora em Bioquímica de Alimento e Pós-Doutora em Nutrição em Saúde Pública.  
E-mail: regilda@ufpi.edu.br

### RESUMO

Dentre os produtos produzidos pelas abelhas (*Apis mellifera*), o mel é bastante utilizado pelo seu potencial nutritivo e benefícios terapêuticos, que estão associados ao conteúdo de compostos fenólicos. Estes compostos estão relacionados com a origem botânica, geográfica e climática. Por isso, a biodiversidade brasileira possibilita a produção de méis riquíssimos nesses compostos. Diante disso, esta revisão tem como objetivo sintetizar evidências disponíveis sobre os compostos fenólicos em méis de abelha (*Apis mellifera*), e sua atividade antioxidante com ênfase nos méis produzidos no Brasil. Os méis florais brasileiros apresentaram uma grande variabilidade no conteúdo de fenólicos, bem como, no perfil fenólicos desses méis. Alguns compostos apresentaram-se na maioria dos méis de diferentes regiões do país como ácidos fenólicos: ácido gálico e ácido p-cumárico e flavonoides (quercetina). Devido a isto, apresentaram variação na atividade antioxidante. Em conclusão, esperamos que esta revisão seja útil como uma referência sobre os compostos presentes em méis monoflorais provenientes de origens botânicas nativas do Brasil. Além disso, ressaltamos a atividade antioxidante desses compostos, que têm o potencial de trazer benefícios para a saúde humana.

**Palavras-chave:** Mel. Polifenóis. Antioxidantes.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se por sua rica diversidade de biomas, que possuem grande relevância econômica e socioambiental, especialmente em função da variedade de climas e vegetações que favorecem a criação de abelhas e a produção de méis com características distintas. A região Nordeste, em particular, apresenta condições ideais para a produção de mel, graças à sua flora diversificada que disponibiliza recursos como néctar e pólen ao longo de todo o ano (Sant'ana *et al.*, 2020).

O mel, produzido pela desidratação e transformação do néctar ou de secreções de plantas vivas ou excreções de insetos sugadores de plantas em combinação com substâncias secretadas pelas abelhas, é um alimento natural reconhecido por suas propriedades nutritivas e saudáveis. Sua composição, altamente influenciada pela origem botânica e geográfica, é predominantemente formada por carboidratos, com teores de açúcares variando entre 80–85%, água (15–17%) e pequenas quantidades de proteínas (0,1–0,4%) (Palma-Morales; Huertas; Rodríguez-Pérez, 2023).

Além disso, o mel contém ácidos orgânicos, aminoácidos, vitaminas, lipídios, compostos aromáticos, flavonoides, enzimas, minerais, grãos de pólen e compostos fenólicos, que desempenham papel essencial em suas propriedades biológicas e sensoriais (Almeida-Muradian *et al.*, 2013; Israili, 2014; Rao *et al.*, 2016).

A coloração do mel, que varia de tons claros a escuros, é amplamente determinada pelos compostos fenólicos e minerais presentes, e suas características químicas estão diretamente relacionadas às espécies florais de origem (Rao *et al.*, 2016). A classificação do mel, baseada em sua origem botânica, podendo ser monofloral, quando é produzido a partir do néctar de uma única espécie botânica ou se sua presença é predominante e multifloral quando vem de mais de uma espécie botânica ou classificado como mel de melato elaborado com base de secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas (Brasil, 2000).

Além disso, propriedades antimicrobianas têm sido associadas à sua ingestão, devido a sua capacidade de inibir o crescimento de diversos microrganismos patogênicos. Essa propriedade é atribuída à sua elevada concentração de açúcares, ao pH ácido e à produção de peróxido de hidrogênio. Além disso, sua eficácia antimicrobiana é influenciada pela origem floral e geográfica, pela época de colheita, bem como pelas condições de processamento e armazenamento (Viteri *et al.*, 2021).

Dessa forma, o reconhecimento do mel tem crescido não apenas por seu potencial nutritivo, mas também por seus benefícios terapêuticos. Esses atributos estão diretamente relacionados ao conteúdo de compostos fenólicos e à capacidade antioxidante, aspectos que reforçam a importância de promover seu consumo. Além disso, a produção de mel desempenha um papel relevante na

economia regional, funcionando como uma importante fonte de renda complementar para muitas famílias (Almeida *et al.*, 2016).

Diversos métodos têm sido empregados para quantificar a capacidade antioxidante de méis de abelha, dada a complexidade de seus compostos bioativos e seus diferentes mecanismos de ação. Entre eles, destaca-se o método ABTS, que expressa os resultados em equivalentes de Trolox (TE), oferecendo comparações padronizadas. O ensaio DPPH, amplamente empregado por sua simplicidade, apresenta limitações relacionadas à solubilidade em água e à sensibilidade a condições externas. Já o FRAP avalia o poder redutor em pH ácido, sendo mais adequado para compostos hidrofílicos, enquanto o CUPRAC, realizado em pH próximo ao fisiológico, é versátil, abrangendo tanto compostos hidrofílicos quanto lipofílicos (Sadowska-Bartosz; Bartosz, 2022).

Nesse contexto, a aplicação combinada desses ensaios de atividade antioxidante, como ABTS, DPPH, FRAP e CUPRAC, permite uma avaliação mais abrangente do mel, possibilitando um entendimento mais preciso das suas propriedades funcionais. Deste modo, o presente trabalho visa sintetizar evidências disponíveis sobre os compostos fenólicos em méis de abelha (*Apis mellifera*), e sua atividade antioxidante com ênfase nos méis produzidos no Brasil, cuja diversidade botânica contribui para suas características únicas.

## 2 METODOLOGIA

Para este artigo de revisão, foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas PubMed, Science Direct e Scopus, considerando estudos publicados entre 2012 a 2024. Os termos de busca incluíram “mel”, “*Apis mellifera*”, “fenólico”, “antioxidante”, e “Brasil” com seus respectivos termos em inglês isoladamente ou em combinação.

Os critérios de inclusão utilizados nesta pesquisa foram: (1) artigos completos publicados em inglês ou português, (2) artigos que abordassem o conteúdo de compostos fenólicos em méis florais no Brasil pela espécie *Apis mellifera*, (3) artigo que abordasse o conteúdo de atividade antioxidante méis produzidos pela espécie *Apis mellifera*. Foram excluídos artigos de revisão, capítulos de livros, que não abordassem o conteúdo no Brasil, méis de melada, méis produzidos por outro tipo de abelha e que não estivessem disponíveis na íntegra.

Os artigos selecionados foram analisados de forma qualitativa, com foco nos compostos fenólicos e atividade antioxidante em méis florais provenientes do Brasil. As informações foram organizadas por região, origem floral, conteúdo de fenólicos, compostos identificados e atividade antioxidante e dispostos em tabelas para facilitar a comparação e discussão, destacando as contribuições e lacunas de pesquisa.

### 3 COMPOSTOS FENÓLICOS EM MÉIS MONOFLORAIS

Os compostos fenólicos são considerados metabólitos secundários das plantas, participando do crescimento vegetal, da pigmentação, como agentes antimicrobianos, na remoção de radicais livres, na absorção de luz e na atração de polinizadores, entre outras funções (Cheynier; Tomas-Barberan; Yoshida, 2015). Como as plantas apresentam altos teores desses compostos, é provável que eles sejam transferidos para o mel durante a coleta de néctar pelas abelhas (De-Melo *et al.*, 2018).

O conteúdo de fenólicos totais no mel varia de acordo com o tipo de flor, a localização geográfica e as condições climáticas. Dessa forma, a análise desse parâmetro pode ser útil para determinar a origem floral e geográfica de diferentes tipos de mel (Sousa *et al.*, 2018). Mediante isto, observou-se uma grande variedade de méis monoflorais no Brasil, méis com origem botânica única de determinadas regiões (Figura 1), bem como, méis da mesma origem botânica de diferentes regiões do país.

Méis de origem floral *Serjania* e *Schinus*, nas regiões Nordeste e Sul, no Nordeste, Sudeste e Sul, de *Eucalyptus*, como méis do gênero botânico *Acacia spp*, *Citrus sinensis*, *Coffea arábica* no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país, *Croton sp.*, *Hyptis sp.*, *Hovenia dulcis*, *Mimosa scabrella*, apresentam-se das regiões Sudeste e Sul do Brasil. Nos méis de *Apis mellifera* produzidos no Brasil, o teor total de compostos fenólicos até o momento foi determinado entre 0.130 e 191.17 mg EAG/100 g (Tabela 1).

Na região Norte do Brasil, méis de *Apis mellifera* produzidos no estado do Pará, em áreas da Amazônia, apresentaram variações de compostos fenólicos totais entre 4,27 e 154,28 mg GAE/100 g (Oliveira *et al.*, 2012; Costa; Toro, 2021). Em outras investigações, na região Nordeste do país, amostras de mel de *Apis mellifera L.*, incluíram méis florais com origem botânica em *Mimosa caesalpiniifolia*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Eucalyptus*, *Cydonia oblonga* e multiflorais (Almeida *et al.*, 2016; Archilia *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2020; Silva, D. *et al.*, 2024; Sousa *et al.*, 2018).

O mel de *Mimosa caesalpiniifolia* apresentou variação no teor de fenólicos totais (TFT) entre 27,65 a 97,01 GAE/100 g, de diferentes regiões do Piauí (Silva *et al.*, 2020; Silva, D. *et al.*, 2024). Já o mel de *Pityrocarpa moniliformis* apresentou uma variação mais ampla, entre 25,33 a 90,34 mg GAE/100 g (Almeida *et al.*, 2016; Silva, D. *et al.*, 2024). As demais origens botânicas apresentaram valores de fenólicos entre 0.138 a 31 mg GAE/100 g (Almeida *et al.*, 2016; Archilia *et al.*, 2021) e os méis monoflorais entre 40.0 a 92.7 mg GAE/100 g (Almeida *et al.*, 2016).

**Figura 1.** Mapa do Brasil com a origem botânica dos méis produzidos por abelhas (*Apis mellifera*) nas diferentes regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Uma grande variabilidade nas concentrações de compostos fenólicos, observa-se da mesma forma, na região Centro-Oeste do país, em méis de origens botânicas dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Archilia *et al.*, 2021; Silva, B. *et al.*, 2024). Pesquisas realizadas na Região Sudeste do Brasil, com méis de diferentes origens botânicas, observaram uma ampla variação nos teores de compostos fenólicos totais, de 0.298 a 105.05 mg GAE/100 g (Kadri *et al.*, 2016; Liandra *et al.*, 2012; Lira *et al.*, 2014; Nunes *et al.*, 2022; Pena-Júnior *et al.*, 2022; Salgueiro *et al.*, 2014; Silva, B. *et al.*, 2024; Sant’ana *et al.*, 2012).

Na pesquisa de Nunes *et al.* (2022), determinaram  $112,60 \pm 21,11$  mg GAE/100 g ao analisarem méis monoflorais e heteroflorais, confirmando que os teores desses compostos podem variar conforme a origem botânica do néctar colhido pela abelha. Nas amostras analisadas de méis do oeste do Paraná, apresentaram uma variação de compostos fenólicos totais entre 11,39 e 61,27 mg GAE/100 g (Galhardo *et al.*, 2021), da região Sul do país, que apresentam uma grande diversidade de méis monoflorais estudados e teores de compostos fenólicos (Bueno-Costa *et al.*, 2016; Brugnerotto *et al.*, 2023; Galhardo *et al.*, 2021; Gregório *et al.*, 2021; Nascimento *et al.*, 2018; Nunes *et al.*, 2022; Ribeiro *et al.*, 2020; Risélio *et al.*, 2020; Royo *et al.*, 2022; Silva, B. *et al.*, 2024).

Os flavonoides são os principais polifenóis encontrados no mel e podem influenciar características como o aroma, a cor e as propriedades biológicas desse alimento (Lakhmili *et al.*, 2024); Tais compostos, tiveram variação entre 2,75 a 18,76 mg/100 g em pesquisas com méis da região Norte do Brasil (Costa; Toro, 2021). Amostras provenientes de Simplício Mendes, Picos e Valença no Piauí, apresentaram uma variação de 5,43 a 13,02 mg QE/g, com média de  $8,33 \pm 1,86$  mg QE/g., e o mel multifloral, apresentou o maior teor de flavonoides (Silva *et al.*, 2020).

Estudos mais recentes realizados no Piauí, observaram que o mel identificado de *Mimosa caesapiniifolia* obteve um dos maiores teores de flavonoides, com  $30,03 \pm 1,01$  mg QE/100 g. O mel floral de *Pityrocarpa moniliformis*, apresentou variação de 21,04 a 31,43 mg QE/100 g e de *Mimosa caesalpiniifolia* 22,64 a 30,03 mg QE/100 g, ao se comparar os méis florais revelou que o conteúdo médio de flavonoides foi semelhante entre as duas origens, com 24,70 QE/100 g e 25,70 mg QE/100 g, respectivamente (Silva, D. *et al.*, 2024).

**Tabela 1.** Compostos fenólicos em méis florais de abelhas *Apis mellifera* produzidos no Brasil.

Estado	Origem floral	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FT <sup>a</sup>	FIT <sup>f</sup>		
REGIÃO NORTE					
Pará		36,7 a 154,3	-	AG; AF; ApC; AV; AmC; AoC; AtC; Q	Oliveira <i>et al.</i> , 2012.
		15,2 a 16,5 <sup>b</sup> 17,7 e 18,9 <sup>b</sup>	-	AG; ACI; ACa; ApC; AR; Q; K; A; C	Bandeira <i>et al.</i> , 2018
		4,3 a 145,4	2,7 a 18,8		Costa e Toro, 2021.
Roraima	Multifloral	250 a 548 <sup>c</sup>	9 a 48,6 <sup>f</sup>		Pontis <i>et al.</i> , 2014.
REGIÃO NORDESTE					
Alagoas	-	$92,3 \pm 13,5$	$28,7 \pm 9,40$		Duarte <i>et al.</i> , 2012.
Bahia	<i>Pityrocarpa moniliformes</i>	$27 \pm 2,3$	-		Almeida <i>et al.</i> , 2016.
	<i>Eucalyptus</i>	$31 \pm 1,3$	-		

	Multifloral	40 a 92,7	-		
	<i>Psidium</i>	330 a 341,5 <sup>c</sup>	141,8 a 160,7 <sup>g</sup>		Silva. I. <i>et al.</i> , 2021.
	<i>Serjania</i>	339 ± 3,0 <sup>c</sup>	114,4 ± 7,9 <sup>g</sup>		
	<i>Schinus</i>	325 ± 5,3 <sup>c</sup>	216,3 ± 6,4 <sup>g</sup>		
	Multifloral	260 a 273,4 <sup>c</sup>	1718 a 183 <sup>g</sup>		
Pernambuco	Multifloral	66 a 190 <sup>c</sup>	31 a 167		Pinto-Neto <i>et al.</i> , 2024.
Piauí	-	22,1 a 23,4	-		Sousa <i>et al.</i> , 2018.
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	27,6 a 97,0	5,43 a 13		Silva, S. <i>et al.</i> , 2020.
	<i>Cydonia oblonga</i>	0,14 a 0,64	0,1 a 0,2		Archilia <i>et al.</i> , 2021.
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	43,1 a 67,4	21,7 a 30		Silva, D. <i>et al.</i> , 2024.
	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	25,3 a 90,3	21,0 a 31,4		
Estado	Origem floral	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FTa	FITf		
REGIÃO CENTRO-OESTE					
Mato Grosso	<i>Acacia spp.</i>	33,6 ± 1,4			Silva, B. <i>et al.</i> , 2024.
Mato Grosso do Sul	<i>Citrus sinensis</i>	0,18 ± 0,01	0,1 ± 0,0		Archilia <i>et al.</i> , 2021.
	<i>Coffea arabica</i>	0,27 a 0,34	0,2		
	<i>Cofea arabica</i>	39,3 ± 1,1		AA	Silva, B. <i>et al.</i> , 2024.
	<i>Vernonia polyanthes</i>	38,8 ± 2,1		AA; R	
	Multifloral	74,6 ± 4,0		AA	
REGIÃO SUDESTE					
Rio de Janeiro e	<i>Citrus sp</i> Mel Extrato de mel	34 a 53,2 12,7 a 76,6	0,2 a 0,3 0,2 a 5,3	AG; APC; ApHB; AV; ApC; ASi; ApMB; ApMC; Q; AS; R; AC	Lianda <i>et al.</i> , 2012.
São Paulo	Multifloral Mel Extrato de mel	42,8 a 78,2 24,2 a 71,8	0,2 a 4,3 0,3 a 0,9	AG; APC; ApHB; AV; ApC; ASi; ApMB; ApMC; Q; IQ; M	
	<i>Gochnatia spp.</i>	4,9 a 7,4	0,4 a 1,6	AA; AG; AS; AmC; AB; AC e AmMC; N	Salgueiro <i>et al.</i> , 2014.
	<i>Croton sp.</i>	10,7 a 11	1,2	AA; AG; A4HB; AS; ApC; AmC; AB	
	<i>Vernonia spp.</i>	7,1 e 12,1	1,3	AA; AG; APC; AF, ApC, ApM; AC	
Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo	Laranjeira	43,3 a 75,5	2,6 a 6,7		Lira <i>et al.</i> , 2014.



Minas Gerais e	<i>Ambrosia</i>	88,8	7,6		Sant'ana et al., 2014.
Rio de Janeiro	<i>Anadenanthera</i>	112,6 ± 21,1	5,2 ± 2,2		
	<i>Asteraceae</i>	97,1 ± 9,9	5,5 ± 1,5		
	<i>Citrus</i>	71,2	2,3		
Estado	<i>Origem floral</i>	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FTa	FITf		
REGIÃO SUDESTE					
Minas Gerais e	<i>Copaifera</i>	112,5	7,5		Sant'ana et al., 2014.
Rio de Janeiro	<i>Eucalyptus</i>	105,9 ± 33,8	9,2 ± 2,9		
	<i>Gochnatia</i>	121,8	4,1		
	<i>Verbenaceae</i>	144,1	5,1		
	<i>Multifloral</i>	98,8 ± 19,1	5,6 ± 2,3		
	<i>Montanoa</i>	100.70 ± 1.96	5,6 ± 0,7		
	<i>Myrcia</i>	105 ± 19,8	5,2 ± 2,7		
	<i>Vernonia</i>	132,6	9,9		
Espírito Santo	<i>Coffea arabica</i>	-	3,3 a 3,6f		Kadri et al., 2016.
		0,3 a 0,5	0,3 a 0,4		Archilia et al., 2021.
São Paulo	-	3,4 – 4,2	-		Nunes et al., 2022.
	<i>Citrus sinensis</i>	0,1 a 0,4	0,03 a 0,2		Archilia et al., 2021.
	<i>Citrus sinensis Blend</i>	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,02		
	<i>Coffea arabica</i>	0,4 e 0,4	0,2 e 0,2		
	<i>Eucalyptus spp</i>	0,6 ± 0,0	0,4 ± 0,0		
	<i>Eucalyptus spp Blend</i>	0,723 ± 0,020	0,6 ± 0,0		
Minas Gerais	<i>Croton ssp.</i>	61,1	3,5		Sant'ana et al., 2011.
	<i>Eucaliptus</i>	82,8	5,8		
	<i>Coffea arabica</i>	0,4 ± 0,0	0.150 ± 0.010		Archilia et al., 2021.
	<i>Coffea arabica Blend</i>	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0		
Estado	<i>Origem floral</i>	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FTa	FITf		
REGIÃO SUDESTE					
Minas Gerais	<i>Baccharis spp.</i>	103,1 ± 1,0d	-		Schiassi et al., 2021.
	<i>Citrus sinensis</i>	95,6 ± 0,8d	-		



	<i>Coffea spp.</i>	110,4 ± 1,8d	-		
	<i>Eucalyptus spp.</i>	78,6 ± 1,2d	-		
	<i>Mimosa scabrella</i>	129,2 ± 1,2d	-		
	<i>Saccharum officinarum L.</i>	118,2 ± 1,4d	-		
	<i>Vernonia polysphaera</i>	102,5 ± 1,5d	-		
	<i>Astronium urundeuva</i>	142,5 ± 2,6	-		Gardoni et al., 2022.
	<i>Astronium urundeuva</i>	54,9 a 101,8	4,9 a 18,9		Pena Júnior et al., 2022.
	<i>Caryocar brasiliense</i>	48,8 ± 1,3	5,6 ± 0,2		
	<i>Croton urucurana</i>	45,5 ± 0,5	2,2 ± 0,1		
	<i>Eremanthus incanus</i>	51,4 ± 2,3	3,17 ± 0,2		
	<i>Eucalyptus robusta</i>	64 e 73,5	6,9 e 7,4		
	<i>Hyptis sp.</i>	62,9 ± 2,1	3,1 ± 0,1		
	<i>Omphalea diandra</i>	42,9 ± 2,2	3,4 ± 0,1		
	<i>Serjania lethalis</i>	42,5 ± 3,3	2,2 ± 0,1		
	<i>Veronia scorpioides</i>	107,9 ± 1,1	3,9 ± 0,3		
	<i>Cissus rhombifolia</i>	38,4 ± 1,9	-	NI	Silva, B. et al., 2024.
	<i>Eucalipto</i>	10,3 ± 0,6	2,0 ± 0,2	AG; ACl; ACa; ApC; AR; Q; K; A	Wisniewski et al., 2024
	<i>Multifloral</i>	9,9 ± 0,9	2,2 ± 0,9	AG; ACl; ApC; AR; A	
Estado	<i>Origem floral</i>	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FTa	FITf		
REGIÃO SUDESTE					
Rio de Janeiro	<i>Croton ssp.</i>	63,1 a 175,4	2,4 a 3,1		Sant'ana et al., 2011.
	<i>Eucaliptus</i>	99 a 141,1	6,1 a 10,9		
	<i>Gochnatia</i>	104,7 a 129,3	6,4 a 7,6		
Minas Gerais e São Paulo	<i>Cissus rhombifolia Blend</i>	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0		Archilia et al., 2021.
REGIÃO SUL					
Rio Grande do Sul	<i>Eucalyptus e Multifloral</i>	61,2 a 111,4	3 a 10,5		Buenos-Costas et al., 2016
	-	57,7 ± 2,2	-	AG; ACl; AC; ApC; AF; AR; Q; K; A; C	Cruz et al., 2016.
	<i>Eucalyptus</i>	37,0 a 100	0,01 a 1,5	AG; APC; ApC; AC; Mi; Q	Nascimento et al., 2018.
	<i>Schinus terebinthifolius</i>	51,5 a 97,5	0,01 a 2,6	AG; AC; Q	
	<i>Hovenia dulcis</i>	26,0 a 58,2	0,01 a 1,6	AG; ApC; Q	
Santa Catarina	<i>Pluchea Sagittalis</i>	40,3 a 80,8	0,01 a 1,1	AG; Q	

	<i>Gaya Macrantha</i>	56,5	0,40	AG	
	<i>Multifloral</i>	39,8 a 70,4	0,2 a 1,9	AG; AC; Mi; Q	
	<i>Silvestre</i>	38,47 a 93,30	5,1 a 12,9		Oliveira et al., 2020.
	<i>Eucalyptus</i>	80,5 6 ± 3,2	7,9 ± 0,1		
	<i>Trevo-branco</i>	63,9 ± 2,7	5,1 ± 0,02		
	<i>Multifloral</i>	58,3 a 83,5	5,6 a 7,5		
	<i>Citrus sinensis</i>	0,5 ± 0,02	0,2 ± 0,02		Archilia et al., 2021.
	<i>Mimosa scabrella</i>	109,6 a 142	-	Aca; ACI; ApC; APC; AF; AG; ASa; AS; H; IH; K; L; N; Pk; Pb; Q; R	Seraglio et al., 2017.
Estado	<i>Origem floral</i>	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FTa	FITf		
REGIÃO SUL					
Santa Catarina	<i>Baccharis leucocephala</i>	30,0 a 50,0	-	ASa; ApC; ApA; ApAB; AMF; T	Silva, P. et al., 2020.
	<i>Hovenia dulcis</i>	20,0 a 30,0	-	ASa; ApC; Mi	
	<i>Multifloral</i>	30,0 a 90,0	-	ASa; ApC; AM; Ad	
	<i>Eucalyptus spp</i>	0,7 ± 0,02	0,628 ± 0,070		Archilia et al., 2021.
	-	5,1 a 4,2b	-		Nunes et al., 2022.
	<i>Esccallonia sp.</i>	56,9 a 59,5	-		Brugnerotto et al., 2023.
	-	2,5 a 7,2b	-		Nunes et al., 2023.
	<i>Baccharis spp.</i>	48,1 ± 1,8	-	AA; R	Silva, B. et al., 2024.
	<i>Citrus aurantium</i>	57,7 ± 1,6	-	AA; ASa	
	<i>Escallonia spp.</i>	55,7 ± 2,3	-	NI	
	<i>Eucalyptus globulus</i>	85,6 ± 3,1	-	AA; R	
	<i>Hovenia dulcis</i>	40,4 ± 2,3	-	AA	
Paraná	<i>Acacia polyphylla</i>	0,5 ± 0,00	0,1 ± 0,02		Archilia et al., 2021.
	-	11,4 a 61,3	8,0 a 45		Galhardo et al., 2021.
	-	143,7 a 191,2	399,8 a 852,3		Gregório et al., 2021.
	<i>Multifloral</i>	22,5 a 9,5	3,3 a 1,8	AG; ACI; ACa; ApC; AR; Q; K; A	Wisniewski et al., 2024
		1,6 a 30,5	9,3 a 52,8		Ribeiro et al., 2022.
Santa Catarina e Rio Grande do Sul	-	18,2 a 148,6	0,04 a 8,1		Rizelio et al., 2020.
	<i>Astronium urundeuva</i>	74,7 ± 0,1	-		Royo et al., 2022.
	<i>Caryocar brasiliense</i>	54,4 ± 0,03	-		

Estado	Origem floral	Conteúdo de fenólicos/fenóis*		Compostos identificados	Referências
		FTa	FITf		
REGIÃO SUL					
Santa Catarina e Rio Grande do Sul	<i>Croton urucurana</i>	70,1 ± 0,03	-		Royo et al., 2022.
	<i>Coffea arabica L.</i>	84,8 ± 0,05	-		
	<i>Serjania lethalis A.ST.-Hil</i>	40,7 ± 0,03	-		
	<i>Hyptis sp.</i>	57,6 ± 0,0	-		
	<i>Multifloral</i>	52,4 ± 0,03	-		

**Legenda:** AF: ácido ferúlico; AG: ácido gálico; APC: ácido protocatecuico; AS: ácido siríngico; ASa: ácido salicílico; ApHB: ácido p-hidroxibenzóico; A4HB: ácidos 4-hidroxibenzóico; AV: ácido vanílico; ApC: ácido p-cumárico; AoC: ácido o-cumárico; AmC: ácido m-cumárico; AmC: meta-cumárico; ASi: ácido sinápico; ApMB: ácido p-metoxibenzóico, AC-ácido cinâmico; ApM: ácido p-metoxicinâmico; AtC: ácido trans-cinâmico; AmMC: meta-metoxicinâmico; AB: ácido benzóico; AA: ácido abscísico; ACa: ácido caféico; ApAB: ácido p-aminobenzóico; ACl: ácido clorogênio; AR: ácido rosmarinico; AM: ácido mandélico; ApA: ácido p-anísico; Ad: aromadendrina; Ad: ácido metoxifenilacético; A: apigenina; C: crisina; G: galangina; L: luteolina; R: rutina; H: Hesperidina; IQ: isoquercetina; IH: Isorhamnetina; M: morina; Q: quercetina; N: naringina; Mi: miricetina; S: siringaldeído; K: kaempferol; Pb: pinocembrina; Pk: Pinobanksina T: taxifolina; NI- não identificado.

\*Média das amostras analisadas. Os valores estão expressos: FT- fenólicos totais - miligrama equivalente a ácido gálico (<sup>a</sup>mg EAG.100g<sup>-1</sup>; <sup>b</sup>mg EAG.g<sup>-1</sup>; <sup>c</sup>mg EAG.Kg); <sup>d</sup>mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de peso fresco (mg GAEs/100 g f.w.); <sup>e</sup>mg equivalentes de ácido tânico (mgAT.100g); FIT- flavonoides totais - miligrama equivalente a quercetina (<sup>f</sup>mg EQ.100g<sup>-1</sup>; <sup>g</sup>mg EQ.kg<sup>1</sup>; <sup>h</sup>mg EQ.g<sup>-1</sup>);

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025

Amostras de méis da região Sudeste do país, apresentaram variação de flavonoides de 0,36± 0,0 mg QE/100 g a 9,92± 3,14 mg QE/100 g, nas pesquisas de Salgueiro *et al.* (2014) e Sant'ana *et al.* (2014), respectivamente. A variação no teor deste composto nos méis da região Sul do Brasil, foi bem similar, variando de 0,2 ± 0,7 mg QE/100 g, no trabalho de Nascimento *et al.* (2018), de 8,11 ± 0,06 mg QE/100 g, na pesquisa de Rizélio *et al.*, 2020 com méis de *Apis mellifera* do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A cor dos alimentos é o fator essencial que determina principalmente a aceitabilidade dos alimentos (Sarker; Oba, 2020, 2021), é o primeiro atributo atrativo para um mel comercial, está relacionada a sua intensidade à origem botânica, aos fatores climáticos durante o fluxo do néctar e à temperatura em que o mel amadurece dentro das colmeias, e as condições de armazenamento como por exemplo, temperatura e umidade, além desses fatores, outros fatores como o teor de minerais igualmente influenciam na cor do mel (Aroucha *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2016). Observou-se aumento na concentração de fenólicos em méis mais escuros (Almeida *et al.* 2016; Bandeira *et al.*, 2018).

Almeida *et al.* (2016) identificaram uma correlação significativa entre a cor e o teor de fenólicos. As amostras mais claras apresentaram os menores valores, enquanto as âmbar escuro

exibiram os maiores, sugerindo que os polifenóis contribuem para a coloração do mel. Essa relação também foi demonstrada em méis da Amazônia, onde se observou uma correlação positiva entre a cor, o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante (Bandeira *et al.*, 2018). Esses resultados reforçam a influência dos fenólicos não apenas na coloração, mas também nas propriedades bioativas do mel.

Os compostos fenólicos são transferidos das plantas para os méis, diante disso, cada mel possui um perfil fenólico de acordo com a sua origem floral utilizada pelas abelhas na elaboração do mel, atestando diferenças entre as regiões (Kaškonienė *et al.*, 2010). Devido a isto, os teores e o perfil de compostos fenólicos estão sendo investigados para serem empregados como marcadores de origem florais para os méis monoflorais de diferentes regiões (Almeida *et al.*, 2016).

Os compostos fenólicos nos méis brasileiros apresentam variabilidade regional significativa, refletindo a diversidade de flora e condições ambientais em cada local. Compostos como o ácido gálico (AG), quercetina (Q), e ácido p-cumárico (ApC) foram amplamente identificados em várias regiões do país, indicando sua prevalência nos méis brasileiros. Por exemplo, no Norte (Pará), esses compostos foram destacados nos estudos de Oliveira *et al.* (2012) e Bandeira *et al.* (2018), que também identificaram outros fenólicos como o ácido ferúlico (AF), ácido vanílico (AV), apigenina (A), crisina (A), e kaempferol.

Oliveira *et al.* (2012), destacam que as concentrações dos compostos fenólicos, ácido gálico (AG), ácido o-cumárico (AoC), quercetina (Q), ácido vanílico (AV) e ácido caféico (ACa), presentes nos méis das diferentes regiões do Pará são capazes de diferenciar os méis da região. Da mesma forma, no Sudeste, estudos de Lianda *et al.* (2012) e Salgueiro *et al.* (2014) confirmaram a presença de ácido gálico, quercetina, e ácido p-cumárico, junto com fenólicos adicionais como ácido protocatecuico (APC) e rutina (R).

Por outro lado, algumas regiões apresentaram compostos característicos, evidenciando uma assinatura específica. No Centro-Oeste, por exemplo, Silva *et al.* (2024) identificou o ácido abscísico (AA) como principais fenólicos, destacando sua possível ligação com a flora regional. No Sul, a presença marcante de compostos como o ácido salicílico (ASa) e miricetina (Mi), identificados por Nascimento *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2024), diferencia essa região das demais. Essa especificidade regional pode ser atribuída às fontes florais utilizadas pelas abelhas e às condições ambientais únicas. Porém na região Nordeste do Brasil, não possui trabalhos que identifiquem o perfil fenólicos dos méis nessa região.

Esses achados reforçam que, enquanto há compostos fenólicos comuns em méis de diferentes regiões brasileiras, como ácido gálico, quercetina e ácido protocatecuico, outros, como ácido abscísico

no Centro-Oeste e ácido salicílico no Sul, são marcadores potenciais da origem geográfica e botânica do mel.

#### 4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE MÉIS MONOFLORAIS

Avaliar a atividade antioxidante de uma amostra utilizando um único método é praticamente inviável, motivo pelo qual se recomenda a combinação de diferentes metodologias, como é feito atualmente. Isso ocorre porque os antioxidantes podem atuar por mecanismos variados. Além disso, um mesmo alimento pode conter uma mistura complexa de antioxidantes que operam por vias distintas, resultando em reações sinérgicas. Por isso, é essencial diversificar as análises para contemplar todos os possíveis mecanismos de ação dos antioxidantes presentes (Bhattacharyya *et al.*, 2014).

Assim, estudos realizados em quatro municípios da mesorregião do nordeste paraense, conhecida por sua diversidade de solos e espécies botânicas, revelaram que os mais escuros e com maior teor de polifenóis apresentaram as melhores atividades antioxidantes (Oliveira *et al.*, 2012). A predominância de cor âmbar foi observada nas amostras, com os méis de coloração mais escura demonstrando maior capacidade antioxidante que os de cor clara. Esses méis mais escuros também foram classificados como poliflorais, indicando uma relação positiva entre o conteúdo fenólico total, a capacidade antioxidante e a intensidade da cor (Almeida *et al.*, 2016).

A capacidade antioxidante dos méis foi avaliada por diferentes métodos. Por meio do radical ABTS, indicou variação de 0,74 a 4,38  $\mu\text{M}$  Trolox/g, enquanto o ensaio FRAP para méis de *Apis mellifera* apresentou resultados entre 0,98 e 4,72  $\mu\text{M/g}$  (Tabela 2).

A coloração do mel está associada à sua capacidade antioxidante, sendo que méis mais escuros apresentam maior ação antioxidante. Essa característica pode estar relacionada à presença de compostos fenólicos, como ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas e flavonas (Silva *et al.*, 2016; Viteri *et al.*, 2020).

Testes de correlação feitos por Almeida *et al.*, (2016) demonstraram que as amostras com maior teor de polifenóis (TPC) apresentaram uma maior atividade antioxidante, confirmando a influência dos compostos fenólicos na cor e funcionalidade do mel. Os resultados de análise de variância e testes de significância revelaram diferenças estatisticamente significativas entre amostras para os métodos TPC, DPPH, FRAP e CUPRAC. Os autores observaram que a amostra com maior teor de polifenóis, obtiveram melhores resultados nos ensaios DPPH, FRAP e CUPRAC, respectivamente. Foram observadas correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre TPC e CUPRAC (0,55), DPPH e FRAP (0,73),

e FRAP e CUPRAC (0,83). Além disso, foi estabelecida uma forte correlação entre a cor e os ensaios antioxidantes, indicando que méis mais escuros possuem maior capacidade antioxidante.

Os flavonoides, principais componentes funcionais do mel, contribuem significativamente para sua atividade antioxidante e trazem efeitos benéficos à saúde (Alvarez-Suarez *et al.*, 2010). Em méis florais de *Mimosa caesalpinifolia*, a correlação entre flavonoides e a atividade antioxidante foi expressiva tanto para DPPH ( $R^2 = 0,644$ ) quanto para ABTS ( $R^2 = 0,825$ ). No entanto, para méis de *Pityrocarpa moniliformis*, a correlação entre compostos fenólicos e ABTS foi moderada (Silva, D. *et al.*, 2024). A maior atividade antioxidante foi encontrada no mel de *Mimosa caesalpinifolia*, superando significativamente o de *Pityrocarpa moniliformis* ( $p < 0,05$ ), sugerindo uma influência relevante da origem botânica (Silva, D. *et al.*, 2024).

**Tabela 2.** Atividade antioxidante de méis florais de abelhas *Apis mellifera* produzidos no Brasil.

Estado	Origem floral	Atividade antioxidante*				Referências
REGIÃO NORTE						
Pará	-	-	EC <sub>50</sub> <sup>f</sup> : 8,9 a 41,8	-	-	Oliveira <i>et al.</i> , 2012.
						Bandeira <i>et al.</i> , 2018
	-	ABTS <sup>a</sup> : 0,7 a 4,4	-	FRAP <sup>f</sup> : 1,0 a 6,0	-	Costa, Toro 2021.
Roraima	Multifloral		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 3,2 a 8,8			Pontis <i>et al.</i> , 2014.
REGIÃO NORDESTE						
Alagoas	-	-	DPPH <sup>p</sup> : 5,5 a 13,2	FRAP <sup>p</sup> : 19,0 a 73,3		Duarte <i>et al.</i> , 2012.
Bahia	<i>Pityrocarpa moniliformes</i>	-	DPPH <sup>d</sup> : 13,1 ± 0,7 EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : ND	FRAP <sup>a</sup> : 99,4 ± 3,8	CUPRAC <sup>a</sup> : 338,7 ± 8,45	Almeida <i>et al.</i> , 2016.
	<i>Eucalyptus</i>	-	DPPH <sup>d</sup> : 17,1 ± 0,9 EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : ND	FRAP <sup>a</sup> : 181,4 ± 21,6	CUPRAC <sup>a</sup> : 592,8 ± 17,2	
	Multifloral	-	DPPH <sup>d</sup> : 7,3 a 25,9 EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 8,2 a 14,4	FRAP <sup>a</sup> : 165,1 a 720,4	CUPRAC <sup>a</sup> : 453,0 a 960,1	
	<i>Psidium</i>	-	DPPH <sup>s</sup> : 137,2 a 154,4	FRAP <sup>t</sup> : 232,9 a 310,8		Silva, I. <i>et al.</i> , 2021.
	<i>Serjania</i>	-	DPPH <sup>s</sup> : 151,85 ± 0,75	FRAP <sup>t</sup> : 341 ± 5,3		
	<i>Schinus</i>	-	DPPH <sup>s</sup> : 180,28 ± 2,55	FRAP <sup>t</sup> : 365,3 ± 5,2		
	Multifloral	-	DPPH <sup>s</sup> : 153,5 a 142,7	FRAP <sup>t</sup> : 2,4 a 5,5		
Pernambuco			DPPH <sup>v</sup> : 51,5 a 92	FRAP <sup>u</sup> : 204,5 a 717,9		Pinto-Neto <i>et al.</i> , 2024.

Piauí			DPPH <sup>a</sup> : 40,4 a 49,0			Sousa <i>et al.</i> , 2018.
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	-	DPPH <sup>g</sup> : 9,2 a 66,1 EC <sub>50</sub> : 0,15 a 1,24	-	-	Silva <i>et al.</i> , 2020.
		ABTS <sup>a</sup> : 46,7 a 152,4	DPPH <sup>a</sup> : 67,7 a 126,4	-	-	Silva, D. <i>et al.</i> , 2024.
	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	ABTS <sup>a</sup> : 49,8 a 167,8	DPPH <sup>a</sup> : 18,04 a 118,7	-	-	Silva, D. <i>et al.</i> , 2024.
Estado	Origem floral	Atividade antioxidante*				Referências
REGIÃO CENTRO-OESTE						
Mato Grosso	<i>Acacia spp.</i>		DPPH <sup>l</sup> : 5,5 ± 0,3	FRAP <sup>m</sup> : 151,1 ± 2,2		Silva, B., <i>et al.</i> , 2024.
Mato Grosso do Sul	<i>Cofea arabica</i>		DPPH <sup>l</sup> : 6,4 ± 0,2	FRAP <sup>m</sup> : 181,4 ± 3,4		Silva, B., <i>et al.</i> , 2024.
	<i>Vernonia polyanthes</i>		DPPH <sup>l</sup> : 5,7 ± 0,2	FRAP <sup>m</sup> : 166,9 ± 3,7		
	Multifloral		DPPH <sup>l</sup> : 9,2 ± 0,4	FRAP <sup>m</sup> : 318,3 ± 6,3		
REGIÃO SUDESTE						
Rio de Janeiro e	Citrus sp	ABTS <sup>c</sup> : 46,6 a 383,5	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 5,5 a 52,4	FRAP <sup>j</sup> : 35,0 a 438,7	-	Lianda <i>et al.</i> , 2012.
São Paulo	Multifloral	ABTS <sup>c</sup> : 58,7 a 316,5	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 8,2 a 51,4	FRAP <sup>j</sup> : 78,5 a 408,1	-	
	<i>Gochnatia spp.</i>	ABTS <sup>c</sup> : 30,9 a 137,8	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 302,8 a 1601,8	FRAP <sup>j</sup> : 23,9 a 67,4	-	Salgueiro <i>et al.</i> , 2014.
	<i>Croton sp.</i>	ABTS <sup>c</sup> : 67,7 a 131,4	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 278,6 a 638	FRAP <sup>j</sup> : 73,4 a 113,7	-	
	<i>Vernonia spp.</i>	ABTS <sup>c</sup> : 33,5 e 92,0	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 449 e 521,8	FRAP <sup>j</sup> : 34,1 e 116,5	-	
Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo	Laranjeira	ABTS <sup>k</sup> : 90,5	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 15,7 a 57,0			Lira <i>et al.</i> , 2014.
Minas Gerais e	<i>Ambrosia</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 42,1	-	-	Sant'ana <i>et al.</i> , 2014.
Rio de Janeiro	<i>Anadenanthera</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 18,9 ± 8,2	-	-	
	<i>Asteraceae</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 23,5 ± 5,3	-	-	
	<i>Citrus</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 41,4	-	-	
	<i>Copaifera</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 23,85=	-	-	
	<i>Eucalyptus</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 23,5 ± 9,3	-	-	
	<i>Gochnatia</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 13,6	-	-	



	<i>Verbenaceae</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 7,6	-	-	
	Multifloral	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 23,5 ± 9,3	-	-	
	<i>Montanoa</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 26,9 ± 3,9	-	-	
<b>Estado</b>	<b>Origem floral</b>	<b>Atividade antioxidante*</b>			<b>Referências</b>	
REGIÃO SUDESTE						
Minas Gerais e	<i>Myrcia</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 23.6 ± 11.5	-	-	Sant'ana <i>et al.</i> , 2014.
Rio de Janeiro	<i>Vernonia</i>	-	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 13.1	-	-	
Minas Gerais	<i>Croton</i> ssp.	ABTS <sup>b</sup> : 101,7	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 30,0	FRAP <sup>m</sup> : 73,7		Sant'ana <i>et al.</i> , 2011.
	<i>Eucalyptus</i>	ABTS <sup>b</sup> : 306,2	EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 21,54	FRAP <sup>m</sup> : 208,87		
	<i>Baccharis</i> spp.	ABTS <sup>a</sup> : 26,5 ± 0,1	DPPH <sup>r</sup> : 1694 ± 1,9			Schiassi <i>et al.</i> , 2021.
	<i>Citrus sinensis</i>	ABTS <sup>a</sup> : 25,1 ± 0,1	DPPH <sup>r</sup> : 1746,4 ± 0,6			
	<i>Coffea</i> spp.	ABTS <sup>a</sup> : 26,4 ± 0,4	DPPH <sup>r</sup> : 1699 ± 1			
	<i>Eucalyptus</i> spp.	ABTS <sup>a</sup> : 25,0 ± 0,1	DPPH <sup>r</sup> : 1794,2 ± 1,			
	<i>Mimosa scabrella</i>	ABTS <sup>a</sup> : 26,2 ± 0,01	DPPH <sup>r</sup> : 1701,2 ± 1,1			
	<i>Saccharum officinarum</i> L.	ABTS <sup>a</sup> : 27,0 ± 0,5	DPPH <sup>r</sup> : 1001,6 ± 1,9			
	<i>Vernonia polysphaera</i>	ABTS <sup>a</sup> : 24,1 ± 0,1	DPPH <sup>r</sup> : 1834,2 ± 0,6			
	<i>Astronium urundeuva</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 15 a 20,3			Pena Júnior <i>et al.</i> , 2022.
	<i>Caryocar brasiliense</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 62,1 ± 0,1			
	<i>Croton urucurana</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 23,3 ± 0,2			
	<i>Eremanthus incanus</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 24,2 ± 0,1			
	<i>Eucalyptus robusta</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 19,2 e 16,1			
	<i>Hyptis</i> sp,		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 31,5 ± 0,2			
	<i>Omphalea diandra</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 18,3 ± 0,2			
	<i>Serjania lethalis</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 44,1 ± 0,1			
	<i>Veronia scorpioides</i>		EC <sub>50</sub> <sup>e</sup> : 18,42 ± 0,05			
	<i>Cissus rhombifolia</i>		DPPH <sup>l</sup> : 3,58±0,17	FRAP <sup>m</sup> : 122,3 ±3,6		Silva, B., <i>et al.</i> , 2024.
	<i>Eucalipto</i>	ABTS: 29,8 ± 2,9	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 319,0 ±11,7			Wisniewski <i>et al.</i> , 2024.
<b>Estado</b>	<b>Origem floral</b>	<b>Atividade antioxidante*</b>			<b>Referências</b>	
REGIÃO SUDESTE						
Minas Gerais	<i>Multifloral</i>	ABTS: 47,5 ± 7,5	EC <sub>50</sub> <sup>i</sup> : 359,8 ± 41,7			Wisniewski <i>et al.</i> , 2024.

Rio de Janeiro	<i>Croton</i> ssp,	ABTS <sup>b</sup> : 70,1 a 247,5	EC <sub>50</sub> <sup>c</sup> : 36,8 a 83,0	FRAP <sup>m</sup> : 67,0 a 88,5		Sant'ana <i>et al.</i> , 2011.
	<i>Eucaliptus</i>	ABTS <sup>b</sup> : 396,8 a 700,6	EC <sub>50</sub> <sup>c</sup> : 10,2 a 207,5	FRAP <sup>m</sup> : 229 a 388		
	<i>Gochnatia</i>	ABTS <sup>b</sup> : 474 a 689	EC <sub>50</sub> <sup>c</sup> : 17,1 a 33,4	FRAP <sup>m</sup> : 190 a 297		
REGIÃO SUL						
Rio Grande do Sul	Multifloral	ABTS <sup>h</sup> : 60,2	DPPH <sup>n</sup> : 7,6			Buenos-Costas <i>et al.</i> , 2016.
	-	ABTS <sup>l</sup> : 94,8 ± 17,0	DPPH <sup>l</sup> : 78,4 ± 30,1	FRAP <sup>m</sup> : 342 ± 3,6		Cruz <i>et al.</i> , 2016.
	<i>Eucalyptus</i>	ABTS <sup>h</sup> : 52,4	DPPH <sup>n</sup> : 10,0			
	-	-	DPPH <sup>c</sup> : 25,4 a 105,3	FRAP <sup>b</sup> : 0,4 a 2,1	ORAC <sup>b</sup> : 3,4 a 18,5	Nascimento <i>et al.</i> , 2018.
	<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	DPPH <sup>c</sup> : 54,7 a 127,6	FRAP <sup>b</sup> : 0,7 a 2,1	ORAC <sup>b</sup> : 5,1 a 18,0	
	<i>Hovenia dulcis</i>	-	DPPH <sup>c</sup> : 34,5 a 277,1	FRAP <sup>b</sup> : 0,3 a 1,6	ORAC <sup>b</sup> : 1,5 a 7,9	
	<i>Pluchea Sagittalis</i>	-	DPPH <sup>c</sup> : 96,1 a 294,3	FRAP <sup>b</sup> : 0,2 a 0,9	ORAC <sup>b</sup> : 3,4 a 6,5	
	<i>Gaya Macrantha</i>	-	DPPH <sup>c</sup> : 86,0	FRAP <sup>b</sup> : 1,0	ORAC <sup>b</sup> : 6,0	
	Multifloral	-	DPPH <sup>c</sup> : 48,3 a 139,1	FRAP <sup>b</sup> : 0,6 a 1,8	ORAC <sup>b</sup> : 4,1 a 10,7	
	<i>Silvestre</i>	ABTS <sup>h</sup> : 45,2 a 222				Oliveira <i>et al.</i> , 2020.
	<i>Eucalyptus</i>	ABTS <sup>h</sup> : 136 ± 3,6				
	<i>Trevo-branco</i>	ABTS <sup>h</sup> : 126 ± 4,4				
	Multifloral	ABTS <sup>h</sup> : 66,7 a 124,6				
Santa Catarina	<i>Mimosa scabrella</i>		DPPH <sup>l</sup> : 31 a 38,3	FRAP <sup>m</sup> : 547 a 620		Seraglio <i>et al.</i> , 2017.
	<i>Escallonia</i> sp,		DPPH <sup>l</sup> : 10,6 a 15,4	FRAP <sup>m</sup> : 251 a 369		Brugnerotto <i>et al.</i> , 2023.
<b>Estado</b>	<b>Origem floral</b>	<b>Atividade antioxidante*</b>				<b>Referências</b>
REGIÃO SUL						
Santa Catarina	<i>Baccharis leucocephala</i>		DPPH <sup>l</sup> : 10,0 a 15,0	FRAP <sup>m</sup> : 200 a 300		Silva, P. <i>et al.</i> , 2020.
	<i>Hovenia dulcis</i>		DPPH <sup>l</sup> : 5,0 a 10,0	FRAP <sup>m</sup> : 50 a 100		
	Multifloral		DPPH <sup>l</sup> : 5,0 a 10,0	FRAP <sup>m</sup> : 100 a 350		
	<i>Baccharis spp.</i>		DPPH <sup>l</sup> : 8,0 ± 0,2	FRAP <sup>m</sup> : 230 ± 4,0		Silva, B. <i>et al.</i> , 2024,
	<i>Citrus aurantium</i>		DPPH <sup>l</sup> : 5,4 ± 0,2	FRAP <sup>m</sup> : 176 ± 3,8		
	<i>Escallonia spp.</i>		DPPH <sup>l</sup> : 10,3 ± 0,1	FRAP <sup>m</sup> : 316 ± 11,2		
	<i>Eucalyptus globulus</i>		DPPH <sup>l</sup> : 30,4 ± 1,5	FRAP <sup>m</sup> : 721 ± 17,7		

	<i>Hovenia dulcis</i>		<b>DPPH<sup>l</sup></b> : 4,4 ± 0,2	<b>FRAP<sup>m</sup></b> : 148,1 ± 4,0	
Paraná	-	<b>ABTS<sup>b</sup></b> : 0,4 a 1,5	<b>DPPH<sup>b</sup></b> : 0,04 a 0,2	<b>FRAP<sup>o</sup></b> : 0,03 a 11,1	Galhardo <i>et al.</i> , 2021.
	-		<b>EC<sub>50</sub><sup>i</sup></b> : 1,9 a 3,02		Gregório <i>et al.</i> , 2021.
	-	<b>ABTS</b> : 11,9 a 35,6	<b>EC<sub>50</sub><sup>i</sup></b> : 122,6 a 261,3		Wisniewski <i>et al.</i> , 2024.
	-		<b>DPPH<sup>lb</sup></b> : 0,01 a 0,2		Ribeiro <i>et al.</i> , 2022.
Santa Catarina e Rio Grande do Sul	-	<b>ABTS<sup>l</sup></b> : 6,9 a 57,1	<b>DPPH<sup>l</sup></b> : 10,3 a 84,3	<b>FRAP<sup>m</sup></b> : 49,2 a 776,4	Rizelio <i>et al.</i> , 2020.
	<i>Astronium urundeuva</i>		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 68,8 ± 2,4		Royo <i>et al.</i> , 2022.
	<i>Caryocar brasiliense</i>		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 105,6 ± 2,9		
	<i>Croton urucurana</i>		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 51,5 ± 1,5		
	<i>Coffea arabica</i> L,		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 77,7 ± 3,5		
	<i>Serjania lethalis</i>		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 150,7 ± 2,6		
	<i>Hyptis</i> sp,		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 76,2 ± 3,3		
	Multifloral		<b>EC<sub>50</sub><sup>e</sup></b> : 72,8 ± 0,3		

<sup>a</sup> TEAC: Trolox Equivalent Antioxidant Capacity ( $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ );

<sup>b</sup> micromol equivalente ao TROLOX por grama ( $\mu\text{mol ET. g}^{-1}$ );

<sup>c</sup> (mmol ET.100  $\text{mg}^{-1}$ );

<sup>d</sup> porcentagem da capacidade de eliminação do radical DPPH em 30 min;

<sup>e</sup> miligrama por mililitros de mel ( $\text{mg mL}^{-1}$ );

<sup>f</sup> miligrama por grama de mel ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ );

<sup>g</sup> porcentagem de atividade de sequestrante;

<sup>h</sup> miligrama equivalente ao TROLOX ( $\text{mg ET.}100 \text{ g}^{-1}$ );

<sup>i</sup> micrograma por mililitros de mel ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ );

<sup>j</sup> milimol de sulfato ferroso por miligrama de mel ( $\text{mmol Fe}^{+2} 100 \text{ mg}^{-1}$ );

<sup>k</sup> micrograma equivalente ao TROLOX ( $\mu\text{g ET.}100 \text{ g}^{-1}$ );

<sup>l</sup> miligrama equivalente a ácido ascórbico ( $\text{mg EAA.}100\text{g}^{-1}$ );

<sup>m</sup> micromol equivalente ferroso por cem grama de mel ( $\mu\text{M Fe}^{+2}.100 \text{ g}^{-1}$ );

<sup>n</sup> miligrama equivalente a quercetina ( $\text{mg EQ.}100\text{g}^{-1}$ );

<sup>o</sup> micromol equivalente de sulfato ferroso por grama de mel ( $\mu\text{M FeSO}_4.100 \text{ g}^{-1}$ );

<sup>p</sup> miligrama equivalente a ácido gálico ( $\text{mg EAG.}100\text{g}^{-1}$ );

<sup>q</sup> micromol equivalente ao Trolox por grama de peso fresco ( $\mu\text{M TES/g f.w.}$ );

<sup>r</sup> expressos em EC50 (g f.w./g DPPH);

<sup>s</sup> TEAC: Trolox Equivalent Antioxidant Capacity por litro ( $\mu\text{mol TEAC.L}^{-1}$ );

<sup>t</sup> micromol equivalente de sulfato ferroso por litro ( $\mu\text{M FeSO}_4.\text{L}^{-1}$ );

<sup>u</sup> micromol equivalente de sulfato ferroso por mL ( $\mu\text{M FeSO}_4.\text{mL}^{-1}$ );

<sup>v</sup> porcentagem da capacidade de eliminação do radical DPPH em 15 min;

ND-não detectado.

Os méis que apresentaram maiores teores de polifenóis totais e coloração mais escura demonstraram os melhores resultados de atividade antioxidante (Oliveira *et al.*, 2012). A coloração do mel apresentou uma correlação positiva com a atividade antioxidante medida pelo método DPPH

(Bandeira *et al.*, 2018), assim como os compostos fenólicos mostraram correlações fortes e moderadas com a atividade antioxidante avaliada pelos métodos FRAP e ABTS. O elevado coeficiente de correlação sugere que as substâncias fenólicas são um dos principais componentes responsáveis pela atividade antirradicalar do mel (Costa; Toro, 2021).

Nascimento *et al.* (2021), confirmaram por meio de amostras coletadas na Bahia, a hipótese de que méis mais escuros possuem maior potencial antimicrobiano, uma vez que os méis analisados apresentaram atividade antibacteriana significativa, especialmente frente ao *Staphylococcus aureus*. Esses achados reforçam o potencial dos méis não apenas como fontes de antioxidantes, mas também como alimentos funcionais e agentes terapêuticos, com aplicações promissoras na promoção da saúde humana e no combate a radicais livres e patógenos (Costa e Toro, 2021; Almeida *et al.*, 2016).

Futuros estudos, tanto *in vitro* quanto *in vivo*, são recomendados para consolidar as evidências sobre o potencial antioxidante e antibacteriano de diferentes regiões do Brasil, ampliando a compreensão sobre os benefícios desses produtos apícolas (Silva *et al.*, 2024).

## 5 CONCLUSÕES

O mel floral de abelhas *Apis mellifera* originários do Brasil é composto por diversos compostos fenólicos que apresentam atividade antioxidante e antimicrobiana, apresentando variação de sua composição química, que diferiu de acordo com a origem botânica e geográfica. Apesar disso, há utilização da identificação de fenólicos no mel floral como mercado de indicação geográfica é pouca explorada, bem como, a falta de identificação desses compostos em méis de algumas regiões dificulta o reconhecimento do mel pela presença desses compostos bioativos. Em conclusão, esperamos que esta revisão seja útil como uma referência sobre os compostos presentes em méis monoflorais provenientes de origens botânicas nativas do Brasil. Além disso, ressaltamos a atividade antioxidante desses compostos, que têm o potencial de trazer benefícios para a saúde humana.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Alberto Magno M. de *et al.* Antioxidant capacity, physicochemical and floral characterization of honeys from the northeast of Brazil. **Revista Virtual de Química**, v.8, n.1, 2016. DOI: 10.5935/1984-6835.20160005.
- ALMEIDA-MURADIAN, Ligia B. de *et al.* Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. **International Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.8, p.1698–1706, 2013. DOI: 10.1111/ijfs.12140.
- ALVAREZ-SUAREZ, Jose M. *et al.* Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.2490-2499, 2010. DOI: 10.1016/j.fct.2010.06.021.
- ARCHILIA, Mariana Degaki *et al.* Characterization of Brazilian monofloral and polyfloral honey by UHPLC-MS and classic physical- chemical analyses. **Journal of Apicultural Research**, 2021. DOI: 10.1080/00218839.2021.1886747.
- AROUCHA, Edna Maria Mendes *et al.* Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da IAGRAM e comercializado no município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.211-217, 2008.
- BANDEIRA, Adelene Menezes Portela *et al.* Antioxidant activity and physicochemical characteristics of honeys from the eastern Amazon region, Brazil. **Acta Amazonica**, v.48, n.2, p.158-167, 2018. DOI:10.1590/1809-4392201702721
- BHATTACHARYYA, Asima *et al.* Oxidative stress: essential factor in the pathogenesis of gastrointestinal mucous diseases. **Physiological Reviews**, v.94, p.329–354. DOI: 10.1152/physrev.00040.2012.
- BUENO-COSTA, Francine Manhago *et al.* Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **LWT - Food Science and Technology**, v.65, p.333-340, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.08.018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/anexo\\_intrnorm11.htm](http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/anexo_intrnorm11.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2024
- BRUGNEROTTO, Patricia *et al.* Melissopalynological, chemical and phenolic analysis of “canudo de pito” honey: a product from specific region of Brazil. **European Food Research and Technology**, v.249, p.295–306, 2023. DOI: 10.1007/s00217-022-04116-6.
- CHEYNIER, Véronique; TOMAS-BARBERAN, Francisco A.; YOSHIDA, Kumi. Polyphenols: From Plants to a Variety of Food and Nonfood Uses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.63, n.35, p.7589–7594, 2015. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b01173.
- COSTA, Iuri Ferreira da; TORO, Maricely Janette Uría. Evaluation of the antioxidant capacity of bioactive compounds and determination of proline in honeys from Pará. **Journal of Food Science and Technology**, v.58, n.5, p.1900–1908, 2021. DOI: 10.1007/s13197-020-04701-1.

CRUZ, L. C. *et al.* Brazilian Pampa Biome Honey Protects Against Mortality, Locomotor Deficits and Oxidative Stress Induced by Hypoxia/Reperfusion in Adult *Drosophila melanogaster*. **Neurochemical Research**, v. 41, n. 1-2, p. 116-129, fev. 2016. doi: 10.1007/s11064-015-1744-5.

DE-MELO, Adriane Alexandre Machado *et al.* Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. **Journal of Apicultural Research**, v.57, n.1, p.5–37, 2018. DOI: 10.1080/00218839.2017.1338444.

DUARTE, Alysson Wagner Fernandes *et al.* Composition and antioxidant activity of honey from Africanized and stingless bees in Alagoas (Brazil): a multivariate analysis. **Journal of Apicultural Research**, v.51, n.1, p.23-35. 2012. DOI: 10.3896/IBRA.1.51.1.04.

GARDONI, Livia Cristina de Paiva *et al.* Content of phenolic compounds in monofloral aroeira honey and in floral nectary tissue. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, p. e02802, 2022. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02802.

GALHARDO, Douglas *et al.* Physicochemical, bioactive properties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from western Paraná, Southern Brazil. **Food Science and Technology**, v.4, n.1, p.247-253, 2021. DOI: 10.1590/fst.11720.

GREGÓRIO, Angelívia *et al.* Antimicrobial activity, physical-chemical and activity antioxidant of honey samples of *Apis mellifera* from different regions of Paraná, Southern Brazil. **Food Science and Technology**, v.41, n.2, p.583-590, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.32820>.

ISRAILI, Zafar H. Antimicrobial Properties of Honey. *American Journal of Therapeutics*, v.21, n.4, p.304-323, 2014. DOI: 10.1097/MJT.0b013e318293b09b

KADRI, Samir Moura *et al.* Characterization of *Coffea arabica* monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. *Food Chemistry*, v.203, p.252–257, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.074.

LIANDA, Regina L. P. *et al.* Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Brazilian Honey and their Extracts. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v.23, n.4, p.618-627, 2012. DOI: 10.1590/S0103-50532012000400006.

LIRA, Aline Figueira *et al.* Estudo Comparativo do Mel de *Apis mellifera* com Méis de Meliponíneos de Diferentes Regiões. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.169-178, 2014. DOI: 10.21708/avb.2014.8.3.3560.

NASCIMENTO, Andrezza Lóren de Góes; BENEVIDES, Raquel Guimarães. Relação entre cor e atividade antibacteriana de mel da Bahia, Brasil. **SITIENTIBUS série Ciências Biológicas**, v.21, 2021. DOI: 10.13102/scb5776.

NASCIMENTO, Kelly Souza do *et al.* Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. **LWT - Food Science and Technology**, v. 91, p. 85-94, 2018. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.01.016.

NUNES, Aline *et al.* Characterization of Brazilian floral honey produced in the states of Santa Catarina and São Paulo through ultraviolet–visible (UV–vis), near-infrared (NIR), and nuclear



magnetic resonance (NMR) spectroscopy. **Food Research International**, v. 162, p. 111913, 2022. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111913.

NUNES, Aline *et al.* A guide for quality control of honey: Application of UV–vis scanning spectrophotometry and NIR spectroscopy for determination of chemical profiles of floral honey produced in southern Brazil. **Food and Humanity**, v. 1, p. 1423–1435, 2023. DOI: 10.1016/j.foohum.2023.10.010.

OLIVEIRA, Fernanda Moreira *et al.* Classificação de méis do Rio Grande do Sul (Brasil) pela análise multivariada de dados com base nas propriedades físicas e composição química. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 57413-57431, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n8-231.

OLIVEIRA, Patricia Sertão *et al.* Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1728-1732, 2012. DOI: 10.1590/S0100-40422012000900005.

PALMA-MORALES, Marta; HUERTAS, Jesús R.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, Celia. A Comprehensive Review of the Effect of Honey on Human Health. **Nutrients**, v. 15, n. 13, p. 3056, 2023. DOI: 10.3390/nu15133056.

PENA JÚNIOR, Deosvaldo S. *et al.* Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Minas Gerais (Brazil). **PLoS ONE**, v. 17, n. 1, p. e0262038, 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0262038.

PINTO-NETO, Walter de Paula *et al.* Bee honey of the Pajeú hinterland, Pernambuco, Brazil: Physicochemical characterization and biological activity. **Food Bioscience**, v. 60 p. 104289, 2024. DOI: 10.1016/j.fbio.2024.104289.

PONTIS, Jonierison Alves *et al.* Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 1, p. 69-73, 2014.

RAO, Pasupuleti Visweswara *et al.* Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, p. 657–664, 2016. DOI: 10.1016/j.bjp.2016.01.012.

ROYO, Vanessa de A. *et al.* Physicochemical profile, antioxidant and antimicrobial activities of honeys produced in Minas Gerais (Brazil). **Antibiotics**, v. 11, p. 1429, 2022. DOI: 10.3390/antibiotics11101429.

RIZELIO, Viviane Maria *et al.* Physicochemical and bioactive properties of Southern Brazilian *Apis mellifera* L. honeys. **Journal of Apicultural Research**, 2020. DOI: 10.1080/00218839.2020.1735760.

SADOWSKA-BARTOSZ, Izabela; BARTOSZ, Grzegorz. Evaluation of The Antioxidant Capacity of Food Products: Methods, Applications and Limitations. **Processes**, v. 10, n. 10, p. 2031, 2022.

SALGUEIRO, Fernanda B. *et al.* Phenolic composition and antioxidant properties of Brazilian honeys. **Química Nova**, v. 37, n. 5, p. 821-826, 2014. DOI: 10.5935/0100-4042.20140132.



SANT'ANA, Luiza D'oliveira *et al.* Characterization of Monofloral Honeys with Multivariate Analysis of Their Chemical Profile and Antioxidant Activity. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 1, p. C135- C140, 2012. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02490.x.

SANT'ANA, Luiza D'oliveira *et al.* Correlation of total phenolic and flavonoid contents of Brazilian honeys with colour and antioxidant capacity. **International Journal of Food Properties**, v. 17, n. 1, p. 65-76, 2014. DOI: 10.1080/10942912.2011.614368.

SANT'ANA, Rosane da S. *et al.* Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region. **Food Chemistry**, v. 327, p. 127041, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127041.

SARKER, Umakanta; OBA, Shinya. Leaf pigmentation, its profiles and radical scavenging activity in selected *Amaranthus tricolor* leafy vegetables. **Scientific Reports**, v.10, p.18617, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-66376-0.

SARKER, Umakanta; OBA, Shinya. Color attributes, betacyanin, and carotenoid profiles, bioactive components, and radical quenching capacity in selected *Amaranthus gangeticus* leafy vegetables. **Scientific Reports**, v.11, p.11559, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-91157-8.

SCHIASSI, Maria Cecília Evangelista Vasconcelos *et al.* Quality of honeys from different botanical origins. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 11, p. 4167–4177, 2021. DOI: 10.1007/s13197-020-04884-7.

SERAGLIO, Siluana Katia Tischer. Effect of in vitro gastrointestinal digestion on the bioaccessibility of phenolic compounds, minerals, and antioxidant capacity of *Mimosa scabrella* Bentham honeydew honeys. **Food Research International**, v. 99, n. 1, p. 670-678, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.06.024.

SILVA, Bibiana *et al.* Brazilian foral honeys: physicochemical, phenolic compounds, organic acids, and mineral characterization. **European Food Research and Technology**, v.250, p.2877–2891, 2024. DOI: 10.1007/s00217-024-04582-0.

SILVA, Camila F. *et al.* Polyphenols in Brazilian organic honey and their scavenging capacity against reactive oxygen and nitrogen species. **Journal of Apicultural Research**, v. 59, n. 2, p. 136–145, 2020. DOI: 10.1080/00218839.2019.1686573.

SILVA, Daisy Jacqueline Sousa *et al.* Compostos bioativos, atividade antioxidante e perfil de minerais nas amostras de méis de *Apis mellifera* L (HYMENOPTERA: APIDAE) provenientes da Caatinga Piauiense, Brasil. **Revista Observatorio de La Economia Latinoamericana**, v.22, n.6, p.01-21. 2024.

SILVA, Irana Paim *et al.* Antioxidants activity and physicochemical properties of honey from social bees of the Brazilian semiarid region. **Journal of Apicultural Research**, v. 60, n. 5, p. 797-806, 2021. DOI: 10.1080/00218839.2020.1823671.

SILVA, S. M. P. C. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant potential of honey produced by Africanized bees (*Apis mellifera* L.) in Piauí. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 9, p. 10–18, 2020. DOI: 10.36560/13920201061.

SILVA, Priscila Missio da *et al.* Honey: chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, v. 196, p. 309–323, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.09.051.

SILVA, Priscila Missio da *et al.* Stability of Brazilian *Apis mellifera L.* honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 129, p. 109521, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109521.

SOUSA, Ana Virgínia Brandão de *et al.* Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da cajuína e do mel produzidos no estado do Piauí - Brasil. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 21-32, 2018. DOI: 10.17564/2316-3798.2018v6n2p21-32.

VITERI, Rafael *et al.* Bioactive compounds in *Apis mellifera* monofloral honeys. **Journal of Food Science**, n. 86, p. 1552-1582, 2021. DOI: 10.1111/1750-3841.15706.

WISNIEWSKI, Julie *et al.* Evaluation of the Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Different Monofloral and Polyfloral Brazilian Honey Extracts. **Chem. Biodiversity**, v. 21, n. e202400971, p.1-9, 2024. DOI: 10.1002/cbdv.202400971.