

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (9)

September 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/13920201061>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1061&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



# Compostos bioativos e potencial antioxidante do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Piauí

## Bioactive compounds and antioxidant potential of honey produced by africanized bees (*Apis mellifera* L.) in Piauí

S. M. P. C. Silva<sup>1</sup>, W. C. Andrade<sup>1</sup>, A. S. Nascimento<sup>1</sup>, P. C. Santos<sup>1</sup> e C. A. L. Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-Bahia

Author for correspondence: [samypeixoto@yahoo.com.br](mailto:samypeixoto@yahoo.com.br)

**Resumo.** O objetivo deste trabalho foi avaliar os compostos bioativos e o potencial antioxidante do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) do Piauí. A partir das análises constatou-se que os todos os méis avaliados apresentaram o tipo polínico *Mimosa caesalpiniiifolia*. O teor dos compostos fenólicos variaram de 27,65 a 97,01 mg em GAE g<sup>-1</sup> de mel, com um teor médio de 62,66 ± 20,46 mgEAG g<sup>-1</sup> de mel. Enquanto os teores de flavonoides totais expressos em mg quercentina/g de mel variaram de 5,43 a 13,02 mg QE g<sup>-1</sup>, com média de 8,33 ± 1,86 mg QE g<sup>-1</sup> de mel. O melhor desempenho na atividade antioxidante pelo poder redutor foi EC50 de 0,15 e para o menor desempenho na atividade antioxidante com IC50 foi de 1,24. A atividade antioxidante (DPPH) mais elevada (66,11±0,02mg EAQ 100g<sup>-1</sup>) enquanto que as atividades mais baixas (9,16 e 10,88 mg EAQ 100g<sup>-1</sup>). Diante dos resultados obtidos nas análises, constatou-se que o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante de DPPH e pelo poder redutor do pólen oriundo do Piauí, sofreram influência quanto à origem botânica.

**Palavras-chaves:** palinologia, caracterização de mel, apicultura

**Abstract.** This work evaluated the bioactive compounds and the antioxidant potential of honey produced by Africanized bees (*Apis mellifera* L.) in the state of Piauí, Brazil. The analyses show that all honeys investigated presented features of the pollen type *Mimosa caesalpiniiifolia*. The content of phenolic compounds ranged from 27.65 to 97.01 mg in GAE g<sup>-1</sup> of honey, with an average content of 62.66 ± 20.46 mgEAG g<sup>-1</sup> of honey. The total flavonoid contents expressed in mg of quercentin/g of honey ranged from 5.43 to 13.02 mg of QE g<sup>-1</sup>, with an average of 8.33 ± 1.86 mg of QE g<sup>-1</sup> of honey. The best performance of antioxidant activity by reducing power was EC50 of 0.15 and the lowest performance of antioxidant activity with IC50 was 1.24. The highest antioxidant activity (DPPH) ranged from 66.11 ± 0.02mg EAQ 100g<sup>-1</sup>, while the lowest activities were 9.16 and 10.88 mg EAQ 100g<sup>-1</sup>. The results show that the contents of total phenolic compounds, total flavonoids, DPPH antioxidant activity, and the pollen-reducing power from Piauí were influenced by botanical origin.

**Keywords:** palynology, honey characterization, beekeeping

### Introdução

O mel é um alimento natural de alta qualidade, que associado a sua importância nutricional, confere propriedades terapêuticas valiosas que asseguram um equilíbrio no processo biológico (GASIC et al., 2014; DAS et al., 2015) devido à presença de compostos bioativos na sua composição (BERTONCELJ, et al., 2007; MANYI-LOH, et al., 2011). Por isso, a sua utilização na nutrição humana não deveria se limitar à sua característica adoçante, mas de um alimento completo, energético (BILANDZIC et al., 2011).

Porém a composição química do mel é extremamente variável, pois o néctar recolhido pelas abelhas para a sua elaboração pode ser oriundo de um amplo espectro de flores, permitindo diferentes tipos de mel.

Portanto, essa grande variação permite obter diferentes propriedades promotoras da saúde, principalmente pela atividade biológica, bem como pela sua composição química e as propriedades físicas (RAMANAUSKIENE et al., 2012; WIECZOREK et al., 2014; DA SILVA et al., 2016).

Quantitativamente, os compostos bioativos estão em proporções minoritárias no mel, mas muito

deles são responsáveis por essas propriedades, dentre estes, destacam-se os compostos fenólicos (flavonoides e ácidos fenólicos) que são indicados por diversos estudos como sendo responsáveis pela atividade antioxidante (ALQARNI, OWAYSS e MAHNOUD, 2012; DI MARCO et al., 2016; GISMONDI et al., 2017). Além destes compostos, o mel possui fatores intrínsecos a ele, como as enzimas glicose-oxidase, a catalase e outros compostos como, carotenoides, ácidos orgânicos, ácido ascórbico, aminoácidos e proteínas conferindo atividade antioxidante próprias (MACHADO DE MELO et al., 2018).

No entanto, a capacidade antioxidante está relacionada e determinada em função da quantidade destes compostos quando presentes no mel, os quais são influenciados por uma série de fatores, como a origem floral e geográfica, o processamento, manipulação e armazenamento, além da espécie de abelha (SILICI; SAGDIC; EKICI, 2010). Vale salientar que presença dos fenóis no mel tem origem a partir do pólen e do néctar coletado pelas abelhas (SOUSA et al., 2016).

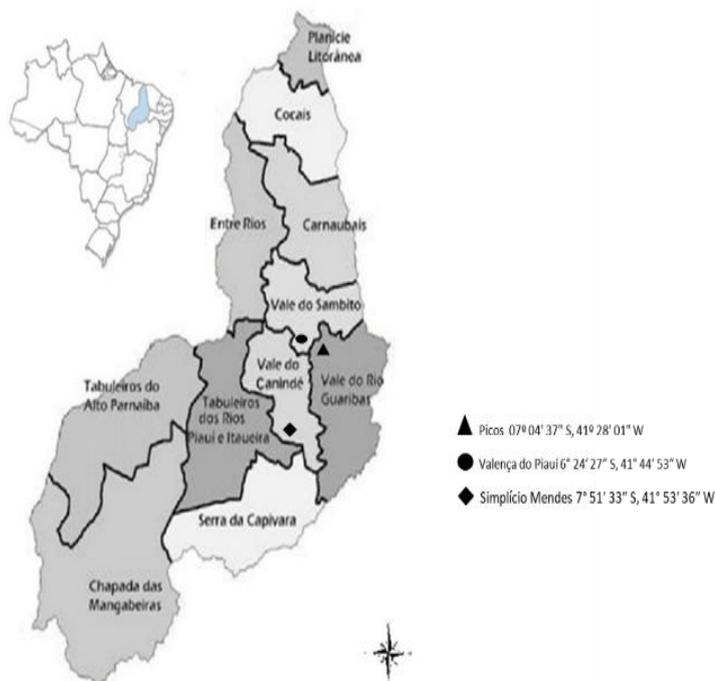
Recentemente, pesquisas científicas têm investigado as propriedades químicas e biológicas dos méis, havendo um aumento no interesse nas aplicações como antioxidante nos tratamentos médicos de diferentes doenças causadas por

estresse oxidativo (SPILIOTI et al., 2014) ou no seu uso como antiviral, antifúngico, antitumoral (AHMED et al., 2018) ou anti-inflamatório nos tratamentos contra feridas e impulso ao melhor funcionamento do sistema imunológico (ORYAN, ALEMZADEH, MOSHIRI, 2016). Como consequência desse interesse, o objetivo do trabalho foi avaliar os compostos bioativos e o potencial antioxidante do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) do Piauí.

## Métodos

O material experimental compreendeu 28 amostras (Tabela 1) de mel de *Apis mellifera* coletadas de julho a dezembro de 2015, nos territórios do Vale do Canidé (Simplício Mendes, 7° 51' 33" S, 41° 53' 36" W), Vale do Sambito (Valença, 6° 24' 27" S, 41° 44' 53" W) e Vale do Rio Guaribas (Picos, 07° 04' 37" S, 41° 28' 01" W) na região do Piauí ( Figura 1).

De forma asséptica, os méis foram coletados e armazenados em recipientes plásticos estéreis devidamente identificados e encaminhados para o Núcleo de Estudos dos Insetos - INSECTA, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no Centro de Ciências, Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), no campus de Cruz das Almas. As análises foram realizadas em triplicata.



**Figura 1:** Mapa do Estado do Piauí dividido em territórios indicando as localidades onde foram coletas as amostras de méis.

**Tabela 1.** Identificação das amostras por local e período de coleta do mel de *Apis mellifera*.

Amostras	Local da Coleta	Mês/Ano da Coleta
M01	Simplício Mendes	27/06/2015
M02	Picos	29/07/2015
M03	Simplício Mendes	06/08/2015
M04	Picos	12/08/2015
M05	Simplício Mendes	17/08/2015
M06	Picos	19/08/2015
M07	Picos	11/09/2015
M08	Picos	21/09/2015
M09	Simplício Mendes	25/09/2015
M10	Picos	29/09/2015
M11	Picos	01/10/2015
M12	Picos	02/10/2015
M13	Picos	02/10/2015
M14	Simplício Mendes	02/10/2015
M15	Simplício Mendes	08/10/2015
M16	Picos	09/10/2015
M17	Picos	14/10/2015
M18	Picos	14/10/2015
M19	Simplício Mendes	14/10/2015
M20	Simplício Mendes	23/10/2015
M21	Simplício Mendes	29/10/2015
M22	Simplício Mendes	03/11/2015
M23	Simplício Mendes	04/11/2015
M24	Simplício Mendes	26/11/2015
M25	Valença	03/12/2015
M26	Picos	08/12/2015
M27	Picos	10/12/2015
M28	Picos	11/12/2015

#### Identificação dos tipos polínicos

Como base para preparação das amostras foi utilizada a metodologia descrita por Jones; Bryant Jr (2004). Para tanto, a amostra de mel foi homogeneizada, em seguida pesou-se 10g de mel e dissolvidos em 20 mL de água destilada; a mistura foi centrifugada (2500 rpm durante 15 minutos) e o líquido sobrenadante descartado. O sedimento polínico foi submetido ao processo de acetólise de Erdtman (1960), que consiste na hidrólise ácida aplicada aos grãos de pólen através de uma mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico com proporção de 9:1. O sedimento resultante foi montado em lâminas com gelatina glicerinada. Para cada amostra foram montadas 4 lâminas e para determinar a porcentagem de cada tipo polínico encontrado foram contados ao todo 1000 grãos de pólen por amostra.

Os tipos polínicos foram identificados com uso de literatura especializada como Barth (1989, 2006); Moreti et al. (2002, 2007); Punt et al. (2007); Roubik e Moreno (1991); Silva et al. (2010, 2014); Ybert et al. (2016) e consulta ao banco de dados e imagens da Palinoteca da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Núcleo de Estudo dos Insetos/INSECTA).

#### Determinação de compostos fenólicos totais

O teor total de compostos fenólicos foi determinado de acordo com Singleton et al. (1999), utilizando o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (utilizando ácido gálico como padrão de referência). Preparou-se a solução de mel (2,5g de

mel em 25ml de água destilada 1:10 (v/v,) sendo retirada uma alíquota de 500 µL e adicionado a 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu. A esses reagentes foram adicionados 2 mL de solução de carbonato de sódio a 4% (v/v). Após repouso de 2 horas em temperatura ambiente, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro UV/VIS (PERKIN ELMER-LAMBDA 20) a 760 nm. O branco foi conduzido nas mesmas condições porém no lugar da amostra utilizou-se água destilada. Foi constituída uma curva analítica com ácido gálico e os resultados expressos em mg EAG 100 g<sup>-1</sup> de mel (GAE: equivalente em ácido gálico).

#### Determinação de flavonoides totais

Os flavonoides totais foram determinados pelo método descrito por Park et al. (2004). Misturou-se 2,5 mL da solução de mel com 2,5 mL de Cloreto de Alumínio (AlCl<sub>3</sub> a 2%). A solução obtida ficou em repouso durante 1h, à temperatura ambiente. A intensidade da cor da mistura foi quantificada por espectrofotometria (Varian UV-Visible Spectrophotometer, Cary 50 Scan) a 420 nm. O teor de flavonoides totais foi expresso em mg de equivalentes de quercentina/g de mel (mg QE 100g<sup>-1</sup>).

#### Determinações da atividade antioxidante, através do método do poder redutor

O poder redutor de cada amostra de mel foi determinado usando o método de Berker et al. (2007), com algumas modificações. Inicialmente, 1mL de cada solução do mel foram misturados com 2,50 mL de tampão fosfato de sódio (0,2 M, pH 6,6)

e 2,50 mL de Ferrocianeto de Potássio  $K_3Fe(CN)_6$  (1%). Em seguida a solução foi incubada a 50°C por 20 min e depois deixou esfriar até a temperatura ambiente. Em seguida foram adicionados a amostra 2,50 mL de ácido tricloroacético (TCA 10%). Após centrifugação a 8000 rpm durante 5 min, foi misturada com 2,50 mL de água deionizada e 0,5 mL de cloreto de ferro (0,1%). A solução da reação foi deixada em um tubo de ensaio por 10 min e, finalmente, a absorbância foi medida em 700 nm. O branco foi conduzido nas mesmas condições, mas sem a adição da amostra.

#### Determinações da atividade antioxidante, através do método de DPPH

A capacidade antioxidante da solução de mel foi determinada de acordo com Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto (1999), utilizando 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). O método baseia-se na redução do radical estável DPPH através da ação dos antioxidantes presentes na matriz alimentar. Uma alíquota de 300 µL da solução de mel foi colocada em um tubo de ensaio contendo 2,7 mL da solução metanólica do radical DPPH (0,5 mM). Após 60 minutos de armazenamento no escuro, a atividade antioxidante foi determinada a 517 nm em um espectrofotômetro (Varian UV-Visible Spectrophotometer, Cary 50 Scan). A porcentagem de atividade de sequestrante (%AA) foi determinada segundo a fórmula de Mensor et al. (2001):

$$\%AA = [(A_{DPPH} - A_s)/A_{DPPH}] \times 100,$$

Em que:

%AA: atividade antioxidante (%);

$A_{DPPH}$ : Absorvância do DPPH

$A_s$ : Absorvância da amostra

#### Resultados e discussão

A análise melissopalínológica dos méis de *Apis mellifera* revelaram que os mesmos são poliflorais, confirmados pelo espectro polínico, que apresentou uma diversidade de tipos polínicos (tabela 2).

Os méis analisados do Piauí são constituídos por um total de 99 tipos polínicos distribuídos em 31 famílias e 63 gêneros de plantas. A família Fabaceae apresentou a maior riqueza de tipos polínicos (22 tipos), seguido de Asteraceae (7 tipos) e Malvaceae (7 tipos).

Do total das 28 amostras analisadas, 14 amostras (50%) o tipo *Mimosa caesalpinifolia* como pólen dominante (>45%), com frequência variando entre 46,60 a 74,30%. Os tipos *Eucalyptus 2* e *M. pudica* foram classificados como dominantes no mel M07 e M11, com frequência de 51,10% e 70,00%, respectivamente. Os tipos polínicos *Borreria 1*, *Borreria latifolia*, *Borreria verticillata*, *Hyptis*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Mimosa misera*, *Mimosa pudica*, *Mimosa tenuiflora*, *Senna 1* foram classificadas como pólen acessório em pelo menos uma das amostras (Tabela 2).

O tipo *Mimosa caesalpinifolia* foi o mais frequente no conjunto amostral, presente em todas as amostras (100% das amostras), seguido dos tipos *Alternanthera* (89,29%), *Hyptis* (89,29%), *M. pudica* (85,71%) e *Borreria verticillata* (75,00%).

Os nossos resultados indicaram que a distribuição dos pólenes variou de 8 a 26 tipos polínicos entre amostras de mel, que confirmam a influência da diversidade da flora da região Nordeste.

No Nordeste do Brasil, Locatelli et al. (2004) registraram que as Fabaceae, Convolvulaceae e Asteraceae foram as famílias que se destacaram em número de espécies entre as visitadas por abelhas Antophoridae, Apidae, Megachilidae, Halictidae, Colletidae e Andrenidae. Modro et al. (2011) afirmam também que as famílias Fabaceae e Asteraceae como sendo importantes fornecedoras de fontes polínicas. Espécies desta família são descritas como fornecedoras de recursos tróficos (néctar e pólen) para as abelhas. Além disso, esta família é considerada abundante na região do Nordeste (ALVES et al., 2016; MATOS e SANTOS, 2016).

O teor dos compostos fenólicos das amostras de mel com ocorrência de *Mimosa caesalpinifolia* variou de 27,65 a 97,01 mg em GAE  $g^{-1}$  de mel, com um teor médio de  $62,66 \pm 20,46$  mgEAG  $g^{-1}$  de mel, sendo os valores mais elevados encontrados nas amostras M07, M08, M11 e M18 da localidade de Picos (Tabela 3).

Valores similares foram encontrados por Almeida et al. (2016) ao avaliarem 15 amostras de méis provenientes da região Nordeste do Brasil, obtendo valores entre 27,0 a 92,7 mgEAG  $100g^{-1}$  e por Lianda et al. (2012) encontraram valores de 34,0 a 78,2 mg EAG  $100 g^{-1}$  em méis silvestres e de laranjeira de *Apis mellifera*. A análise palínológica revelou diferenças na composição dos tipos de méis avaliados, o que explica a variações em seu conteúdo fenólico.

Kaškonienė et al. (2010), afirmam que, devido os compostos fenólicos serem passado das plantas para o mel, cada mel apresenta um perfil devido a sua origem floral utilizado pelas abelhas na elaboração do mel, indicando diferenças entre regiões, assim como fatores sazonais e ambientais. Porém os compostos fenólicos já estão sendo estudados e isolados para serem utilizados como marcadores florais para o mel monofloral e também de determinadas regiões.

Os teores de flavonoides totais expressos em mg quercetina/g de mel variaram de 5,43 a 13,02 mg QE  $g^{-1}$ , com média de  $8,33 \pm 1,86$  mg QE  $g^{-1}$  de mel. O maior teor de flavonoides foi encontrado no mel M20 da localidade de Simplicio Mendes-PI (Figura 2.).

**Tabela 2.** Diagnóstico palinológico de amostras de mel oriundos dos territórios do Vale do Canidé (Simplício Mendes), Vale do Sambito (Valença), e Vale do Rio Guaribas (Picos) na região do Piauí.

Amostra	Pólen Dominante	Pólen Acessório	Pólen Isolado Importante	Pólen Isolado Menor	Nº de tipos Polínicos
M01	---	<i>B. verticillata</i> (39,00%), <i>M. caesalpiniiifolia</i> (36,50%)	4 (17,90%)	15 (6,60%)	21
M02	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (62,20%)	<i>M. pudica</i> (19,50%)	1 (12,00%)	9 (6,30%)	12
M03	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (74,30%)	---	1 (10,00%)	18 (15,70%)	20
M04	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (61,50%)	<i>M. pudica</i> (19,50%)	2 (9,40%)	17 (9,60%)	21
M05	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (62,00%)	<i>M. tenuiflora</i> (24,50%)	1 (5,00%)	18 (9,40%)	21
M06	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (42,50%), <i>M. pudica</i> (22,90%)	3 (25,30%)	14 (9,30%)	19
M07	<i>M. pudica</i> (51,10%)	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (22,00%)	2 (19,40%)	12 (7,50%)	19
M08	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (29,20%), <i>M. pudica</i> (21,20%), <i>B. verticillata</i> (19,40%)	2 (8,80%)	9 (7,80%)	15
M09	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (55,60%)	<i>M. misera</i> (19,80%)	4 (17,90%)	13 (6,70%)	19
M10	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (48,20%)	<i>M. pudica</i> (32,90%)	1 (6,00%)	15 (12,90)	18
M11	<i>Eucalyptus</i> 2 (70,00%)	---	3 (25,20%)	7 (4,80%)	11
M12	---	<i>Borreria verticillata</i> (30,20%), <i>Hyptis</i> (16,20%)	5 (45,30%)	10 (8,30%)	17
M13	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (59,60%)	<i>M. pudica</i> (32,90%)	2 (6,80%)	8 (12,40%)	12
M14	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (35,40%), <i>Borreria</i> 1 (18,80%)	4 (44,40%)	4 (1,40%)	10
M15	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (49,60%)	<i>M. tenuiflora</i> (18,80%)	2 (25,20%)	4 (6,40%)	8
M16	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (33,33%), <i>M. pudica</i> (21,33%), <i>B. verticillata</i> (21,00%)	2 (14,00%)	6 (10,33%)	11
M17	---	<i>B. latifolia</i> (31,50%), <i>M. caesalpiniiifolia</i> (21,00%), <i>M. pudica</i> (16,40%)	4 (22,50%)	11 (8,60%)	18
M18	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (55,40%)	---	4 (30,00%)	15 (14,60%)	20
M19	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (46,60%)	---	5 (44,60%)	16 (8,80%)	22
M20	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (47,50%), <i>M. tenuiflora</i> (18,00%)	4 (36,50%)	7 (2,00%)	13
M21	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (40,00%), <i>B. verticillata</i> (19,20%), <i>M. tenuiflora</i> (18,80%)	3 (15,50%)	20 (6,50%)	26
M22	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (36,50%), <i>B. verticillata</i> (22,50%), <i>M. tenuiflora</i> (17,50%)	2 (18,60%)	12 (4,90%)	17
M23	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (47,50%)	<i>M. tenuiflora</i> (19,40%)	3 (30,70%)	9 (2,40%)	14
M24	---	<i>M. tenuiflora</i> (20,00%), <i>M. pudica</i> (19,40%), <i>Senna</i> 1 (18,80%)	5 (27,20%)	11 (14,60%)	19
M25	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (50,00%)	<i>M. tenuiflora</i> (18,70%)	3 (20,60%)	17 (10,70%)	22
M26	---	<i>M. pudica</i> (23,20%), <i>B. verticillata</i> (21,50%), <i>Hyptis</i> (17,00%)	6 (30,40%)	12 (7,20%)	21
M27	---	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (34,00%), <i>M. pudica</i> (19,00%)	6 (37,80%)	11 (9,20%)	19
M28	----	<i>B. verticillata</i> (38,00%), <i>M. caesalpiniiifolia</i> (20,60%), <i>M. pudica</i> (17,20%)	2 (11,80%)	15 (12,40%)	20

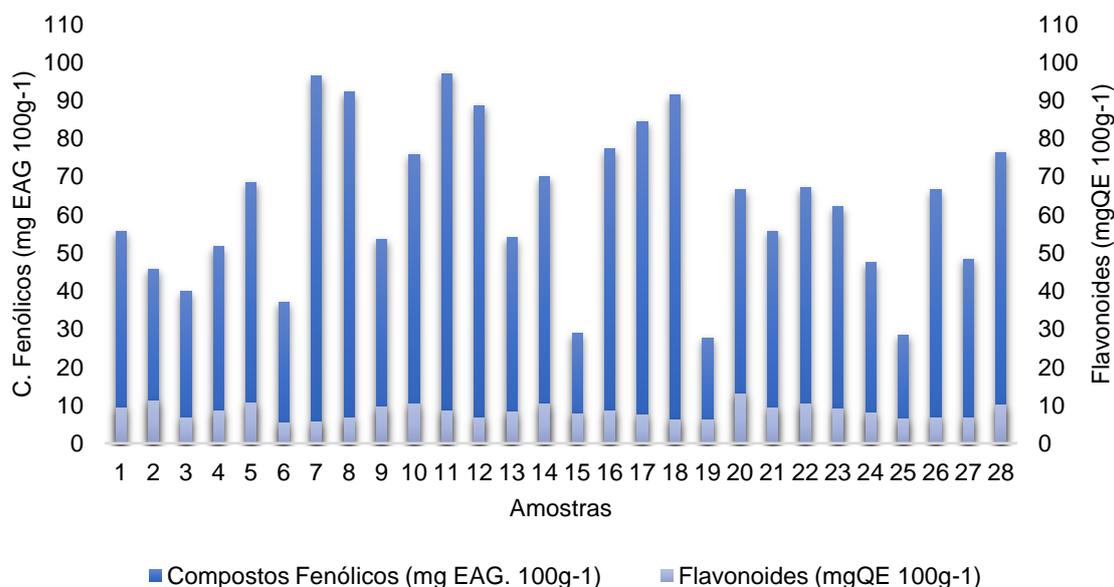
**Tabela 3.** Teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante (DPPH e poder redutor) em amostras com ocorrência do tipo polínico *Mimosa caesalpinifolia* do estado do Piauí.

Amostras	<i>M. caesalpinifolia</i> (%)	Compostos Fenólicos (mg EAG 100g <sup>-1</sup> ±DP)	Flavonoides Totais (mg QE 100g <sup>-1</sup> ± DP)	Atividade Antioxidante DPPH (%)	Atividade Antioxidante Poder Redutor (EC50)
M01	36,50	55,60±0,01	9,37±0,04	19,22±0,00	0,55±0,11
M02	62,20	45,73±0,00	11,26±0,02	66,11±0,02	0,98±0,02
M03	74,30	39,88±0,00	6,69±0,02	18,31±0,00	0,35±0,00
M04	61,50	51,56±0,01	8,49±0,02	23,01±0,00	0,41±0,00
M05	62,00	68,49±0,00	10,50±0,01	31,11±0,00	0,15±0,01
M06	42,50	37,08±0,00	5,43±0,00	15,88±0,00	0,42±0,00
M07	22,00	96,41±0,01	5,63±0,01	12,44±0,00	0,73±0,06
M08	29,20	92,20±0,01	6,60±0,01	16,53±0,00	0,66±0,02
M09	55,60	53,61±0,00	9,53±0,00	19,22±0,00	0,18±0,01
M10	48,20	75,84±0,01	10,22±0,02	59,03±0,01	0,91±0,10
M11	10,00	97,01±0,00	8,64±0,02	49,42±0,02	1,24±0,03
M12	14,30	88,63±0,02	6,71±0,01	16,56±0,00	0,62±0,00
M13	59,60	54,05±0,01	8,25±0,01	21,95±0,00	0,31±0,00
M14	35,40	69,98±0,00	10,34±0,00	27,48±0,00	0,45±0,10
M15	49,60	28,80±0,01	7,80±0,01	9,16±0,00	0,38±0,08
M16	33,33	77,32±0,01	8,56±0,01	16,56±0,00	0,54±0,03
M17	21,00	84,49±0,00	7,37±0,01	14,81±0,01	0,38±0,03
M18	46,60	91,32±0,03	6,25±0,00	21,96±0,01	0,92± 0,07
M19	46,60	27,65±0,00	6,25±0,00	11,28±0,00	0,47±0,06
M20	47,50	66,61±0,00	13,02±0,01	54,48±0,03	0,56±0,13
M21	40,00	55,73±0,00	9,24± 0,01	24,89±0,01	0,25±0,00
M22	36,50	67,15±0,01	10,27±0,01	32,17±0,01	0,29±0,00
M23	47,50	62,10±0,01	9,11±0,00	24,73±0,01	0,24±0,00
M24	7,00	47,48±0,01	7,94±0,01	22,81±0,01	0,53±0,00
M25	50,00	28,53±0,01	6,39±0,01	10,88±0,00	0,21±0,02
M26	3,50	66,54±0,01	6,78±0,00	14,92±0,00	0,49±0,00
M27	34,00	48,33±0,01	6,57±0,01	12,70±0,00	0,28±0,03
M28	20,60	76,41±0,01	10,05±0,01	17,81±0,00	0,47±0,09
Min	3,50	27,65	5,43	9,16	0,15
Max	74,30	97,01	13,02	66,11	1,24
Média±DP	39,18±17,90	62,66±20,43	8,33±1,86	24,48±14,69	0,50±0,25
CV	45,09	32,61	22,34	60,00	51,68

No Brasil, estudo realizado na região Sul em 24 amostras de méis de eucalipto e silvestre apresentaram valores de 2,97 a 10,46 mgEQ g<sup>-1</sup> (BUENO-COSTA, et al., 2016) e Can et al. (2015) analisaram o conteúdo de flavonoides totais em méis monoflorais e heteroflorais variando entre 0,65 e 8,10 mgEQ 100g<sup>-1</sup> de mel. Os valores observados nesse estudo se assemelham também ao estudo internacional, em que Wiczorek et al. (2014) avaliando o teor total de flavonoides em méis da região de Warmia e Mazury constatou valores na faixa de 1,1 a 32,3 mg kg<sup>-1</sup> com uma média de 10,5 mg kg<sup>-1</sup>

Os principais componentes funcionais do mel são flavonoides. Eles podem contribuir significativamente para a atividade antioxidante total do mel, trazendo efeitos benéficos para a saúde humana (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2010).

O melhor desempenho na atividade antioxidante pelo poder redutor foi da amostra M05 com EC50 de 0,15. A amostra M11 obteve o menor desempenho na atividade antioxidante com IC50 de 1,24. Quanto menor a concentração de massa da amostra capaz de reduzir em 50% a concentração inicial do poder redutor, melhor é a capacidade da amostra de sequestro dos radicais livres fornecido pelo poder redutor (Fe<sup>+2</sup>).



**Figura 2.** Valores totais dos compostos fenólicos (mg EAG 100 g<sup>-1</sup>) e flavonoides (mg QE 100 g<sup>-1</sup>) das amostras de mel oriundos dos territórios do Vale do Canidê (Simplício Mendes), Vale do Sambito (Valença) e Vale do Rio Guaribas (Picos) na região do Piauí.

A atividade antioxidante (DPPH) mais elevada (66,11±0,02mg EAQ 100g<sup>-1</sup>) foi observada na amostra de mel de Picos (M02), enquanto que as atividades mais baixas (9,16 e 10,88 mg EAQ 100g<sup>-1</sup>) foram observados em M15 e M25, provenientes de Simplício Mendes e Valença do Piauí, respectivamente. No Brasil, estudo realizado com méis produzidos na região Norte encontrou valores de 9,13 a 41,76 mg mL<sup>-1</sup>; méis produzidos na região Sudeste foram analisados por Estevinho (2008), exibindo valor médio de 68 mg mL<sup>-1</sup> para méis escuros.

A capacidade antioxidante do mel e de seus componentes é um parâmetro muito útil para correlacionar determinações fitoquímicas (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2010). De acordo com Ahmed et al. (2018) o mel vem sendo utilizado em diversas pesquisas, investigando o efeito sobre doenças em animais e humanos, pois o mel apresenta atividades anti-inflamatórias, antibacterianas, antivirais, antifúngica, antiviral, antitumoral entre outros efeitos. Além disso, melhora o estado imunológico, aferindo um apoio a sua atividade anticancerígena, possuindo efeitos comprovados contra o câncer de mama, colorretal, renal, próstata, cervical e oral.

### Conclusão

Constatou-se que o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante de DPPH e pelo poder redutor do pólen oriundo do Piauí, sofreram influência quanto a origem botânica.

### Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001 e

pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) - Código Financeiro PAM0004 / 2014. Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de CALC (número 305885/2017-0). SMPC Silva agradece a CAPES pela bolsa de pós-doutorado PNP5210/2019-01.

### Referências

- AHMED, S.; SULAIMAN, S.A.; BAIG, A.A. et al. Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action. *Oxidative. Medicine and Cellular Longevity*, 1-19, 2018.
- ALMEIDA, A. M. M.; OLIVEIRA, M. B. S.; COSTA, J. G.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F. Antioxidant Capacity, Physicochemical and Floral Characterization of Honeys from the Northeast of Brazil. *Revista Virtual de Química*, 8: 57-77, 2016.
- ALVES, R. M de. O.; CARVALHO, C.A.L de.; WALDSCHMIDT, A.M.; PAIXÃO, J. F de.; SOUZA, B de. A.; SANTOS, L. O.F dos.; SODRÉ, G da. S.; SOUZA, I.C.; SILVA, P da. S.; OLIVEIRA, M.P de. *Melipona mandacaiá* Smith, 1983: A abelha da Caatinga do Velho Chico. 248p. 2016.
- ALQARNI, A.S.; OWAYSS, A.A.; MAHMOUD, A.A. Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. *Arabian Journal of Chemistry* 9: 114-120. 2016.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; TULIPANIA, S.; DÍAZ, D.; ESTEVEZ, Y.; ROMANDINIA, S.; GIAMPIERIA, F.; DAMIANIA, E.; ASTOLFIC, P.; BOMPADRE, S.;

- BATTINO, M. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2490-2499, 2010.
- BARTH, O.M. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Luxor. 152p. 1989.
- BARTH, O.M.; SÃO THIAGO, L.E.; BARROS, M.A. Paleoenvironment interpretation of a 1760 years B.P. old sediment in a mangrove area of the Bay of Guanabara, using pollen analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78: 227-229, 2006.
- BERKER, K.I.; GÜÇLÜ, K.; TOR, I.; APAK, R. Comparative evaluation of Fe(III) reducing power-based antioxidant capacity assays in the presence of phenanthroline, batho-phenanthroline, tripyridyltriazine (FRAP), and ferricyanide reagents. *Talanta*, 72: 1157-1165, 2007.
- BERTONCELJ, J.; DOBERŠEK, U.; JAMNIK, M.; GOLOB, T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry* 105: 822-828, 2007.
- BILANDZIC, N.; GACIC, M.; DOKIC, M.; SEDAK, M.; SIPUSIC, D.I.; KONCURAT, A.; GAJGER, I.T. Major and trace elements levels in multifloral and unifloral honeys in Croatia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33: 132-138, 2014.
- BUENO-COSTA, F. M.; ZAMBAZI, R. C.; BOHMER, B. W.; CHAVES, F. C.; SILVA, W. P.; ZANUSSO, J. T.; DUTRA, I. Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Science and Toxicology*, 65: 333-340, 2016.
- CAN, Z.; OKTAY, Y.; SAHIN, H. TURUMTAY, E. A. SILIC, S.; KOLAYLI, S. An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180: 133-141, 2015.
- DA SILVA, P.M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L.V.; COSTA, A.C.O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196: 309-323, 2016.
- DAS, A.; DATTA, S.; MUKHERJEE, S.; BOSE, S.; GHOSH, S.; DHAR, P. Evaluation of antioxidative, antibacterial and probiotic growth stimulatory activities of *Sesamum indicum* honey containing phenolic compounds and lignans. *Food Science and Technology*, 61: 244-250, 2015.
- DI MARCO, G., MANFREDINI, A., LEONARDI, D., CANUTI, L., IMPEI, S., GISMONDI, A., CANINI, A. Geographical, botanical and chemical profile of monofloral Italian honeys as food quality guarantee and territory brand. *Plant Biosyst*, 151: 450-463, 2016.
- ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 4: 561-564. 1960.
- ESTEVINHO, L.; PEREIRA, A.N.; MOREIRA, L.; DIAS, L.G.; PEREIRA, E. Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 3774-3779. 2008.
- GASIC, U.; KECKES, S.; DABIC, D.; TRIFKOVIC, J.; MILOJKOVIC-OPSENICA, D.; NATIC, M.; TESIC, Z. Phenolic profile and antioxidant activity of Serbian polyfloral honeys. *Food Chemistry*, 145: 599-607, 2014.
- GISMONDI, A., DI MARCO, G., CANINI, A.. Detection of plant microRNAs in honey. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Palaeobotany and honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical Island. St. Louis, Monographs in Systematic Botany, 36: 1991. 268p. 2017.
- JONES G.D.; BRYANT V.M J. The use of ETOH for the dilution of honey. *Grana* 43: 174-182, 2004.
- KASKONIEN, V.; VENSKUTONIS, P.R.; CEKSTERYT, V. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. *LWT-Food Science. Technol*, 43: 801-807, 2010.
- LIANDA, R. L. P.; SANTANA, L. D.; ECHEVARRIA, A.; CASTRO, R. N. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Brazilian Honeys and their Extracts. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 0: 01-10, 2012.
- LOCATELLI, E; MACHADO, I. C; MEDEIROS, P. Riqueza de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento da Mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: PORTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba (Historia Natural, Ecologia e Conservação). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Cap. 12, 153-177, 2004.
- MACHADO DE-MELO, A.A.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.D.; SANCHO, M.T. et al. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 57: 5-37, 2018.
- MANYI-LOH, C.E.; NDIP, R.N.; CLARKE, A.M. Volatile compounds in honey: A review on their involvement in aroma, botanical origin determination and potential biomedical activities. *International Journal Molecular Science*, 12: 9514-9532, 2011.

- MATOS, V. R.; SANTOS, F. A. R. Pollen in honey of *Melipona scutellaris* L. (Hymenoptera: Apidae) in an Atlantic rainforest area in Bahia, Brazil. *Palynology*, 1-13, 2016.
- MENSOR, L. L., REIS, A. S., MENEZES, F. S., LEITÃO, G. G., COUBE, C. S. & SANTOS, T. C. 2001. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy Research*, 15 (2): 127-130, 2001.
- MODRO AFH, MARCHINI LC, MORETI ACDC. Origem botânica de cargas de pólen de colmeias de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. *Ciência Rural*, 41: 1944 -1951, 2011.
- MORETI, A.C. de C.C. et al. Atlas de pólen de plantas apícolas. Rio de Janeiro: Papel e Virtual, 93p, 2002.
- MORETI, A.C.C.C.; FONSECA, T.C.; RODRIGUEZ, A.P.M.; MONTEIRO-HARA, A.C.B.A.; BARTH, O.M. Fabaceae forrageiras de interesse apícola: aspectos botânicos e polínicos. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 98p. 2007.
- ORYAN, A.; ALEMZADEH, E.; MOSHIRI, A. Biological properties and therapeutic activities of honey in wound healing: A narrative review and meta-analysis. *Journal of Tissue*, 25: 2016.
- PARK, Y.R.; PAREDESGUZMAN, J.F.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, C.L.; ALENCAR, S.M.; FUJIWARA, F.Y. Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 1100-1103, 2004.
- PUNT, W.; HOEN, P.P.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S.; LE THOMAS, A. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143: 1-81, 2007.
- RAMANAUSKIENE, K.; STELMAKIENE, A.; BRIEDIS, V.; IVANAUSKAS, L.; JAKŠTAS, V. The quantitative analysis of biologically active compounds in Lithuanian honey. *Food Chemistry*, 132: 1544–1548, 2012.
- ROUBIK, D.W.; MORENO, J.E.P. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. St. Louis, Monographs in Systematic Botany, 36: 268, 1991.
- SANCHEZ-MORENO, C., LARRAURI J. A., & SAURA-CALIXTO F. (1999). Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *Food Research International*, 32: 407-412, 1999.
- SILICI, S.; SAGDIC, O.; EKICI, L. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, 121: 238-243, 2010.
- SILVA, A. P. C.; SANTOS, F de. A. R dos. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana*, 53: 159-170, 2014.
- SILVA, C.I.; BALLESTEROS, P.L.O.; PALMERO, M.A.; BAUERMANN, S.G.; EVALDT, A.C.P., OLIVEIRA, P.E. Catálogo polínico: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no triângulo mineiro. Uberlândia: EDUFU, 154p. 2010.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178, 1999.
- SPILIOTI, E., JAAKKOLA, M., TOLONEN, T., LIPPONEN, M., VIRTANEN, V., CHINOU, I., KASSI, E., KARABOURNIOTI, S., & MOUTSATSOU, P. Phenolic acid composition, antiatherogenic and anticancer potential of honeys derived from various regions in Greece. *PLoS ONE*, 9: 1-10, 2014.
- WIECZOREK, J.; PIETRZAK, M.; POMIANOWSKI, J.; WIECZOREK, Z. Honey as a source of bioactive compounds. *Pol. Journal. Food Nutrition Science*, 29: 275-285, 2014.
- YBERT, J.P.; YBERT, R.S.; CARVALHO, M.A. Grãos de pólen de plantas vasculares dicotiledôneas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: volume I. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 293p. 2016.