

**Análise do potencial das propriedades físicas e químicas em méis de *Apis mellifera* provenientes do estado do Ceará: Uma avaliação de qualidade****Analysis of the potential of the physical and chemical proprieties in *Apis mellifera* honey from the state of Ceará: A qualitative assessment**

DOI:10.34117/bjdv6n8-594

Recebimento dos originais:08/07/2020

Aceitação para publicação:26/08/2020

**Renata Almeida Farias**

Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará e Pesquisadora na área de Produtos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.

E-mail: renata.almeidaxm@gmail.com

**Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato**

Doutora em Biotecnologia em Recursos Naturais pela Rede Nordeste de Biotecnologia e Professora Associada com dedicação exclusiva da Universidade Estadual do Ceará

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.

E-mail: conceicao.liberato@uece.br

**Kessia Oliveira Targino**

Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará e Pesquisadora na área de Produtos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.

E-mail: kessia.ot@gmail.com

**Amanda Batista Nascimento**

Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará e Pesquisadora na área de Produtos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.

E-mail: batistaamanda48@gmail.com

**Kananda Lara Santos Sales**

Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará e Pesquisadora na área de Produtos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.

E-mail: kananda\_s@yahoo.com

**Kamila de Lima Barbosa**

Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará e Pesquisadora na área de Produtos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Ceará  
Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.  
E-mail: kamila-batalha@hotmail.com

**Francinildo da Silva Brito**

Formação acadêmica mais alta: Graduado em Química pela Universidade Estadual do Ceará e  
Pesquisador na área de Produtos Naturais  
Instituição: Universidade Estadual do Ceará  
Endereço completo: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -Itaperi, Fortaleza -CE, Brasil.  
E-mail: francynyldho.bryto@gmail.com

**Valdiana Gomes Cavalcante**

Formação acadêmica mais alta: Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto  
Federal do Ceará  
Instituição: Instituto Federal do Ceará  
Endereço completo: Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza -CE, Brasil.  
E-mail: valdianacavalcante96@gmail.com

**RESUMO**

O mel de abelha é um alimento de elevado interesse comercial por seu uso como adoçante e para fins terapêuticos. O Ceará destaca-se por seu potencial florístico e produção anual de produtos apícolas. Embora com comércio garantido, a qualidade do mel negociado nem sempre é o desejado e por ser um produto natural é sujeito a diversos tipos de falsificações e adulterações que alteram suas propriedades físicas e químicas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o perfil qualitativo em méis de abelhas *Apis mellifera* coletados no estado do Ceará através de testes físico-químicos e fitoquímicos utilizando-se dos parâmetros normativos estabelecidos pela legislação brasileira para verificar suas propriedades físicas e químicas. Foram obtidas treze amostras de mel, no comércio cearense. As propriedades físico-químicas foram avaliadas através das reações de Lund, Lugol, Fiehe, pH, Umidade, °Brix, Acidez livre e Cor, já a avaliação fitoquímica quantificou Fenóis totais, Flavonoides e Atividade antioxidante. Os resultados foram comparados com a Instrução Normativa nº 11 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento para méis. Verificou-se um índice de reprovação de 92,31 % dos méis analisados neste estudo.

**Palavras chave:** Ceará, qualidade, mel.

**ABSTRACT**

Bee Honey is a food of high commercial interest due to its use as a sweetener and for therapeutic purposes. The Ceará stands out for its floral potential and annual production of bee products. Although with guaranteed trade, the quality of traded honey is not always the desired and because it is a natural product, it is subject to several forgeries and adulterations that alter its physical and chemical proprieties. Thus, the present study aimed to evaluate the qualitative profile in the honey of *Apis mellifera* bees collected in the state of Ceará through physical-chemical and phytochemical tests using the normative parameters established by the Brazilian legislation to verify their physical and chemical proprieties. Thirteen honey samples were obtained from the Ceará trade. The physical-chemical proprieties were evaluated through the reactions of Lund, Lugol, HMF, pH, Moisture content, °Brix, Free acidity, and Colour, meanwhile the phytochemical quantified total phenols, flavonoids, and antioxidant activity. The results were compared with the Normative Instruction No. 11 for honey from the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply. It was verified a reprobation rate of 92,31 % of the analyzed honey in this study.

**Keywords:** Ceará, quality, honey.

## 1 INTRODUÇÃO

O mel, tradicionalmente usado como adoçante e para fins terapêuticos é um dos produtos mais importantes para a apicultura devido a sua disponibilidade e seu alto valor de um ponto de vista econômico, sendo, ele provavelmente um dos mais complexos alimentos naturais (PITALVO; GUERRA-RODRÍGUEZ; VÁZQUEZ, 2017). Constituído de uma solução supersaturada de açúcares que compõem 95 % de seu peso seco o mel tem a frutose e a glicose como seus principais açúcares (SANTOS-BUELGA; GONZÁLEZ-PARAMÁS, 2017). Sua composição depende de diversos fatores, entre eles: espécie botânica, natureza do solo, raça de abelhas, estado fisiológico da colônia, estado de maturação do mel e condições climáticas (BERA, 2004).

Na Região Nordeste do Brasil, o estado do Ceará destaca-se pelo elevado potencial apícola, apresentando um produto de boa qualidade, muito valorizado pelo mercado (SODRÉ *et. al.*, 2007). Além disso, a localização do estado é bastante propícia ao bom desempenho da apicultura, pois o semiárido apresenta excelentes condições para a exploração apícola, não só pelo clima favorável, mas também pela riqueza nectarífera de sua vegetação, além disso, o Ceará ainda tem a vantagem de estar em uma região, entre poucas do mundo, com possibilidade de produzir mel orgânico devido à existência de áreas onde não se utilizam agrotóxicos nas lavouras, além da existência de mata nativa (KHAN; MATOS; LIMA, 2009).

Embora com mercado garantido, a qualidade do produto comercializado nem sempre é a desejada, sendo necessária uma série de medidas para garantir que o consumidor possa adquirir o mel maduro e em condições de uso (FONSECA *et. al.*, 2006). Sendo um produto natural, o mel está sujeito a diversos tipos de falsificações, especialmente, relacionadas às variedades que possuem propriedades nutricionais e medicinais e dependendo do tempo e condição de armazenamento pode sofrer significativas mudanças em sua composição original (BERRIEL; PERDOMO, 2019, SANTOS-BUELGA; GONZÁLEZ-PARAMÁS, 2017).

A adulteração do mel é uma prática ilegal que incorpora a adição de adoçantes baratos no mel genuíno ou de modo indireto ao alimentar as abelhas com açúcar, assim, como vendê-lo sob um nome de origem fraudulenta. Tais adulterações em méis causam sérios impactos no comércio local e internacional no setor apícola. Modificar sua composição resulta em dificuldades nutricionais e de saúde nos consumidores finais do produto (AYANSOLA; BANJO, 2011, CORDELLA, *et. al.*, 2005). Portanto, os parâmetros de qualidade do mel são desenvolvidos considerando os requerimentos de padronização do processamento do produto, de modo, a assegurar iguais

condições de qualidade e transparência no seu desenvolvimento e comercialização (AL-FARSI *et. al.*, 2018).

Além do que, a Legislação Brasileira também definiu leis, com o propósito de estabelecer um padrão de identidade e requerimentos de qualidade mínima para o mel destinado ao consumo humano permitindo verificar se houve fraude e/ou adulteração do produto apícola, que podem ser detectadas através de suas propriedades físicas e químicas (BRASIL, 2000). Dentre outros fatores, estas regulações levam em consideração as propriedades sensoriais e físico-químicas do mel ao estabelecer padrões mínimos e máximos relacionados à sua pureza, maturidade e a deterioração de méis (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2001).

Desse modo, para preservar a segurança e os efeitos benéficos à saúde promovidos pelo mel a seus consumidores é importante garantir sua qualidade e autenticidade através de métodos de detecção e quantificação de adulterações (AL-FARSI *et. al.*, 2018, PITA-CALVO; GUERRA-RODRÍGUEZ; VÁZQUEZ, 2017). Desta forma, estudos químicos que visem buscar maiores conhecimentos e verificação da qualidade dos méis consumidos no estado do Ceará, são considerados relevantes.

## 2 OBJETIVO

Avaliar o perfil qualitativo em méis de abelhas *Apis mellifera L* coletados no estado do Ceará através de testes físico-químicos e fitoquímicos utilizando-se dos parâmetros normativos estabelecidos pela legislação brasileira para verificar suas propriedades físicas e químicas.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia (LABBIOTEC) da Universidade Estadual do Ceará - UECE. Os 13 méis de *Apis mellifera* utilizados nos ensaios foram produzidos e coletados no estado do CE, de pontos que comercializam produtos apícolas, como lojas de produtos naturais, farmácias e supermercados, e em seguida acondicionadas em frascos esterilizados e devidamente identificados com informações sobre o município de colheita e florada predominante, como observado na tabela 1, para a posterior realização das análises.

Tabela 1 – Relação dos méis analisados

Mel	Florada	Cidade
1	Vassourinha	Várzea Alegre
2	Marmeleiro	Itatira
3	Marmeleiro	Ibaretama
4	Cajueiro	Horizonte

5	Silvestre	Itatira
6	Silvestre	Palmácia
7	Vassourinha	Paraipaba
8	Silvestre	Fortaleza
9	Silvestre	Fortaleza
10	Silvestre	Paramoti
11	Silvestre	Itatira
12	Silvestre	Horizonte
13	Silvestre	Santana do Cariri

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Os procedimentos analíticos nos méis de abelhas *Apis mellifera* cearense foram realizados conforme segue:

### **Análises físico-químicas**

**pH:** Determinado segundo o método eletrométrico do Instituto Adolfo Lutz, 2005.

**Umidade:** A determinação de umidade do mel foi feita pelo método refratométrico de Chataway recomendado pela Legislação Brasileira e pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists) no item 969.38.b. Este método consiste na determinação do índice de refração do mel a 20 °C, usando como referência a tabela de Chataway que converte o resultado para umidade.

**°Brix:** Fundamenta-se na leitura refratométrica dos graus Brix da amostra a 20 °C determinado por leitura direta das amostras em refratômetro de bancada do tipo Abbe com escala de grau Brix com termômetro.

**Acidez Livre:** O método é baseado em uma titulação simples do mel com solução de NaOH a 0,05 Mol/L , utilizando um pHmetro para acompanhar a medida do pH até atingir 8,5.

**Lund:** Consiste na precipitação de proteínas albuminóides naturais do mel pela adição de ácido tânico de acordo com o Instituto Adolfo Lutz, 2005. O volume de proteínas precipitado é medido após 24 horas.

**Lugol:** Consiste na detecção de fraudes pela adição de glucose comercial através reação do mel com a solução de Lugol que identifica amido e dextrinas, seguido a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, 2005.

**Hidroximetilfurfural:** O teste é uma reação qualitativa pela metodologia de Fiehe do Instituto Adolfo Lutz que detecta a presença de hidroximetilfurfural (HMF) no mel, que se baseia na reação de cor que ocorre entre a solução clorídrica de resorcina e o hidroximetilfurfural (HMF), após 5 a 10 minutos.

**Cor:** Determinação da cor do mel pelo método de Bianchi (1981) que consiste na medida da absorbância a 635 nm de uma solução 50% (m/v) de mel em água.

## Análises fitoquímicas

**Teor de Fenóis:** Utiliza-se o método Folin-Ciocalteu, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, 2005. A leitura foi feita a 760 nm em espectrofotômetro contra um ensaio efetuado com água destilada. Os ensaios foram feitos em triplicata sendo a média expressa em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG)/100g de mel.

**Teor de Flavonoides:** O método de determinação do conteúdo de flavonóides foi determinado usando o método de Dowd adaptado por Arvouet-Grand, *et. al.*, 1994, onde se utilizou a quercetina como padrão e a leitura em espectrofotômetro a 415 nm. Feito em triplicata e expresso em equivalentes de quercetina (EQ)/100g de mel.

**Atividade antioxidante pelo método de DPPH:** O método de varredura de radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) foi utilizado para a determinação da atividade antioxidante de acordo com a metodologia de Yopez *et. al.*, 2002. Tendo como padrão a quercetina e é determinado espectrofotometricamente a 517 nm. A execução dos ensaios com diversas concentrações para cada amostra de mel permite determinar graficamente o seu IC<sub>50</sub> (concentração que causa 50% de inibição).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físicas e químicas foram comparados aos valores sugeridos pela Instrução Normativa nº 11 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento conforme tabela 2 (BRASIL, 2000).

Tabela 2 – Resultado das análises físico-químicas e fitoquímicas.

13	4,12	18,8	79,49	37,36	1,00 ±0,11	não	vermelho vinho	âmbar claro	30,83 ±0,37	34,78 ±0,56	0,59 ±0,06
12	4,17	22,0	76,41	25,68	1,05 ±0,10	não	vermelho vinho	âmbar claro	37,99 ±0,28	30,04 ±0,95	1,12 ±0,05
11	4,21	17,8	81,32	30,82	1,60 ±0,35	não	vermelho vinho	âmbar	28,99 ±0,66	44,75 ±0,33	1,34 ±0,15

Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>pH</b>	4,32	4,25	4,27	4,06	4,37	4,02	4,35	4,10	3,65	4,20
<b>Umidade</b>	19,8	21,0	19,8	20,2	21,2	20,2	20,4	20,2	18,8	19,4
<b>°Brix</b>	78,66	77,49	78,49	78,24	80,83	78,32	77,43	78,24	79,49	78,74
<b>Acidez Livre</b>	78,25	55,42	22,22	26,22	20,55	25,68	75,40	38,29	24,39	27,09
<b>Lund</b>	1,95 ±0,32	1,05 ±0,15	0,90 ±0,05	0,10 ±0,00	1,00 ±0,11	0,10 ±0,00	2,25 ±0,28	1,15 ±0,21	0,10 ±0,00	0,95 ±0,15
<b>Lugol</b>	não	não	não	não	não	sim	não	não	não	não
<b>HMF</b>	vermelho cereja	vermelho vinho	vermelho vinho	vermelho vinho	róseo	róseo	vermelho cereja	vermelho vinho	vermelho vinho	vermelho cereja
<b>Cor</b>	âmbar claro	âmbar claro	âmbar extra claro	âmbar extra claro	branco água	âmbar extra claro	branco	âmbar extra claro	âmbar claro	âmbar claro
<b>DPPH</b>	20,52 ±0,12	60,64 ±3,14	85,83 ±1,18	57,83 ±1,13	27,52 ±0,14	39,65 ±0,65	113,57 ±2,83	27,30 ±0,33	113,45 ±2,44	35,83 ±0,37
<b>Fenóis</b>	48,47 ±0,49	34,60 ±1,28	22,68 ±0,23	22,96 ±0,09	22,86 ±0,19	18,91 ±0,67	34,57 ±0,16	27,61 ±0,60	6,90 ±0,50	33,15 ±0,50
<b>Flavonoides</b>	1,34 ±0,04	0,62 ±0,04	0,48 ±0,01	0,50 ±0,01	0,05 ±0,00	0,69 ±0,12	0,66 ±0,05	7,68 ±0,11	1,99 ±0,13	11,10 ±0,08

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

A legislação vigente não exige análise de pH como controle de qualidade, porém tem-se observado na literatura que este parâmetro vem sendo avaliado porque contribui como uma variável que auxilia no controle microbiológico do mel (TERRAB A; DIEZ e HEREDIA, 2002). Os méis cearenses obtiveram pH médio de 4,16, mínimo de 3,65 e um máximo de 4,37. Sodré *et. al.*, 2007 ao investigar vinte amostras de méis do Ceará obteve uma média de pH de 3,57. De acordo com a

literatura, um baixo valor de pH na faixa de 3,3 a 4,6 inibe a presença e o crescimento de microrganismos, estando assim, 100% dos méis avaliados dentro desta faixa.

O conteúdo de água dos méis é uma das características mais importantes porque determina seu grau de conservação. A umidade do mel pode aumentar durante sua extração e armazenamento em razão de sua característica higroscópica (SUESCÚN; VIT, 2008). Devido à falta de boas práticas de fabricação no processamento, o mel pode apresentar algumas leveduras osmofílicas e ativar o processo de fermentação, desde que existam algumas condições favoráveis como alta temperatura de armazenamento e alta umidade (ALVIM, 2004). A umidade máxima permitida é de 20g de água/100g de mel expressos em uma porcentagem de 20%. Os resultados obtidos possuem um valor médio de 19,9% de umidade variando entre 17,8 a 22%. Oliveira e Santos (2011) encontraram uma média de umidade de 19,07% em méis cearenses, em sua maioria, dentro do permitido enquanto nesta pesquisa foi obtido um índice de reprovação de 53,80%, onde sete das treze amostras possuem umidade superior ao esperado.

O °Brix em méis representa a porcentagem de sólidos solúveis, predominantemente, formado por açúcares e em menor proporção minerais (SINGH, 2009). Essa porcentagem ajuda a interpretar a quantidade de açúcares e se o produto não amadureceu o suficiente dentro do favo de mel ou foi alterado pela adição de água (LUNA, 2012). Oliveira e Santos, (2011) obtiveram teor médio de 78,48 de graus Brix em méis coletados no Ceará tais valores se aproximaram aos deste artigo que obteve média de 78,70.

O valor médio obtido para acidez livre foi de 37,49 Meq.Kg<sup>-1</sup> (20,55 a 78,25 Meq.Kg<sup>-1</sup>). Quando comparados aos valores preconizados pela legislação, máximo de 50 Meq.Kg<sup>-1</sup>, 76,92% das amostras se encontraram em acordo, com valores dentro do permitido. Bendini e Souza (2008) encontraram em méis cearenses um valor médio de 30,21 Meq.Kg<sup>-1</sup> provenientes da florada do cajueiro e atribuíram às características físicas e químicas encontradas nas amostras à especificidade da florada. Segundo Cornejo (1988), a acidez do mel deve-se à quantidade de minerais e às variações dos ácidos orgânicos que contribui para a estabilidade do mel, frente ao desenvolvimento de microrganismos. Altos valores de acidez podem ser um indicativo de que o açúcar fermentou resultando em ácidos orgânicos.

A reação de Lund identifica a precipitação de substâncias albuminoides presentes no mel. De acordo com a legislação, quantidades inferiores a 0,6 mL ou a não formação de precipitado indicam que o produto é falso ou adicionado de substâncias artificiais. Valores acima de 3,0 mL podem estar relacionados com adição de substâncias proteicas, alimentação das abelhas com



hidrolisados proteicos ou prensagem dos favos para obtenção do mel (SCHLABITZ; SILVA; SOUZA, 2010), indicando que o mel é de má qualidade.

A concentração média para o teste de Lund foi de  $1,01 \pm 0,80$  mL, apresentando 76,92% das amostras de acordo a legislação. Para Lima *et. al.* (2012) todas as amostras de méis coletados de diferentes pontos do comércio do Ceará, obtiveram o precipitado médio  $1,25 \pm 0,35$  mL estando todos dentro da faixa de variação estabelecida, sendo considerados méis de boa qualidade.

Quando amido ou dextrinas são adicionados ao mel com fins fraudulentos, a reação de Lugol identifica a fraude apresentando um composto de coloração que pode variar do vermelho violeta ao azul (CORINGA *et. al.*, 2009), apresentando resultado negativo, quando não houver alteração significativa da coloração original, resultado positivo quando ocorrer expressiva alteração da cor, que sugere uma possível fraude com adição de amido ao mel para aumentar a viscosidade e densidade do produto. (SCHLABITZ; SILVA; SOUZA, 2010).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, 92,31% das amostras apresentaram negativo para Lugol, estando em concordância com o estabelecido pela legislação e corroborando com Paulino e Marcucci (2009) que encontraram o resultado negativo em 100% das 13 amostras cearenses analisadas na reação de Lugol, demonstrando que as amostras não apresentam adulteração com xarope de amido.

O Hidroximetilfurfural (HMF) é o mais consistente indicador de frescor no mel sendo praticamente ausente em méis recém-coletados. O HFM é composto que resulta da degradação de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, em meio ácido, e tem assumido importância no controle de qualidade do mel (BELITZ; GROSCH, 1992). Sua presença no mel está relacionado a exposição a altas temperaturas podendo indicar superaquecimento e envelhecimento do mel (SUESCÚN; VIT, 2008).

A leitura desta prova qualitativa é diretamente ligada à cor vermelha presente na reação do HMF com a resorcina. A cor vermelho vinho indica positividade ou presença elevada de HMF, possivelmente mais de 200 mg/Kg, entretanto as colorações rósea e vermelho cereja também indicam a presença de HMF, porém abaixo do máximo permitido pela legislação de 60 mg/Kg em méis (LEAL; SILVA; JESUS, 2001).

Sendo assim a análise qualitativa para o HMF demonstrou que 61,54% das amostras estão possivelmente acima do permitido revelando serem méis de péssima qualidade, enquanto 38,46% apresentaram-se dentro do estabelecido pela legislação. Reges (2014) encontrou 35% das amostras cearenses com valores dentro do permitido pela legislação vigente e menciona que o alto valor de HMF no mel é um indicador de superaquecimento, armazenamento inadequado ou adulteração com

açúcar invertido, podendo ser influenciado também pelo clima natural do estado, pois o Ceará é característico de semiárido com altas temperaturas e baixa pluviosidade ao longo do ano.

A coloração do mel não constitui um fator de qualidade, mas sim de caráter de apresentação comercial. Ela apresenta-se como uma característica organoléptica que pode determinar a aceitação ou recusa dos consumidores (SALAMANCA; SERRA, 2002). A cor do mel é devida a pigmentos do néctar da fonte floral recolhido pelas abelhas operárias, podendo variar de acordo com os pigmentos de plantas, da mesma natureza que as flores e outras partes coloridas do vegetal (MONTENEGRO, *et. al.*, 2005). A composição do mel é influenciada pela cor, quanto mais escuro maior sua acidez e sua riqueza em minerais e polissacarídeos apresentando um sabor mais forte; quanto mais claro mais pobre em sais minerais podendo até, apresentar-se quase incolor, neste caso o sabor é suave (GARCÍA, 2004).

Os méis analisados apresentaram uma variação de coloração abrangendo desde o branco até o âmbar. Méis escuros também apresentam alta capacidade antioxidante, assim como boas concentrações de fenóis e flavonoides enquanto os mais claros são caracterizados por possuírem valores mais baixos com uma correlação linear positiva entre cor, atividade antioxidante e proteção contra peroxidação lipídica (ALVAREZ-SUAREZ; GIAMPIERI e BATTINO, 2013).

As propriedades antioxidantes do mel têm sido associadas ao potencial de redução de reações oxidativas em sistemas de alimentos resultando em uma alternativa atrativa e benéfica à saúde humana. A capacidade antioxidante do mel varia de acordo com sua fonte floral devido à diferença de conteúdo de metabólitos secundários como os compostos fenólicos e atividade enzimática (ALVAREZ-SUAREZ *et. al.*, 2010; ALVAREZ-SUAREZ; GIAMPIERI e BATTINO, 2013).

Os principais componentes funcionais do mel são os flavonoides e fenóis que expressam relevante atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, e antimutagênica (HAVSTEEN, 2002), portanto contribuem significativamente para a atividade antioxidante total do mel trazendo benefícios à saúde. (ALVAREZ-SUAREZ; GIAMPIERI e BATTINO, 2013).

Os resultados de  $IC_{50}$  para as amostras analisadas estão representados na Tabela 2. O parâmetro  $IC_{50}$  representa a concentração do material em análise para inibir 50% de radicais livres e quanto menor o seu valor, maior é seu potencial antioxidante. No que se refere à capacidade antioxidante, 61,54% das amostras de méis analisadas apresentaram potencial significativo no sequestro do radical DPPH. O mel de coloração branca da cidade de Paraipaba com florada de vassourinha obteve o pior  $IC_{50}$  113,57 mg/mL apesar de seu bom teor de fenóis totais de 34,57 EAG/100g em comparação aos compostos fenólicos obtidos nesse estudo.

O conteúdo fenólico observado possui uma faixa de variação desde 6,90 a 48,47 EAG/100g de mel. Sendo o maior valor encontrado no mel de florada de vassourinha da cidade de Várzea Alegre, 48,47 EAG/100g que também apresentou maior teor de flavonoides 1,34 EQ/100g e o melhor potencial antioxidante 20,52 mg/mL dentre as amostras cearenses. Em contrapartida, o mel 9, de Fortaleza de florada silvestre apresentou baixos índices de fenóis 6,90 EAG/100g, flavonoides 1,99 EQ/100g e péssimo IC<sub>50</sub> de 113,45 mg/mL.

O teor de flavonoides variou entre 0,05 a 11,10 EQ/100g. Os menores teores foram encontrados nos méis das cidades de Itatira (5) e Paramoti (10), ambos de florada silvestre. Apesar do baixo teor de flavonoides e diferentes tonalidades branco água e âmbar claro, respectivamente, as duas amostras apresentaram considerável índice de inibição de radicais livres, 27,42 mg/mL para o mel branco água de Itatira e 35,83 mg/mL para o mel âmbar claro de Paramoti. Tais valores podem estar relacionados a variações geográficas, sazonalidade e florada predominante no período de coleta das amostras, assim como pelos demais compostos fenólicos em suas composições.

## 5 CONCLUSÃO

Os méis cearenses analisados neste estudo apresentaram um índice de reprovação de 92,31% estando em desacordo em pelo menos um dos parâmetros regulamentados pela Instrução Normativa nº11. Umidade e HMF destacaram-se pela redução da qualidade das amostras com ênfase nos méis 3, 4 e 8 que além de não apresentarem bons resultados nesses quesitos também possuem uma acidez livre elevada. O mel 10, proveniente da região de Paramoti, sobressai-se por ser o único dentro dos padrões exigidos e apresentar desejável atividade antioxidante e teor de fenóis totais tornando-o um mel adequado para o consumo em razão da sua qualidade e potencial benefício à saúde humana.

## REFERÊNCIAS

- AL-FARSI, M.; AL-BELUSHI, S.; AL-AMRI, A.; AL-HADHRAMI, A.; AL-RUSHEIDI, M.; AL-ALAWI, A. Quality evaluation of Omani honey. *Food Chemistry*, v. 262, p. 162–167, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.104>
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; BATTINO, M. Honey as a source of dietary antioxidants: Structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Current Medicinal Chemistry*. v. 20, p. 621–638, 2013. <https://doi.org/10.2174/092986713804999358>
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; TULIPANI, S.; DÍAZ, D.; ESTEVEZ, Y.; ROMANDINI, S.; GIAMPIERI, F.; DAMIANI, E.; ASTOLFI, 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*, v. 48, p. 2490–2499, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.021>

- ALVIM, N. C. O mel e suas características. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, Garça, SP, n. 3, 2004.
- ARVOUET-GRAND, A.; VENNAT, B.; POURRAT, A.; LEGRET, P. Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. Journal de Pharmacie de Belgique. v. 49, n. 6, p. 462-468, 1994.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th. v. 2., 2000.
- AYANSOLA, A.; BANJO, A. D. Physico-chemical evaluation of the authenticity of honey marketed in Southwestern Nigeria. Journal of Basic and Applied Scientific Research, v. 1, n. 12, p. 3339–3344, 2011.
- BELITZ, H.; GROSCH, W. Química de los alimentos. 2. ed. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A., 1992.
- BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. Ciência Rural, v. 38, n. 2, p. 565-567, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200047>
- BERA, A. Composição físico-química e nutricional do mel adicionado com própolis. 2004. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- BIANCHI, E. M. La miel, características y composición, Análisis y Adulteraciones, UNSE-CEDIA: Santiago Del Estero, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Gabinete do Ministro. Aprova Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 07, 2000.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. 2001. Revised Codex Standard for Honey. Codex Stan 12-1981. Codex Alimentarius Commission. Rev. 1(1987). Rev. 2, 2001.
- CORDELLA, C.; MILITÃO, J. S.; CLÉMENT, M.; DRAJNUDEL, P.; CABROL-BASS, D. Detection and quantification of honey adulteration via direct incorporation of sugar syrups or bee-feeding: Preliminary study using high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD) and chemometrics. Analytica Chimica Acta, v. 531, p. 239–248, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.10.018>
- CORINGA, E. de A. O.; MENDES, C. R. J.; KONDO, D. B.; NETTO, M. R. S. Qualidade físico-química de amostras de méis produzidos no Estado do Mato Grosso – APL Apicultura. Cuiabá, 2009.
- CORNEJO, L. G. Tecnología de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. (Ed). Tecnología de la producción apícola. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, p. 145-71, 1988.
- FONSECA, A. A. O.; SODRÉ, G. DA S.; CARVALHO, C. A. L. DE; ALVES, R. M. DE O., SOUZA, B. DE A.; SILVA, S. M. P. C. DA; OLIVEIRA, G. A. DE; MACHADO C. S., CLARTON, L. Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação. Cruz das Almas: Nova Civilização. Série Meliponicultura. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / SECTI-FAPESB, p. 70, 2006.
- HAVSTEEN, B. H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Journal Pharmacology & Therapeutics, v. 96, p. 67-202, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0163-7258\(02\)00298-X](https://doi.org/10.1016/S0163-7258(02)00298-X)
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, p. 1018, 2005.
- KHAN, A. S; MATOS, V. D de; LIMA, P. V. P. S. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. Revista de Economia e Sociologia

- Rural, Brasília , v. 47, n. 3, p. 651-676, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032009000300006>
- LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. Aspecto físico-químico do mel de abelhas comercializado no município de Salvador-Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 14-18, 2001.
- LIMA, V. L. F. ; LIBERATO, M. C. T. C. ; GUILLÉN, S. P. ; MAIA, G. B. S. Comparação dos aspectos físico-químicos dos méis da abelha *Apis mellifera* de regiões e floradas distintas. *Química e Inovação: Caminho para a Sustentabilidade*, 2012.
- LUNA, P. E. Caracterización y evaluación de parámetros de calidad en la miel de abeja de tres regiones del país para su cristalización inducida. Orizaba, 2012.
- MONTENEGRO, S.; AVALLONE, C.; CRAZOV, A.; AZTARBE, M. Variación del color en miel de abejas (*Apis Mellifera*). Reunión de Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 2005.
- OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. da C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 70, n. 2, 2011.
- PAULINO, R. DE S.; MARCUCCI, M. C. Análises Físico-Químicas de méis do Ceará. Universidade Bandeirante de São Paulo - Programa de Mestrado Profissional em Farmácia. *Revista de Pesquisa e Inovação Farmacêutica*, v. 1, n. 1, p. 63-78, 2009.
- PITA-CALVO, C; GUERRA-RODRÍGUEZ, M. E; VÁZQUEZ, M. Analytical Methods Used in the Quality Control of Honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 65, n. 4, 2017. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04776>
- REGES, S. C. N. Caracterização dos méis ofertados pela Apicultura e Meliponicultura no Jaguaribe Cearense, 2014. 110f. Dissertação (Mestrado em TECNOLOGIA DE ALIMENTOS apresentada ao INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ - CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE), 2014.
- SALAMANCA, G. G.; SERRA J. A. B.. Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de *Apis Mellifera* en algunas zonas apícolas en los departamentos de Boyacá y Tolima. Apiservices. Valencia, 2002.
- SANTOS-BUELGA, C; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M. Chemical composition of honey. In *Bee Products - Chemical and Biological Properties*, p. 43–82, 2017.
- SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F. da; SOUZA, C. F. V. de. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Lajeado, v. 4, n. 1, p. 80-90, 2010.
- SINGH, P. *Introducción a la Ingeniería de Alimentos (2ª Ed)*. Zaragoza: Acribia Editorial, 2009.
- SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C de C. C.; OTSUK, I. P.; CARVALHO, C. A. L de. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. *Ciência Rural*, v. 37, n. 4, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000400036>
- SUESCÚN, L; VIT, P. Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza Farmacéutica*, p. 9-10, 2008.
- TERRAB A.; DIEZ M. J.; HEREDIA F. J. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, v. 79, p. 373-379, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00189-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00189-9)
- YEPEZ, B.; ESPINOSA, M.; LÓPEZ, S.; BOLAÑOS, G. Producing antioxidant fractions from herbaceous matrices by supercritical fluid extraction. *Journal Fluid Phase Equilibria*, v. 194, p. 879-884, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-3812\(01\)00707-5](https://doi.org/10.1016/S0378-3812(01)00707-5)