



B1

ISSN: 2595-1661

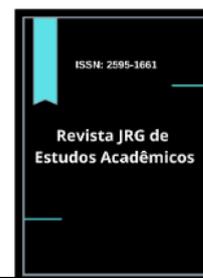
ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

## Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



### Caracterização Físico-Química de Mel Orgânico Comercial

Physicochemical Characterization of Commercial Organic Honey

DOI: 10.55892/jrg.v7i15.1375

ARK: 57118/JRG.v7i15.1375

Recebido: 11/08/2024 | Aceito: 18/10/2024 | Publicado *on-line*: 28/10/2024

#### Jerônimo Galdino dos Santos<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0003-9248-1381>

<http://lattes.cnpq.br/http://2039876268754438>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: [jeromicro@gmail.com](mailto:jeromicro@gmail.com)

#### Italo de Souza Aquino<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-7948-8760>

<http://lattes.cnpq.br/8077469301474299>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: [italo.aquino@terra.com](mailto:italo.aquino@terra.com)

#### Alex da Silva Barbosa<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-7343-6134>

<http://lattes.cnpq.br/0957218486770990>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: [aldasibarbosa@cchsa.ufpb.br](mailto:aldasibarbosa@cchsa.ufpb.br)

#### Pérciles de Farias Borges<sup>4</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-3585-1342>

<http://lattes.cnpq.br/0484025301020593>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: [pericles@cca.ufpb.br](mailto:pericles@cca.ufpb.br)

#### Solange de Sousa<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-8587-4828>

<http://lattes.cnpq.br/7706343949977030>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: [solange\\_ufpb@yahoo.com.br](mailto:solange_ufpb@yahoo.com.br)



### Resumo

Pela qualidade e pelos aromas, o mel orgânico brasileiro vem conquistando os mercados internacionais sem qualquer contaminação química ou biológica. O objetivo deste estudo foi investigar as propriedades físicas e químicas do mel orgânico comercial. Amostras comerciais de mel orgânico foram avaliadas em e-commerce. Este estudo foi realizado no Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA) do Centro Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). As propriedades físicas e químicas foram analisadas conforme os critérios especificados: pH, acidez, condutividade elétrica, água; atividade de água; °Brix; glicose; sacarose e frutose, ação diastática. Cor, índice de cristalização e

<sup>1</sup> Técnico, Laboratório Físico-Químico de Alimentos (LFQA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

<sup>2</sup> Docente, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

<sup>3</sup> Docente, Colégio Agrícola Vidal de Negreiros (CAVN), Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

<sup>4</sup> Docente, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

hidroximetilfurfural (HMF). Para análise da diferença foi utilizado delineamento inteiramente causalizado (DIC) com teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) por meio do software R<sup>®</sup>. Os pontos de estudo do mel orgânico não apresentaram diferença significativa em relação às propriedades físico-químicas [Tukey ( $p < 0,05$ )]. A cor, dependendo da origem da flor e das condições ambientais, varia entre o branco e extra branco, conforme a legislação. As marcas de mel orgânico comercial estão em conformidade.

**Palavras-chave:** Mel; Análise físico-química; Qualidade

### **Abstract**

*Due to its quality and aromas. Brazilian organic honey has been conquering international markets without any chemical or biological contamination. The aim of this study was to investigate the physical and chemical properties of commercial organic honey. Commercial samples of organic honey were evaluated in e-commerce. This study was carried out at the Food Physical Chemistry Laboratory (LFQA) of the Human, Social and Agrarian Sciences Center (CCHSA) of the Federal University of Paraíba (UFPB). The physical and chemical properties were analyzed according to the specified criteria: pH, acidity, electrical conductivity, water content, °Brix, glucose, sucrose and fructose, diastatic action. Color, crystallization index and hydroxymethylfurfural (HMF). A fully causalized design (DIC) with Tukey's test ( $p < 0,05$ ) was used to analyse the differences using the R<sup>®</sup> software. The study points for organic honey showed no significant difference in relation to the physicochemical properties [Tukey ( $p < 0,05$ )]. The color, depending on the origin of the flower and the environmental conditions, varies between white and extra white, according to legislation. The brands of commercial organic honey comply.*

**Keywords:** Honey; Physico-chemical analysis; Quality

## **1. Introdução**

O mel é uma substância doce, produzida pelas abelhas, a partir do néctar das flores ou das secreções das partes vivas das plantas, ou dos excrementos dos insetos que ingerem as plantas que permanecem nas partes vivas (Brasil, 2000). As abelhas desempenham um papel importante no apoio à polinização cruzada, que é uma importante adaptação evolutiva das plantas, aumentando o vigor das espécies, permitindo novas combinações de fatores hereditários e aumentando a produção de frutos e sementes (Sousa, 2017).

Segundo Brasil (2000), o mel é um produto alimentar produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores ou das secreções das partes vivas das plantas, que as abelhas coletam, transformam, combinam com as suas substâncias específicas, armazenam e deixam cozinhar. em favos de abelha.

Polinização é o processo de transferência de pólen de uma planta para outra, mediado por um agente polinizador, tanto biótico quanto abiótico, o polinizador permite o cruzamento trazendo o pólen até o receptor feminino (estigma) de outra planta, o que se mostra benéfico, pois garante a diversidade e variedade de espécies vegetais, levando à produção e melhoria da produção de alimentos. Na polinização, a importância das abelhas ultrapassa barreiras ecológicas, sendo importante para a agricultura, que beneficia do aumento da produção agrícola (Carvalho, 2017).

O mel é composto de uma solução de açúcares concentrado com predominância de glicose e frutose, contendo minerais, ácidos orgânicos, substâncias

aromáticas, pigmentos e pólen (Josefina, 2016). A tabela 1 apresenta a composição química do mel.

Tabela 1 Composição Química do Mel

<b>Componentes</b>	<b>Varição</b>
Água (%)	13,4 - 22,9
Frutose (%)	27,25 - 44,26
Glicose (%)	22,03 - 40,75
Sacarose (%)	0,25 - 7,57
pH	3,42 - 6,10
Acidez livre (meq/kg)	6,75- 47,19
Cinzas (%)	0,020 - 1,028
Diastásica	2,10 - 61,20

Fonte: Embrapa, 2002

O mel é o produto apícola mais importante do Brasil. Em todas as culturas há evidências da sua utilização como fonte de alimento e como símbolo utilizado em cerimônias religiosas, mágicas e terapêuticas (Sousa, 2014). Além de alimento, o mel também é utilizado como remédio, devido às suas propriedades antissépticas, antibacterianas, antiproliferativas, anticancerígenas, como conservante de frutas e grãos, e também como oferenda aos deuses (Silva, 2004).

Os padrões de qualidade do mel são determinados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Linha Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 (Brasil, 2000), que define os padrões de identidade e qualidade do mel e dos méis de flores (Sousa, 2014).

Na sua composição, o mel contém diversos componentes e substâncias, desde açúcar até sais minerais, passando por proteínase vitaminas, com valores e proporções já determinados. Vários fatores podem contribuir para as propriedades antimicrobianas do mel, incluindo a baixa atividade de água, a alta pressão osmótica, o baixo pH, o sistema glicose-oxidase, com formação de peróxido de hidrogênio, a alta proporção de carbono para nitrogênio, o baixo potencial redox associado com o alto conteúdo de açúcares redutores, baixo teor de proteínas, presença de agentes químicos e substâncias voláteis (Santos, 2013).

Conforme a Lei n.º 10.831 de 23 de dezembro de 2003, um sistema orgânico de produção é aquele que se adota técnicas, medidas a otimizar o uso dos recursos naturais com objetivo sustentável, econômico disponíveis respeitando a integridade cultural das comunidades e unidades de produção rural. Para a produção de mel orgânico não existe legislação específica, a certificação para produção apícola se exige os seguintes critérios de certificação (Maneje Bem, 2003).

Tabela 2 Critérios de certificação de mel orgânico

<b>Pontos exigidos</b>	<b>Critérios de Certificação para Atividade Apícola Orgânica</b>
<b>1</b>	Não utilizar agente contaminante no processo de produção, antibióticos, defensivos agrícolas.
<b>2</b>	O apiário deve estar localizador a 3 km de distância de áreas de agricultura convencional e de regiões fontes de poluição
<b>3</b>	Todos os equipamentos e utensílios utilizados na produção apícola, devem ser de aço inoxidável
<b>4</b>	As embalagens de produto final de vidro

<b>5</b>	As legislações trabalhistas e ambientes devem ser respeitados
<b>6</b>	Ter água de boa qualidade e de fácil acesso para as abelhas
<b>7</b>	As doenças das abelhas devem ser tratadas com medicamentos homeopáticos
<b>8</b>	As caixas das abelhas não podem ser pintadas com tinta normal, nem ter revestimento de amianto, as tintas recomendadas à base de óleo vegetal
<b>9</b>	Os alimentos das abelhas devem ser de produtos orgânicos

Fonte: Maneje Bem (2003)

A certificação orgânica é realizada por meio de auditoria por empresa contratada, a título de credenciamento, para condução de produtos orgânicos realizada na propriedade (Bauermann, 2019). No Brasil são utilizados os mecanismos de confiabilidade de um produto biológico, certificação por auditoria, selo [SisOrg], autorizado por certificadora, sistema participativo de garantia autorizado por órgão participante, avaliação de conformidade e controle social na venda direta e emitida por MAPA, utilizado para consumo direto. A certificação orgânica pode ser pública e privada, credenciada pelo Ministério da Agricultura e credenciada pelo Instituto de Metrologia e Normalização da Qualidade Industrial INMETRO (Cunha, 2021).

Segundo a Organização Internacional Agropecuária (OIA) os produtos orgânicos se mantêm em sistemas sustentáveis, pois não utilizam defensivos agrícolas nos seus produtos, mantendo os recursos naturais e a fertilidade do solo, e garantido a qualidade pelas certificadoras. Traz vantagens, a produção ao produtor que mantém a sustentabilidade do sistema, refugando a erosão. É um sistema mais barato, e independente de altas tecnologias. Já para o consumidor representam a oferta de alimentos saudáveis, identificáveis e garantida pelas certificadoras garantindo o efeito de produzir alimento saudável, permitindo ao agricultor um produto diferenciado e mais valorizado prescrevendo uma relação de confiança o consumidor (Graziano, 2006).

Rico em cores e aroma, devido à diversidade das floradas, as condições climáticas e ambientais favoráveis a uma maior produção, abundância de água e a rusticidade e eficiência das abelhas africanizadas, os micro-organismos presentes no mel podem ser divididos em dois grupos secundários: inerentes e os de contaminação diretamente relacionados à extração e ao processamento de alimento (Alves, 2013).

Se destacando na indústria dos produtos naturais pelas suas propriedades terapêuticas como atividade antioxidante e antimicrobiana, e também pela aplicação nas indústrias alimentar e de cosméticos. A capacidade do mel de inibir o crescimento de várias bactérias provém, possivelmente, de fenólicos e flavonoides produzidas pelo metabolismo secundário das plantas e são responsáveis também pelo efeito antioxidante. Com maior teor de fenólicos apresentam maior atividade para inibir o crescimento de bactérias e possuem coloração mais escura (Lima, 2015).

A população almeja adotar uma alimentação cada vez mais saudável mas, ao mesmo tempo, fatores desfavoráveis como o aumento da disponibilidade relativa de alimentos processados, alimentos de conveniência, misturas industrializadas e a diminuição do percentual de alimentos básicos tradicionais, como arroz e feijão, em dieta brasileira. Quando se trata de alimentos orgânicos, o interesse cresce com os movimentos em direção à sustentabilidade e ao reconhecimento e divulgação dos riscos dos pesticidas para a saúde. Uma alimentação equilibrada, embora difícil de controlar devido à proliferação de opções disponíveis, parece ser fortalecida pela

consciência da importância da alimentação para a manutenção da saúde (Mooz, 2014).

A valorização do mel orgânico está relacionada à preocupação da população com a saúde e ao consumo de alimentos naturais, por isso, tem aumentado a procura por produtos orgânicos, em busca de melhores condições de vida, consumo de produtos sem qualquer poluição, mas preservando o seu valor nutricional. Valor as características biológicas, numa política de qualidade alimentar que produz espécies animais (Alves, 2008). Quem o qualifica como produto sem contaminação química e biológica indesejada recebe o selo orgânico, onde o apicultor passa por um processo de certificação (Abelha, 2023). O objetivo da conservação e proteção do ecossistema e dos processos ecológicos necessários à manutenção da vida, contribuir para a preservação da biodiversidade e das formas de vida ameaçadas de extinção, garantir a sustentabilidade da utilização dos recursos naturais renováveis, estimular desenvolvimento econômico local (Matos, 1997).

Produzir sem resíduos de agrotóxicos agrícolas, o mel orgânico como produto puro obtido a partir do néctar das flores responsáveis pela coleta e maturação das colmeias é um produto em que nenhuma substância química intervém no processo de produção, sem contato com agrotóxicos durante todo o período, dependendo da origem, apresenta cores diferentes dependendo da origem do néctar da flor. As diferenças entre o mel orgânico e o mel convencional são a ausência de agrotóxicos, medicamentos, resíduos químicos, que estabelecem um equilíbrio ecológico num sistema agrícola que fornece alimentação saudável para a população e sem agredir o meio ambiente (Brasil, 2007).

Em condições normais, como solução aquosa com baixo teor de água (entre 13 a 20%) e alto teor de matéria seca, os micro-organismos osmofílicos constituem microflora capaz de crescer e multiplicar-se no mel. O estudo do mel orgânico justifica-se pelos benefícios de qualidade as suas propriedades antibacteriano, antioxidante e imunológico e nutricionais para o organismo humano, sabendo o seu potencial numa alimentação saudável, adotando uma qualidade vida, reduzindo os riscos de agrotóxicos preservar as suas características nutricionais e biológicas, na hipótese de buscar uma resposta afirmativa a qual será respondida durante o trabalho. O objetivo é avaliar as propriedades físico-químicas do mel orgânico comercial.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Material

Foram utilizadas amostras de mel orgânico comerciais em comércio eletrônico (e-commerce). Foram sete amostras de regiões A (Paraná); B (São Paulo); C (Santa Catarina); D (Minas Gerais); E (São Paulo); F (Piauí); G (Paraíba), número de quatro repetições cada amostragem sendo conduzidas para o Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA) do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Foram realizadas as seguintes avaliações. pH, Acidez livre, Condutividade elétrica, Água, Aw, Cinzas, sólidos solúveis [°Brix] Glicose, Frutose, Sacarose, Atividade diastásica, Cor, índice de cristalização, Hidroximetilfurfural (HMF).

## 2.2 Método

### 2.2.1 pH

Pesou-se 10 g da amostra num Becker de 250 mL que foram adicionados 75 mL de água destilada e calibrando o pH através do pHmetro de bancada (modelo 86505, AZ®). Em seguida, se deixou em repouso as amostras por 15 minutos, onde foi realizada a calibragem nas soluções padrão 7 e 4 (Bogdanov, 2009).

### 2.2.2 Acidez

Foram pesadas 10 g de cada amostra, as quais foram adicionadas 75 mL de água destilada em um béquer de 250 mL. A cada solução foi adicionada três gotas de fenolftaleína (1%) e titulada com NaOH (0,1 M) até se conseguir um pH de 8,30, sendo este aferido por meio de uma bureta digital (Digitrate Pro®) [Bogdanov, 2009]. O cálculo da expressão dos resultados foi obtido pela seguinte equação:

Acidez livre meq/kg = (V.g. NaOH 0,1M- V.g. Branco) x 10/Peso da amostra

### 2.2.3 Condutividade elétrica

A solução de mel (de cada amostra) foi preparada com peso de 20 g em 100 ml de água destilada, diluída com solução de KCl (0,1 M). Os resultados foram expressos em mS.cm<sup>-1</sup>. A condutividade elétrica é medida usando um medidor de pH multiparâmetro (86505, AZ®). Como a medição é fixada em 20 °C, é necessário ajustar a temperatura de algumas amostras usando a equação de fase (Fas, 2015), e a condutividade elétrica calculada usando a equação de Bogdanov (Bogdanov, 2009).

$$Kt \text{ (mS.cm}^{-1}\text{)} = \frac{K20}{1+\alpha (t-20)} \quad SH = K.G$$

Onde:

$\alpha=0,0261$  (coeficiente de temperatura a 20 °C)

t = temperatura da solução de mel °C

SH = condutividade elétrica da solução de mel em mS.cm<sup>-1</sup>

K = constante da célula em cm<sup>-1</sup>

G = condutância em mS.cm<sup>-1</sup>

Os resultados foram expressos com aproximação de 0,01 mS.cm<sup>-1</sup>

### 2.2.4 Atividade de água

Para se determinar a atividade de água (Aw) do mel, aplicou-se a equação proposta por Alcalá (1990):

$$Aw = (0,025 \times \% \text{água do mel}) + 0,13$$

### 2.2.5 Determinação de água

A determinação do teor de água nas amostras de mel foi realizada conforme método refratométrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foi utilizado medidor digital calibrado com água destilada a 20 °C, o pré-tratamento das amostras para dissolver os cristais de açúcar presentes no mel. Desta forma, determina-se a

percentagem de água no mel e o nível Brix de sólidos dissolvidos. Foram feitas as seguintes correções: acima de 20 °C foi adicionado 0,00023 por °C. Com uma temperatura inferior a 20°C, diminuiu 0,00023. A apresentação dos resultados obtidos com os seguintes métodos.

$$100 - (\text{leitura do refratômetro} + 1,4) = \% \text{ de água}$$

Onde:

1,4 = fator de correção

### 2.2.6 Cor

Para a determinação da cor do mel, foi utilizado o método descrito por Gomes, Muribeca & Souza (2017). Pesou-se 10 g de mel e diluiu-se em 20 mL de dH<sub>2</sub>O. Após a diluição, a solução foi mantida em repouso por 15 minutos. Posteriormente, realizou-se a leitura a 635 nm em espectrofotômetro UV (IL592, Even<sup>®</sup>), adotando-se a zeragem do equipamento com dH<sub>2</sub>O. Os valores obtidos foram convertidos em cor (mm) na escala de Pfund, por meio da equação:

$$\text{Cor} = (371,39x) - 38,70. 3$$

Figura 1. Classificação da cor do mel pela escala de Pfund.

Paleta	Cor	mm	Absorbância
	Branco-água	0 - 7,9	0,104 e 0,125
	Extra-branco	8 - 16,4	0,125 e 0,148
	Branco	16,5 - 33,9	0,148 e 0,195
	Âmbar extra-claro	34 - 49,9	0,195 e 0,238
	Âmbar claro	50 - 84,9	0,238 e 0,333
	Âmbar	85 - 113	0,333 e 0,411
	Âmbar-escuro	>114	0,411

Fonte: Adaptação de Gomes et al. (2017) e Storenicoya (2021).

### 2.2.7 Determinação de cinzas

A determinação de cinzas foi realizada de forma indireta (Nganga, 2013), relacionando os resultados obtidos da condutividade elétrica conforme a equação:

$$A = (C - 0,14) / 1,74$$

Onde:

A = teor de cinzas em g/100 g de mel

C = condutividade elétrica em mS.cm<sup>-1</sup>

### 2.2.8 Determinação da atividade diastásica

A atividade diastásica foi determinada em tubos de ensaio, misturando-se 5 mL de solução de mel (20%), 5 mL de dH<sub>2</sub>O e 1 mL de solução de amido (1%). As amostras foram incubadas em banho-maria (45° C) por 1 hora. Em seguida, acrescentou-se 1 mL de solução de iodo. Considerou-se como teste positivo a amostra de coloração parda clara (indicação de mel legítimo, possuindo atividade diastásica); e, negativo, ao se obter coloração azul (indicação de mel artificial, sem atividade diastásica, incapaz de hidrolisar o amido) [Alves, 2013; Sakač, 2012).

### 2.2.9. Determinação de hidroximetilfurfural (HMF)

Para a determinação de hidroximetilfurfural (HMF), utilizou-se o método de Bogdanov (2009). Pesou-se 5 g de mel num becker, sendo cada amostra dissolvida em 25 mL de dH<sub>2</sub>O. Em seguida, transferiu-se cada solução para um balão volumétrico de 50 mL, adicionando a cada amostra 0,5 mL da solução de Carrez I e 0,5 mL da solução de Carrez II, completando o volume com dH<sub>2</sub>O e filtrando com papel de filtro. Foram pipetados 5 mL do filtrado em tubos de ensaio, adicionando-se 5 mL de dH<sub>2</sub>O a um dos tubos (amostra) e 5 mL da solução de bisulfito de sódio (como referência). Determinou-se a absorvância da amostra e da referência em 284 nm e 336 nm em espectrofômetro UV (IL592, Even®). O teor de hidroximetilfurfural foi expresso em mg/100 g conforme a equação proposta por Bogdanov (2009):

$$\text{HMF mg/kg} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D/W$$

### 2.2.10 Açúcares redutores e Sacarose

Para a determinação dos açúcares redutores e sacarose, utilizou-se o método titulométrico. Esse método baseou-se na capacidade de os açúcares (na solução de mel) reduzirem, sob ebulição, o cobre presente (Solução de Felhing). Em meio alcalino, os íons cúpricos Cu<sup>+2</sup> são reduzidos a íons cuprosos Cu<sup>+</sup>, e, assim, os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos, possuindo a coloração azul a vermelho tijolo. Pesou-se 5g de mel para 100mL de dH<sub>2</sub>O e, desta solução, determinou-se a glicose com a solução de Felhing, A e B, até haver o ponto de viragem para vermelho tijolo. Foi recolhido 20mL da solução para um balão volumétrico (de 100ml) e adicionado 5 ml de HCl 6M para, em seguida, ser conduzido para o banho-maria a uma temperatura de 80 °C, por 20 minutos. Resfriou-se a amostra, adicionando-se 3 gotas de fenolftaleína neutralizado a amostra ácida com NaOH (10%). Após essa etapa, completou-se o volume com dH<sub>2</sub>O e determinaram-se os açúcares não redutores, em constante ebulição, observando o ponto de viragem de cor, através da aplicação das seguintes equações: aplicando as equações:

$$\begin{aligned} \text{AR \%} &= 100 \times 100 \times F/V.g. \times P \\ \text{AT\%} &= 100 \times 100 \times F/Vg \times P/5 \\ \text{\%Sacarose} &= (\text{AT\%} - \text{AR \%}) \times 0,95 \end{aligned}$$

### 2.2.11 Determinação de Frutose

O teor de frutose foi determinado usando o método do reagente resorcinol. Para uma solução da amostra de mel, 1,0 mL de reagente resorcinol foi adicionado e misturado cuidadosamente e, em seguida, 1,0 mL de HCl diluído foi acrescentado. Para a elaboração de uma curva padrão de frutose (P.A.), utilizaram-se as concentrações 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 mg/mL, adicionando-se 1,0 mL de resorcinol e 1,0 mL de HCl diluído. Em seguida, completou-se com dH<sub>2</sub>O em um balão volumétrico (10 mL). Uma solução em branco também foi preparada junto com o padrão e tratados da mesma maneira. A solução de teste, o padrão e o branco foram, então, aquecidos em água banho-maria (80°C) por aproximadamente de 10min. Então, removeu-se a solução do banho-maria, resfriou-se (por imersão em água corrente, por 5 minutos) e, em seguida, realizou-se a absorvância da solução padrão, as quais foram lidas em espectrofotômetro UV (IL592, Even®), contra a solução em branco a 520 nm. O conteúdo de frutose das amostras de mel foi, então, extrapolado a partir de uma curva

padrão preparada, usando a absorbância do padrão (Figura 2), conforme o método proposto por Buba (2013).

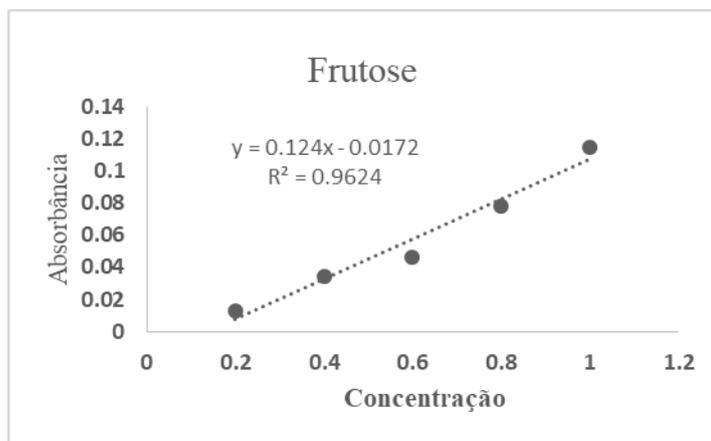


Figura 2 Curva padrão de frutose

### 2.2.12 Índice de cristalização

A tendência de cristalização e granulação do mel considera as determinações de água, atividade de água ( $A_w$ ) e percentagem de glicose, através do índice de Tabouret (IT):

$$IT = \frac{G}{\%H_2O} (1 - a_w)^n$$

Onde:

G = percentagem de glicose;

H = percentagem de água; e

n = fator que depende do teor de água (com valores de 1 se a percentagem de água for a (17%); e 2, quando for inferior) [Sancho, 1991; Grosso et al., 2017].

É importante registrar que a variação do grau de cristalização do mel pode ser determinada de várias maneiras (Tabela 3) [Serra, 1989].

Tabela 1 - Grau de granulação do mel

Graus de granulação	Aspecto	G	G/A	(GAF)	I2
0	Líquido	> 1,33	< 1,70	< 0,30	< 9,80
2	Camada de cristais 2 a 3 mm	> 1,21	< 1,79	< 0,36	< 10,70
4	Camada de cristais 8 a 12 mm	> 1,18	< 1,86	< 0,38	< 11,30
6	½ do recipiente cristalizado	> 1,16	< 1,99	< 0,42	< 12,10
8	Cristalização suave completa	< 1,11	> 2,16	> 0,49	> 12,60

Glicose (G); Frutose (F); Água (A)

### Análise de dados

Nesse experimento foi utilizado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), aplicando-se o teste de Tukey para a diferença de médias ( $p < 0,05$ ), através do programa R Core Team® (2023).

### 3. Resultados e Discussão

Os valores médios de pH, Acidez livre, Água, Aw, Condutividade elétrica e cinzas das amostras de mel orgânico comercial apresentam valores distintos entre as marcas estudadas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de pH, Acidez livre, Água, Aw, Condutividade elétrica de mel orgânico comercial.

Marcas	pH	Acidez livre (meq/kg)	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ )	Água (%)	Aw	Cinzas (%)
A	3,94 <sup>b</sup>	15,0 <sup>bc</sup>	0,58 <sup>b</sup>	14,6 <sup>ab</sup>	0,49 <sup>ab</sup>	0,25 <sup>b</sup>
B	3,96 <sup>b</sup>	13,1 <sup>cd</sup>	0,73 <sup>a</sup>	15,3 <sup>ab</sup>	0,51 <sup>ab</sup>	0,34 <sup>a</sup>
C	4,54 <sup>a</sup>	10,8 <sup>d</sup>	0,77 <sup>a</sup>	14,7 <sup>ab</sup>	0,49 <sup>ab</sup>	0,35 <sup>a</sup>
D	3,88 <sup>b</sup>	10,2 <sup>d</sup>	0,73 <sup>a</sup>	13,1 <sup>ab</sup>	0,46 <sup>ab</sup>	0,33 <sup>a</sup>
E	4,04 <sup>b</sup>	17,4 <sup>ab</sup>	0,30 <sup>c</sup>	17,3 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,09 <sup>c</sup>
F	3,83 <sup>b</sup>	20,1 <sup>a</sup>	0,20 <sup>d</sup>	13,6 <sup>ab</sup>	0,47 <sup>ab</sup>	0,03 <sup>d</sup>
G	3,70 <sup>b</sup>	17,7 <sup>ab</sup>	0,60 <sup>b</sup>	11,4 <sup>b</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,26 <sup>b</sup>

Médias seguidas das mesmas letras são estatisticamente iguais entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que os pH das amostras estudadas apresentam um pH ácido (Tabela 1). Mesmo considerando esse intervalo (3,70- 4,54), é importante ressaltar que a legislação brasileira não estabelece um valor máximo e mínimo para pH (Estevinho, 2012), ainda que se saiba que tanto o pH quanto a Acidez livre são importantes para avaliar o armazenamento e estabilidade dos alimentos no desenvolvimento de micro-organismos e enzimas (Brasil, 2000). No entanto, cabe o registro de que a legislação (Brasil, 1985) estabelecia valores, mínimo e máximo, de pH, entre 3,3 a 4,6, respectivamente.

Segundo Estevinho (2012), os pH das amostras de mel orgânico analisadas em cidades de Portugal ficaram entre 3,7 a 4,0; um pH baixo, inibindo, assim, a presença de micro-organismos sendo, desta forma, compatível com produtos alimentícios com vistas a uma estabilidade e maior vida de prateleira. Segundo Bogdanov et al. (2009), o pH do mel deve estar entre 3,5 a 4,0.

Em relação à acidez livre das amostras de mel orgânico comercial estudadas (Tabela 1), verifica-se que todas as amostras correspondem Brasil (Brasil, 2000) e Mercosul (1999), onde a acidez livre de méis não deve ser superior a 50 meq/kg. Esse valor também se aplica aos padrões da Europa (Codex Alimentarius, 2001; EU, 2002); em geral, de 50 meq/kg e não superior a 80 meq/kg.

A condutividade elétrica de todas as amostras do mel orgânico analisadas variou entre 0,3 a 0,7  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Tabela 1), intervalo que se enquadra no regulamento de identidade e qualidade de mel (Brasil, 2000; Codex Alimentarius, 2001; European Commission, 2002); ou seja, não superior a 0,8  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

A percentagem de água do mel nas amostras estudadas variou de 11,4 a 15,3% (Tabela 1), intervalo que se encontra conforme os valores de méis orgânicos comerciais estão de acordo (Brasil, 2000; Mercosul, 1999; Codex Alimentarius, 2001; European Commission, 2002), que estabelece um conteúdo de água máximo de 20%.

Percebe-se, assim, que todos os méis analisados possuem potencial para uma maior vida de prateleira uma vez que a baixa percentagem de água previne o crescimento de fungos patogênicos e microtoxinas. Esse resultado assemelha-se aos encontrados por Estevinho (2012), o qual encontrou uma variação de percentagem de água em mel orgânico em algumas cidades de Portugal variando entre 14,5 a 16,3%.

A atividade de água ( $A_w$ ), caracterizada pelas propriedades coligativas físicas e textura de um alimento, depende da percentagem de água influenciando as suas reações químicas, enzimáticas e microbiológicas. Atividade de água ( $A_w$ ) divide-se em dois aspectos: livre disponível, para crescimento de micro-organismos; e ligada, a qual é indisponível e imóvel, e é capaz de estabelecer estabilidade e vida útil do alimento (Cuba, 2016). Os resultados encontrados, demonstram uma  $A_w$  de 0,41 a 0,56 (Tabela 1). Segundo Franco e Landgraf (2005), a  $A_w$  disponível no alimento (mel) para o metabolismo microbiano deve ser  $< 0,60$ , para que o mel seja biologicamente favorável. Lorlina & Fritz (2005) e Olaitan (2007), por outro lado, determinam uma  $A_w$  do mel dentro do intervalo de 0,5 a 0,6. Entretanto, as legislações preconizadas não estabelecem padrões para  $A_w$  (Brasil, 2000, Mercosul, 1999; Codex Alimentarius, 2001; European Commission, 2002).

Nesse estudo, todas as marcas de mel orgânico analisadas ficaram com o teor de cinzas inferior a 0,6% (Tabela 1), enquadrando-se dentro das normas (Brasil, 2000), que estabelece que o teor de pureza do mel (resíduo mineral ou cinzas) deve ser no máximo de 0,6% para mel floral e de 1,2% para mel de melato.

Os valores médios de °brix, glicose, frutose, açúcares totais e sacarose foram analisados nas (sete) marcas de mel orgânico comercial (Tabela 2).

Tabela 2. Representação dos valores médios de °brix, glicose, frutose, açúcares totais e sacarose em sete marcas de mel orgânico comercial.

Marcas	°Brix	Glicose (%)	Frutose (%)	Sacarose (%)	Açúcares totais (%)
A	81,00 <sup>ab</sup>	29,91 <sup>a</sup>	40,10 <sup>a</sup>	5,83 <sup>b</sup>	74,25 <sup>b</sup>
B	80,00 <sup>cd</sup>	25,68 <sup>a</sup>	38,50 <sup>a</sup>	4,24 <sup>cd</sup>	71,41 <sup>ab</sup>
C	79,50 <sup>d</sup>	25,23 <sup>a</sup>	39,50 <sup>a</sup>	3,27 <sup>d</sup>	68,98 <sup>ab</sup>
D	80,50 <sup>bc</sup>	25,09 <sup>a</sup>	41,30 <sup>a</sup>	5,06 <sup>bc</sup>	75,28 <sup>a</sup>
E	81,80 <sup>a</sup>	25,43 <sup>a</sup>	40,20 <sup>a</sup>	9,52 <sup>a</sup>	79,70 <sup>a</sup>
F	76,80 <sup>e</sup>	25,54 <sup>a</sup>	39,70 <sup>a</sup>	3,51 <sup>d</sup>	71,53 <sup>ab</sup>
G	79,70 <sup>cd</sup>	25,21 <sup>a</sup>	39,20 <sup>a</sup>	0,96 <sup>e</sup>	69,00 <sup>ab</sup>

Médias seguidas das mesmas letras são estatisticamente iguais entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de sólidos solúveis totais (brix) encontrados nos méis orgânicos comerciais analisados encontram-se na faixa de 76,80 - 81,80°. O Brasil não preconiza valores de brix para mel em geral (Brasil, 2000). Verifica-se, entretanto, que mesmo havendo uma pequena diferença na média dos açúcares totais nos méis estudados, tais valores estão próximos ao brix (79,57°) de mel comercializado, por exemplo, em Tegucigalpa (Lazo, 2002) e, ainda, de 79,9° Brix em méis analisados por Silva et al. (2009), Dantas et al. (2022) e Rosário (2020).

Conforme o Codex Alimentarius (2001) e European Commission (2002) o teor de açúcares deve ser 60% (glicose + frutose) e sacarose não mais de 5%. Já para a legislação nacional, o teor de açúcares deve ser até 65% para mel floral e sacarose não mais de 6% (Brasil, 2000; Mercosul, 1999). Os valores encontrados, nesse estudo, atendem a legislação. Entretanto, a marca "E" apresentou 9,52% de sacarose,

o que não atende os critérios de 5 a 6%. Duarte (2009), por exemplo, em estudos semelhantes, encontrou valor de sacarose na faixa de 1,56 a 7,52%.

Ao avaliar os resultados dos méis orgânicos, ficou demonstrado que, com a maior concentração de açúcares, tem-se uma cristalização mais rápida. Considerando que a frutose é mais solúvel em água do que a glicose, verificou-se que uma maior concentração de frutose sinaliza a sua sustentabilidade de cristalizar (Kamal, 2019). Os resultados encontrados para frutose assemelham-se aos de Buba (2013). Porém, distintos em relação à glicose e sacarose. Já a razão frutose/glicose, deste mesmo autor, mostrou-se alta (1,3), onde o mel permanece líquido com a sua cristalização lenta; enquanto a relação frutose/glicose dos méis orgânicos obtida neste estudo apresentou valores médios de 1,57, demonstrando, assim, uma cristalização do mel mais lenta.

Tabela 3. Resultado qualitativo da atividade diastásica de mel de abelha *Apis mellifera* L. em diferentes marcas de mel orgânico comercial.

Marcas	Sem AD*	Com AD
A		+
B		+
C		+
D		+
E		+
F		+
G		+

AD: Atividade diastásica

As marcas de mel orgânico analisadas para atividade diastásica foram positivas, formando uma coloração parda clara, indicando, desta forma, a sua autenticidade; ou seja, demonstrando que possuía atividade diastásica capaz de hidrolisar o amido. A atividade diastásica, conforme a sua origem, possui variações (Alves, 2013). O valor mínimo preconizado (Brasil, 2000) é de 8 unidades diástase. Ao ter uma baixa atividade de méis florais, torna-se difícil a realização desta análise.

Tabela 5. Valores médios de cor, índice de cristalização e HMF de sete marcas de mel orgânico comercial.

Marcas	Cor	Índice de cristalização	HMF (mg/kg)
A	31,7 <sup>a</sup> (Branco)	16,6 <sup>a</sup>	9,56 <sup>f</sup>
B	20,6 <sup>ab</sup> (Branco)	19,1 <sup>a</sup>	11,14 <sup>ef</sup>
C	23,1 <sup>ab</sup> (Branco)	18,1 <sup>a</sup>	20,97 <sup>b</sup>
D	32,8 <sup>a</sup> (Branco)	19,9 <sup>a</sup>	16,20 <sup>cd</sup>
E	12,9 <sup>b</sup> (Extra branco)	16,0 <sup>a</sup>	13,00 <sup>de</sup>
F	10,8 <sup>b</sup> (Extra branco)	20,4 <sup>a</sup>	17,86 <sup>bc</sup>
G	30,7 <sup>a</sup> (Branco)	18,9 <sup>a</sup>	47,82 <sup>a</sup>

Médias seguidas das mesmas letras são estatisticamente iguais entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As amostras de mel orgânico analisadas apresentaram predominância de cor de extra branco a branco encontra-se na (Tabela 5), estas classes de cores estão conforme a IN 11(2000), que considera aceitáveis de branco a âmbar escuro.

(Borsato, 2013) das amostras analisadas, predominaram entre âmbar ao âmbar escuro.

Segundo Vieira (2005) as cores dominantes encontradas foram de 42% das amostras de âmbar claro 29%, branco, 13%, âmbar escuro e 10% âmbar e escuro.

Na tabela 5, demonstrou-se que o índice de cristalização variou de 16,6 a 20,4 das marcas de méis orgânicos, uma predominância de cristalização suave, enquadrando-se em mel floral conforme (Brasil, 2000; Mercosul/GMC, 1999).

(Sancho, 1991) um índice  $< 9,80$  cristalizações líquidas,  $>12,60$  uma cristalização suave e completa, os resultados obtidos por (Grosso, 2017). Em alguns tipos de mel, a cristalização não é um processo natural, depende das propriedades físico-químicas, o tipo de embalagem e as condições de temperatura e ambiente. Segundo (Varela, 2022), a presença de altos valores de glicose e cristalização se expõem a fatores como a qualidade de néctares e partículas de pólen, sendo uma cristalização um fenômeno natural no mel puro.

O hidroximetilfurfural (HMF) é um indicador da qualidade do mel e a sua presença indica deterioração. Os valores observados na (Tabela 5) variam de 47,82 a 9,56 mg/kg, conforme critério máximo de 60 mg/kg de HMF estabelecido (Brasil, 2000) estão dentro dos limites aceitáveis da legislação. Porém (Resolução 1057 de 2010) estabelece padrões de HMF  $< 40$  mg/kg e  $< 60$  mg/kg para mel de origem tropical.

O hidroximetilfurfural (HMF) sofre alterações graduais devido ao tempo de armazenamento e os dados podem variar (Azeredo et al., 2003). Alguns méis de climas tropicais podem deteriorar-se naturalmente devido a fatores ambientais na colmeia, adulteração não intencional ou sobreaquecimento excessivo por parte do produtor (Ribeiro e Starikoff, 2019). O HMF presente no mel tem efeitos positivos e negativos no corpo humano devido aos seus efeitos nutricionais e medicinais (Zembrzuska et al., 2024).

Vieira (2018), entre os resultados de HMF observados para méis da região do Cerrado, mínimo de 0,3 e máximo de 12,4 mg/kg, segundo Olivero (2018) das amostras analisadas de Barranquilla, Sabanalarga e Malambo, ele mostrou. Limites muito baixos das características definidas do mel fresco extraído devido a boas práticas de manuseamento. Borsato (2013), os valores apresentam oscilação entre 0,07 e 24,95 mg/kg.

#### **4. Conclusão**

As propriedades físicas e químicas do mel desempenham um papel importante na sua vida útil e preservação. Fatores como acidez livre e pH afetam a qualidade e alteram a estrutura e a durabilidade sob a influência da origem, do crescimento e da geografia. Em geral, o mel apresenta bons rendimentos e potencial valor econômico para a cadeia produtiva do mel.

Os resultados da análise físico-química do mel orgânico comercial demonstraram estar dentro da faixa aceitável conforme a instrução normativa n.º 11 de 2000 sem alterações nos sinais de maturidade (umidade, açúcar), pureza (cinzas e pólen) e degradação (acidez, HMF, diastase) o que garante um produto saudável ao cliente.

## Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- Alves, E. M. (2008). Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas Floresta e Laranjeira, do alto rio Paraná. Maringá-PR: Universidade Estadual do Paraná.
- Alves, T. P. (2013). Qualidade de méis de abelhas *Apis mellifera* comercializado no Estado de Alagoas.
- Azeredo, L. D. C. Azeredo, M. A. A., Souza, S. D., & Dutra, V. M. L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins.
- Alcalá, M., & Gómez, R. (1990). Cálculo de la actividad del agua de la miel. Alimentación, equipos y Tecnología, 9(4), 99-100.
- BRASIL (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N°. 11,. Padrão de identidade e qualidade do mel.
- Brasil (2007), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de produtos orgânicos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 108 p.
- Buba, F., Gidado, A., & Shugaba, A. (2013). Analysis of biochemical composition of honey samples from North-East Nigeria. Biochem Anal Biochem, 2(3), 139.
- Bogdanov, S.; Martin, P.; Lullman, C. (2009). Harmonized Methods of The European Honey Commission.
- Bogdanov, S., & Gfeller, M. (2006). Classification of honeydew and blossom honeys by discriminant analysis.
- Blanco, J. (2016). Caracterización físico-química y polínica de mieles procedentes de una fraccionadora bonaerense.
- Borsato Debora Maria (2013). Composição Química e Caracterização Polínica e Avaliação de Atividades Biológicas de Méis Produzidos Meliponenos no Paraná Curitiba 151 flh.

Bauermann, G. G. (2019). Certificação orgânica no Brasil: comportamentos produtivos e de mercado.

Cunha, Erivelton Gonçalves da et al., (2021). Garantia da qualidade orgânica: certificação orgânica e social controle, Vitória, ES, Incaper, Documentos, 280, ISSN 1519-2059, 24 p.

Cuba, Emily Becerra (2016). Agua y Actividad de Agua Arequipa Perú, sustentación para optar el título profesional de ingeniera de industrias alimentarias bajo la modalidad de suficiencia profesional 2016, 53flh.

Codex Alimentarius (1987). Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. Codex Alimentarius Commission FAO/OMS, v. 11, p. 1–7, 2001.

Carvalho, Raysa Sales Teixeira Borges de (2017) A polinização por *Apis mellifera* e a qualidade de frutos em *Solanum lycopersicum* (Solanaceae), Uberlândia –MG.

Duarte, A. W. F. (2009). Mel de abelhas nativas e africanizadas do estado de Alagoas: composição química, segurança microbiológica e atividade terapêutica.

Dantas, Jussara Dias et al. (2022). Análise físico-química do mel de abelhas comercializado no município de Frei Martinho – PB, Research, Society and Development, v. 11, n. 10.

EUROPEAN COMMISSION (2002). European Commission Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. Official Journal of the European Communities, p. 10–47.

Franco, B.D.G.M.; Landgraf, M. (2005). Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Atheneu, p.196.

Fatimah Buba, Abubakar Gidado and Aliyu Shugaba(2013). Analysis of Biochemical Composition of Honey Samples from North-East Nigeria, Buba et al., Biochem Anal Biochem.

Gomes, P. W. P., Muribeca, A. B. J., Souza, R. F. D. (2017). Méis de abelha produzidos no Marajó - PA: Compostos fenólicos e atividade antioxidantes.

Grosso Guillermo Salamanca, Mónica Patricia Osorio Tangarifea y Laura María Reyes Méndez (2017). Propiedades Físico-químicas de Mielles Monoflorales de Encenillo de La Zona Altoandina En Boyacá. Quim. Nova, Vol. 40, N°. 8, p.854-864.

Instituto Adolfo Lutz (2008). Métodos físico-químicos para a análise de alimentos. São Paulo, IV edição.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), (2012) Norma Técnica Colombiana 1273, Miel de Abejas.

Kamal, M. M., Rashid, M. H. U., Mondal, S. C., El Taj, H. F., & Jung, C. (2019). Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. Journal of Food Science and Technology, 56, 2267-2277.

Lurlina, M.O., Fritz, R. (2005) Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology*, v.105, n.3, p. 297-304.

Leticia M. Estevinho, Xesus Feas b, Julio A. Seijas b, M. Pilar Vazquez-Tato (2012). Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization, *Food and Chemical Toxicology* 50; 258–264.,

Lima Kamila Mara Francisca de (2015). Compostos Fenólicos e Atividade Antibacteriana de mel de *Apis mellífera* L., em municípios de Mato Grosso.

Mooz, E. D.; Silva, M. V. (2014) Organic food in the national and international scenarios. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr.* São Paulo, SP, v. 39, n. 1, p. 99-112.

Maneje bem. Produção de mel orgânico na agricultura familiar. Produção de mel orgânico na agricultura familiar, disponível [www.manejebem.com.br/publicacao/novidades/producao-de-mel-organico-na-agricultura-familiar](http://www.manejebem.com.br/publicacao/novidades/producao-de-mel-organico-na-agricultura-familiar) acesso em 2023.

Muribeca Gomes, P. W. P., A. B. J. Souza, R. F. D. (2017). Caracterização físico-química em méis de abelhas produzidos no município de Cachoeira do Arari – Ilha de Marajó, Pará, *Research, Society and Development*, v. 11, n. 3, e34811326532, 2022, (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26532>

M. T. Sancho, S. Muniategui, J. F. Huidobro Y J. Simal (1991). Mieles Del Pais Vasco. X: Tendencia A La Granulacion Honeys From The Basque Country (Spain). X: Tendency To Granulation *Anales De Bromatología*, 283 e 292.

Mattos, C. D. O., de Toledo, M. A. P., & de Miranda, E. E. (1997). Delimitação e caracterização preliminar da Área de Proteção Ambiental do Camanducaia (SP/MG). In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 1997, Curitiba. *Anais... Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente do Paraná.*

Sakač, N., & Sak-Bosnar, M. (2012). A rapid method for the determination of honey diastase activity. *Talanta*, 93, 135-138.

Nganga F, Onditu A, Gachanja A, Ngumba E (2013) Physicochemical analysis of honey in the kenyan retail market. *Food Sci Qual Manag* 12: 30-36.

Olaitan Peter B., Olufemi E. Adeleke, Iyabo O.Ola (2007) Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes, *African Health Sciences*; 7(3): 159-165.

Olivero Verbel, Rafael Enrique (2018). Evaluación de la miel de abejas (*Apis mellifera* L.) producida y comercializada en el departamento del atlántico Barranquilla, Colômbia.

Abelha, O que é mel orgânico. Disponível <https://abelha.org.br/faq/64-o-que-e-mel-organico/#:~:text=%C3%89%20um%20mel%20produzido%20segundo,por%20um%20processo%20de%20certifica%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 20 de jun. de 2023.

Resolución N° 1057 del 23 de Marzo de (2010) del Ministerio de la Protección Social Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que debe cumplir la miel de abejas para consumo humano.

R Core Team (2023). R: A Language and environment for statistical computing. Version 4.3 Computer software. Retrieved from <https://cran.r-project.org>.

Ribeiro R. & Starikoff, Karina Ramirez, (2019) Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado, Revista de Ciências Agroveterinárias 18 (1): 2019 Universidade do Estado de Santa Catarina, Rev. Ciênc. Agrov. Lages, SC, Brasil (ISSN 2238-1171), fls 111 a 118.

Lezama, M. D. R. D., Avelizapa, L. I. R., Rodríguez, A. M. D. P. N., Lara, M. A. A., & Infante, P. E. R. (2020). Determinación de la calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera mellifera* producida en el Municipio de Tepatlaxco, Ver., envasada en vidrio y PET apoyado en un estudio etnobiológico. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan, 8(2), 52-61.

Silva, R. A.; Aquino, I. S.; Evangelista Rodrigues, A. Souza, d. L. (2009). Análise físico-química de amostras de mel de abelhas zamboque (*Frieseomelitta varia*) da região do Seridó do Rio Grande do Norte. Rev Verde, v. 4, p. 70- 75.

Souza, L. B. D. S. (2017). Caracterização físico-química e microbiológica do mel de abelhas (*Apis mellifera*) produzido no território rural de identidade Parque das Emas-Goiás.

Santos Kátia Helena dos & Osiro Denise (2013) Análise da qualidade microbiológica e antimicrobiana dos méis de abelha produzidos na região de Guaxupé, 2013.

Silva, C. L.; Queiróz, A. J. M.; Figueiredo, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, 2004.

Sousa, Juliana Paes Leme de Mello (2014). Perfil Físico-Químico, Composição Química e Capacidade antioxidante de Méis Produzidos por Abelhas Sem Ferrão. Seropédica, UFRRJ,134p.

As diferentes cores do mel (2021). Disponível [www.storenicoya.com/cosecha-miel-2021-we022132](http://www.storenicoya.com/cosecha-miel-2021-we022132).

Serra, (1989). Jesrudio de la validez de los índices que predicen la cristalización de la miel, Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment. 29 (1), 47-62.

Sancho, M. T., Muniategui, S., Huidobro, J. F., & Simal, J. (1991). Mieles del País Vasco. X: Tendencia a la granulación. In Anales de bromatología (Vol. 43, No. 2/3, pp. 283-292).

Vieira, G. H. D. C. (2005). Análise faunística de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) e tipificação dos méis produzidos por *Apis mellifera* L., em área de cerrado no município de Cassilândia/MS (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Zembrzuska, J.; Pakulski, Ł.; Karbowska, B.; Bartoszewicz, J.; Janeba-Bartoszewicz, E.; Selech, J.; Kurczewski, P. The Use of Various Methods in Assessing the Quality of Honey in Terms of the Presence of 5-Hydroxymethylfurfural (Hmf). Preprints 2024, 2024021297. <https://doi.org/10.20944/preprints202402.1297.v1>