



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA**  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – *CAMPUS VII*  
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

**ELIVAN BISPO DE OLIVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ADULTERAÇÃO DE MÉIS DE  
ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellífera*) COMERCIALIZADOS NO PIEMONTE  
NORTE DO ITAPICURU, BAHIA**

Senhor do Bonfim

2025

**ELIVAN BISPO DE OLIVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ADULTERAÇÃO DE MÉIS DE  
ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*) COMERCIALIZADOS NO  
PIEMONTE NORTE DO ITAPICURU, BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas do Departamento de Educação Campus VII da Universidade do Estado da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Maria Elisa da Silva Santos

Senhor do Bonfim

2025

**ELIVAN BISPO DE OLIVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ADULTERAÇÃO DE MÉIS DE  
ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*) COMERCIALIZADOS NO  
PIEMONTE NORTE DO ITAPICURU, BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas do Departamento de Educação Campus VII da Universidade do Estado da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Aprovado em** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**Profa. Me. Maria Elisa da Silva Santos**

Orientador  
Universidade do Estado da Bahia

---

**Profa. Dra. Larissa Silva Souza**

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano

---

**Prof. Me. Maycon dos Santos Souza**

Universidade do Estado da Bahia

Dedico este trabalho à minha mãe Jandira, meu porto seguro em todas as fases da vida; à minha querida esposa, Maria Muritiba de Oliveira, pelo cuidado e apoio nos dias mais desafiadores, às minhas filhas, Evelin Sandra, Emily Samuelle e ao meu filho Alef Sandro, todos razão da minha perseverança e por fim, à saudosa colega Laene Paixão e ao professor Marcos Fábio (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Deus Criador e ao seu Filho Jesus Cristo por ter me conduzido em sabedoria e força e ao Espírito Santo, meu Guia e Consolador.

Agradeço à minha família e aos meus amigos mais chegados que acompanharam de perto as minhas batalhas e acreditaram em mim.

Agradeço à minha orientadora, professora Maria Elisa da Silva Santos, pela paciência, empenho e conhecimentos compartilhados. Obrigado por cada ensinamento e incentivo.

Obrigado professora Ana Paula Guedes, um doce de pessoa, pela dedicação e boa condução do Colegiado de Biologia Campus VII, Senhor do Bonfim.

Agradeço aos professores Gustavo Brandão pela flexibilidade, Marileide Saba e Valdira Santos pela disciplina, Cristiana de Cerqueira pelos “debates”, Marta Santana pela maleabilidade, Maria José Pinho pela simplicidade, Rosana Peixoto pela constância, Álvaro Muller, pelo rigor acadêmico, Gervásio Paulo pelo pragmatismo e Francisco Hilder pela serenidade.

Aos colegas de curso que ultrapassaram primeiro a linha de chegada, em especial, a turma de 2012.1; aos que seguiram outro caminho e aos que vão permanecer um pouco mais. Obrigado pelo companheirismo, troca de experiências e aprendizados que enriqueceram minha trajetória acadêmica.

Gratidão!

*“Quem fica esperando que o vento mude e que o tempo fique bom nunca plantará, nem colherá nada”.*

*(BÍBLIA, Ec, 11, 4)*

## RESUMO

Este trabalho teve como finalidade caracterizar as propriedades físico-químicas e a conformidade de amostras de méis de abelhas africanizadas, utilizando como referência os critérios definidos no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (RTIQM). Foram avaliadas 20 amostras de méis oriundas dos mercados, pequenos comércios e feiras-livres de Senhor do Bonfim, Filadélfia e Ponto Novo, Bahia. As amostras foram submetidas a 8 testes físico-químicos no Laboratório de Controle da Qualidade de Produtos Apícolas da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí. Obteve-se as seguintes porcentagens de inconformidade: umidade e cinzas (0%); acidez livre (5%); açúcares redutores (10%); Sacarose aparente e Sólidos Insolúveis em água (15% cada); Atividade Diastásica (25%) e por fim, hidroximetilfurfural (45%). Os resultados mostraram que 60% das amostras não cumprem os parâmetros exigidos pela legislação em pelo menos 1 (um) requisito. Na comparação entre as três cidades, Filadélfia apresentou 100% de conformidade, exceto para sólidos insolúveis em água com 2 amostras em desacordo. Senhor do Bonfim obteve boa conformidade geral, mas apresentou inconformidade nos parâmetros de acidez livre (12%), atividade diastásica (12%) e HMF (50%). Ponto Novo apresentou a maior quantidade de inconformidades, principalmente nos parâmetros: HMF e atividade diastásica (83% e 67% em desacordo), indicando possível envelhecimento, aquecimento ou adulteração. Os resultados enfatizam a relevância de seguir as normas vigentes para garantir a segurança do consumidor local e valorizar os méis produzidos e comercializados na região.

Palavras-chave: méis de abelha; características físico-químicas; regulamento técnico.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the physicochemical properties and compliance of honey samples from Africanized bees, using the criteria defined in the Technical Regulation of Identity and Quality of Honey (RTIQM) as a reference. A total of 20 honey samples were evaluated, collected from markets, small shops, and open-air fairs in Senhor do Bonfim, Filadélfia, and Ponto Novo, Bahia. The samples underwent eight physicochemical tests at the Quality Control Laboratory for Apicultural Products at Embrapa Meio-Norte in Teresina, Piauí. The following non-compliance percentages were observed: moisture and ash (0%); free acidity (5%); reducing sugars (10%); apparent sucrose and water-insoluble solids (15% each); diastase activity (25%); and hydroxymethylfurfural (45%). Results showed that 60% of the samples did not meet the regulatory standards in at least one parameter. When comparing the three cities, Filadélfia showed 100% compliance, except for water-insoluble solids, with two samples not meeting the standard. Senhor do Bonfim showed good overall compliance but had non-compliance in the parameters of free acidity (12%), diastase activity (12%), and HMF (50%). Ponto Novo presented the highest number of non-conformities, particularly in the parameters of HMF and diastase activity (83% and 67% non-compliance, respectively), indicating possible aging, heating, or adulteration. The results highlight the importance of adhering to current regulations to ensure local consumer safety and to add value to the honey produced and sold in the region.

Keywords: honey; physicochemical characteristics; technical regulation.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	11
2.1	O mel: considerações históricas	11
2.2	O mel: composição e propriedades	12
2.3	Padrões de qualidade do mel	13
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	14
3.1	Tipo de pesquisa	14
3.2	População-alvo	14
3.3	Abrangência geográfica	14
3.4	Obtenção das amostras	15
3.5	Testes físico-químicos	15
3.5.1	Açúcares Redutores	15
3.5.2	Umidade	16
3.5.3	Sacarose aparente	16
3.5.4	Sólidos insolúveis em água	16
3.5.5	Minerais (Cinzas)	16
3.5.6	Acidez Livre	16
3.5.7	Atividade Diastásica	17
3.5.8	Hidroximetilfurfural (Carrez)	17
3.6	Entrega dos resultados	17
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	23
	<b>REFERÊNCIAS</b>	24

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O mel das abelhas *Apis mellifera* é uma substância naturalmente doce e nutritiva produzida pelas abelhas a partir do néctar das flores ou de secreções de partes vivas de plantas utilizando enzimas próprias (Brasil, 2000). Sua composição química é complexa e variável, constituída principalmente por frutose e glicose, incluindo, também, micronutrientes como vitaminas e minerais (White, 1978).

A produção e o comércio de mel têm grande importância econômica para o Brasil, tanto pelo valor agregado quanto pelo potencial de geração de renda para pequenos e médios produtores, além de contribuir para a preservação da biodiversidade ao evitar desmatamentos e queimadas (Aguiar, 2023).

Um fato histórico que contribuiu para esta percepção, foi a introdução do manejo racional por meio de técnicas especializadas a partir dos anos 1970. Na década seguinte (1980), a apicultura foi elevada ao patamar de atividade profissional, em consonância com um perfil mais exigente do consumidor em relação à qualidade dos méis disponibilizados nos mercados públicos (Dácio, *et al.*, 2023). Diante disso, a análise da qualidade do mel emergiu como ferramenta essencial para aferição de indicadores de autenticidade e valor nutricional do produto (Cardoso, 2023).

Na região Nordeste, onde a apicultura é uma atividade tradicionalmente familiar, o setor apícola desempenha um papel econômico significativo e de grande importância socioeconômica (IBGE, 2017), apresentando também elevada competitividade no mercado mundial de produtos apícolas (Vidal, 2023).

A produção de mel, quando praticada de forma racional, não apenas pode atender à demanda comercial, como também garante a qualidade do produto. Por outro lado, o aumento da procura pode desencadear estímulo à prática de adulteração ou, no mínimo, o manejo inadequado com vistas apenas na quantidade, sem a preocupação necessária com a manutenção da qualidade e preservação do produto (Damto; Zewdu; Birhanu, 2024).

A preocupação crescente dos consumidores em adquirir méis de boa procedência tornou imprescindível a atuação do poder público no sentido de estabelecer normas para o enquadramento legal de autenticidade. Com esse objetivo, a Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária (MAPA) instituiu o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Atualmente, o RTIQM é a ferramenta legal mais importante de que dispõem os órgãos fiscalizadores para aferição

dos fatores relacionados à qualidade do mel, verificação de irregularidades e práticas de fraudes (Brasil, 2000).

Dentre as avaliações trazidas pela normativa, há as chamadas físico-químicas. Este tipo de avaliação busca aferir qualidade caracterizando quantitativamente os parâmetros e substâncias constitutivas do mel (White, 1978). A análise físico-química, portanto, das propriedades que compõem o mel, pode identificar variações decorrentes de fatores antrópicos (manejo inadequado/ fraudes) ou ambientais (Azevedo *et al.*, 2016).

A obtenção desse conhecimento é também importante do ponto de vista econômico, pois possibilita maior controle da cadeia produtiva e gera mais credibilidade junto ao consumidor final (Rolim *et al.*, 2016). É por meio da caracterização das propriedades físico-químicas do mel comparadas ao que estabelece a legislação, que é possível aos órgãos a fiscalização efetiva contra práticas inadequadas de manejo ou de adulteração decorrente da adição de açúcares comerciais, solução de açúcar invertido, xarope de milho, entre outros adulterantes

Nesse sentido, este trabalho se ocupou da análise de características físico-químicas de méis de abelhas *Apis mellifera* comercializados nas feiras livres, pequenos comércios e mercados públicos de Senhor do Bonfim, Filadélfia e Ponto Novo, cidades localizadas no estado da Bahia, Piemonte Norte do Itapicuru, no intuito de contribuir para a compreensão da composição e qualidade dos méis produzidos nesta região, com ênfase na identificação de adulterantes e variações nos atributos físico-químicos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O mel: considerações históricas

A popularidade do mel produzido por abelhas africanizadas no Brasil está intrinsecamente relacionada à introdução acidental e à rápida disseminação desses híbridos, que se destacam pela sua capacidade de adaptação, resistência e maior produtividade quando comparados às abelhas europeias (Padilha, *et al.*, 2013).

Em 1956, o geneticista Warwick Kerr trouxe rainhas africanas para um projeto de melhoramento. Em 1957, linhagens escaparam e se cruzaram com abelhas europeias, originando a colônia africanizada. Em menos de cinco décadas, essas abelhas dominaram o território brasileiro e grande parte das Américas, graças à sua adaptabilidade ao clima tropical e capacidade reprodutiva elevada (Garcia, *et al.*, 2013).

Segundo a Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.), antes da introdução das abelhas africanizadas, a produção de mel era muito baixa (cerca de 8 mil toneladas anuais na década de 1950), devido a fraca adaptação das espécies europeias. Com a chegada das abelhas africanizadas, houve um grande aumento na produção, possibilitando a ampliação dessa atividade como uma fonte de renda para os agricultores.

Nos anos 60, apicultores e estudiosos, incluindo membros da Confederação Brasileira de Apicultura (CBA), implementaram novas abordagens de manejo para enfrentar a defensividade das abelhas africanizadas. Em entrevista à BBC News Brasil (2023), o entomólogo Warwick Kerr, considerado pioneiro da apicultura moderna no Brasil, descreve exatamente esse período de adaptação na década de 1960:

[...] quando se estudou seu comportamento e se desenvolveram as indumentárias de proteção, fumigadores maiores, e se passou a criá-la afastada das pessoas e animais e, principalmente, adotadas técnicas de manejo específicas para esse animal [...] porém, um avanço fundamental foi dado em 1965 e 1966 com a diminuição da agressividade das abelhas [...] Cinco anos depois, o problema estava praticamente resolvido [...] para isso, o grupo comprou vinte rainhas italianas ... fez enxertia (Silveira, Evanildo 9 fev. 2023).

Por volta dos anos 1980-1990, a prática de apicultura deixou de ser um passatempo rural para se tornar uma atividade agroindustrial estabelecida no Brasil (Vilela, 2000). O embargo à China em 2001 abriu espaço global, e o Brasil emergiu como importante exportador (Moraes, 2004). Em 2011, registrou-se alta de mais de 97% na produção nacional, impulsionada por mel e própolis das africanizadas, certificadas pelo MAPA e com selos de inspeção (Bomfim, 2017).

O quadro 1 mostra a sucessão de fatos relacionados à história da apicultura brasileira, desde o surgimento das abelhas africanizadas até a consolidação da atividade apícola como um importante mercado nacional e internacional.

Quadro 1 - Linha do tempo da ascensão comercial do mel no Brasil.

Período	Evento e Impacto
1956–1957	Introdução das abelhas africanizadas no Brasil por Warwick Kerr; formação dos primeiros híbridos adaptados ao clima tropical.
1960–1970s	Adaptação de técnicas de manejo para lidar com a defensividade; início da estruturação técnica da apicultura.
1980–1990s	Consolidação da apicultura como atividade econômica; aumento significativo da produção de mel.
2000s–2010s	Crescimento expressivo das exportações impulsionado por certificações e pelo embargo ao mel chinês; valorização da produção nacional.
2020s	Brasil entre os maiores produtores e exportadores de mel, com destaque para o mel orgânico e sustentável de abelhas africanizadas.

Fonte: Silva, (2021).

## 2.2 O mel: composição e propriedades

O mel é uma substância nutritiva e viscosa produzida por meio de um processo natural realizado pelas abelhas. De acordo com o *Codex Alimentarius* (FAO/WHO, 2001), principal documento de importância internacional que estabelece normas de segurança alimentar, o mel é a substância doce natural produzida pelas abelhas a partir do néctar das flores ou de secreções de partes vivas das plantas.

A Instrução Normativa nº 11/2000, que instituiu o RTIQM - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel - desenvolvido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), define o mel com base no próprio *Codex Alimentarius* da seguinte forma:

...produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de/2000, MAPA).

A sua composição físico-química é constituída principalmente por açúcares simples (cerca de 70 a 80% do peso total) com predominância da frutose (38-41%), seguida da glicose (31-35%) e algo em torno de 1 a 5% de sacarose, além de água, enzimas, minerais, aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos (White, 1978).

### **2.3 Padrões de qualidade do mel**

No Brasil, a qualidade do mel é regulamentada por normas nacionais, como a já citada Instrução Normativa nº 11 do MAPA (2000), e internacionais, como o Codex *Alimentarius*, criado em 1963 pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) que é a principal referência internacional para o comércio do mel nos países da Organização Mundial do Comércio (OMC), do qual o Brasil faz parte.

O RTIQM, além de definir o que é mel, se tornou a principal fonte que norteia a fiscalização no âmbito nacional. É nele que estão definidos os parâmetros físico-químicos, como umidade, acidez, atividade diastásica, entre outros que devem ser observados pelos produtores e vendedores de mel para garantir a pureza e autenticidade do produto. O limite máximo para umidade, por exemplo, não deve ser superior a 20%; Segundo ROLIM *et al.* (2018), valores abaixo de 20% de umidade no mel, previne a fermentação precoce, em contrapartida, o teor de água acima desse limite, favorece o risco de fermentação por leveduras osmofílicas, interferindo no sabor, odor e validade do produto.

Outro parâmetro de aferição de qualidade do mel é o hidroximetilfurfural (HMF), um composto orgânico que se forma a partir da desidratação de açúcares redutores, como a glicose e frutose, sob condições de aquecimento excessivo ou estocagem prolongada do mel. O RTIQM estabelece como aceitável a quantidade de HMF inferior ou igual a 60 mg/kg de mel. Embora o HMF não represente risco imediato à saúde humana quando encontrado em pequenas quantidades (Surh, 1994), níveis muito altos, estão associados a efeitos adversos de mutagenicidade e toxicidade em modelos animais levantando preocupações sobre riscos de danos a órgãos internos no longo prazo (Abraham, 2011).

Em relação ao teor de açúcares redutores (frutose e glicose), a exigência legal para méis de abelhas africanizadas é de no mínimo 65 g por 100 g, enquanto para a sacarose aparente, o teor não deve ultrapassar 6 g/100 g (Brasil, 2000). A não conformidade com esses parâmetros em especial, acende um alerta pois, se presume que méis de boa procedência tenham alto teor de açúcares redutores em relação à sacarose. Isso acontece devido ao

trabalho das abelhas na maturação do mel, transformando a sacarose retirada do néctar em açúcares redutores por meio das enzimas digestivas presentes na saliva, especialmente a enzima invertase (White, 1978).

Quando é hidrolisada em meio ácido (inversão), ela se quebra em: Glicose (reduzora) Frutose (reduzora). Com isso, quantidade total de açúcares redutores aumenta. A diferença entre os redutores antes e depois da inversão corresponde à quantidade de sacarose originalmente presente (El Sohaimy *et al.*, 2015).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Tipo de pesquisa**

A pesquisa foi do tipo quantitativa com abordagem analítica dos parâmetros físico-químicos e identificação de possíveis adulterações em amostras de méis de abelhas africanizadas comercializados na microrregião de Senhor do Bonfim, Bahia. Traz, também, um aspecto exploratório na busca por padrões de identificação e não conformidades pouco documentadas na literatura regional.

#### **3.2 População-alvo**

A população-alvo foi composta por méis de abelhas africanizadas comercializados no Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru, mais precisamente nas cidades de Senhor do Bonfim, Filadélfia e Ponto Novo.

#### **3.3 Abrangência geográfica**

As cidades de Senhor do Bonfim, Filadélfia e Ponto Novo estão localizadas no Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru, na Bahia, com populações estimadas em 77.976, 17.897, 18.670 respectivamente. Abrangendo juntas uma extensão territorial de 1.910,858 km<sup>2</sup> (IBGE, 2025), os três municípios representam centros econômicos importantes na região norte da Bahia, com uma economia diversificada que inclui a agricultura (produção de frutas e grãos) e pecuária (principalmente criação de gado).

No que tange a apicultura, a região segue o modelo das pequenas cidades brasileiras com perfil notadamente familiar e carente de apoio especializado, além de suporte do poder público. Felipe Neto *et al.* (2022), apontaram carências de planejamento, organização, gerenciamento técnico e da presença do poder público que geram condições de risco a

sustentabilidade da apicultura, principalmente em regiões de características semiáridas como é o caso destas cidades.

### **3.4 Obtenção das amostras**

Todos os procedimentos de obtenção, armazenagem e envio das amostras seguiram as orientações do Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, disponibilizado no site oficial da Embrapa Meio-Norte no endereço eletrônico <https://www.embrapa.br/meio-norte/coleta> (EMBRAPA, 2020).

Foram obtidas 20 amostras entre os dias 7 e 9 de maio de 2025, por meio de compra direta, sendo 10 em pontos de venda às margens da Rodovia Federal BR-407, entre o distrito de Estiva, em Senhor do Bonfim e o distrito de Nova Represa, em Ponto Novo, cobrindo um trecho de 74 km, e 10 em pequenos comércios e feiras-livres destes municípios, além do município de Filadélfia, Bahia.

As amostras foram colocadas em frascos de plástico de polietileno, novos, com tampas rosqueáveis, contendo em cada frasco 200 g de mel homogeneizado. Foram identificados individualmente a lápis em folha de papel ofício afixado com fita adesiva transparente. Em seguida, foram envolvidos em sacos plásticos esterilizados com álcool 70% e embalados numa caixa higienizada medindo 30cm de altura, 20cm de largura por 30cm de comprimento.

Foi preenchida uma ficha de requisição de análise com nome do requisitante, endereço, identificação das amostras e especificação das análises solicitadas e enviados através dos Correios para o Laboratório de Controle da Qualidade de Produtos Apícolas da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí.

### **3.5 Testes físico-químicos**

Foram realizados os seguintes testes físico-químicos: Açúcares Redutores, Umidade, Sacarose aparente, Sólidos Insolúveis em água, Minerais (Cinzas), Acidez Livre, Atividades Diastásica e Hidroximetilfurfural (HMF). Todos seguindo os métodos da A.O.A.C. adotados pela EMBRAPA seguindo as orientações do *Codex Alimentarius*

#### **3.5.1 Açúcares Redutores**

Para determinar a quantidade de glicose e frutose, foi utilizado o método Fehling.

O mel foi diluído em água e tratado com reagente de clarificação (Carrez I e II). Foi adicionado o reagente de Fehling e feito o aquecimento controlado. Foi feita a titulometria

com solução de azul de metileno (como indicador redox). Por fim, foi feito o cálculo da concentração de açúcares redutores.

### **3.5.2 Umidade**

A umidade no mel correspondeu ao percentual de água presente na amostra. O método utilizado foi o recomendado pelo Codex *Alimentarius*, pela International Honey Commission (IHC) e pela legislação brasileira (MAPA). Baseia-se na relação entre a umidade e o índice de refração do mel.

### **3.5.3 Sacarose aparente**

A análise baseou-se na diferença entre os teores de açúcares redutores antes e depois da inversão da sacarose (hidrólise ácida). A sacarose foi quimicamente convertida em glicose e frutose (açúcares redutores) e, com isso, a quantidade adicional de redutores obtida foi proporcional à sacarose presente originalmente.

Foi determinado os açúcares redutores antes da inversão ácida por titulação usando solução de Fehling. Depois foi realizada a inversão da sacarose (adição de ácido clorídrico e aquecimento).

### **3.5.4 Sólidos insolúveis em água**

Foi diluído a amostra de mel em água quente (~80 °C). Filtrou-se a solução em papel de filtro previamente seco e pesado. O resíduo foi lavado, seco em estufa e pesado novamente. O resultado foi expresso como g de sólidos insolúveis por 100 g de mel.

### **3.5.5 Minerais (Cinzas)**

Foi colocada uma amostra de mel (10 g) em um cadinho de porcelana previamente tarado. A amostra foi levada à mufla (forno) a 550–600 °C até incineração completa. Após o resfriamento, pesou-se o resíduo. O resultado foi expresso em % de cinzas (g de cinzas por 100 g de mel).

### **3.5.6 Acidez Livre**

O teste de acidez livre verificou a quantidade de ácidos livres nas amostras. O resultado foi dado em miliequivalentes por kg (mEq/kg).

Pesou-se 10,0 g de mel em um Becker de 100 mL. Depois foi adicionado 75 mL de água destilada e agitada até a dissolução total. Depois, foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína à solução e titulado com NaOH 0,05 mol/L, gota a gota, até o aparecimento de uma coloração rosa-clara persistente.

Foi anotado o volume de NaOH gasto (V, em mL) e calculado a acidez livre em mEq/kg seguindo a fórmula  $V \times 5$ , onde, V é igual ao volume de NaOH (mL) utilizado na titulação e 5 igual ao fator de conversão (relacionado à normalidade do NaOH e peso do mel)

### **3.5.7 Atividade Diastásica**

Para a determinação de atividade diastásica foi utilizado o método Schade, que mediu a velocidade com que a diástase do mel decompôs amido em condições controladas.

O mel foi diluído em uma solução tampão. Adicionou-se solução de amido como substrato da reação. A amostra foi incubada a 40 °C e monitorada.

Em intervalos regulares, foram retiradas alíquotas e misturadas com iodo, que reagiu com o amido restante. Logo após, foi medida a intensidade da cor (amido remanescente) por espectrofotometria a 660 nm.

Determinou-se quanto amido foi degradado em um tempo determinado. O cálculo foi expresso em número de Schade (DN = Diastase Number) 1 unidade de Schade é igual a quantidade de enzima que decompõe 0,01g de amido por hora a 40 °C.

### **3.5.8 Hidroximetilfurfural (Carrez)**

A análise para determinar o nível de HMF seguiu a técnica descrita por White (1979) e adotada pelo Codex *Alimentarius*, pela AOAC e pela International Honey Commission (IHC) como método oficial para a análise de HMF.

## **3.6 Entrega dos resultados**

Os resultados dos ensaios foram disponibilizados em laudos assinados pela pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Dra. Ana Lúcia Horta Barreto, CRQ 18.200.048 – 18ª Região. As características físico-químicas observadas nas 20 (vinte) amostras, foram evidenciadas através de testes referendados em normas internacionais adotadas pelo Brasil e comparadas com os parâmetros impostos pela IN 11/2000 (Brasil, 2000), conforme quadro 2.

**Quadro 2 – Parâmetros de análise físico-química de méis de acordo com IN nº 11/2000**

<b>Ensaio</b>	<b>Parâmetros IN nº 11/2000</b>	<b>Referência</b>
<b>Açúcares Redutores</b>	Mín. 65g/100g	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.1
<b>Umidade</b>	Máx. 20g/100g	A.O.A.C. 16 Edition, Ver. 4, 1998-969.38B
<b>Sacarose aparente</b>	Máx. 6g/100g	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.2
<b>Sólidos Insolúveis em água</b>	Máx. 0,1g/100g	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.4
<b>Minerais (cinzas)</b>	Máx. 0,6g/100g	CAC/Vin. III, Supl. 2, 1990, 7.5
<b>Acidez Livre</b>	Máx. 50mEq/kg	A.O.A.C. 16 Edition, Ver. 4, 1998-962.19
<b>Atividade Diastásica</b>	Mín. 8 esc. Schade	CAC/Vol. III, Supl. 1990, 7.7
<b>Hidroximetilfurfural (HMF)</b>	Máximo 60mg/kg	A.O.A.C. 16 Edition, Ver. 4, 1998-980.23

**Fonte:** próprio autor com base em laudos disponibilizados pela EMBRAPA Meio-Norte.

CAC – Codex Alimentarius Commission (Comissão do Codex Alimentarius)

A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists (Associação de Químicos Analíticos Oficiais).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram trabalhados 8 parâmetros para cada uma das 20 amostras analisadas: Açúcares Redutores, Umidade, Sacarose aparente, Sólidos Insolúveis em água, Cinzas, Acidez, Diastase e Hidroximetilfurfural (HMF). Os resultados estão expostos na tabela 1. Estes parâmetros seguem exatamente a ordem como consta na Instrução Normativa n° 11/2000, do Ministério da Agricultura e Pecuária e compõem o grupo ao qual a legislação estabelece critério objetivo de aferição de qualidade e controle da fiscalização.

Tabela 1 - Dados globais dos ensaios realizados em 20 amostras de méis de abelhas africanizadas

AM	AR ≥ 65 g/100	Umidade ≤ 20 g/100	Sacarose ≤ 6 g/100	Insolúveis ≤ 0,1 g/100	Cinzas ≤ 0,6 g/100	Acidez ≤ 50 mEq/ kg	Diastase ≥ 8 esc. Shade	HMF ≤ 60 mg/kg	Confor- midade
M1	73,92	15,84	0,88	0,09	0,13	22,02	11,07	10,63	Acordo
M2	67,8	15,92	5,38	0,06	0,17	41,22	19,41	<b>95,22</b>	Desacordo
M3	71,52	17,69	2,53	0,08	0,01	<b>80,97</b>	<b>1,46</b>	<b>1112,99</b>	Desacordo
M4	70,20	17,24	4,51	0,07	0,16	45,93	16,61	<b>98,03</b>	Desacordo
M5	68,86	19,50	3,32	0,03	0,06	34,01	8,13	<b>69,61</b>	Desacordo
M6	70,52	16,22	5,29	0,05	0,31	35,76	29,74	16,61	Acordo
M7	73,00	16,36	1,56	0,09	0,13	20,3	21,55	4,08	Acordo
M8	68,54	16,56	3,63	0,06	0,38	34,95	25,75	21,22	Acordo
M9	76,97	16,41	1,94	0,05	0,10	17,82	13,46	0,50	Acordo
M10	76,07	17,62	1,50	0,08	0,15	26,07	14,99	7,49	Acordo
M11	69,36	18,18	1,57	<b>0,22</b>	0,14	29,24	15,12	21,27	Desacordo
M12	69,63	17,52	1,90	0,10	0,17	29,93	34,77	6,05	Acordo
M13	70,82	16,83	3,17	0,10	0,18	35,64	15,04	7,38	Acordo
M14	71,83	16,44	2,03	<b>0,24</b>	0,11	25,72	18,65	12,79	Desacordo
M15	68,55	17,11	<b>8,82</b>	0,07	0,20	40,94	<b>1,44</b>	<b>316,94</b>	Desacordo
M16	<b>64,80</b>	14,57	<b>9,03</b>	0,08	0,21	18,88	<b>0,95</b>	<b>290,79</b>	Desacordo
M17	69,20	16,88	5,98	0,07	0,12	41,31	<b>0,80</b>	<b>250,41</b>	Desacordo
M18	<b>64,55</b>	14,41	<b>7,09</b>	0,08	0,13	23,15	<b>1,08</b>	<b>290,41</b>	Desacordo
M19	72,91	18,49	2,84	0,08	0,13	46,27	17,26	<b>133,17</b>	Desacordo
M20	72,52	15,79	0,85	<b>0,13</b>	0,54	25,16	16,19	23,89	Desacordo

**Fonte:** o próprio autor com base nos laudos laboratoriais da Embrapa Meio-Norte.

AM – Amostras de méis; AR – Açúcares redutores; HMF - Hidroximetilfurfural

Os dados demonstraram que das 20 amostras analisadas, 12 (60%), não cumpriram os requisitos impostos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (RTIQM) em pelo menos um parâmetro. Num estudo realizado em Irati-PR, Basilio e colaboradores (2020), encontraram em 12 amostras de méis 91,66% com pelo menos uma inconformidade

em parâmetros físico-químicos, resultado consideravelmente maior. Quanto ao HMF o achado foi de 83,33%. Um valor muito acima do máximo legal (60mg/kg).

As taxas de conformidade para cada parâmetro comparado a IN nº 11/2000 foram as seguintes: Umidade e Cinzas (100%); Acidez Livre (95%); Açúcares Redutores (90%); Sacarose aparente e Sólidos Insolúveis em água (85%); Atividade Diastásica (75%) e por fim, Hidroximetilfurfural (55%).

Os teores de Umidade e Cinzas variaram de 14,41 a 19,50 e de 0,01 a 0,54 respectivamente, estes valores estão dentro dos padrões estabelecidos na legislação que é de 20 g/100 g para umidade e de 0,1 g/100 g para cinzas (Brasil, 2000). A umidade mede a quantidade de água na composição do mel e é importante que esteja dentro de uma margem abaixo de 20 g por 100 g para preservação da vida útil. Damto; Zewdu; Birhanu (2023) preservaram compostos sensíveis, evitando fermentação e degradação excessiva em méis com a umidade que variava entre 12,21% e 18,74%.

Valores baixos de umidade foram interpretados por Majewsca; Druzynska; Wolosiak (2019) como adequados e relacionados à baixa contaminação do mel e o índice de cinzas abaixo de 0,6 g/100 g como um bom indicador de pureza e origem floral. Por outro lado, níveis muito altos de cinzas podem apontar para adição de melaço, resíduos de solo ou manipulação inadequada. Mantê-las dentro do padrão demonstra boa prática de higiene e processamento (Oliveira *et al.*, 2017).

Em relação ao teor de acidez livre, os dados demonstraram indício pontual de não conformidade. O grau de acidez variou de 17,82 a 80,97 mEq/kg, sendo este último, a única amostra fora do padrão. Zaldivar-Ortega e colaboradores (2024), afirmam que o mel com acidez mais alta pode prolongar a vida útil, mas que há um ponto de equilíbrio. Valores acima dos padrões legais afetam o sabor e a comercialização. Já Manickavasagam, Saaid, Lim (2023), destacam que exceder 50 mEq/kg geralmente aponta para deterioração via fermentação ou hidrólise de lactonas, o que compromete a qualidade e segurança alimentares.

A análise geral dos resultados apontou um alto índice de aprovação no quesito açúcares redutores (90%). Um estudo realizado por Romani e colaboradores (2024), no Vale do Rio Bois, Goiás, evidenciou que a maioria das amostras também alcançou um grau de açúcares redutores acima de 65 g/100 g. Já no Sul do Brasil, Silva e colaboradores (2024), encontraram resultados para açúcares redutores que variaram entre 49,07 e 60,25 g/100g, sugerindo baixa maturação ou possível adulteração.

No que tange aos sólidos insolúveis em água, 85% se mostrou dentro das especificidades da legislação, variando entre 0,03 e 0,24 g/100 g, Liberato e colaboradores, (2013) apresentaram no Ceará, amostras de mel com insolúveis em água entre 0,03 e 0,18 g/100 g. Insolúveis em água corresponde a partículas que não se dissolvem em água quente (~80 °C), incluindo partículas de cera, partes de abelha (como pernas e asas), resíduos vegetais, partículas de solo ou poeira (Souza, *et al.*, 2019). Valores acima de 0,1 g/100 g apontam para falhas na coleta, falta de centrifugação ou filtragem adequada.

Os valores obtidos nos testes mostraram que os parâmetros críticos foram atividade diastásica com conformidade de 75% e HMF, com conformidade de 55%, ficando abaixo das expectativas legais em 25% e 45% das amostras, respectivamente. Conforme o regulamento brasileiro (RTIQM, IN nº11/2000), o mínimo legal para atividade diastásica no mel é de 8 na escala Shade, exceto se o HMF for  $\leq 15$  mg/kg, neste caso passa a ser  $\leq 3$ .

Valores altos obtidos em testes de diastase costumam se comportar inversamente aos obtidos de HMF. Souza e colaboradores (2010), no sudoeste da Bahia, confirmaram essa tendência em estudos que correlacionaram atividade diastásica e HMF. Isso ocorre porque os fatores de influência, como exposição do mel a temperaturas elevadas ou longos períodos de estocagem, afetam negativamente os dois parâmetros. Enquanto situações assim fazem decair os níveis de atividade enzimática no mel, por outro lado, elevam a quantidade de hidroximetilfurfural.

Em comparação com a literatura, estudos de *Apis mellifera* na Paraíba e Ceará indicam comportamento semelhante, com problemas mais acentuados em parâmetros termossensíveis, um padrão que se intensifica em zonas com clima quente e práticas de manipulação que não priorizam controle térmico. A necessidade de capacitação técnica dos produtores para controle de temperatura e tempo de aquecimento, bem como a adoção de condições sanitárias e de embalagem que minimizem o HMF após a colheita, é recorrente na literatura e está diretamente reforçada pelos nossos resultados.

A ocorrência de níveis normais de açúcares redutores e sacarose aparente em amostras com indícios de aquecimento ou envelhecimento sugere que certos tipos de adulteração ou degradação podem não ser facilmente detectados apenas por esses dois parâmetros. Isso é corroborado por Souza *et al.* (2013), que analisaram 47 amostras de mel de diferentes regiões da Bahia e relataram inconformidades em características como acidez, umidade e açúcares redutores, ainda que alguns valores estivessem dentro dos limites legais. Tal situação demonstra que a conformidade de alguns parâmetros não garante, por si só, a autenticidade e a

qualidade global do mel, reforçando a importância de um conjunto amplo de testes físico-químicos.

Na comparação entre as amostras das três cidades, Filadélfia apresentou 100% de conformidade em quase todos os parâmetros, exceto para sólidos insolúveis em água que obteve inconformidade em 2 amostras das 6 analisadas (Figura 1).

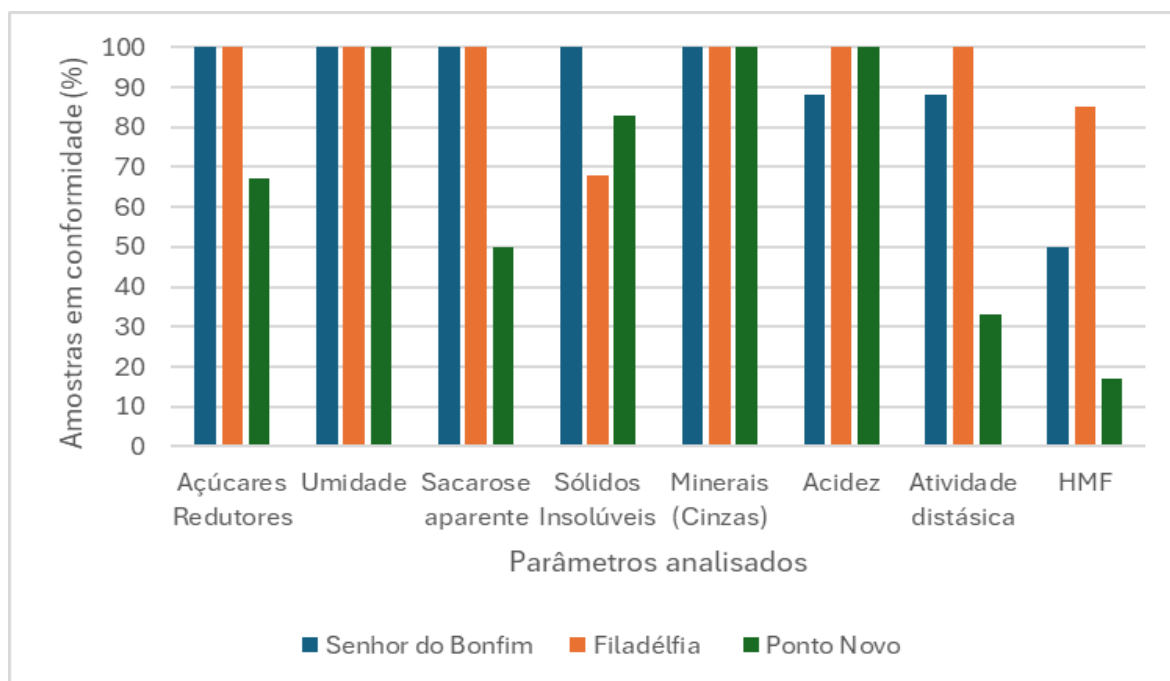


Figura 1 - resultados das análises físico-químicas do mel por cidade

As amostras coletadas em Senhor do Bonfim apresentaram boa conformidade geral, mas falharam principalmente nos parâmetros de Acidez Livre (12%), Atividade Diastásica (12%), HMF (50%);

Ponto Novo apresentou a maior quantidade de inconformidades, nos seguintes parâmetros: HMF (83% em desacordo) indicando possível envelhecimento, aquecimento ou adulteração. Atividade Diastásica (67%) que pode estar associada à perda de enzimas por envelhecimento ou aquecimento excessivo do mel. E no quesito sacarose aparente (50%), indicou possível adulteração ou colheita prematura.

Em relação aos açúcares redutores (33%) apresentou-se abaixo do limite, sugerindo qualidade inferior ou diluição. Sólidos Insolúveis (17%). indicando problemas de filtração ou impurezas.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram que as propriedades físico-químicas dos méis comercializados no Piemonte Norte do Itapicuru atendem, em sua maior parte, as exigências impostas pela Instrução Normativa nº 11/2000 e que, embora os resultados não tenham sido conclusivos para atestar práticas de adulteração, é necessário estar em alerta constante tendo em vista a importância econômica da atividade apícola em nossa região, bem como os cuidados com a segurança alimentar.

De forma geral, a presente análise evidenciou que, mesmo com alta conformidade em vários parâmetros, a presença significativa de amostras com baixa atividade diastásica e HMF elevado compromete a qualidade bioquímica e funcional do mel. Isso não apenas reduz seu valor agregado no mercado, como também pode afetar sua percepção de autenticidade e benefícios para o consumo.

A análise físico-química das amostras de mel avaliadas neste estudo revelou um elevado índice de não conformidade. 60% das 20 amostras analisadas apresentaram parâmetros fora dos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os principais fatores de reprovação foram os altos teores de hidroximetilfurfural (HMF) e os baixos índices de atividade diastásica, ambos indicativos de aquecimento excessivo, má conservação ou envelhecimento do produto. Esses dados acendem um alerta quanto à qualidade do mel comercializado na região estudada, sobretudo por seu potencial impacto na saúde do consumidor e na credibilidade do produto no mercado.

Outro fator relevante é a baixa atividade diastásica observada, associada à degradação enzimática do mel, a qual pode ocorrer naturalmente com o tempo, mas é acelerada pelo aquecimento. Essa prática, quando feita propositalmente, visa melhorar a aparência do mel cristalizado, porém compromete significativamente sua qualidade nutricional e enzimática. Segundo Reis *et al.* (2021), ao estudarem méis produzidos no semiárido baiano, as variações físico-químicas identificadas podem estar relacionadas tanto à origem floral quanto à manipulação inadequada durante o processamento e armazenamento.

Quanto aos açúcares, o fato de açúcares redutores e sacarose aparente terem 85–90% de conformidade sugere que, apesar de haver envelhecimento ou aquecimento, não se observou adulteração com açúcares exógenos em níveis superiores aos limites legais.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, Klaus; GÜRTLER, Rainer; BERG, Katharina; HEINEMEYER, Gerhard; LAMPEN, Alfonso; APPEL, Klaus E. Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. **Molecular Nutrition & Food Research**, Wiley-VCH, v. 55, n. 5, pp. 667–678, abr. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21462333/>. Acesso em: 3 jul. 2025.
- AGUIAR, Andréia da Silva; FURTADO, Eduarda Arlindo; ROSA, Felipe de Lima. A produção de mel apícola: importância socioeconômica e aspectos da cadeia produtiva. **Facit Business and Technology Journal**, Araguaína, TO, v. 1, n. 41, pp. 229-245. Abr. 2023. Disponível em: <https://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/2060>. Acesso em: 07 jul 2025.
- AZEVEDO, Adriano Rodrigues de. **Produção de alimentos e mudanças climáticas: a importância da agroecologia e da apicultura como alternativas para mitigação de impactos**. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2016. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/15700>. Acessado em: 24 jun. 2025.
- BASILIO, Tais Ariela; ANTONIOLLE, Eloise; SCHMITZ, Edineia Paula Sartori; STARIKOFF, Karina Ramírez. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis da cidade de Irati-PR. **Higiene Alimentar**, Realeza, PR, v. 34, n. 291, p. e1030, dez. 2020. ISSN 2675-0260. DOI: <https://doi.org/10.37585/HA2020.02meis>. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/avaliacao-da-qualidade-fisico-quimica-e-microbiologica-de-meis-da-cidade-de-irati-pr/>. Acesso em: 17 jun. 2025.
- BOGDANOV, Stefan; (2002). Harmonised methods of the International Honey Commission. **International Honey Commission (IHC)**. 1-62. Disponível em: <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>. Acessado em: 02 jun. 2025.
- BOMFIM, Isac Gabriel Abrahão.; OLIVEIRA, Mikail Olinda de; FREITAS, Breno Magalhães. A cadeia agroindustrial da apicultura: evolução na segunda metade do século XX. **FUNECE**, Fortaleza, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320907746\\_A\\_cadeia\\_agroindustrial\\_da\\_apicultura](https://www.researchgate.net/publication/320907746_A_cadeia_agroindustrial_da_apicultura). Acesso em: 10 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. **Diário Oficial**: República Federativa do Brasil, seção I, Brasília, DF, pp. 16-17, 23 out. 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/IN11de2000.pdf>. Acesso em: 25 maio 2025.
- CARDOSO, Maria Helena do Souza; SALES, Maria Cecília Palmeira; NASCIMENTO, Felipe Santos; PAIVA, Pablo Matheus Fernandes de; MOTA SOUSA, Francisco de Assys Romero da; MASCARENHAS Nágela Maria Henrique; GURJÃO, Thyago Araújo; PORTO FILHO José Matias. Importância da análise físico-química no Mel como atributo de qualidade para a inspeção sanitária. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**,

Pombal - PB, v. 12, n. 1, 2023. Disponível em:

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/10056/12123>. Acesso em: 29 jun. 2025.

COLETA e amostra de mel: Protocolo para análises de amostras externas de mel. **EMBRAPA Meio-Norte**, Teresina. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-norte/coleta>. Acesso em: 4 abr. 2025.

DÁCIO, Raony Ferreira da Silva; BARRETO, Willian de Souza; FERREIRA, Maiara dos Santos; SANTOS, Alex Reis. Perfil comportamental do consumidor de mel de abelha no município de Parintins-AM. **REVISTA OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, Curitiba, v. 21, n. 8, p. 8348-8363, 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/920>. Acesso em: 06 jun. 2025.

DAMTO, Teferi; ZEWDU, Ashagrie; BIRHANU, Tarekegn. Impact of different adulterants on honey quality properties and evaluating different analytical approaches for adulteration detection. **Journal of Food Protection**, [S. l.], v. 87, p. 100241, 2024. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100241>. Acesso em: 28 mar. 2025.

EL SOHAIMY, Sobhy Ahmad; MASRY, Saad; SHEHATA, Mohamed; Physicochemical characteristics of honey from different origins. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 60, n. 2, p. 279–287, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>. Acesso em: 3 jun. 2025.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization. *Codex Alimentarius*. Standard for Honey (CODEX STAN 12-1981). Disponível em: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>. Acesso em: 24/05/2025.

FELIPE NETO, Carlos Antônio Lira; AMARAL, Xaila Sant Anna; SOUSA, Francisco de Assis Salviano. Sustentabilidade apícola em ambiente semiárido do Brasil: determinação de pontos críticos. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, Anápolis, v. 11, n. 4, pp. 29-47, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i4.p29-47>. Acesso em: 17 jul. 2025

GANAPATY, Manickavasagam; SAAID, Mardiana; LIM, Vuanghao. Impacto do armazenamento prolongado na avaliação da qualidade das propriedades constituintes do mel: uma revisão. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 89, ed. 2, pp. 811-833. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16921>. Acesso em: 22 maio 2025.

GARCIA, Regina Conceição; OLIVEIRA, Newton Tavares Escocard de; CAMARGO, Simone Cristina; PIRES, Bruno Garcia. OLIVEIRA, Carlos Antônio Lopes; TEIXEIRA, Rodrigo de Almeida; PICKLER, Maricéia Ana. Correlated traits and heritability in Africanized honeybees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 2, pp. 74–81, mar./abr. 2013. DOI: 10.1590/S0103-90162013000200003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5714>. Acesso em: 9 jun. 2025.

INTRODUÇÃO das abelhas africanas. **Associação Brasileira de Estudos das Abelhas**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://abelha.org.br/apicultura/#>. Acesso em: 03 jun. 2025.

LIBERATO, Maria da Conceição Tavares Cavalcanti; DE MORAIS, Selene Maia; MAGALHÃES, Carlos Emanuel de Carvalho; MAGALHÃES, Islay Lima; CAVALCANTI, Daniel Bomfim; SILVA, Marina Maciel de Oliveira. Propriedades físico-químicas e teores de minerais e proteínas de amostras de mel do estado do Ceará, Nordeste do Brasil

MAJEWSKA, Ewa; DRUŻYŃSKA, Beata; WOŁOSIAK, Rafał. Determination of the botanical origin of honeybee honeys based on the analysis of their selected physicochemical parameters coupled with chemometric assays. **Food Science and Biotechnology**, v. 28, n. 5, pp. 1307–1314, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00598-5>. Acesso em: 3 jun. 2025.

MARQUELE-OLIVEIRA, Franciane; CARRÃO, Daniel Blascke; SOUZA, Rebeca Oliveira de; BAPTISTA, Nathalia Ursoli; NASCIMENTO, Andresa Piacezzi; TORRES, Elina Cássia; MORENO, Gabriela de Pádua; BUSZINSKI, Andrei Felipe Moreira; MIGUEL, Felipe Galeti; CUBA, Gustavo Luis; DOS REIS, Thaila Fernanda; LAMBERTUCCI, Joelma; REDHER, Carlos; BERRETTA, Andresa. Fundamentals of Brazilian honey analysis: an overview. In: BERRETTA, Andresa A. (Org.). **Honey analysis**. Rijeka: InTechOpen, 2017. cap. 7. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/67279>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MORAES, Antônio Luiz Machado de. **A liberalização econômica da China e sua importância para as exportações do agronegócio brasileiro**. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004. 92 p. (Texto para Discussão, n. 22). ISSN 1677-5473. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/109088/1/sgetexto22.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA/ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Programa Conjunto FAO/OMS de Padrões Alimentares Comissão do Codex Alimentarius**. Roma, 2001. Disponível em: <https://www.fao.org/4/y2770e/y2770e00.htm#:~:text=Codex%20Alimentarius%20%2D%20Food%20Labelling%20%2D%20Complete%20Texts%20%2D%20Revised%202001&text=The%20designations%20employed%20and%20the,of%20its%20frontiers%20or%20boundarie>. Acesso em: 6 abr. 2025.

PADILHA, Alessandro Haiduck; SATTLER, Aroni; COBUCI, Jaime Araújo; McMANUS, Conceito Margaret Genetic parameters for five traits in Africanized honeybees using Bayesian inference. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 36, n. 2, pp. 207–213, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gmb/a/Zd7rCyFCyqL9YxF5vvHYdvc/>. Acesso em: 22 maio 2025.

QUEIROZ ROLIM, Maria Betania de; ANDRADE, Gilcifran Prestes; ROLIM, Amália Maria; FRANQUE, Marcos Pinheiro; DE LIMA, Paulo Fernandes; DE MOURA, Andrea Paiva Botelho. Microbiological quality of honeys marketed in Recife-PE on isotopic evaluation. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 4, pp. 298-304, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/5532>. Acesso em: 25 de maio 2025.

SILVA, Irana Paim; CALDAS, Maiara Janine Machado; MACHADO Cerilene Santiago; NASCIMENTO, Andreia Santos; LORDÊLO, Maurício Santana; BÁRBARA, Marivalda Figueiredo Santa; CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes. (2020). Atividade antioxidante e propriedades físico-químicas do mel de abelhas sociais do semiárido brasileiro. *Jornal de Pesquisa Apicultura*, v. 60, ed. 5, pp. 797–806.  
<https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1823671>

SILVA, Mateus Gonçalves; MEDEIROS, Aline Carla; MARACAJA, Patrício Borges. Apicultura brasileira: aspectos técnicos e práticos no manejo de Abelhas africanizadas. In book: **Ciências Agrárias: Inovação, Tecnologia, Desenvolvimento e Extensão**, v. único, pp.190, Gepra Editora, Guarabira, set. 2021. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/354342381\\_APICULTURA\\_BRASILEIRA\\_ASPECTOS\\_TECNICOS\\_E\\_PRATICOS\\_NO\\_MANEJO\\_DE\\_ABELHAS\\_AFRICANIZADAS](https://www.researchgate.net/publication/354342381_APICULTURA_BRASILEIRA_ASPECTOS_TECNICOS_E_PRATICOS_NO_MANEJO_DE_ABELHAS_AFRICANIZADAS). Acesso em: 3 jun. 2025.

SILVEIRA, Evanildo da. Como brasileiro criou 'abelhas assassinas' por acidente e revolucionou a apicultura. **BCC News Brasil**, São Paulo, 19 jan. 2023. Disponível em:  
<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-64329040>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SURH, Young-Joon; TANNENBAUM, Steven; LIEM, Amy; MILLER, Jmaes; 5-Sulfooxymethylfurfural as a possible ultimate mutagenic and carcinogenic metabolite of the Maillard reaction product, 5-hydroxymethylfurfural **Carcinogenesis**, Oxford, v. 15, n. 10, pp. 2375–2377, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1093/carcin/15.10.2375>. Acesso em: 5 jul. 2025

VIDAL, Maria de Fátima; MEL NATURAL. **Caderno Setorial ETENE** - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, ano 8, n. 263, maio 2023.

VILELA, Sérgio Luiz de Oliveira. **A importância das novas atividades agrícolas ante a globalização: a apicultura no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 228 p. ISBN 85-88388-02-2. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/62653>. Acessado em: 29 maio 2025.

WHITE Jr., Jonathan; RUDYJ, Orest; The protein content of honey. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 17, n. 4, pp. 234–238, 1978. DOI: 10.1080/00218839.1978.11099932. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00218839.1978.11099932>. Acesso em: 23 mar. 2025.

ZALDIVAR-ORTEGA, Ana Karen; CENOBIO-GALINDO, Antonio Jesús; MORFIN, Nuria; AGUIRRE-ÁLVAREZ, Gabriel; CAMPOS-MONTIEL, Rafael; ESTURAU-ESCOFET, Nuria; GARDUNO- GARCIA, Angel; ANGELES-HERNANDEZ, Juan Carlos. The Physicochemical Parameters, Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Honey from Stingless Bees and *Apis mellifera*: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Antioxidants**. Basel, 2024, v. 13, ed. 12. DOI: 10.3390/antiox13121539. Disponível em:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39765867/>. Acesso em: 04 jun. 2025.