

UNIVERSIDADE ANHANGUERA-UNIDERP

AIRTON JOSE CHRIST

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÉIS PRODUZIDOS EM
DIFERENTES APIÁRIOS DE BARRA DO BUGRES, MATO GROSSO:
INFLUÊNCIA DA FLORADA E DA ÉPOCA DO ANO**

Campo Grande

2023

AIRTON JOSÉ CHRIST

**Caracterização físico-química de méis produzidos em diferente apiários
de Barra do Bugres, Mato Grosso: influência da florada e da época do ano**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio Sustentável da Universidade Anhanguera-Uniderp, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio Sustentável.

Comitê de Orientação

Prof. Dr. Ademir Kleber Morbeck de Oliveira

Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho

Campo Grande

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C554c Christ, Airtton Jose
Caracterização físico-químico de méis produzidos em diferentes apiários de Barra do Burguês, Mato Grosso: influência da florada e da época do ano) / Airtton Jose Christ. – Campo Grande, 2023.
91 fl.

Orientador: Dr. Ademir Kleber Morbeck de Oliveira

Coorientador: Dr. José Wilson Pires Carvalho
Dissertação (mestrado profissional em Produção e Gestão Agroindustrial) – Universidade Anhanguera Uniderp, 2023.

1. Análises físico-químicas do mel. 2. Qualidade do mel. 3. *Apis mellifera*. I. Oliveira, Ademir Kleber Morbeck de II. Carvalho, José Wilson Pires III. Título.

CDD 641.38

Raquel Torres – CRB 8 10534



FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Airton José Christ

Dissertação defendida e aprovada em 08 de novembro de 2023 pela banca examinadora:

Prof. Dr. Ademir Kleber Morbeck de Oliveira (Orientador)
Doutor em Ciências

Prof. Dr. José Carlos Pina (Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul)
Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

Profa. Dra. Bianca Obes Corrêa (Universidade Anhanguera-Uniderp)
Doutora em Fitopatologia

SUMÁRIO

1	Resumo Geral	05
2	General Summary	06
3	Introdução Geral	07
4	Revisão de Literatura	10
4.1	As abelhas do gênero <i>Apis</i> no Brasil: origem, características, produção e polinização	10
4.2	O mel brasileiro: produção, exportação e diversidade	12
4.3	Produção de mel em Mato Grosso: potencialidades e desafios dos três biomas	13
4.4	Composição química do mel e seus fatores determinantes	16
4.5	Legislação brasileira sobre parâmetros de qualidade e identidade do mel	18
4.6	Adulteração e quantidade do mel	20
4.7	Etapas do beneficiamento do mel: da colheita ao envase	24
4.7.1	Preparação e análises das amostras	26
5	Referências Bibliográficas	37
6	Artigos	49
	Artigo I - Propriedades físico-químicas de méis de <i>Apis mellifera</i> em três apiários de Barra do Bugres, Mato Grosso	49
	Resumo	49
	Abstract	50
	Introdução	51
	Material e Métodos	53
	Resultados e Discussão	58
	Conclusão	65
	Referências Bibliográficas	66
	Documento Técnico	75
7	Conclusão Geral	89
	Anexo	91

1. Resumo geral

O mel é um produto derivado do néctar das flores ou secreções das plantas que as abelhas coletam, e tem uma composição complexa de açúcares, proteínas, ácidos orgânicos e outros compostos bioativos. Suas características dependem da origem floral ou vegetal do néctar. Objetivou-se com este trabalho: avaliar as características físico-químicas de méis de três diferentes apiários em Barra do Bugres, Mato Grosso, no período de setembro de 2021 a outubro de 2022. Esse estudo se insere na linha de pesquisa em Produção Agropecuária Sustentável, do Programa de Mestrado Profissional em Agronegócio Sustentável. Foram analisados a cor, umidade, pH, acidez, cinzas, condutividade, viscosidade, grau brix, teste de *Lund* e o teste de *Fiehe*, seguindo métodos padrão. A cor variou do âmbar claro ao escuro, sendo que a maioria das amostras foi classificada como âmbar (80%). A umidade apresentou valores acima de 20% em sete amostras, o que pode estar relacionado à época do ano da colheita do mel, com maior umidade relativa no período chuvoso. O pH e a acidez estavam dentro dos limites da legislação e da literatura, indicando a estabilidade do mel. As cinzas também estavam dentro dos limites legais. A condutividade elétrica mostrou valores médios entre 610,3 e 1505,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e a viscosidade entre 1.620 e 13.117 mPa s^{-1} , variáveis que podem ser influenciadas pela umidade e cinzas. O grau brix ficou entre 76,5 e 83 °Brix, representando a quantidade de sólidos solúveis totais, conforme a literatura. Todas as amostras atenderam aos testes de *Lund* e de *Fiehe*. Os resultados evidenciam que a maioria das amostras está de acordo com a legislação e com o que é mencionado na literatura. No entanto, em oito delas, o parâmetro umidade não está dentro dos padrões recomendados, o que indica que é necessário tomar precauções tanto no processo de extração quanto no armazenamento do mel.

Palavras-chave: Análises físico-químicas do mel; Qualidade do mel; *Apis mellifera*.

2. General Summary

Physical-chemical characterization of honeys produced in apiaries of Barra do Bugres, Mato Grosso: influence of flowering and season

Honey is a product derived from the nectar of flowers or secretions of plants that bees collect, and has a complex composition of sugars, proteins, organic acids and other bioactive compounds. Its characteristics depend on the floral or vegetal origin of the nectar. The objective of this work was: to evaluate the physicochemical characteristics of honeys from three different apiaries in Barra do Bugres, Mato Grosso, from September 2021 to October 2022. This study is part of the research line in Sustainable Agricultural Production, of the Professional Master's Program in Sustainable Agribusiness. The following were analyzed: color, moisture, pH, acidity, ash, conductivity, viscosity, brix degree, *Lund* test and *Fiehe* test, following standard method. The color ranged from light to dark amber, with most samples classified as amber (80%). The moisture showed values above 20% in seven samples, which may be related to the time of year of honey harvest, with higher relative humidity in the rainy season. The pH and acidity were within the limits of the legislation and literature, indicating the stability of honey. The ashes were also within the legal limits. The electrical conductivity showed average values between 610.3 and 1505.1 $\mu\text{S cm}^{-1}$, and the viscosity between 1620 and 13117 mPa s^{-1} , variables that can be influenced by humidity and ash. The brix degree was between 76.5 and 83 °Brix, representing the amount of total soluble solids, according to the literature. All samples met the *Lund* and *Fiehe* tests. The results show that most of the samples comply with the legislation and what is mentioned in the literature. However, in seven of them, the moisture parameter is not within the recommended standards, indicating that precautions are necessary in both the extraction and storage processes of honey.

Keywords: Physicochemical analysis of honey; Honey quality; *Apis mellifera*.

3. Introdução Geral

A apicultura é a arte e a ciência de criar abelhas de forma racional, aproveitando seus produtos e serviços. Uma das espécies mais criadas no mundo é a *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, que foi introduzida no Brasil em 1840 (BACAXIXI *et al.*, 2011; PASTORI, 2017). Entretanto apesar das condições favoráveis para a produção de mel, o Brasil só começou a se destacar nesse setor a partir da década de 1970, com o uso de caixas padronizadas para a coleta do produto (SOARES e AROUCHA, 2010; BACAXIXI *et al.*, 2011; PASTORI, 2017).

Apis mellifera é responsável por produzir um alimento de alto valor nutricional e medicinal: o mel, resultado da transformação do néctar das flores pelas enzimas salivares das abelhas. Ele é composto, principalmente, por glicose e frutose, dois tipos de açúcares simples que são facilmente absorvidos pelo organismo (FINCO *et al.*, 2010). Além de ser um adoçante natural, o mel tem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e probióticas, que trazem benefícios para a saúde e por isso, ele é muito procurado por pessoas que buscam uma melhor qualidade de vida por meio da alimentação saudável (FINCO *et al.*, 2010; MEDINA, 2018).

No entanto, as características dos méis são diferentes, na dependência de sua origem, e como cada região possui diferentes tipos de vegetação, existe uma influência direta da flora no seu sabor, coloração e composição (BRASIL, 2000; PEREIRA, 2010; MANTILLA *et al.*, 2012; SILVA, 2019).

A produção de mel ocorre em todos os estados brasileiros, mas alguns se destacam pela profissionalização do setor, como o Rio Grande do Sul e Paraná, enquanto outros estados ainda têm um sistema mais artesanal de coleta e processamento, como o Mato Grosso (DALL'AGNOL, 2022; MATO GROSSO, 2022). Mato Grosso é um estado rico em biodiversidade, abrigando três biomas distintos: Amazônia, Cerrado e Pantanal, com extensas áreas florestais que oferecem um clima propício para a apicultura durante todo o ano, mas essa atividade ainda é pouco explorada (MATO GROSSO, 2022). Apenas 0,3% do potencial apícola é aproveitado, e a maioria das regiões produtoras não tem certificação nem estudos que comprovem as características dos méis produzidos (DALL'AGNOL, 2022; MATO GROSSO, 2022).

Uma dessas regiões é o município de Barra do Bugres, que se encontra na Microrregião de Tangará da Serra, e na Mesorregião Sudoeste Mato-grossense, distante 160 km da capital – Cuiabá, possuindo alto potencial de produção de mel, porém, pouco explorado. Na área existe o predomínio de áreas com cultivo de cana-de-açúcar para usinas com produção de açúcar e álcool, pastagens exóticas para a criação de gado de corte, e áreas de vegetação nativa, divididas entre Áreas de Preservação Permanente – APPs, e Reserva Legal – RLs (BARRA DO BUGRES, 2022).

A apicultura é uma atividade que vem ganhando espaço no município, graças ao potencial da flora local e ao apoio de instituições como o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural e Sindicato Rural, que oferecem cursos e assistência técnica aos produtores. Segundo o presidente do Sindicato Rural existem 80 apicultores no município, que produzem em média 120 toneladas de mel por ano (SENAR, 2017).

As características ambientais fazem com que o mel produzido seja diferenciado, com sabor, aroma e cor variados, dependendo da época do ano e da floração predominante. No entanto, para que esse produto possa ser valorizado no mercado, é preciso que sejam realizadas análises físico-químicas e microbiológicas que atestem sua qualidade e segurança alimentar. Além disso, é necessário que os produtores se organizem em cooperativas ou associações que possam obter a certificação do mel e garantir sua rastreabilidade (MERLI, 2009).

Para isso, os produtos derivados da apicultura devem seguir certas normas para serem consumidos e utilizados. A Instrução Normativa n.º 11, de 2000 (BRASIL, 2000), é baseada na legislação europeia e define os requisitos mínimos de qualidade que esses produtos devem ter, que são os mesmos do Mercosul, entretanto com algumas diferenças em relação ao *Codex alimentarius* (ALVES, 2005).

Essa legislação foi atualizada recentemente pela portaria da Secretaria de Desenvolvimento Agrário (Portaria n.º 795, de 2023) (BRASIL, 2023a), que definiu as normas higiênicas, sanitárias e tecnológicas para os estabelecimentos que elaboram produtos de abelhas e seus derivados. Deste modo, para a comercialização do mel é necessário a inspeção do produto, que atenda aos critérios estabelecidos nas normativas, portarias e decretos que visam

estabelecer condições mínimas de qualidade e segurança (CARVALHO *et al.*, 2000; GOIS *et al.*, 2013).

O conhecimento das características do mel é importante, pois elas irão influenciar nos valores financeiros obtidos pelo produto, e sua aceitação pelo mercado. A apicultura traz uma alternativa de renda extra para alguns produtores rurais, e é a fonte de renda principal para outros, a depender do nível de sofisticação adotado para a criação, manejo, e número de colmeias. O processo de entrega do produto, também, tem influência nos valores, que fica à mercê atravessadores ou exportadores. Deste modo, muitos têm optado por alternativas, como vender quadros com mel operculados dentro de recipientes de vidros, em retângulos de madeira ou de acrílico, com a finalidade de obter, no final do processo, um valor agregado maior.

Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar as características físico-química (pH, acidez, umidade, °brix, cinzas, HMF (hidroximetilfufural), Iund e Lugol), de méis produzido em três propriedades apicultoras, Barra do Bugres, Mato Grosso.

4. Revisão de Literatura

4.1. As abelhas do gênero *Apis* no Brasil: origem, características, produção e polinização

Há na natureza várias espécies de abelhas do gênero *Apis*, tais como: *A. andreniformis*, *A. cerana*, *A. dorsata*, *A. florea* e *A. nigrocincta*, entre outras, com a espécie de maior destaque na produção de mel sendo *Apis mellifera* L., que possui várias subespécies, chamadas de raças europeias, orientais ou africanas, adaptadas a diversas condições ambientais (NASCIMENTO, 2015). No Brasil, documentos oficiais do Período Imperial (Decreto n.º 72 de julho de 1839 – Documento em anexo 1) revelam que a introdução das abelhas *A. mellifera* se deu com a chegada ao país do padre Antônio Carneiro Aureliano, que contou com a colaboração posterior de Paulo Barbosa e Sebastião Clodovil de Siqueira e Mello, em julho de 1839 (BRASIL, 1839).

Essas abelhas, conhecidas como europeias, foram as primeiras a serem introduzidas no país, mas não foram as únicas. Segundo Manrique e Soares (2002), em 1956, ocorreu a introdução de outro grupo de abelhas - *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, comumente chamada de africana. Anacleto *et al.* (2009) descrevem que esta subespécie possui vantagens adaptativas que incluem a alta capacidade de higiene e orientação, grande raio de voo e maior resistência à certas enfermidades e parasitas, quando comparada às abelhas europeias, que dispensam, assim, o uso de medicamentos e acaricidas.

O objetivo da introdução desta subespécie foi propiciar o melhoramento genético das variedades europeias de fácil manuseio, porém, de baixa produtividade, já encontradas no Brasil, com a intenção de aumentar a produtividade. Contudo, decorreu um acidente por descuido dos pesquisadores, que permitiu a fuga de 26 exames e suas rainhas, ocorrendo então a rápida adaptação ao ambiente e processos de cruzamentos naturais com as abelhas do gênero *Apis*, aqui existentes, o que deu origem, assim, às populações *poli* híbridas, conhecidas popularmente como abelhas africanizadas (MANRIQUE e SOARES, 2002; WIESE e SALOMÉ, 2020).

Deste modo, as abelhas africanizadas são o resultado de uma mistura genética entre as abelhas europeias e africanas, que apresentam diferenças entre si. Como características dessas populações de abelhas, suas colônias são constituídas por uma grande sociedade, que variam de tamanho conforme a

disponibilidade de alimento, época do ano e região, que podem chegar, aproximadamente, a 80 mil abelhas por colônia, das quais a grande maioria são operárias, com apenas uma abelha rainha, e perto de 400 zangões (WIESE e SALOMÉ, 2020).

De acordo com Ramos e Carvalho (2007), são abelhas grandes e escuras, com poucas listras amarelas, e língua curta, o que dificulta o trabalho em flores profundas. Além disso, elas se tornam agressivas ao perceber cores escuras, cheiros diferentes (como os de perfumes ou repelentes de insetos) ou quando manuseadas de forma incorreta. Os mesmos autores explicam que seu veneno, inoculado por um ferrão, pode causar alergias em pessoas sensíveis, e a depender do número de ferroadas, pode levar a vítima a óbito. Devido as suas características e disseminação, as abelhas africanizadas aumentaram, consideravelmente, a produção mel, geleia real, cera, pólen e própolis, que permitiu ao Brasil passar do 27º lugar em 1950, para o 12º lugar em 2007, na produção mundial de mel (FAO, 2019; IBGE, 2021).

A produção de mel e outros produtos apícolas é uma atividade econômica importante, mas não é a única contribuição das abelhas para a sociedade humana. Além da produção de mel, a população de abelhas, também, é importante na polinização das plantas ao buscarem o pólen para sua alimentação, o que contribui para o crescimento da produção agrícola de determinadas culturas, pois 70% das plantas cultivadas são dependentes dos insetos por meio da polinização (MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012; PIRES *et al.*, 2016; GLOBO RURAL, 2023). O pólen é importante para a colmeia, por conter as proteínas essenciais para o desenvolvimento das larvas, e da geleia real, fundamental na alimentação da rainha, que só é produzida pelas abelhas mais jovens a partir dos nutrientes liberados pela digestão do pólen (ZERBO *et al.*, 2001; MANRIQUE e SOARES, 2002).

Portanto, as abelhas são insetos fascinantes, que possuem uma grande diversidade de espécies e subespécies, que foram introduzidas no Brasil em diferentes momentos históricos, e que desempenham um papel fundamental na produção de alimentos e na conservação da biodiversidade.

4.2. O mel brasileiro: produção, exportação e diversidade

O Brasil se tornou um importante produtor de mel no mercado mundial, graças às restrições impostas às exportações da Argentina e da China, que tiveram seus produtos contaminados. Assim, os apicultores brasileiros aproveitaram a oportunidade para ocupar determinados mercados, o que levou o Brasil à 12^a posição entre os maiores produtores mundiais de mel em 2019 (VILELA, 2000; FAO, 2019; IBGE, 2021; TREVISOL *et al.*, 2022). No entanto, o Brasil ainda está muito atrás de outros países que se destacam na produção de mel, como a China, Turquia, Canadá e Argentina (FAO, 2021) (Figura 1).

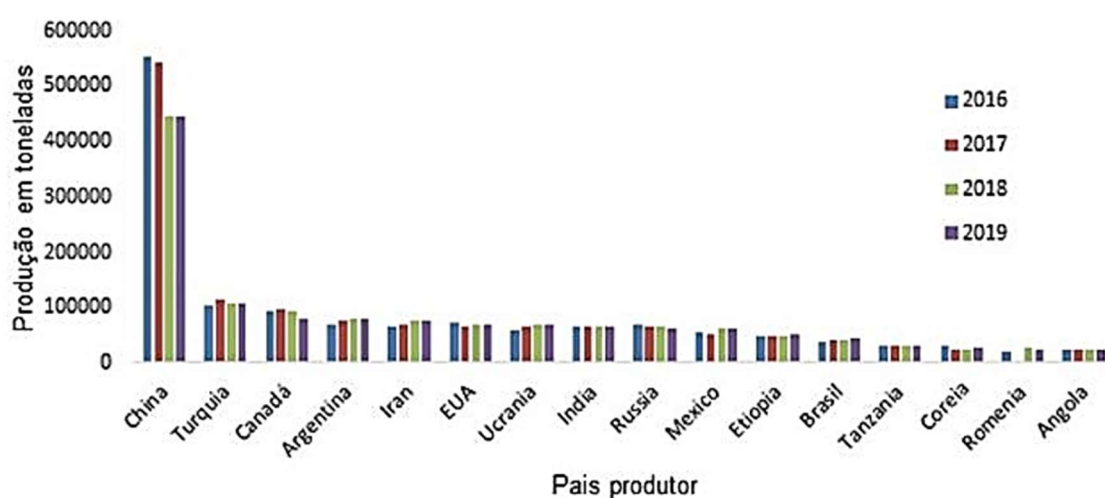


Figura 1. Produção mundial de mel (em toneladas) nos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019. **Fonte:** FAO (2021).

Apesar de não ser o maior produtor mundial, o Brasil possui uma grande diversidade de méis, que refletem as diferentes regiões e ecossistemas do país. Dados do IBGE (2021) indicam que o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor brasileiro com 6.428,1 t, seguido pelo Paraná, 6.307,1 t, Piauí, 5.224,8 t, e São Paulo, 4.129,7 t. Em 2018, o país produziu cerca de 42.346,3 t, um aumento de 0,65% em comparação com 2017.

O mel é um produto que tem se destacado no Brasil, tanto pela produção interna quanto pelas exportações, que têm aumentado nos últimos anos. Em 2020, o país bateu o recorde de produção com 51.507,86 toneladas, sendo que quase 90% desse volume foi destinado ao mercado externo. O fator cambial, que favoreceu o mel brasileiro diante da valorização do dólar, foi o principal

responsável pelo crescimento das exportações, que alcançaram US\$ 163 milhões em 2021, um aumento de 52,2% em relação a 2019. No entanto, essa situação também reduziu a oferta de mel no mercado interno, o que fez com que o preço do produto subisse 26,2% (IBGE, 2021; TREVISOL *et al.*, 2022). Portanto, o Brasil tem um grande potencial para ampliar sua produção de mel, um produto que apresenta uma boa perspectiva de comercialização.

O mel brasileiro é um produto diverso e singular, pois reflete as preferências das abelhas por diferentes tipos de flores e espécies vegetais, que fornecem o néctar que as abelhas usam para produzir o mel. Quando o mel é proveniente de uma mesma família, gênero ou espécie de flor, ele recebe o nome de monofloral, pois tem características específicas de sabor, cor, aroma e composição, sendo alguns exemplos mel de laranjeira, eucalipto, assa-peixe e cipó-uva (BRASIL, 2000). Porém, no Brasil, devido à sua grande extensão territorial e variedade de climas e vegetações, é mais comum encontrar méis multiflorais, que são produzidos a partir de diversas fontes de néctar, popularmente chamados de silvestres, que apresentam uma maior variação de propriedades físicas e químicas (PEREIRA, 2010).

4.3. Produção de mel em Mato Grosso: potencialidades e desafios dos três biomas

A primeira ação e mapeamento sobre a apicultura estadual foi realizada pelo projeto Mato Grosso Produtivo - Apicultura, da Secretaria de Estado de Agricultura Familiar - SEAF, que iniciou em 2016 e teve como objetivo aumentar a produção de mel em Mato Grosso em mais de 300 toneladas por ano (SEAF, 2016). Os principais polos apícolas estaduais são os municípios de Alto Araguaia, Rondonópolis, Nossa Senhora do Livramento e Comodoro (SENAR, 2022), nos quais o treinamento, obtenção de recursos, doação de caixa e capacitação foram algumas das ações previstas pelo projeto (SEAF, 2016).

Essas ações, inicialmente, desenvolvidas propiciaram um aumento na produção, embora o potencial apícola, ainda, seja pouco explorado. Deste modo, Mato Grosso, em 2021, produziu 440,216 t de mel (IBGE, 2021), e com o incentivo aos apicultores, por meio de doação de caixas e assistência técnica (Programa MT Produtivo-Apicultura), espera-se que a produção aumente para

651 t ano⁻¹, pois apenas 0,3% do potencial produtivo tem sido explorado, apesar do clima e vegetação favorável para produção (MATO GROSSO, 2022).

As boas perspectivas da produção apícola estão relacionadas à diversidade fito-fisionômica do estado e a presença de grandes áreas florestais. Em relação a flora, Mato Grosso possui uma grande diversidade de vegetação resultante da ocorrência de três biomas no estado, Pantanal (nove municípios e 6,79% de área), Cerrado (65 municípios e 39,6% de área), e Amazônia (67 municípios e 53,6% de área) e apesar de seu potencial, o estado ocupou o 16º lugar na produção nacional em 2021, com poucos apicultores nos três biomas (IBGE, 2021; TREVISOL *et al.*, 2022).

No Pantanal, a riqueza e variedade de espécies vegetais oferecem recursos florais abundantes para as abelhas, resultando em um mel silvestre de alta qualidade e valor agregado. Na região existem 206 espécies de plantas apícolas catalogadas: 86 ervas, 44 árvores, 44 arbustos e 24 trepadeiras. Dentre elas, o assa-peixe (*Cabobanthus polysphaerus* (Baker) H. Rob. - Asteraceae), cumbaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f. - Fabaceae), hortelãzinha (*Mentha pulegium* L. - Lamiaceae) e tarumeiro (*Vitex cymosa* Bertero ex Spreng. - Lamiaceae), são as mais procuradas pelas abelhas. Essa variedade de espécies, somada aos índices de umidade e temperatura, resulta em um mel silvestre singular, consistente, fino, de sabor forte e acentuado, além de ser levemente doce (BARAN, 2018; BÁNKI *et al.*, 2023). É uma região adequada a produzir mel silvestre em grande quantidade, porém, é pouca explorada, com apenas 30 a 40 apicultores (aproximadamente 1.500 colmeias), e produção anual estimada em 20 a 25 toneladas (produtividade média de 20 kg colmeia ano⁻¹), sendo que um bom manejo poderia render até 80 kg colmeia ano⁻¹ (AMBIENTEBRASIL, 2009; BARAN, 2018). O mel é um produto apreciado por suas propriedades nutricionais e terapêuticas, além de ser um importante indicador da qualidade ambiental das regiões onde é produzido, sendo interessante ressaltar que a primeira Indicação Geográfica para mel conferida no Brasil foi conquistada em 2015 por apicultores do Pantanal, com certificação registrada e emitida pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (BARAN, 2018).

Essa conquista demonstra seu potencial para se diferenciar no mercado nacional e internacional, valorizando a biodiversidade e a cultura local. No

Cerrado, existem vastas áreas que possuem como principal característica a sazonalidade climática (período de seca e chuva), com topografia e solos propícios a culturas anuais de *commodities*, tais como: milho, soja, sorgo, girassol e algodão, que dominam as paisagens em diferentes regiões em forte processo de antropização. Essas culturas podem oferecer recursos florais para as abelhas, contribuindo para a produção de mel com características específicas e distintas, que podem ser reconhecidas e valorizadas pelos consumidores. O bioma Amazônia também sofre o processo de antropização, com sua substituição gradativa por pastagens, embora ainda predomine áreas de vegetação primária em diferentes regiões ao norte de Mato Grosso. Entretanto, poucos são os registros de atividade apícola nestes biomas, pois é necessária a presença de água de boa qualidade e cobertura vegetal (espécies floríferas), para produção de mel e a agropecuária baseada em grandes latifúndios não favorece a instalação desta atividade (GARCIA *et al.*, 2012). Assim sendo, o governo estadual tem procurado incentivar a produção apícola desde 2012, mas com poucos resultados, considerando o potencial de produção, pois a necessidade de equipamentos de proteção, riscos de acidentes, conhecimento técnico e investimentos, não são estímulo para novos produtores. Outro fator adverso é a pequena quantidade de material científico publicado sobre a atividade no estado, e por isso pouco se conhece sobre as características das diferentes regiões apícolas e tipos de méis produzidos (FERREIRA *et al.*, 2016).

No entanto, Rosa *et al.* (2013) relatam que, em todas as amostras de mel comercializado em Mato Grosso, os valores de pH, acidez livre, umidade, sólidos solúveis e açúcares redutores estavam dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa n.º 11, de 2000 (BRASIL, 2000). Porém, em 28,6% das amostras, a enzima amilase não foi detectada e em 14,3% das amostras, o teor de sacarose excedia o limite permitido pela legislação, indicando problemas de qualidade, com a maioria das amostras (71,4%) em conformidade com a legislação brasileira para os parâmetros analisados (ROSA *et al.*, 2013).

Nesse contexto, a apicultura surge como uma alternativa sustentável de uso da terra, que pode gerar renda e conservar a biodiversidade. A produção de mel nos três biomas de Mato Grosso apresenta um grande potencial de crescimento e diversificação, desde que sejam adotadas boas práticas de

manejo, qualidade e certificação, que possam garantir a segurança alimentar dos consumidores e a valorização dos produtos regionais.

4.4. Composição química do mel e seus fatores determinantes

O mel é um produto natural produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores, que possui diversas propriedades nutricionais e terapêuticas. A composição química do mel pode variar de uma região para outra, porém, apresenta grande concentração de açúcares redutores, como monossacarídeos ($\pm 80\%$), sendo os principais frutose ($\pm 30\%$) e glicose ($\pm 30\%$), além de dissacarídeos (sacarose e maltose, com valores abaixo de 10%). Além disso, estes tipos de açúcares possuem a capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina e, destes, a glicose apresenta pouca solubilidade, o que determina a tendência a cristalização quanto maior for a quantidade deste açúcar. Por outro lado, a frutose possibilita a doçura em razão da alta higroscopicidade (CARVALHO *et al.*, 2000). A sacarose representa em média de 2 a 3% dos açúcares, e valores mais elevados podem indicar que ocorreu a colheita prematura do mel, pois este açúcar é hidrolisado (transformada), em glicose e frutose por meio de ácidos diluídos ou enzimas (invertase) (CARVALHO *et al.*, 2005; MENDES *et al.*, 2009).

Outro componente importante do mel é a água, que representa até 20% do seu conteúdo, sendo o mel higroscópico, o que significa que pode absorver água do ambiente dependendo das condições de armazenamento (MENDES *et al.*, 2009). No entanto, altos teores de umidade podem levar à fermentação e perda de qualidade do produto e além disso, a umidade pode afetar a viscosidade, peso específico, maturidade e sabor, além de facilitar o processo de cristalização (MENDES *et al.*, 2009).

Além da água, o mel também contém outros componentes que podem influenciar na sua qualidade, como os minerais, ácidos orgânicos e sólidos insolúveis. Os minerais (cinzas) são um importante parâmetro de indicação de qualidade, e seu excesso indica a má condição de higiene e processamento durante os processos de coleta, transporte, centrifugação, peneiramento, decantação e/ou filtração (EVANGELISTA-RODRIGUES *et al.*, 2005). A Instrução Normativa n.º 11, de 2000 (BRASIL, 2000), prevê a existência de um pouco de cinzas no mel, que pode ser traços de cera, pólen apícola, ou mesmo

pequenos fragmentos de insetos, sendo que pequenas quantidades não influenciam a qualidade final do produto.

Entre os elementos químicos encontrados no mel podem ser citados o K, Na, Ca, Mg, Fe e Zn, essenciais para o bom funcionamento do organismo humano, que indica o potencial nutritivo do produto (WHITE JUNIOR, 1980; OKANEKU *et al.*, 2020; WIESE e SALOMÉ, 2020). Esses elementos desempenham funções importantes para a saúde, como a regulação da pressão arterial e o equilíbrio dos fluidos corporais pelo potássio, a formação e manutenção dos ossos e dentes pelo cálcio, e a produção de hemoglobina e o transporte de oxigênio no sangue pelo ferro (WHITE JUNIOR, 1980; OKANEKU *et al.*, 2020; WIESE e SALOMÉ, 2020).

Os ácidos orgânicos, por sua vez, são responsáveis pela acidez do mel, que é um fator que afeta o seu sabor, conservação e reação com outros compostos. O mel é um composto ácido, e sua acidez é proveniente dos ácidos orgânicos, onde a enzima glicose-oxidase, ao agir sobre a glicose, origina o ácido glicólico. Esta enzima mantém sua ação mesmo após processamento e armazenamento, portanto, estes ácidos permanecem dissolvidos na solução aquosa e produzem íons de hidrogênio que conferem a acidez, sendo possível indicar as condições de armazenamento e fermentação (TORREZAN, 2008; SILVA *et al.*, 2018).

O pH do mel também é influenciado pelo pH do néctar, solo, associação de outros vegetais em sua composição ou, até mesmo, por substâncias mandibulares das abelhas, que ao fazer o transporte do mel até a colmeia, misturam-se ao néctar, alterando o pH do produto (TORREZAN, 2008; SILVA *et al.*, 2018). O pH não é um parâmetro obrigatório no controle de qualidade do mel, mas, tem grande importância no auxílio da avaliação por influenciar na velocidade de formação do hidroximetilfurfural - HMF. O HMF é muito utilizado como parâmetro de qualidade porque é um composto químico formado pela reação de certos açúcares com ácidos. Portanto, em razão da degradação das enzimas, por meio de armazenamento prolongado em temperaturas elevadas, superaquecimento, ou ainda, adulterações provocadas por adição de açúcar invertido, ocorre o aumento no teor de HMF, que caracteriza as condições inadequadas de armazenamento e/ou adulteração (ANACLETO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2018).

Os sólidos insolúveis, por outro lado, são indicadores de impurezas físicas que podem estar presentes no mel, como resíduos de cera, partes das abelhas e pólen, entre outros, que podem corroborar na detecção de impurezas presentes, um indicador dos processamentos realizados que podem apontar para a necessidade de medidas de controle higiênico (SILVA *et al.*, 2004a).

A condutividade elétrica, que é a capacidade do mel de conduzir corrente elétrica, também pode ser usada para avaliar a qualidade do mel, pois está relacionada com o seu conteúdo mineral e a sua origem botânica. É um parâmetro utilizado para detectar se o mel está adulterado ou para determinar sua origem, ou seja, se é formado de néctar ou melado, estabelecendo, ainda, se o mel é adequado ou não para estoques de inverno das abelhas, pois alguns constituintes aumentam a condutividade elétrica fazendo com que o mel se torne inadequado neste período (CARVALHO *et al.*, 2005; GOIS *et al.*, 2013).

Em suma, o mel é um produto complexo que possui uma composição química variável, dependendo de diversos fatores, como a origem floral, o clima, o solo, o processamento e o armazenamento. É composto principalmente por açúcares, água, minerais, ácidos orgânicos e outros compostos que conferem as suas propriedades físicas, químicas, sensoriais e biológicas. O conhecimento de sua composição química é importante para avaliar a sua qualidade, autenticidade e valor nutricional, bem como para garantir a segurança e benefícios para a saúde humana.

4.5. Legislação brasileira sobre a qualidade e inspeção do mel e demais produtos apícolas

A legislação que regulamenta a identidade e qualidade do mel é a Instrução Normativa n.º 11, de 2000 (BRASIL, 2000), baseada em legislações europeias, que estabelecem os requisitos mínimos de qualidade que o produto deve apresentar:

- Quanto à maturidade do mel (açúcares redutores, umidade e sacarose aparente);
- Quanto a pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas e, pólen); e,
- Processo de deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural - HMF).

Os parâmetros utilizados são os mesmos do Mercosul (1999), porém, diferentes em alguns pontos do *Codex Alimentarius* (1990) (Tabela 1), com o objetivo de comparação com os padrões ditados por órgãos oficiais nacionais e internacionais, que garante, assim, a qualidade para consumo e uso (CARVALHO *et al.*, 2005).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação brasileira, Mercosul e *Codex Alimentarius*, em relação a qualidade do mel

Parâmetros	Brasil (2000)	Mercosul (1999)	FAO (2021)
Umidade (%)	Máximo de 20,0	Máximo de 20,0	Máximo 20,0
HMF (mg kg ⁻¹)	Máximo de 60,0	Máximo de 60,0	Máximo de 80,0 nos trópicos
Atividade diastásica	Mínimo de 8,0	Mínimo de 8,0	Mínimo de 8,0
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,0	Mínimo de 65,0	Mínimo 60,0
Sacarose (%)	Máximo de 6,0	Máximo de 6,0	Máximo de 5,0
Cinzas (%)	Máximo de 0,60	Máximo 0,60	-
Condutividade (μS cm ⁻¹)	-	-	Máximo de 800,0
Acidez (mEq Kg ⁻¹)	Máximo de 50,0	Máximo de 50,0	Máximo de 50,0
Cor	Quase incolor a pardo escuro	Quase incolor a pardo escuro	Incolor a pardo escuro

Fonte: Carvalho *et al.* (2000). HMF = Hidroximetilfurfural

Além da Instrução Normativa n.º 11, de 2000, existem outras normas que regulam a inspeção do mel e demais produtos apícolas no Brasil. A legislação brasileira vigente que regulamenta a inspeção do mel e demais produtos apícolas são regulados por portarias, instruções normativas e decretos, mencionados a seguir:

- 1) Portaria n.º 6, de 1985 (BRASIL, 1985). Normatiza os aspectos higiênico-sanitários e tecnológicos para mel, cera de abelhas e derivados;
- 2) Instrução Normativa n.º 11, de 2000 (BRASIL, 2000). Aprova o regulamento técnico de qualidade e identidade do mel;
- 3) Instrução Normativa n.º 3, de 19 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos demais produtos apícolas (como apitoxina, cera de abelha e geleia real, entre outros);

- 4) Instrução Normativa n.º 5, de 2017 (BRASIL, 2017a). Estabelece as regras de inspeção e fiscalização sanitária referentes às instalações, dependências e equipamentos para as agroindústrias de pequeno porte de leite, mel e ovos;
- 5) Decreto n.º 9.013, de 2017 (BRASIL, 2017b). Dispõe sobre o regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal;
- 6) Lei n.º 14.639, de 2023 (BRASIL, 2023b). Institui a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera e ao Desenvolvimento de Produtos e Serviços Apícolas e Meliponícolas de Qualidade;
- 7) Portaria SDA n.º 795, de 2023 (BRASIL, 2023a). Define as normas higiênico sanitárias e tecnológicas para os estabelecimentos que elaborem produtos de abelhas e seus derivados.

Essas normas visam estabelecer critérios e condições mínimas para a garantia da qualidade e segurança do produto. Deste modo, o mel, para ser comercializado, precisa atender as normativas vigentes que visam estabelecer critérios e condições mínimas para sua garantia da qualidade e segurança (CARVALHO *et al.*, 2000; GOIS *et al.*, 2013). Assim, o consumidor pode ter confiança na procedência e qualidade do produto que adquire, bem como o produtor pode ter acesso a mercados mais exigentes e competitivos.

4.6. Adulteração e qualidade do mel

Segundo Brasil (2000), as variáveis mais utilizadas para a análise de qualidade são: umidade, hidroximetilfurfural (HMF), açúcares redutores, sacarose aparente, cinzas, acidez livre, sólidos insolúveis em água, e atividade diastásica. As normas para as análises seguem métodos oficiais e protocolos consolidados descritos no manual do Instituto Adolfo Lutz publicado em 2008 (ZENEBOM *et al.*, 2008). O manual rege o modo de procedência para análise de diversos tipos de alimentos, sendo que no capítulo VII estão as análises referentes aos produtos de açúcares e méis. Além de necessitar estar dentro destes padrões, o mel também deve atender aos requisitos sanitários estabelecidos pela legislação em vigor.

Nesse sentido, a legislação em vigor determina que o produto deve estar completamente isento de contaminações por produtos químicos, micro-organismos, partículas sólidas transportadas pelo ar ou resultantes de manipulação e/ou processamento, além de substâncias estranhas, tais como: insetos e larvas, entre outras. Para que isso seja possível, é essencial que a colheita e o processamento estejam dentro de normas técnicas higiênico-sanitárias, garantindo assim que o produto chegue até o consumidor com qualidade e sem interferências prejudiciais à sua qualidade e segurança (BRASIL, 2000). No entanto, alguns fatores podem comprometer a qualidade do mel, como a presença de sujidades, que podem ser indicativas de contaminação biológica ou de adulteração.

Sujidades como insetos, quando presentes, podem resultar em depósito de dejetos e com isso, causar a proliferação de fungos e bactérias, que podem contaminar o produto, reduzir sua qualidade e oferecer riscos à saúde do consumidor (CORREIA e RONCADA, 2002; FINCO *et al.*, 2010; MANTILLA *et al.*, 2012). Outra forma de alterar a qualidade do mel é a adulteração, que é uma prática ilegal e prejudicial para os consumidores e para os produtores honestos.

De acordo com Bera e Almeida-Muradian (2007), o mel é um alimento apreciado por seu sabor característico e considerável valor nutritivo. No entanto, sua qualidade e segurança alimentar podem ser afetadas por diversos fatores, como o beneficiamento, a estocagem e a adulteração. A adulteração do mel é uma prática ilegal que visa aumentar o volume ou o peso do produto, reduzir os custos de produção ou mascarar sua origem botânica ou geográfica. Ela é fomentada pela sua alta demanda e alto preço no mercado consumidor, que superam a oferta disponível. Além disso, a adulteração também pode ser motivada pela falta de conhecimento técnico ou de fiscalização adequada dos produtores e comerciantes.

A adulteração do mel pode ocorrer de diferentes formas, como a adição de açúcares comerciais, xaropes, água ou outros méis de baixa qualidade; a alimentação excessiva das colônias de abelhas com xaropes durante o período de coleta do néctar; ou o aquecimento do mel cristalizado para torná-lo líquido novamente. Essas práticas alteram sua composição química, física e sensorial, prejudicando suas propriedades nutritivas e medicinais. Além disso, algumas formas de adulteração podem ser tóxicas para os consumidores, como a adição

de xaropes produzidos a partir de beterraba, milho ou amido por tratamento térmico, enzimático ou ácido (BERA e ALMEIDA-MURADIAN, 2007). Portanto, é importante avaliar a qualidade do mel e identificar possíveis adulterações que comprometam sua pureza e segurança.

Para detectar a adulteração do mel, existem diversos métodos físico-químicos que analisam parâmetros como umidade, acidez, açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural (HMF), atividade diastásica, cinzas, proteínas e minerais. O HMF é um composto orgânico que se forma naturalmente no mel durante o armazenamento prolongado ou em altas temperaturas. Ele é usado como um indicador da qualidade e idade do mel, pois seu teor aumenta com o tempo e calor. O HMF também pode indicar a adulteração por xaropes produzidos por hidrólise ácida do amido, que contêm altos níveis desse composto e sua análise também pode indicar se o mel foi aquecido para reverter a cristalização ou adicionado algum xarope adulterante (BERA e ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

Outra forma de adulteração é a adição de xarope de açúcar, outros carboidratos (principalmente açúcares comerciais, como glicose comercial), solução de xarope de sacarose, melado e solução de sacarose invertida. A forma mais utilizada é a adulteração por adição de caldo de cana-de-açúcar “apurado” ao fogo para “engrossar”, ou seja, dar consistência e conferir viscosidade semelhante ao mel verdadeiro. Para detectar adulteração dessa natureza é utilizado o teste de reação com iodo, que é extremamente sensível à presença de amido. Nesse sentido, a detecção pode ser realizada pela análise qualitativa de HMF, Reação de *Fiehe* (indica qualquer aquecimento do mel ou adição de xaropes de açúcar), Teste de *Lund* (demonstra se o mel é verdadeiro, se foi processado inadequadamente, e se há sujeira em excesso), e o Teste de *Lugol* (indica pureza ou adulteração com adição de produtos amiláceos) (BERA e ALMEIDA-MURADIAN, 2007; ZENEBON *et al.*, 2008). Esses testes são importantes para garantir a qualidade do mel e evitar fraudes que podem prejudicar a saúde dos consumidores e a reputação dos produtores, com muitos estudos demonstrando que o mel comercializado no Brasil apresenta diversos problemas de adulteração e contaminação.

Apesar de sua importância como produto alimentício e item de exportação, os problemas relacionados a adulteração do mel têm sido

reportados com grande frequência. A adulteração do mel pode ocorrer de diversas formas, como a adição de substâncias estranhas, aquecimento excessivo, colheita precoce ou a falta de higiene no processamento, que podem alterar as propriedades físico-químicas e biológicas do mel, reduzindo seu valor nutricional e terapêutico.

Neste sentido, estudos realizados em 2019 demonstraram que em 22 amostras coletadas em diferentes municípios do sul do Brasil, 54,5% indicaram algum tipo de alteração, além das análises microbiológicas de 45,4% das amostras apresentaram bolor e levedura, fato que demonstra um alto nível de contaminação (as normas vigentes não preveem este tipo de análise) (RIBEIRO e STARIKOFF, 2019). Na mesma linha de resultados, Meireles e Cançado (2013), em análise do produto comercializado em Pará de Minas, Minas Gerais, indicaram que de três amostras, uma foi reprovada.

Estudos realizados em amostras colhidas na cidade de Crato, Ceará, demonstraram que 30% foram reprovadas em testes de umidade, HMF, acidez e diástase, enquanto 50%, no teor de sólidos solúveis (sedimentos indicando contaminação oriunda do processo de colheita e processamento). No total, apenas uma amostra estava dentro dos parâmetros exigidos (90% amostras reprovadas) (ARAÚJO *et al.*, 2006). Resultados similares foram encontrados em São Paulo, com 6,8% das amostras consideradas como fraudadas (presença de xarope de açúcar), 70,5% condenadas pela análise microscópica, com condições higiênicas insatisfatórias e presença de fragmentos de insetos, fungos, nematoides, ácaros ou elementos de cana-de-açúcar, que são indícios de adulteração, e 33,5% condenadas pela análise físico-química, e por estarem fora dos padrões das Normas Higiênicas Sanitárias e Tecnológicas (CANO *et al.*, 1992).

Diante desses resultados, fica evidente a necessidade de uma maior fiscalização e controle da qualidade do mel produzido e comercializado no Brasil, bem como de uma maior conscientização dos produtores e consumidores sobre os benefícios e riscos do mel. Além disso, é preciso considerar as especificidades regionais e climáticas que podem influenciar nas características do mel, como a umidade relativa do ar, floração das plantas e a sazonalidade das chuvas. Por exemplo, Okaneku *et al.* (2020), em análises de mel de Rorainópolis, Roraima, em três épocas do ano, quantificaram umidade com

valores entre 18,4 e 23,6 g 100 g⁻¹, ou seja, parte das amostras com umidade acima de 20 g 100 g⁻¹, o que não atende a legislação vigente. Entretanto os autores informaram que na região amazônica a umidade relativa é alta e os méis, por serem higroscópicos, absorvem água do ambiente, o que pode interferir na sua vida útil de prateleira, indicando a necessidade de ajuste da legislação. Por outro lado, os outros parâmetros analisados, acidez, cinzas, condutividade elétrica e sólidos insolúveis estavam dentro dos padrões exigidos.

Portanto, o mel requer cuidados especiais em sua produção, processamento e comercialização. Sua adulteração é uma prática ilegal e prejudicial, que pode comprometer a qualidade e a segurança do produto, além de afetar a credibilidade dos produtores e o mercado nacional e internacional. É preciso, então, que haja uma maior fiscalização e controle da qualidade, bem como uma maior educação e conscientização dos produtores e consumidores sobre os benefícios e riscos do mel.

4.7. Etapas do beneficiamento do mel: da colheita ao envase

De acordo com Camargo (2002), o beneficiamento do mel depende de uma colheita adequada, que deve ser feita com quadros operculados, ou seja, com mais de 90% dos alvéolos fechados por uma camada fina de cera. Isso significa que o mel tem as características físico-químicas exigidas pela legislação e se os quadros não estiverem operculados na maior parte, o mel pode ser contaminado ou não estar pronto para a extração. Além disso, a colheita deve ser realizada em períodos secos e ensolarados, evitando a umidade excessiva no mel (CAMARGO *et al.*, 2003).

Para garantir sua qualidade após a colheita, é necessário seguir alguns cuidados no transporte, armazenamento e processamento do produto. Segundo Camargo (2002), ao chegar ao entreposto, as melgueiras devem ser armazenadas em áreas isoladas da área de extração e processamento, sendo recomendado que sejam colocadas em estrados limpos, evitando o contato direto com o solo. Recomenda-se também que apenas os quadros sejam transportados para o local de retirada do mel dos favos, utilizando-se de veículos adequados e higienizados (CAMARGO *et al.*, 2003).

O processamento do mel envolve várias etapas, desde a desoperculação dos favos até o envase do produto final. O processo de desoperculação consiste

na retirada da película de cera protetora dos alvéolos, e após o processo, os quadros são colocados na centrífuga para a extração do mel, retirado por gravidade. Depois de pré-filtrado, o mel é depositado no decantador, onde permanece por 48 horas, para que as partículas que não foram retiradas pela filtragem se desloquem para a porção superior e inferior do decantador, que será separado (retirado) durante o envase. No caso de necessidade da homogeneização, o produto é submetido ao homogeneizador, que por meio da agitação do produto, homogeneiza sua aparência (CAMARGO, 2002).

Além das etapas mencionadas, o beneficiamento do mel também pode envolver a desumidificação, a pasteurização e a maturação, dependendo das características do produto e do mercado alvo (CAMARGO *et al.*, 2003). A desumidificação visa reduzir o teor de água do mel, que é um fator determinante para sua fermentação. A pasteurização consiste em aquecer o mel a uma temperatura entre 60 °C e 80 °C por um período, para eliminar os microrganismos e aumentar a vida útil do produto. A maturação é um processo natural que ocorre, em que as enzimas presentes transformam alguns açúcares em outros mais simples, conferindo maior estabilidade e sabor (CAMARGO, 2002; CAMARGO *et al.*, 2003).

4.7.1.Preparação e análises das amostras

Análise de cor por espectrofotometria

São realizadas usando 5 mL de mel dissolvido em 10 mL de água destilada (proporção de 1:2 (v/v)), com solução transferida para uma cubeta de quartzo com caminho óptico de 1 (um) cm, e realizada a leitura da absorbância (Abs), em 635 nm. A cor dos méis analisados deve ser determinada a partir da escala de *Pfund* (FILIPE *et al.*, 2015), e tomado como padrão, a glicerina P.A (ACS), e os dados em valores de Abs transformados conforme equação (I).

$$Cor = (371,39 * Abs_{635}) - 38,70 \quad (I)$$

Abs₆₃₅ corresponde a absorbância da amostra no comprimento de onda de 635 nm e os valores de 371,39 e -38,70 são oriundos da fórmula do colorímetro *Pfund*. O colorímetro *Pfund* em cor é expresso em mm e os

resultados agrupados em intervalo que corresponde as cores ((ZENEON *et al.*, 2008; CARDOSO, 2011) (Tabela 2).

Tabela 2. Escala *Pfund* para classificação de méis conforme coloração

Cor do mel	nm	Faixa de cor (Leitura no espectrofotômetro - UV)
Branco-água	1 – 8	< 0,030
Extra-branco	8 – 17	0,030 a 0,060
Branco	17 – 34	0,060 a 0,120
Âmbar extra-claro	34 – 50	0,120 a 0,188
Âmbar-claro	50 – 85	0,188 a 0,440
Âmbar	85 – 114	0,440 a 0,945
Âmbar-escuro	> 114	> 0,945

Fonte: Cardoso (2011). UV = Ultra Violeta.

Análise de pH

A medida do pH é importante para avaliar a sua qualidade e origem, pois o pH pode ser influenciado por diversos fatores, como a origem botânica, concentração de ácidos orgânicos, ação de enzimas e micro-organismos, teor de água e tipo de solo associado às plantas que compõem o mel (FINOLA *et al.*, 2007; ZENEON *et al.*, 2008; VILAS-BÔAS, 2012). O pH varia entre 3,2 e 6,1, sendo geralmente mais baixo para os méis de origem floral e mais alto para os méis de melato (ZENEON *et al.*, 2008; AZEREDO, 2017). Um pH mais baixo indica um mel mais ácido e mais resistente à fermentação, enquanto um pH mais alto pode indicar contaminação ou adulteração mel (FINOLA *et al.*, 2007).

Para medir o pH é necessário dissolver uma amostra do produto em água destilada, em uma proporção de 1:10, ou seja, 5,0 g de mel em 50 mL de água, em um recipiente adequado, como um Becker de 100 mL. Em seguida, deve-se introduzir o eletrodo de um pHmetro na solução, de modo que a extremidade fique completamente submersa, e aguardar a estabilização da leitura. O pHmetro deve ser calibrado previamente com soluções tampão de pH conhecido, e o eletrodo deve ser lavado com água destilada entre as medições (ZENEON *et al.*, 2008).

Análise de acidez livre

Amostras com cinco gramas de mel devem ser dissolvidos em 50 ml de água destilada em *Erlenmeyer* de 125 ml, e adicionado cinco gotas de uma solução alcoólica a 5% do indicador *fenolftaleína* (em cada amostra). As amostras devem ser tituladas com solução de hidróxido de sódio na concentração de 0,05 mol L⁻¹, devidamente padronizada com *biftalato* de potássio devidamente seco, com a obtenção do fator de correção igual a 0,93. Na titulação utiliza-se bureta de 50 mL, devendo-se ser procedida até que surja a coloração rosa, cor característica do indicador *fenolftaleína*, conhecido como ponto de viragem, que indica que a titulação está completa (ZENEON *et al.*, 2008).

A acidez deve ser determinada conforme a equação (II) a seguir:

$$\frac{(V-V_B)*50*f}{p} = \text{Acidez livre (mlequivalentes kg}^{-1}\text{)} \quad (II)$$

V = volume em mL da solução de NaOH 0,05 mol L⁻¹ gasto na titulação; V_b = volume em mL de solução de NaOH 0,05 mol L⁻¹ gasto na titulação do branco, que corresponde água destilada com cinco gotas do indicador fenolftaleína; f = fator de correção da solução de NaOH 0,05 mol L⁻¹ obtido na padronização que foi 0,93 e p = massa da amostra de mel (g) (ZENEON *et al.*, 2008).

Análise de umidade do mel por refratometria: método, calibração e legislação

As análises de umidade devem ser realizadas utilizando refratômetro de bancada, tendo como padrão água destilada. Nas determinações devem ser depositadas quatro gotas do mel direto na lâmina do prisma do equipamento e espalhado uniformemente pela lâmina, realiza-se a leitura em local com temperatura controlada. Os resultados de teor de sólidos solúveis (°Brix) devem ser corrigidos automaticamente para 20 °C, e todas as análises devem ser realizadas com cinco repetições (ZENEON *et al.*, 2008). Esse método é baseado na medição do índice de refração do mel, que é influenciado pelo seu teor de umidade e de sólidos solúveis.

O índice de refração varia de acordo com o seu teor de umidade e sólidos solúveis, sendo que quanto maior o teor de umidade, menor o índice de refração (CANO, 2007). O refratômetro é um instrumento que mede o índice de refração de uma substância, que é a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a

velocidade da luz na substância. O método refratométrico é simples, rápido e preciso, sendo amplamente utilizado na indústria e no controle de qualidade do mel. No entanto, é necessário calibrar o refratômetro com água destilada antes de cada uso, e verificar se o mel está cristalizado ou não, pois a cristalização interfere na medida do índice de refração. Se o mel estiver cristalizado, é preciso dissolvê-lo em água quente antes de realizar a análise (CANO, 2007). A calibração e o pré-tratamento da amostra são essenciais para obter resultados confiáveis e comparáveis com os padrões estabelecidos pela legislação.

A legislação brasileira estabelece que o teor máximo de umidade do mel deve ser de 20%, de acordo com o método da AOAC (Associação de Químicos Analíticos Oficiais). No entanto, alguns autores sugerem que o método da EHC (Comissão Europeia de Mel) é mais adequado para méis cristalizados, pois utiliza um pré-tratamento da amostra que evita erros sistemáticos na medição do índice de refração (CANO, 2007). A escolha do método adequado depende das características do mel e do objetivo da análise, sendo importante seguir as recomendações técnicas e as normas de qualidade.

A análise de umidade é importante para avaliar a qualidade e a conservação do produto, pois um teor de umidade elevado pode favorecer a fermentação e a deterioração (SILVA *et al.*, 2010), sendo, portanto, fundamental realizar essa análise com precisão e rigor. Assim, é possível garantir a qualidade do mel e evitar prejuízos para os produtores e consumidores.

Determinação de hidroximetilfurfural

O método de Luff-Schoorl utiliza um espectrofotômetro para medir as absorbâncias de soluções de mel tratadas com reagentes específicos. O procedimento é:

- Pesar cinco gramas de mel e dissolver em 50 mL de água destilada em um balão volumétrico;
- Adicionar 0,5 mL da solução de Carrez I, que é uma mistura de acetato de zinco, água destilada e ácido acético 0,1 mol L⁻¹;
- Adicionar 0,5 mL da solução de Carrez II (solução de ferrocianeto de potássio em água destilada);
- Homogeneizar a mistura e filtrar por meio de um filtro de papel, descartando os primeiros 10 mL do filtrado;

- Pipetar cinco mL do filtrado e misturar com cinco mL de água destilada, agitando bem;
- Colocar a solução em um banho de ultrassom por três minutos; e,
- Medir as absorbâncias da solução a 284 nm e 336 nm em cubeta de 1 cm (ZENEON *et al.*, 2008).

Determinação da atividade diastásica

Para determinar a atividade, deve-se:

- Em um Becker de 50 mL, dissolve-se cinco g de mel em 15 mL de água destilada;
- Adiciona-se cinco mL de solução-tampão e transfere-se a solução para um balão volumétrico de 50 mL, que já contém três mL de solução de cloreto de sódio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$. Completa-se o volume com água até a marca do balão;
- Em um tubo de ensaio, coloca-se 5 mL da solução de amido e 10 mL da solução de mel tamponada. Leva-se o tubo a um banho de água a $40 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 minutos, agitando-o a cada cinco minutos;
- Após 15 minutos, retira-se 1 mL da solução do tubo e adiciona-se rapidamente 10 mL de solução de iodo diluída a $0,00035 \text{ mol L}^{-1}$; e,
- Mede-se a absorbância da solução a 660 nm em um espectrofotômetro, repetindo o procedimento até obter um valor de absorbância menor que 0,235.

Com os valores de absorbância obtidos, constrói-se a curva-padrão da absorbância em função do tempo em minutos, com a atividade enzimática da diastase no mel expressa em unidades de Gothe ou Schade por grama de mel (ZENEON *et al.*, 2008).

Reação de Lund

Para verificar a pureza do mel, pode-se realizar um teste simples baseado na reação do ácido tânico com a albumina presente no mel puro. Esse teste consiste em diluir uma pequena quantidade de mel em água destilada e adicionar uma solução de ácido tânico. A albumina reage com o ácido tânico e forma um precipitado que se deposita no fundo do recipiente. Um mel adulterado não forma

precipitado ou forma um volume maior que o esperado. Esse método é descrito em detalhes por Zenebon *et al.* (2008).

O princípio desse teste é que o mel puro contém uma pequena quantidade de albumina, uma proteína derivada do pólen das flores e do néctar. A albumina é insolúvel em água e forma um complexo com o ácido tânico, um composto orgânico que tem propriedades adstringentes e antibacterianas. O complexo albumina-ácido tânico é insolúvel em água e precipita, formando uma camada esbranquiçada no fundo do recipiente. O volume do precipitado depende da quantidade de albumina presente no mel, que varia de acordo com a origem floral e a época da colheita. Segundo Zenebon *et al.* (2008), um mel puro deve apresentar um volume de precipitado entre 0,6 e 3,0 mL, enquanto um mel adulterado com açúcar, xarope ou outros aditivos não forma precipitado ou forma um volume maior que 3,0 mL.

O teste do ácido tânico é um método simples, rápido e de baixo custo e pode ser realizado em laboratório ou em casa, seguindo os seguintes passos:

- Pesar 2,0 g de mel e transferir para um béquer de 50 mL;
- Adicionar 20 mL de água destilada e misturar bem até dissolver o mel;
- Adicionar 5,0 mL de uma solução de ácido tânico a 0,5% e misturar novamente;
- Deixar a solução em repouso por 24 horas em temperatura ambiente; e,
- Observar a formação de precipitado e medir o seu volume com uma proveta.

O resultado do teste pode ser interpretado da seguinte forma:

- Volume do precipitado entre 0,6 e 3,0 mL, o mel é considerado puro;
- Volume do precipitado for menor que 0,6 mL ou maior que 3,0 mL, o mel é considerado adulterado; e,
- Se não houver formação de precipitado, o mel é considerado adulterado.

Reação de Fiehe

A reação é um método simples e rápido para detectar a fraude no mel por adição de açúcares comerciais ou superaquecimento e se baseia na presença

de hidroximetilfurfural (HMF), um composto que se forma a partir da degradação da frutose em condições ácidas e de alta temperatura. O HMF reage com a resorcina na presença de ácido clorídrico, formando um complexo de cor vermelha intensa (ZENEBO *et al.*, 2008). O procedimento é:

- Cinco gramas de amostra devem ser colocadas em um Becker de 50 mL e adicionados 5 mL de éter etílico, agitando-se vigorosamente;
- Posteriormente é transferida a camada etérea para um tubo de ensaio e adicionado 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina, deixando em repouso por 10 minutos.

Na presença de glicose comercial ou mel superaquecido, aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando a fraude (CATUCCI, 2022). Alguns fatores que podem interferir na reação de *Fiehe*:

- A concentração de resorcina e ácido clorídrico na solução reagente. Se a concentração for muito baixa, a reação pode não ocorrer ou ser muito fraca. Se for muito alta, pode haver uma reação inespecífica com outros compostos do mel, gerando falsos positivos;
- O tempo de contato entre a solução reagente e a camada etérea. Se o tempo for muito curto, a reação pode não ser completa. Se for muito longo, pode haver uma oxidação do HMF, diminuindo a intensidade da cor vermelha; e,
- A temperatura da amostra e da solução reagente. Se a temperatura for muito baixa, a reação pode ser lenta ou não ocorrer. Se for muito alta, pode haver uma evaporação do éter etílico, alterando a proporção entre as fases (ZENEBO *et al.*, 2008).

Portanto, é importante seguir as condições padrão do método e realizar um controle de qualidade com amostras de mel conhecidas, tanto puras quanto adulteradas.

Reação de Lugol

A análise é um método simples e rápido para detectar a presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar em méis, que são usados como adulterantes para aumentar o volume e o peso do produto. Esses adulterantes

são derivados de plantas que possuem amido em sua composição, como o milho e a mandioca. O amido é formado por cadeias de glicose que podem ser quebradas por processos químicos ou enzimáticos, gerando dextrinas e maltose. A solução de *Lugol*, que contém iodo e iodeto de potássio, reage com essas substâncias, formando complexos de cor variável, que vão do marrom-avermelhado ao azul, dependendo do tipo e da quantidade de amido ou dextrina presentes na amostra (ZENEBO *et al.*, 2008).

Para realizar a análise deve-se pesar 10 gramas da amostra em um Becker de 50 mL, adicionar 20 mL de água destilada e homogeneizar o conteúdo. Em seguida, a solução deve ser colocada em banho-maria por uma hora, para hidrolisar possíveis amidos ou dextrinas presentes. Após o resfriamento à temperatura ambiente, deve-se adicionar 0,5 mL da solução de *Lugol* e observar a coloração da mistura. Se a solução ficar incolor ou amarela, indica que o mel é puro e não contém glicose comercial ou xaropes de açúcar. Se a solução ficar colorida de marrom-avermelhada a azul, indica adulteração com esses produtos. A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido presentes na amostra fraudada (ZENEBO *et al.*, 2008).

A análise de *Lugol* é um método qualitativo, que permite identificar a presença de adulterantes, mas não a sua quantidade. Para isso, são necessários métodos quantitativos, como a cromatografia gasosa ou a espectrometria de massas, que são mais precisos e sensíveis, mas também mais complexos e caros. Além disso, a análise pode apresentar resultados falso-positivos, se o mel for proveniente de plantas que contêm amido em seu néctar, como o girassol. Por isso, é importante realizar outras análises complementares para confirmar a autenticidade do mel (ZENEBO *et al.*, 2008).

Cinzas

A análise de cinzas em mel é um método que permite determinar o conteúdo de minerais presentes no produto, como cálcio, potássio, magnésio, ferro, entre outros. Esses minerais são importantes para a saúde humana e também influenciam as características sensoriais e físico-químicas do mel. Além disso, a análise pode indicar a origem floral e geográfica do mel, bem como possíveis adulterações ou contaminações por substâncias estranhas (FINCO *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Para realizar a análise é necessário seguir um procedimento padrão que consiste em pesar três gramas de mel em cadinhos de porcelana previamente tarados e secos. Em seguida, os cadinhos são colocados em uma estufa a 105 °C, por duas horas, para eliminar a água e os compostos orgânicos voláteis presentes. Após esse período, os cadinhos são retirados da estufa e transferidos para uma mufla, onde são submetidos a uma temperatura de 550-570 °C, por mais duas horas, para queimar os resíduos carbônicos que restaram da etapa anterior. Ao final desse processo, os cadinhos contêm apenas as cinzas, ou seja, os minerais que não foram destruídos pela alta temperatura. O teor de cinzas é calculado pela diferença de peso entre os cadinhos com e sem as cinzas, de acordo com a equação IV (ZENEBON *et al.*, 2008, MOURA, *et al.*, 2017):

$$Cinzas (\%) = \frac{100 \cdot N}{P} \quad (IV)$$

Onde: N = número em gramas de cinzas

P = número em gramas da amostra.

O teor de cinzas é um dos parâmetros que devem atender aos limites estabelecidos pela legislação brasileira para o mel, que é de no máximo 0,6% (MARCHINI, 2000). Valores acima desse limite podem indicar que o mel foi produzido a partir de néctar de plantas com alto teor de minerais, como as do gênero *Eucalyptus*, ou que o mel foi adulterado com açúcares, xaropes, melados ou outros produtos (FINCO, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2015). Portanto, a análise de cinzas é uma ferramenta útil para avaliar a qualidade e a autenticidade do produto.

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica do mel é uma propriedade físico-química que depende da concentração e da natureza dos sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas presentes no produto. Esses componentes, quando dissolvidos em água, se dissociam em íons ou conduzem uma corrente elétrica. A condutividade elétrica pode ser usada para diferenciar méis de origens florais distintas, pois cada tipo de flor possui uma composição mineral e orgânica específica. Além disso, pode indicar a pureza, qualidade e estado de conservação do produto,

pois alterações na sua composição podem afetar esse parâmetro (CANO e LUZ, 2020).

Para medir a condutividade elétrica é necessário preparar uma solução aquosa do produto, pois o mel puro é um isolante elétrico. Uma forma de fazer isso é colocar 5,0 gramas de mel em um Becker de 50 mL e dissolver em 25 mL de água destilada, obtendo-se uma solução de 20%. Essa solução deve ser homogeneizada e acondicionada em temperatura ambiente antes de ser submetida à medição em um condutivímetro, um aparelho que aplica uma diferença de potencial entre dois eletrodos e mede a resistência elétrica da solução. A condutividade elétrica é o inverso da resistência elétrica e é expressa em micro Siemens por centímetro ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (ZENEBO, 2008).

A legislação brasileira estabelece que a condutividade elétrica do mel de melada (obtido a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas) deve ser de no mínimo $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$, enquanto para os demais méis ou sua mistura, máximo de $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$. Esses valores são baseados em padrões internacionais sugeridos por Bogdanov *et al.* (1999). Alguns exemplos de méis com alta condutividade elétrica são os méis de melada de sobreiro, azinheira, carvalho, pinheiro e abeto, que podem superar $800 \mu\text{S cm}^{-1}$. O mel da floresta, que é uma mistura de melada e flores, tem normalmente uma condutividade entre 800 e $900 \mu\text{S/cm}$. Já os méis florais, como o mel de laranjeira, eucalipto, acácia e girassol, têm condutividades inferiores a $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ (FINCO *et al.*, 2010).

Viscosidade

Em um *Becker* de 150 mL deve ser colocada uma amostra de mel suficiente para a completa imersão do conector de medida do viscosímetro, sem tocar as bordas ou fundo do recipiente. Durante a análise deve-se evitar a formação de bolhas, utilizando sempre a mesma velocidade de rotação (ZENEBO *et al.*, 2008).

°Brix - Sólidos solúveis totais

O teor de umidade é um fator importante para a sua qualidade e conservação, pois influencia na viscosidade, no sabor, na cristalização e na susceptibilidade à fermentação do produto. O teor de umidade ideal varia de 17

a 18%, sendo que o limite máximo permitido pela legislação brasileira é de 20%. Para medir a umidade do mel, utiliza-se um refratômetro, que é um instrumento óptico que determina o índice de refração de uma substância. O índice de refração é a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz na substância, e depende da concentração de sólidos solúveis presentes na solução. A escala Brix é uma forma de expressar o índice de refração em termos de porcentagem de sacarose equivalente na solução. Assim, quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior o valor de Brix e menor a umidade do mel. A relação entre Brix e umidade pode ser aproximada pela seguinte fórmula: Umidade (%) = $25 - 0,2 \times \text{Brix}$. Portanto, para realizar a análise de umidade utiliza-se um refratômetro com escala Brix de 0 a 95%, sendo necessário aplicar três gotas de mel na lâmina do equipamento e fazer a leitura direta no visor do equipamento. Essa é uma técnica simples, rápida e precisa, que permite avaliar a qualidade do mel de forma não destrutiva (ZENEBO *et al.*, 2008).

5. Referências Bibliográficas

ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandaçaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Food Science and Technology**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 644-650, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400004>

AMBIENTEBRASIL. **Apicultura: Uma alternativa Econômica para o Pantanal**. Rio de Janeiro, RJ, 12 de janeiro de 2009. Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/abelhas/apicultura_uma_alternativa_economica_para_o_pantanal.html>. Acesso em: 5 nov. 2022.

ANACLETO, D. A.; SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 535–541, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300013>

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Aracaju, v. 6, n. 1, p. 51–55, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50060108>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

AZEVEDO, M. S. **Mel de melato de bracatinga (*Mimosa scabrella* bentham) do planalto serrano de Santa Catarina: discriminação e potencialidade funcional**. 2017. 201f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BACAXIXI, P.; BUENO, C. E. M. S.; RICARDO, H. A.; EPIPHANIO, P. D.; SILVA, D. P.; BARROS, B. M. C.; SILVA, T. F.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. A Importância da apicultura no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 10, n. 20, p. 1-6, 2011. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/4obaFHM5hPoTX99_2013-5-17-17-41-22.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BÁNKI, O.; ROSKOV, Y.; DÖRING, M.; OWER, G.; HERNÁNDEZ-ROBLES, D. R.; PLATA-CORREDOR, C. A.; STJERNEGAARD-JEPPESEN, T.; ÖRN, A.; VANDEPITTE, L.; HOBERN, D.; SCHALK, P.; DEWALT, R. E.; MA, K.; MILLER, J.; ORRELL, T.; AALBU, R.; ABBOTT, J.; ADLARD, R.; ADRIAENSSENS, E. M. **Catalogue of Life Checklist**, Leiden, Netherlands, 17 de agosto de 2023. <https://doi.org/10.48580/dft7>

BARAN, C. (Ed.). Pantanal: certificação quebra paradigmas. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, RJ. 19 de maio de 2018. Colunas. Disponível em: <<https://alavoura.com.br/colunas/indicacao-geografica/pantanal-certificacao-quebra-paradigmas/>>. Acesso em: 5 nov. 2022.

BARRA DO BUGRES. Prefeitura de Barra do Bugres. **História de Barra do Bugres**. Barra do Bugres, MT, 2022. Disponível em: <<http://www.barradobugres.mt.gov.br/Institucional/Caracteristicas/>>. Acesso em: 3 mar. 2023.

BERA, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 49-52, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100009>

BRASIL. **Decreto nº 72, de 12 de julho de 1839**. Autorisa o Governo a conceder ao Padre Antonio José Pinto Carneiro privilegio exclusivo pelo espaço de dez annos, a fim de importar Abelhas da Europa, ou Costa da África, para o Município da Côrte, e Provincia do Rio de Janeiro. Brasília, DF. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-72-12-julho-1839-561507-publicacaooriginal-85154-pl.html>>. Acesso em: 3 jul. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017b. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 de março de 2017.

BRASIL. Lei n.º 14.639, de 25 de julho de 2023. Institui a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera e ao Desenvolvimento de Produtos e Serviços Apícolas e Meliponícolas de Qualidade. **Diário oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de julho de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de janeiro de 2001. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis, conforme consta dos Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.º 5, de 14 de fevereiro de 2017a. Estabelece as regras de inspeção e fiscalização sanitária referentes às instalações, dependências e equipamentos para as agroindústrias de pequeno porte de leite, mel e ovos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de fevereiro de 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de qualidade e identidade do mel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000. Seção 1, p. 16-17.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 6, de 25 de julho de 1985. Aprova as Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados, propostas pela Divisão de Inspeção de Leite e Derivados, da Secretaria de Inspeção de Produto Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 de julho de 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SDA n.º 795, de 10 de maio de 2023. define as normas higiênico sanitárias e tecnológicas para os estabelecimentos que elaborem produtos de abelhas e seus derivados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 de maio de 2023. Edição 91. Seção: 1. p: 4.

CAMARGO, R. C. R. (Ed.). Produção de mel. **Sistemas de Produção Embrapa Meio Norte**. Teresina: Embrapa, n. 3, 2002. 128p.

CAMARGO, R. C. R.; RÊGO, J. G. S.; LOPES, M. T. R.; PEREIRA, F. M.; MELO, A. L. Boas práticas na colheita, extração e beneficiamento do mel. **Documentos Embrapa Meio-Norte**. Teresina: Embrapa, n. 78, 2003. 28p.

CANO, C. B.; FELSNER, M. L.; BRUNS, R. E. Precisão dos métodos refratométricos para análise de umidade em mel. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 328-332, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200021>

CANO, C. B.; LUZ, C. F. P. Correlação das propriedades de condutividade elétrica, pH e análise melissopalínológica do mel do Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. In: Simpósio de Segurança Alimentar: Inovação com sustentabilidade, 7, 2020, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa, 2020.

CANO, C. B.; ZAMBONI, C. Q.; ALVES, H. I.; SPITERI, N.; ATUI, M. B.; SANTOS, M. C.; JORGE, L. I. F.; PEREIRA, U.; RODRIGUES, R. M. M. Mel: fraudes e condições sanitárias. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 52, n. 1-2, p. 1-4, 1992. Disponível em: <<https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/35956>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CARDOSO, K. F. G. **Qualidade do mel de *Apis mellifera* produzido na região do pólo Cuesta, Estado de São Paulo**. 2011. 74f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

CARVALHO, C. A. L.; MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S. Análises de amostras de méis provenientes do recôncavo da Bahia. In: Encontro sobre Abelhas, 4, 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras/USP, 2000. v. 1. p. 352-352.

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005. 32p.

CATUCCI, A. Mel falso, adulterado ou fraudado: saiba quais os riscos, como identificar e denunciar. **Portal G1**, Rio de Janeiro, RJ, 12 de novembro de 2022. Economia/Agronegócio. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2022/11/12/mel-falso-adulterado-ou-fraudado-saiba-quais-os-riscos-como-identificar-e-denunciar.ghtml>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

CORREIA, M.; RONCADA, M. J. Padronização de método e quantificação de matérias estranhas e filamentos micelianos. I. Doces de frutas em pasta. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 61, n. 2, p. 85-90, 2002. <https://doi.org/10.53393/rial.2002.v61.34986>

DALL'AGNOL, A. Produção de mel no Brasil. **Agrolink**, Porto Alegre, RS, 28 de agosto de 2022. Colunistas. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/producao-de-mel-no-brasil_469607.html>. Acesso em: 14 out. 2022.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166–1171, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500028>

FAO. Food and Agriculture Organization. **Codex alimentarius, international food standards: Standard for honey**. Rome: FAO/WHO, 2021. 7p.

FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. 2019: **Países por producto**. Rome, 2021. Disponível em:

<https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 9 dez. 2021.

FERREIRA, J. O.; GALBIATI, C.; NEVES, S. M. A. S.; MIRANDA, M. R. S. Produção de mel nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, em Mato Grosso, no período de 2002 a 2011. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 39, p. 159-171, 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v39i0.46505>

FILIPPE, A.; GOUVEIA, C.; VITORINO, C.; GONÇALVES, C.; PERES, F.; GODINHO, J.; ANJOS, O. Avaliação da cor no mel. In: Jornadas – Potencial Técnico e Científico do IPCB, 3, 2015, Idanha-a-Nova. **Anais...** Idanha-a-Nova: IPCB/CEDER, Escola Superior Agrária, 2015. p. 12. Disponível em: <<https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/5753df>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FINCO, A.; BARTOLOMEU, F. D.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706–712, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000300022>

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 100, n. 4, p. 1649-1653, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.046>

GARCIA, I. V.; RUBIO, A. F.; FIGUEIREDO, J. R.; WOBETO, C. **Avaliação da cadeia produtiva do mel de *Apis mellifera* produzido na região de Sinop/MT**. Goiânia: Cercomp/UFG, 2012. 5p. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/399/o/IAREMA_VICENTE_GARCIA.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

GLOBO RURAL. Produção de soja com mel: projeto une preservação ambiental com geração de renda. **Globoplay**, Rio de Janeiro, RJ, 21 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11299406/?s=0s>. Acesso em: 28 ago. 2023.

GOIS, G. C.; RODRIGUES, A. E.; LIMA, C. A. B. DE; SILVA, L. T. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013. <https://doi.org/10.21708/avb.2013.7.2.3009>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de mel de abelha**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, Dracena, v. 40, n. 1, p. 1–11, 2012. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2012v40n1p01-11>

MANRIQUE, A. J.; SOARES, A. E. E. Início de um programa de seleção de abelhas africanizadas para a melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. **Interciencia**, Caracas, v. 27, n. 6, p. 312–316, 2002. Disponível em: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000600007>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MANTILLA, S. P. S.; SANTOS, E. B.; BARROS, L. B.; FREITAS, M. Q. Análise descritiva quantitativa aplicada em mel de abelhas (*Apis mellifera*): Uma revisão. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 8, n. 2, p. 75-84, 2012. <https://doi.org/10.5747/ca.2012.v08.n2.a081>

MARCHINI, L. C. Um padrão nacional para o mel. **Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n. 59, 2000. p. 58-60.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Agricultura Familiar. **Mato Grosso Produtivo – Apicultura: Mato Grosso e a produção nacional de mel**. Cuiabá, MT, 2022. Disponível em: <<https://www.agricultorafamiliar.mt.gov.br/-apicultura>>. Acesso em: 14 out. 2022.

MEDINA, Y. O mel, antimicrobiano natural mais usado na atualidade. **Folha Noroeste**, São Paulo, SP, 2018. Colunas. Disponível em:

<<https://www.folhadonoroeste.com.br/colunas/o-mel-antimicrobiano-natural-mais-usado-na-atualidade/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

MEIRELES, S.; CANÇADO, I. A. C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 4, n. 4, p. 207-219, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synth>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MELO, M. Metais pesados podem ser monitorados por análise do mel. **Exame**, São Paulo, SP, 17 de abril de 2013. Ciência. Disponível em: <<https://exame.com/ciencia/metais-pesados-podem-ser-monitorados-por-analise-do-mel/>>. Acesso em: 10 out. 2023.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJA, P. B. As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 7-14, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/789>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MERCOSUL. Mercado Comum do Sul. **Resolução Mercosul/GMC nº 89**, de 18 de novembro de 1999. Montevideu, UY, 18 de novembro de 1999. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pdf/GMC_RES_1999-089.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2023.

MERLI, D. **Caracterização físico-química e microbiológica do mel produzido em Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil**. 2009. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Bugres.

MOURA, L. R.; SANCHES, I. S.; TESH, M. F. T.; ARMESTO, C.; SOUZA, L. A. Análises físico-químicas de diferentes méis produzidos e comercializados no Brasil. **Revista Gestão em Foco**, Amparo, n. 9, p. 240-254, 2017. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/033_fisico.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2023.

NASCIMENTO, J. L. **A apicultura em São Tomé e Príncipe. Situação atual e perspectivas futuras**. 2015. 51f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) — Instituto Politécnico de Bragança (Portugal), Escola Superior Agrária, Bragança.

OKANEKU, B. M.; SOUZA, A. Q. L.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, T. C. L.; CARDOSO, D. N. P.; SANTOS, W. G. Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 4, p. 18607–18620, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-144>

OLIVEIRA, K. M. G.; OLIVEIRA, J. A. S.; SILVA, C. S.; NAGASHIMA, L. A. Análises das características físico-químicas do mel de abelhas comercializado na região Noroeste do Paraná. In: Encontro Annual de Iniciação Científica, 24, 2015, Paranavaí. **Anais...** Paranavaí: Universidade Estadual do Paraná, 2015. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.eaic.uem.br/eaic2015/anais/artigos/779.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

PASTORI, E. O. **Doces companheiras indispensáveis: um estudo antropológico sobre abelhas e habitabilidade**. 2017. 240f. Tese (Doutorado em Antropologia Social) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PEREIRA, L. L. **Análise físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* e Meliponíneos**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências) — Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003>

RAMOS, J. M.; CARVALHO, N. C. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 6, n. 10, p. 1-21, 2007. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/h4KxXMNL19aD Cab_2013-4-26-15-37-3.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

RIBEIRO, R.; STARIKOFF, K. R. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 1, p. 111–118, 2019. <https://doi.org/10.5965/223811711812019111>

ROSA, K.; MARTINELLI, R.; WERNER, A. M.; BRAUN, C.; BETT, S. C.; PICANÇO, N. F. M.; SILVA, T. Caracterização físico-química do mel de abelha (*Apis Mellifera* L). produzido e comercializado no estado de Mato Grosso. In: Simpósio Latino-Americano de Ciências de Alimentos, 1, 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: Galoá Proceedings, 2013. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2013/papers/caracterizacao-fisico-quimica-do-mel-de-abelha--Apis-mellifera-l---produzido-e-comercializado-no-estado-de-mato-grosso?lang=pt-br>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

SEAF. Secretaria de Estado de Agricultura familiar. **Apicultura**. Cuiabá, 2016. Disponível em: <<https://www.agriculturafamiliar.mt.gov.br/-apicultura>>. Acesso em: 10 out. 2023.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Apicultura se fortalece em Barra do Bugres com apoio do Senar-MT. **SENAR**, Cuiabá, MT, 25 de agosto de 2017. Disponível em: <<https://www.senarmt.org.br/noticia/2017/08/25/apicultura-se-fortalece-em-barra-do-bugres-com-apoio-do-senar-mt>>. Acesso em: 10 out. 2023.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. ATeg do Senar-MT realiza os primeiros dias de campo de Apicultura em Mato Grosso. **CNABrasil**, Brasília, DF, 11 de julho de 2022. Disponível em: <<https://cnabrasil.org.br/noticias/ateg->

do-senar-mt-realiza-os-primeiros-dias-de-campo-de-apicultura-em-mato-grosso>. Acesso em: 10 out. 2023.

SILVA, C. J. C. **Produção de mel em melgueiras langstroth de oito e dez quadros**. 2019. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

SILVA, K. F. N. L.; SANTOS, D. C.; SILVA, C. T. S.; QUEIROZ, A. J. M.; LIMA, A. O. N. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do município de Tabuleiro do Norte-CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Grossa, v. 4, n. 1: p. 52-57, 2010. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862010000100006>

SILVA, M. G. C.; FIGUEIRA, P. T.; HOSCHEID, J.; FUKUMOTO, N. M. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de mel comercializado em feiras livres do município de Assis Chateaubriand, PR. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 32, n. 278/279, p. 68-73, 2018. Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/909977/site-278-279-68-73.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SILVA, R. A.; RODRIGUES, L. M. F. M.; LIMA, A.; CAMARGO, R. C. R. Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos, Estado do Piauí, Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 144, p. 90-94, 2004.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M. Características e propriedades inerentes ao mel. **Revista Pubvet**, Londrina, v. 4, n. 9, p. 1-13, 2010. Disponível em: <<https://silo.tips/download/caracteristicas-e-propriedades-inerentes-ao-mel-universidade-federal-rural-do-se>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

TORREZAN, M. A. **Minerais Essenciais em méis**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimento) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TREVISOL, G.; BUENO, M. P.; OLIVEIRA, J. P. L.; MACEDO, K. G. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 352–368, 2022. <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1321>

VILAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão**. Brasília: ISPN, 2012. 98p.

VILELA, S. L. O. A cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 2, 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. p. 233-239. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/59525/1/Congressop233239.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

WHITE JUNIOR, J. W. Detection of honey adulteration by carbohydrate analysis. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 63, n. 1, p. 11-18, 1980. <https://doi.org/10.1093/jaoac/63.1.11>

WIESE, H.; SALOMÉ, J. A. **Nova Apicultura**. Guaíba: Agrolivros, 2020. 911p.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coords.). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

ZERBO, A. C.; LÚCIA, R.; MORAES, M. S.; BROCHETTO-BRAGA, M. R. Protein requirements in larvae and adults of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera, Apidia, Meliponinae): midgut proteolytic activity and pollen digestion. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, Amsterdam, v. 129, n. 1, p. 139–147, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S1096-4959\(01\)00324-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1096-4959(01)00324-4)

6. Artigos

Artigo I

Propriedades físico-químicas de méis de *Apis mellifera* em três apiários de Barra do Bugres, Mato Grosso

Airton Jose Christ

Resumo

Objetivou-se analisar as características físico-químicas de méis produzidos em três apiários de Barra do Bugres, Mato Grosso, entre setembro de 2021 e outubro de 2022. Foram coletadas cinco amostras de cada apiário e avaliadas quanto à cor, umidade, pH, acidez, cinzas, condutividade, viscosidade, Brix, teste de *Lund* e teste de *Fiehe*. As análises foram realizadas em laboratórios da Universidade Estadual de Mato Grosso, Campus de Barra do Bugres. Os resultados indicaram que a cor dos méis variou do âmbar claro ao âmbar escuro, sendo que a maioria (80%) foi classificada como âmbar. A umidade dos méis ficou entre 18 e 20%, exceto para sete amostras que apresentaram valores acima do limite legal, sendo que essas amostras foram coletadas em época de chuva, o que pode ter influenciado na umidade. O pH e a acidez estavam dentro dos padrões legais e compatíveis com a literatura, demonstrando boa qualidade e estabilidade do produto. As cinzas e a condutividade elétrica dos méis também atenderam aos critérios legais e refletiram a presença de íons no produto. A condutividade variou entre 610,3 e 1505,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$. A viscosidade dos méis foi influenciada pela umidade e pelas cinzas, apresentando valores entre 1.620 e 13.117 mPa s^{-1} . O grau Brix dos méis representou a quantidade de sólidos solúveis totais no produto, variando entre 76,5 e 83. Todas as amostras passaram nos testes de *Lund* e *Fiehe*, indicando ausência de adulteração. Conclui-se que os méis apresentaram qualidade físico-química satisfatória, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação, exceto pela umidade elevada em sete amostras. Essa característica pode comprometer a qualidade, pois aumenta o risco de fermentação e deterioração do produto. Portanto, recomenda-se que os produtores adotem boas práticas de extração e armazenamento, como o uso de centrífugas, desumidificadores e recipientes adequados, para garantir a qualidade e a segurança do produto.

Palavras-chave: Qualidade de mel; análises físico-químicas do mel; teste de *Lund* e de *Fiehe*.

Physicochemical properties of *Apis mellifera* honeys in three apiaries of Barra do Bugres, Mato Grosso

Abstract

The aim of this work was to analyze the physicochemical characteristics of honeys produced in three apiaries in Barra do Bugres, Mato Grosso, between September 2021 and October 2022. Five samples from each apiary were collected and evaluated for color, moisture, pH, acidity, ash content, conductivity, viscosity, Brix value, *Lund* test, and *Fiehe* test. The analyses were carried out in laboratories at the State University of Mato Grosso, Campus Barra do Bugres. The results indicated that: The color of the honeys ranged from light amber to dark amber, with the majority (80%) classified as amber. The moisture content of the honeys ranged from 18 to 20%, except for seven samples that had values above the legal limit. These samples were collected during the rainy season, which may have influenced the moisture content. The pH and acidity of the honeys were within legal standards and consistent with the literature, indicating good quality and stability of the product. The ash content and electrical conductivity of the honeys also met legal criteria and reflected the presence of ions in the product. The conductivity ranged from 610.3 to 1505.1 $\mu\text{S cm}^{-1}$. The viscosity of the honeys was influenced by moisture and ash content, with values ranging from 1,620 to 13,117 mPa s^{-1} . The Brix value of the honeys represented the amount of total soluble solids in the product, ranging from 76.5 to 83. All samples passed the *Lund* and *Fiehe* tests, indicating the absence of adulteration. It is concluded that the honeys evaluated presented satisfactory physicochemical quality, according to the parameters established by the Brazilian legislation, except for the high humidity. This characteristic can compromise the quality of honey, as it increases the risk of fermentation and deterioration of the product. Therefore, it is recommended that producers adopt good practices of extraction and storage of honey, such as the use of centrifuges, dehumidifiers and suitable containers, to ensure the quality and safety of the product.

Keywords: Honey quality; physicochemical analysis of honey; *Lund* and *Fiehe* tests.

Introdução

A apicultura é uma atividade importante como fonte de renda extra para produtores rurais, por ser considerada de manejo simples e de custos relativamente baixos na implantação de apiários, baseada no aproveitamento dos recursos naturais, além de contribuir com a preservação da natureza e equilíbrio ambiental (VIEIRA *et al.*, 2010; BACAXIXI *et al.*, 2011; BITTAR, 2011; FERREIRA *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2016; CARVALHO *et al.*, 2019; NAVES *et al.*, 2023).

O principal produto produzido no apiário é o mel, resultado das transformações que ocorrem no néctar das flores ou secreções das plantas, colhidos pelas abelhas e submetidos a processos enzimáticos (LEAL *et al.*, 2001; GOMES *et al.*, 2017a). Durante o processo, o néctar passa por transformações físicas (evaporação da água) e químicas (adição de enzimas), resultando no mel, um alimento com alto valor nutritivo, energético e terapêutico, além de possuir propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias (BERTOLDI *et al.*, 2010; ALVES *et al.*, 2011; GOMES *et al.*, 2017a).

O mel é composto por várias substâncias, incluindo proteínas, sais minerais (como magnésio, cálcio, sódio, potássio, ferro e fósforo), ácidos orgânicos (como ácido málico, oxálico, cítrico, vínic e láctico), vitaminas (B2, B6, B1, B3, B5, E e C) e principalmente açúcares (LEAL *et al.*, 2001; ALVES *et al.*, 2011; MOURA *et al.*, 2014; GOMES *et al.*, 2017b).

O mel apresenta grande concentração de açúcares redutores, tais como: monossacarídeos ($\pm$ 80%), sendo os principais a frutose ($\pm$ 30%) e glicose ($\pm$ 30%), além de dissacarídeos (sacarose e maltose, menos de 10%) (CARVALHO *et al.*, 2000). A glicose, por apresentar pouca solubilidade, determina a tendência de cristalização do mel enquanto a frutose possibilita a doçura em razão da alta higroscopicidade (CARVALHO *et al.*, 2000; ARAÚJO *et al.*, 2006). A sacarose representa em média de 2 a 3% dos açúcares e valores mais elevados podem indicar que ocorreu a colheita prematura do mel, pois este açúcar é hidrolisado (transformado) em glicose e frutose por meio de ácidos diluídos ou enzimas (invertase) (CARVALHO *et al.*, 2005; MENDES *et al.*, 2009).

Além dos açúcares, o mel contém água, enzimas, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, proteínas, aminoácidos, compostos fenólicos e outros

componentes que conferem características físicas, químicas, sensoriais e biológicas (ARAÚJO *et al.*, 2006; FINCO *et al.*, 2010). Algumas das propriedades físico-químicas importantes para a sua qualidade e classificação são a umidade, acidez, pH, densidade, viscosidade, cor, sabor e aroma, que dependem da origem floral, clima, maturação, manejo e espécie de abelha (ARAÚJO *et al.*, 2006). O Brasil possui uma legislação específica para o mel (BRASIL, 2000), que estabelece os limites máximos ou mínimos para alguns desses parâmetros. Entretanto é um país continental que possui diferentes biomas ricos em plantas floríferas, produzindo méis que apresentam características próprias, na dependência de sua origem (LOPES *et al.*, 2016).

Apesar do potencial de produção, o Brasil não é um dos maiores produtores de mel do mundo, ocupando a 12^a colocação em 2019, como produtor mundial (VILELA, 2000; FAO, 2019; IBGE, 2021; TREVISOL *et al.*, 2022). Tal situação é relacionada a uma série de fatores, entre os quais se destacam: a baixa profissionalização do setor, dificuldades na classificação dos méis produzidos, adulteração e qualidade do produto (GLOBO RURAL, 2023).

Uma das maneiras de fomentar a produção de mel com qualidade é conhecer as características físico-químicas do produto e orientar a produção para garantir um produto com aceitação no mercado (SILVÉRIO e LENZA, 2010; LOPES *et al.*, 2016). Nesse sentido, estudos que buscam caracterizar o mel podem contribuir na construção de um padrão de qualidade, o que pode levar a um produto com maior valor comercial, com apelo ambiental importante. Deste modo, o estudo de suas características se torna um fator relevante, principalmente, ao levar em consideração seu alto valor comercial e pode ser facilmente adulterado pela adição de amido, açúcares invertidos, dextrinas e açúcares comerciais, tais como glicose, melado e xarope de sacarose, dentre outras substâncias (ALVES *et al.*, 2011; GOIS *et al.*, 2013; NAVES *et al.*, 2023).

O presente estudo objetivou analisar os parâmetros físico-químicos de méis obtidos em três apiários localizados no município de Barra do Bugres, Mato Grosso, confrontando os resultados obtidos com o estabelecido pela legislação vigente.

Material e Métodos

Área de estudo

Os apiários estão localizados em três localidades do município de Barra do Bugres, no estado de Mato Grosso, Brasil. Cada apiário possui um número diferente de colmeias: oito no apiário 1 (Ap1), 10 no apiário 2 (Ap2) e 19 no apiário 3 (Ap3). A Figura 1 mostra a distribuição dos apiários em uma área do bioma Cerrado, onde há intensa atividade agropecuária. O apiário 1 (Figura 1A) está próximo de uma floresta estacional (cerradão), pastagens, áreas de cultivo de soja e milho safrinha, além de locais com plantio de cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool.



Figura 1. Situação geográfica dos apiários em Barra do Bugres, Mato Grosso. A) apiário 1, 30 km do centro da cidade de Barra do Bugres; B) apiário 2, 5 km; C) apiário 3, 8 km; D) distância entre apiários, cerca de 30 km. **Fonte:** Elaborado pelo autor, com base em imagens de satélite capturadas do *Google Earth*.

Essa diversidade de paisagens influencia a disponibilidade de água e alimento para as abelhas, que precisam de água para regular a temperatura e a umidade da colmeia, diluir o mel e alimentar as larvas. Elas procuram fontes de água em um raio de cerca de 1.500 m ao redor da colônia, logo pela manhã, quando as brisas ainda são fracas e elas podem detectar o odor dos recursos com mais facilidade. Quando uma abelha encontra uma fonte de alimento, ela volta para a colmeia e indica o local para as outras abelhas campeiras, por meio

de uma dança. Assim, as abelhas podem explorar coletivamente as áreas mais ricas em alimento.

No local do Apiário 1, observam-se espécies típicas do Cerrado, como os ipês-amarelo e roxo (*Handroanthus albus* (Cham.) Mattos) e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos)), que exibem flores de cores vibrantes (Figura 2A e 2C). Também se destaca o Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), uma árvore originária da África, que possui propriedades medicinais e inseticidas (Figura 2B e 2E). Além disso, há uma área de cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), que foi recentemente colhida e pode fornecer néctar para as abelhas, pois o açúcar é liberado pelas secreções do caule após o corte.

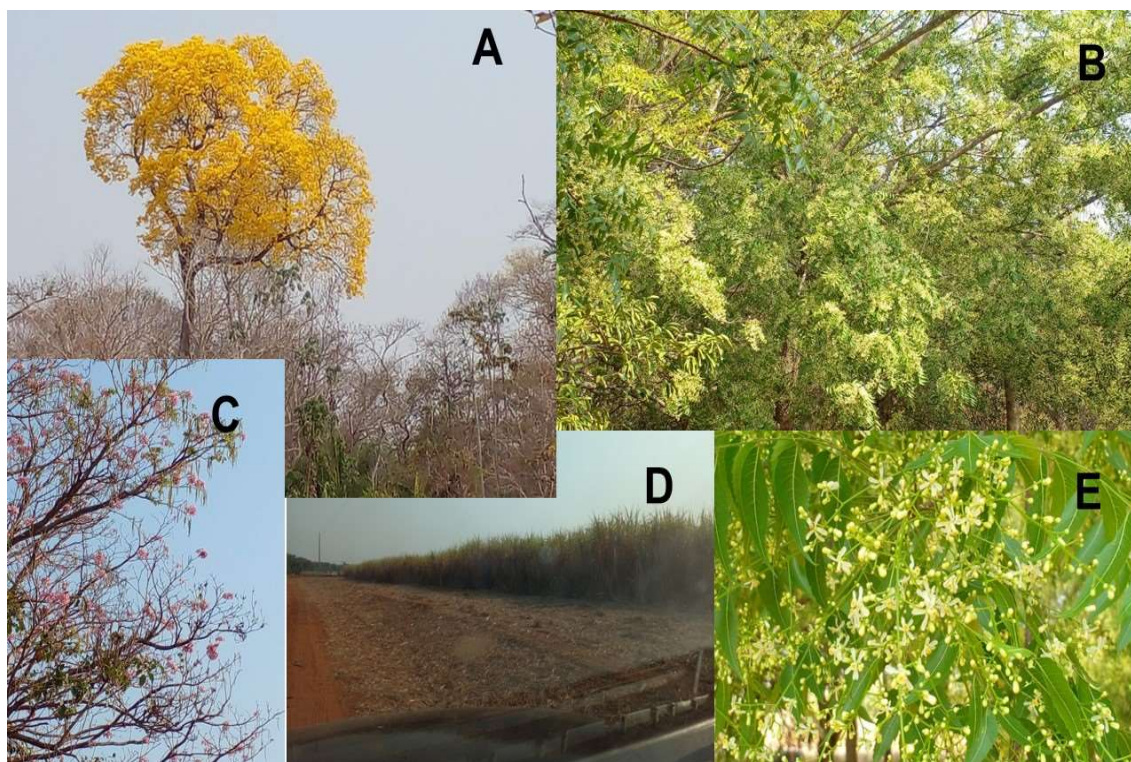


Figura 2. Características do apiário 1, com a presença de ipê-amarelo (A), neem (B, E), ipê-roxo (C) e área de colheita de cana-de-açúcar (D). **Fonte:** autor.

O apiário 2, que fica em uma Área de Preservação Permanente (APP), próxima a um local de cultivo de cana-de-açúcar, possui uma grande variedade de plantas nativas do Cerrado, como arbustos e buritis (*Mauritia flexuosa* L.f.), que fornecem néctar para as abelhas durante todo o ano, especialmente nos meses de julho a setembro (SILVÉRIO e LENZA, 2010). O apiário 2 está a 1.500

m de distância da usina (Figura 1B e Figura 3a), com uma estrada em construção próxima ao apiário (Figura 3D).



Figura 3. Características do apiário 2, com a presença de buriti (A); várzea com buriti (B); lagoa com buriti (C); e estrada em construção, com buriti nas bordas (D). **Fonte:** autor.

No local do Apiário 3, podem ser observados o ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) (Figura 4A), ipê-amarelo (*H. albus*) (Figura 4C), canavial na época de colheita (Figura 4B), cajueiros (*Anacardium occidentale* L.) (Figura 4D), sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e uma edificação abandonada (Figura 4E) e, terra arada com seringal (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. no entorno (Figura 4F).

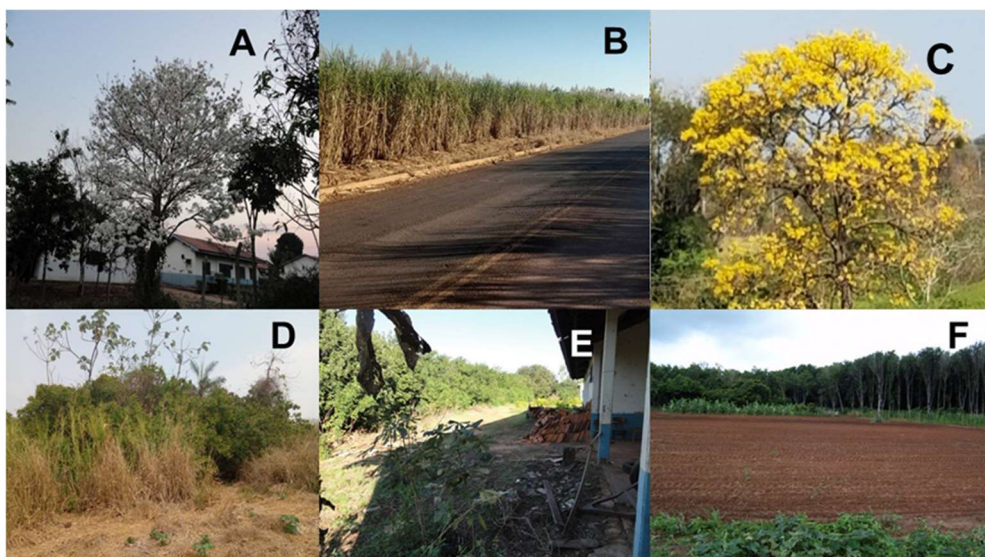


Figura 4. Características do apiário 3, com a presença de ipê-branco (A), cana-de-açúcar (B), ipê-amarelo (C), cajueiro (D), sansão-do-campo e construção abandonada (E) e, terra preparada para plantio com seringueiras ao fundo (F).

Fonte: autor.

Coleta das amostras

A coleta ocorreu em cinco momentos diferentes, com intervalos de três meses, ao longo de um ano. A primeira (C1) foi em setembro de 2021, segunda (C2), dezembro de 2021, terceira (C3), março de 2022, quarta (C4), junho de 2022 e quinta (C5), outubro de 2022. Em cada apiário foram selecionados oito quadros de melgueira, que foram desoperculados e centrifugados para extração do mel por força centrípeta. Após sair da centrífuga, o mel foi coado em uma peneira fina de inox com malha de 0,5 mm para remover as impurezas, sendo deixado em decantação por três dias e retirada uma amostra de 1 kg da parte intermediária do recipiente. As amostras foram acondicionadas em embalagens de vidro transparentes, limpas, secas e identificadas com os dados do produtor, apiário e data da coleta, sendo lacradas e transportadas ao Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Barra do Bugres, onde foram realizadas as análises físico-químicas.

Análises realizadas

- 1) Umidade – Foi utilizado o refratômetro marca Atago®, que possui correção de temperatura automática no ato da medida, e capacidade

- de medida de 12% a 30% de umidade, foram colocadas duas gotas do mel no equipamento e feita leitura monocular (ZENEBO *et al.*, 2008);
- 2) pH - Foi utilizado o pHmetro digital marca Sinergia[®], com cinco gramas de cada amostra diluída em 50 mL de água destilada, adicionado, a cada amostra, três gotas de solução alcoólica a 5% do indicador *fenolftaleína*, em seguida a titulação com solução de hidróxido de sódio (0,1 N) padronizada. Posteriormente os valores foram obtidos em miliequivalentes por kg (meq kg⁻¹) (ZENEBO *et al.*, 2008);
 - 3) Cor – Foi utilizado o refratômetro (Atago[®]), e as análises realizadas com a leitura em absorbância de 624 nm (FILIPE *et al.*, 2015);
 - 4) Cinzas – Foi obtido pelo resíduo da queima em *mufla* a temperatura de 600 °C para indicar a quantidade de minerais presentes, de acordo com metodologia prescrita por Zenebon *et al.* (2008);
 - 5) Condutividade elétrica – é influenciada diretamente pela quantidade de água e sais e quanto maior for a presença de sais, maior será o valor (ZENEBO *et al.*, 2008);
 - 6) Viscosidade – a capacidade de aderência do material, diretamente ligada com a temperatura do líquido (mais quente menos viscoso), foi obtida por meio de um viscosímetro (*Brookfield*) (ZENEBO *et al.*, 2008);
 - 7) °Brix (Sólidos solúveis totais) – o valor foi obtido por meio de um refratômetro (Atago[®]), de acordo com procedimentos de Zenebon *et al.* (2008);
 - 8) Reação de *Lund* – determina a presença de albuminoides no mel e sua completa ausência é caracterizada como fraude, com procedimentos de análise seguindo metodologia de Zenebon *et al.* (2008);
 - 9) Reação de *Fiehe* – determina a presença de amido e se ocorre a coloração azul, resultado da reação do iodo com o amido presente em açúcar comercial, o produto é falso, com procedimentos executados de acordo com Zenebon *et al.* (2008). É realizado baseando-se na detecção qualitativa do hidroximetilfurfural (HMF), que representa as reações químicas que acontecem com os açúcares e ácidos presentes no mel e servem como indicador de qualidade. Quanto maior for o valor do HMF, menor seu valor nutricional, pois as reações já degradaram

parte de seu conteúdo original, com o calor acelerando os processos (ZENEBO *et al.*, 2008).

Análise dos resultados

Os resultados foram expressos em média, que serviram como base para comparar com os valores exigidos pelas normas vigentes.

Resultados e Discussão

As avaliações referentes às colorações dos méis apresentaram padrões de cor que variaram conforme a época do ano e o apiário, com resultados que indicam a procedência do néctar de espécies vegetais distintas. As análises mostraram variações entre âmbar claro, âmbar e âmbar escuro (aspecto mais claro até escuro) (Tabela 1), com as cores dentro dos parâmetros exigidos pela norma vigente, que permite ter variação desde o branco-água até âmbar-escuro (BRASIL, 2000). As cores podem variar conforme a origem do produto e o tipo de néctar utilizado pelas abelhas, que determinam a classificação do mel de acordo com a escala *Pfund* (FILIPE *et al.*, 2015).

A cor é uma característica que tem um apelo estético para o consumidor, com a coloração mais clara geralmente tendo a preferência (LACERDA *et al.*, 2010). Entretanto, um mel que possui cor mais clara quando colhido pode vir a mudar de cor devido tempo de armazenamento, tornando-se escuro, uma mudança associada a reações de substâncias polifenólicas com sais de ferro, além da instabilidade da frutose em meio ácido (BERTOLDI *et al.*, 2010; GOIS *et al.*, 2013). Deve-se evitar o uso de recipientes de metal, pois eles podem oxidar e alterar o sabor e a cor do mel. Além disso, o metal pode conter traços de elementos que podem ser prejudiciais à saúde, como chumbo, cobre e zinco (MELO, 2013).

Em relação a proporção de cores, os méis com coloração âmbar representaram a maioria das amostras (80%), predominantes nas colheitas, com exceção de setembro/2021-Ap1 (cor âmbar-claro) (13,33%) e, setembro/2021-Ap3 e dezembro/2021-Ap2, cor âmbar-escuro (6,67%) (Tabela 1). As diferenças de coloração dependem basicamente da origem do néctar colhido pelas abelhas, ou seja, da coloração das flores, além da presença de minerais presentes e nos méis mais escuros a presença de minerais tende a ser maior. Além disso, a cor

do mel pode ser influenciada por outras variáveis, tais como: variações climáticas durante a florada e amadurecimento do mel na colmeia (VENTURINE *et al.*, 2007; LACERDA *et al.*, 2010).

Tabela 1. Valores dos parâmetros físico-químicos da cor, umidade, pH e acidez, para o mel de *Apis mellifera* coletado em três apiários no município de Barra do Bugres, Mato Grosso

Amostra	Cor (abs)	Umidade (%) *	pH	Acidez (mEq kg ⁻¹)
Setembro/2021Ap1	0,420 Âmbar-claro	18,0	3,5±0,0	23,4±1,4
Setembro/2021Ap2	0,892 Âmbar	17,0	4,1±0,0	33,7±1,1
Setembro/2021Ap3	0,427 Âmbar-claro	18,0	3,7±0,0	26,4±1,1
Dezembro/2021Ap1	0,552 Âmbar	21,5	4,0±0,0	30,2±2,0
Dezembro/2021Ap2	1,023 Âmbar-escuro	21,0	4,2±0,0	46,3±1,5
Dezembro/2021Ap3	0,699 Âmbar	23,0	3,8±0,0	26,6±1,0
Março/2022Ap1	0,485 Âmbar	22,5	3,2±0,0	42,8±2,0
Março/2022Ap2	0,598 Âmbar	22,0	3,4±0,0	41,8±0,9
Março/2022Ap3	0,639 Âmbar	22,0	3,6±0,0	42,2±2,0
Junho/2022Ap1	0,450 Âmbar	19,5	3,9±0,0	32,8±1,1
Junho/2022Ap2	0,661 Âmbar	19,0	3,9±0,0	40,3±1,1
Junho/2022Ap3	0,717 Âmbar	20,0	3,9±0,0	43,0±1,2
Outubro/2022Ap1	0,741 Âmbar	18,0	3,9±0,1	38,5±1,3
Outubro/2022Ap2	0,754 Âmbar	18,0	3,9±0,0	39,8±1,2
Outubro/2022Ap3	0,507 Âmbar	21,0	4,1±0,0	29,1±2,0
Normativa Brasil (2000)	Quase incolor a pardo escuro	16,8-20,0	-	Max 50
Normativa Mercosul (1999)	Quase incolor a pardo escuro	Max 20,0	-	Max 50
FAO (2021)	Incolor a pardo escuro	Max 20,0	-	Max 50

*O refratômetro de umidade pode variar em até 0,5% para mais ou para menos em relação à umidade real do mel, segundo o fabricante do equipamento.

Neste estudo, foram observadas diferenças na coloração do mel produzido por diferentes colmeias, sendo uma possível explicação a variação na disponibilidade de néctar das plantas (qualidade e quantidade), afetada pelo regime de chuvas na região. Como algumas coletas foram realizadas nos meses do final do ano, quando as chuvas são mais frequentes, isso pode ter afetado a disponibilidade e a composição do néctar. No entanto, não se pode afirmar com

certeza qual é o fator determinante para as diferenças de coloração do mel, pois existem outros fatores que podem influenciar, como a genética das abelhas, o manejo das colmeias e a presença de contaminantes. Esta última hipótese foi descartada, pois não houve indícios de contaminação.

A predominância da coloração âmbar, ou seja, uma cor entre o mel claro e escuro, é resultado da mistura de diferentes tipos de néctar. Na região dos apiários ocorre uma diversidade de espécies vegetais (Figuras 2, 3 e 4) que produzem flores com coloração distinta, entre as quais se destacam assa-peixe (*Cabobanthus polysphaerus* (Baker) H. Rob.), e buriti, espécies de flores claras. No entanto, como existe uma mistura de diferentes tipos de néctar, a cor clara normalmente não predomina, e os méis obtidos podem ser classificados com silvestre (BERTOLDI *et al.*, 2010), devido à falta de predominância de um único tipo de florada, com diferentes fontes de néctar para as abelhas.

A preponderância de coloração clara, também, foi observada por Moreti *et al.* (2006), em méis coletado no estado do Ceará, onde predominou o branco-água (26,9%), branco (17,3%), extra branco (17,3%), âmbar-extra-claro (11,5%), âmbar (9,6%), e âmbar-claro (15,4%). Anacleto (2004), em coleta no Cerrado paulista, também, observou que a maioria das amostras estavam com a cor âmbar-claro (28,0%), seguida por branco-água (24,0%). Estas informações demonstram que méis coletados para consumo, em diferentes regiões, tendem a apresentara cores claras, o que, de acordo com Mantilla *et al.* (2012), é relacionado a origem floral, condições climáticas durante colheita e processamento, além da questão de temperatura pelo qual o mel amadurece nos alvéolos.

Com relação ao teor de umidade, pouco mais da metade das amostras (53,3%) apresentaram valores menores ou iguais a 20% (Tabela 1), ou seja, dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira (MERCOSUL, 1999; BRASIL, 2000; FAO, 2021) (Tabela 1). A maior parte das amostras fora dos padrões foram coletadas entre dezembro/2021 e março/2022 (Tabela 1), com provável influência climática no período da colheita, pois nesta época começa o período de chuvas na região. Entretanto, a umidade elevada, também, pode estar associada a outros fatores, pois a água é o segundo componente majoritário do mel, e pode ser influenciada pela origem botânica da planta ou o

mel colhido não estar completamente maduro (MEIRELES e CANÇADO, 2013; SILVA, 2018; BARBOSA *et al.*, 2021).

A incidência de maior umidade pode influenciar na viscosidade, importante variável físico-química, que altera o peso específico, maturidade, cristalização e sabor do mel, além de afetar sua conservação, fato este que favorece a sua fermentação devido a proliferação de microrganismos no meio pela degradação das moléculas de açúcares, deixando o produto inútil para o consumo (SILVA e BANDEIRA, 2012; GOIS *et al.*, 2013; MEIRELES e CANÇADO, 2013; BARBOSA *et al.*, 2021).

Entretanto amostras com elevados teores de umidade não são incomuns, com Barbosa *et al.* (2021) relatando em amostras comercializadas em Anápolis-GO, umidade de 30%. Já Araújo *et al.* (2006) reportam amostras em Crato-CE, com umidade de 21%, e Leal (2001), em estudo realizado em Salvador/BA, que 72% das amostras estavam com níveis de umidade acima do permitido pela legislação. Como já argumentado, a umidade pode ser influenciada pela origem botânica da planta, condições climáticas, geografia, ou pela colheita do mel ainda não completamente maduro (MEIRELES e CANÇADO, 2013; SILVA, 2018; BARBOSA *et al.*, 2021) e deste modo, valores de umidade acima do permitido não são incomuns em amostras analisadas.

Os valores de pH obtidos se situaram entre 3,5 e 4,8 (Tabela 1), similares aos reportados por Evangelista-Rodrigues *et al.* (2005), entre 3,8-4,7; Lacerda *et al.* (2010), 3,6-4,9; Lira *et al.* (2014), 3,4-4,6; e, Barbosa *et al.* (2021), entre 4,0-4,2. Os méis são substâncias ácidas com valores variando entre 3,5 e 5,5, que podem ser influenciados por diversos fatores, tais como o pH do néctar colhido, que depende do solo onde a planta se desenvolve, as substâncias mandibulares das abelhas, que modificam a composição química do néctar e a concentração de diferentes ácidos e minerais, como cálcio, sódio e potássio. Valores diferentes de pH podem, também, indicar adulteração ou fermentação do produto, um parâmetro que indica a qualidade do mel. (ALVES *et al.*, 2011; GOIS *et al.*, 2013; MOURA *et al.*, 2014; GOMES *et al.*, 2017).

Embora não haja um limite estabelecido em normativa, o pH é um parâmetro relevante para caracterizar o mel, tendo em vista que reflete a estabilidade do produto, e um fator que interfere no desenvolvimento de

microrganismos, influenciando sua qualidade. Deste modo, valores de pH fora dos padrões indicariam produto adulterado.

Outro parâmetro relacionado ao pH é a acidez, no qual as amostras apresentaram valores entre 23,4 a 46,3 meq kg⁻¹, dentro do determinado pela legislação vigente, que estabelece acidez máxima de 50 meq kg⁻¹ (Tabela 1). Os valores encontrados são semelhantes aos citados por Araújo *et al.* (2006), entre 21,6-44,2 meq kg⁻¹; Lira *et al.* (2014), 20,0-39,5 meq kg⁻¹; e, Barbosa *et al.* (2021), entre 43,1 a 49,1 meq kg⁻¹. A acidez, também, é um parâmetro relevante, pois indica a estabilidade do mel, e quando há proliferação de microrganismos no meio, ocorre a elevação da acidez, indicativo da sua má qualidade e condição inadequada para consumo (GOIS *et al.*, 2013; LIRA *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2014; GOMES *et al.*, 2017).

Em relação aos teores de cinza, condutividade elétrica, viscosidade e °Brix (Tabela 2), os resultados demonstraram que o teor de cinzas apresenta valores entre 0,05 ± 0,03 a 0,14 ± 0,02% (Tabela 2), ou seja, as amostras estão dentro do limite estabelecido pela legislação, que é de no máximo de 0,6% para méis de origem floral (BRASIL, 2000).

Tabela 2. Valores dos parâmetros físico-químicos cinzas, condutividade elétrica, viscosidade e grau Brix, para o mel de *Apis mellifera* coletado em três apiários no município de Barra do Bugres, Mato Grosso

Amostra	Cinzas (%)	Condutometria (μS cm ⁻¹)	Viscosidade Mpa s ⁻¹	Brix °C
Setembro/2021Ap1	0,05 ±0,01	517,4	10.618,0	82,5
Setembro/2021Ap2	0,05 ±0,03	567,4	12.297,0	83,0
Setembro/2021Ap3	0,05 ±0,08	611,2	13.117,0	82,5
Dezembro/2021Ap1	0,05 ±0,02	727,2	1.620,0	77,5
Dezembro/2021Ap2	0,05 ±0,01	1220,8	1.599,0	80,0
Dezembro/2021Ap3	0,05 ±0,01	713,8	1.140,0	76,5
Março/2022Ap1	0,14 ±0,02	597,8	1.300,0	77,5
Março/2022Ap2	0,11 ±0,03	852,1	1.440,0	77,5
Março/2022Ap3	0,07 ±0,02	1505,1	1.540,0	77,5
Junho/2022Ap1	0,05 ±0,01	698,2	2.919,0	78,5
Junho/2022Ap2	0,05 ±0,03	1494,7	5.699,0	80,0
Junho/2022Ap3	0,05 ±0,03	1481,7	2.620,0	70,0
Outubro/2022Ap1	0,05 ±0,01	834,7	7.378,0	80,0

Outubro/2022Ap2	0,05 ±0,02	815,1	7.000,0	80,0
Outubro/2022Ap3	0,05 ±0,02	610,3	7.900,0	80,3
Normativa Brasil (2000)	Máximo 0,6% méis florais <1% méis de melato	-	-	-
Normativa Mercosul (1999)	Máximo 0,6%	-	-	-
FAO (2021)	-	< 800	-	-

Os valores encontrados estão de acordo com os resultados apresentados por Naves *et al.* (2023), em 10 amostras em Rio Verde/GO, com resultados entre 0,05 a 0,14% de cinzas. Já, Moreti *et al.* (2009), em análise de 34 amostras encontraram valores entre 0,02 a 0,77%, com 8,8% das amostras estavam em não conformidade com a legislação brasileira por apresentaram teor de cinzas maior que 0,6%. Neste sentido, entre os fatores que podem influenciar o teor de cinzas estão a origem floral do néctar, tipo de solo e até índices de poluição do ar (MARCHINI, 2004; MORETI e CANÇADO, 2009; FINCO, 2010).

Os resultados do teste de condutividade apresentaram valores entre 610,3 a 1505,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 2), com sete resultados acima da legislação vigente, principalmente, entre junho e outubro/2022 (Tabela 2). A condutividade elétrica indica a quantidade de íons presentes no mel, como o H_3O^+ e os íons Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn e Zn. Méis com maior condutividade tendem a ter mais sais dissolvidos e serem mais escuros, o que está relacionado com a fonte de néctar disponível (LACERDA *et al.*, 2010; GOIS *et al.*, 2013), ou com outros fatores, como conteúdo de cinzas, pH, acidez e presença de outras substâncias, sendo uma maneira de verificar a origem botânica do mel (FINCO *et al.*, 2010).

Entretanto, observando os resultados de cinzas (Tabela 1), pH e acidez (Tabela 2), não foi possível observar uma correlação direta entre estes fatores e uma maior condutividade. Deste modo, provavelmente a maior condutividade, em algumas coletas pode estar relacionada ao néctar disponível durante aquele período. Apesar dos resultados, em determinadas coletas, estarem fora do padrão, eles são similares aos encontrados por Anacleto *et al.* (2004), em 34 amostras, com valores entre 284 a 2200 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e Finco *et al.* (2010), com valores entre 340,0 e 1040,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$, demonstrando que os valores de condutividade podem ter grandes variações, apesar do mel ter origem na mesma região.

Os valores de viscosidade (Tabela 2) estavam entre 1.140 a 13.117 mPa s⁻¹, indicando uma grande variação. A viscosidade pode ser influenciada pela umidade, maturação do mel e temperatura, e como a região de coleta é uma área tropical, com chuvas estacionais e altas temperaturas em determinadas épocas do ano, a umidade e temperatura podem ter afetado os resultados obtidos. Gois *et al.* (2013) menciona que cuidados especiais devem ser tomados em relação ao armazenamento e a embalagem, principalmente, em relação ao controle da temperatura, pois altas temperaturas são prejudiciais à qualidade do produto final. Entretanto os valores se aproximaram dos trabalhos de Moreti e Cançado (2009), entre 356,0 a 6.702,0 mPa s⁻¹; Sodré *et al.* (2002), média de 1.607,0 mPa s⁻¹; Marchini *et al.* (2004), média de 1.096,0 mPa s⁻¹; e, Arruda *et al.* (2005), média de 4.140,95 mPa s⁻¹, demonstrando que este parâmetro pode sofrer grandes oscilações.

O grau Brix, que representa a quantidade de sólidos solúveis no mel, apresentou valores entre 76,5 a 83 °Brix (Tabela 2), que se aproximaram de resultados reportados por Meireles e Cançado (2013), entre 81,5 a 83,8 °Brix; Silva *et al.* (2009), 82,2 °Brix; Silva *et al.* (2004), 76,1 a 80,8 °Brix; e, Silva *et al.* (2003), entre 78,3 a 85,0 °Brix. De acordo com Silva *et al.* (2003) e Gois *et al.* (2013), o °Brix pode refletir o teor de açúcares e deste modo, apesar de parte dos apiários estarem localizados próximos a plantações de cana-de-açúcar, os teores de açúcares não foram muito diferentes dos encontrados em outras regiões, o que demonstra um padrão para o mel analisado.

Os testes para as análises de *Lund* foram todos positivos, pois estes resultados indicam a presença de albuminoides em uma pequena concentração (mas não nula), uma vez que o mel possui este tipo de substância, e os produtos adulterados não possuem este componente (LEAL *et al.*, 2001). Por outro lado, os resultados para as análises de *Fiehe* foram todos negativos, o que indica a ausência de amido e a boa qualidade do produto (LEAL *et al.*, 2001; ZENEBON *et al.*, 2008), demonstrando que ambos os resultados indicam que as amostras atendem a legislação.

É importante ressaltar que o HMF, produto resultante da transformação dos açúcares (frutose e glicose) presentes naturalmente no mel, associado ao teste de *Fiehe*, também foi negativo. Sua presença indicaria que ocorreu elevação da temperatura do mel por superaquecimento, processamento

inadequado, armazenamento prolongado em temperaturas elevadas ou, até mesmo, adulteração com xaropes como: xarope de milho ou beterraba (MARCHINI *et al.*, 2005; SOARES e AROUCHA, 2010). Segundo White Júnior (1980), o teste de *Fiehe* diferencia de forma objetiva o mel aquecido, armazenado há bastante tempo, ou misturado com açúcar invertido.

Entretanto, a ocorrência de testes positivos é comum, o que demonstra problemas na qualidade do mel, como citado por Leal *et al.* (2001), com 54 amostras do estado da Bahia, onde foi observado 30% de reprovação no teste de *Lund*, e 50% no teste de *Fiehe*. Neste mesmo sentido, Cardoso Filho (2011), analisou méis comercializados em Mato Grosso do Sul e constatou que 50% foram reprovadas no teste de *Lund* e 25% no teste de *Fiehe*.

Conclusão

Os méis apresentaram variação na cor, teor de umidade, pH, acidez, cinzas, condutividade elétrica, viscosidade, grau Brix e reações de *Lund* e *Fiehe*. A cor dos méis variou entre âmbar claro, âmbar e âmbar escuro, sendo o âmbar o mais predominante. O teor de umidade foi menor ou igual a 20% em 53,3% das amostras, atendendo ao limite estabelecido pela legislação. As amostras que não atenderam a esse critério foram coletadas entre dezembro e março, período chuvoso, o que pode ter influenciado na qualidade do produto. O pH dos méis ficou entre 3,5 e 4,8, valores similares aos reportados por diferentes autores, enquanto a acidez ficou entre 23,4 e 46,3 meq kg⁻¹, dentro do padrão legal. O teor de cinzas ficou entre 0,05 e 0,14%, também dentro do limite legal. A condutividade elétrica apresentou valores entre 610,3 e 1505,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sendo que sete amostras ultrapassaram o valor máximo permitido pela legislação, principalmente entre junho e outubro. A viscosidade apresentou uma grande variação, entre 1.140 e 13.117 mPa s⁻¹, possivelmente devido a algum fator ambiental. O grau Brix ficou entre 76,5 e 83 °Brix, valores próximos aos encontrados por outros pesquisadores. As reações de *Lund* foram positivas em todas as amostras, indicando a presença de albuminoides, o que é esperado. As reações de *Fiehe* foram negativas em todas as amostras, indicando a ausência de amido e a qualidade do produto.

Em conclusão, os resultados indicaram que os méis analisados apresentaram qualidade satisfatória, apesar de alguns períodos de coleta terem

sido afetados pelas condições climáticas, que interferiram nos resultados de alguns parâmetros, com méis apresentando características físico-químicas e sensoriais compatíveis com a legislação vigente e com a literatura científica.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Tecnológico de Mato Grosso (CTMAT), Universidade do Estado de Mato Grosso pelo suporte estrutural na realização dos estudos.

Referências Bibliográficas

ALVES, T. T. L.; SILVA, J. N.; MENESES, A. R. V.; HOLANDA NETO, J. P. Caracterização físico-química e avaliação sensorial dos méis produzidos por abelhas *Apis mellifera* L. oriundos de diversas floradas da região do Cariri cearense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 2, p. 169–175, 2011. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/734>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

ANACLETO, D. A.; SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 535–541, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300013>

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Aracaju, v. 6, n. 1, p. 51–55, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50060108>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ARRUDA, C. M. F.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P.; SODRÉ, G. S. Características físico-químicas de méis da Chapada do Araripe/ Araripe/Santana do Cariri Santana do Cariri Santana do Cariri-Ceará. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 171-176, 2005. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v27i1.1264>

BACAXIXI, P.; BUENO, C. E. M. S.; RICARDO, H. A.; EPIPHANIO, P. D.; SILVA, D. P.; BARROS, B. M. C.; SILVA, T. F.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. A Importância da apicultura no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 10, n. 20, p. 1-6, 2011. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/4obaFHM5hPoTX99_2013-5-17-17-41-22.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BARBOSA, T. F. S.; SILVA, S. K. C.; MOSCATTO, J. A. Análises organolépticas, físico-química e microbiológicas dos méis consumido no município de Anápolis-GO. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, Goianésia, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2021. <https://doi.org/10.37951/2358-260X.2021v8i1.4823>

BERTOLDI, F. C.; REIS, V. D. A.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; CONGRO, C. R. Mel silvestre: qualidade para a valorização e competitividade da apicultura no Pantanal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Pantanal**. Corumbá, n. 98, 2010. 20p.

BITTAR, I. M. B. Modernização do Cerrado brasileiro e desenvolvimento sustentável: Revendo a história. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 4, 2011. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/535>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de qualidade e identidade do mel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000. Seção 1, p. 16-17.

CARDOSO FILHO, N.; MATIAS, R.; RODRIGUES, A.; MIGUEL, R. M.; CAMARGO, T. R. C. Avaliação físico-química de méis comercializados em algumas cidades do Estado de Mato Grosso do Sul. **Ensaio e Ciência**, Valinhos, v. 15, n. 6, p. 135-146, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/260/26024221008.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

CARVALHO, C. A. L.; MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S. Análises de amostras de méis provenientes do recôncavo da Bahia. In: Encontro sobre Abelhas, 4, 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras/USP, 2000. v. 1. p. 352-352.

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005. 32p.

CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B.; SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura Em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2019. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5889>

D'ÁVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005. Disponível em: <<https://bia.iz.sp.gov.br/index.php/bia/article/view/1319/1314>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166–1171, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500028>

FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. 2019: **Países por producto**. Rome, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 9 dez. 2021.

FILIPPE, A.; GOUVEIA, C.; VITORINO, C.; GONÇALVES, C.; PERES, F.; GODINHO, J.; ANJOS, O. Avaliação da cor no mel. In: Jornadas – Potencial Técnico e Científico do IPCB, 3, 2015, Idanha-a-Nova. **Anais...** Idanha-a-Nova: IPCB/CEDER, Escola Superior Agrária, 2015. p. 12. Disponível em: <<https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/5753df>>. Acesso em: 10 jul. 2023

FINCO, A.; BARTOLOMEU, F. D.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000300022>

FERREIRA, J. O.; GALBIATI, C.; NEVES, S. M. A. S.; MIRANDA, M. R. S. Produção de mel nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, em Mato Grosso, no período de 2002 a 2011. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 39, p. 159-171, 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v39i0.46505>

GLOBO RURAL. Produção de soja com mel: projeto une preservação ambiental com geração de renda. **Globoplay**, Rio de Janeiro, RJ, 21 de janeiro de 2023. 6:16 minutos. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11299406/?s=0s>. Acesso em: 28 ago. 2023.

GOIS, G. C.; RODRIGUES, A. E.; LIMA, C. A. B. DE; SILVA, L. T. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013. <https://doi.org/10.21708/avb.2013.7.2.3009>

GOMES, R. V. R.; MIRANDA, M. E.; GOMES, E. N.; SOMBRA, D. S.; SILVA, J. B. A. Produção e qualidade de mel na Zona da Mata de Pernambuco. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, n. 26, p. 539-549, 2017. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017B52

GOMES, V. V.; DOURADO, G. S.; DOURADO, S. C.; LIMA, A. K. O.; SILVA, D. S.; BANDEIRA, A. M. P.; VASCONCELOS, A. A.; TAUBE, P. S. Avaliação da qualidade do mel comercializado no Oeste do Pará, Brasil. **Revista Virtual De**

Química, v. 9, n. 2, p. 815-826, 2017a. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170050>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de mel de abelha**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

LACERDA, J. J. J.; SANTOS, J. S.; SANTOS, S. A.; RODRIGUES, G. B.; SANTOS, M. L. P. Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *Apis mellifera* no Sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 1022-1026, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000500003>

LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. Aspecto Físico-Químico Do Mel De Abelhas Comercializado No Município De Salvador-Bahia. **Revista Brasileira Saúde Produtividade Animal**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 14-18, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/1825/1/585-2181-2-PB.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2023

LIRA, A. F.; SOUSA, J. P. L. M.; LORENZON, M. C. A.; VIANNA, C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos de diferentes regiões. **Acta Veterinaria Brasilica**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014. Disponível em: <[https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/acta-veterinaria-brasilica/8-\(2014\)-3/estudo-comparativo-do-mel-de-apis-mellifera-com-meis-de-meliponineos/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/acta-veterinaria-brasilica/8-(2014)-3/estudo-comparativo-do-mel-de-apis-mellifera-com-meis-de-meliponineos/)>. Acesso em: 28 ago. 2023.

LOPES, C. G. R.; BEIRÃO, D. C. C.; PEREIRA, L. A.; ALENCAR, L. Levantamento da flora apícola em área de cerrado no município de Floriano, estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 102-110, 2016. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114686>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

MANTILLA, S. P. S.; SANTOS, E. B.; BARROS, L. B.; FREITAS, M. Q. Análise descritiva quantitativa aplicada em mel de abelhas (*Apis mellifera*): Uma revisão. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 8, n. 2, p. 75-84, 2012. <https://doi.org/10.5747/ca.2012.v08.n2.a081>

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. **Mel brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 111p.

MEIRELES, S.; CANÇADO, I. A. C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 4, n. 4, p. 207-219, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synth>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJA, P. B. As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 7-14, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/789>>. Acesso em: 15 jun. 2023

MERCOSUL. Mercado Comum do Sul. **Resolução Mercosul/GMC nº 89**, de 18 de novembro de 1999. Montevideu, UY, 18 de novembro de 1999. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pdf/GMC_RES_1999-089.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2023.

MORETI, A. C. C. C.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; OTSUK, I. P. Características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do Estado do Ceará, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 191-199, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100027>

MOURA, S. G.; MURATORI, M. C. S.; MONTE, A. M.; CARNEIRO, R. M.; SOUZA, D. C.; MOURA, J. Z. Qualidade do mel de *Apis mellifera* L. relacionadas às boas práticas apícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 15, p. 731-739, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000300021>

NAVES, K.; MENEZES FILHO, A. C. P.; SOUZA, A. O.; TAQUES, A. S.; ALVES, I.; VENTURA, M. V. A. Estudo físico-químico de méis comercializados no Município de Rio Verde, Goiás, Brasil. **Brazilian Journal of Science**, Rio Verde, v. 2, n. 5, p. 19-28, 2023. <http://dx.doi.org/10.14295/bjs.v2i5.366>

SILVA, C. J. C. **Produção de mel em melgueiras langstroth de oito e dez quadros**. 2019. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2-3, p. 260-265, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662004000200015>

SILVA, I. R.; BANDEIRA, M. C. S. F. Caracterização dos méis de abelha *Apis mellifera* produzidos no extremo sul da Bahia. **Revista Pindorama**, Eunápolis, v. 2, n. 3, p. 1-15, 2012. <https://doi.org/10.55847/pindorama.v2i02.381>

SILVA, M. G. C.; FIGUEIRA, P. T.; HOSCHEID, J.; FUKUMOTO, N. M. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de mel comercializado em feiras livres do município de Assis Chateaubriand, PR. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 32, n. 278/279, p. 68-73, 2018. Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/909977/site-278-279-68-73.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SILVA, R. A.; AQUINO, I. S.; RODRIGUES, A. E.; SOUZA, D. L. Análise físico-química de amostras de mel de abelhas ZAMBOQUE (*Frieseomelitta varia*) da região do Seridó do Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 4, n. 4, p. 70–75, 2009. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7476468.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000300007>

SILVÉRIO, D. V.; LENZA, E. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 205-216, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300024>

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M. Características e propriedades inerentes ao mel. **Revista Pubvet**, Londrina, v. 4, n. 9, p. 1-13, 2010. Disponível em: <<https://silو.ips/download/caracteristicas-e-propriedades-inerentes-ao-mel-universidade-federal-rural-do-se>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. Características físico-químicas de amostras de méis de abelha *Apis mellifera* da região litoral norte do Estado da Bahia. **Revista de Agricultura**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 243-256, 2002. <https://doi.org/10.37856/bja.v77i2.1364>

TREVISOL, G.; BUENO, M. P.; OLIVEIRA, J. P. L.; MACEDO, K. G. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 352–368, 2022. <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1321>

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características do mel. **Boletim Técnico da Universidade Federal do Espírito Santo–UFES**. Vitória, n. 01107, 2007. 8p.

VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 322p.

VILELA, S. L. O. A cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí. In: Congresso Nordeste de Produção Animal, 2, 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. p. 233-239. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/59525/1/Congressop233239.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2023

WHITE JUNIOR, J. W. Detection of honey adulteration by carbohydrate analysis. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 63, n. 1, p. 11-18, 1980. <https://doi.org/10.1093/jaoac/63.1.11>

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coords.). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

Documento Técnico



BOAS PRÁTICAS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS NA PRODUÇÃO DE MEL DE *Apis mellifera*



Airton José Christ

Ademir Kleber Morbeck de Oliveira

José Wilson Pereira Carvalho

Editora 
Científica



Diretoria de Pós-Graduação *Stricto Sensu* e Pesquisa da Kroton
Hélio Hiroshi Suguimoto

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronegócio Sustentável da
UNIDERP
Denise Renata Pedrinho

Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
da UNIDERP
Higo José Dalmagro

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Saúde e Produção
Animal da UNOPAR
Fabiola Cristine de Almeida Rego

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biociência Animal
UNIC
Ricardo César Tavares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Selma Alice Ferreira Ellwein – CRB 9/1558

	Ficha Catalográfica	
XXX		ISBNXX
		XXX
	Palavras-chave,	XXXXXX

SUMÁRIO

1 Introdução	06
2 Referencial Teórico	07
3 Considerações Finais	11
Referências Bibliográficas	12

APRESENTAÇÃO

A apicultura é uma atividade antiga que envolve a criação de abelhas para produzir mel e outros produtos derivados, como pólen, cera, geleia real, própolis e toxinas. Além disso, as abelhas desempenham um papel essencial na polinização de diferentes plantas, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a segurança alimentar. No entanto, enfrenta vários desafios, como a preservação das abelhas, a qualidade dos produtos, a competitividade do mercado e a conformidade com as normas sanitárias.

Este documento técnico tem como objetivo orientar os apicultores sobre as boas práticas de fabricação do mel, desde a colheita até o envase, para garantir a qualidade do produto e atender aos padrões exigidos pelos órgãos reguladores e pelos consumidores. O documento identifica as principais fontes de contaminação que podem afetar o mel e oferece formas de prevenção ou redução desses problemas, seguindo as diretrizes do Documento técnico de Análises de Mel e Açúcares do Instituto Adolfo Lutz (IAL), que é a referência nacional para análises físico-químicas do produto.

O documento técnico também aborda aspectos relacionados à legislação, rotulagem, rastreabilidade e certificação do mel, que são fundamentais para a comercialização interna e externa, com dicas e recomendações para os apicultores melhorarem a produtividade, rentabilidade e sustentabilidade da atividade, sempre respeitando o bem-estar das abelhas e o ambiente.

Este documento foi elaborado por acadêmicos e professores do Programa de Mestrado Profissional em Agronegócio Sustentável, que compartilharam seus conhecimentos de forma didática e acessível, destinado a apicultores iniciantes e experientes, estudantes, pesquisadores, técnicos e extensionistas, além de qualquer pessoa interessada na apicultura e no mel.

Esperamos que este documento técnico seja uma ferramenta útil e prática para os apicultores, ajudando-os a produzir um mel de qualidade, seguro e saudável, que atenda às expectativas e necessidades dos consumidores, e que valorize a apicultura como uma atividade econômica, social e ambientalmente responsável. Boa leitura e bom trabalho!

OS AUTORES

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Apis mellifera* (subespécie europeia) foi introduzida no Brasil em 1839 por Antônio Carneiro (BRASIL, 1839) visando a produção de mel, pois as espécies nativas encontradas no país eram de baixa produtividade. Sua mansidão facilitava o manejo e deste modo, os apicultores não enfrentavam problemas para sua criação. Entretanto, o Brasil, um país tropical, não foi adequado para a espécie, em termos de produtividade, com muitos problemas de doenças, com a subespécie europeia sendo pouco eficiente na coleta de néctar e produção de mel, apesar da grande diversidade florística e capacidade de produção de mel o ano todo no país.

Segundo Manrique e Soares (2002), surgiu em 1956 a ideia de trazer para o Brasil as abelhas da subespécie africana (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier), criadas inicialmente em apiários isolados em instituições de pesquisa. Entretanto, por um descuido de um funcionário em não fixar corretamente a tela excludora, 26 enxames conseguiram sair dos apiários e se refugiaram em áreas de vegetação nativa, iniciando o processo de colonização da área e em sequência, os processos de cruzamentos naturais com as abelhas *Apis* já existentes, surgindo a partir deste momento uma espécie híbrida, as chamadas abelhas africanizadas, conhecidas até os dias de hoje por essa nomenclatura popular.

Na época, por serem muito agressivas e não existir EPI's (Equipamento de Proteção Individual) adequados, muitos apicultores desistiram de sua criação, devido aos constantes ataques, que muitas vezes causavam graves problemas, levando até a morte dos produtores, o que ainda pode ocorrer quando enxames são inadequadamente manejados. Apesar dos problemas iniciais, a partir dos anos 1970 a apicultura vai tomando um novo rumo, com o uso de vestimentas adequadas ao manejo desta espécie híbrida, com as tecnologias de desenvolvimento de novos EPI's evoluindo, o que propiciou melhor proteção no manejo dos apiários, resultando em ganhos de produtividade, apesar da deficiência de profissionalização da apicultura na maior parte do território nacional, além da falta de incentivos para o setor apícola, resultado de problemas relacionados a falta de visão do setor governamental, em relação aos ganhos de tal atividade (VILELA, 2000; FAO, 2021; IBGE, 2021; TREVISOL *et al.*, 2022).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apis mellifera

A espécie existente no Brasil tem sua origem no cruzamento de duas subespécies, a *européia* e a *africana*, sendo uma híbrida que se adaptou perfeitamente as condições ambientais do Brasil. Sua criação é feita em caixas padronizadas e a junção de várias colônias em um mesmo local é denominado de apiário, que pode ser do tipo fixo, onde as colmeias sempre ficam neste mesmo local ou do tipo migratório, no qual os apicultores levam suas colmeias em caminhões para diferentes regiões, em busca de floradas que possam fornecer fontes de néctar e pólen para as abelhas, propiciando a obtenção do principal produto dos apiários, o mel. Apicultor é a pessoa que tem a propriedade das colmeias e faz seu manejo, com a finalidade de obtenção dos produtos produzidos pelas colmeias.

Produtos extraídos das colmeias de Apis mellifera

As colmeias são fontes de diversos produtos, entre eles própolis, geleia real, apitoxina, cera e mel, que são usados para consumo humano e industrial. Além disso, as colmeias também favorecem a polinização de plantas, tanto silvestres quanto comerciais. O mel é o principal produto obtido das colmeias, e o Brasil se destaca como o 12º produtor e exportador mundial de mel de abelhas do gênero *Apis*, no ano de 2019 (MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012; PIRES *et al.*, 2016; GLOBO RURAL, 2023).

Caixas modelo racional padrão Langstroth

Para a criação de *Apis mellifera* se utiliza uma caixa modelo padrão adotada nacionalmente, chamada de Langstroth em homenagem a seu criador, que desenvolveu diversos estudos com as abelhas, no qual identificou, entre outros pontos, que espaços devem colocados entre os quadros nos quais as abelhas depositam o mel em alvéolos, permitindo sua limpeza e manutenção, o que garante maior produtividade (SILVA, 2019).

Alimentadores artificiais e água

O fornecimento de alimento (néctar e pólen) pela natureza nem sempre existe em todas épocas do ano, pois a floração muitas vezes é concentrada em determinados períodos, enquanto em outras épocas existe a diminuição na quantidade de flores, o que prejudica a produção de mel. Deste modo, para existir um bom desenvolvimento dos enxames durante todo o ano deve haver alimento a disposição das abelhas, o que leva a muitos apicultores a adotarem um sistema de alimentação em épocas de escassez, com a finalidade de manter os enxames fortes e saudáveis antes do período normal das floradas

Por este método os apicultores conseguem alimentar os enxames e manter ou aumentar a população de abelhas, para que quando ocorra a floração principal existam enxames vigorosos, o que permite as abelhas recolherem a maior quantidade de néctar possível da natureza. Nesta mesma linha, é necessário, além do néctar e pólen, a presença de água de qualidade, para que as abelhas tenham boas condições de hidratação, pois a presença de quantidades adequadas de enzimas salivares (necessárias para a produção de mel) das abelhas é condicionada, entre outros fatores, pela presença de água, o que se reflete na qualidade do mel produzido. Além disto, a água é um importante fator para refrescar as colmeias em dias quentes, evitando o superaquecimento e perda de produtividade e qualidade do mel.

EPI's e ferramentas de trabalho baseado nos padrões construtivos Langstroth

O uso de EPI's adequados para a manipulação do produto é indispensável, pois a agressividade da colônias é bem conhecida. Além disto, equipamentos adequados e corretamente higienizados são importantes para a manutenção da qualidade do mel, além de propiciar um trabalho mais profissional, garantindo ganhos de eficiência.

Mel operculado

As abelhas, após a coleta e transformação do néctar em mel, armazenam o produto em alvéolos, que quando fechados (operculados), é considerado maduro (mínimo de 80% de alvéolos operculados em um quadro indica que o mel está maduro). Deste modo, a qualidade do mel e suas propriedades estão adequadas para serem armazenadas por longos períodos na colmeia ou serem colhidos pelo apicultor. A coleta de quadros de mel com muitos alvéolos não

operculados indica que o produto não está maduro, ou seja, apresenta alto teor de umidade, o que irá prejudicar sua qualidade e armazenamento (CAMARGO, 2003).

Coleta das melgueiras e transporte

Após as melgueiras estarem operculadas é feita sua coleta, utilizando-se EPI's e fumaça, que tem por objetivo simular um incêndio próximo a colmeia, induzindo as abelhas a coletarem mel (armazenar mel em seu organismo) e sair das caixas, como uma reserva para eventual uso futuro, caso seja necessário criar uma nova colônia em outro local. Por este motivo, as abelhas estão mais pesadas e menos propícias a defesa da colmeia durante o manejo (atacar os apicultores, embora algumas sempre possam tentar realizar tal ataque). Mas deve-se frisar que o uso indiscriminado e excessivo de fumaça pode deixar resíduos no mel, causando um odor e gosto desagradável ao consumo, além de intoxicar as abelhas, levando a sua morte. Em relação ao transporte das caixas de melgueiras, ela deve ser feita de maneira cuidadosa, sendo cobertas com lonas ou outro tipo de proteção para evitar a contaminação por poeira, que pode prejudicar a qualidade do produto. Além disso, a cobertura protege o mel contra intempéries e evita que ele possa absorver umidade do ambiente, reduzindo também o ataque das abelhas ao mel colhido.

Casa do mel e alguns de seus instrumentos (peneira, decantador, homogenizador e armazenamento)

É o local onde é feita a desoperculação dos quadros, que são colocados em centrifugas para que possa ocorrer o processo de extração do mel, por meio de aceleração centrípeta, o que permite sua extração. Após a centrifugação, o produto deve passar por uma peneira, utilizada para a retirada de impurezas maiores, tais como restos de favos, abelhas mortas ou outros materiais estranhos que possam ter vindo junto como os quadros de mel. Após este processo, o produto é mantido em um decantador, que faz a separação por densidade de materiais, leves e pesados, obtendo neste processo somente o mel limpo e de qualidade. O produto, já limpo e sem impurezas, agora é depositado em tanques chamados de homogeneizadores, tambores com grande capacidade de acúmulo de produto, como forma de homogeneizar toda a

produção de um determinado lugar e safra. Nesses tanques, o produto permanece armazenado em condições adequadas até a expedição para venda e consumo.

Os recipientes para manuseio e armazenamento do produto devem higienizados e confeccionados preferencialmente em inox, livre de odores e impurezas, para garantir a qualidade do produto, com o mel para envase e distribuição ao consumidor devendo ser colocado em recipientes de vidro ou plástico ABS (Acrilonitrilo-butadieno-estireno), destinados exclusivamente para esta finalidade.

Retirada do mel para análises físico-químicas e análises de laboratório

No procedimento padrão para as análises se recomenda a coleta e utilização de 500 g de mel, mas 1.000 g é a quantidade mais adequada, pois permite que as análises possam ser refeitas, caso exista a necessidade (ZENEBON *et al.*, 2008). As análises de laboratório seguem as normatizes do Instituto Adolfo Lutz, que rege as normas sobre açúcares e correlatos, além do mel. A importância das análises é garantir a qualidade do produto, identificando falsificações e produtos de baixa qualidade, resultado de procedimentos inadequados de coleta e manuseio. Os produtos fraudados não tem as características físico-químicas adequadas, o que pode ser revelados nas análises, sendo muitas vezes uma mistura de água, açúcar e ácido cítrico levadas à fervura ou simplesmente a adição de determinados tipos de açúcar ao produto original, para aumentar seu volume e conseqüentemente, os ganhos na venda do produto.

Mel e sua origem floral

O mel pode ser classificado de acordo com a forma de obtenção de néctar pelas abelhas, considerando o diâmetro de ação das abelhas, cerca de 3 km ao redor da colmeia. Deste modo pode-se classificar o mel como monofloral ou unifloral, resultado de apenas um tipo predominante de flor (néctar) existente nas proximidades da colmeia, tais como cultivos de plantas cítricas (laranjeiras, limoeiros, tangerineiras etc.) ou áreas comerciais de eucalipto, entre outras espécies utilizadas na silvicultura, sendo normalmente um mel de cor mais clara. Já o mel chamado de multifloral ou polifloral é o resultado de uma coleta de

diferentes tipos de néctar, não existindo um predomínio de determinada espécie vegetal e sim uma variedade de flores que fornecem o néctar, sendo o mel uma mistura destas flores, normalmente de cor mais escura. Além destes tipos existe o tipo melato, no qual as abelhas retiram secreções de plantas vivas, como o caso de cana-de-açúcar, o que pode ocorrer quando os colmos da cana estão muito maduros e racham, permitindo as abelhas colher o açúcar e produzir um mel de cor mais escura, de gosto acentuado (BRASIL, 2000).

Importância da coloração do mel para o mercado consumidor

Os méis apresentam, desde uma cor quase incolor até a cor âmbar escuro, dependendo de sua origem floral, com o mercado consumidor preferindo normalmente méis com coloração mais clara e de aspecto viscoso.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As boas práticas de obtenção de produtos sempre foram a melhor forma de garantir que os alimentos não sejam contaminados por microrganismos patogênicos ou outros contaminantes que possam causar danos ao consumidor, ao serem ingeridos. Deste modo, as análises físico-químicas são uma parte fundamental do processo, garantindo que o produto passou por um correto processo de obtenção e armazenamento, além de demonstrar que não foi adulterado.

Todo produto a ser consumido deve seguir normas para que a sua qualidade seja mantida por longos períodos, até o consumo ou por um determinado período de sua vida útil de prateleira. Assim se faz o uso de diversos processos para que se tenha obtenha este resultado, como um simples esfriamento, desidratação, fervura (pasteurização) ou mesmo modificando a atmosfera, como nos casos de sistemas de fechamentos a vácuo, técnicas que permitem um aumento no tempo de armazenamento de determinados produtos alimentícios.

Entretanto o mel é um produto que não pode ser aquecido (pasteurizado), entre outros processos, pois tais ações vão resultar em sua perda de qualidade e propriedades naturais. O aquecimento afeta as enzimas ativas no mel e provoca o processo de formação do hidroximetilfurfural, que é a reação dos

açúcares, alterando suas qualidades físico-químicas. Deste modo é necessário todo uma série de procedimentos, fundamentais para a boa qualidade do produto e por ser um produto com alto teor de açúcar e grande valor de mercado, as fraudes se tornam um problema sério no produto ofertado e somente com análises físico-químicas em laboratório é possível identificar tais falsificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACAXIXI, P.; BUENO, C. E. M. S.; RICARDO, H. A.; EPIPHANIO, P. D.; SILVA, D. P.; BARROS, B. M. C.; SILVA, T. F.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. A Importância da apicultura no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 10, n. 20, p. 1-6, 2011. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/4obaFHM5hPoTX99_2013-5-17-17-41-22.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 72, de 12 de julho de 1839**. Autoriza o Governo a conceder ao Padre Antonio José Pinto Carneiro privilegio exclusivo pelo espaço de dez anos, a fim de importar Abelhas da Europa, ou Costa da África, para o Município da Côrte, e Provincia do Rio de Janeiro. Brasília, DF. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-72-12-julho-1839-561507-publicacaooriginal-85154-pl.html>>. Acesso em: 3 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de qualidade e identidade do mel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000. Seção 1, p. 16-17.

CAMARGO, R. C. R. (Ed.). **Produção de mel**. Sistemas de produção 3. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. 128p.

FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. 2019: **Países por producto**. Rome, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 9 dez. 2021.

FINCO, A.; BARTOLOMEU, F. D.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706–712, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000300022>

GLOBO RURAL. Produção de soja com mel: projeto une preservação ambiental com geração de renda. **Globoplay**, Rio de Janeiro, RJ, 21 de janeiro de 2023. 6:16 minutos. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11299406/?s=0s>. Acesso em: 28 ago. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Mel de abelha**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, Dracena, v. 40, n. 1, p. 1–11, 2012. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2012v40n1p01-11>

MANRIQUE, A. J.; SOARES, A. E. E. Início de um programa de seleção de abelhas africanizadas para a melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. **Interciencia**, Caracas, v. 27, n. 6, p. 312–316, 2002. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000600007. Acesso em: 15 jun. 2023

MEDINA, Y. O mel, antimicrobiano natural mais usado na atualidade. **Folha Noroeste**, São Paulo, SP, 2018. Colunas. Disponível em: <https://www.folhadonoroeste.com.br/colunas/o-mel-antimicrobiano-natural-mais-usado-na-atualidade/>. Acesso em: 31 out. 2022.

PASTORI, E. O. **Doces companheiras indispensáveis: um estudo antropológico sobre abelhas e habitabilidade**. 2017. 240f. Tese (Doutorado

em Antropologia Social) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003>

SILVA, C. J. C. **Produção de mel em melgueiras Langstroth de oito e dez quadros**. 2019. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M. Características e propriedades inerentes ao mel. **Revista Pubvet**, Londrina, v. 4, n. 9, p. 1-13, 2010. Disponível em: <<https://silo.tips/download/caracteristicas-e-propriedades-inerentes-ao-mel-universidade-federal-rural-do-se>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

TREVISOL, G.; BUENO, M. P.; OLIVEIRA, J. P. L.; MACEDO, K. G. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 352–368, 2022. <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1321>

VILELA, S. L. O. A cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 2, 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. p. 233-239. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream//pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coords.). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

AUTORES

Ademir Kleber Morbeck de Oliveira

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, mestrado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos e doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é professor da Universidade Anhanguera-Uniderp, Programa em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, área de Ciências Ambientais, linha de pesquisa Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento Regional Sustentável. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Ecossistemas, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia de ecossistemas, Pantanal, etnobiologia, sementes e análise de crescimento de espécies nativas. Bolsista Produtividade em Pesquisa 1C.

Airton José Chirst

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel), com especialização em Engenharia de Segurança do trabalho.

José Wilson Pires Carvalho

Graduação em Licenciatura Plena em Química, Mestrado em Ciências e Doutorado em Ciências (Área de concentração: Físico-Química). Atua na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos com análise Físico-Química de Alimentos, envolvendo os seguintes temas: extração e quantificação de proteínas, carboidratos e lipídeos.

7. Conclusão Geral

A qualidade do mel produzido na região do Cerrado depende de diversos fatores, como a época de coleta, o clima, a origem floral e as condições ambientais dos apiários. Neste trabalho, foram analisadas as características físico-químicas de 15 amostras de méis provenientes de três apiários localizados em diferentes áreas do Cerrado. Os resultados mostraram que, no geral, os méis atendem aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, exceto por algumas amostras que apresentaram valores de condutividade elétrica e umidade acima do limite permitido. As análises de *Lund* e *Fiehe* confirmaram a ausência de adulteração e a qualidade do produto. No entanto, a composição dos méis pode variar de acordo com a diversidade e a disponibilidade de fontes florais nas áreas dos apiários, bem como a presença de possíveis agentes poluentes, como defensivos agrícolas e queimadas.

Entre os apiários, o apiário 1 foi o que apresentou maior preocupação, pois está situado em uma área de cultivo de cana-de-açúcar, que pode implicar no uso de defensivos agrícolas nocivos às abelhas e à qualidade do mel. Além disso, a introdução de espécies exóticas, como o Neem, pode afetar a biodiversidade floral do Cerrado e competir com as espécies nativas, como os ipês-amarelos e roxos, que são importantes fornecedores de néctar e pólen de alta qualidade. Recomenda-se, portanto, que o apicultor busque locais com maior preservação da vegetação nativa do Cerrado, que contribuem para a manutenção do ecossistema e a diversificação do mel.

O apiário 2 foi o que apresentou melhores condições para a apicultura, pois está localizado em uma área de proteção ambiental, onde há uma grande diversidade de vegetação, incluindo os buritis, que são fontes perenes de néctar. Além disso, o apiário está próximo a uma lagoa, que facilita o acesso das abelhas à água. No entanto, a construção de uma estrada próxima ao apiário pode gerar impactos negativos, como ruído, vibração e poluição, que podem alterar o comportamento e a saúde das abelhas. Sugere-se, assim, que o apicultor adote medidas de isolamento, como o uso de cercas vivas ou barreiras naturais, para minimizar esses efeitos.

O apiário 3 também apresentou características favoráveis para a apicultura, como a presença de árvores de ipê-branco, ipê-amarelo e cajueiro, que são boas fontes de néctar e pólen em determinadas épocas do ano. No

entanto, o apiário está próximo a uma área de cultivo de cana-de-açúcar, o que pode representar riscos de contaminação por defensivos agrícolas e queima da palha. É essencial que o apicultor estabeleça uma comunicação com o produtor de cana para evitar a exposição das abelhas a esses fatores. Além disso, o apiário está próximo a um seringal, que pode ser benéfico, desde que seja respeitada uma distância mínima entre as colmeias e as seringueiras.

Em suma, a produção de mel de qualidade no Cerrado requer uma seleção cuidadosa das áreas para a instalação dos apiários, levando em conta a presença de vegetação nativa, a ausência de agentes poluentes e a adoção de medidas de isolamento para problemas potenciais. Dessa forma, será possível preservar o meio ambiente e a biodiversidade local, além de garantir a qualidade do produto final.

ANEXO

Anexo 1

(8)

DECRETO N.º 72 — de 12 de Julho de 1839.

Autorisa o Governo a conceder ao Padre Antonio José Pinto Carneiro privilegio exclusivo pelo espaço de dez annos, a fim de importar Abelhas da Europa, ou Costa da Africa, para o Municipio da Côrte, e Provincia do Rio de Janeiro.

O Regente, em Nome do Imperador o Senhor D. Pedro Segundo, Tem Sanccionado, e Manda que se execute a Resolução seguinte da Assembléa Geral Legislativa.

Art. 1.º O Governo fica autorisado a conceder ao Padre Antonio José Pinto Carneiro privilegio exclusivo pelo espaço de dez annos, a fim de importar Abelhas da Europa, ou da Costa da Africa para o Municipio da Côrte, e Provincia do Rio de Janeiro.

Art. 2.º Este privilegio cessará, se dentro de hum anno não tiver principio o estabelecimento das colmeias no Municipio da Côrte.

Francisco de Paula d'Almeida Albuquerque, Ministro e Secretario de Estado dos Negocios da Justiça, encarregado interinamente dos do Imperio, assim o tenha entendido, e faça executar com os despachos necessarios. Palacio do Rio de Janeiro em doze de Julho de mil oitocentos e trinta e nove, decimo oitavo da Independencia e do Imperio.

Pedro de Araujo Lima.

Francisco de Paula d'Almeida Albuquerque.
