

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**VITOR JOSÉ ALEXANDRE**

**ANÁLISE DE QUALIDADE DO MEL PRODUZIDO POR PEQUENOS  
PRODUTORES DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

**TOLEDO  
2025**

**VITOR JOSÉ ALEXANDRE**

**ANÁLISE DE QUALIDADE DO MEL PRODUZIDO  
POR PEQUENOS PRODUTORES DA REGIÃO OESTE  
DO PARANÁ**

**QUALITY ANALYSIS OF HONEY PRODUCED BY SMALL  
PRODUCERS IN THE WESTERN REGION OF PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos em nome do Curso Tecnologia em Processos Químicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Clayton Antune Martin

**TOLEDO**

**2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VITOR JOSÉ ALEXANDRE

**ANÁLISE DE QUALIDADE DO MEL PRODUZIDO  
POR PEQUENOS PRODUTORES DA REGIÃO OESTE  
DO PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Tecnólogo em Processos Químicos da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Clayton Antunes Martin.

Data de aprovação: 12 de dezembro de 2025

---

Clayton Antunes Martin  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Camila Vargas Neves  
Doutora  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Solange Maria Cottica  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**TOLEDO**

**2025**

OBS: A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de  
Tecnologia em Processos Químicos

## RESUMO

Este trabalho avaliou a qualidade de méis produzidos por pequenos produtores rurais nos municípios do Oeste do Paraná por meio de análises físico-químicas específicas. O objetivo foi verificar a conformidade do produto com os padrões exigidos para consumo humano e comercialização. Foram coletadas amostras de diferentes produtores locais em São Pedro do Iguçu e Diamante do Oeste, todas sem controle prévio de qualidade. No laboratório, as amostras foram submetidas às seguintes análises: determinação de hidroximetilfurfural (HMF), determinação de açúcares redutores, teste de Lugol, teste de Fiehe, análise de umidade e espectrofotometria no infravermelho médio (MIR), visando identificar impurezas, possíveis adulterações e avaliar os parâmetros essenciais de qualidade. Os resultados foram comparados às especificações estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Observou-se que as amostras 2 e 6 apresentaram teor de umidade superior ao permitido, sendo consideradas inadequadas para consumo direto, embora apta ao aproveitamento condicional ou uso industrial. As demais amostras permaneceram dentro dos limites regulamentares. Assim, o estudo confirmou a qualidade da maior parte dos méis analisados e fornecerá aos apicultores informações confiáveis para consumo seguro e fortalecimento da comercialização local.

**Palavras-chave:** controle de qualidade; apicultura local; hidroximetilfurfural; análises físico-químicas; espectroscopia MIR.

## ABSTRACT

This study evaluated the quality of honey produced by small rural producers in municipalities in western Paraná through specific physicochemical analyses. The objective was to verify the product's conformity with the standards required for human consumption and commercialization. Samples were collected from different local producers in São Pedro do Iguaçu and Diamante do Oeste, all without prior quality control. In the laboratory, the samples were subjected to the following analyses: determination of hydroxymethylfurfural (HMF), determination of reducing sugars, Lugol's test, Fiehe's test, moisture analysis, and mid-infrared spectrophotometry (MIR), aiming to identify impurities, possible adulterations, and evaluate essential quality parameters. The results were compared to the specifications established by the Ministry of Agriculture and Livestock (MAPA). It was observed that samples 2 and 6 presented a moisture content higher than permitted, being considered unsuitable for direct consumption, although suitable for conditional use or industrial use. The other samples remained within the regulatory limits. Thus, the study confirmed the quality of most of the honeys analyzed and will provide beekeepers with reliable information for safe consumption and strengthening local marketing.

**Keywords:** quality control; local beekeeping; hydroxymethylfurfural (HMF); physicochemical analyses; MIR spectroscopy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reação Global da formação de HMF.....	24
Figura 2 – Resultados da reação de Fiehe .....	26
Figura 3 – Resultado do teste de Lugol nas amostras .....	27
Figura 4 – Espectro de MIR das amostras de mel .....	31
Figura 5 - Resultado da análise de PCA das amostras .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Amostragem do mel usado para experimento.....	19
Tabela 2 – Teor de HMF nas amostras de mel.....	24
Tabela 3 – Coloração e resultados das amostras após o teste de Lugol .....	28
Tabela 4 - Resultado da quantificação de açúcares redutores nas amostras de mel	29
Tabela 5 - Médias da umidade medida nas amostras de mel .....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HMF: Hidroximetilfurfural

MIR: Espectroscopia no infravermelho médio

SIF: Serviço de Inspeção Federal

SDA/MAPA: Secretaria De Defesa Agropecuária Do Ministério Da Agricultura,  
Pecuária E Abastecimento

TNF: Fator de Necrose Tumoral

UV/VIS: Espectroscopia Ultravioleta-Visível

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>13</b>
<b>4. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
4.1 O papel do mel na sociedade contemporânea .....	14
4.2 Mercado do mel.....	15
4.3 Propriedades do mel .....	16
4.4 Qualidade do mel .....	17
4.5 Especificações do mel.....	18
<b>5. MATERIAIS E METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
5.1 Amostragem.....	19
5.2 Determinação de hidroximetil furfural .....	19
5.3 Reação de Fiehe.....	20
5.4 Reação de lugol.....	20
5.5 Determinação de açúcares redutores pelo método A .....	21
5.6 Análise de umidade por refratometria .....	22
5.7 Análise espectrofotométrica no infravermelho médio .....	23
5.8 Análise estatística .....	23
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
6.1 Determinação de hidroximetilfurfural.....	24
6.2 Teste de fiehe .....	25
6.3 Teste de lugol .....	26
6.4 Determinação de açúcares redutores .....	28
6.5 Umidade por refratometria .....	29
6.6 Espectroscopia no Infravermelho médio e análise de componentes principais ..	30
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mel é um alimento amplamente consumido desde a antiguidade, utilizado tanto como adoçante natural quanto como produto funcional. Atualmente, destaca-se pelo seu valor nutricional e pelas propriedades biológicas, como ação antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória, que contribuem para a promoção da saúde. Essas características têm aumentado a procura pelo produto, reforçando seu papel como alimento funcional na dieta humana (Cianciosi et al., 2022).

A ingestão do mel na dieta previne doenças relacionadas ao envelhecimento, pois possui em sua composição agentes antioxidantes. Entre outros benefícios o mel pode ser usado no processo de cicatrização, devido a sua capacidade de debridamento, e por ser um excelente anti-inflamatório, pois possui baixos teores de água em sua composição. Tanto que ele pode ser usado na cicatrização de feridas cutâneas, ou seja, usado em estado natural, sem passar por processamento. Ele também pode ser usado para prevenir e remediar infecções por ser antibacteriano e ter efeito inibidor de algumas bactérias (Tavares et al., 2006).

O Brasil produz dezenas de milhares de toneladas por ano, e exporta boa parte desse mel. Isso ocorre porque o consumo interno no Brasil é baixo em comparação com o resto do mundo. A média mundial de consumo é de cerca de 0,25 a 0,30 kg/ano por pessoa, enquanto a média brasileira é de 0,06 kg/ano por pessoa. De 2023 a 2024, as exportações aumentaram de 28,5 mil toneladas para 37,9 mil toneladas, de acordo com os relatórios da Abemel (Abemel, 2023).

O apicultor, nesse contexto, deve atender às exigências da legislação a fim de que seu produto possa ser comercializado, principalmente se for alvo de exportação. No entanto, grande parte desse mel consumido internamente é produzido e comercializado por pequenos produtores de mel, que muitas vezes o comercializam sem passar por um controle de qualidade rígido, realizado por profissionais capacitados (Costa Júnior et al., 2017).

O controle de qualidade do mel é muito importante para o consumidor, pois garante a segurança de sua ingestão, o melhor aproveitamento de seus benefícios à saúde e seu sabor.

O mel é um alimento com uma composição muito complexa, possuindo cerca de 180 compostos diferentes. Para realizar um controle de qualidade desse produto se deve ter em mente a identificação dos compostos responsáveis pelos efeitos

esperados, sejam nutricionais ou relacionados a saúde. Dentre os principais parâmetros, destaca-se o efeito antibacteriano, associado à baixa atividade da água no mel, além da capacidade antioxidante proporcionada por compostos fenólicos e outros bioativos, que são responsáveis por grande parte dos benefícios à saúde e promoção da longevidade (Pereira Lima et al., 2021).

## 2. OBJETIVOS

Avaliar a qualidade de amostras de mel produzidas por pequenos produtores por meio de análises físico-químicas que permitam verificar sua conformidade com a legislação vigente e identificar possíveis adulterações na região Oeste do Paraná, como em cidades de São Pedro do Iguaçu e Diamante do Oeste.

### 2.1 Objetivos Específicos

Determinar o teor de umidade das amostras de mel utilizando o método refratométrico.

Quantificar os açúcares redutores presentes nas amostras.

Determinar a concentração de hidroximetilfurfural (HMF) nas amostras analisadas.

Avaliar possíveis adulterações nas amostras de mel por meio de testes físico-químicos específicos.

### **3. JUSTIFICATIVA**

A análise de qualidade do mel é muito importante para garantir tanto a saúde de quem o consome quanto o sabor do produto.

O mel em municípios pequenos como São Pedro do Iguaçu e Diamante do Oeste, quando produzido por pequenos produtores rurais, geralmente é comercializado e consumido sem passar por análises físico-químicas para avaliar sua qualidade.

Além disso, a garantia de boas condições do mel possibilita o aproveitamento de seus benefícios a saúde, que envolvem sua capacidade antioxidante, que promove a neutralização de radicais livres e fortalece o sistema imunológico, bem como a melhora da cicatrização de cortes e ferimentos, devido sua facilidade de formar peróxido de hidrogênio, entre outros benefícios.

## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 O papel do mel na sociedade contemporânea

Ao se pensar em mel, costuma-se associá-lo à sua doçura e ao sabor característico. Contudo, o produto possui diversas aplicações além do uso culinário. O mel apresenta propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes, sendo utilizado no tratamento de feridas, no alívio de irritações da garganta e em preparações fitoterápicas. Também é empregado em produtos cosméticos devido ao seu efeito hidratante e regenerador (Cianciosi et al., 2022).

O mel é uma substância viscosa, com bom aroma e sabor doce, que é produzido por abelhas usando o néctar ou exsudatos sacarinos de plantas sendo levados para a colmeia para maturação e amadurecimento no favo (Oliveira Alves, et al, 2005).

Historicamente no antigo Egito, o mel participava de 500 dos 900 tipos de remédios utilizados, desempenhando um papel significativo na medicina da época. Era símbolo de fartura, sendo a primeira fonte de açúcar conhecida pelo homem (Janeo da Silva Gomes et al., 2000).

Além de ter sido um dos primeiros alimentos do homem, o mel também possui reconhecido potencial, com sua eficácia medicinal amplamente comprovada. É caracterizado por ser uma mistura com uma elevada concentração de açúcares que apresenta uma composição complexa, da qual fazem parte cerca de 180 componentes diferentes. É principalmente constituído por frutose e glicose, mas apresenta outros carboidratos, água e diversos constituintes nos quais se incluem compostos fenólicos e flavonoides, minerais, enzimas, aminoácidos e vitaminas. (Kamilla et al., 2007.)

O mel possui atividade antibacteriana podendo contribuir para uma cicatrização acelerada de queimaduras, funcionando como barreira viscosa, impedindo a entrada de substâncias e a perda de fluído para o meio externo (Kamilla et al., 2007.)

O mel apresenta propriedades cicatrizantes e antibacterianas devido à liberação de peróxido de hidrogênio e ao seu baixo teor de água livre. Além disso, os compostos antioxidantes presentes em sua composição contribuem para seu efeito anti-inflamatório (Tavares et al., 2006).

Pesquisas mais recentes evidenciam usos adicionais do mel, como no tratamento de feridas e queimaduras, na redução da tosse e de irritações nas vias aéreas, e como alimento funcional com propriedades prebióticas e efeitos benéficos na saúde gastrointestinal (Alvarez-Suarez et al., 2020).

#### 4.2 Mercado do mel

A apicultura é uma atividade muito importante, apresentando uma alternativa de renda para os trabalhadores rurais, por ser de fácil manutenção e de baixo custo inicial, em relação a outras atividades agropecuárias. Os principais produtos comercializados da atividade apícola são o mel, cera, própolis, geleia real e o veneno (apitoxina). O mel é visto como o produto apícola mais acessível para exploração de ser explorado, sendo também o mais conhecido e aquele com maiores chances de comercialização, além de ser uma atividade muito rentável, podendo chegar a altos índices de lucratividade, incorrendo em poucos custos. Além de servir como alimento, é utilizado em indústrias farmacêuticas e cosméticas, devido suas conhecidas ações terapêuticas. (Embrapa. 2017).

O Brasil é um dos principais exportadores de mel. Isso porque o país produz uma grande quantidade desse produto, e o seu consumo interno é muito inferior em relação ao panorama global. No Brasil, entre 1956 e 1970, a produção do mel tinha como objetivo abranger o mercado interno brasileiro. Neste momento, o consumo aparente do mel é estimado pela somatória da produção interna com as importações, diminuindo as exportações. Entre 1996 e 2004, no entanto, ocorreu uma mudança significativa desse cenário, e em menos de uma década o percentual de consumo interno do produto representa 36 % do total produzido, ou seja, o alvo começa a ser exportação (Costa Júnior et al., 2017).

A apicultura é muito eficaz, pois além de gerar resultados econômicos satisfatórios, também ajuda a preservar o meio ambiente, devido a exigência de floração suficiente para o projeto de produção do mel, e outros produtos derivados. (Costa Júnior et al., 2017).

O Brasil pode se tornar o maior produtor de mel natural, já que o produto brasileiro é pouco conhecido no exterior. Além disso, o país possui uma grande diversidade de flora, grande espaço apícola, clima adequado e abelhas africanas, que

são mais resistentes contra doenças, sendo menos necessário o uso de medicamentos e preventivos (Costa Júnior et al., 2017).

A apicultura tem ganhado destaque graças aos benefícios sociais, econômicos e ecológicos que proporciona. No Brasil, muitos empregos são gerados nos serviços de manejo das abelhas, fabricação e comércio de equipamentos e beneficiamento de produtos. Contudo, o apicultor destaca-se por entender o comportamento social das abelhas, sua biologia, técnicas de manejo e produção de mel, conferindo-o como membro potencial do mercado apícola. (Kamilla et al., 2017)

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e alimentação, o Brasil foi um dos 11 países que mais exportaram mel das últimas décadas. A região Sudeste é a maior responsável pela exportação do produto no país, atingindo a marca de 36,12 %, o volume superior a 57,9 mil toneladas, podendo gerar uma receita de 126 milhões de dólares. Em segundo lugar fica a região Sul com 52,2 mil toneladas, equivalente a 111,4 milhões de dólares, representando um percentual de 32,55% do total comercializado internacionalmente de mel natural pelo Brasil. O Nordeste, por sua vez, fica e, terceiro lugar com 31,27 %, chegando ao número de 50,2 mil toneladas, gerando 109,4 milhões de dólares. As regiões Centro Oeste e Norte apresenta números muito inferiores, sendo respectivamente, 97 e 9,5 toneladas exportadas. (Costa Júnior et al., 2017).

#### 4.3 Propriedades do mel

Sendo um produto de origem animal, o mel para ser comercializado deve atingir as normas de legislação. Se torna cada vez mais necessário a preocupação com a qualidade, pois em março de 2006 a União Europeia suspendeu as importações do mel brasileiro, cujo motivo esta relacionado á falha no sistema de monitoramento da qualidade do mel brasileiro (Eugênio Venesiani Pasin e José Andrade Tereso, 2008).

O mel de abelhas possui em sua composição cerca de 40% de frutose e 20% de água. O restante de sua formação são aminoácidos, vitaminas (ácido nicotínico, piridoxina e tiamina), enzimas (diástase, invertase, catalase e glicose-oxidase), peróxido de hidrogênio, e minerais (potássio, ferro, magnésio, fósforo, cobre, zinco e cálcio). (Felipe et al., 2008).

O poder antibacteriano do mel ocorre devido a algumas de suas propriedades. O mel é uma solução supersaturada com alta atividade osmótica e um

pH que varia entre 3,2 e 4,5 essa acidez inibe o crescimento de microrganismos. O composto antibacteriano mais importante presente no mel é o peróxido de hidrogênio produzido pela glicose-oxidase. “Estudos têm mostrado que o efeito do mel na cicatrização de feridas pode estar relacionado ao aumento de TNF-  $\alpha$ ” (Felipe et al., n.d.). Ainda são desconhecidos os motivos do mel afetar a liberação de agentes anti-inflamatórios, pro-inflamatórios e fatores do crescimento. (Felipe et al., 2008).

#### 4.4 Qualidade do mel

As determinações usuais em mel incluem, entre outras, umidade, açúcares redutores, hidroximetilfurfural (HMF) e as diferentes reações que podem fornecer indicações sobre a adulteração do mel: reações de Lund, Fiehe e de Lugol ( Zenebon et al, 2008)

O controle de qualidade do mel deve se iniciar no manejo das colmeias, indo desde a escolha do local do apiário até a extração na cassa do mel. A composição do mel é influenciada pelos componentes do néctar da espécie vegetal produtora que trazem ao produto suas características. Por outro lado, o impacto das condições climáticas e da gestão do apicultor é significativamente menor, mesmo oferecendo influencia nas características físico-químicas do produto. Após a colheita, o mel ainda sofre mudanças físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Necessitando a produção abrangendo padrões elevados de qualidade, todas as etapas do seu processamento sendo controladas, garantindo um produto de qualidade.

O desconhecimento das noções de qualidade no setor tem acarretado uma forte insuficiência de qualificação da mão de obra, em consequência, muitos apicultores não conseguem obter o selo do Serviço de Inspeção Federal (SIF) em razão das inadequações da infraestrutura física ou instalações para a realização do beneficiamento do mel (Silva et al., 2011).

Silva et al (2011) afirma ainda que:

As análises físico-químicas exercem papel importante na fiscalização de méis importados e no controle da qualidade do mel produzido internamente. Essa avaliação dos constituintes do mel é necessária, uma vez que estes influenciam a qualidade durante a estocagem, a cristalização, a

textura, o aroma e a qualidade nutricional (Silva et al., 2011).

#### 4.5 Especificações do mel

A especificação para umidade de acordo com a instrução normativa número 11, de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece que o teor máximo de umidade do mel para consumo humano é de 20 %. Em 2023, a normativa SDA/MAPA número 1.248 de 25 de fevereiro de 2025, estabeleceu que o teor máximo de umidade para aplicação industrial ou aproveitamento condicional é de 23 % (Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento, 2025).

A especificação para teor de HMF permitido no mel varia de acordo com a região. No Brasil, a instrução normativa número 11/2000 do MAPA estabelece um limite de 60 mg/Kg de hidroximetilfurfural (Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento, 2025).

Para açúcar redutor, a instrução normativa número 11, de 20 de outubro de 2000, estabelece que o teor permitido de açúcares redutores no mel é de no mínimo 60g/100g (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2025).

## 5. MATERIAIS E METODOLOGIA

### 5.1 Amostragem

Foram coletadas 10 amostras de mel de diferentes apicultores cujo mel não passa por controle de qualidade.

Tabela 1 - Amostragem do mel usado para experimento

<b>Amostras</b>	<b>Florada</b>	<b>Safra</b>
<b>1</b>	Eucalipto	2025
<b>2</b>	Silvestre	2025
<b>3</b>	Silvestre	2025
<b>4</b>	Silvestre	2024
<b>5</b>	Silvestre	2025
<b>6</b>	Eucalipto	2024
<b>7</b>	Silvestre	2024
<b>8</b>	Silvestre	2025
<b>9</b>	Silvestre	2024
<b>10</b>	Silvestre	2025

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

### 5.2 Determinação de hidroximetil furfural

Foi pesado  $5,0000 \pm 0,0020$  g da amostra de mel e dissolvido em 25 mL de água, o mel diluído foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL. Foram adicionados ao balão 0,5 mL das soluções de Carrez 1 de Carrez 2 e homogeneizou-se, após a espuma ser suprimida, o balão foi completado com água. Essa solução foi filtrada descartando os 10 primeiros mL.

Foi pipetado para 2 tubos de ensaio 5 mL da solução filtrada, e em um dos tubos foi adicionado 5 mL de água e no outro 5 mL de uma solução de bissulfito de sódio a 0,2 %. O tubo em que foi adicionado água foi nomeado como amostra, enquanto o outro como referência. Os tubos foram levados ao ultrassom por 3 minutos.

Após a retirada dos tubos do ultrassom, eles foram lidos em espectrofotômetro UV-VIS nos comprimentos 284 e 336 nm. Utilizou-se a equação 1 para determinar o teor de HMF na amostra.

$$Q_{HMF} = \frac{[(A_{284nm} - R_{284nm}) - (A_{336nm} - R_{336nm})] \times 149,7 \times 5}{P} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

$Q_{HMF}$  = Teor de HMF presente na amostra

$A_{284nm}$  = Absorbância da amostra em 284 nm

$R_{284nm}$  = Absorbância da referência em 284 nm

$A_{336nm}$  = Absorbância da amostra em 336 nm

$R_{336nm}$  = Absorbância da referência em 336 nm

P = Massa pesada da amostra em g

A análise foi realizada em duplicata para todas as amostras.

### 5.3 Reação de fiehe

A reação de Fiehe tem como finalidade a identificação de superaquecimento do mel e/ou a adição de açucares neste produto, sendo portando uma das formas de se garantir a pureza do mel para aditivos. É uma análise realizada por colorimetria (Zenebon et al, 2008)

Para realizar a análise, foi pesado 5 gramas de mel e dissolvido em 5 mL de Éter etílico. A camada éterea da solução (camada de cima) foi transferida para um tubo de ensaio, foi adicionado ao tudo 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina (Ressorcinol em meio fortemente ácido). Após esse processo, aguardou-se 10 minutos para aparecimento de coloração. A análise foi replicada para todas as amostras.

### 5.4 Reação de lugol

Identifica a presença de amido e dextrina no mel. É uma análise realizada por colorimetria ( Zenebon et al, 2008)

Foi pesado 10 g de amostra de mel e dissolvido em 20 mL de água. O mel dissolvido foi aquecido em banho-maria fervente por 1 hora e resfriado a temperatura ambiente em seguida. Após o resfriamento da solução, foi adicionado 0,5 mL de solução de Lugol e aguardou-se a formação de coloração.

O procedimento foi replicado para todas as amostras de mel.

### 5.5 Determinação de açúcares redutores pelo método A

Se aplica na determinação de açúcares redutores em mel, é baseado no método modificado de Lane e Yynon (Zenebon et al, 2008).

Esta análise quantitativa é realizada por meio de titulação. Para essa análise, foi preparado um titulado contendo 5 mL de solução de Fehling A (CuSO<sub>4</sub> dissolvido em água), 5 mL de solução de Fehling B (KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.4H<sub>2</sub>O e NaOH dissolvidos em água) e 7 mL de água.

Padronização: Esse titulado foi padronizado utilizando uma solução de açúcar invertido 2 g/L. Para a padronização, o titulado foi aquecido em banho-maria por 2 minutos em ebulição moderada, com a solução ainda quente, foi adicionado 1 mL de solução de Azul de metileno. Após isso, foi realizado uma titulação com o titulado ainda quente utilizando a solução padrão como titulante, tendo alteração da coloração do titulado de azul para marrom avermelhado. Anotou-se o volume gasto e utilizou-se a equação 1 para declarar o fator de correção do titulado.

$$F_c = \left(\frac{V}{25}\right) \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

F<sub>c</sub> = Fator de correção

V = Volume gasto

Após obter o fator resposta do titulado. Foi pesado 2 g da amostra e foi transferido para balão volumétrico de 200 mL e completou-se com água. Após completar o balão, foi transferido 50 mL da solução para balão volumétrico de 100 mL e completou-se o balão.

Com a solução diluída pronta, repetiu-se o mesmo processo de titulação realizado na padronização, mas utilizando o mel diluído como titulante ao invés da solução padrão de açúcar invertido.

Finalizando a titulação, foi anotado o volume gasto de titulante e utilizou-se a equação 3 para encontrar a quantidade de açúcares redutores presentes no mel.

$$Q = \frac{2 \times 1000 \times Fc}{P \times V} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

Q = Quantidade de açúcares redutores em g/g

P = massa da amostra total

V = Volume gasto da solução titulante em mL

A análise foi replicada em duplicata para todas as amostras

## 5.6 Análise de umidade por refratometria

Essa análise utiliza a medida do índice de refração da amostra para ser convertida em porcentagem de umidade. Se aplica na determinação de umidade em mel e xaropes.

A amostra foi lida em refratômetro digital. O equipamento foi calibrado utilizando água destilada, e após isso foi realizado a leitura do mel no qual foi anotado sua refração e temperatura.

Os resultados foram expressos por índice de refração, o índice de refração foi ajustado pela equação de Chataway, de acordo com sua temperatura, sendo 20 graus celsius a temperatura ideal. O ajuste foi realizado utilizando a equação 4. Em seguida é usado a tabela para encontrar a umidade da amostra.

$$Rc = Rm \times (T - 20) \times 0,00023 \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

Rc = Refração corrigida da amostra

Rm = Refração medida da amostra

T = Temperatura medida da amostra

Em seguida é usado a tabela de chataway para encontrar a umidade da amostra. A análise foi realizada em duplicada para todas as amostras

## 5.7 Análise espectrofotométrica no infravermelho médio

Os espectros no infravermelho foram obtidos utilizando um espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), Perkin Elmer, Frontier™ Spectrum 65, composto pelo cristal de seleneto de zinco e equipado com módulo de refletância total atenuada (ATR), que permite a análise direta de sólidos e líquidos, eliminando a necessidade de preparo prévio. O estudo foi contínuo com base no método descrito por Silva e Martin (2019). Os espectros foram registrados na faixa de 650 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ , com resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$  e 40 varreduras.

Antes da leitura de cada amostra, obteve-se o espectro do ar (ATR vazio), considerado como a medida do branco. Entre a aquisição dos espectros, fez-se a limpeza do amostrador ATR com isopropanol. As leituras de cada amostragem foram realizadas em duplicata.

## 5.8 Análise estatística

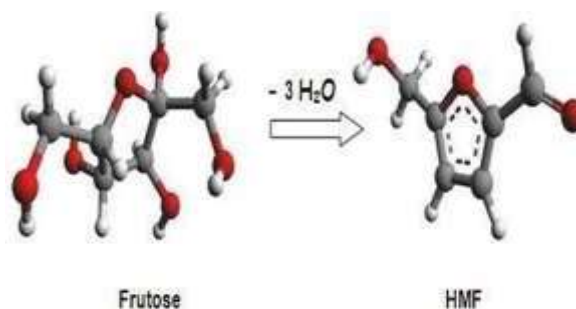
Os espectros tiveram os seus dados normalizados com suas intensidades variando entre 0 e 1. Para determinar qual intervalo espectral seria mais adequado para classificação por componentes principais foi utilizado o software MATLAB versão 7.8.0, com o pacote iToolbox e a função iPCA e o software de planilha eletrônica Excel, versão 2102. Ao espectro foi aplicada a correção MSC (*multiplicative scatter correction*), seguida da centralização dos dados na média. A PCA foi aplicada ao espectro sendo determinada a variância explicada pela primeira e a segunda componentes principais.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Determinação de hidroximetilfurfural

A formação de HMF ocorre devido a degradação térmica dos açúcares redutores presentes no mel, principalmente a frutose. O aquecimento e/ou a acidez catalisam a eliminação de moléculas de água da frutose formando intermediários instáveis. Esses intermediários sofrem ciclização e formam o HMF, um composto furânico estável. (Amarasekara, A. et al, 2008). A reação pode ser visualizada na figura 1.

Figura 1 – Reação Global da formação de HMF



Fonte: Andrade, 2008

De acordo com as análises realizadas, os teores de HMF variaram entre as amostras avaliadas. Esses resultados estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2 – Teor de HMF nas amostras de mel

Amostras	Quantidade de HMF (mg/Kg)
Mel 1	6,54
Mel 2	10,04
Mel 3	0,00
Mel 4	8,68
Mel 5	2,88
Mel 6	23,84
Mel 7	21,76
Mel 8	5,51
Mel 9	27,75
Mel 10	16,70

Fonte: autoria própria, 2025

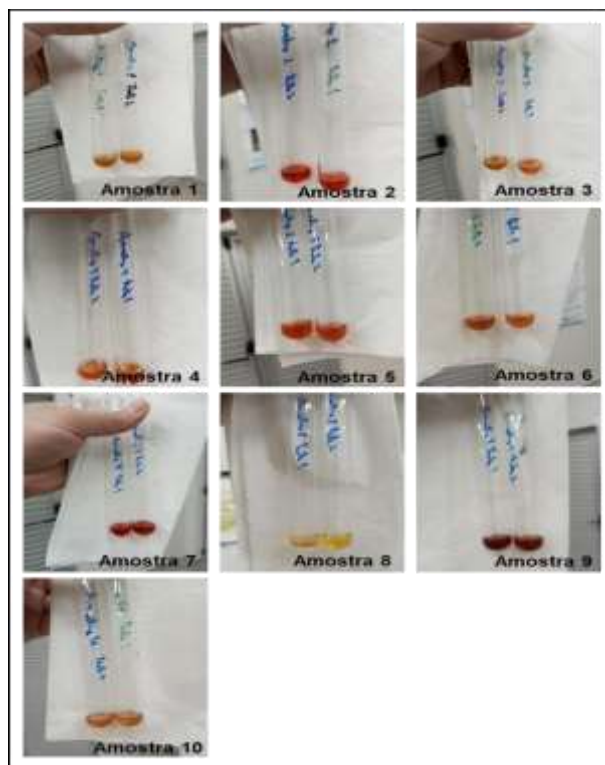
Os valores de hidroximetilfurfural (HMF) obtidos para as amostras analisadas encontram-se dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para mel destinado ao consumo. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o teor máximo permitido de HMF em mel é de 40 mg/kg. Todas as amostras avaliadas apresentaram concentrações inferiores a esse valor, indicando que não houve degradação significativa dos açúcares, bem como sugerindo que não ocorreu exposição excessiva ao calor durante o processamento ou armazenamento. Dessa forma, os resultados demonstram que, quanto ao parâmetro HMF, todas as amostras atendem aos padrões de identidade e qualidade exigidos pela legislação vigente.

## 6.2 Teste de fiehe

O teste de Fiehe identifica a presença de HMF no mel. O resultado é expresso pela coloração da solução. A presença de HMF deixa a solução vermelho-caramelo, aumentando a intensidade da coloração de acordo com a quantidade de impureza. Em meio fortemente ácido, o Hidroximetilfurfural sofre condensação com o anel fenólico de resorcinol, formando um condensado corado, a absorção do condensado gera a coloração vermelho-caramelo (Zappalá, Mário, et al. 2005).

Essa análise serve como uma triagem para o produto, por ser uma análise rápida e barata. Para melhores investigações é recomendado testes mais detalhados como quantificação de HMF por refratometria UV-VIS.

Figura 2 – Resultados da reação de Fiehe



Fonte: Autoria própria, 2025

O teste identificou HMF nas amostras 2, 5, 6, 7 e 9. A presença dessa substância significa que o mel passou por aquecimento ou foi armazenado de forma incorreta. Além de não haver especificação oficial para esse teste, a reação de Fiehe é apenas uma análise de triagem. Para confirmação da presença de HMF na amostra é necessário um teste quantitativo mais confiável, como quantificação por UV-VIS.

O resorcinol em meio ácido também reage com compostos fenólicos na amostra além do HMF, que acaba resultando em uma cor muito semelhante ao vermelho-caramelo, ou seja, pode apresentar um resultado falso positivo (Martin, 1986).

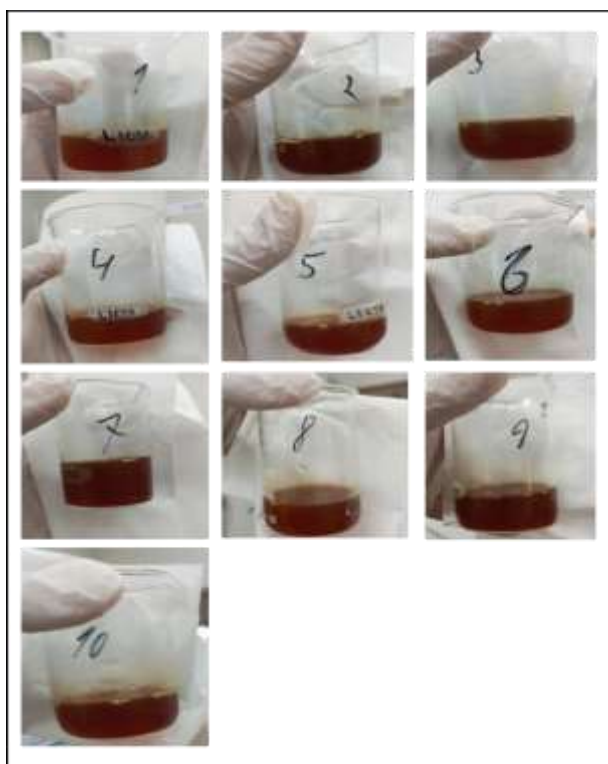
### 6.3 Teste de lugol

O teste de Lugol é utilizado para indicar a presença de amido e dextrinas por meio de uma solução de iodeto de potássio. Substâncias com alta massa molar podem originar compostos coloridos devido à formação de complexos com o iodo. No caso do amido, o iodo interage com seus dois principais componentes, a amilose e a

amilopectina. A amilose forma um complexo de coloração azul intensa, resultado da acomodação do iodo nos espaços internos de sua estrutura helicoidal. Já a amilopectina, quando entra em contato com o iodo, origina um complexo com tonalidade avermelhada. (Luis Silva de Carvalho et al, 2025)

Foi possível observar com os resultados presentes na tabela 5 que as diferentes amostras de mel de 1 a 10 não reagiram com a solução de Lugol, revelando que essas amostras não possuem a presença de amido, pois sua coloração não foi alterada.

Figura 3 – Resultado do teste de Lugol nas amostras



Fonte: Autoria própria, 2025

Com a coloração das soluções foi possível estabelecer se há contaminação por amidos e dextrinas. Assim obtemos os resultados apresentados na tabela 3

Tabela 3 – Coloração e resultados das amostras após o teste de Lugol

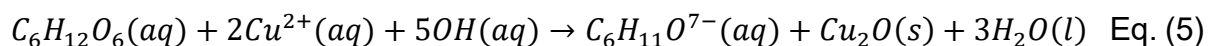
<b>Amostra</b>	<b>Coloração</b>	<b>Resultado</b>
Mel 1	Âmbar	Puro
Mel 2	Âmbar	Puro
Mel 3	Âmbar	Puro
Mel 4	Âmbar	Puro
Mel 5	Âmbar	Puro
Mel 6	Âmbar	Puro
Mel 7	Âmbar	Puro
Mel 8	Âmbar	Puro
Mel 9	Âmbar	Puro
Mel 10	Âmbar	Puro

Fonte: autoria própria 2025

Com os resultados apresentados acima, pode-se garantir que as amostras não sofreram alteração por amido e dextrinas.

#### 6.4 Determinação de açúcares redutores

A quantificação de açúcares redutores pelo método de Fehling/Lane-Eynon se trata da redução do  $\text{Cu}^{2+}$  presente nas soluções de Carrez, essa redução é feita por titulação com o próprio mel diluído. Quando comparado o resultado da titulação com o mel a um padrão conhecido de açúcar invertido, é possível quantificar os redutores. (Demiate et al., 2002). A reação global da redução do cobre pode ser vista na equação 5.



É um método simples e de baixo custo, que não necessita de equipamentos caros e é altamente recomendado para laboratórios com recursos limitados.

Tabela 4 - Resultado da quantificação de açúcares redutores nas amostras de mel

<b>Amostras</b>	<b>Açúcares Redutores g/100g</b>
Mel 1	66,7
Mel 2	65,0
Mel 3	61,0
Mel 4	64,3
Mel 5	62,9
Mel 6	64,6
Mel 7	64,8
Mel 8	65,2
Mel 9	64,6
Mel 10	64,1

Fonte: Aatoria própria, 2025

Como se pode observar (Tabela 4), todos os valores de mel estão dentro da especificação estabelecida pelo MAPA, mas estão relativamente baixas se compararmos com o teor encontrado geralmente nos méis encontrados no paraná.

#### 6.5 Umidade por refratometria

Os resultados foram expressos em índice de refração por temperatura da amostra. Após isso foi feito o ajuste de chataway, o ajuste se trata de adicionar 0,00023 para cada grau Celsius abaixo de 20 graus Celsius, e retirar caso contrário. Encontrando o índice de refração compatível com 20 graus celsius é possível saber a umidade da amostra utilizando a tabela de chataway. A média dos resultados pode ser obtida na tabela 5.

Tabela 5 - Médias da umidade medida nas amostras de mel

<b>Amostras</b>	<b>Umidade em %</b>
Mel 1	18,0
Mel 2	21,4
Mel 3	18,4
Mel 4	18,8
Mel 5	17,6
Mel 6	20,8
Mel 7	19,8
Mel 8	20,0
Mel 9	18,4
Mel 10	20,4

Fonte: Autoria própria, 2025

Com os resultados obtidos das amostras, podemos compará-los com as especificações estabelecidas pela EMBRAPA, que é de 20 % de umidade para mel de mesa e 23 % para aproveitamento condicional ou aplicação industrial. Sendo assim, podemos dizer que as amostras 2 e 6 não podem ser utilizadas para consumo humano, mas ainda podem ser aproveitadas pela indústria. As demais amostras se encontram dentro da especificação para alimentação humana, sendo assim, não há restrições para seu uso.

Fatores como armazenamento em locais com umidade maior que 60%, colheita antes da maturação e não vedação do pote em que o mel está armazenado contribuem para o aumento de umidade presente no produto (Zanusso, 2010).

## 6.6 Espectroscopia no Infravermelho médio e análise de componentes principais

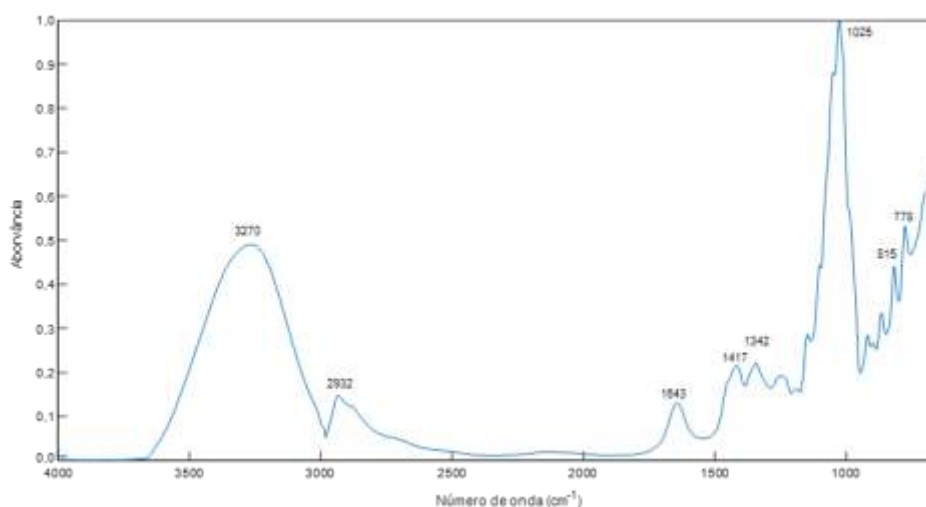
A Figura 4 apresenta um espectro representativo de uma das amostras de mel avaliadas. A banda em  $3270\text{ cm}^{-1}$  está associada a vibração de estiramento do grupo OH, que ocorre em carboidratos e moléculas de água. Em  $2932\text{ cm}^{-1}$  ocorre estiramentos simétricos e assimétricos de grupos C-H, relacionados a carboidratos, ácidos carboxílicos e aminoácidos. A banda em  $1643\text{ cm}^{-1}$  está relacionada ao

estiramento e deformação angular de grupos O-H (carboidratos e moléculas de água), N-H (aminoácidos) e estiramento de ligações C=O (cetonas) (Prata e Costa, 2024).

Na região de 1417 e 1342  $\text{cm}^{-1}$  ocorrem deformações angulares de grupos O-H e C-H, de carboidratos. A banda intensa em 1025  $\text{cm}^{-1}$  está associada a estiramentos C-C, C-O e C-H, de carboidratos e ácidos orgânicos. Os picos em 815 e 778  $\text{cm}^{-1}$  decorrem de flexões de C-H na região anomérica, sendo aos carboidratos.

Com esse resultado é possível visualizar a composição do mel. No qual a maior parte são carbo-hidratos (cerca de 70 a 80%) e água (10 a 20%). A água pode ser observada no espectro principalmente na banda de 3270  $\text{cm}^{-1}$ , enquanto os carbo-hidratos são detectados na banda de 1025  $\text{cm}^{-1}$ .

Figura 4 – Espectro de MIR das amostras de mel



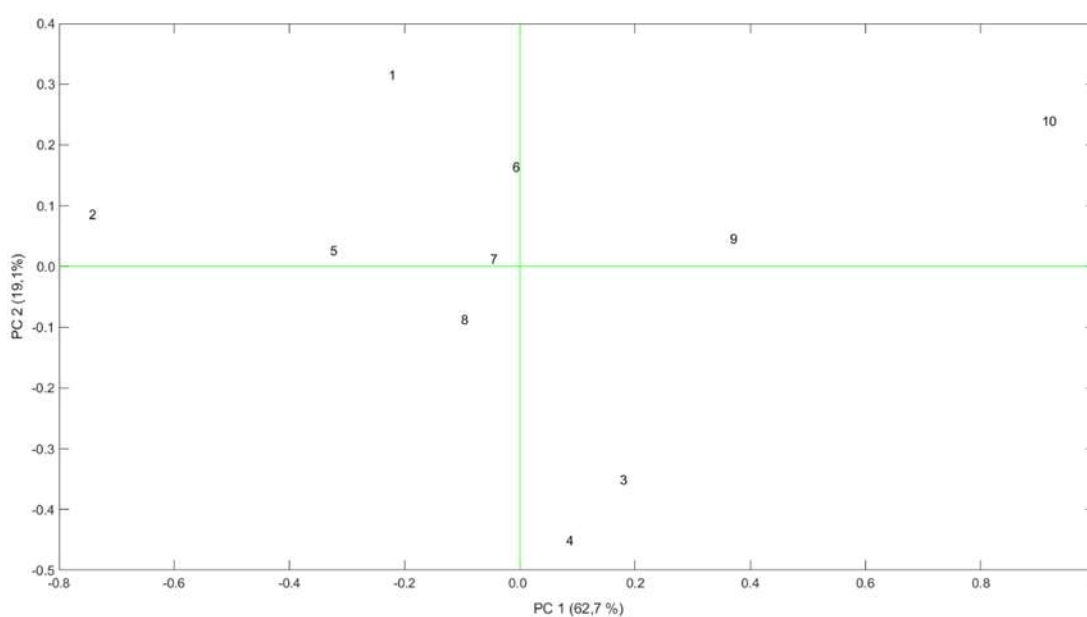
Fonte: Autoria própria

Na análise por componentes principais (Figura 5), a primeira componente principal (PC 1) explicou 62,7 % da variância, a segunda componente principal (PC 2) explicou 19,1 %, totalizando 81,8 % da variância total. As amostras 2 e 10 estão fortemente correlacionadas a PC 1, enquanto as amostras 1, 3 e 4 foram mais bem correlacionadas com a PC 2. Nesse sentido, a PC 1 permitiu discriminar as amostras 2 e 10 das demais amostras, enquanto a PC2 diferenciou as amostras 3 e 4 das outras amostras.

A PC 1 foi fortemente influenciada pela região espectral de 3316 a 3422  $\text{cm}^{-1}$ , que corresponde ao estiramento da ligação O-H, proveniente da água contida no mel

e dos monossacarídeos glicose e frutose. Para a PC 2, a região com maior peso envolveu o intervalo de 2958 a 2999  $\text{cm}^{-1}$ , que está relacionado aos estiramentos assimétricos – C–H dos grupos metil ( $\text{CH}_3$ ) e metileno ( $\text{CH}_2$ ) (Guillén e Cabo, 2002). A partir das PC 1 e PC 2 foi possível distinguir 5 grupos, com o maior sendo constituído pelas amostras 1 e 5 a 8. Outros grupos incluíram as amostras 2, 3 e 4, 9 e 10. Não houve discriminação entre as amostras de mel classificadas pelos produtores como de eucalipto (1 e 6) e mel silvestre (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10), e nem quanto aos locais de produção que foram os municípios de São Pedro do Iguaçu (1, 2, 4, 5, 6, 8, 9 e 10) e Diamante do Oeste (3 e 7).

Figura 5 - Resultado da análise de PCA das amostras



Fonte: Autoria própria, 2025

Com isso, o trabalho em questão avaliou os resultados das análises e comprovou que as amostras de mel da região do Oeste do Paraná são adequadas para consumo. A análise de PCA não discriminou adequadamente as amostras.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes realizados foram comparados com a especificação estabelecida pelo MAPA. Assim, foi possível estabelecer se as amostras estão ou não dentro dos parâmetros de qualidade.

A amostra de mel 6 e 2 não podem ser comercializadas como mel de mesa, pois não está dentro de especificação de 20 % (umidade), entretanto podem ser comercializadas para fins industriais ou aplicação condicional. As outras amostras estão todas dentro dos parâmetros de umidade estabelecidos pelo MAPA.

Para os demais parâmetros analisados (teor de HMF e teor de açúcares redutores) todas as amostras atendem os requisitos para comercialização e consumo. Comprovando que o mel não passou por aquecimento e possui a quantidade de açúcares redutores o suficiente para exercer seu poder antioxidante. O teste de lugol comprovou que não houve alterações no mel por amido e dextrinas.

Para o mel poder ser oficialmente comercializado há outros testes que necessitam ser realizados por empresas autorizadas para tal. Como análises de acidez e de atividade diastásica. Mas esse trabalho serve como um ponto de partida, uma triagem para dizer que o mel alvo deste estudo é de qualidade.

O resultado obtido nesse trabalho será passado para os produtores, que poderão receber orientação para melhora de seu produto e possível expansão de seu negócio.

## REFERÊNCIAS

**ABNT.** NBR 15714-1 — *Apicultura – Mel – Parte 1: Preparo de amostra para análises físico-químicas*. normas.com.br.

**ABNT.** NBR 15714-2 — *Apicultura – Mel – Parte 2: Determinação da umidade pelo método refratométrico*. normas.com.br; bibliotecas.sebrae.com.br.

**BEZERRA MARUJO, R. V.** *Mel e açúcar mascavo na cicatrização de feridas: honey and brown sugar in wounds healing*. 2012. p. 2219–2224.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 — Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel*. Diário Oficial da União, 23 out. 2000.

**CARVALHO, C. L. S.; COSTA, R. E. F.; SILVA, S. N. B. H.; ARAÚJO, Y. S.; SOUTO, A. S.; MIRANDA, T. L.** *Caracterização físico-química e detecção de adulteração do mel de abelha por análise de reação de Lugol*. (s.d.).

**CIANCIOSI, D. et al.** Honey, its nutritional and therapeutic functions: a review. *Food Science & Nutrition*, v. 10, n. 2, p. 436-452, 2022.

**COSTA JÚNIOR, M. P.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P.; LIMA, P. V. P. S.** Integração espacial dos mercados exportadores de mel natural no Brasil. *REAd. Revista Eletrônica de Administração*, v. 23, n. 1, p. 31–53, 2017. DOI: 10.1590/1413-2311.023.55682.

**FELIPE, D.; ALVES, S.; CABRAL JÚNIOR, C.; ARRUDA, P.; CABRAL, C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. M.; MENESES DO REGO, C.; MEDEIROS, A. C.** *Efeitos da aplicação tópica do mel de Melipona subnitida em feridas infectadas de ratos*. (s.d.).

**GOMES, J. S.; SANTOS, C. V.; CRUZ, O.** *Consumo e mercado do mel: um estudo bibliográfico em saúde da criança e da mulher*. 2000.

**GUILLÉN, M. D.; CABO, N.** Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. *Food Chemistry*, v. 77, n. 4, p. 503–510, 2002.

**KAMILLA, G.; FERREIRA, A. M.; BARBOSA, B. A.; NÓBREGA, E.; MARTINS, X.; PATRÍCIO, X.; MARACAJÁ, B.** *Propriedades fitoterápicas do mel e seus benefícios para a população*. Congrefip, v. 3322, n. 83. Disponível em: [www.congrefip2017.com.br](http://www.congrefip2017.com.br). (s.d.).

**PEREIRA LIMA, G.; VANZ BORGES, C.; WOISKY TEIXEIRA COELHO, B.; MARASCHIN, M.** Propriedades bioativas do mel — uso alimentício e potencial terapêutico: uma revisão narrativa. *Capítulo 49*, 2021. DOI: 10.37885/210805941.

**PRATA, J.C; COSTA, P. M.** Fourier Transform Infrared Spectroscopy Use in Honey Characterization and Authentication: A systematic review. *ACS Food Science & Technology* 2024 4 (8), 1817-1828. DOI: 10.1021/acsfoodscitech.4c00377

**SILVA, L. W.; MARTIN, C. A.** Quantificação de azeite de oliva em misturas com óleos vegetais utilizando FTIR e calibração por regressão linear múltipla. In: ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G. (Org.). *As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI*. Atena Editora, 2019. p. 173–176.

**TAVARES, J. P.; MARTINS, I. L.; VIEIRA, A. S.; LIMA, F. A. V.; BEZERRA, F. A. F.; MORAES, M. O.; MORAES, M. E. A.** Estudo de toxicologia clínica de um fitoterápico à base de plantas, mel e própolis. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, n. 3, 2006.

**ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. T.** *Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. 4. ed. Instituto Adolfo Lutz, 2008.