UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS FÍSICO-QUÍMICAS PARA A INDICAÇÃO DE POTENCIAL FRAUDE EM MEL PROVENIENTE DE PAÍSES TERCEIROS

BIANCA NEVADO DA SILVA

ORIENTADOR:
Dr. Pedro Miguel Canavilhas Melo

COORIENTADORA:
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira

2025

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS FÍSICO-QUÍMICAS PARA A INDICAÇÃO DE POTENCIAL FRAUDE EM MEL PROVENIENTE DE PAÍSES TERCEIROS

BIANCA NEVADO DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI
PRESIDENTE:

Doutora Cristina Maria Riscado Pereira Mateus

VOGAIS:
Doutor João de Bettencourt Barcelos Cota

Dr. Pedro Miguel Canavilhas Melo

ORIENTADOR:

Dr. Pedro Miguel Canavilhas Melo

COORIENTADORA:
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira

2025

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Bianca Nevado da Silva

Título da Tese ou Dissertação: APLICAÇÃO DE TÉCNICAS FÍSICO-QUÍMICAS PARA A INDICAÇÃO DE POTENCIAL FRAUDE EM MEL PROVENIENTE DE PAÍSES TERCEIROS

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2025

Designação do curso de Mestrado ou de Doutoramento: Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

☐ Clínica ☒ Produção Animal e Segurança Alimentar

☐ Morfologia e Função ☐ Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

1. ☒ Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
2. ☐ Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de ☐ 6 meses, ☐ 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 10 de Janeiro de 2025.

Assinado por: **Bianca Nevado da Silva**
Num. de Identificação: 30267518
Data: 2025.01.29 12:19:50 +0000

Assinatura: _____

CHAVE MÓVEL

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente aos meus familiares que durante toda a minha vida me forneceram uma base, suporte e um ambiente favorável para o meu desenvolvimento como pessoa, além de me apoiarem em todas minhas decisões e me orientarem no meio de todos os desafios. Agradeço especialmente à minha mãe e aos meus irmãos que não mediram esforços em toda esta trajetória, ao meu pai que me dá forças através das minhas memórias e ao meu namorado que me acompanhou durante todo o percurso.

Aos meus amigos de longa data, Bárbara Este, Juliana Omiya e Victor Leite, que se dispuseram a ajudar-me de diferentes formas durante a execução da dissertação, assim como durante a faculdade. Às amizades novas que durante este percurso foram feitas e que possibilitaram dias mais divertidos durante o fim de curso.

Ao Dr. Pedro Melo que me orientou e apoiou durante o estágio e realização da dissertação e a toda a equipa do Posto de Controlo Fronteiriço que me receberam, ensinaram e estiveram presentes durante esse período, Dra. Ana Machado, Dra. Manuela Dias, Dra. Filomena Afonso, Dr. Gonçalo Antunes, Dr. Diogo Consciência, Dra. Margarida Leandro, Dra. Guadalupe Amaro, Dr. Pedro Caiado e Dr. Francisco Gomes.

À Professora Marília Ferreira que me orientou quanto a dúvidas na escolha do estágio e na execução da dissertação e também a todos os profissionais do Laboratório de Tecnologia da Faculdade de Medicina Veterinária que me auxiliaram durante a execução da componente prática da dissertação.

E por último, agradeço a mim por não desistir dos meus objetivos e ultrapassar todos os medos e desafios que encontrei ao longo do caminho até ao presente momento.

Aplicação de técnicas físico-químicas para a indicação de potencial fraude em mel proveniente de países terceiros

Resumo

O mel é o produto apícola com maior importância comercial e o seu consumo sofreu um aumento global decorrente do aumento da população mundial, da preferência dos consumidores por produtos naturais e saudáveis, e das suas propriedades terapêuticas. A União Europeia é apenas 63% autossuficiente na produção do mel, o que implica a necessidade de realizar importação de países terceiros. O seu alto valor comercial torna o produto vulnerável à prática de fraude, que cada vez são mais inovadoras e variadas, sendo difícil a sua identificação.

O objetivo do presente estudo foi a aplicação de métodos físico-químicos de execução rápida e simples que permitam a identificação de possíveis fraudes em méis importados para a União Europeia, proveniente de países terceiros, chegados ao Posto de Controlo Fronteiriço de Lisboa entre novembro de 2023 e junho de 2024.

Foram recolhidas 31 amostras de mel de 7 países diferentes (Argentina, Brasil, China, Cuba, El Salvador, Índia e México) nas quais foram determinadas 5 análises: determinação do pH e acidez livre e reação de Fiehe, reação de Lund e reação de Lugol.

Obtiveram-se resultados não conformes, na reação de Lugol - 3 amostras (2 do México e 1 de El Salvador) reagiram à solução de Lugol sugerindo a adição de amido ao produto, e na reação de Lund - 21 amostras (20 da China e 1 da Índia) não formaram a quantidade de precipitado no intervalo de 0,6 a 3 ml que era suposto num mel puro, o que sugere perda das substâncias albuminoides durante processamento do mel ou presença de mel artificial ou diluído. Além disso, nas análises realizadas aos méis provenientes da China observaram-se resultados semelhantes ao do xarope de açúcar invertido o qual foi utilizado como controlo positivo ao longo do estudo.

Portanto, este estudo mostra a importância da realização de controlos no mel importado e que essas análises podem ser úteis para verificar uma suspeita inicial de adulteração do mel. As análises por si só, não determinam a existência de uma fraude, mas sugerem a sua possível presença, o que suporta o posterior encaminhamento dessas amostras para laboratórios onde se realizem análises mais específicas.

Palavras-chave: Mel, Fraude, Importações, Segurança Alimentar, União Europeia

Application of physicochemical techniques for indicating potential fraud in honey from third countries

Abstract

Honey is the most commercially significant apiculture product, and its consumption has experienced a global increase due to the rising populations, growing preferences for natural and healthy products, and recognition of its therapeutic properties. However, the European Union is only 63% self-sufficient in honey production, necessitating imports from third-party countries. The product's high commercial value makes it vulnerable to increasingly sophisticated and varied forms of fraud, making detection challenging.

This study aimed to apply rapid and simple physicochemical methods to identify potential fraud in honey imported to the European Union from third countries and arriving at the Lisbon Border Control Post between november 2023 and june 2024.

A total of 31 honey samples from 7 different countries (Argentina, Brazil, China, Cuba, El Salvador, India, and Mexico) were collected and 5 analyses were performed: pH and free acidity determination , Fiehe's reaction, Lund's reaction and Lugol's reaction.

Non-compliant results were obtained: in Lugol's reaction, 3 samples (2 from Mexico and 1 from El Salvador) reacted to the Lugol solution, suggesting the addition of starch. In Lund's reaction, 21 samples (20 from China and 1 from India) did not form the expected amount of precipitate, indicating a loss of albuminoid substances during processing or the presence of artificial or diluted honey. Additionally, a similarity was observed between the analysis results of the honey samples from China and inverted sugar syrup, used as a positive control throughout the study.

These findings underscore the importance of conducting controls on imported honey. These analyses can be useful for verifying initial suspicions of adulteration. While the analyses alone do not definitively prove fraud, they suggest its possible presence, supporting further investigation in specialized laboratories.

Keywords: Honey, Fraud, Imports, Food Security, European Union

Índice

Agradecimentos iii

Resumo iv

Abstract v

Índice vi

Índice de figuras viii

Índice de gráficos x

Índice de tabelas xi

Lista de abreviaturas xii

1. Relatório de estágio 1

2. Revisão Bibliográfica 4

2.1 Biologia e organização social da *Apis mellifera* 4

2.2 Distribuição geográfica 4

2.3 Produtos apícolas 4

2.3.1 Mel 5

2.3.2 Outros produtos apícolas 5

2.4 Caracterização do mel 6

2.5 Mercado do mel 8

2.6 Segurança alimentar 9

2.7 Fraude alimentar 11

2.8 Fraude do mel 12

2.9 Controlo Oficial Fronteiriço 15

2.9.1 Requisitos para importação de mel em Portugal 15

2.9.2 Formas de minimizar a fraude do mel 16

2.10 Avaliação da fraude do mel 17

2.10.1 Análise do pólen 18

2.10.2 Análise sensorial 18

2.10.3 Análises físico-químicas 18

2.10.3.1 Humidade 19

2.10.3.2 Condutividade elétrica e conteúdo de cinzas 19

2.10.3.3 pH e acidez livre 19

2.10.3.4 Hidroximetilfurfural 20

2.10.3.5 Diastase e invertase 20

2.10.3.6 Prolina 21
2.10.3.7 Teor de matéria insolúvel em água 21
2.10.3.8 Açúcares 22
2.10.3.9 Reação de Fiehe, reação de Lund e reação de Lugol 22
2.10.4 Técnicas isotópicas 23
2.10.5 Técnicas cromatográficas 23
2.10.6 Técnicas espectroscópicas 23
2.10.7 Técnicas bioanalíticas 24
2.10.8 Biossensores 24
3. Objetivo do estudo 24
4. Material e métodos 24
4.1 Material 24
4.2 Métodos 27
4.2.1 Preparação da amostra 27
4.2.2 Determinação do pH 27
4.2.3 Determinação da acidez 28
4.2.4 Reação de Lund 28
4.2.5 Reação de Fiehe 30
4.2.6 Reação de Lugol 31
5. Resultados e discussão 32
5.1 Determinação do pH 32
5.2 Determinação da acidez livre 33
5.3 Reação de Lund 35
5.4 Reação de Fiehe e reação de Lugol 38
6. Conclusão 45
7. Bibliografia 47
8. Anexos 53

Índice de figuras

Figura 1. Classificação da fraude alimentar. Fonte: Adaptado de EC 2020. 11

Figura 2. Métodos de adulteração do mel. Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2023). 12

Figura 3. Métodos de verificação da autenticidade do mel. Adaptado de Chin and Sowndhararajan (2020). 17

Figuras 4 e 5. Contentor com mel proveniente de país terceiro com entrada para inspeção no Posto de Controlo Fronteiriço. Fonte: Original. 25

Figura 6. Medição do pH. Fonte: Original. 27

Figura 7. Titulação da amostra. Fonte: Original. 28

Figura 8. Etapas da técnica: pesagem do mel (1), adição de 20 ml de água destilada (2), homogeneização (3), adição de 5 ml de ácido tânico a 0,5% e homogeneização (4) e adição de água destilada até completar 40 ml com posterior homogeneização e repouso de 24 horas para formação de precipitado (5). Fonte: Original. 29

Figura 9. Reagente ácido tânico (1) e solução preparada de ácido tânico a 0,5%. Fonte: Original. 29

Figura 10. Soluções homogeneizadas em repouso. Fonte: Original. 29

Figura 11. Reagente resorcina (1) e solução clorídrica de resorcina a 1% (2). Fonte: Original. 30

Figura 12. Mistura de 5 g da amostra e 5 ml de éter (1). Tudo de ensaio com camada etérea e 0,5 ml de solução clorídrica de resorcina a 1% (2). Fonte: Original. 30

Figura 13. 10 g de mel (1), adição de 20 ml de água destilada ao mel (2), solução após banho de água fervente durante 1 hora (3) e reação negativa após adição de solução de Lugol (4). Fonte: Original 31

Figura 14. Reagentes da solução, respetivamente iodo ressublimado e iodeto de potássio (1) e solução de Lugol (2). Fonte: Original 31

Figura 15. Resultado dos precipitados na reação de Lund após 24 horas em repouso. Fonte: Original. 36

Figura 16. Coloração das amostras após reação de Fiehe. Fonte: Original. 40

Figura 17. Resultado negativo para o mel puro e positivo para o xarope de agave na reação de Fiehe. Fonte: Original. 41

Figura 18. Resultado negativo para o mel puro e positivo para o xarope de açúcar de cana invertido, glucose líquida e amostras A7, A9 e A30 na reação de Lugol. Fonte: Original. 43

Figura 19. Coloração da reação de Lugol nas amostras. Fonte: Original. 44

Índice de gráficos

Gráfico 1. Número de remessas controladas nos Postos de Controlo Fronteiriço durante o período do estágio curricular. 2

Gráfico 2. Controlos analíticos executados em 27 remessas nos Postos de Controlo Fronteiriço durante o período do estágio curricular. 3

Gráfico 3. Principais países produtores de mel em 2022 9

Gráfico 4. Origem das amostras de mel por país 25

Gráfico 5. Valores da determinação do pH. 32

Gráfico 6. Valores da determinação da acidez em mEq/kg. 34

Gráfico 7. Valores em ml de precipitado na reação de Lund. 37

Gráfico 8. Quantidade de amostras por intervalo de ml na reação de Lund 37

Índice de tabelas

Tabela 1. Critérios de composição do mel. 7

Tabela 2. Casos de fraude no mel e geleia real de janeiro de 2021 a março de 2024 apresentados pela Comissão Europeia. 14

Tabela 3. Códigos das amostras, países de origem, países de destino e peso líquido das remessas importadas. 26

Tabela 4. Resultados reação de Lugol e reação de Fiehe 39

Lista de abreviaturas

AOAC – *Association of Official Agricultural Chemists*

CE – Comissão Europeia

DGAV – Direção Geral de Alimentação e Veterinária

DSCE-P – Documento Sanitário Comum de Entrada

EC – *European Comission*

EUA – Estados Unidos da América

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FIES – *Food Insecurity Experience Scale*

GL – Glucose líquida

HMF – Hidroximetilfurfural

IHC – *International Honey Commission*

IN – Número da Invertase

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

P – Mel puro

PCR – *Polimerase Chain Reaction*

RASFF – o Sistema de Alerta Rápido para Alimentos para Consumo Humano e Animal

TRACES-nt – *Trade Control and Expert System - New Technology*

UE – União Europeia

XA – Xarope de agave

XACI – Xarope de açúcar de cana-de-açúcar invertido

XAI – Xarope de açúcar invertido

1. Relatório de estágio

O estágio curricular em segurança alimentar foi realizado na DGAV (Direção Geral de Alimentação e Veterinária), no Posto de Controlo Fronteiriço (PCF) no Porto-Marítimo de Lisboa (terminal de contentores da Liscont e da Sotagus), entre 01 de março e 28 de junho de 2024, com a orientação do Dr. Pedro Melo e acompanhamento de Médicos Veterinários Oficiais. As atividades realizadas no Posto de Controlo Fronteiriço são regulamentadas pela legislação nacional e da União Europeia (UE) para a execução de Controlos Veterinários de importação de produtos de origem animal, produtos de origem não animal para alimentação animal, animais vivos e produtos germinais.

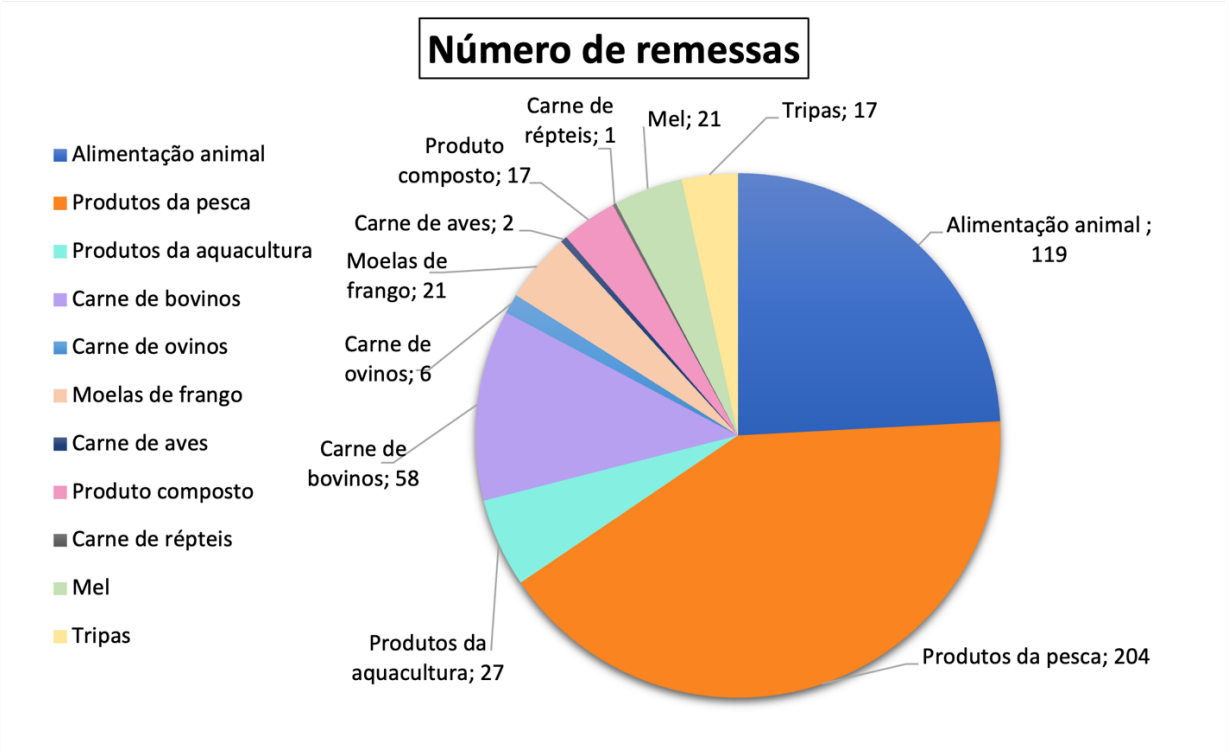
O Controlo Veterinário compreende um controlo documental, um de identidade e um físico. O primeiro inclui a aplicação do conhecimento da legislação ao processo apresentado, para garantir que todas as informações prestadas pelo operador responsável pela remessa respeitam as exigências de importação para a União Europeia. O segundo inclui a inspeção das informações presentes na remessa, nomeadamente a rotulagem, para garantir que o que é apresentado está de acordo com o controlo documental. E o terceiro verifica se o produto está conforme, se respeita as características organoléticas e de conservação (temperatura controlada), podendo ainda serem efetuados testes laboratoriais no âmbito de controlos oficiais intensificados exigidos pelo sistema TRACES-nt (do inglês "*Trade Control and Expert System – New Technology")*, decorrente da existência de medidas de salvaguarda, planos anuais analíticos realizados pelo PCF e ainda quando o veterinário oficial possuir suspeitas fundamentadas.

As primeiras três semanas de estágio foram dedicadas ao conhecimento da legislação e documentos exigidos para a realização da entrada de produtos na União Europeia (importação), assim como o acompanhamento dos três controlos veterinários em diferentes tipos de remessas. Posteriormente acompanhei e colaborei em todas as atividades diárias durante as inspeções e nos controlos documentais, assim como foram documentadas todas as remessas que foram inspecionadas durante o período de estágio.

As remessas foram controladas em dois terminais portuários, sendo 379 nos centros de inspeção da Liscont e 114 da Sotagus. Ao todo, foram importadas para a UE 493 remessas (Gráfico 1), sendo os principais produtos, respetivamente, provenientes da pesca selvagem, produtos para alimentação animal (que incluem produtos de origem animal e não animal), carne de bovino, produtos da aquacultura, mel e moelas de frango. Ao todo foram quarenta países que efetuaram exportações de remessas para a UE, sendo os mais frequentes a China (140), Índia (57), Brasil (52), Argentina (36), África do Sul (35), Estados Unidos (33) e Equador

(30). Estas remessas foram transportadas em condições adequadas para o produto em questão, sendo 246 congeladas, 176 à temperatura ambiente e 71 em refrigeração.

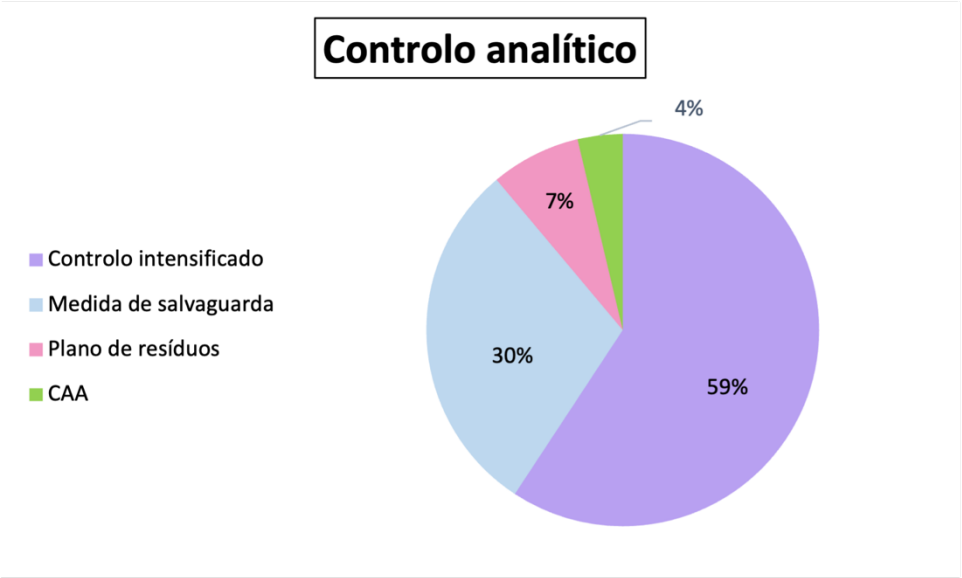
Gráfico 1. Número de remessas controladas nos Postos de Controlo Fronteiriço durante o período do estágio curricular.



Fonte: Original

Realizou-se o controlo documental em 100% (n=493) das remessas, enquanto o controlo de identidade foi efetuado em 89,7% (n=442) e o controlo físico em 27,8% (n=137). O controlo físico de 27 controlos analíticos (Gráfico 2), foi realizado devido a controlos intensificados, medidas de salvaguarda, planos nacionais anuais de controlos oficiais de resíduos e de substâncias farmacologicamente ativas, de contaminantes, microbiológicos e plano nacional de controlo oficial de alimentos para animais (CAA).

Gráfico 2. Controlos analíticos executados em 27 remessas nos Postos de Controlo Fronteiriço durante o período do estágio curricular.



Fonte: Original

Outros 2 controlos foram efetuados fora dos terminais portuários habituais, sendo um deles no Terminal de Cruzeiros de Lisboa, no qual se acompanhou uma remessa até ao terminal Sotagus, para controlo físico de carne de bovino com reentrada na União Europeia devido a rejeição por parte do capitão no navio cruzeiro; o segundo foi o controlo no Terminal portuário da Trafaria (Silopor) para controlo de identidade de uma remessa para alimentação não animal (soja) proveniente do Brasil, transportado em graneleiro.

Para o estudo conducente à dissertação, durante o período de estágio foram colhidas amostras de mel provenientes de países terceiros para a execução da componente laboratorial no Laboratório de Tecnologia dos Produtos Animais da Faculdade de Medicina Veterinária da ULisboa. Foram recolhidas ao todo 31 amostras provenientes de 7 países diferentes (China, Cuba, México, Brasil, Índia, Argentina e El Salvador) para análises relacionadas com a identificação de possíveis fraudes.

Para ampliar o conhecimento sobre apicultura foram realizados dois cursos para melhor compreensão do tema da dissertação. O primeiro intitulado “Manejo produtivo na apicultura” realizado pelo Senar, cujo foco foi a localização do apiário, gestão das atividades apícolas e maneio das colmeias, o segundo, “Apicultura para iniciantes”, fornecido pela plataforma do Embrapa, disponibilizando informação sobre a morfologia, aspetos comportamentais e alimentação das abelhas, produtos apícolas e maneio de apiários. Além disso, foi efetuada uma visita técnica a um apicultor de Évora, na qual se observou a criação de abelhas com o intuito da produção de produtos apícolas como o mel.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Biologia e organização social da *Apis mellifera*

O corpo das abelhas é constituído por cabeça, antenas, tórax, abdómen, pernas e asas. A cabeça fica localizada na porção frontal do corpo e possui como estruturas os olhos, órgão de alimentação e aparelho bucais e ainda estruturas sensoriais. O seu esqueleto quitinoso é coberto por pelos, assim como as suas antenas. Estes insetos dependem fortemente de questões sensoriais que possibilitam provar, sentir cheiros (localizar e avaliar as fontes de néctar) e sentir pelo tato a velocidade do vento e a temperatura do ar, o que possibilita a orientação durante o voo e no escuro (Carreck et al. 2013; Halvaci et al. 2023).

A abelha possui quatro fases de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e adulto) e a sua organização social é efetuada em três grupos - abelha rainha, operárias e zangão. A abelha rainha, cujo desenvolvimento é de 16 dias, é responsável pela postura de ovos férteis, que originarão fêmeas, e inférteis que darão origem a machos, tal como por preparar a colmeia para a estação do mel. As operárias têm um papel fundamental no funcionamento da colmeia, realizam todos os trabalhos, como a recolha de néctar e água, secreção de cera e geleia real, produção dos favos e maturação do mel; o período de desenvolvimento das operárias é de 21 dias. O zangão, cujo período de desenvolvimento é de 24 dias, tem por função inseminar a abelha rainha, morrendo logo depois. A grande diferença entre a abelha rainha e as operárias é a respetiva alimentação na fase larval. Enquanto a primeira se alimenta apenas com geleia real, as operárias e o zangão são alimentados com uma mistura de pólen e mel (Halvaci et al. 2023).

2.2 Distribuição geográfica

A abelha da espécie *Apis mellifera* está difundida por todos os continentes com exceção da Antártica (FAO 2023). Uma das hipóteses que tentam justificar essa difusão é que tenha sido o próprio ser humano a realizá-la (Boncristiani et al. 2021). Entretanto, estudos genéticos realizados em Portugal (Instituto Politécnico de Bragança) mostraram que a subespécie de abelha predominante em Portugal é a *Apis mellifera iberiensis*, resultante de uma mistura de genes ibéricos e africanos, o que sugere que o mais provável seja que essa dispersão tenha sido fruto da colonização antiga por enxames africanos na Península Ibérica (DGAV 2024a).

2.3 Produtos apícolas

A apicultura consiste na criação de abelhas em colmeias artificiais, tendo em vista a obtenção dos seus produtos (Vazhacharickal 2021), nomeadamente o mel, mas também o própolis, cera, geleia real, as próprias abelhas vivas e o seu veneno (apitoxina), os quais são

amplamente produzidos e vendidos ao mercado consumidor. Têm utilização variada, estando relatada a incorporação desses produtos em cosméticos, medicamentos, e como componentes na indústria alimentar, como adoçantes, e na alimentação animal (FAO 2020).

2.3.1 Mel

O produto apícola que é mais conhecido pelo consumidor é o mel (DGAV 2024a). Existem cerca de vinte mil espécies de abelhas no mundo, no entanto só é reconhecido como mel aquele produzido pela espécie *Apis mellifera* (FAO 2023). É um produto naturalmente açucarado e que possui classificações e especificações quanto à sua composição, que permitem a sua caracterização (Diretiva (CE) 2001/110).

A transformação do néctar em mel é um processo complexo que tem como resultado um produto único. A maturação do mel começa com a captação de néctar e/ou melada no estômago das abelhas operárias, enquanto andam no campo. Esse processo é inseparável do processo de secagem e envolve a adição de enzimas e outras substâncias produzidas pelas abelhas, a redução do pH por meio da produção de ácidos no estômago das abelhas e a transformação de substâncias do néctar/melada. Posteriormente, a transformação do mel continua dentro da colmeia, sendo adicionadas mais enzimas e a água é evaporada. Por fim, as abelhas fecham as células do favo quando o mel está maduro (Apimondia 2019).

Além do mel ser um produto extremamente nutritivo, também é reconhecido pelas suas propriedades terapêuticas e farmacológicas potencialmente benéficas para a saúde humana (FAO 2018). Este produto parece ter ação antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e talvez anticancerígena, assim como fornece energia ao corpo e reduz a quantidade de glucose no sangue. O efeito terapêutico pode ser alcançado pela via tópica ou oral (Fakhlaei et al. 2020).

2.3.2 Outros produtos apícolas

A geleia real é um produto cremoso branco-amarelado que provém de secreções das glândulas hipofaríngeas e mandibulares de abelhas operárias. Esse produto apresenta muitas vantagens: possui um alto valor comercial, e é utilizado na alimentação, medicina e para formulação de cosméticos, por possuir propriedades farmacológicas como antioxidante e cicatrizante, ter ação antimicrobiana, imunorreguladora, anti-inflamatória e talvez anticancerígena. Por outro lado, é sazonal, perecível e é um potencial alvo de adulteração, o que pode ser entendido como desvantagens (Papa et al. 2022; Botezan et al. 2023).

A própolis é uma substância utilizada pelas abelhas principalmente para a construção de seus ninhos e para a proteção da colmeia de doenças, possuindo propriedades antimicrobianas e antissépticas. Obtém-se a partir de plantas e suas excreções, árvores e

brotos, que posteriormente são transformadas pela associação com enzimas provenientes das próprias abelhas. Esse produto possui qualidades curativas, tem ação antimicrobiana, com aplicaçã, farmacológicas, na indústria alimentar e cosmética (Papa et al. 2022).

Um dos produtos apícolas mais importantes é a cera, obtida de secreções de abelhas adultas (com idade entre 12 e 18 dias), a partir de glândulas localizadas no abdómen, que possibilitam a secreção de gotículas de cera que solidificam e posteriormente são manipuladas pelas abelhas na colmeia. É obtida a partir dos favos de mel, sendo utilizada em esculturas, velas, ornamentos, na indústria alimentar (aditivo alimentar, revestimento em frutas e agente gelificante), farmacológica (característica antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes) e cosmética (Papa et al. 2022; Maksimov 2022).

Por último, a apitoxina das abelhas é produzida por glândulas específicas localizadas no abdómen. Inicialmente era utilizada para imobilizar presas e posteriormente tornou-se uma arma frente a possíveis predadores. Atualmente, o seu uso como tratamento (apiterapia) é relatado em tratamentos de doenças inflamatórias, doenças como esclerose múltipla e doenças autoimunes (artrite reumatoide) e ainda como um promissor neuroprotetor para a doença de Parkinson (Papa et al. 2022).

2.4 Caracterização do mel

O mel é a substância açucarada natural, produzida pela abelha *Apis mellifera* a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, depositam, desidratam, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colmeia (Diretiva (CE) 2001/110).

A composição do mel é determinada principalmente pela origem botânica das plantas, da época de colheita e da área geográfica (Diretiva (CE) 2001/110). É considerada complexa, uma vez que apresenta diversas substâncias, sendo constituído principalmente por açúcar (60-85%) e água (12-23%), mas também possui em menores quantidades minerais, vitaminas, aminoácidos, proteínas, ácidos orgânicos, substâncias bioativas como fenóis e flavonoides, grãos de pólen e enzimas como diastase, invertase e glucose-oxidase (De-Melo et al. 2018).

O mel pode ser classificado de acordo com a sua origem e o seu modo de produção. Em relação à origem classifica-se como mel de néctar ou mel de flores, obtido a partir do néctar das flores, e mel de melada, obtido a partir de secreções dos insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas ou de secreções das mesmas. Quanto ao modo de produção classifica-se em mel em favos (as abelhas armazenam o mel nos alvéolos

operculados de favos), mel com pedaços de favos, mel centrifugado (por centrifugação de favos desoperculados que não contenham criação), mel escorrido (por escorrimento de favos desoperculados que não contenham criação), mel prensado (obtido por compressão de favos que não estão operculados e não tenham criação, que não sofrem processos de aquecimento ou com um aquecimento de até 45°C), mel filtrado (há a eliminação de matérias orgânicas ou inorgânicas não pertencentes ao produto) e mel para uso industrial (usado apenas para uso industrial ou como ingrediente em géneros alimentícios transformados) (Diretiva (CE) 2001/110).

Muitas das suas características organoléticas podem variar, nomeadamente a consistência (fluída, viscosa ou cristalizada), a cor (de um castanho-escuro até quase sem coloração), o sabor e aroma, que variam de acordo com a origem botânica. Entretanto, outras características são necessárias para que o produto seja considerado mel e permitem a preservação da qualidade do produto: não apresentar metais pesados; respeitar o limite máximo de resíduos de pesticidas e medicamentos de uso veterinário permitidos; não ter adição de ingredientes e aditivos alimentares; não passar por processos de fermentação ou efervescência, nem mesmo por tratamento térmico que altere a sua composição; o pólen não deve ser removido (apenas em circunstâncias especiais, como na remoção de matéria inorgânica e orgânica não pertencentes ao mel); o produto não deve possuir odor, aroma e sabor que não sejam os próprios e esperados; e por fim, não devem ser realizados tratamentos químicos que influenciem a cristalização (Codex Alimentarius 1981). É importante ressaltar que, de acordo com a Diretiva (CE) 2001/110, quando o mel é destinado ao consumo humano existem critérios de composição que devem ser respeitados (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios de composição do mel.

Parâmetro	Tipo de mel	Valor estabelecido
Teor total de frutose e glucose	Mel de néctar	Mínimo 60g/100g
	Mel de melada e misturas de mel de melada com mel de néctar	Mínimo 45g/100g
Teor de sacarose	Em geral	Máximo 5g/100g
	Robinia pseudoacacia (acácia bastarda), *Medicago sativa* (luzerna ou alfafa), *Banksia menziesii*, *Hedysarum* (hedisaro), *Eucalyptus camadulensis*, *Eucryphia lucida*, *Eucryphia nilliganii*, *Citrus* spp., *Lavandula* spp., *Borago officinalis* (borragem)	Máximo 10g/100g
		Máximo 15g/100g
Teor de água	Em geral	Máximo 20%
	Mel de urze (*Calluna*) e mel para uso industrial	Máximo 23%
	Mel de urze (*Calluna*) para uso industrial	Máximo 25%
Teor de matérias insolúveis na água	Em geral	Máximo 0,1g/100g
	Mel prensado	Máximo 0,5g/100g
Condutividade elétrica	Mel não enumerado a seguir e mistura desses méis	Máximo 0,8 mS/cm
	Mel de melada, mel de flores de castanheiro e misturas desses méis, exceto com os a seguir enumerados	Mínimo 0,8 mS/cm

	Exceções: *Arbutus unedo* (medronheiro), *Erica* (erica), *Eucalyptus* (eucalipto), *Tilia* spp. (tília), *Calluna vulgaris* (torga ordinária), *Leptospermum* (leptospermo), *Melaleuca* spp. (melaleuca)	
Teor de ácidos livres	Em geral Mel para uso industrial	Máximo 50 mEq/kg Máximo 80 mEq/kg
Índice diastásico (escala de Schade)	Em geral, com exceção do mel para uso industrial Méis com baixo teor natural de enzimas (por exemplo, méis de flores de citrinos) e teor de HMF não superior a 15 mg/kg	No mínimo 8 No mínimo 3
Teor de hidroximetilfurfurall (HMF)	Em geral, com exceção do mel para uso industrial Mel de origem declarada de regiões de clima tropical e misturas desses méis	Máximo 40 mg/kg Máximo 80 mg/kg

Fonte: Diretiva (CE) 2001/110.

Com as informações presentes no rótulo pretende-se informar o consumidor, promover a transparência no mercado e minimizar a fraude do mel (EC 2023c). As menções obrigatórias para o rótulo do mel são ao todo sete, (1) denominação legal (quanto à sua origem e ao seu modo de produção), (2) nome e endereço do operador do setor alimentar, (3) quantidade líquida, (4) a data de durabilidade mínima, (5) lote (que permite a rastreabilidade do produto), (6) local de origem ("Origem Portugal" quando é originário de Portugal, "Mistura de méis UE" quando é mistura de méis provenientes da União Europeia, "Mistura de méis não UE" mistura de méis provenientes de países terceiros e "Mistura de méis UE e não UE" mistura de méis provenientes de países terceiros e da União Europeia), e (7) marca de registo ou marca de identificação (quando é de uma unidade de produção primária ou de um estabelecimento respetivamente) (DGAV 2024c).

2.5 Mercado do mel

O mel é um produto usado há muitos anos devido ao seu excelente valor nutritivo, assim como à facilidade na sua obtenção (GPP 2020). Atualmente verifica-se um aumento global da procura e do consumo do mel, provavelmente porque os consumidores preferem e procuram cada vez mais produtos naturais e saudáveis, mas também devido às suas propriedades terapêuticas já comprovadas (García 2018; Fakhlaei et al. 2020).

Os maiores produtores de mel no mundo em 2022 são respetivamente a China, União Europeia, Turquia, Irão, Argentina, Ucrânia, Índia e Rússia representados no Gráfico 3 (EC 2024b). A apicultura é praticada em todos os países da União Europeia, sendo que os maiores produtores são os localizados mais ao sul da Europa, provavelmente também porque as condições climáticas são melhores (EC 2024a). Entretanto, com o aumento da procura deste produto, os países europeus não conseguem produzir a quantidade necessária para suprir as necessidades, o que implica a importação de países terceiros (García 2018).

Gráfico 3. Principais países produtores de mel em 2022

Fonte: Adaptado de EC 2024b

Atualmente a União Europeia é apenas 63% autossuficiente na produção de mel, o que implica a importação de outros países e gera uma balança comercial largamente negativa. Os maiores importadores deste produto são os Estados Unidos, União Europeia, Japão, Austrália e Suíça respetivamente, sendo que os países da União Europeia que mais importam são a Alemanha, Bélgica, Polónia, Espanha, França e Portugal. Em contrapartida, os países e nações que mais exportam mel são a China, Índia, Argentina, Ucrânia, Brasil e União Europeia (EC 2024b).

2.6 Segurança alimentar

A segurança alimentar está presente quando "todas as pessoas, a todos os momentos, têm acesso físico, social e económico a recursos suficientes, alimentos seguros e nutritivos que atendam às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável" (CFS 2012, p. 6, tradução livre). Existem quatro dimensões da segurança alimentar, sendo elas a disponibilidade (existir uma quantidade suficiente de alimentos), o acesso (os indivíduos devem ter acesso a recursos adequados para obter a alimentação), a utilização (utilização dos alimentos a partir de recursos como água potável, saneamento básico e promoção de saúde) e a estabilidade (o acesso à alimentação deve ser permanente), sendo que em todas os alimentos obtidos devem ser de qualidade (FAO 2006).

Quando não há o cumprimento das dimensões da segurança alimentar, um indivíduo pode não ter acesso regular a alimentos que sejam considerados nutritivos e seguros, ocasionando assim insegurança alimentar (FAO 2024a), o que pode gerar grandes problemas, incluindo na saúde mental, física e social. Muitas pessoas podem ser acometidas,

sendo evidenciado o aparecimento de doenças como diabetes e hipertensão nos adultos e doenças cognitivas, anemia e asma em crianças e em alguns casos mais graves pode levar à morte do indivíduo (Sumsion et al. 2023).

Atualmente, as três principais causas que ameaçam a segurança alimentar são os conflitos (cerca de 80% das crianças com algum atraso de crescimento e mais de metade das pessoas consideradas subnutridas vivem em países que apresentam conflitos), as mudanças climáticas (países que possuem variabilidade e extremos de temperatura e em que a população depende da agricultura são mais afetados pela fome) e a desacelerações económicas e queda do nível de produção (parte dos países que se encontram em insegurança alimentar passaram por momentos de conturbação económica) (FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO 2021).

Um dos fatores que mais influenciaram a insegurança alimentar nos últimos anos foi a pandemia ocasionada pelo COVID-19, e que posteriormente foi seguida do início da guerra na Ucrânia. Esses eventos provocaram um aumento nos preços dos alimentos, assim como da energia e de fatores de produção agrícola, tendo assim, uma influência em muitas populações. A pandemia impactou o progresso que se apresentava mundialmente na redução da pobreza, contribuindo para um aumento da fome, verificando-se que em 2022, afetava 9,2% da população mundial e em 2019, 7,9%. Além disso, foi estimado que em 2022 entre 691 e 783 milhões de pessoas enfrentaram a fome, sendo um valor de 122 milhões superior de pessoas que em 2019 (FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO 2023).

Perante os desafios mundiais presentes, em 2015 foi elaborado um plano de ação com 17 objetivos a serem atingidos até ao ano de 2030. Trata-se dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que incluem a erradicação da pobreza e fome zero que são importantes para garantir a segurança alimentar (FAO 2024b).

A apicultura tem um papel fundamental para a agricultura e para o ambiente e contribui ativamente para o desenvolvimento das zonas rurais (EC 2024a). A criação de abelhas possui diversas vantagens, entre elas, é uma produção que tem pouco impacto ambiental, possui um baixo investimento inicial, fortalece o produtor rural, tem um produto final com um alto teor nutritivo e ainda promove a polinização do meio, o que favorece a produção agrícola (FAO 2018). Essa atividade é uma alternativa a pequenos empreendedores rurais em áreas em que a economia se encontra prejudicada (Runzel et al. 2021), não compete com outras produções pecuárias e agrícolas, pode ser uma boa fonte de rendimento e possibilita a redução da pobreza e a melhoria do bem-estar da população local, sendo uma boa alternativa para promover a segurança alimentar (FAO 2020).

2.7 Fraude alimentar

A fraude alimentar é definida como "qualquer ação deliberada de empresas ou indivíduos para enganar terceiros em relação à integridade dos alimentos para obter vantagens indevidas" (Codex Alimentarius 2018, p.3, tradução livre). Existem diversos alimentos que são submetidos a fraude, sendo os mais comuns o azeite, leite, mel, sumo de laranja e maçã, vinho, extrato de baunilha, peixe e açafrão (EC 2020). Estima-se que a fraude alimentar implica um prejuízo de mais de 30 bilhões de euros anualmente para a indústria alimentar (FAO 2021).

Determinar os tipos de fraude alimentar é importante para ajudar a definir como a fraude acontece, existindo diversas formas de classificação (Robson et al. 2021). Uma das classificações faz a divisão em sete categorias, como observado na Figura 1 (EC 2020).

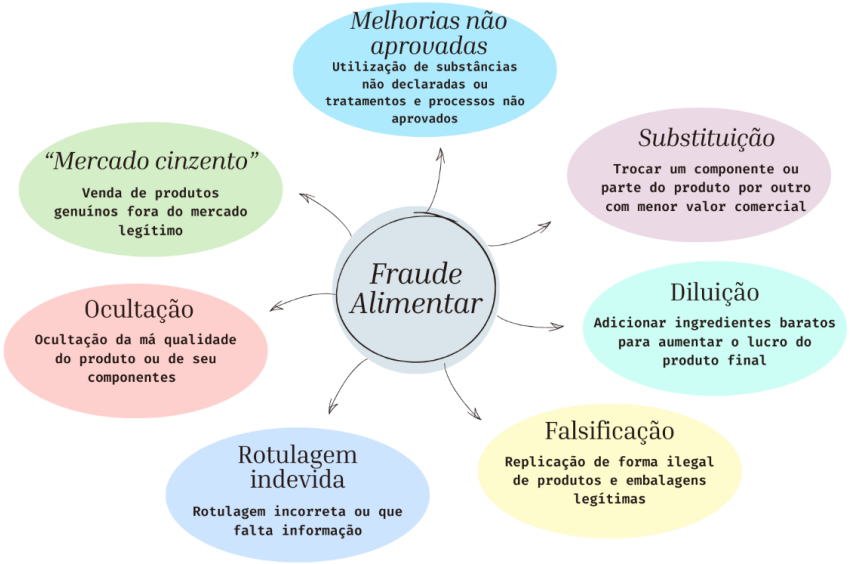


Figura 1. Classificação da fraude alimentar. Fonte: Adaptado de EC 2020.

A adulteração é um dos tipos de fraude mais comuns, e é efetuada pela adição ou substituição de substâncias ou ingredientes de forma total ou parcial por motivações económicas, de forma a aumentar o valor do produto e reduzir o seu custo de produção (Codex Alimentarius 2018). Quando é realizada a adição de ingredientes de menor qualidade ao produto, a saúde do consumidor poderá não estar assegurada (Fakhlaei et al. 2020), o que também poderá acontecer com a não declaração de ingredientes alergénicos que podem levar o indivíduo à morte. Para além do impacto na saúde, um dos maiores problemas relacionados com a fraude alimentar é a perda da confiança por parte do consumidor nas autoridades competentes e na indústria alimentar (Visciano and Schirone 2021).

Existem muitos desafios relacionados com a deteção e prevenção de fraudes, as quais são dificultadas por propaganda enganosa, falta de instrumentos especializados e de conhecimento, assim como pela evolução das técnicas de fraude (Fakhlaei et al. 2020). Além

disso, as diferenças da legislação entre países, a falta de rastreabilidade e controlo do processo e punições pouco severas viabilizam a realização dessa atividade.

2.8 Fraude do mel

O mel é o único produto natural utilizado como adoçante que pode ser consumido sem passar por demasiados tratamentos antes de entrar no mercado (Se et al. 2019). O seu valor é consideravelmente mais elevado que o de outros adoçantes, e não estando, aparentemente, os métodos oficiais para a deteção de fraude muito avançados, naturalmente o mel torna-se um alvo fácil da adulteração (García 2018). O mel pode ser adulterado de várias formas (Figura 2), seja por métodos diretos ou indiretos (Zhang et al. 2023).

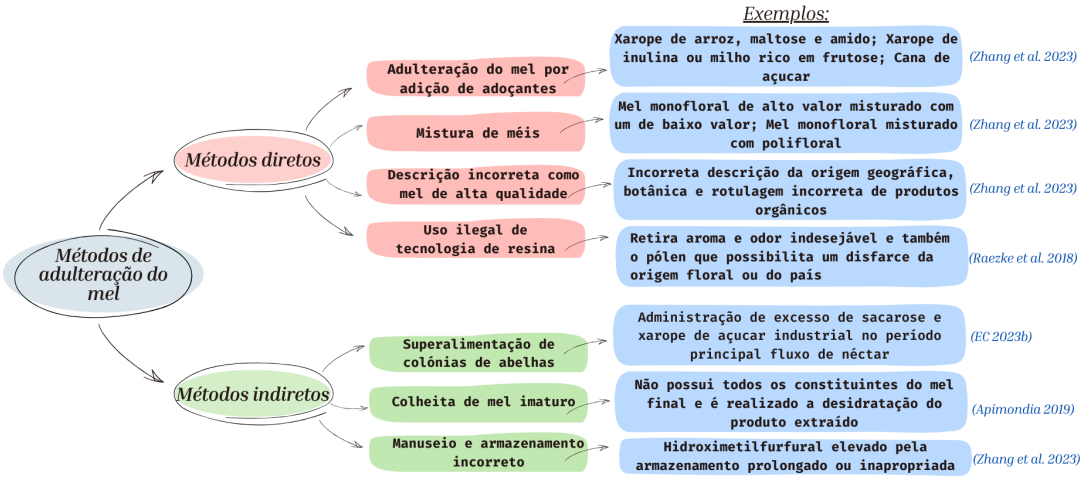


Figura 2. Métodos de adulteração do mel. Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2023).

De entre os métodos diretos de adulteração do mel, a forma mais comum é a adição de adoçantes ao produto (EC 2023c). A escolha do adulterante varia, e pode estar relacionada com a respetiva disponibilidade na região, como é o caso dos meís provenientes da China que acabam por utilizar o xarope de arroz. No entanto, atualmente, a sua escolha está cada vez mais sofisticada para que a prática não seja identificada, no qual, o xarope de milho rico em frutose, é o mais utilizado (Se et al. 2019; Fakhlaei et al. 2020). A escolha de xaropes que tenham proporções de frutose e glucose próximas da do mel, possibilita a manutenção do sabor do produto, mas também uma alteração de alguns indicadores físicos ou químicos, o que justifica a adição de substâncias para manter a qualidade sensorial do produto, como os pigmentos sintéticos e saborizantes de mel (Zhang et al. 2023).

Outros métodos utilizados serão a rotulagem incorreta, o uso de tecnologia de resina e a mistura de méis para dificultar a identificação da origem floral. O primeiro acontece quando

a descrição da origem floral, botânica (unifloral ou multifloral) e geográfica (região) na rotulagem não corresponde ao produto comercializado. O segundo é utilizado para a remoção de sabores e aromas do mel que são considerados desagradáveis; o processo é realizado a partir do aumento da humidade do mel (40%) e posterior redução da mesma (18% a 19%); como consequência pode haver a eliminação de pólen o que dificulta sua identificação posterior (Raezke et al. 2018). Já o terceiro, consiste na mistura entre um mel puro de alta qualidade e outro de baixa qualidade ou mesmo com mel artificial (Fakhlaei et al. 2020), o que vai contra o disposto na Diretiva 2001/110/CE do Conselho de 20 de dezembro de 2001, que não permite a mistura de méis que não sejam puros.

Dos métodos indiretos de adulteração, uma forma frequente é a alimentação de abelhas com açúcares nos períodos de maior fluxo de néctar, e não apenas nos períodos de inverno em que há pouca disponibilidade de alimento em que é feito para que as abelhas consigam ultrapassar essa época do ano com poucos recursos ambientais. Dessa forma, a produção de mel vai contra o disposto na Diretiva 2001/110/CE da União Europeia (EC 2023b) "obtido a partir do néctar das flores ou a partir de excreções de insetos sugadores de plantas (*Hemiptera*) que ficam sobre partes vivas de plantas ou de secreções procedentes de partes vivas de plantas" (Diretiva (CE) 2001/110).

Além disso, o mel deve permanecer num ambiente ventilado, fresco e sem luz solar; entretanto, pode ocorrer o armazenamento incorreto ou prolongado do mel, o que pode ser considerado um tipo de adulteração indireta, porque promove um aumento da quantidade de hidroximetilfurfural na sua composição. Normalmente, as abelhas demoram entre sete a quinze dias a transformar o néctar em mel maduro, o qual estará num favo tapado (Zhang et al. 2023). Então, a colheita de mel imaturo obtido a partir de favos não tapados constitui igualmente um método de adulteração. É realizado frequentemente por apicultores asiáticos e o produto obtido não apresenta a composição de um mel autêntico, possuindo mais de 20% de humidade, o que obriga os apicultores a realizarem um processo de desumidificação com secadores a vácuo para se atingir valores aceitáveis de humidade (García 2018; Raezke et al. 2018).

Ainda não estão bem esclarecidas todas as possíveis consequências do consumo, agudo ou crónico, de mel adulterado, mas acredita-se que essas existam, nomeadamente o aumento do nível de glucose sanguíneo, com liberação de insulina e desenvolvimento de diabetes tipo II e obesidade. Um estudo efetuado com ratos de laboratório, evidenciou que a ingestão de mel adulterado promove uma mortalidade precoce, assim como o aumento dos níveis de colesterol, triglicerídeos e alteração no funcionamento renal e hepático (Fakhlaei et al. 2020).

A Comissão Europeia fornece mensalmente um sumário de casos de fraudes existentes no mundo. Na Tabela 2 mostram-se alguns dos casos encontrados em mel e geleia

real desde janeiro de 2021 a abril de 2024. Foram relatados 17 casos de fraude, com predominância de adulteração pela adição de açúcar seguida por casos de rotulagem incorreta e tratamento ou processos não aprovados. Além disso, o Brasil é o país onde a fraude é mais reportada, sendo grande parte das apreensões por execução de programas realizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e pela Polícia Federal (EC 2024c).

Tabela 2. Casos de fraude no mel e geleia real de janeiro de 2021 a março de 2024 apresentados pela Comissão Europeia.

Data	Tipo de fraude	Origem	Não conformes
maio 2021	Adulteração e tratamento ou processo não aprovado	Grécia	Adição de açúcar e pigmentos não aprovados
julho 2021	Adulteração	Índia	Adição de açúcar e moléculas artificiais
outubro 2021	Adulteração Rotulagem incorreta	França	Adição de açúcar e origem incorreta
novembro 2021	Adulteração e manipulação	Brasil	Xarope de açúcar como mel
	Adulteração e manipulação	Paquistão	Adição de açúcar, químicos e ingredientes proibidos
dezembro 2021	Adulteração e tratamento ou processo não aprovado	Paquistão	Adição de açúcar, químicos e corantes não alimentares
março 2022	Adulteração e manipulação	Camarões	Venda de água fervida com açúcar e xarope como mel
julho 2022	Adulteração e manipulação	EUA	Adição Sidenafil e Tadalafil
setembro 2022	Rotulagem incorreta	Hungria	Origem botânica incorreta
outubro 2022	Adulteração e manipulação	Paquistão	Adição de açúcar, químicos e cera
dezembro 2022	Adulteração e manipulação	Argentina	Não declaração de açúcares adicionados
fevereiro 2023	Adulteração e manipulação	Brasil	Adição de açúcares e químicos
março 2023	Adulteração e manipulação	UE	Não cumprimento da Diretiva do mel ("*From the Hives*")
	Adulteração e manipulação	Brasil	Hidroximetilfurfural e amilase inadequadas
novembro 2023	Adulteração e manipulação	Brasil	Adição de açúcar
fevereiro 2024	Adulteração e manipulação	Brasil	Adição de xarope de açúcar
abril 2024	Adulteração e manipulação	EUA	Açúcares adicionados

Fonte: EC 2024c

No ano de 2021 a Comissão Europeia coordenou um plano designado de "*From the Hives*" ("das colmeias" em português) para verificar a prevalência no mercado de mel adulterado com açúcar. Dezasseis países da União Europeia, Noruega e Suíça participaram do programa, no qual foram coletadas aleatoriamente 320 amostras de vinte países diferentes entre novembro de 2021 e fevereiro de 2022. Como resultado, 46% das amostras demonstraram suspeitas de adulteração, não respeitando parâmetros estabelecidos pela Diretiva 2001/110/CE) (EC 2023a). Os países que obtiveram mais suspeitas de fraude foram Reino Unido (100%), Turquia (93%) e a China (74%) (EC 2023b). Esse valor é

significativamente maior que o obtido no primeiro plano de deteção de adulteração de mel realizado na União Europeia em 2015, no qual 14% das amostras foram consideradas suspeitas. Essa diferença pode ser explicada pela utilização, no estudo mais recente, de métodos com melhor sensibilidade (EC 2023c).

2.9 Controlo Oficial Fronteiriço

A proteção do consumidor, frente à fraude alimentar, pode ser promovida pela existência de rastreabilidade e transparência, e também pela aplicação da legislação (Anexo 1) e das formalidades nos controlos e importações dos alimentos, as quais devem ser eficientes. Os governos devem promover os meios que permitam a deteção da ocorrência de fraudes alimentares, nomeadamente pela aplicação de bases legais para o controlo e inspeção de produtos importados, nas fronteiras (FAO 2021). Os médicos veterinários de fronteiras são extremamente importantes para garantir que os animais e mercadorias que entram na União Europeia estejam saudáveis e que cumprem os requisitos de importação (EC [data desconhecida]).

Segundo o Regulamento (UE) 2019/2130 da Comissão de 25 de novembro, que estabelece regras pormenorizadas sobre as operações a efetuar durante e após os controlos documentais, de identidade e físicos de animais e mercadorias sujeitos a controlos oficiais em postos de controlo fronteiriços, o controlo de fronteiras tem como objetivo a realização de controlos documentais, de identidade e físicos, quando for a caso, de animais e mercadorias provenientes de países terceiros. As autoridades competentes devem inspecionar todos os certificados oficiais, atestados oficiais e outros documentos que devem acompanhar a remessa, assim como realizar em 100% o controlo de identidade, ao verificar se os dados dos documentos oficiais correspondem às remessas, incluindo verificação de selos de contentores e identificação do meio de transporte. Os controlos físicos são executados de forma variada conforme a remessa em questão, com descarregamento parcial ou total da mercadoria do contentor.

2.9.1 Requisitos para importação de mel em Portugal

As exportações de mel para países da União Europeia respeitam diversas exigências, e o produto apresentado nos postos de controlo fronteiriço passa por um controlo oficial do género alimentício de origem animal. Para poder entrar em Portugal, o mel deve ser proveniente de países aprovados para exportar para a União Europeia, assim como apresentar um controlo de resíduos aprovados, presente Anexo-I (países que possuem planos de controlo de substâncias farmacologicamente ativas, pesticidas e contaminantes) do Regulamento (UE) n.º 2021/405, que estabelece as listas de países terceiros ou regiões de

países terceiros autorizados para a entrada na União de determinados animais e mercadorias destinado a consumo humano (DGAV 2024b).

Anteriormente, estabelecimentos de processamento dos produtos apícolas careciam de aprovações não possuindo lista desses operadores na plataforma TRACES-nt. Entretanto, segundo o Regulamento 2023/2652, de 15 de setembro no Jornal Oficial da União Europeia, a partir de 29 de novembro de 2024 os produtos apícolas provenientes de estabelecimentos não listados não poderão entrar na União Europeia.

Além disso, as remessas devem provir de estabelecimentos que cumpram os requisitos do Regulamento (CE) n.º 852/2004, e também devem chegar ao destino com o certificado sanitário (Anexo 2), presente no capítulo 45 do Regulamento (CE) n.º 2020/2235, emitido antes do seu embarque (EC 2023b). Outros documentos exigidos são o conhecimento de embarque (do inglês "*Bill of Lading*"), documento emitido por uma transportadora a um expedidor no embarque da remessa, assegurando que as mercadorias foram recebidas em estado aceitável e estão prontas para envio, e o aviso prévio, realizado até um dia útil antes da chegada prevista (executado pelo preenchimento da parte I do documento sanitário comum de entrada (DSCE-P) realizado na plataforma TRACES-nt) (DGAV 2024b).

Além disso é possível que sejam exigidos documentos adicionais a países específicos, como é o caso do mel proveniente da China presente na Decisão 2002/994 CE da Comissão, de 20 de dezembro de 2002 (relativo às medidas de proteção no que diz respeito aos produtos de origem animal importados da China) que se encontra sob uma medida de salvaguarda. Neste caso, para esse produto ser exportado para a União Europeia, deve haver uma declaração da autoridade competente chinesa, a demonstrar que foram realizadas análises químicas a cada remessa para garantir que esses produtos não possuem riscos para a saúde pública (Anexo 3). São realizadas pesquisas de cloranfenicol e de nitrofuranos e seus metabolitos.

2.9.2 Formas de minimizar a fraude do mel

As medidas a serem utilizadas para minimizar a fraude do mel, englobam recordar as obrigações dos operadores das empresas do setor alimentar e impor ações corretivas quando necessário; aumentar os controlos nos mercados e nas fronteiras, com a utilização de técnicas para deteção de suspeitas de fraude; e manter e reforçar os requisitos de importação, nomeadamente listas de estabelecimentos aprovados pela comissão europeia para produtos apícolas (EC 2023b).

Além disso, para promover a Estratégia do Prado ao Prato, que visa um sistema alimentar justo, respeitador do ambiente e saudável, estão a ser tomadas novas medidas; a Diretiva (UE) 2024/1438 de 14 de maio, altera a Diretiva 2001/110/CE de 20 de dezembro relativa ao mel, de forma a promover maior transparência e segurança aos consumidores.

Com transposição até 14 de dezembro de 2025, as medidas a serem tomadas passarão pela harmonização de regras de rotulagem (como por exemplo, constar o país de onde o mel provém e a ordem decrescente da quantidade dos constituintes deste produto); adoção, até 14 de junho de 2028, de atos de execução que estabeleçam métodos de análise para a deteção de mel adulterado; utilização de métodos de análise validados e internacionalmente reconhecidos até a aprovação desta execução (como os do Codex Alimentarius); requisitos de rastreabilidade (validar informações do produto na origem, sendo assim, transparente ao consumidor) e também a utilização da ferramenta RASFF (Sistema de Alerta Rápido para Alimentos para Consumo Humano e Animal) que tem como o intuito possibilitar um fluxo de informação que permita um reação rápida quando é evidenciado riscos para a saúde pública referente a cadeia alimentar (DGAV c2025).48

2.10 Avaliação da fraude do mel

Atualmente, são vários os estudos referentes a métodos de deteção de fraude no mel. No entanto, nenhum deles isoladamente é suficiente para a deteção de possíveis fraudes (EC 2023a), e além disso, muitos países possuem normas diferentes entre si, ou não dispõem mesmo de laboratórios acreditados (Brar et al. 2023), o que promove uma área que necessita de grande pesquisa. Os métodos convencionais são ainda amplamente utilizados, principalmente pela sua simplicidade de execução e baixo custo (Zhang et al. 2023). No entanto, decorrente das suas limitações, os métodos analíticos modernos têm sido utilizados em conjunto (Chin and Sowndhararajan 2020). A Figura 3 esquematiza as formas de verificação da autenticidade do mel.

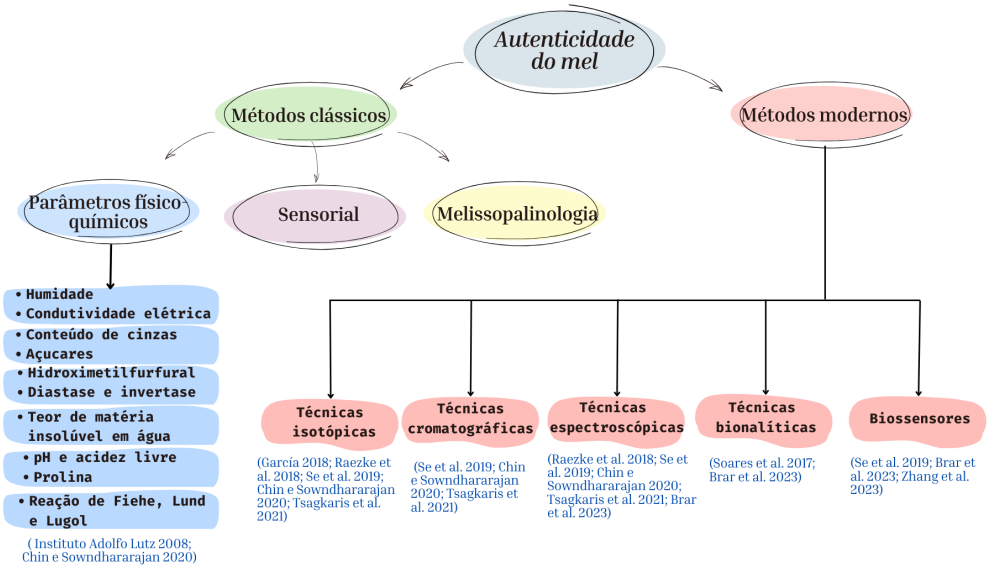


Figura 3. Métodos de verificação da autenticidade do mel. Adaptado de Chin and Sowndhararajan (2020).

2.10.1 Análise do pólen

A melissopalinologia consiste na observação do pólen ao microscópico, realizada por profissionais especializados, pela qual se pode perceber a origem do mel ao realizar a correspondência entre o tipo de pólen e a flora específica de uma região geográfica, além de poder ser utilizada para estimar a quantidade de néctar presente (Raezke et al. 2018). No entanto, essa análise não é considerada fiável por si só, na medida em que a sua composição pode variar em função de fatores como o método de colheita do mel, a fonte de néctar, a época do ano, localização geográfica, fatores ambientais, a morfologia e quantidade de pólen (Zhang et al. 2023). Por exemplo, méis cítricos não devem ser analisados por esse método, porque o seu nível de pólen é variável (Chin and Sowndhararajan 2020).

2.10.2 Análise sensorial

A qualidade do mel pode ser avaliada a partir de análises sensoriais, como a cor, viscosidade, cheiro, gosto e brilho. No entanto, para grande parte dessas características não há indicação de utilização na identificação de fraudes no mel, sendo normalmente o cheiro e o gosto os mais utilizados. Além disso, para que seja possível a sua execução, é necessário um painel de provadores experiente e treinado, para que haja um resultado conclusivo, sobretudo porque as características sensoriais do mel podem variar em função da recolha do néctar no meio pelas abelhas ou do armazenamento e do processamento do produto, sendo a maior desvantagem desta análise a falta de padronização. Por essa razão as análises sensoriais são utilizadas em estudos iniciais, sendo associadas com outras técnicas e não utilizadas de forma isolada (Tsagkaris et al. 2021; Zhang et al. 2023).

2.10.3 Análises físico-químicas

Não sendo fácil a deteção de adulteração do mel, têm vindo a ser desenvolvidas e utilizadas análises sofisticadas, ainda que também seja importante a utilização de análises físico-químicas, mais económicas, de execução simples e resposta rápida (Amiry et al. 2017). Estas técnicas podem ser utilizadas para o controlo de qualidade do mel, visto que os parâmetros analisados refletem a qualidade do produto e, indiretamente, a autenticidade do mesmo (Zhang et al. 2023). Algumas características físico-químicas do mel estão presentes na legislação da União Europeia para estabelecer critérios de qualidade. Muitos dos parâmetros são estabelecidos pela *Internacional Honey Commision* (IHC), como é o caso da humidade, condutividade elétrica, conteúdo de cinzas, pH e acidez livre, hidroximetilfurfural, diastase, invertase, prolina, teor de matéria insolúvel em água e açúcares (IHC 2009; Tsagkaris et al. 2021).

2.10.3.1 Humidade

A humidade do mel é variável de acordo com a origem botânica e geográfica do produto, o grau de maturidade, a intensidade do fluxo de néctar, as condições climáticas, a época do ano, assim como com a sua manipulação, extração, processamento e armazenamento. Este parâmetro é importante, e está relacionado com a vida de prateleira do produto, já que quanto maior for a percentagem de água no mel, maior é a probabilidade de fermentação devida à perda de capacidade osmótica do açúcar e possibilitando a proliferação microbiana (De-Melo et al. 2018). O teor de água permitido no mel é, no máximo, até 20% (Diretiva (CE) 2001/110).

2.10.3.2 Condutividade elétrica e conteúdo de cinzas

A condutividade elétrica é definida como a capacidade de um material conduzir a corrente elétrica, e no mel ela pode variar devido à quantidade de minerais, iões inorgânicos e teor de cinzas, assim como de ácidos orgânicos, proteínas, açúcar e pólen que podem atuar como eletrólitos (De-Melo et al. 2018). A sua fácil mensuração em laboratório, ser um método harmonizado, e ainda ser um critério útil para determinar a origem botânica, faz com que seja um parâmetro pesquisado frequentemente quando se trata de despiste de possível fraude (IHC 2009). O mel de néctar e suas misturas devem apresentar no máximo 0,8 mS/cm de condutividade elétrica, o mel de melada, mel de flores de castanheiro e suas misturas deve possuir no mínimo 0,8 mS/cm e existem exceções como méis de *Erica*, *Eucalyptus*, *Arbutus unedo*, *Tilia* spp., *Melaleuca* spp, *Leptospermum* e *Calluna vulgaris* (Diretiva (CE) 2001/110).

A percentagem de cinzas, assim como a condutividade elétrica, está relacionada com a quantidade de minerais do produto. Estes são absorvidos do ambiente sob a forma de sais dissolvidos em água, passando para as raízes e seiva das plantas e posteriormente para o néctar ou melada e pólen. Os principais minerais presentes neste produto são o potássio (80%), cálcio, sódio e magnésio. Normalmente méis mais escuros possuem maior quantidade de minerais na sua composição, assim como o mel de melada que possui maior conteúdo de cinzas e de valor de condutividade elétrica em comparação ao mel de néctar, portanto, pode ser utilizado para identificar a origem do mel (IHC 2009; De-Melo et al. 2018).

2.10.3.3 pH e acidez livre

A acidez livre no mel é determinada pela presença de ácidos orgânicos, ésteres internos, iões inorgânicos (cloretos, sulfatos, fosfatos e nitratos) e lactonas que são consideradas secundárias, logo que atuam quando o mel se torna mais alcalino. Os ácidos orgânicos, dos quais o ácido glucónico representa cerca de 70 a 90% do total, são de extrema importância para a acidez, estão em equilíbrio com as lactonas, representam cerca de 0,5%

dos sólidos totais e são relevantes para o gosto, cheiro, cor e preservação do mel pois reduzem a capacidade de desenvolvimento microbiano. O pH do mel (que é o logaritmo negativo da concentração de iões hidrogénio) não é diretamente relacionado com a acidez, porque existem substâncias que atuam como tampão, como é o caso de sais e compostos minerais (De-Melo et al. 2018). Os valores de pH indicados são compreendidos entre 3,24 a 6,1 (Codex Alimentarius 1981).

2.10.3.4 Hidroximetilfurfural

O hidroximetilfurfural (HMF) é um anel furânico que surge a partir da degradação de açúcares, assim como pela desidratação de hexoses em meio ácido e como produto intermediário na reação de Maillard. A determinação deste parâmetro é importante pois traduz a frescura do mel. O aumento do seu valor é evidenciado se o mel for submetido a tratamentos térmicos ou adulteração por adição de açúcares comerciais, e aquando de armazenamento prolongado; por outro lado, o seu valor pode alterar devido à espécie de abelhas, à fonte botânica, pH do mel e se forem utilizados recipientes metálicos no seu acondicionamento. Alguns fatores do próprio produto podem acelerar a produção de HMF, como é o caso de uma acidez alta, teor de humidade, açúcares (frutose), minerais (magnésio, manganês, ferro e zinco) e aminoácidos (alanina), e ainda é comum que em méis provenientes de regiões tropicais e subtropicais se encontrem altos valores de HMF (De-Melo et al. 2018), admitindo-se 80 mg/kg enquanto o valor para outros méis, com exceção do mel industrial, é de 40 mg/kg (Diretiva (CE) 2001/110).

2.10.3.5 Diastase e invertase

O mel possui diversas enzimas, sendo as mais importantes a diastase, invertase e glucose oxidase, as quais são termolábeis, o que possibilita o seu uso como indicador de aquecimento ou armazenamento prolongado, uma vez que a sua atividade decai com o tempo. Existem outros fatores que podem influenciar a sua quantidade no produto: méis que são obtidos a partir de grandes fluxos de néctar possuem naturalmente menos enzimas (as abelhas não possuem tempo suficiente para produzirem todas), méis com alto teor de açúcar (são menos manipulados e assim possuem menos enzimas), a origem botânica, a atividade sazonal das glândulas hipofaríngeas (que produzem essas enzimas), a espécie e estado fisiológico da abelha. Normalmente méis cítricos e de alecrim possuem, como particularidade, menor quantidade de enzimas (De-Melo et al. 2018).

A invertase é responsável por realizar a hidrólise da sacarose do mel, reduzindo a quantidade de sacarose presente no produto (Fakhlaei et al. 2020), e daí resultando maior quantidade de frutose e glucose. Sendo mais sensível a tratamentos térmicos e ao

armazenamento prolongado do que a diastase, a invertase parece ser o melhor parâmetro para avaliar a qualidade do mel. A partir de técnicas analíticas uma das medidas que podem ser aplicáveis a essa enzima é o número da invertase (IN), valores superiores a 10 IN o produto é considerado fresco e que não sofreu aquecimento, enquanto quando for maior que 4 IN são méis com baixa atividade da invertase. (De-Melo et al. 2018).

A diastase é a enzima com maior resistência ao calor e é a mais utilizada para verificar a frescura do produto. A sua atividade depende tanto da produção pela glândula hipofaríngea, como acontece com a invertase, quanto pela sua obtenção pelo néctar ou melada e sua origem botânica (De-Melo et al. 2018). De forma geral, com exceção do mel industrial, o valor que deve ser verificado é de no mínimo 8 mg/kg na escala Schade, enquanto que méis com baixo teor de enzimas, com teor de hidroximetilfurfural superior a 15 mg/kg, deve ter no mínimo 3 (Diretiva (CE) 2001/110).

2.10.3.6 Prolina

Mais de vinte e seis aminoácidos já foram identificados no mel, dos quais a maior percentagem corresponde à prolina, com cerca de 50% a 85% do total de aminoácidos, e provém principalmente das secreções da saliva das abelhas durante a transformação de néctar e melada em mel. Desta forma, a sua utilização como parâmetro para identificar a origem botânica não é possível, pois provém da saliva; no entanto, pode correlacionar-se com o conteúdo proteico, uma vez que a prolina promove uma regulação na transferência enzimática ao néctar, como a secreção de invertase durante a transformação do néctar. É desejável que a sua quantidade seja superior a 200 mg/kg (De-Melo et al. 2018). Alguns países como a Alemanha consideram inadequados valores menores que 180 mg/kg, considerando que isso pode estar associado a possíveis adulterações ou mesmo a um mel imaturo (IHC 2009).

2.10.3.7 Teor de matéria insolúvel em água

O mel pode apresentar impurezas que são introduzidas durante o processo de preparação, centrifugação ou embalagem do produto, como é o caso, por exemplo, de uma má execução do processo de extração do produto dos favos de mel, que permite a permanência de substâncias insolúveis após a sua filtração. Os resíduos encontrados são designados matéria insolúvel, material que não é solúvel em água. O mel não deve possuir mais do que 0,1 g/100g de matéria insolúvel (IHC 2009).

2.10.3.8 Açúcares

O mel é um produto que possui elevada percentagem de açúcares, sendo que 95% da matéria seca é constituída de carboidratos. A grande concentração deste componente confere viscosidade, doçura, granulação, energia e uma pressão osmótica ao produto, promovendo a ação antimicrobiana. A frutose e a glucose são os principais monossacarídeos presentes no mel, sendo que a primeira é mais frequentemente encontrada. São produzidas durante o processo de maturação, no qual há a transformação da sacarose do néctar a partir da enzima invertase que está presente na saliva das abelhas. Em contrapartida os dissacarídeos mais encontrados são a sacarose e a maltose. A sacarose pode ter valores elevados decorrente da origem botânica, do alto fluxo de néctar, imaturidade do mel e alimentação artificial das abelhas. No entanto, alguns méis podem possuir naturalmente uma percentagem maior, como os obtidos de Lavanda (*Lavandula* spp.) e de Borragem (*Borago officinalis*) (De-Melo et al. 2018).

Estão fixados teores de frutose e glucose para os méis, sendo que o mel de néctar deve ter no mínimo 60g/100g, enquanto o mel de melada e mistura desse mel com o de néctar deve ter no mínimo 45g/100g. Os teores de sacarose em geral não devem ultrapassar 5g/100g, com exceção de alguns méis em específico, nomeadamente os referentes a *Robinia pseudoacacia*, *Medicago sativa*, *Banksia menziesii*, *Hedysarum*, *Eucalyptus camadulensis*, *Eucryphia lucida*, *Eucryphia nilliganii* e *Citrus* spp. que devem possuir no máximo 10g/100g e *Lavandula* spp. e *Borago officinalis,* com no máximo 15g/100g (Diretiva (CE) 2001/110).

2.10.3.9 Reação de Fiehe, reação de Lund e reação de Lugol

De entre os métodos que podem ser aplicados para a verificação de possível adulteração do mel encontram-se a reação de Fiehe, reação de Lund e reação de Lugol. A reação com solução de Lugol tem como princípio a pesquisa de amido e dextrina no mel (Instituto Adolfo Lutz 2008), componentes que não se encontram naturalmente no produto (Salazar et al. 2017). Quando presentes, a coloração da solução muda para castanho-avermelhada a azul e a sua intensidade varia conforme a qualidade e a quantidade de amido (Braga et al. 2020).

A reação de Fiehe tem como intuito identificar substâncias produzidas a partir da adição de xarope de açúcar ou devido a um sobreaquecimento do produto. A incorporação de resorcina na solução promove uma reação com o hidroximetilfurfural, no qual se estiver presente a coloração da solução muda para vermelho intenso. E por fim, a reação de Lund é utilizada para a identificação de albuminoides no mel, sendo que a sua ausência indica fraude. Esta é baseada na deposição de sólidos no caso de um mel puro, enquanto a não ocorrência

do mesmo sugere que o produto esteja adulterado (Instituto Adolfo Lutz 2008; Braga et al. 2020).

2.10.4 Técnicas isotópicas

A análise isotópica de carbono estável é um método padrão aceite na autenticidade do mel e deteção de adulteração (deteção de açúcar C4, AOAC 998.12) (Raezke et al. 2018), sendo utilizado principalmente para identificar a origem botânica, assim como a adição de alguns açúcares e xaropes de açúcares. Essa análise baseia-se na diferença das proporções isotópicas de 13C/12C que alguns grupos de plantas possuem, decorrente dos ciclos de fotossíntese que executam, e essa proporção é representada por δ13C e é expressa em ‰ (por mil). Plantas chamadas de C3 (arroz e soja) fixam CO_2 em compostos de três carbonos e no seu processo de fotossíntese passam pelo ciclo de Calvin-Benson (valores de δ13C entre - 21‰ a - 32‰); já as plantas C4 (milho e cana-de-açúcar) fixam CO_2 em compostos de 4 carbonos e passam pelo ciclo Hatch-Slack (valores de δ13C entre - 12‰ a - 19‰). Está estabelecido que valores de δ13C superiores a - 23,5‰ indicam que o mel está adulterado (xaropes de cana ou milho que são plantas C4), uma vez que a abelha melífera tem como preferência a obtenção de néctar de plantas C3, as quais exibem menos δ13C que plantas C4 (Se et al. 2019).

2.10.5 Técnicas cromatográficas

A autenticidade dos alimentos tem sido estudada a partir de várias técnicas, nomeadamente a de separação, a qual apresenta várias vantagens como seja possibilitar a separação de analitos em matrizes alimentares complexas, como é o caso do mel, e assim, promover uma melhoria na deteção, precisão e na exatidão do método. Das técnicas de separação a mais utilizada na autenticidade do mel é a cromatografia, que é aplicada na determinação de aminoácidos, açúcares e do perfil fenólico e flavonoide da amostra (Chin and Sowndhararajan 2020; Tsagkaris et al. 2021).

2.10.6 Técnicas espectroscópicas

As técnicas espectroscópicas podem utilizar-se para recolher informação do perfil químico do mel e posteriormente ao aplicar ferramentas quimiométricas (métodos matemáticos e estatísticos aplicados à química) possibilita a diferenciação e obtenção de dados discriminados. Este método não determina analitos selecionados, mas fornece um perfil de impressão digital da amostra do produto, o que é mais eficaz e minimiza o tempo gasto com a execução da análise por não depender de protocolos complexos de preparação da

amostra. Determina a origem geográfica, botânica e entomológica da amostra (Tsagkaris et al. 2021), assim como adulterantes e açúcares presentes (Se et al. 2019).

2.10.7 Técnicas bioanalíticas

O mel possui na sua composição uma pequena quantidade de DNA (ácido desoxirribonucleico) de plantas, que em condições ambientais e processamento adequado tem grande estabilidade. Ao realizar uma preparação das amostras de forma adequada é possível identificar a sua origem botânica e geográfica (Soares et al. 2017). O material genético tem sido muito utilizado na autenticidade dos alimentos, nomeadamente em técnicas de amplificação de fragmentos específicos do DNA como a Reação de Cadeia da Polimerase (PCR). Além disso, outra técnica baseada no DNA tem sido utilizadas e apresentam diversas vantagens como uma maior sensibilidade, rapidez, especificidade, operações simplificadas e precisão (Zhang et al. 2023).

2.10.8 Biossensores

Um novo método que tem gerado interesse na identificação de fraudes, baseia-se na utilização de sensores eletrónicos, uma tecnologia com custo reduzido, acessível, economiza tempo e não necessita de operadores especializados (Brar et al. 2023). Já se conhecem resultados satisfatórios com a utilização de nariz, língua e olho eletrónicos, os quais possuem sensores de gás, de líquidos e visuais, respetivamente (Zhang et al. 2023), sendo que o nariz e a língua eletrónicos possuem aplicabilidade na autenticidade do mel. O primeiro possui uma seletividade diferencial perante os odores emanados pelos compostos, sendo aplicado em diferentes ramos como na indústria alimentar, deteção de doenças em plantas e ainda no setor biomédico. Já o segundo, detém sensores que simulam as papilas gustativas dos seres humanos e a sua aplicabilidade está voltada para a autenticidade dos alimentos (Se et al. 2019).

3. Objetivo do estudo

O objetivo do presente estudo foi a aplicação de métodos físico-químicos rápidos, simples e de custo acessível, para deteção de possíveis fraudes em méis importados de países terceiros para a União Europeia, em amostras recolhidas nos Postos de Controlo Fronteiriço de Lisboa entre novembro de 2023 e junho de 2024.

4. Material e métodos

4.1 Material

Este estudo foi efetuado em 31 amostras de mel, com cerca de 500 gramas cada, que foram obtidas a partir de colheitas nos Postos de Controlo Fronteiriço de Lisboa. São provenientes de 7 países terceiros que exportaram para a União Europeia, a saber, China (20 amostras), Cuba (5 amostras), México (2 amostras), Brasil (1 amostra), Argentina (1 amostra), Índia (1 amostra) e El Salvador (1 amostra) sendo que cada amostra corresponde a uma remessa (Gráfico 4).

Gráfico 4. Origem das amostras de mel por país.

Fonte: Original.

As amostras foram armazenadas à temperatura ambiente, sem exposição à luz, e só foram abertas para a realização das análises no Laboratório de Química Alimentar da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa (Figuras 4 e 5).

Figuras 4 e 5. Contentor com mel proveniente de país terceiro com entrada para inspeção no Posto de Controlo Fronteiriço. Fonte: Original.

Das 31 amostras, 4 foram colhidas entre 10 e 19 de dezembro de 2023 (A20, A21, A22, A23), e as restantes 27 amostras foram colhidas do dia 01 de março ao dia 28 de junho de 2024.

Foram utilizados como controlos mel puro (proveniente da Federação Nacional dos Apicultores de Portugal) e amostras de glucose líquida, de xarope de glucose invertido, xarope de açúcar de cana invertido e xarope de agave concentrado.

As amostras e os controlos receberam um código, conforme exposto na Tabela 3, onde se observa ainda o país de origem, destino da remessa e o peso da mesma.

Tabela 3. Códigos das amostras, países de origem, países de destino e peso líquido das remessas importadas.

Amostra	País de origem	Destino	Peso líquido da remessa importada
A1	China	Espanha	81 200 kg
A2	China	Espanha	203 000 kg
A3	China	Espanha	81 200 kg
A4	China	Espanha	81 200 kg
A5	China	Espanha	90 480 kg
A6	China	Espanha	90 480 kg
A7	México	Espanha	21 600 kg
A8	China	Espanha	162 400 kg
A9	México	Espanha	86 408 kg
A10	China	Espanha	135 720 kg
A11	China	Espanha	90 480 kg
A12	China	Espanha	90 480 kg
A13	China	Espanha	90 480 kg
A14	China	Espanha	121 800 kg
A15	China	Espanha	203 000 kg
A16	China	Espanha	203 000 kg
A17	China	Espanha	81 200 kg
A18	China	Espanha	90 480 kg
A19	China	Espanha	203 000 kg
A20	Brasil	Espanha	20 980 kg
A21	China	Espanha	101 500 kg
A22	China	Itália	83 520 kg
A23	China	Espanha	101 500 kg
A24	Índia	Espanha	244 800 kg
A25	Cuba	Espanha	18 016 kg
A26	Cuba	Espanha	18 016 kg
A27	Cuba	Espanha	21 600 kg
A28	Cuba	Espanha	18 018 kg
A29	Argentina	Espanha	23 303 kg
A30	El Salvador	Espanha	21 300 kg
A31	Cuba	Espanha	18 012 kg
P (mel puro)	Portugal	-	-

GL (glucose líquida)	Portugal	-	-
XAI (xarope de açúcar invertido)	Portugal	-	-
XACI (xarope de açúcar de cana invertido)	Portugal	-	-
XA (xarope de agave)	Espanha	-	-

4.2 Métodos

4.2.1 Preparação da amostra

De acordo com o protocolo de preparação de amostras de mel para análise do Instituto Adolfo Lutz (2008), todas as amostras de mel líquido foram homogeneizadas cuidadosamente antes das pesagens. O mel cristalizado, em recipiente fechado, foi mantido em banho de água a 40±1ºC até 20 minutos, sendo agitado ocasionalmente. As amostras foram deixadas arrefecer à temperatura ambiente antes da pesagem.

As amostras destinadas a pesquisa de hidroximetilfurfural, não foram aquecidas.

4.2.2 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada com medidor de pH (da marca Hanna *Instruments*) devidamente calibrado antes da execução da análise (Figura 6). Pesaram-se 10 gramas de amostra à temperatura ambiente, em balança analítica (da marca Sartorius) as quais são diluídas em 75 ml de água destilada, conforme preconizado pela *International Honey Comission* (2009). As medições foram realizadas em triplicado.

Figura 6. Medição do pH. Fonte: Original.

4.2.3 Determinação da acidez

A determinação da acidez foi realizada, após a medição do pH, a partir da solução obtida dos 10 g de amostra em 75 ml de água destilada (Figura 7). Após homogeneização realizou-se a titulação da solução com NaOH 0,1M até atingir pH 8,30 conforme preconizado pela *International Honey Comission* (2009). As medições foram realizadas em triplicado e o seu resultado é expresso em miliequivalentes de ácido por kg de mel, segundo a fórmula:

mEq/kg = ml de 0,1M NaOH x 10

Figura 7. Titulação da amostra. Fonte: Original.

4.2.4 Reação de Lund

A reação de Lund tem como objetivo a identificação da presença de substâncias albuminoides na amostra de mel; se não forem detetados, pode ser indicativo de fraude (Instituto Adolfo Lutz 2008). Para a determinação (Figuras 8 e 9), pesaram-se 2 gramas da amostra em balança analítica (Sartorius), às quais se adicionaram 20 ml de água destilada e 5 ml de solução de ácido tânico a 0,5% (0,5 g de ácido tânico em 100 ml de água); a solução homogeneizada deve ser completada até 40 ml com água destilada. A mistura permaneceu em repouso por 24 horas (Figura 10). Após o período de repouso, se a amostra corresponder a mel puro, haverá formação de precipitado num volume entre 0,6 a 3,0 ml; caso a amostra seja adulterada, o precipitado não se forma ou se houver precipitado, mas não se encontra no intervalo referido. No presente estudo o precipitado foi transferido com o auxílio de pipeta para outro recipiente que permitiu a contagem dos mililitros adequadamente. As reações foram realizadas em triplicado.

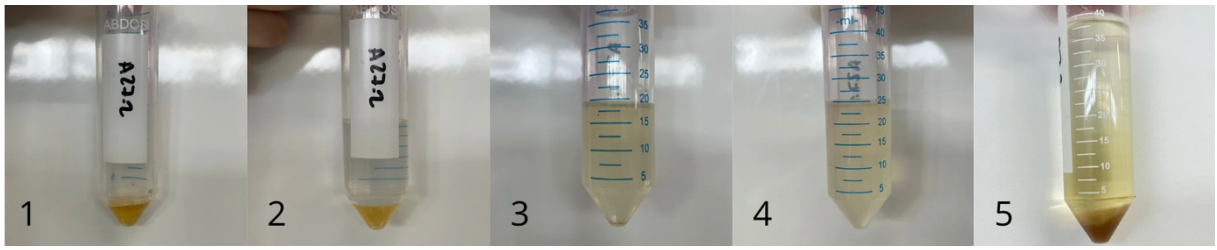


Figura 8. Etapas da técnica: pesagem do mel (1), adição de 20 ml de água destilada (2), homogeneização (3), adição de 5 ml de ácido tânico a 0,5% e homogeneização (4) e adição de água destilada até completar 40 ml com posterior homogeneização e repouso de 24 horas para formação de precipitado (5). Fonte: Original.

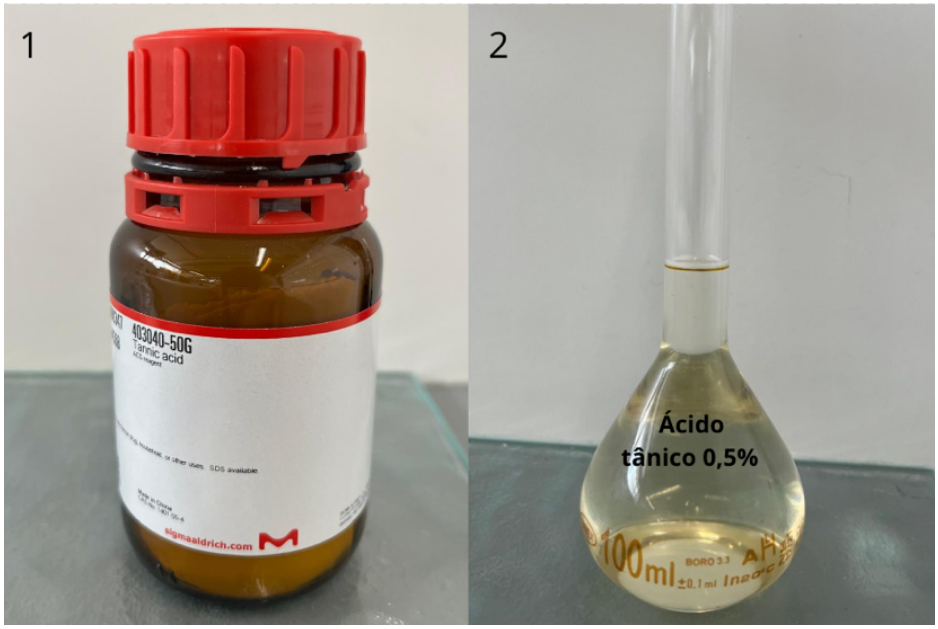


Figura 9. Reagente ácido tânico (1) e solução preparada de ácido tânico a 0,5%. Fonte: Original.

Figura 10. Soluções homogeneizadas em repouso. Fonte: Original.

4.2.5 Reação de Fiehe

Esta análise tem como objetivo identificar a presença de hidroximetilfurfural na amostra (Instituto Adolf Lutz 2008). Pesaram-se 5 gramas de amostra em balança analítica, às quais se adicionaram 5 ml de éter, seguindo-se agitação vigorosa. A camada etérea transferiu-se para um tubo de ensaio, adicionaram-se 0,5 ml de solução clorídrica de resorcina a 1% recém preparada (dissolução de 0,5 g de resorcina em 50 ml de ácido clorídrico), e deixou-se em repouso 10 minutos (Figuras 11 e 12). Na presença de um mel superaquecido ou de glucose comercial na amostra, há uma mudança da coloração da solução para vermelho intenso, indicando fraude. As reações foram realizadas em triplicado.

Figura 11. Reagente resorcina (1) e solução clorídrica de resorcina a 1% (2). Fonte: Original.

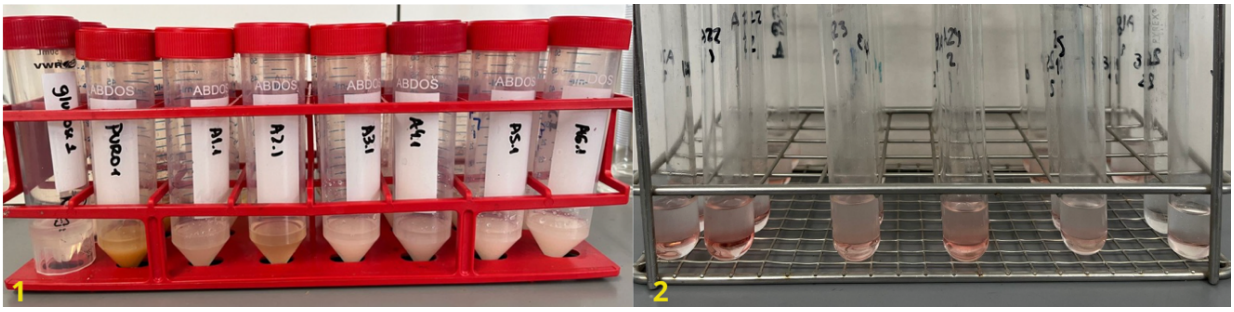


Figura 12. Mistura de 5 g da amostra e 5 ml de éter (1). Tudo de ensaio com camada etérea e 0,5 ml de solução clorídrica de resorcina a 1% (2). Fonte: Original.

4.2.6 Reação de Lugol

A reação de Lugol tem como objetivo identificar a presença de amido e dextrinas no mel. O protocolo preconizado pelo Instituto Adolf Lutz (2008), inicia-se pela pesagem de 10 g de amostra em béquer de 50 ml, seguida pela adição de 20 ml de água destilada e agitação da mistura. Posteriormente, a solução deve permanecer em banho de água fervente durante 1 hora, após o que se deixou arrefecer até temperatura ambiente. Adiciona-se 0,5 ml da solução de Lugol e verifica-se a mudança de coloração da solução (Figuras 13 e 14). Na presença de glucose comercial ou xaropes de açúcares com amido em sua constituição, a coloração varia de castanho-avermelhado a azul. A intensidade da cor varia com a qualidade e quantidade de dextrina e amido presentes na amostra. As reações foram feitas em triplicado.

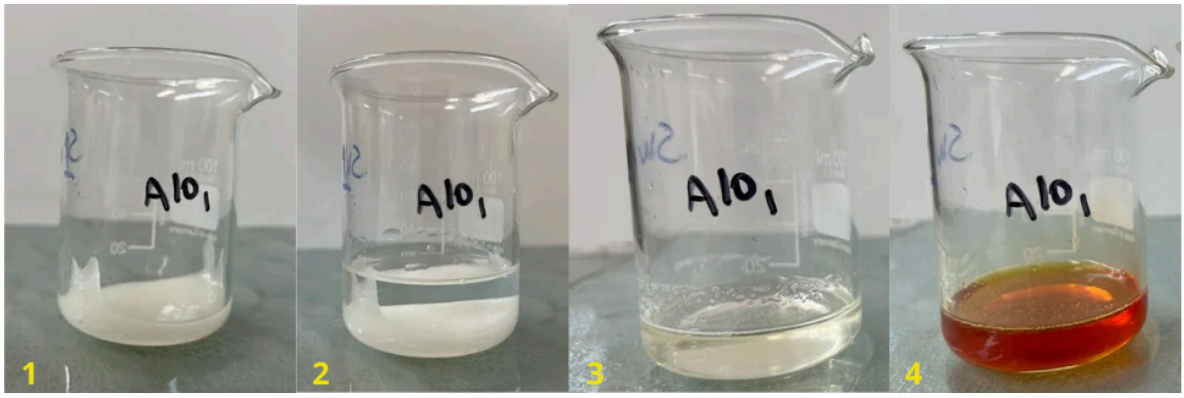


Figura 13. 10 g de mel (1), adição de 20 ml de água destilada ao mel (2), solução após banho de água fervente durante 1 hora (3) e reação negativa após adição de solução de Lugol (4). Fonte: Original

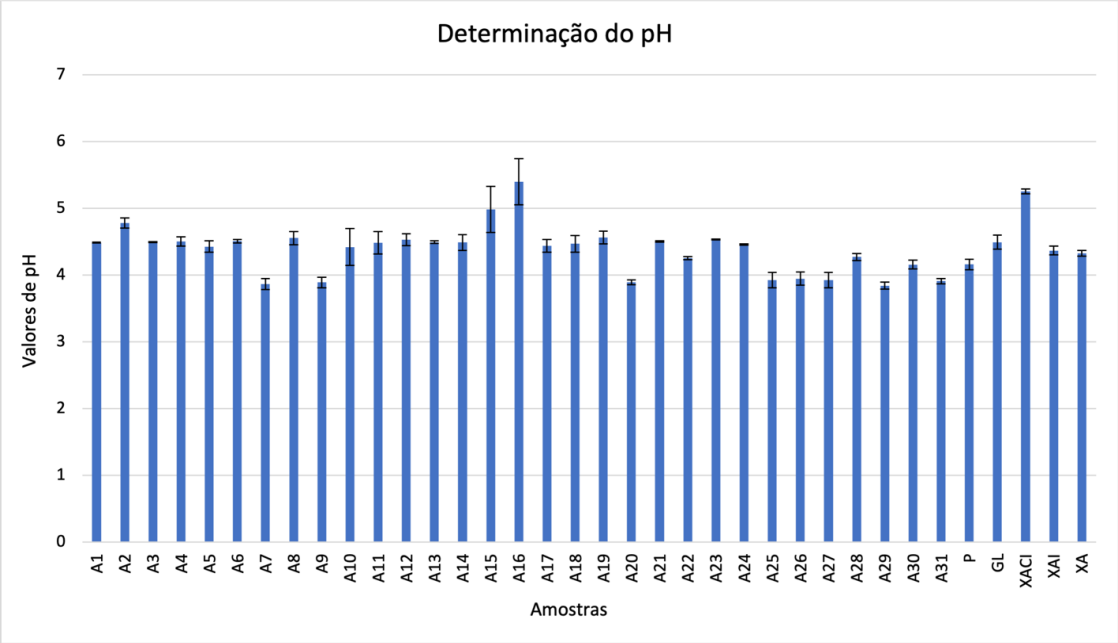
Figura 14. Reagentes da solução, respetivamente iodo ressublimado e iodeto de potássio (1) e solução de Lugol (2). Fonte: Original

5. Resultados e discussão

5.1 Determinação do pH

Todas as determinações do pH mostraram resultados que estão compreendidos nos valores indicados no Codex Alimentarius (1981), e que variaram entre 3,24 e 6,1 tanto nas amostras de mel, quanto do mel puro, glucose líquida (GL) e xarope de açúcar invertido (XAI), de açúcar de cana invertido (XACI) e de agave (XA) e estão representadas (média dos triplicados e desvio padrão) no Gráfico 5. Das amostras, 7 possuem pH entre 3 e 4 (A7, A9, A20, A25, A26, A27, A29 e A31) o que corresponde a mel proveniente do México, Brasil, Cuba e Argentina; a maior parte das amostras revelam um valor de pH entre 4 e 5 (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A28 e A30), assim como GL, XAI e XA; e apenas 1 amostra, proveniente da China, apresentou um pH entre 5 e 6 (A16), em conjunto com o XACI.

Gráfico 5. Valores da determinação do pH.



Fonte: Original.

Os valores apresentados mostram que o mel constitui um ambiente ácido, capaz de evitar a proliferação microbiano (De-Melo et al. 2018). Estes valores podem ser alterados por diversas causas, nomeadamente pela origem botânica das plantas, o próprio pH do néctar e pela associação entre o solo e as plantas (Aykas 2023); por exemplo, mel de néctar pode ter pH de 3,3 a 4,6 enquanto o de melada pode ter de 4,5 a 6,5. Além disso, um valor menor do pH do mel pode estar relacionado com a sua maior quantidade de minerais (De-Melo et al. 2018), mas também, com armazenamento incorreto, impureza das amostras e pelo maior conteúdo de água, o que leva a maior fermentação e diminuição do pH (Damto et al. 2024).

Mel proveniente de países tropicais como o Brasil, Cuba e México, são mais propensos a ter um pH menor devido ao maior conteúdo em água (Samukelisiwe 2023), o que de facto também se observou neste estudo, em que apresentaram um pH entre 3 e 4.

Aljohar et al. (2018), realizaram a análise de 24 amostras de mel recolhidas NaOH no mercado de Riyadh na Arábia Saudita e verificaram que 8% (2 amostras) excederam os valores de pH recomendados pelo Codex Alimentarius (1981). Por seu lado, Albuquerque et al. (2021) num estudo realizado em Brasília, Costa (2022) em Cuité, e Samukelisiwe (2023) em Joanesburgo, não encontraram resultados que indicassem que o mel comercial estudado tinha sido alterado.

Um estudo realizado a partir da análise de adulterantes e méis adulterados, evidenciou que a adição de adulterantes ao mel altera o valor do pH, no entanto, alguns dos méis adulterados apresentaram valores de pH esperados no mel, provavelmente porque o adulterante apresenta pH muito próximo do mel, sendo, portanto, difícil a identificação da adulteração (Samukelisiwe 2023). No presente estudo a média dos valores de pH dos adulterantes GL (4,49), XAI (4,37), XACI (5,25) e XA (4,33) estão dentro do intervalo esperado.

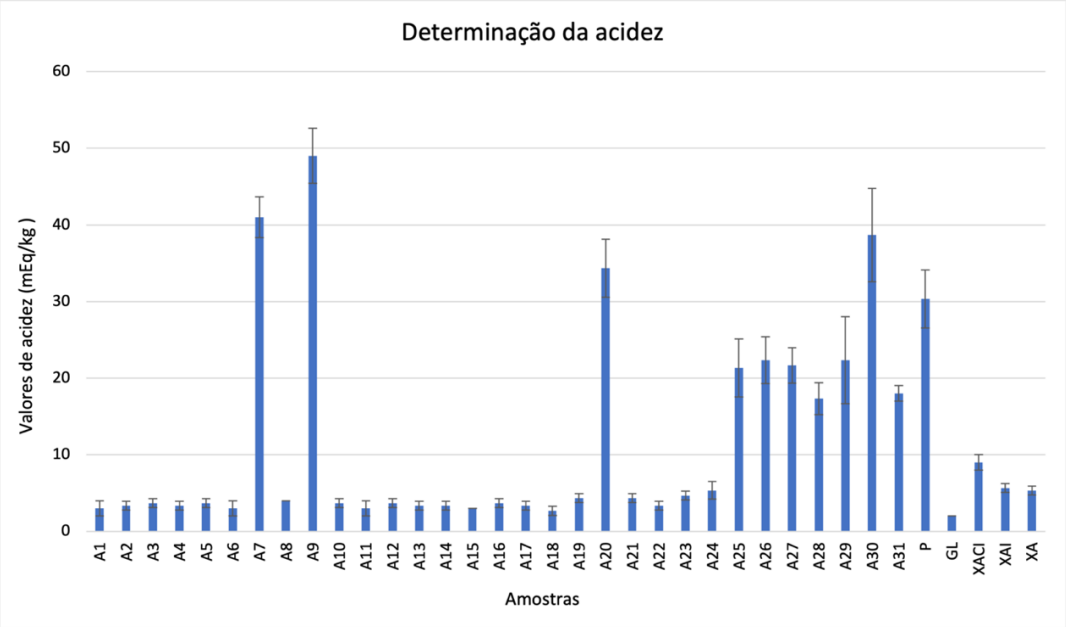
Damto et al. (2024), realizaram um estudo em que evidenciaram que a adição de melaço como adulterante no mel puro, promove um aumento proporcional do pH da amostra. Da mesma forma, Ribeiro et al. (2014) verificaram um aumento significativo do valor do pH pela adição de xarope de milho como adulterante no mel. Já no estudo de Oroian et al. (2018), concluiu-se que a adição de frutose na amostra de mel aumentou os valores do pH, enquanto que a adição de xarope de inulina hidrolisado, glucose, e açúcar invertido, diminuiu o valor de pH.

Dessa forma, é possível evidenciar que a adição de diferentes adulterantes não tem um comportamento linear e a sua identificação pela alteração do pH não é simples, uma vez que muitos não alteram os valores de pH que são esperados. Assim, a medição do valor do pH nas amostras de mel, por si só, não é conclusiva sobre a presença ou não de adulterantes, sendo recomendado a utilização de outras análises em conjunto, como a acidez livre e a humidade.

5.2 Determinação da acidez livre

Todas as amostras analisadas obtiveram valor de acidez dentro do esperado (valor máximo de 50 mEq/kg), não havendo indício de uma fermentação indesejada. A média dos triplicados, assim como o desvio padrão estão representados no Gráfico 6.

Gráfico 6. Valores da determinação da acidez em mEq/kg.



Fonte: Original.

As amostras provenientes da China apresentaram valores compreendidos entre 2,67 e 4,67 mEq/kg, o que se aproxima da GL que obteve o valor de 2 mEq/kg, do XAI (5,67 mEq/kg) e do XA (5,33 mEq/kg). Já o mel proveniente da Índia obteve um valor de 5,33 mEq/kg, o que está mais próximo ao valor de XAI (5,67 mEq/kg) e igual ao XA (5,33 mEq/kg). Estes valores podem estar relacionados com a menor quantidade de ácidos orgânicos no mel, devido a menor manipulação das abelhas ou mesmo menor quantidade desses ácidos no néctar ou melada e ainda por se tratar de uma frescura elevada do mel. Como não existe um limite inferior para a acidez livre, considera-se que os valores referidos são aceitáveis.

Méis provenientes de países como o México (A7 e A9), Brasil (A20), El Salvador (A30), Argentina (A29) e Cuba (A25, A26, A27, A28 e A31) obtiveram os valores mais elevados de acidez (entre 49 e 17,33 mEq/kg), o que está mais próximo do mel puro (com um valor de 30,33 mEq/kg). Mesmo o valor sendo mais elevado, respeita a legislação, o que permite assumir que essas amostras de mel se encontram conformes.

A acidez livre está relacionada com os ácidos orgânicos, ésteres internos e iões inorgânicos. Os ácidos do mel podem ter como origem o próprio néctar ou melada, ainda que seja mais comum estarem relacionados com a própria secreção de enzimas pelas abelhas durante a manipulação e o armazenamento do produto na colmeia (De-Melo et al. 2018). O principal ácido orgânico é o ácido glucónico que é produzido a partir da ação da enzima glucose oxidase, a qual fica ativa durante armazenamento, o que permite que o ácido atue durante esse período (Samukelisiwe 2023).

Durante o armazenamento e devido à contínua ação enzimática, leveduras osmofílicas possuem capacidade de produzir álcoois e ácidos orgânicos a partir de açúcares presentes, ocorrendo dessa forma a formação de ácidos, como o ácido acético, que posteriormente, podem ser utilizados como indicadores de fermentação (De-Melo et al. 2018). Além disso, quando o mel é retirado precocemente, o que implica um maior conteúdo de água, durante o armazenamento pode ocorrer fermentação devido à alta humidade, aos valores de temperatura ou a contaminação microbiana (Zábrodská and Vorlová 2014; Gün and Karaoğlu 2024). Portanto a determinação da acidez livre é um contributo útil para avaliar a fermentação do mel (Bako 2019).

O mel de forma geral, tem como valor máximo permitido de ácidos livres 50 mEq/kg, enquanto o mel para uso industrial, terá no máximo 80 mEq/kg (Diretiva (CE) 2001/110). No entanto, não existe um valor mínimo de acidez livre admissível (Gün and Karaoğlu 2024).

Damto et al. (2024) concluíram que, assim como para o pH, a adição de melaço como adulterante no mel, é proporcional ao aumento da acidez livre. Samukelisiwe (2023) verificou que amostras adulteradas com xarope de açúcar invertido revelaram valores de acidez mais elevados, mas que as adulteradas com glucose revelaram valores menores, ainda que dentro dos valores permitidos na legislação. Em contrapartida, Oroian et al. (2018) e Gün and Karaoğlu (2024) evidenciaram que a glucose, assim como o xarope de inulina hidrolisada, aumentaram a acidez livre nas amostras em que foram adicionados. Portanto, é possível verificar que a adição de adulterantes promove uma alteração na acidez livre do mel, mas nem sempre ultrapassa os valores permitidos pela Diretiva (CE) 2001/110, sendo uma limitação para a análise, Logo, é recomendado que, tal como acontece para o pH, a determinação da acidez seja feita em conjunto com a determinação de outros parâmetros como a humidade, pH, determinação de ácidos (que podem indicar fermentação) e determinação de diastase, invertase e HMF (que pode indicar armazenamento prolongado do produto).

5.3 Reação de Lund

É possível observar na Figura 15 as amostras e os respetivos precipitados, e no Gráfico 7 a representação dos valores em ml do precipitado (média dos triplicados e desvio padrão das amostras analisadas). Apenas 10 das amostras mostraram valores compreendidos entre 0,6 e 3,0 ml (Gráfico 8): A7 e A9 (México), A20 (Brasil), A25, A26, A27, A28 e A31 (Cuba), A29 (Argentina) e A30 (El Salvador). Entretanto todas as amostras da provenientes da China e Índia obtiveram valores inferiores ao esperado, as primeiras com valores médios entre 0,08 e 0,25 ml, e a segunda com um valor de 0,5 ml, o que se assemelha

aos valores de GL (0,15mL) e XAI (0,05mL). Não houve formação de precipitado no XACI e XA, enquanto no mel puro o valor da média foi de 1,57 ml, o que se encontra dentro do normal.

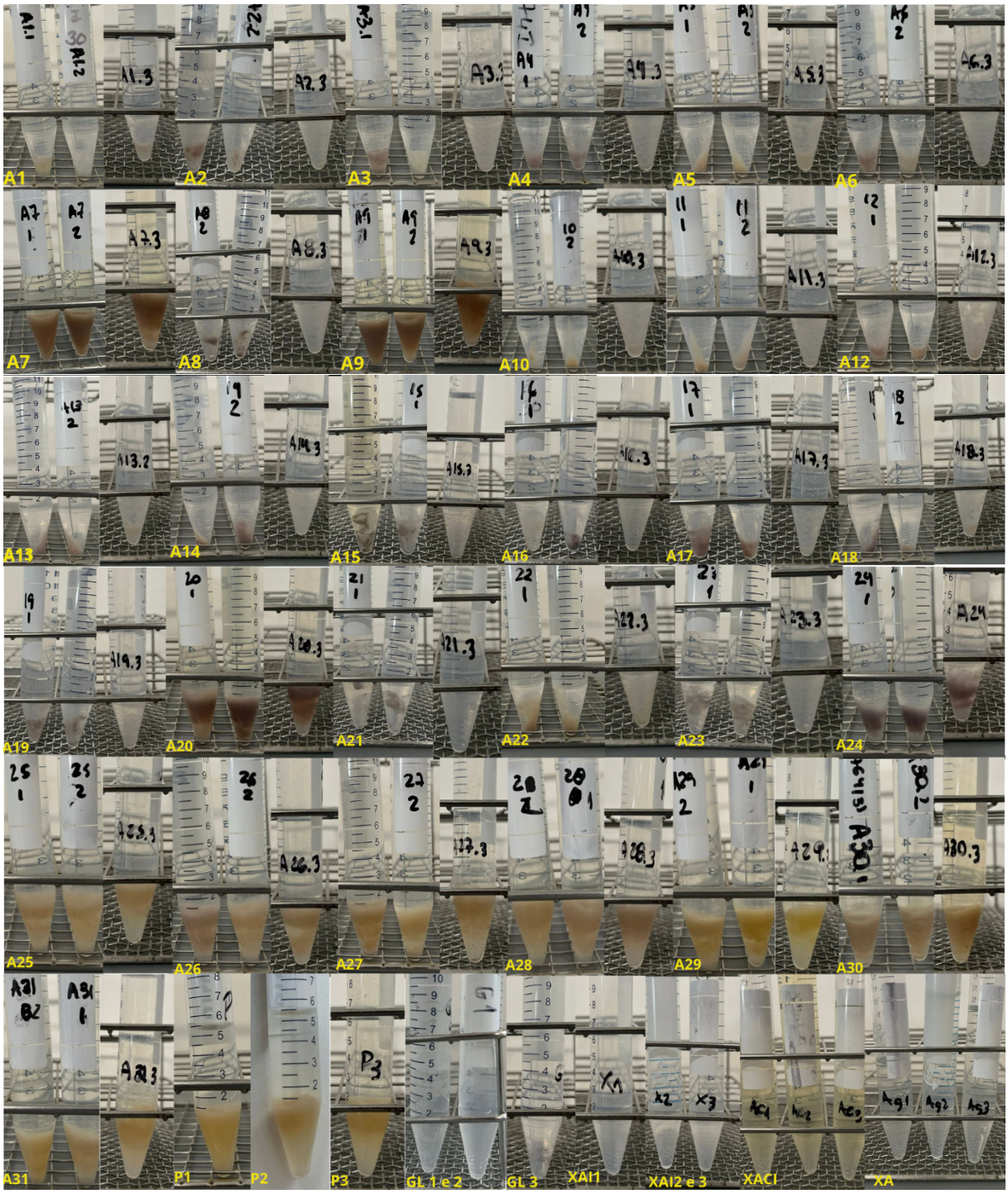
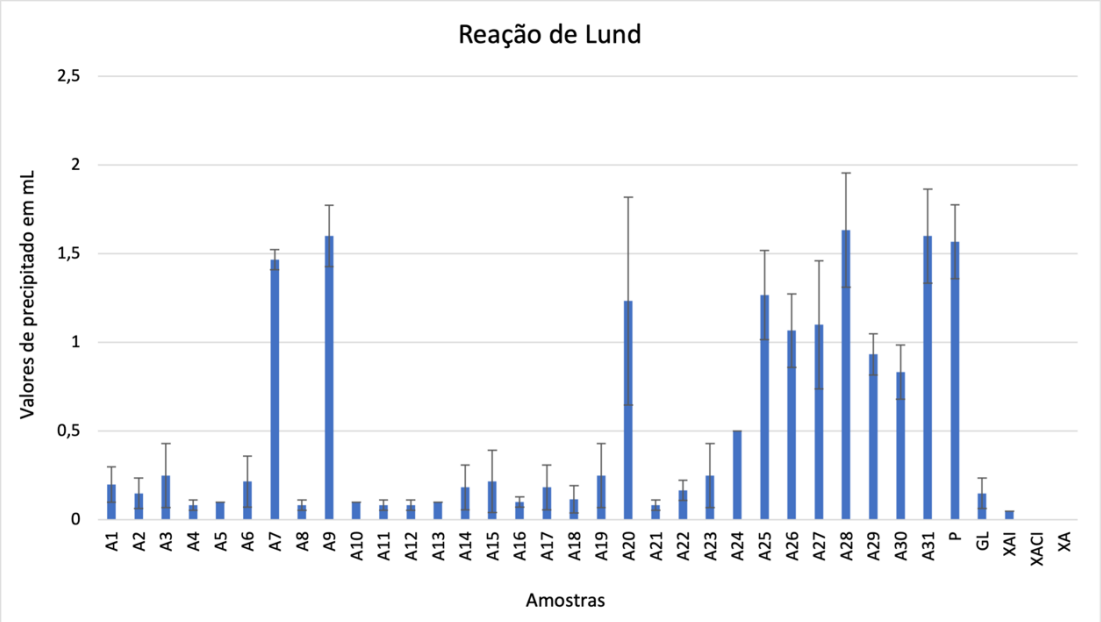


Figura 15. Resultado dos precipitados na reação de Lund após 24 horas em repouso. Fonte: Original.

A reação da solução com o ácido tânico a 0,5% possibilita a identificação da presença de substâncias albuminoides na amostra de mel, detetadas ao fim de 24 horas com a

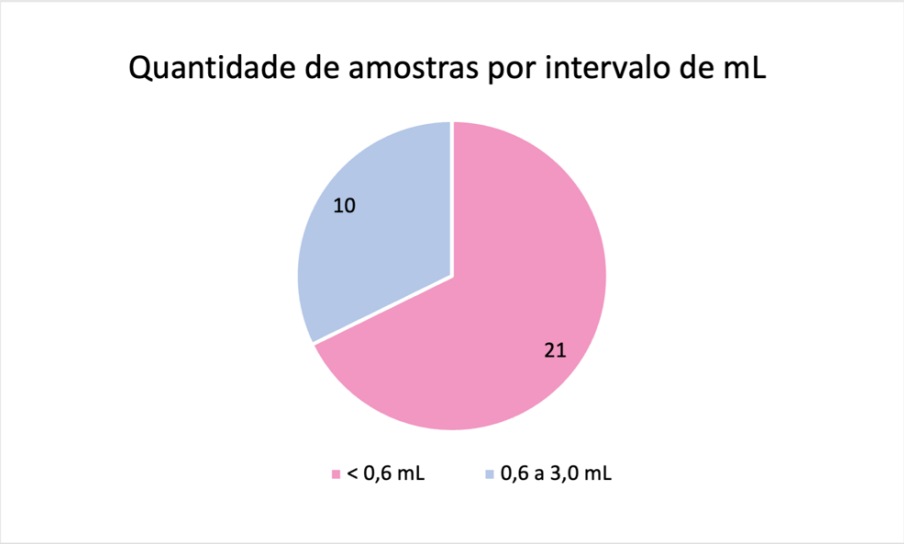
formação de um precipitado no mel puro, com valores compreendidos entre 0,6 a 3,0 ml (Instituto Adolf Lutz 2008). Caso o mel for artificial a reação não ocorre ou ocorrendo, dá-se a formação quase insignificante de precipitado (Samukelisiwe 2023). Quando o valor obtido é menor do que 0,6 ml, pode indicar uma diluição do mel ou mesmo perda das substâncias albuminoides durante o processamento do mel; por outro lado, se houver mais do que 3,0 ml de precipitado, pode suspeitar-se de um teor proteico muito elevado devido por exemplo à alimentação artificial das abelhas com proteína de soja, ou ainda, de uma prensagem exagerada dos favos de mel aquando da colheita (Silva et al. 2020).

Gráfico 7. Valores em ml de precipitado na reação de Lund.



Fonte: Original.

Gráfico 8. Quantidade de amostras por intervalo de ml na reação de Lund



Fonte: Original.

A presença de proteína no mel vem das plantas (néctar, pólen e melada) e também das glândulas salivares das abelhas. Reconhecem-se mais de vinte proteínas não enzimáticas no mel, sendo comum a presença de albumina, globulina, protéases e nucleoproteínas. Em caso de adulteração do mel, armazenamento prolongado ou mesmo superaquecidos, pode ocorrer redução ou mesmo ausência destas proteínas (De-Melo et al. 2018).

Um estudo realizado por Albuquerque et al. (2021) na avaliação de méis comercializados com e sem inspeção, na região de Brasília (Brasil), evidenciou que de 12 amostras, 4 não apresentaram a formação de precipitado, sendo dessas, 3 provenientes de mel não inspecionado. Périco et al. (2011) realizaram análises em 30 amostras de mel recolhidas em Toledo, no Estado do Paraná (Brasil), e também verificaram não conformes na reação de Lund, porém apenas em 1 amostra.

No Estado de São Paulo, Florentino et al. (2023), verificaram a possível adulteração em 22,58% das 32 amostras de mel ilegal analisadas. Silva et al. (2020) encontraram no seu estudo realizado no Estado do Pará, Brasil, 57,14% das amostras (8/14) fora dos limites estabelecidos, sendo 7 delas sem formação de precipitado e 1 com valores acima (o que não foi encontrado no presente estudo). Além disso, Sá and Santos (2018) no Recife, Brasil, identificaram 11 em 13 amostras, obtidas em mercados públicos da cidade, como não conformes com os valores estabelecidos pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

Existem diversos estudos que utilizam a reação de Lund como indicador de adulteração, o que reforça a sua utilização prática em casos de suspeita de fraude no mel. No entanto, é importante realçar que essa análise não deve ser realizada isoladamente e sim complementada com outros métodos, como a reação de Fiehe e reação de Lugol, que permitem identificar a adição de glucose comercial e de xaropes) e a determinação de prolina (aminoácido presente na matriz do mel) e ainda técnicas mais avançadas como as isotópicas, cromatográficas e espectroscópicas (identificação de xaropes e determinação de açúcares). Além disso, no presente estudo realizou-se a transferência do precipitado para outro recipiente após 24 horas, e ainda que tenha sido feita com todo o rigor, é possível que a perda de material tenha ocorrido.

5.4 Reação de Fiehe e reação de Lugol

A Tabela 4 apresenta os resultados da reação de Fiehe e Lugol para as 31 amostras de mel, assim como para o mel puro, GL, XAI, XACI e XA.

Tabela 4. Resultados reação de Lugol e reação de Fiehe

Amostra	Reação de Lugol	Reação de Fiehe
A1	Negativo	Negativo
A2	Negativo	Negativo
A3	Negativo	Negativo
A5	Negativo	Negativo
A6	Negativo	Negativo
A7	**Positivo**	Negativo
A8	Negativo	Negativo
A9	**Positivo**	Negativo
A10	Negativo	Negativo
A11	Negativo	Negativo
A12	Negativo	Negativo
A13	Negativo	Negativo
A14	Negativo	Negativo
A15	Negativo	Negativo
A16	Negativo	Negativo
A17	Negativo	Negativo
A18	Negativo	Negativo
A19	Negativo	Negativo
A20	Negativo	Negativo
A21	Negativo	Negativo
A22	Negativo	Negativo
A23	Negativo	Negativo
A24	Negativo	Negativo
A25	Negativo	Negativo
A26	Negativo	Negativo
A27	Negativo	Negativo
A28	Negativo	Negativo
A29	Negativo	Negativo
A30	**Positivo**	Negativo
A31	Negativo	Negativo
P	Negativo	Negativo
GL	**Positivo**	Negativo
XAI	Negativo	Negativo
XACI	**Positivo**	Negativo
XA	Negativo	**Positivo**

Fonte: Original.

A reação de Fiehe tem como objetivo identificar a presença de hidroximetilfurfural na amostra. O HMF surge no mel devido à degradação de açúcares, como intermediário na reação de Maillard e desidratação de hexoses em meio ácido; aumenta durante o armazenamento, quando o produto sofre um aquecimento exacerbado ou mesmo com a adição de açúcar comerciais (De-Melo et al. 2018). A adição de resorcina permite uma reação com o hidroximetilfurfural presente dando origem à mudança de coloração da solução (Braga et al. 2020) para vermelho intenso, o que indica a fraude (Instituto Adolf Lutz, 2008).

Na Tabela 5 e na Figura 16, pode verificar-se que todas as amostras deram negativo para a reação de Fiehe, sendo apenas o XA positivo (Figura 16).

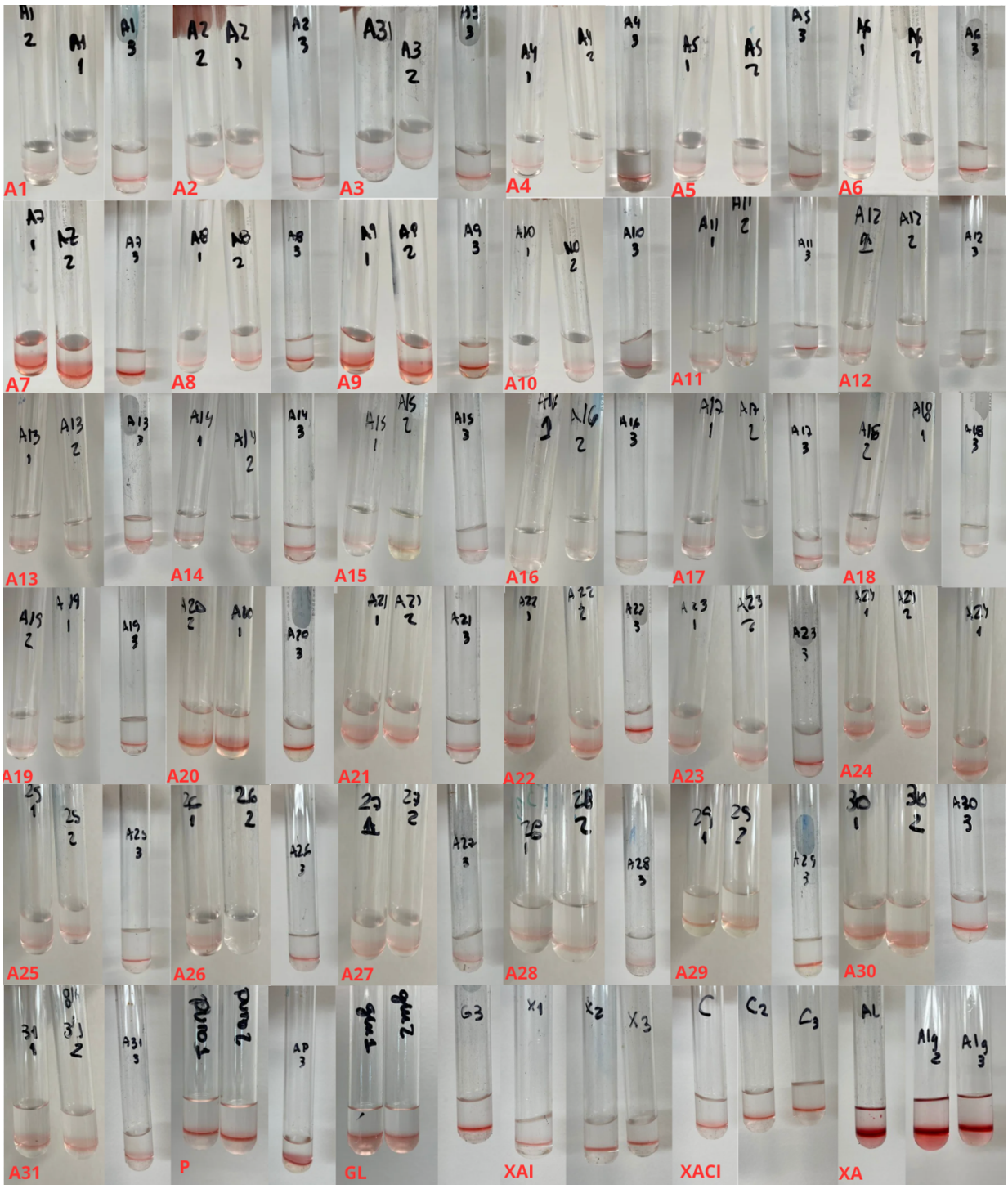


Figura 16. Coloração das amostras após reação de Fiehe. Fonte: Original.

O xarope de agave foi a única amostra que obteve coloração vermelho intenso indicando a presença de HMF em quantidade elevada na sua composição (Figura 17). As amostras A7 e A9 (México), A20 (Brasil), A22 e A23 (China) e A30 (El Salvador) apresentaram

uma coloração rosa devido à presença de HMF no produto, mas não em quantidade elevada, o que pode estar relacionada com o tempo de armazenamento das amostras A20, A22 e A23 (foram recolhidas do dia 10 de novembro ao dia 19 de dezembro de 2023, apresentando maior tempo de armazenamento em relação ao restante das amostras), e ainda, as amostras A7, A9 e A20 e A30 sendo originárias de países tropicais podem apresentar naturalmente maior quantidade de HMF (Aljohar et al. 2018).

As restantes amostras apresentaram coloração rosa-claro o que indica a menor quantidade de HMF percetível na amostra. Qualquer cor que não seja o vermelho intenso, é considerado não significativo (Samukelisiwe 2023).

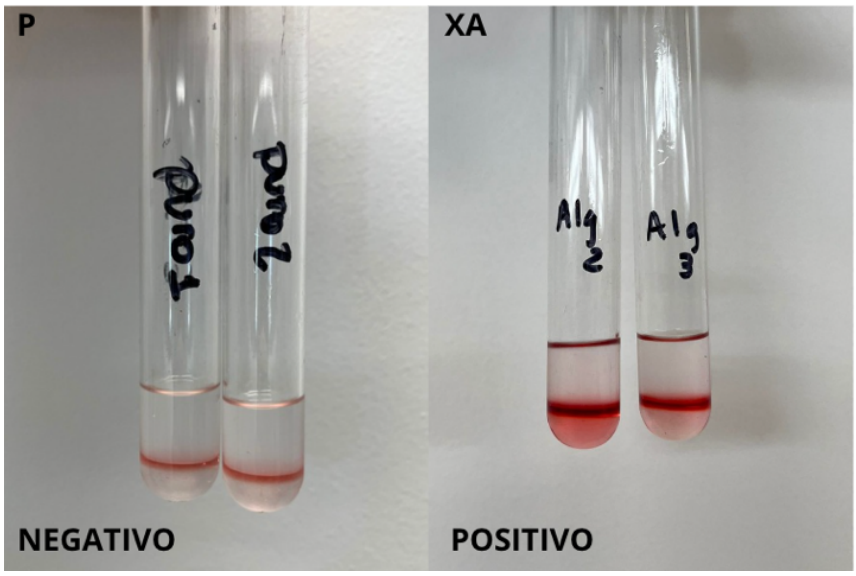


Figura 17. Resultado negativo para o mel puro e positivo para o xarope de agave na reação de Fiehe. Fonte: Original**.**

Outros estudos realizados verificaram a existência de amostras positivas à presença de hidroximetilfurfural. Albuquerque et al. (2021) em mel não inspecionado na região de Brasília, Brasil, obtiveram 80% das amostras positivas (4/5). Florentino et al. (2023), observaram que em 32 amostras de mel comercializadas ilegalmente, foram positivas para a reação de Fiehe (64,52%) enquanto, de entre 41 amostras comercializadas legalmente, menos de 5% foram positivas. Silva et al. (2020) ao analisarem méis provenientes de feiras livres no estado do Pará, Brasil, verificaram que 85,71% (12/14) das amostras foram positivas para a mesma reação. Périco et al. (2011) também observaram que 10% (3/30) das amostras analisadas obtiveram coloração vermelho intenso. Em contrapartida, Aljohar et al. (2018) com 24 amostras e Costa (2022) com 10 não encontraram qualquer resultado positivo na reação de Fiehe.

A reação de Fiehe é utilizada para a identificação de adição de açúcar hidrolisado (açúcar invertido, que é produzido a partir de um processo químico que transforma a sacarose em glucose e frutose) no mel, e a sua presença implica a mudança de cor da solução para o vermelho intenso (Samukelisiwe 2023). No entanto na reação realizada não foi evidenciada essa alteração de cor para o xarope de açúcar invertido e xarope de açúcar de cana invertido e sim para o xarope de agave. Portanto o resultado da reação que indica a não presença de sobreaquecimento e adição de xarope invertido o que não está de acordo com a literatura.

Além disso, a reação de Fiehe pode identificar duas situações diferentes (sobreaquecimento e adição de xaropes), dessa forma, é necessário a realização de mais análises em conjunto como a reação de Lugol (pode identificar adição de glucose comercial com presença de amido ou dextrina), reação de Lund (sugere perda das substâncias albuminoides durante processamento do mel ou presença de mel artificial ou diluído) e determinação do HMF, invertase e diastase (avalia aquecimento e armazenamento prolongado). E ainda, técnicas mais específicas como isotópicas, cromatográficas e espectroscópicas podem ser empregues adicionalmente para identificação de xaropes e determinação de açúcares. Entretanto, não era o objetivo deste estudo fazer determinações analíticas mais complexas

A reação de Lugol tem como objetivo identificar a presença de amido e dextrina na amostra, encontrados em glucose comercial ou xaropes de açúcares. Dá-se a mudança da coloração para castanho-avermelhado a azul, sendo que a intensidade da cor varia de acordo com a quantidade e qualidade de dextrina e amido na amostra. O amido é adicionado ao mel com o objetivo de aumentar o seu conteúdo de proteína (Samukelisiwe 2023).

O amido possui como polímeros a amilose e a amilopectina. A estrutura da primeira é tridimensional e em hélice, e as suas dimensões permitem acomodar iões complexos de iodo, formando um complexo azul intenso (Nelson and Cox 2014); já a afinidade da amilopectina com o iodo é menor, tendo como resultado complexos violeta-avermelhado. Além disso, como resultado da hidrólise enzimática da amilose, existe a formação de dextrina que pode ter reatividade ao iodo ou não, dependendo da quantidade de unidades de glucose na sua constituição (Pesek and Silaghi-Dumitrescu 2024).

Das amostras analisadas apenas três apresentaram mudança de cor significativa (representadas na Figura 18 e Tabela 4) - A7 e A9 (México) e A30 (El Salvador), sendo que o maior grau da intensidade da mudança da cor se evidenciou nos controlos positivos da GL e XACI. A mudança de cor significativa não ocorreu no controlo negativo (mel puro) que sofreu apenas a mudança de cor devida à adição da solução de lugol, assim como nas amostras da Índia (A24), Brasil (A20), Cuba (A25, A26, A27, A28, A31), Argentina (A29) e China (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22 e A23)

que obtiveram a mesma coloração do XAI e XA. A coloração das amostras após a reação de Lugol encontra-se na Figura 19.

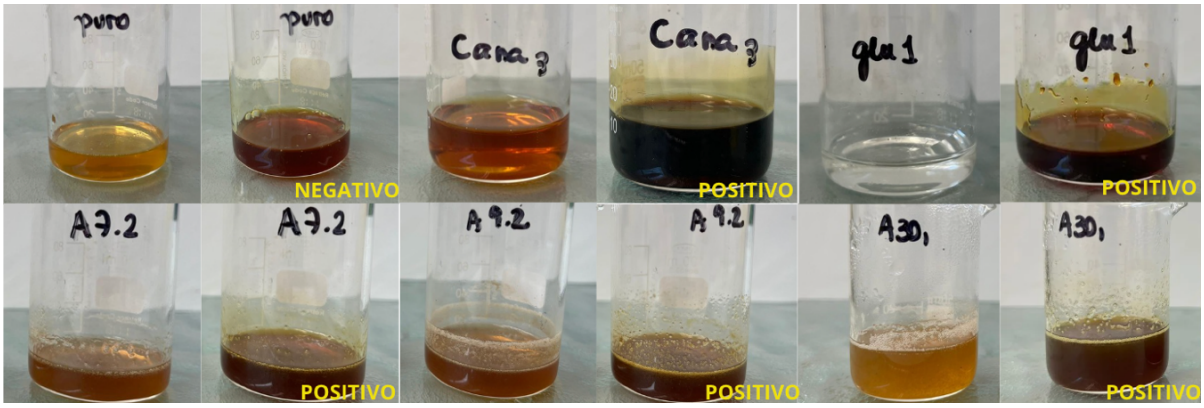


Figura 18. Resultado negativo para o mel puro e positivo para o xarope de açúcar de cana invertido, glucose líquida e amostras A7, A9 e A30 na reação de Lugol. Fonte: Original.

Um estudo realizado por Samukelisiwe (2023) obteve os mesmos resultados em relação à reação do lugol com os adulterantes. A glucose líquida foi a única no estudo que apresentou alteração de cor, enquanto o xarope de agave e o xarope de açúcar invertido foram negativos, pelo que é evidente que nem todos os adulterantes possuem amido na sua constituição. Outros adulterantes usados que possuem amido são o xarope de açúcar de cana, amido de arroz e xarope de milho rico em frutose, o que sustenta a mudança de cor ocorrida pelo XACI no presente estudo.

Albuquerque et al. (2021), identificaram na avaliação de méis presentes no comércio e que tinham ou não passado por inspeção na região de Brasília (Brasil), 3 de 12 amostras positivas para a reação de Lugol, sendo que 1 passou por inspeção, enquanto as restantes 2 não. Silva et al. (2020) obtiveram 64,28% (9/14) de amostras positivas ao Lugol, indicando possíveis fraudes de méis obtidos no Estado do Pará (Brasil). Ainda Sá and Santos (2018), obtiveram 84,61% (11/13) de amostras positivas dos mercados públicos de Recife.

Entretanto, outros autores como é o caso de Períco et al. (2011), Costa (2022) e Samukelisiwe (2023), não obtiveram resultados positivos, as amostras analisadas não sofreram alteração de cor, o que indica que a ter existido alguma adição de adulterantes, esses não possuíam amido na sua composição. Então, se é possível que haja adulteração sem alteração da coloração da reação, o método apresenta algumas limitações, pelo que uma vez mais, é recomendável a realização de outras análises como a reação de Fiehe (pode sugerir adição de xarope ou sobreaquecimento do mel), reação de Lund (sugere perda das substâncias albuminoides durante processamento do mel ou presença de mel artificial ou

diluído) e ainda técnicas isotópicas (para verificar adição de xarope com presença de amido), espectroscópicas (determinação de açúcares) e bioanalíticas.

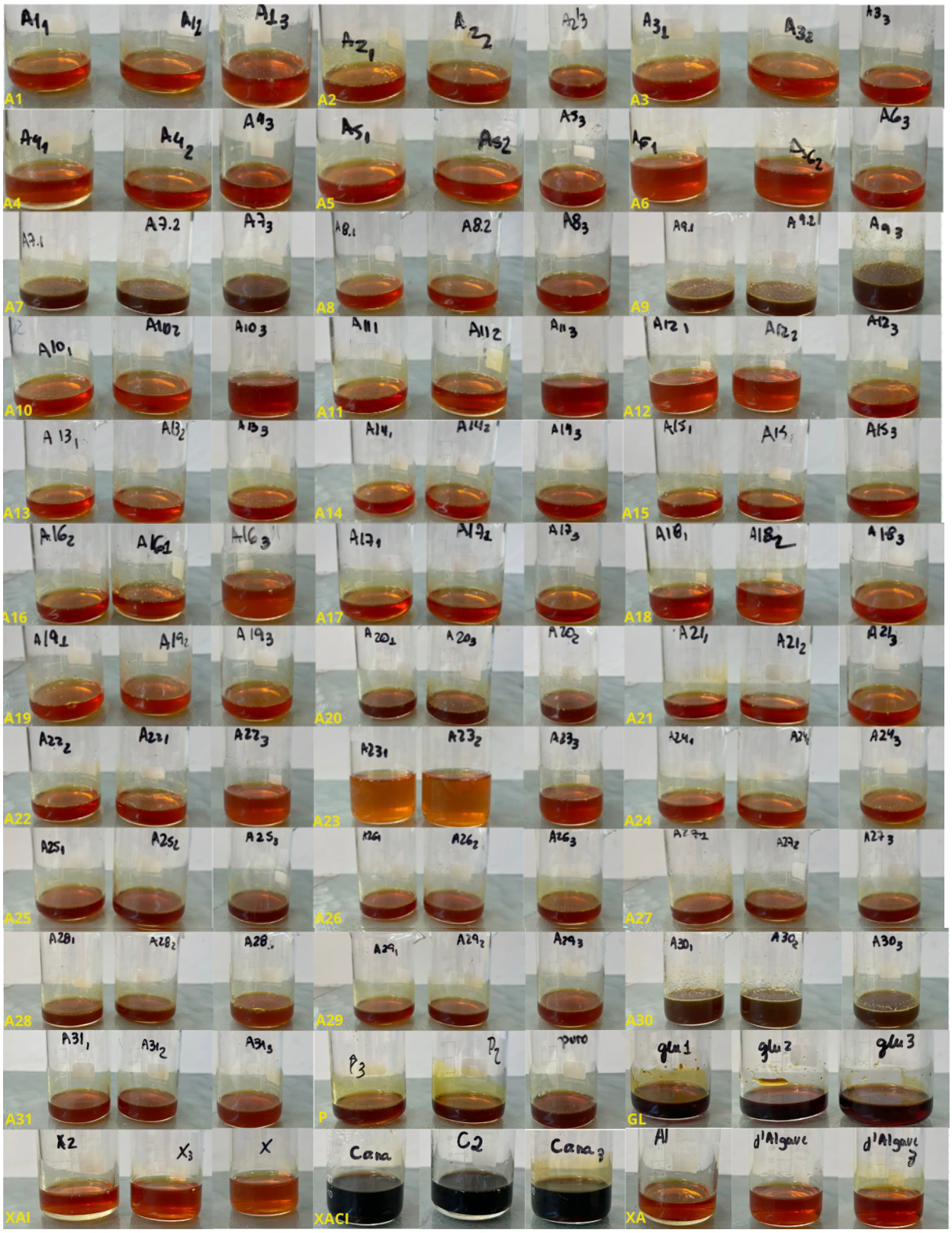


Figura 19. Coloração da reação de Lugol nas amostras. Fonte: Original.

6. Conclusão

A fraude do mel é um problema que não só afeta a saúde das pessoas, mas também, e talvez principalmente, a economia mundial. A utilização de métodos variados e inovadores têm vindo a ser aplicados nas diferentes etapas de obtenção do mel, tendo em vista aumentar o lucro do produto final e diminuir os custos de produção. Neste contexto, os governos, a indústria alimentar e os consumidores mostram grande preocupação pela potencial existência de fraude, sobretudo dada a dificuldade da sua deteção.

Os estudos existentes direcionados para a fraude de mel proveniente de países terceiros, nomeadamente os realizados com o programa da Comissão Europeia "*From the Hives*", demonstram a existência de possíveis fraudes no mel em percentagens preocupantes, principalmente o provindo da China. Assim sendo, e uma vez que a China foi o país proveniente da maioria das remessas que entraram no Posto de Controlo Fronteiriço de Lisboa durante os meses de execução do estudo, seria provavelmente importante reforçar a necessidade da execução de mais estudos e análises a amostras deste mel.

Das 5 determinações analíticas realizadas no presente estudo - determinação do pH, acidez livre, reação de Fiehe, reação de Lund e reação de Lugol. Na reação de Lugol encontraram-se 3 resultados não conformes (amostras A7 e A9 (México) e A30 (El Salvador)) o que sugere a adição de amido ao mel, e na reação de Lund encontraram-se 21 resultados não conformes (amostras A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23 (China) e A24 (Índia)), o que sugere perda das substâncias albuminoides durante processamento do mel ou presença de mel artificial ou diluído. Além disso, existiu uma semelhança entre os resultados obtidos nos méis provenientes da China e do xarope de açúcar invertido utilizado como controlo durante o estudo, indicando assim uma suspeita inicial a adulteração dos méis importados para a União Europeia.

Este estudo mostra que a realização destas análises, consideradas de execução simples e rápida, podem ser úteis para o Médico Veterinário Oficial ter um primeiro despiste sobre a suspeita de fraude no mel, conseguida logo nas fronteiras, que são o ponto de entrada deste produto na União Europeia. Por si só, as determinações efetuadas não determinam a existência de uma fraude, mas podem sugerir a sua possível presença, o que suporta o encaminhamento das amostras para laboratórios onde se realizem análises mais específicas.

Têm sido propostas e aplicadas medidas adicionais, na tentativa de minimizar a fraude do mel. Além das ações inspetivas nas fronteiras, deve manter-se e reforçar os requisitos de importação, nomeadamente lista de estabelecimentos aprovados para produtos apícolas, que a partir do dia 29 de novembro de 2024 estarão em vigor (Regulamento Delegado 2023/2652, de 15 de setembro de 2023 no Jornal Oficial da União Europeia), recordar as obrigações dos operadores, impor ações corretivas quando se verificarem incumprimentos, promover a rastreabilidade e rotulagem correta do produto e adotar o mais brevemente possível métodos

de análises para a deteção de mel adulterado (Diretiva (UE) 2024/1438 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de maio de 2024 altera a Diretiva 2001/110/CE do Conselho, de 20 de dezembro de 2001 relativo ao mel).

7. Bibliografia

Albuquerque JCG, Sobrinho ME, Lins TC de L. 2021. Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília - DF, Brasil. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde. 42(1):71–80. doi:10.5433/1679-0367.2021v42n1p71

Aljohar HI, Maher HM, Albaqami J, Al-Mehaizie M, Orfali R, Orfali R, Alrubia S. 2018. Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market: An important aspect in the authentication process and quality assessment. Saudi Pharmaceutical Journal. 26(7):932–942. doi:10.1016/j.jsps.2018.04.013

Amiry S, Esmaiili M, Alizadeh M. 2017. Classification of adulterated honeys by multivariate analysis. Food Chemistry. 224:390–397. doi:10.1016/j.foodchem.2016.12.025

[Apimondia] 2019. Apimondia statement on honey fraud. International Federation of Beekeepers' Associations; [accessed 2024 May 15]. https://www.apimondia.org/uploads/7/6/4/3/76436993/apimondia_statement_on_honey_fraud.pdf

Aykas DP. 2023. Determination of Possible Adulteration and Quality Assessment in Commercial Honey. Foods. 12(3):523. doi:10.3390/foods12030523

Bako T. 2019. Determination of Quality Parameters of Honey from Taraba State – Nigeria. Chemical and Biomolecular Engineering. 4(1):1. doi:10.11648/j.cbe.20190401.11

Boncristiani H, Ellis JD, Bustamante T, Graham J, Jack C, Kimmel CB, Mortensen A, Schmehl DR. 2021. World honey bee health: The global distribution of western honey bee (*Apis mellifera* L.) pests and pathogens. Bee World. 98(1):2–6. doi:10.1080/0005772X.2020.1800330

Botezan S, Baci G-M, Bagameri L, Pașca C, Dezmirean DS. 2023. Current status of the bioactive properties of royal jelly: A comprehensive review with a focus on its anticancer, anti-Inflammatory, and antioxidant effects. Molecules. 28(3):1510. doi:10.3390/molecules28031510

Braga DC, Liberato M da CTC, Luma VLF, Araújo Neto JAM de. 2020. Analytical study of the physicochemical characteristics from Melipona subnitida D. honey in adequation to Brazilian law. Food Science and Technology. 40(suppl 1):217–221. doi:10.1590/fst.08919

Brar DS, Pant K, Krishnan R, Kaur S, Rasane P, Nanda V, Saxena S, Gautam S. 2023. A comprehensive review on unethical honey: Validation by emerging techniques. Food Control. 145:109482. doi:10.1016/j.foodcont. 2022.109482

Carreck NL, Andree M, Brent CS, Cox-Foster D, Dade HA, Ellis JD, Hatjina F, van Englesdorp D. 2013. Standard methods for *Apis mellifera* anatomy and dissection. Journal of Apicultural Research. 52(4):1–40. doi:10.3896/IBRA.1.52.4.03

[CFS] 2012. Coming to terms with terminology. Committee on World Food Security; [accessed 2024 May 11]. https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/cfs/doclibrary/CFS%20Terminology%2016%20July%202012_rev2.pdf

Chin NL, Sowndhararajan K. 2020. A Review on Analytical Methods for Honey Classification, Identification and Authentication. In: Honey Analysis - New Advances and Challenges. London: IntechOpen; p. 55–73. doi:10.5772/intechopen.90232

Codex Alimentarius. 1981. Standard for honey; [accessed 2024 May 10]. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B12-1981%252Fcxs_012e.pdf

Codex Alimentarius. 2018. Codex committee on food import and export inspection and certification systems: discussion paper on food integrity and food authenticity; [accessed 2024 May 11].https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-733-24%252FWorking%2BDocuments%252Ffc24_07e.pdf

Costa JS da. 2022 Análises físico-químicas e de adulteração dos méis comercializados na feira livre do município de Cuité-PB. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande;

Damto T, Zewdu A, Birhanu T. 2024. Impact of Different Adulterants on Honey Quality Properties and Evaluating Different Analytical Approaches for Adulteration Detection. Journal of Food Protection. 87(4):100241. doi:10.1016/j.jfp.2024.100241

De-Melo AAM, Almeida-Muradian LB de, Sancho MT, Pascual-Maté A. 2018. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. Journal of Apicultural Research. 57(1):5–37. doi:10.1080/00218839.2017.1338444

[DGAV] 2024a. Abelhas. Direção Geral de Alimentação e Veterinária; [accessed 2024 May 10]. https://www.dgav.pt/animais/conteudo/recursos-geneticos-animais/racas-autoctones/abelhas/

[DGAV] 2024b. Géneros alimentícios e subprodutos de origem animal. Direção Geral de Alimentação e Veterinária; [accessed 2024 May 12]. https://www.dgav.pt/comerciointernacional/conteudo/importacao-de-paises-terceiros/generos-alimenticios-e-subprodutos-de-origem-animal/

[DGAV] 2024c. Rastreabilidade e Rotulagem. Direção Geral de Alimentação e Veterinária; [accessed 2024 May 12]. https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/generos-alimenticios/regras-especificas-por-tipo-de-alimentos/mel/mel-obrigacoes-do-operador-produtor/n-rastreabilidade-e-rotulagem/

[DGAV] 2025c. RASFF. Direção Geral de Alimentação e Veterinária; [accessed 2025 Jan 12]. https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/sistemas-de-alerta-de-seguranca-alimentar/rasff/

Decisão (CE) 2002/994 de 20 de dezembro de 2002. Jornal Oficial da União Europeia L 348, 21.12.2002. p. 1–5, relativa a certas medidas de proteção no que diz respeito aos produtos de origem animal importados da China. Conselho da União Europeia. Bruxelas, Bélgica.

Diretiva (CE) 2001/110 de 20 de dezembro de 2001. Jornal Oficial da União Europeia L 10/47, 12.1.2002. p. 1–6, relativo ao mel. Conselho da União Europeia. Bruxelas, Bélgica.

Diretiva (UE) 2024/1438 de 14 de maio de 2024. Jornal Oficial da União Europeia Série L, 24.5.2024. p. 1–19, que altera a Diretiva 2001/110/CE do Conselho relativa ao mel. Conselho da União Europeia. Bruxelas, Bélgica.

[EC] 2020. Food fraud. European Commission; [accessed 2024 May 12] https://knowledge4policy.ec.europa.eu/food-fraud-quality/topic/food-fraud_en

[EC] 2023a. Food fraud: How genuine is your honey? European Commission; [accessed 2024 May 10]. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/food-fraud-how-genuine-your-honey-2023-03-23_en

[EC] 2023b. EU coordinated action "From the Hives" (Honey 2021-2022). European Commission; [accessed 2024 May 10]. https://food.ec.europa.eu/safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/honey-2021-2022_en#:~:text=Council%20Directive%202001%2F110%2FEC%20relating%20to%20honey%20establishes%20two,shall%20not%20exceed%205g%2F100g

[EC] 2023c. Questions and answers surrounding Honey adulteration. European Commission; [accessed 2024 May 10]. https://food.ec.europa.eu/document/download/7186ec16-8f9d-4459-b155-f424ee6c7e3e_en?filename=official-controls_food-fraud_2021-2_honey_qandas_en_0.pdf

[EC] 2024a. Honey. European Commission; [accessed 2024 May 15]. https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/honey_en?prefLang=pt

[EC] 2024b. Honey market presentation. European Commission; [accessed 2024 Jun 10]. https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/c04a9774-5ba3-41f5-b256-08396b2888ec_en?filename=market-presentation-honey_spring2024_en.pdf

[EC] 2024c. Monthly food fraud summary reports. European Commission; [accessed 2024 Jun 4]. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/food-fraud-quality/monthly-food-fraud-summary-reports_en

[EC] Date unknown. Veterinary border control. European Commission; [accessed 2024 May 15]. https://food.ec.europa.eu/animals/veterinary-border-control_en.

[FAO] 2006. Food security. Food and Agriculture Organization; [accessed 2024 May 15]. https://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitaly/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf

[FAO] 2018. A importância das abelhas na biodiversidade e sua contribuição para a segurança alimentar e nutricional. Food and Agriculture Organization; [accessed 2024 May 15]. https://www.fao.org/sao-tome-e-principe/noticias/detail-events/pt/c/1133316/

[FAO] 2020. Good beekeeping practices: Practical manual on how to identify and control the main diseases of the honeybee (*Apis mellifera*). 1st ed. Food and Agriculture Organization. Rome

[FAO] 2021. Food fraud: Intention, detection and management. Food safety technical toolkit for Asia and the Pacific. Food and Agriculture Organization; [accessed 2024 May 16]. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7e4ed289-b286-4a15-b4ef-f8780bb13c17/content

[FAO] Food and Agriculture Organization, [IFAD] International Fund for Agricultural Development, [UNICEF] United Nations Children's Fund, [WFP] World Food Programme, [WHO] World Health Organization. 2021. The state of food security and nutrition in the world 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome: FAO

[FAO] Food and Agriculture Organization, [IFAD] International Fund for Agricultural Development, [UNICEF] United Nations Children's Fund, [WFP] World Food Programme, [WHO] World Health Organization. 2023. The state of food security and nutrition in the world 2023: Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome: FAO

[FAO] 2023. The NO-honey Bar at the UNGIYF: a spotlight on non-Apis mellifera bees. Food and Agriculture Organization; [accessed 2024 May 15]. https://www.fao.org/indigenous-peoples/news-article/zh/c/1662071/

[FAO] 2024a. Hunger and food insecurity. Food and Agriculture Organization; [accessed 2024 May 10]. https://www.fao.org/hunger/en/

[FAO] 2024b. Sustainable development goals helpdesk. Food and Agriculture Organization; [accessed 2024 May 10]. https://www.fao.org/sustainable-development-goals-helpdesk/en

Fakhlaei R, Selamat J, Khatib A, Razis AFA, Sukor R, Ahmad S, Babadi AA. 2020. The Toxic Impact of Honey Adulteration: A Review. Foods. 9(11):1538. doi:10.3390/foods9111538

Florentino AP, Lima C da V, Morandini GG, Silva GC da, Morelli LM, Battistin L, Pivato MEB, Silva MSF da, Vieira MF, Canute M de S, et al. 2023. High frequency of fraud in honey without sanitary inspection illegally sold in São Paulo State. Food Science and Technology. 43:1–5. doi:10.5327/fst.0026723

García NL. 2018. The Current Situation on the International Honey Market. Bee World. 95(3):89–94. doi:10.1080/0005772X.2018.1483814

[GGP] 2020 Análise setorial: Apicultura. Gabinete de planeamento, Políticas e Administração Geral; [accessed 2024 May 10]. https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL___APICULTURA.pdf.

Gün R, Karaoğlu MM. 2024. Detection of honey adulteration by characterization of the physico-chemical properties of honey adulterated with the addition of glucose–fructose and maltose corn syrups. European Food Research and Technology. 250(8):2255–2272. doi:10.1007/s00217-024-04535-7

Halvaci E, Kozak T, Gül M, Kars H, Şen F. 2023. Bee anatomy: a comprehensive overview of bee morphology and physiology. J. of Scientific Reports-B. 8:1–19.

Instituto Adolfo Lutz. 2008. Açúcares e produtos correlatos. In: Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P, editors. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4th ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; p. 321–343.

International Honey Comission. 2009. Harmonised methods of the International Honey Commission; [accessed 2024 May 10]. https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf

Maksimov NM. 2022. Study of the operation of a centrifuge to obtain apiary wax from wax raw materials. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1045(1):012100. doi:10.1088/1755-1315/1045/1/012100

Nelson DL, Cox MM. 2014. Princípios de bioquímica de Lehninger. 6th ed. Termignoni C, Renard G, Pereira MLS, Farias SE, editors. Porto Alegre: Artmed.

Oroian M, Paduret S, Ropciuc S. 2018. Honey adulteration detection: voltammetric e-tongue *versus* official methods for physicochemical parameter determination. Journal of the Science of Food and Agriculture. 98(11):4304–4311. doi:10.1002/jsfa.8956

Papa G, Maier R, Durazzo A, Lucarini M, Karabagias IK, Plutino M, Bianchetto E, Aromolo R, Pignatti G, Ambrogio A, et al. 2022. The honey bee Apis mellifera: An insect at the interface between human and ecosystem health. Biology. 11(2):233. doi:10.3390/biology11020233

Périco E, Tiuman TS, Lawich MC, Kruger RL. 2011. Avaliação Microbiológica e Físico-química de Méis Comercializados no Município de Toledo, Pr. Rev. Ciências Exatas e Naturais. 13(3):1–18.

Pesek S, Silaghi-Dumitrescu R. 2024. The Iodine/Iodide/Starch Supramolecular Complex. Molecules. 29(3):641. doi:10.3390/molecules29030641

Raezke K-P, Jamin E, Lees M. 2018. Animal products: Honey. In: Morin J-F, Lees M, editors. Food integrity handbook: A guide to food authenticity issues and analytical solutions. France: Eurofins Analytics; 2018. p. 43–60.

Regulamento (UE) 2019/2130 de 25 de novembro de 2019. Jornal Oficial da União Europeia L 321/128, 12.12.2019, p. 1–11, que estabelece regras pormenorizadas sobre as operações a efetuar durante e após os controlos documentais, de identidade e físicos de animais e mercadorias sujeitos a controlos oficiais em postos de controlo fronteiriço. Comissão Europeia. Bruxelas, Bélgica.

Regulamento (EU) 2023/2652 de 15 de setembro de 2023. Jornal Oficial da União Europeia Série L, 28.11.2023, p 1–7, que altera e retifica o Regulamento Delegado (UE) 2022/2292 no que diz respeito aos requisitos para a entrada na União de mel, carne, produtos altamente refinados, cápsulas de gelatina, produtos da pesca e aos requisitos aplicáveis aos atestados privados, e que altera o Regulamento Delegado (UE) 2021/630 no que diz respeito aos requisitos aplicáveis aos atestados privados para produtos compostos isentos de controlos oficiais nos postos de controlo fronteiriços. Comissão Europeia. Bruxelas, Bélgica.

Regulamento (EU) 2021/405 de 24 de março de 2021. Jornal Oficial da União Europeia L 114, 31.3.2021, p. 1–49, que estabelece as listas de países terceiros ou regiões de países terceiros autorizados para a entrada na União de determinados animais e mercadorias destinados ao consumo humano. Comissão Europeia. Bruxelas, Bélgica.

Regulamento (CE) 852/2004 de 29 de abril de 2004. Jornal Oficial da União Europeia L 139, 30.4.2004, p. 1–25, relativo à higiene dos géneros alimentícios. Parlamento Europeu e Comissão Europeia.

Regulamento (EU) 2020/2235 de 16 de dezembro de 2020. Jornal Oficial da União Europeia L 442, 30.12.2020, p. 1–370, que estabelece regras de aplicação dos Regulamentos (UE) 2016/429 e (UE) 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito aos modelos de certificados sanitários, aos modelos de certificados oficiais e aos modelos de certificados sanitários/oficiais para a entrada na União e a circulação no interior da União de remessas de determinadas categorias de animais e mercadorias e à certificação oficial relativa a esses certificados. Comissão Europeia.

Ribeiro R de OR, Mársico ET, Carneiro C da S, Monteiro MLG, Júnior CC, Jesus EFO de. 2014. Detection of honey adulteration of high fructose corn syrup by Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR). Journal of Food Engineering. 2014; 135:39–43. doi:10.1016/j.jfoodeng. 03.009

Robson K, Dean M, Haughey S, Elliott C. 2021. A comprehensive review of food fraud terminologies and food fraud mitigation guides. Food Control. 120:107516. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107516

Runzel MAS, Hassler EE, Rogers REL, Formato G, Cazier JA. 2021. Designing a smart honey supply chain for sustainable development. IEEE Consumer Electronics Magazine. 10(4):69–78. doi:10.1109/MCE.2021.3059955

Salazar LN, De Freitas ABB, Da Luz MV, Bersch P, Salazar RF dos S. 2017. Caracterização físico-química de méis de diferentes localidades do Rio Grande do Sul com diferentes selos de serviços de inspeção. Ciência e Natura. 39(3):656–665.

Samukelisiwe N. 2023. Investigation of sugars in honey for authentication and detection of adulterants using selected analytical techniques. Johannesburg: University of Johannesburg.

Sá AA de SLN, Santos FA de ML. 2018. Avaliação da ocorrência de fraude em amostras de mel de abelha comercializadas em mercados públicos da cidade do Recife. Recife: Faculdade Pernambucana de Saúde.

Se KW, Wahab RA, Syed Yaacob SN, Ghoshal SK. 2019. Detection techniques for adulterants in honey: Challenges and recent trends. Journal of Food Composition and Analysis. 80:16–32. doi:10.1016/j.jfca.2019.04.001

Silva JB, Barboza AS, Lima LS, Prazeres AR, Oliveira FPM, Moraes CM. 2020. Pesquisas de fraudes em méis no Estado do Pará, Brasil. Ars Veterinaria. 36(4):230. doi:10.15361/2175-0106.2020v36n4p230-235

Soares S, Amaral JS, Oliveira MBPP, Mafra I. 2017. A comprehensive review on the main honey authentication issues: Production and origin. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 16(5):1072–1100. doi:10.1111/1541-4337.12278

Sumsion RM, June HM, Cope MR. 2023. Measuring food insecurity: The problem with semantics. Foods. 12(9):1816. doi:10.3390/foods12091816

Tsagkaris AS, Koulis GA, Danezis GP, Martakos I, Dasenaki M, Georgiou CA, Thomaidis NS. 2021. Honey authenticity: Analytical techniques, state of the art and challenges. RSC Advances. 11(19):11273–11294. doi:10.1039/D1RA00069A

Vazhacharickal PJ. 2021. A review on health benefits and biological action of honey, propolis and royal jelly. J. of Medicinal Plants Stud. 9(5):2–13

Visciano P, Schirone M. 2021. Food fraud: Global incidents and misleading situations. Trends in Food Science & Technology. 2021;114:424–442. doi:10.1016/j.tifs.2021.06.010

Zábrodská B, Vorlová L. 2014. Adulteration of honey and available methods for detection – a review. Acta Veterinaria Brno. 2014;83(10):S85–S102. doi:10.2754/avb201483S10S85

Zhang X-H, Gu H-W, Liu R-J, Qing X-D, Nie J-F. 2023. A comprehensive review of the current trends and recent advancements on the authenticity of honey. Food Chemistry: X. 2023;19:100850. doi:10.1016/j.fochx. 2023.100850

8. Anexos

Anexo 1 – Legislação relativa ao mel

Decreto-Lei nº 214/2003 de 18 de setembro – estabelece as definições, a classificação e as características do mel, bem como as regras relativas ao seu acondicionamento e rotulagem.
Decreto-Lei nº 203/2005 de 25 de novembro - estabelece o regime jurídico da atividade apícola.
Decreto-Lei nº 1/2007 de 2 de janeiro - estabelece as condições de funcionamento dos locais de extração e processamento de mel e outros produtos da apicultura destinados ao consumo humano.
Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de agosto de 2007 - estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano.
Despacho nº 4809/2016 de 08 e abril - que aprova o registo da atividade apícola e determina o período de declaração anual.
Diretiva nº 2001/110/CE de 20 de dezembro - relativa ao mel.
Diretiva (UE) 2024/1438 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de maio de 2024, que altera a Diretiva 2001/110/CE do Conselho - relativa ao mel.
Regulamento (CE) nº 178/2002/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de janeiro de 2002 - determina as normas gerais da legislação alimentar e cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos de segurança dos géneros alimentícios.
Regulamento (CE) nº 852/2004/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004 - relativo à higiene dos géneros alimentícios destinada aos operadores.
Regulamento (CE) nº 853/2004/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004 - estabelece regras específicas de higiene aos géneros alimentícios de origem animal.
Regulamento (CE) nº 1935/2004 do Parlamento Europeu e Conselho, de 27 de outubro de 2004 - relativo aos materiais e objectos destinados a entrar em contacto com os alimentos e que revoga as Diretivas 80/590/CEE e 89/109/CEE.
Regulamento (CE) nº 2073/2005 da Comissão, de 15 de novembro de 2005 - relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios.
Regulamento (CE) nº 834/2007 do Conselho, de 28 de junho de 2007 - relativo à produção e rotulagem de produtos biológicos.
Regulamento (CE) nº 1069/2009 do Parlamento Europeu e Conselho, de 21 de outubro de 2009 - define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não

destinados ao consumo humano e que revoga o Regulamento (CE) nº 1774/2002 (regulamento relativo aos subprodutos animais).

Regulamento (CE) nº 142/2011 da Comissão, de 25 de fevereiro de 2011 - define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano.

Regulamento (UE) nº 1924/2006 do Parlamento Europeu e Conselho, de 20 de dezembro de 2006 - relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos.

Regulamento (UE) nº 1169/2011 do Parlamento Europeu e Conselho, de 25 de outubro de 2011 - relativo ao fornecimento de informações ao consumidor sobre o produto.

Regulamento (UE) nº 1308/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de dezembro de 2013 - estabelece uma organização comum dos mercados dos produtos agrícolas.

Regulamento (UE) nº 2016/429 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2016 - apresenta as doenças animais transmissíveis.

Regulamento (UE) nº 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de março de 2017 - relativo aos controlos oficiais e outras atividades oficiais que visam a aplicação das legislações em matérias de géneros alimentícios e para alimentos para animais e das regras de saúde animal, fitossanidade e produtos fitofarmacêuticos.

Anexo 2 – Modelo de certificado oficial para a entrada na União de mel e de outros produtos apícolas destinados ao consumo humano (Modelo HON).

CAPÍTULO 45

MODELO DE CERTIFICADO OFICIAL PARA A ENTRADA NA UNIÃO DE MEL E DE OUTROS PRODUTOS APÍCOLAS DESTINADOS AO CONSUMO HUMANO (MODELO HON)

PAÍS					Certificado oficial para a UE	
Parte I: Descrição da remessa	I.1	**Expedidor/Exportador** Nome Endereço País	Código ISO do país	I.2	**Referência do certificado**	I.2a **Referência IMSOC**
				I.3	**Autoridade central competente**	**CÓDIGO QR**
				I.4	**Autoridade local competente**	
	I.5	**Destinatário/Importador** Nome Endereço País	Código ISO do país	I.6	**Operador responsável pela remessa** Nome Endereço País	Código ISO do país
	I.7	**País de origem**	Código ISO do país	I.9	**País de destino**	Código ISO do país
	I.8	**Região de origem**	Código	I.10	**Região de destino**	Código
	I.11	**Local de expedição** Nome Endereço País	N.º de registo/de aprovação Código ISO do país	I.12	**Local de destino** Nome Endereço País	N.º de registo/de aprovação Código ISO do país
	I.13	**Local de carregamento**		I.14	**Data e hora da partida**	
	I.15	**Meio de transporte** ☐ Avião ☐ Navio ☐ Comboio ☐ Veículo rodoviário Identificação		I.16	**Posto de controlo fronteiriço de entrada**	
				I.17	**Documentos de acompanhamento** Tipo País Referência dos documentos comerciais	Código Código ISO do país

I.18	**Condições de transporte**	☐ Ambiente	☐ De refrigeração	☐ De congelação
I.19	**Número do contentor/Número do selo** N.º do contentor	N.º do selo		
I.20	**Certificado como/para**			
	☐ Produtos destinados ao consumo humano			
I.21		I.22	☐ **Para o mercado interno**	
		I.23		
I.24	**Número total de embalagens**	I.25	**Quantidade total**	I.26 **Peso líquido total/peso bruto total (kg)**
I.27	**Descrição da remessa**			
Código NC	Espécie	Entreposto frigorífico	Tipo de embalagem	Peso líquido
		Tipo de tratamento	Número de embalagens	N.º de lote
☐ Consumidor final		Data de colheita/ produção	Instalação de fabrico	

II. Informações sanitárias	II.a Referência do certificado	II.b Referência IMSOC

Parte II: Certificação

II.1. Atestado de saúde pública

O abaixo assinado declara conhecer os requisitos aplicáveis do Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho[A], do Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho[B], do Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e do Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho e certifica que o mel e outros produtos apícolas descritos na parte I foram produzidos em conformidade com estes requisitos, em especial que:

a) provêm de (um) estabelecimento(s) registado(s) e que aplica(m) requisitos gerais de higiene e um programa baseado nos princípios da análise dos perigos e controlo dos pontos críticos (HACCP), em conformidade com o artigo 5.º do Regulamento (CE) n.º 852/2004, e é/são regularmente auditado(s) pela autoridade competente;

b) foram manuseados e, quando adequado, preparados, embalados e armazenados de forma higiénica, em conformidade com os requisitos previstos no anexo II do Regulamento (CE) n.º 852/2004;

c) satisfazem as garantias que abrangem os animais vivos e produtos deles derivados previstas nos planos de vigilância de resíduos apresentados em conformidade com o artigo 29.º da Diretiva 96/23/CE do Conselho[C], estando o mel enumerado na Decisão 2011/163/UE da Comissão[D] relativamente ao país de origem correspondente; e

d) foram produzidos em condições que garantem o cumprimento dos limites máximos de resíduos de pesticidas estabelecidos no Regulamento (CE) n.º 396/2005 do Parlamento Europeu e do Conselho[E] e dos teores máximos de contaminantes estabelecidos no Regulamento (CE) n.º 1881/2006 da Comissão[F].

Notas

Em conformidade com o Acordo sobre a Saída do Reino Unido da Grã-Bretanha e da Irlanda do Norte da União Europeia e da Comunidade Europeia da Energia Atómica, nomeadamente o artigo 5.º, n.º 4, do Protocolo relativo à Irlanda/Irlanda do Norte, em conjugação com o seu anexo 2, as referências à União Europeia no presente certificado incluem o Reino Unido no que diz respeito à Irlanda do Norte.

A Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de janeiro de 2002, que determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos géneros alimentícios (JO L 31 de 1.2.2002, p. 1).

B Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004, relativo à higiene dos géneros alimentícios (JO L 139 de 30.4.2004, p. 1).

C Diretiva 96/23/CE do Conselho, de 29 de abril de 1996, relativa às medidas de controlo a aplicar a certas substâncias e aos seus resíduos nos animais vivos e respetivos produtos e que revoga as Diretivas 85/358/CEE e 86/469/CEE e as Decisões 89/187/CEE e 91/664/CEE (JO L 125 de 23.5.1996, p. 10).

D Decisão 2011/163/UE da Comissão, de 16 de março de 2011, relativa à aprovação dos planos apresentados por países terceiros, em conformidade com o artigo 29.º da Diretiva 96/23/CE do Conselho (JO L 70 de 17.3.2011, p. 40).

E Regulamento (CE) n.º 396/2005 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de fevereiro de 2005, relativo aos limites máximos de resíduos de pesticidas no interior e à superfície dos géneros alimentícios e dos alimentos para animais, de origem vegetal ou animal, e que altera a Diretiva 91/414/CEE do Conselho (JO L 70 de 16.3.2005, p. 1).

F Regulamento (CE) n.º 1881/2006 da Comissão, de 19 de dezembro de 2006, que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios (JO L 364 de 20.12.2006, p. 5).

II. Informações sanitárias	**II.a Referência do certificado**	**II.b Referência IMSOC**

O presente certificado oficial deve ser preenchido em conformidade com as notas relativas ao preenchimento dos certificados incluídas no anexo I, capítulo 4, do Regulamento de Execução (UE) 2020/2235.

Parte I:

Casa I.11:	«*Local de expedição*»: o número de aprovação corresponde ao número de registo.
Casa I.27:	Indicar o(s) código(s) adequado(s) do Sistema Harmonizado (SH) utilizando, por exemplo, as seguintes posições: 0409, 0410, 0510, 1521, 1702 ou 2106.
Casa I.27:	Descrição da remessa:
	«*Tipo de tratamento*»: indicar «ultrassons», «homogeneização», «ultrafiltração», «pasteurização», «nenhum tratamento térmico».

Certificador

Nome (em maiúsculas)

Data Cargo e título

Carimbo Assinatura

Anexo 3 – Atestado de análises para pesquisa de cloranfenicol e de nitrofuranos e seus metabolitos (Decisão 2002/994/CE da Comissão, de 20 de dezembro de 2002, relativo as medidas de proteção no que diz respeito aos produtos de origem animal importados da China).

中华人民共和国出入境检验检疫

ENTRY-EXIT INSPECTION AND QUARANTINE OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

正 本

ORIGINAL

共 1页第 1页 Page 1 of 1

编号 No.: [redacted]

附 加 证 明

Additional Certificate

该批产品（证书号[redacted]出口前经过兽药残留特别是氯霉素和硝基呋喃代谢物（呋喃唑酮、呋喃西林、呋喃它酮、呋喃妥因、硝呋索尔）的检测，检测结果如下：

The products specified in the certificate No.[redacted]ave been tested before dispatch for the detection of residues of veterinary medicines and in particular Chloramphenicol and Nitrofurans and its metabolites. The results of the analytical tests are listed as follows.

项 目 Items	结 果 Results (μg/kg)	检测方法 Detection Method
氯霉素 Chloramphenicol	< 0.1	LC/MS/MS
呋喃唑酮 (AOZ)	< 0.5	LC/MS/MS
呋喃它酮 (AMOZ)	< 0.5	LC/MS/MS
呋喃妥因 (AHD)	< 0.5	LC/MS/MS
呋喃西林 (SEM)	< 0.5	LC/MS/MS
硝呋索尔 (DNSH)	< 0.5	LC/MS/MS

****