

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



CONTROLO OFICIAL DE MEL NO MERCADO NACIONAL

ANDRÉ FILIPE LEAL DE SOUSA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

ORIENTADORA:

Doutora Marília Catarina Leal
Fazeres Ferreira

CO-ORIENTADOR:

Doutor Pedro Miguel Marcelo Dias Nabais

2023

LISBOA
UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



CONTROLO OFICIAL DE MEL NO MERCADO NACIONAL

ANDRÉ FILIPE LEAL DE SOUSA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutora Isabel da Fonseca de Sampaio

VOGAIS:

Doutora Marília Catarina Leal
Fazeres Ferreira

Doutora Cristina Maria Riscado Pereira
Mateus Alfaia

ORIENTADORA:

Doutora Marília Catarina Leal
Fazeres Ferreira

CO-ORIENTADOR:

Doutor Pedro Miguel Marcelo Dias Nabais

2023

LISBOA

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: André Filipe Leal de Sousa

Título da Tese ou Dissertação: Controlo Oficial de Mel no Mercado Nacional

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2023

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):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- 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)

Publicação de resultados em revista científica internacional

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):

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 12 de Outubro de 2023

Assinatura: _____

Agradecimentos

Em primeiro lugar queria agradecer aos meus pais, que ao longo de todos os meus percursos sempre me apoiaram com muito esforço pessoal e apesar de todas as dificuldades. Mesmo não concordando com as minhas escolhas deram-me a liberdade para as fazer, para errar e aprender. Queria ainda agradecer-lhes por todas as batatas, cebolas, feijões entre tantas outras coisas que plantam com todo o carinho e com as quais eu recheio a mala sempre que vou a casa.

Gostaria também de agradecer aos meus professores da Universidade dos Açores, onde este capítulo da minha história começou e dos quais guardo memórias muito felizes. Com a sua disponibilidade e o seu lado humanista, tornaram-se uma segunda família que me apoiou sempre e na qual me pude ancorar em todas as adversidades. Assim, o meu agradecimento especial ao Professor Dr. Joaquim Moreira, Professor Dr. João Barcelos e Professor Dr. José Matos.

Ao Dr. Pedro Nabais da ASAE, pela sua boa disposição e pela disponibilidade que demonstrou ao incluir-me na sua equipa e no seu trabalho diário, tendo-me proporcionado um estágio rico em aprendizagens.

À Prof. Marília Ferreira, por toda a preocupação, acompanhamento e aconselhamento prestados ao longo do processo da elaboração da dissertação.

Por fim, mas não menos importante, não poderia deixar de agradecer ao André Santos que, com o seu companheirismo e apoio constante ao longo desta jornada, se tornou mais do que um amigo, um irmão mais velho.

Antes de atirar a flecha da verdade, mergulhe a ponta no mel

Resumo - “Controlo oficial do mel no mercado nacional”

O mel é uma substância natural, açucarada, produzida pelas abelhas a partir do néctar das flores ou de outras substâncias presentes nas flores. O seu processo de produção é realizado através de uma combinação de substâncias específicas das abelhas, a qual depositam, desidratam, armazenam e amadurecem nos favos da colmeia – o mel. O mel é altamente valorizado pelas suas propriedades nutricionais e medicinais, tendo sido utilizado ao longo de milhares de anos em diversos rituais e práticas medicinais. A sua composição química única faz com que seja um alimento extremamente versátil, podendo ser utilizado na culinária, na medicina e em diversos setores da indústria.

O controlo oficial do mel é importante tanto para a defesa dos consumidores quanto para a dos produtores, pois garante a qualidade e a segurança do produto, além de proteger a reputação e a qualidade do mel produzido, combatendo a concorrência desleal com produtos importados, muitas vezes de preço mais baixo.

Este trabalho tem como objetivo analisar os dados das determinações analíticas em amostras de mel recolhidas pela Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), no período de 2013 a 2021, e assim contribuir para atualizar o conhecimento existente sobre os métodos e dados disponíveis na comunidade científica.

A metodologia utilizada consistiu na análise dos resultados de 176 amostras de mel recolhidas pela ASAE e a sua comparação com a Diretiva 2001/110/CE do Conselho, de 20 de dezembro de 2001, relativa ao mel. Foram realizadas análises físico-químicas, tais como teor de água, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural, teor de açúcares redutores e sacarose. Tendo-se encontrado uma percentagem de 13,1% do total de amostras com pelo menos, uma não conformidade nos parâmetros analisados.

Os resultados obtidos permitiram um melhor conhecimento da qualidade dos méis presentes no mercado nacional e salientam a importância do controlo oficial do mel. No entanto, continua a ser necessário realizar estudos adicionais mais direcionados e utilizar outras metodologias de modo que seja possível extrapolar os resultados para novas metodologias.

Palavras-chave: Mel, Segurança Alimentar, ASAE, Controlo oficial, PNCA.

Abstract - “Official control of Honey in the National Market”

Honey is a natural sugar rich substance, produced from flower nectar and other substances by honeybees. The making process is carried out through a combination of specific honeybee produced substances, which are released, dehydrated, stored, and matured in the honeycombs by the bees. Honey is a highly valued for its nutritional and medicinal properties, having been used in various rituals and medicinal practices for thousands of years. Its unique chemical composition makes it an extremely versatile food, with medical, culinary, and various other uses.

Official control plays an unique role both for the consumer and producer protection, by ensuring the quality and safety of the product, in addition to preserve its reputation, fighting unfair competition with imported products sold at lower prices.

This study was carried out with the goal of analyse data created from analytical determinations in honey samples gathered by the Food and Economic Security Authority (ASAE), from 2013 to 2021, and thus contribute to refresh existing knowledge about the methods and data available in the scientific community.

In terms of methodology, the approach consisted in the analysis of the results obtain from 176 honey samples collected by ASAE and in the comparison of the obtained results with the Council Directive 2001/110/EC of December 20, 2001 on honey. Physical-Chemical analysis were carried out, including water content, electric conductivity, hydroxymethylfurfural levels, reducing sugar content and sucrose levels. A percentage of 13.1% of the total samples with at least one nonconformity in the analyzed parameters was found.

The results gathered allowed a better understanding of the quality of the honeys commercialized at the national level and they emphasized the need for official control of the honey commercialized. Nonetheless, more targeted studies recurring to distinct methods are required to extrapolate the results to new methodologies.

Keywords: Honey, Food safety, ASAE, Official control, PNCA.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo - “Controlo oficial do mel no mercado nacional”	iv
Abstract - “Official control of Honey in the National Market”	v
Índice.....	vi
Índice de tabelas	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de Gráficos	x
Lista de abreviaturas e siglas.....	xi
1. Estágio curricular na “ASAE”	1
2. Introdução.....	3
3. Segurança dos alimentos	3
4. Papel da ASAE na segurança e na vigilância da fraude alimentar.....	5
5. Mel – determinação e classificação	7
6. Critérios de composição dos méis.....	8
8. Outros produtos da colmeia	11
9. Legislação sobre o mel	13
10. Rotulagem.....	13
11. Importância ambiental das abelhas.....	15
12. Abelhas na monitorização de contaminantes	17
13. Doenças de declaração obrigatória na apicultura.....	18
14. Importância económica do mel	19
15. Consumo de mel.....	20
16. O que é fraude e que tipos existem.....	21
17. Porque é o mel tão suscetível à fraude?.....	22
18. Fraude no mel	22
18.1 . Diluição com diferentes xaropes de açúcar.....	24
18.2 . Colheita intencional do mel imaturo	24
18.3 . Utilização de resinas de permuta iónica	25

18.4. Mascarar e/ou rotular incorretamente a origem geográfica e/ou botânica do mel	25
19. Parâmetros de avaliação da qualidade do mel	26
19.1. Teor de água	26
19.2. Condutividade elétrica	27
19.3. Hidroximetilfurfural (HMF).....	27
19.4. Açúcares redutores e sacarose.....	30
19.5. Ácidos livres	31
19.6. Teor de matérias insolúveis na água	32
19.7. Índice diastásico.....	32
21. Material e métodos	34
22. Resultados e discussão	37
22.1. Teor de água	37
22.2. Condutividade elétrica	38
22.3. Hidroximetilfurfural	39
22.4. Açúcares Redutores	40
22.5. Sacarose	41
23. Conclusões	42
24. Considerações finais.....	43
Bibliografia.....	45

Índice de tabelas

Tabela 1. Parâmetros legislados para o mel e valores mínimos/máximos permitidos, dependendo do parâmetro (Decreto-Lei nº 214/2003 de 18 de setembro)	9
Tabela 2. Distribuição do número de amostras de mel analisadas entre 2013 e 2021 nos laboratórios da DRAL da ASAE.....	34
Tabela 3. Determinações analíticas realizadas a amostras de mel nos laboratórios da DRAL da ASAE entre 2013 e 2021, e número de amostras identificadas.....	35

Índice de figuras

Figura 1. Denominações de Origem Protegida do mel reconhecidas em Portugal, Programa Apícola Nacional	10
Figura 2. Estrutura química do a) 5-hidroximetilfurfural.....	28
Figura 3. Quadro resumo dos efeitos provocados pelo HMF	29
Figura 4. Módulos ilustrativos de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência	36

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Consumo humano de mel per capita (kg/hab) em Portugal	20
Gráfico 2. Variação da concentração relativa de HMF em função do tempo e da temperatura da fase de aquecimento isotérmico	28
Gráfico 3. Resultados do teor de água	37
Gráfico 4. Resultados da condutividade elétrica	38
Gráfico 5. Resultados do hidroximetifurfural	39
Gráfico 6. Resultados dos açúcares redutores	40
Gráfico 7. Resultados da sacarose	41

Lista de abreviaturas e siglas

ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

AAC FF - Sistema de Assistência e Cooperação Administrativa à Fraude Alimentar

CE - Comissão Europeia

DOP - Denominação de Origem Protegida

DRAL - Departamento de Riscos Alimentares e Laboratórios

EFTA — Associação Europeia de Comércio Livre (que abrange a Islândia, o Listenstaine, a Noruega e a Suíça)

ETG - Especialidade Tradicional Garantida

FFN - Food Fraud Network

HACCP - Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos

HAP- Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

IGP - Indicação Geográfica Protegida

IPSS - Instituição Particular de Solidariedade Social

PNCA - Plano Nacional de Colheita de Amostras

PNCPI - Plano Nacional de Controlo Plurianual Integrado

PNFA - Plano Nacional de Fiscalização Alimentar

POPFAA - Plano Operacional de Práticas Fraudulentas da Área Alimentar

RASFF - Rapid Alert System for Food and Feed

UE - União Europeia

1. Estágio curricular na “ASAE”

O meu estágio em segurança alimentar decorreu na ASAE, no Departamento de Riscos Alimentares e Laboratoriais (DRAL), onde tive a oportunidade de colaborar com profissionais de diferentes bases académicas, numa equipa polivalente e preparada para a resolução de diferentes problemas, criando um apoio em tudo o que fosse necessário.

Resumidamente, o estágio no departamento de Riscos Alimentares incluiu ajudar a identificar e avaliar os riscos potenciais para a segurança alimentar, contribuir para o desenvolvimento de medidas de controlo de risco, análise dos resultados do laboratório, e análise dos rótulos para elaboração do respetivo relatório.

O estágio iniciou-se com a participação numa formação de futuros inspetores, na qual tive a oportunidade de assistir aos conteúdos da formação sobre segurança alimentar. Nesta formação foram revistas e aprofundadas muitas das matérias aprendidas na faculdade nas unidades curriculares de Inspeção, Saúde Pública, Tecnologias e Higiene e Segurança Alimentar, mas também tive a oportunidade de perceber melhor como funciona, de facto, a prática inspetiva. A formação de inspetores da ASAE é um programa que visa preparar os futuros inspetores, para desempenhar as suas responsabilidades como inspetores de segurança alimentar e económica. Durante a formação, os formandos aprendem sobre as leis e regulamentos relacionados com a segurança alimentar e económica, bem como sobre as técnicas e ferramentas necessárias para realizar inspeções eficazes e garantir que os produtos comercializados no mercado sejam seguros e de boa qualidade. No decorrer do estágio, tive a oportunidade, ainda, de assistir a outras formações dadas em período laboral aos trabalhadores.

Para além disso, participei no Plano Nacional de Colheita de Amostras (PNCA) de norte a sul do país, recolhendo os produtos pré-estabelecidos de Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS), no âmbito de um acordo estabelecido entre a ASAE e as IPSS para monitorizar o cumprimento dos requisitos estabelecidos aos fornecedores, tendo a oportunidade de aprender, para cada produto, a quantidade e o acondicionamento correto das amostras, de forma a que chegassem ao laboratório com todos os requisitos necessários. O Plano Nacional de Recolha de Amostras é um programa da ASAE, que visa garantir a qualidade e a segurança dos produtos comercializados no mercado português. Como parte deste programa, a ASAE realiza inspeções e recolhe amostras de produtos alimentares e outros produtos comercializados no mercado, de forma a avaliar se estes cumprem as normas e

regulamentos aplicáveis em matéria de segurança alimentar e económica. Se forem encontradas irregularidades, a ASAE pode tomar medidas adequadas, tais como a proibição da comercialização do produto ou a imposição de multas, dando, ainda, informações sobre os produtos com maior ou menor risco, permitindo estabelecer quais os produtos a ter em atenção e recolher em maior ou menor quantidade no futuro.

Paralelamente, aprendi os procedimentos a ter em conta e a elaborar pareceres técnicos de exames periciais sobre alguns alimentos e produtos no âmbito da análise técnica de produtos apreendidos por outras entidades policiais e que foram enviados diretamente para o DRAL.

Mais ainda, pude elaborar um parecer técnico de suplementos vendidos online, propostos pelo próprio, na sequência de uma irregularidade detetada no âmbito de alegações de saúde que me permitiu colocar à prova alguns dos conhecimentos adquiridos durante as formações obtidas. Estes pareceres requerem um conhecimento sobre a legislação em vigor e uma pesquisa detalhada sobre o tema, levando a uma melhor consolidação e aprofundamento dos conhecimentos.

Acresce, ainda, a análise de rótulos, essencialmente, de azeite, bebidas alcoólicas e mel, sendo uma forma de garantir que as informações contidas nos rótulos estejam corretas e de acordo com os padrões regulamentares. Além disso, é importante verificar se o produto atende aos requisitos de qualidade e segurança alimentar, pelo que são feitas análises nos laboratórios do DRAL.

Particpei na elaboração de artigos científicos e análise de dados, nomeadamente sobre Fumonisinias em alimentos contendo milho e Norovírus em morangos, para perceber qual a dose mínima infecciosa.

O estágio permitiu-me conhecer o dia a dia de um laboratório, constituído por laboratório de bioquímica, laboratório de microbiologia e laboratório de análise sensorial. No laboratório de análise sensorial foi possível conhecer uma sala de provadores, analisar vinhos e azeites, percebendo o que se procura. Tive, ainda, a oportunidade de acompanhar uma formação dada aos trabalhadores de algumas IPSS sobre segurança alimentar ministrada por profissionais da ASAE, com o objetivo de qualificar e melhorar o desempenho dos manipuladores de alimentos destas IPSS.

2. Introdução

Há muito que o mel é considerado um alimento saudável e um produto com propriedades terapêuticas. Por esta razão, há a necessidade de proteger os consumidores da possível rotulagem enganosa de mel inferior.

O mel é composto, principalmente, por frutose e glucose, mas também contém uma variedade de componentes menores, tais como ácidos orgânicos, aminoácidos, enzimas, minerais, ácidos fenólicos e flavonoides (White et al. 1975).

Sendo um alimento muito valorizado e apreciado pelo consumidor, na medida em que é um produto tido como saudável e natural, usado como uma alternativa mais saudável ao açúcar refinado e sendo considerado um aliado no combate a certas doenças, nomeadamente pelas tradicionais “mezinhas”, o seu valor comercial é relativamente alto, o que leva a que seja atrativo para fraude, sendo, assim, necessário proteger os consumidores de méis de baixa qualidade ou adulterados. A fraude pode ser efetuada de diversas formas como seja a diluição com xaropes de açúcar, colheita intencional de mel imaturo, utilização de resinas de permuta iónica e, ainda, mascarado ou rotulado incorretamente a propósito da origem geográfica e/ou botânica do mel (Raezke et al. 2018).

O rigoroso controlo de qualidade dos produtos alimentícios, especialmente do mel, tem uma importância crescente nos dias de hoje, na medida em que agrega valor aos produtores, aumenta o valor comercial dos produtos e permite atender aos altos requisitos de qualidade exigidos pelos consumidores. Além disso, deve-se combater a concorrência desleal, a qual pode desestabilizar os mercados e prejudicar as economias regionais e nacionais.

3. Segurança dos alimentos

A Segurança Alimentar é um tema cada vez mais relevante, face ao aumento da procura por uma melhor qualidade de vida e consciencialização dos consumidores quanto ao direito de adquirir produtos seguros para a saúde.

Quando se trata de alimentos, há vários perigos a ter em conta, sendo provavelmente os mais expressivos os perigos biológicos, os perigos físicos e os perigos químicos (ASAE nd. a). Os perigos biológicos são os que constituem maior risco para a segurança dos alimentos, já que cerca de 90% das doenças transmitidas por alimentos (ASAE nd. a), podem ser bactérias, parasitas, vírus ou príões. A maioria desses microrganismos é eliminada quando os alimentos são expostos a altas temperaturas, de modo que os casos de doença ocorrem com mais frequência, quando os alimentos

são contaminados após o processamento térmico ou quando ingeridos crus (Silva 2019). Não sendo o mel processado termicamente constitui, então, um produto suscetível. Os perigos físicos são todos os objetos estranhos nos alimentos. Esses materiais podem ser osso ou fragmentos de madeira, vidro ou metal que podem ter efeitos imediatos quando ingeridos, causando danos gastrointestinais e/ou asfixia (ASAE nd. b). Produtos químicos, que podem estar presentes em alimentos como resultado da adição ou contaminação em qualquer ponto durante a produção, processamento ou transporte de alimentos (ASAE nd. a), constituem um perigo químico. Entre os vários perigos químicos, podem ser listados pesticidas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e metais pesados. Nesse caso, a doença é muitas vezes causada pela acumulação dessas substâncias no organismo, o que é problemático a longo prazo e pode levar a alterações hormonais, doenças várias ou mesmo cancro (Mahmoudi et al. 2016).

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) em 1996 definiu que segurança alimentar ocorre “quando todas as pessoas têm acesso físico, social e económico em todos os momentos a alimentos adequados, seguros e nutritivos para atender às suas necessidades e preferências alimentares, para uma vida ativa e saudável” (FAO 1996). Defra (2006) vai mais longe e define vários níveis de segurança alimentar como sejam a segurança alimentar individual ou familiar relacionada ao poder de compra, que é determinado pelo poder económico, acesso a recursos e acessibilidade dos alimentos; a segurança alimentar regional, tendo em conta que as regiões são dependentes das principais rotas de distribuição de alimentos; a segurança alimentar por país/bloco comercial que tem que ver com a capacidade de um país ou bloco comercial consumir alimentos suficientes, mesmo com graves interrupções na cadeia de abastecimento; e a segurança alimentar global, onde os produtores mundiais de alimentos atendem à demanda global e garantem a capacidade dos sistemas globais de comércio e distribuição responderem com eficiência e eficácia. Os fatores interligados que compõem a segurança alimentar também afetam as oportunidades para crimes alimentares. Tal pode acontecer devido a catástrofes naturais ou a guerras, como a atual guerra na Ucrânia que levou a um maior cuidado com os alimentos importados daquele país, como de outros países, na exportação de cereais (Jagtap et al. 2022).

Os perigos associados à produção de mel estão intimamente relacionados com o espaço físico da sua produção e com os equipamentos utilizados para o manusear, nomeadamente perigos químicos devidos ao uso de pesticidas perto do apiário ou más práticas no momento da cresta, que podem aumentar o teor de água e de

hidroximetifurfural (HMF) no mel; perigos microbiológicos como esporos de *C. botulinum* ou fermentações devidas a má prática alimentar das abelhas; e perigos físicos devidos aos equipamentos e utensílios utilizados no processamento do mel (ASAE nd c).

Os contaminantes ambientais, pesticidas, metais pesados, substâncias radioativas, e as bactérias estão presentes no ar, água, solo e plantas e são transportados pelas abelhas até à colmeia. Por outro lado, os poluentes utilizados nas práticas apícolas incluem acaricidas para o controlo de ácaros parasitas (principalmente varroa), repelentes de abelhas para facilitar na colheita de mel, inseticidas para controlo da traça da cera e pequenos besouros, e antibióticos.

Uma vez que altos níveis de microrganismos nos alimentos ou a sua disseminação podem causar doenças ou distúrbios aos consumidores, é essencial controlar a contaminação dos produtos alimentares. Embora seja impossível eliminar todos os perigos dos alimentos que consumimos, é necessário tê-los sob controlo e por isso todas as empresas da indústria alimentar recorrem a sistemas de autocontrolo baseados no sistema HACCP (Silva 2019).

Sendo o mel um alimento de consumo generalizado e crescente em todo o mundo, a sua qualidade, genuinidade e a segurança do seu consumo devem estar garantidas.

4. Papel da ASAE na segurança e na vigilância da fraude alimentar

A ASAE (Autoridade de Segurança Alimentar e Económica) é a entidade portuguesa responsável por garantir a segurança, a qualidade e a rastreabilidade dos alimentos produzidos e comercializados em Portugal. No que diz respeito ao mel, a ASAE tem como objetivo assegurar que os produtores cumpram com os requisitos legais e que os consumidores tenham acesso a mel de alta qualidade. Para isso, a ASAE realiza várias atividades de controlo, tais como a fiscalização dos produtores e a análise laboratorial das amostras de mel para garantir que cumprem com os requisitos legais em termos de qualidade e segurança do alimento.

O mercado único europeu impõe certos desafios na proteção da saúde e na defesa dos interesses dos consumidores, devendo estes estar assegurados por meios eficazes. Neste sentido, foi aprovado o Regulamento (UE) 2017/625 de 15 de março de 2017, relativo aos controlos oficiais e outras atividades oficiais que visam assegurar a aplicação da legislação em matéria alimentar de géneros alimentares.

A ASAE é um serviço de administração direta do Estado, dotado de autonomia administrativa, dependendo hierarquicamente do ministério da Economia e do Mar. É a

autoridade administrativa nacional especializada no âmbito da segurança alimentar e da fiscalização económica e é, também, a autoridade nacional de coordenação do controlo oficial dos géneros alimentícios e o organismo nacional de ligação com outros Estados membros. É responsável pela avaliação e comunicação dos riscos na cadeia alimentar, bem como pela disciplina do exercício das atividades económicas nos setores alimentar e não alimentar, mediante a fiscalização e prevenção do cumprimento da legislação reguladora das mesmas. Assegura a execução e garante o cumprimento do controlo das regras gerais de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios (Regulamento (CE) nº 852/2004), e das regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal (Regulamento (CE) nº 853/2004), ou seja, conforme disposto nos artigos 2º e 5º, ambos do Decreto-Lei nº 113/2006, alterado pelo Decreto-Lei nº 223/2008, é responsável por fiscalizar toda a cadeia alimentar desde a produção primária, indústria e retalho (incluindo o e-commerce) para além das competências atribuídas pelos demais diplomas legais nacionais (ASAE nd. c).

Como entidade gestora de risco, a ASAE atua em duas frentes: preventiva (proativa) e repressiva (reativa).

Num contexto proativo desenvolvem-se ações de controlo planeadas segundo 2 planos, o Plano Nacional de Fiscalização de Alimentos (PNFA), com implementação de ações oficiais de controlo e inspeção e monitorização; e o Plano Nacional de Colheita de Amostras (PNCA) que inclui ações oficiais de controlo, amostragem planeada e análise de produtos alimentares colocados no mercado (ASAE nd. c).

Ao nível do controlo, atua de uma forma reativa, através do desencadeamento de ações de verificação, inspeção e amostragem no âmbito do RASFF ou outras redes de troca de informações, denúncias/reclamações ou resultante de indicação da Direção com base em investigações efetuadas.

O PNFA e o PNCA são elaborados anualmente com base no risco alimentar, tendo em conta o previsto no Decreto n.º 2007/363/CE, fazendo ainda parte integrante do Plano Nacional de Controlo Plurianual Integrado (PNCPI) dando assim cumprimento ao disposto no artigo 42º do Regulamento (CE) nº 882/2004.

Como agência de polícia criminal, a ASAE desenvolveu o Plano Operacional de Práticas Fraudulentas na Área Alimentar (POPFAA). Os fatores determinantes da fraude alimentar são, quase sempre, crimes económicos com fins lucrativos. A fraude alimentar ocorre quando o potencial de lucro económico é alto e o risco de ser detetado é baixo.

A fraude alimentar inclui situações de falsificação de alimentos, fraude de mercadorias, contrafação ou apropriação indevida de designações como DOP/IGP/ETG.

O POPFAA visa verificar a existência de fraude alimentar em todo o circuito comercial, salvaguardar a defesa e os interesses dos consumidores e assegurar a livre prática e a concorrência leal entre os operadores (ASAE nd. d).

O sistema AACFF (Sistema de Assistência e Cooperação Administrativa à Fraude Alimentar) permite que os países da UE troquem dados, de forma estruturada, sobre não conformidades com a legislação de géneros alimentícios e alimentos e rações.

Os conceitos de segurança dos alimentos, qualidade alimentar, defesa alimentar e fraude alimentar inserem-se no contexto da proteção alimentar, tendo em conta que os quatro pilares do sistema, embora distintos, trabalham todos para um só objetivo: a proteção do consumidor (Spink and Moyer 2011).

O Plano Nacional de Colheita de Amostras (PNCA) destina-se a assegurar e verificar se os produtos alimentares colocados no mercado não põem em causa a segurança e a saúde humana, e a garantir que os consumidores beneficiem de uma informação correta e adequada através dos rótulos dos produtos. Na estrutura do PNCA estão incluídos o planeamento, a execução, a monitorização e a avaliação dos dados obtidos (ASAE nd. f).

A informação obtida através dos resultados do PNCA, elaborado anualmente de acordo com o risco associado aos grupos de alimentos, permite a avaliação da segurança dos consumidores. Da mesma forma, através da inspeção da cadeia alimentar a montante, a causa da não conformidade pode ser identificada e assim evitar a reincidência (ASAE nd. f).

5. Mel – determinação e classificação

Segundo o Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro, anexo I, o mel é a substância açucarada natural produzida pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* a partir do néctar de plantas, ou das secreções provenientes de partes vivas das plantas, ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam por combinação com substâncias específicas próprias, depositam, desidratam, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colmeia.

O mel pode classificar-se quanto à origem ou em função do modo de produção e/ou apresentação (Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro):

a) Consoante a origem:

- Mel de néctar ou mel de flores - mel obtido a partir do néctar das plantas;
- Mel de melada - mel obtido principalmente a partir de excreções de insetos sugadores de plantas (*Hemiptera*) que ficam sobre as partes vivas das plantas, ou de secreções provenientes de partes vivas das plantas.

b) Consoante o modo de produção e/ou de apresentação:

- Mel em favos: mel armazenado pelas abelhas nos alvéolos operculados de favos construídos pelas próprias abelhas, de folhas finas de cera gravadas, realizadas exclusivamente com cera de abelha e que não contenham criação; pode ser vendido em favos inteiros ou em seções de favos;
- Mel com pedaços de favos: mel que contém um ou vários pedaços de mel em favos;
- Mel escorrido: mel obtido por escorrimento de favos desoperculados que não contenham criação;
- Mel centrifugado: mel obtido por centrifugação de favos desoperculados que não contenham criação;
- Mel prensado: mel obtido por compressão de favos que não contenham criação, sem aquecimento ou com aquecimento moderado de 45 °C, no máximo;
- Mel filtrado: mel obtido por um processo de eliminação de matérias orgânicas ou inorgânicas estranhas à sua composição, que retira uma parte importante do pólen.

Existe, também, o mel para uso industrial, o qual é próprio para usos industriais ou como ingrediente de outros géneros alimentícios transformados, podendo apresentar sabor ou cheiro anormal, ter começado a fermentar, ter já fermentado ou ter sido sobreaquecido.

6. Critérios de composição dos méis

O mel é constituído essencialmente por diversos açúcares, predominando os monossacarídeos glucose e frutose que representam cerca de 80%, e os dissacarídeos sacarose e maltose apenas 10% da quantidade total, assim como por outras substâncias tais como ácidos orgânicos, enzimas e partículas sólidas provenientes da sua colheita (Decreto-Lei nº 214/2003).

A cor do mel pode variar de uma tonalidade quase incolor a castanho-escuro. No que respeita à consistência, pode apresentar-se fluido, espesso ou parcial ou totalmente cristalizado. O sabor e o aroma variam consoante a origem vegetal.

Quando comercializado como tal ou quando utilizado em qualquer produto destinado ao consumo humano, não pode ter sido adicionado ao mel nenhum ingrediente ou aditivo alimentar.

O mel deve estar isento, na medida do possível, de matérias orgânicas ou inorgânicas estranhas à sua composição e, exceto nos casos previstos no Decreto-Lei 214/2003, Anexo I, não deve apresentar sabores ou cheiros estranhos, nem ter começado a fermentar, nem apresentar uma acidez modificada artificialmente, nem ter sido aquecido de modo que as enzimas naturais sejam destruídas ou consideravelmente inativadas. De igual modo, não pode ser retirado ao mel o pólen nem nenhum dos seus constituintes próprios, exceto quando tal for inevitável no processo de eliminação de matérias orgânicas ou inorgânicas estranhas.

Quando comercializado como tal ou quando utilizado em qualquer produto destinado ao consumo humano, o mel deve obedecer a critérios de composição (Tabela 1)

Tabela 1. Parâmetros legislados para o mel e valores mínimos/máximos permitidos, dependendo do parâmetro (Decreto-Lei nº 214/2003 de 18 de setembro)

<i>Parâmetros</i>	<i>Valores</i>
<u>Água</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo de 20% para os méis em geral • Máximo de 23% para méis de urze (<i>Calluna</i> spp.) e mel para uso industrial • Máximo de 25% para mel de urze para uso industrial
<u>Condutividade elétrica</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo 0,8 mS/cm • Mínimo 0,8 mS/cm em mel de melada, mel de flores de castanheiro e misturas desses méis
<u>Hidroximetilfurfural (HMF)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo de 40 mg/kg para o mel em geral • 80 mg/kg mel de origem declarada de regiões de clima tropical e misturas desses méis
<u>Açúcares redutores (Frutose + Glucose)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 60 g/100 g de mel (mel de néctar) • Mínimo de 45 g/100 g de mel (mel de melada e misturas de mel de melada e mel de néctar)
<u>Sacarose</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo 5 g/100 g de mel para os méis em geral • Máximo 10 g/100 g para <i>Robinia pseudoacacia</i> (falsa acácia), <i>Medicago sativa</i> (luzerna ou alfalfa), <i>Banksia menziesii</i> (Mensies Banksia), <i>Hedysarum</i> (hedisaro), <i>Eucalyptus camadulensis</i>, <i>Eucryphia lucida</i>, <i>Eucryphia milliganii</i>, <i>Citrus</i> spp. (citrinos)
<u>Ácidos livres</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo de 50 miliequivalentes de ácidos por kg de mel. • 80 meq/kg para o mel para uso industrial

<u>Índice diastásico (escala de Schade)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo de 8 unidades de Schade para o mel em geral • Mínimo 3 unidades de Schade se mel para uso industrial, mel com baixo teor de enzimas e mel cujo teor de HMF não seja superior a 15 mg/kg
<u>Matérias insolúveis na água</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo de 0,1 g/100 g de mel para todos os méis • Mínimo de 0,5 g/100 g para mel prensado

7. Mel com Denominação de Origem Protegida

A Denominação de Origem Protegida (DOP), é uma denominação que identifica um produto originário de um local ou região determinada, cuja qualidade ou características se devem essencial ou exclusivamente ao meio geográfico específico, incluindo os seus fatores naturais e humanos, e cujas fases de produção têm todas lugar na área geográfica delimitada.

Na Figura 1, é possível verificar as 9 Denominações de Origem Protegida do mel reconhecidas em Portugal.

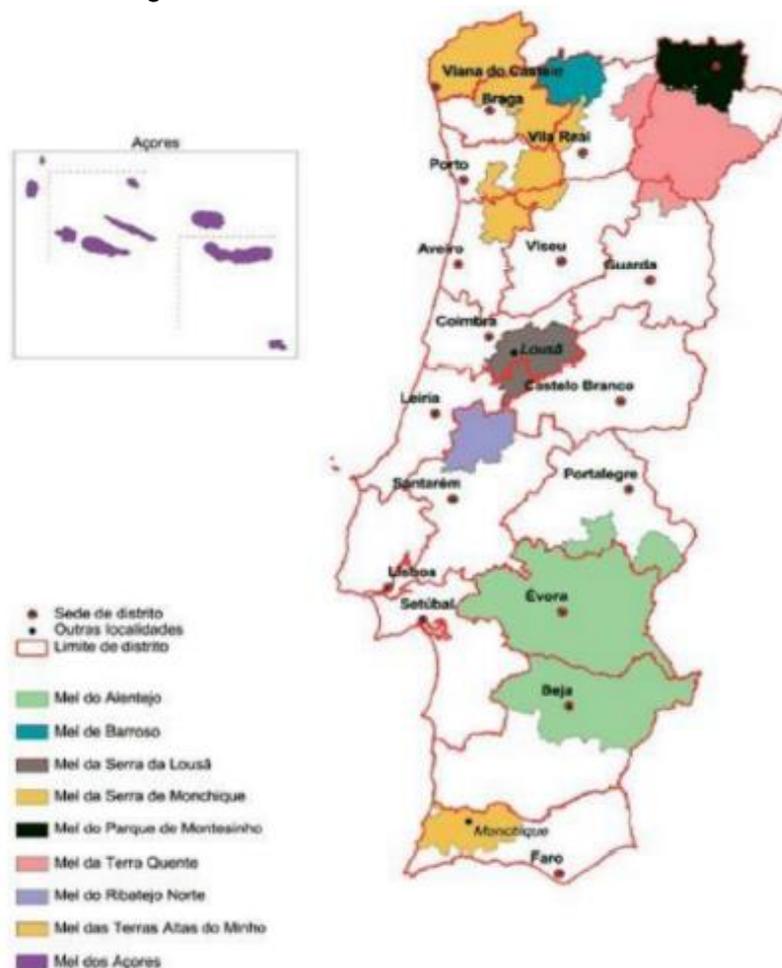


Figura 1. Denominações de Origem Protegida do mel reconhecidas em Portugal. Programa Apícola Nacional 2020-2022 (GGP 2019)

A atribuição da denominação DOP, obriga a que o mel seja produzido de acordo com as regras estipuladas no Caderno de Especificações, o que inevitavelmente faz com que estes méis apresentem preços mais elevados.

O Regulamento da União Europeia nº 1151/2012 de 21 de novembro, estabelece o quadro jurídico relativo aos regimes de qualidade dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios e inclui a proteção das Indicações Geográficas e Denominações de Origem Protegida dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios.

Segundo o Programa Apícola Nacional 2020-2022 (GPP 2019), no período entre 2014 e 2017, verificou-se um decréscimo na produção de méis DOP, apesar de ter sido aprovado em 2015 mais um mel com denominação de origem na região do Ribatejo. De todos, apenas os Mel da Serra da Lousã, Mel de Barroso DOP e Mel dos Açores tiveram produção em 2017. O Mel dos Açores é o que mais produziu com 15 000 kg em 2017, seguido do Mel da Serra da Lousã com 6 581 kg e do Mel de Barroso com cerca de 2 560 kg produzidos, em 2017.

Dos dados disponíveis relativos à produção nacional de méis DOP, constata-se que as quantidades de méis certificados comercializados não têm vindo a aumentar, talvez mesmo esteja a acontecer o inverso, tal como o seu peso no cômputo global da produção nacional de mel, que já de si tem um peso muito pouco relevante, não chegando a 1% (GPP 2019).

8. Outros produtos da colmeia

As colmeias oferecem diversos produtos que podem e devem ser desenvolvidos e que possuem interesse e valor comercial. Os usos dos produtos apícolas são amplos e variados, seja para fins alimentícios, cosméticos e terapêuticos além da apiterapia, metodologia que vem crescendo na sociedade ocidental (GPP 2019).

A procura de outros produtos da colónia (Geleia Real, Pólen, Própolis) pelas diversas indústrias, tem sido crescente, e resultado da oferta reduzida no país, tem sido necessário recorrer a produtos importados (GPP 2019).

A própolis é uma substância resinosa libertada pelas plantas para proteger gomos ou feridas, que as abelhas recolhem, e à qual adicionam secreções glandulares, convertendo a substância inicial num produto fundamental para a colónia. É usada para revestir favos, mumificar cadáveres e fortificar certas partes da colmeia para estabilizar a temperatura e a humidade. A indústria farmacêutica, cosmética e a apiterapia são os principais consumidores deste produto, destacando-se o mercado de própolis na União Europeia (Alemanha, Itália e França), Suíça, Japão e Estados Unidos.

As abelhas adicionam néctar e secreções glandulares ao pólen recolhido das flores e formam pequenos grânulos que carregam nas patas. Na colmeia o pólen é usado para alimentar as larvas. Na sua composição química constam aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas, que são utilizados em diversas terapias, sendo crescente a sua procura na indústria alimentar de produtos dietéticos e suplementos alimentares (GPP 2019)

Há apicultores que comercializam rainhas para outras colmeias; da mesma forma, a partir de desdobramentos de colmeias, o apicultor pode produzir novos enxames (pequenas colmeias de 4 a 5 quadros). A procura de enxames tem aumentado, em virtude, entre outros fatores, da instalação de novas explorações apícolas (GPP 2019).

O veneno das abelhas melíferas quando o têm, a apitoxina, é uma toxina natural secretada de uma glândula venenosa específica localizada no abdómen das abelhas, e é injetada através do ferrão. O veneno da abelha consiste numa mistura de péptidos desgranuladores de mastócitos, moléculas orgânicas simples, proteínas, peptídeos e outros elementos bioativos. Em particular, o veneno da abelha contém polipéptidos, tais como melitina, apamina, aminas, como histamina, serotonina, dopamina e norepinefrina, e enzimas, como fosfolipase, hialuronidase, e histidina descarboxilase. A melitina é um peptídeo formado por 26-aminoácidos que é o principal componente do veneno de *A. mellífera* e representa 40-60% do veneno seco. Tem sido intensamente estudada tendo em vista perceber o seu potencial farmacológico. Os estudos realizados têm mostrado resultados interessantes nomeadamente como anti-inflamatório, anti-alérgico e anti-tumoral. Fatores ecológicos (temperatura, fase de floração e local) podem influenciar a composição e diversidade do peptídeo e o peso do veneno da abelha (Kunitz 2015).

As atividades apícolas prestam ainda um serviço, talvez menos conhecido mas não menos importante – a polinização. A polinização está associada à continuidade dos ecossistemas, à conservação da biodiversidade da flora e ao aumento da produção agrícola, nomeadamente em culturas que produzem grão, sementes e frutos. Os benefícios deste serviço traduzem-se no aumento do valor comercial e do tempo de conservação dos frutos, e no teor de óleo das sementes, entre outros. Os aumentos de produtividade podem variar de 37% (girassol) a 500% (cebola) (GPP 2019).

O uso de colmeias para serviços de polinização ainda é pouco comum em Portugal, com apenas alguns apicultores de maior dimensão a celebrarem contratos de polinização.

9. Legislação sobre o mel

De acordo com o Decreto n.º 1/2007 de 2 de janeiro de 2007, que regulamenta as condições de higiene e processamento de mel e outros produtos apícolas para consumo humano, e que complementa os Regulamentos (CE) n.º 852/2004 e o Regulamento n.º 853/2004 ambos de 29 de abril, o mel ou outros produtos apícolas para consumo humano "serão comercializados apenas se provenientes de unidades de produção primária ou estabelecimentos aprovados". As unidades de produção primária devem estar registadas na Direcção-Geral da Alimentação e Veterinária (DGAV). Estas unidades e estabelecimentos de extração ou processamento de mel e outros produtos apícolas devem cumprir os requisitos de instalação, funcionamento e licenciamento descritos no Anexo I do Regulamento (CE) n.º 852/2004. Em Portugal, como em todo o espaço europeu, o Regulamento (CE) n.º 1881/2006, alterado pelo Regulamento (CE) n.º 2023/465, fixa os teores máximos de certos contaminantes permitidos nos géneros alimentícios, onde se inclui o mel.

O Regulamento n.º 2019/6 de 11 de dezembro de 2018 sobre medicamentos veterinários prevê um procedimento comunitário para estabelecer limites máximos de resíduos para medicamentos veterinários em alimentos de origem animal e implementa um procedimento de avaliação de segurança na União Europeia. O Regulamento (CE) n.º 37/2010 da Comissão, de 22 de dezembro de 2009, prevê a classificação dos LMR (Limites Máximos de Resíduos) em alimentos de origem animal, incluindo para o mel apenas limites para Produtos antiparasitários e anti ectoparasitas (Amitraze, 20 µg/kg mel e Cumafos, 100 µg/kg mel).

A proteção das abelhas está prevista na Estratégia da União Europeia para a proteção e o bem-estar dos animais 2012-2015 (2012) ao abrigo do Regulamento (UE) 2016/429 do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de março de 2016. Os requisitos previstos visam prevenir e controlar algumas pragas e doenças das abelhas, como o escaravelho da colmeia (*Aethina tumida*) e o ácaro *Tropilaelaps*, que podem ser disseminados através do movimento das abelhas e do comércio de colmeias, plantas e frutos. Por sua vez, o Regulamento n.º 2020/692 de 30 de janeiro, indica requisitos de saúde animal que se aplicam à importação de abelhas vivas e espécies do género *Bombus* spp., para prevenção da entrada de doenças apícolas exóticas na União Europeia.

10. Rotulagem

A rotulagem de um alimento é um ponto importante não só do ponto de vista comercial e de rastreabilidade, mas também do ponto de vista do consumidor já que

fornece informação sobre o teor e composição dos alimentos, pertinente para que os consumidores possam fazer escolhas conscientes sobre os produtos que consomem. As regras gerais de rotulagem de alimentos estabelecidas no Regulamento (UE) nº 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2011, aplicam-se igualmente ao mel.

A verificação da rotulagem correta é um dos principais focos da ASAE e, entre outros, deve também verificar se as alegações de saúde, quando existam, não são enganosas para o consumidor. Através do PNCA, a ASAE reforçou o controlo sobre a rotulagem dos produtos no mercado.

O artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro, determina que, na rotulagem dos produtos abrangidos pelo decreto-lei, no caso o mel, deve figurar a indicação do país ou países de origem em que o mel foi colhido. Constitui exceção a esta regra o mel originário de um ou vários Estados membros ou países terceiros, caso em que se pode apenas referir “mistura de méis CE”, “mistura de méis não CE” ou “mistura de méis CE e não CE”.

Por este motivo, o decreto-Lei nº2/2021 de 7 de janeiro, considerando a preocupação de garantir a estreita relação entre a qualidade do mel e a sua origem, pretende uma completa e adequada informação a prestar aos consumidores, afastando potenciais casos de indução em erro relativamente à qualidade do produto. Assim, para uma informação uniforme, transparente, detalhada e fidedigna sobre a origem do mel, de forma a possibilitar ao consumidor uma escolha informada, existe a obrigatoriedade de, nos rótulos de embalagens de mel embalado em território nacional e que seja obtido por misturas de méis de vários países de origem, ser explicitado o país de origem de cada fração da mistura.

No rótulo das embalagens de mel devem constar as seguintes informações (Decreto-Lei n.º 560/99 de 18 de dezembro):

- Denominação de venda, constituída pela palavra “mel” isolada ou acompanhada pela sua classificação;
- Nome da empresa ou denominação social e morada do produtor, importador, embalador ou vendedor;
- Quantidade líquida, expressa em gramas ou quilogramas;
- Data de durabilidade mínima;
- Número de registo;

- País de origem e, no caso de o mel ser originário de um ou vários Estados membros ou países terceiros, ter indicação de: “mistura de méis CE”, “mistura de méis não CE” ou “mistura de méis CE e não CE”.

Podem, ainda, constar na rotulagem, menções facultativas tais como:

- Região de origem, se o produto for proveniente inteiramente de uma determinada região, exceto para mel filtrado e industrial, como por exemplo Mel da Terra Quente, Mel do Alentejo ou ainda Mel da Serra de Monchique;

- Plantas melíferas predominantes da área onde o apiário estiver implantado e se estas apresentarem características organolépticas, físico-químicas e microscópicas próprias de tal origem, como por exemplo, Mel de urze, Mel de eucalipto ou, ainda, Mel de laranjeira;

- Critérios de qualidade específicos.

11. Importância ambiental das abelhas

As abelhas domésticas e selvagens constituem o grupo mais importante de polinizadores tendo um papel fundamental em ecossistemas naturais e agrícolas, o qual é cada vez mais estudado e valorizado.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que 71 das 100 culturas que fornecem 90% dos alimentos do mundo são polinizadas por abelhas. A maioria das culturas cultivadas na UE depende de insetos para polinização. Além do valor fundamental da polinização para a manutenção da biodiversidade, o valor monetário da polinização global é estimado em centenas de bilhões de euros a cada ano (EFSA 2022).

Embora os polinizadores de culturas, incluindo as abelhas, polinizem mais de 80% das culturas e plantas selvagens e contribuam com, pelo menos, 22 mil milhões de euros para a agricultura europeia todos os anos, o número de abelhas está a diminuir a um ritmo alarmante (Erdős 2017).

Em grandes pomares, as abelhas já são usadas para obter produtos comercializáveis e alcançar altos rendimentos. Um dos melhores exemplos é a polinização de amendoeiras na Califórnia, para onde mais de 70% de todas as colónias de abelhas nos EUA são deslocadas para pomares para a promoção da polinização. Para superar a crescente procura por abelhas, os produtores estão a começar a criar variedades de amêndoas consideradas ‘independentes de polinizadores’ devido à sua suposta grande capacidade de autopolinização. No entanto, investigadores perceberam

que, mesmo neste caso, se as abelhas não estiverem presentes nos pomares, os produtores obtêm um rendimento menor, pois os polinizadores garantem um aumento de 20% no rendimento (Papa et al. 2022).

Os kiwi, enquanto plantas anemófilas e/ou autopolinizadoras garantem 12% a 17% da frutificação, mas quando as flores também são expostas às abelhas, estes valores aumentam para 80% (Gonzalez et al. 1998). Na maçã, uma das frutíferas mais importantes do mundo, a polinização por insetos é necessária para a obtenção de frutos comercializáveis, ou seja, grandes e simétricos. A simetria é um princípio estético clássico, e os consumidores, geralmente, preferem optar por frutas bonitas porque evocam naturalidade e parecem mais apetitosas e saudáveis em comparação com frutas assimétricas. Portanto, ainda que as abelhas não pareçam ser os polinizadores mais eficientes de flores de macieira, as colônias de abelhas são geralmente colocadas em grandes pomares comerciais, para garantir a qualidade e a quantidade de frutos, mesmo (Pardo and Borges 2020).

Da mesma forma, é necessário introduzir colmeias nas culturas de framboesa e mirtilo para obter bagas comercializáveis. De facto, os frutos de framboesa e mirtilo são caracterizados por uma agregação de drupeletas, e flores pouco polinizadas desenvolvem-se em bagas quebradiças, deformadas ou pequenas que são evitadas pelos consumidores (Andrikopoulos and Cane 2018).

A introdução de abelhas, também é conhecida por melhorar os rendimentos em hortícolas, leguminosas, oleaginosas e outras culturas alimentares. Num estudo de Garibaldi et al. (2021), os autores destacaram o facto de que a produtividade da soja pode aumentar significativamente através da polinização por insetos. Entre os polinizadores de soja, foi demonstrado que a abelha melífera, efetivamente aumenta o rendimento da cultura, o conjunto de vagens e o conjunto de sementes. No Brasil, o rendimento das culturas aumentou em até 126%.

Além do seu impacto na produção agrícola, a perda de polinização também pode afetar não apenas os macronutrientes disponíveis na nutrição humana, mas também os micronutrientes. As culturas dependentes de polinizadores são as principais fontes de vários micronutrientes, como vitaminas A e C, cálcio, flúor e ácido fólico (Smith et al., 2015).

A deficiência de tais vitaminas depende, principalmente, da região geográfica. Por exemplo, a produção de vitamina A, que é altamente polinizador-dependente atinge 50% de dependência da polinização nas regiões Norte-Centro e Sudeste, Índia, Tailândia, Oeste do Irão, Roménia, Leste e Sudoeste da Austrália, Argentina, México e

parte dos Estados Unidos da América (Chaplin-Kramer et al. 2014; Smith et al. 2015). A vitamina A é importante para o crescimento e desenvolvimento humano, e o ácido fólico, que é essencial para as funções do corpo, não pode ser sintetizado por humanos (Steinhoff et al. 2022). Assim, a perda de polinizadores pode ameaçar ainda mais a saúde das populações humanas.

Alterações na ingestão de alimentos e nutrientes devido à redução de polinizadores animais e de polinização têm sido associadas ao risco de três grupos de doenças - não transmissíveis (não infecciosas, doenças crônicas como cancro, diabetes e doenças cardíacas), transmissíveis (como tuberculose e gripe) e doenças relacionadas com a desnutrição (por exemplo, deficiências de vitaminas, como raquitismo) (Lim et al. 2012).

12. Abelhas na monitorização de contaminantes

As abelhas são insetos expostos a uma variedade de poluentes e facilmente retêm resíduos atmosféricos por meio da bioacumulação, podendo a contaminação ocorrer quando o pólen e o néctar são colhidos por meio de recursos alimentares, flores ou água. Dessa forma, abelhas, mel e pólen são frequentemente usados para monitorizar a contaminação por produtos químicos como pesticidas, Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) ou metais pesados.

Embora a ingestão de metais pesados através do mel seja reduzida, a sua bioacumulação no organismo pode causar toxicidade e colocar em risco a saúde pública. Alguns elementos metálicos, como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr), são altamente tóxicos mesmo em baixas concentrações, mas outros, como o ferro (Fe), são importantes para o funcionamento da vida. Portanto, monitorizar a sua concentração no ambiente e *in vivo* é crucial (Brait et al. 2009).

Neste sentido, o Centro Veterinário de Fauna Selvagem e Ecossistemas (CVFSE) de Pays de la Loire, França, pretendeu monitorizar a poluição ambiental por chumbo, no oeste de França, tendo por base as abelhas. A maioria das amostras estava contaminada por chumbo, embora a sua concentração tenha variado de forma assimétrica. O teor do chumbo estava abaixo do limite de deteção em 2% das amostras de abelhas, 30% das amostras de mel e 19% das amostras de pólen. As concentrações de chumbo variaram entre o limite de deteção e o limite de quantificação em 1% das amostras de abelhas, 10% das amostras de mel e 1% das amostras de pólen. Lambert et al (2012), concluíram que as concentrações de chumbo variam conforme o ambiente da paisagem e a estação do ano, sendo maiores durante a estação seca. Além disso, o mel foi o ingrediente menos contaminado por chumbo, e a sua associação com níveis

semelhantes de contaminação por abelhas e pólen não foi evidente (Lambert et al. 2012).

As concentrações observadas foram semelhantes às detetadas noutros estudos, nomeadamente de Bogdanov (2006) e Tuzen (2002), indicando o mel como um substrato menos sensível para a monitorização ambiental da contaminação por chumbo e outros metais pesados. As variações ao longo do tempo observadas nas concentrações de chumbo nas amostras de abelhas e pólen não apresentaram uma relação clara. No entanto, os picos de contaminação pelo chumbo observados nas abelhas apontam para que estas apresentem maior sensibilidade, o que pode estar relacionado com a sua forma de exposição. As abelhas melíferas são expostas ao chumbo através de contacto direto durante o voo ou através da ingestão de alimentos contaminados, na colheita de pólen ou néctar das flores, ou de água contaminada. Os picos de contaminação refletem provavelmente episódios ocasionais de contaminação atmosférica.

13. Doenças de declaração obrigatória na apicultura

De acordo com a Organização Mundial de Saúde Animal – WOA, é obrigatória a declaração de casos suspeitos ou confirmados de:

- Loque americana;
- Loque europeia;
- Acarapiose;
- Varroose;
- Aethinose por *Aethina tumida*;
- Tropilaelaps por *Tropilaelap* spp;
- Ascosferiose (unicamente em Zonas Controladas);
- Nosemose (unicamente em Zonas Controladas).

Para controlar ou erradicar estas doenças, a DGAV pode adotar medidas sanitárias como visitas sanitárias e inquéritos, atribuir estatuto sanitário a áreas geográficas delimitadas, restringir a circulação de abelhas, colmeias e produtos apícolas, ou mesmo promover o tratamento ou o abate de colmeias e a aplicação de medidas de saneamento e desinfeção (GPP 2019).

14. Importância económica do mel

Em Portugal, o registo das atividades apícolas anuais é efetuado numa plataforma *online* detida e gerida pelo Instituto de Finanças da Agricultura e Pescas (IFAP).

A atividade apícola em Portugal caracterizava-se em 2018, por um registo de 767.647 colmeias o que representou um aumento de 23% face a 2015. De acordo com os dados de 2018 da Direção-Geral da Alimentação e Veterinária (DGAV), existiam cerca de 11.883 apicultores registados em Portugal, correspondendo a cerca de 42.000 apiários e 768.000 colmeias.

Em 2019, último ano em que o INE dispõe de dados, existiam 1.479 empresas especializadas em apicultura, muito mais do que as quase 900 registadas em 2013 e as 1.156 registadas em 2015 (INE 2023).

Com o aumento do número de empresas, cresceu o valor gerado pelos seus negócios, que passou de 16 milhões de euros em 2013 para 23,7 milhões de euros em 2019. Ainda assim, a subida deste valor não é proporcional ao aumento do número de empresas, o que significa que, em 2013, cada empresa tinha, em média, um valor de negócios mais elevado.

Existem cerca de 600 000 apicultores e 17 milhões de colmeias na UE, que produzem cerca de 250 000 toneladas de mel por ano, tornando a UE no segundo maior produtor de mel, após a China. Em 2016, a China exportou um total de 128.330 toneladas de mel, tornando-se o maior exportador mundial de mel. Foi seguido pela Argentina (81.183 toneladas), Ucrânia (54.442 toneladas), Vietname (42.224 toneladas), Índia (35.793 toneladas), México (29.098 toneladas), Espanha (26.874 toneladas), Alemanha (25.325 toneladas), Brasil (24.203 toneladas), Bélgica (20.816 toneladas) (Garcia and Phipps 2018).

Em 2020, os Estados Unidos importaram 203.843 toneladas de mel, seguidos pela Alemanha (57.197 toneladas), Japão (49.348 toneladas), Reino Unido (41.135 toneladas), França (35.433 toneladas) e Espanha (27.988 toneladas). De facto, como um todo, a UE-28 importa quase a mesma quantidade de mel que os EUA (174.885 toneladas no total) e é o principal importador líquido (Comissão Europeia 2022).

Erdős (2017), no seu relatório para o Parlamento Europeu, chama a atenção para o facto de, anualmente, a União Europeia importar aproximadamente 40% do mel consumido, sendo que, em média, o mel importado em 2015 foi 2,3 vezes mais barato do que o produzido na UE. Essas importações chegam a cerca de 200 mil toneladas por

ano, provenientes principalmente da China, Ucrânia, Argentina e México, criando uma desvantagem competitiva significativa para os apicultores europeus em comparação com os produtores de países terceiros e limitando a possibilidade de uma maior autossuficiência. Além disso, segundo testes conduzidos pela UE, o mel importado, muitas vezes, não atende aos padrões de qualidade exigidos aos produtores da UE, tendo sido constatado que 20% das amostras recolhidas nas fronteiras externas da UE e nas instalações dos importadores não atendiam aos padrões europeus.

15. Consumo de mel

Segundo o INE, o consumo de mel é relativamente constante desde 2017 (Gráfico 1), tendo aumentado no ano de 2022 de uma média de 1,1 para 1,3 kg por habitante (INE 2023). O consumo de mel em Portugal é bastante difundido e valorizado tanto pelo seu sabor e versatilidade na culinária, como pelas suas propriedades terapêuticas.

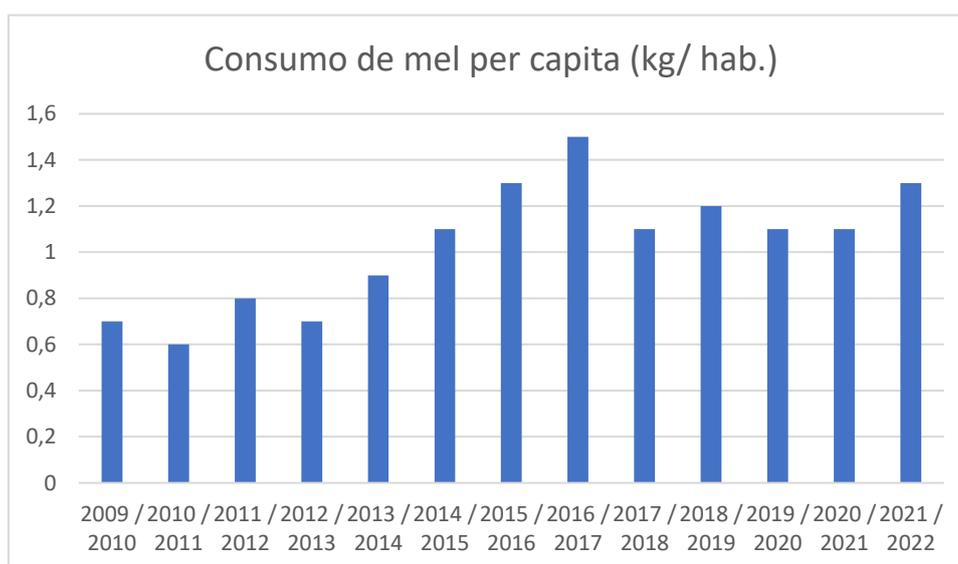


Gráfico 1. Consumo de mel *per capita* (kg/ hab.) em Portugal (INE 2023)

Em 2019, a Alemanha liderou o consumo de mel com 69 mil toneladas, seguida pela França com 52 mil toneladas e pelo Reino Unido com 45 mil toneladas. Esses três países em conjunto consumiram 38% do total de mel na Europa. Na sequência, Espanha, Polónia, Itália, Grécia, Roménia, Países Baixos, Portugal, República Checa e Croácia também tiveram um consumo significativo de mel, representando juntos mais 47% do total consumido na região (Comissão Europeia 2022).

16. O que é fraude e que tipos existem

A fraude alimentar diz respeito a «qualquer ação suspeita, intencional, por parte de empresas ou indivíduos com o objetivo de enganar os compradores e obter vantagens indevidas, em violação das regras referidas no artigo 1.º, n.º 2, do Regulamento (UE) 2017/625 (legislação relativa à cadeia agroalimentar)». Estas infrações intencionais à legislação da UE relativa à cadeia agroalimentar podem prejudicar o bom funcionamento do mercado interno e podem, também, constituir um risco para a saúde humana, animal ou vegetal, para o bem-estar dos animais ou para o ambiente no que diz respeito aos OGM e aos produtos fitofarmacêuticos (European Commission, nd).

Podem considerar-se diferentes tipos de fraude alimentar (European Commission nd):

Diluição - processo de mistura de um ingrediente de alto valor com um ingrediente de menor valor.

Substituição - processo de substituição de um nutriente, um ingrediente, um alimento ou uma parte de um alimento por outro de menor valor.

Ocultação - processo de esconder a baixa qualidade dos ingredientes ou produtos alimentares.

Melhoramento não aprovado - processo de adição de compostos desconhecidos e não classificados a produtos alimentares, a fim de melhorar os seus atributos de qualidade.

Contrafação - infrações aos direitos de propriedade intelectual.

Rotulagem incorreta - falsas alegações das informações fornecidas no rótulo ou embalagem.

Mercado negro, falsificação - produção, roubo, desvio...

São ainda referidos quatro critérios operacionais fundamentais para distinguir se um caso deve ser considerado uma fraude ou um incumprimento: Violação das regras da EU, Engano dos clientes, Vantagem económica indevida, Intenção. Se um caso satisfizer todos os quatro critérios, então poderá ser considerado como suspeita de fraude (European Commission, nd).

17. Porque é o mel tão suscetível à fraude?

O potencial para crimes de fraude alimentar é frequentemente influenciado pela diferença entre a oferta e a procura, criando uma oportunidade para pessoas mal intencionadas beneficiarem financeiramente da escassez (Manning and Soon 2016).

Assim, existem provavelmente pelo menos 4 razões para este ser um produto muito apetecível para a prática de fraude: o mel está a tornar-se um bem escasso, com custos elevados de produção que não acompanha o consumo; a tecnologia de adulteração está a evoluir rapidamente; os métodos de teste oficiais não são atualizados com a frequência suficiente para acompanhar esta evolução; as margens de lucro em caso de fraude são muito elevadas (Hellberg et al. 2020).

18. Fraude no mel

A fraude no mel pode conseguir-se de várias formas (Hellberg et al. 2020):

- Diluição do mel com diferentes xaropes de açúcar (tais como os produzidos a partir de milho, açúcar de cana, açúcar de beterraba, arroz, trigo e tapioca);
- Colheita intencional do mel imaturo, que é posteriormente desidratado pela utilização de dispositivos como os secadores a vácuo;
- Utilização de resinas de permuta iónica para remover resíduos e clarear a cor do mel;
- Mascaram e/ou rotular incorretamente a origem geográfica e/ou botânica do mel;
- Alimentação suplementar de abelhas durante um fluxo de néctar.

Segundo o Códex Alimentarius, o produto que resulta de qualquer dos métodos descritos não deve ser chamado "mel", o mesmo sendo válido para as misturas que o contêm, uma vez que a norma internacionalmente aceite apenas permite misturas de méis puros (CODEX ALIMENTARIUS 1981).

De acordo com o Banco de Dados de Fraudes Alimentares da Farmacopeia dos EUA, o mel ocupa o terceiro lugar entre os alimentos adulterados, depois do leite e do azeite. Em 2013, os Departamentos de Imigração e Alfândega e Segurança Interna dos EUA investigaram acusações de alteração de mel importado da China, que recaiam sobre cinco indivíduos e duas empresas de processamento de mel. Descobriram que parte do mel importado estava contaminado com resíduos de antibióticos não autorizados. Esse incidente é considerado apenas a ponta do iceberg em termos de fraude no setor do mel (Bottemiller 2013).

Também a UE reconheceu de há muito que o mel é um dos dez alimentos mais suscetíveis à fraude alimentar, estando particularmente atentos ao problema da adulteração, uma vez que é reconhecida a facilidade de misturar xaropes de açúcar com mel ou diluir variedades mais valiosas com opções mais económicas, com grandes ganhos económicos. Em resposta a essa preocupação, diversas organizações comerciais, incluindo a Apimondia (Federação Internacional de Apicultores), a *International Honey Commission* e a *International Honey Exporters Organization* (IHEO), têm feito esforços significativos para limitar a presença de produtos falsificados no mercado (Raezke et al. 2018).

Em 2016, a União Europeia (UE) publicou os resultados de um programa para determinar a prevalência de fraudes no mel. Reconhecendo que mesmo não tendo sido utilizados métodos de última geração para detetar a adulteração do mel, ainda assim 14% das 2.264 amostras de mel analisadas nos estados membros da UE foram tidas como tendo possivelmente açúcares adicionados (Aries et al. 2016). A UE identificou o mel como tendo um alto risco de fraude, o que levou à resolução do Parlamento Europeu de 1 de março de 2018, solicitando à Comissão Europeia que tomasse várias medidas para combater a fraude no mel (Erdős 2017).

Esta resolução do Parlamento Europeu considera que, dados os grandes volumes de mel importado da China, tendência que se tem vindo a acelerar nos últimos 15 anos, dado o preço de compra do mel, o custo real de produção na UE e a má qualidade do mel importado, é urgente investigar as práticas de alguns exportadores chineses, para eventual instauração de processo antidumping (Erdős 2017).

O maior problema, atualmente, é a proliferação no mercado interno de mel alterado, o que fez com que o preço de compra do mel na produção caísse cerca de 50% de 2014 até ao final de 2016, sobretudo nos principais países produtores de mel como Roménia, Bulgária, Espanha, Portugal, França, Croácia e Hungria. Esse facto coloca os apicultores europeus numa situação desesperante, além obviamente do potencial dano para a saúde pública que pode representar. A falsificação afeta quase todo o mel importado para a UE, especialmente o originário da China. Segundo algumas estatísticas, a China produz 450.000 toneladas de mel anualmente, mais do que os maiores produtores mundiais - União Europeia, Argentina, México, Estados Unidos e Canadá - juntos. É opinião de alguns especialistas que esses números não podem ser simplesmente o resultado das atividades de apicultura (Erdős 2017)

Erdős (2017) refere que os resultados de uma análise centralizada de amostras colhidas nas fronteiras externas da UE e nos importadores, mostram que 20% delas

correspondiam a mel adulterado. Alguns embaladores e comerciantes de mel fraudulentos melhoraram os seus produtos, xaropes com baixo valor biológico, misturando-os com mel europeu de alta qualidade e rotulando os resultados como "mistura de mel UE e de não UE", o que é permitido pela Diretiva 2001/110/EC (Erdős 2017).

No seu relatório, Erdős (2017) propõe que se tomem medidas contra os produtores de mel de países terceiros (especialmente alguns produtores chineses) que utilizam métodos desonestos e misturam deliberadamente mel importado adulterado com mel europeu de alta qualidade, impondo responsabilidades sobre os embaladores e comerciantes da UE.

18.1. Diluição com diferentes xaropes de açúcar

O foco principal em relação à autenticidade do mel é a sua adulteração por adição de açúcares, o que leva a avultados lucros. Como o custo do mel é mais elevado do que o das substâncias adoçantes, como açúcar e xaropes industriais, provenientes de plantas C3 ou C4 (classificação baseada no metabolismo do carbono das plantas), a adição dessas substâncias em algum estágio de processamento, pode configurar-se atraente para adulteração. Os normativos existentes para analisar o perfil de açúcares do mel podem mostrar que o mel está ou não em conformidade com as suas especificações em termos de composição qualitativa e quantitativa de açúcares. No entanto, essas técnicas têm limitações na identificação de açúcares adicionados sob a forma de xaropes de várias fontes vegetais (Raezke et al. 2018).

A maioria das plantas que fornecem mel são plantas C3, enquanto o milho e a cana-de-açúcar são plantas C4 (Hellberg et al. 2020). Nas últimas décadas do século XX, o mel foi enriquecido principalmente com açúcares C4 de milho ou cana-de-açúcar. Isso mudou nos últimos anos, os xaropes do tipo C3 feitos a partir de arroz, trigo, beterraba sacarina e mandioca têm sido usados para adulterar o mel, o que constitui um desafio analítico considerável (Guler et al. 2014).

18.2. Colheita intencional do mel imaturo

Em alguns países, como a China, os apicultores colhem o mel antes de o favo ser tapado, e esse mel imaturo, geralmente, não possui o sabor e o cheiro típicos associados ao mel, além de possuir um teor de água excessivamente alto, entre 30-40%. Para reduzir o teor de humidade do produto a um nível adequado, é usado um secador a vácuo. Tem se mantido o debate se este "mel de água", que tem um perfil de composição de açúcares diferente do mel maduro, pode ser considerado mel puro (Raezke et al. 2018).

A colheita de mel imaturo, juntamente com a água extraída artificialmente, resulta numa perda substancial de aromas de mel e flavonóides, que são estáveis à pressão atmosférica normal (Cui et al. 2008).

18.3. Utilização de resinas de permuta iónica

Alguns produtores de mel usam resina para remover sabores e aromas desagradáveis associados a certas fontes florais, no entanto, de acordo com o Codex Alimentarius de 1981, as resinas de troca iónica não apenas removem os resíduos do mel, mas também removem muitos dos componentes naturais que contribuem para o aroma, sabor e propriedades benéficas do mel. Este processo envolve aumentar o teor de humidade do mel para 40% e depois reduzi-lo para o limite legal, abaixo dos 20%. Embora o recurso à utilização de resina seja frequentemente usado em muitos alimentos para remover contaminantes, o seu uso na produção de mel é controverso. Em particular, o processo pode remover o pólen, mascarando assim o país de origem ou origem da flor. Também remove certos componentes de cor, transformando o mel escuro num produto mais leve e aceitável (Raezke et al. 2018).

18.4. Mascarar e/ou rotular incorretamente a origem geográfica e/ou botânica do mel

O mel de origens geográficas específicas pode ser vendido a preços mais elevados se os consumidores reconhecerem e apreciarem as propriedades únicas do produto. Tal é o caso dos méis com Denominação de Origem Protegida (DOP), de que são exemplo o Mel do Alentejo, Mel da Serra de Monchique e Mel de Barroso (DGADR 2001). Portanto, mascarar e/ou rotular erroneamente a origem geográfica do mel é um caso claro de fraude. O elevado preço destes méis pode encorajar alguns países europeus a importar mel mais barato e depois reexportá-lo com lucro como um produto produzido localmente. Os dados sobre as importações e exportações de mel para países europeus nos últimos 10 anos mostram tendências interessantes que sustentam esta hipótese (Hellsberg et al. 2021).

Rotular erradamente a origem botânica do mel é outra maneira de enganar os consumidores. Por vezes as abelhas, alimentam-se de uma única espécie de planta, mas na maioria dos casos produzem mel encontrando várias fontes. Algumas fontes, como a flor de laranjeira e o eucalipto, têm preços mais altos no mercado e são reconhecidos como sendo particularmente benéficos para a saúde humana devido às suas excelentes propriedades (Bobis et al. 2020; Stanciu 2021).

19. Parâmetros de avaliação da qualidade do mel

Apesar das semelhanças entre a legislação europeia e as normas revistas do Codex Alimentarius, a legislação europeia é menos específica, sendo as diferenças referentes principalmente à definição, país de origem e à definição de mel para uso industrial, a qual não é referida no Codex Alimentarius. Ao contrário do projeto da UE, no projeto do Codex existem parágrafos específicos sobre contaminação, higiene e adulteração de açúcar, sendo todos estes fatores de qualidade importantes nos dias de hoje. Além disso, diferentes países mantêm critérios de qualidade que não coincidem com as disposições do Codex ou com as diretivas da UE. Os parâmetros que variam são, principalmente, o teor de humidade, hidroximetilfurfural, índice diastásico, condutividade elétrica, açúcares e a análise microscópica dos pólenes.

19.1. Teor de água

A água é um componente fundamental do mel, uma vez que está relacionada com a sua deterioração e afeta a sua validade e estabilidade durante o armazenamento. O teor de água também é um fator importante na prevenção da fermentação e granulação do mel. Quando o teor de água do mel é superior a 20%, o mel tende a separar-se em duas fases: uma granulada no fundo do recipiente e uma líquida no topo. A fase líquida superior contém um alto teor de água livre e uma atividade da água (*aw*) superior a 0,6, o que permite o desenvolvimento de leveduras que podem causar a fermentação e deterioração do mel (Delsin 2019).

O teor de humidade do mel depende de vários fatores, o grau de maturação alcançado na colmeia, as condições climáticas da área e o período em que ocorre a colheita (Nascimento 2013).

Sendo um produto higroscópico, o mel pode absorver e reter humidade, particularmente se a extração for efetuada em dias húmidos, se o armazenamento for inadequado e se as embalagens estiverem mal fechadas, permitindo trocas de água com o ambiente (Vargas 2006).

Em condições de alta humidade, o mel fermenta devido à ação de leveduras osmófilas (tolerantes ao açúcar), que também estão presentes na sua composição. Pelo que uma maior probabilidade de fermentação do mel está associada a um maior teor de humidade e à presença de leveduras.

O Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro, refere que em geral o mel deve conter no máximo 20% de humidade, no entanto mel de urze (*Calluna*) e mel para uso

industrial devem ter no máximo 23%. Já se for mel de urze para uso industrial este deve ter um máximo de 25% de humidade.

19.2. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é uma propriedade de grande importância no mel, estando intimamente relacionada com a concentração de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas. Tendo uma grande variabilidade de acordo com a origem floral (Silva et al. 2009), pode ser útil para a discriminação de méis de diferentes origens florais (Acquarone et al. 2007). Méis de melada apresentam valores de condutividade elétrica superiores, enquanto os méis monoflorais caracterizam-se por terem geralmente valores inferiores. Vorwohl (1964) verificou que méis com a mesma origem floral apresentam valores de condutividade elétrica muito similares, mesmo que a época de colheita, a origem geográfica e as condições climáticas sejam diferentes.

Como este parâmetro está diretamente relacionado com o teor de cinzas, foi recentemente incluído nas normas do Codex Alimentarius, substituindo a determinação das cinzas no mel.

A condutividade elétrica é referida no Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro descrita com o limite máximo de 0,8 mS/cm com exceção do mel de melada, mel de flores de castanheiro e misturas desses méis - no mínimo 0,8 mS/cm.

A condutividade elétrica é importante para ajudar a compreender a origem botânica dos méis monoflorais (juntamente com as análises polínicas) em que méis claros (rosmaninho, citrinos, alecrim) têm baixos valores de condutividade enquanto méis de castanheiro e de melada possuem elevados valores. Mel e mel de melada podem ser diferenciados através da condutividade elétrica, a condutividade se for inferior a 0,8 mS/cm é mel, se for superior a 0,8 mS/cm é provavelmente mel de melada ou de castanheiro.

19.3. Hidroximetilfurfural (HMF)

O hidroximetilfurfural (HMF) é um composto formado por degradação de produtos açucarados e está diretamente relacionado com alterações da cor, desenvolvimentos de sabores e odores estranhos, sendo um parâmetro de avaliação da qualidade (Almeida 2010).

A formação do HMF está relacionada com características químicas como pH, teor de ácidos livres, acidez total, teor de lactona e teor de minerais, que por sua vez estão relacionados com a origem das amostras de mel analisadas, podendo ainda ser

influenciado pelo material em que está embalado, já que se este for de metal pode funcionar como catalisador (Shapla et al. 2018).

O HMF (Figura 2) é um composto furano da família dos aldeídos, considerado o intermediário mais importante formado durante duas reações, catalisadas por ácidos, de degradação de hexoses ou a partir dos hidratos de carbono pela decomposição de 3-desoxipinona na reação de Maillard.

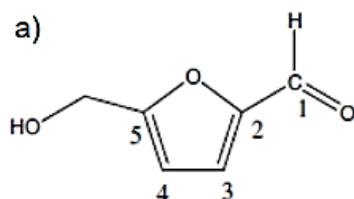


Figura 2. Estrutura química do a) 5-hidroximetilfurfural

A sua formação, pela desidratação de hexoses em condições ácidas, ocorre numa velocidade que varia diretamente com a temperatura (Gráfico 2). Uma conservação correta ao abrigo da luz diminui a formação de HMF. O mel possui naturalmente HMF, mas um nível elevado é indicativo de armazenamento prolongado, sobreaquecimento ou adulteração (Vargas 2006).

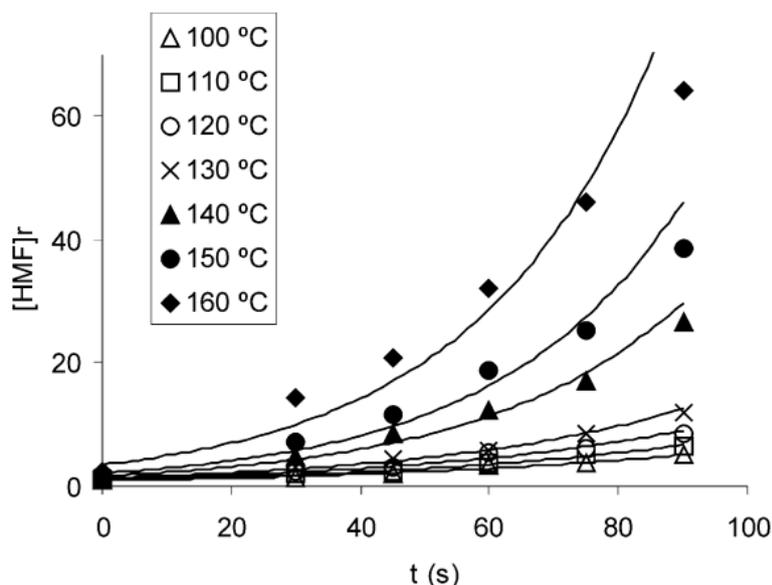


Gráfico 2. Variação da concentração relativa de HMF em função do tempo e da temperatura da fase de aquecimento isotérmico (Tosi et al. 2002)

O hidroximetilfurfural pode ser usado como indicador de frescura ou de aquecimento excessivo do mel. Todos os méis contêm alguma quantidade de hidroximetilfurfural

(HMF), que é formada pela ação da acidez do mel na redução dos açúcares através da reação de Maillard.

Para diminuir a sua viscosidade, o mel é geralmente aquecido a uma temperatura de 32 a 40°C, o que facilita a extração e a filtração. Esta temperatura é semelhante à encontrada dentro das colmeias e não afeta muito a qualidade do mel durante o período de processamento, relativamente curto (Anklam et al. 1998). No entanto, algumas amostras de mel são aquecidas a temperaturas mais altas, por motivos de liquefação ou pasteurização. Aquecimento excessivo durante o processamento ou condições de armazenamento inadequadas podem fazer do conteúdo de HMF um indicador útil da qualidade do mel. Tanto o Decreto-Lei 214/2003 como a Norma Codex 12-1981 e as suas revisões posteriores fixaram um limite de 40 mg/kg para HMF no mel, após processamento e/ou mistura, com um limite superior de 80 mg/kg, no caso do mel de origem declarada proveniente de países ou regiões com temperaturas ambientes tropicais e misturas destes méis.

Além disso (Figura 3), o HMF é pode ter vários efeitos a nível da saúde do consumidor, alguns dos quais nefastos, o que reforça a importância dos limites máximos estipulados para o HMF em méis (Lima et al. 2019).

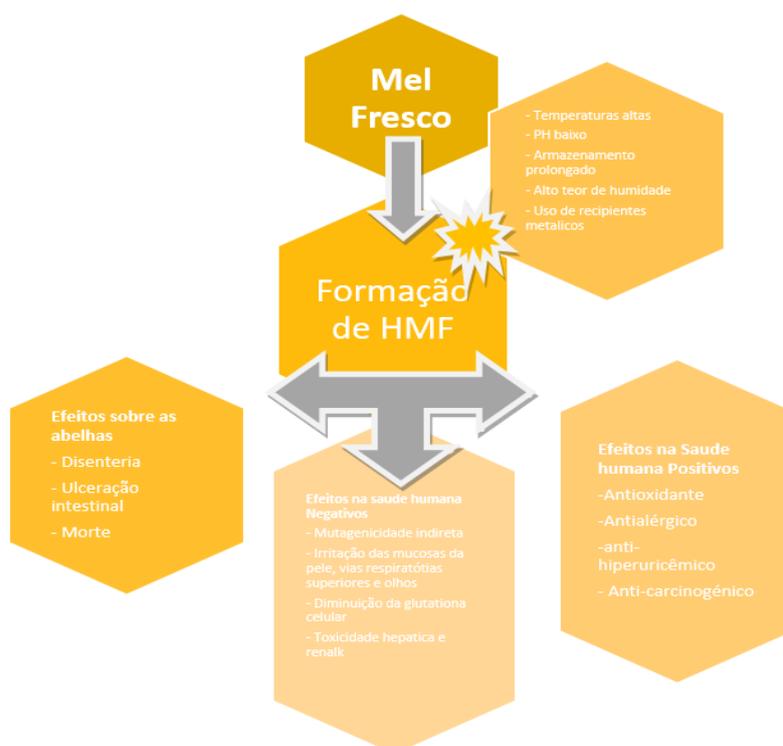


Figura 3. Quadro resumo dos efeitos provocados pelo HMF (Shapla et al. 2018)

19.4. Açúcares redutores e sacarose

O mel é constituído por quantidades variáveis de açúcares redutores (glucose e frutose) e de sacarose.

O Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro, estabelece que o teor de frutose e glucose tem que ser no mínimo de 60 g/100 g em mel de néctar e no mínimo 45 g/100 g no mel de melada e misturas de mel de melada com mel de néctar.

O perfil de açúcares é útil para verificar a origem botânica do mel, por exemplo, os méis de castanheiro são ricos em frutose em relação à glucose.

Os teores de frutose e glucose são extremamente importantes para o estabelecimento de uma série de características do mel. A glucose, por exemplo, é o monossacarídeo responsável pela granulação do mel. O maior problema resultante dessa precipitação de glucose é o aumento do teor de humidade da fase líquida, que permite que células de leveduras osmofílicas (microrganismos que se desenvolvem em condições de atividade de água baixa e concentração de glúcidos alta), que ocorrem naturalmente no mel, se multipliquem e provoquem a fermentação do produto (Moreira and de Maria 2001)

Percival, em 1961, numa revisão sobre a composição química do néctar, analisou 889 espécies de plantas e estabeleceu três padrões de composição de hidratos de carbono do mel - méis ricos em glucose e frutose; méis ricos em sacarose; méis com quantidades semelhantes de glucose, frutose e sacarose. Os méis com predominância de sacarose estão associados a flores de tubo longo em que o néctar é protegido (trevo), enquanto as flores abertas geralmente contêm apenas glucose e frutose (Moreira et al. 2010).

A sacarose é um tipo de açúcar que é encontrado em muitos alimentos, incluindo o mel. É um dissacarídeo formado por uma molécula de glucose e uma molécula de frutose e é o açúcar mais comum encontrado em alimentos.

No mel, a sacarose é um dos principais componentes e é responsável pela sua doçura. Além disso, a sacarose é importante para a estabilidade e a conservação do mel, já que é um excelente conservante natural (Lima et al. 2019). O teor de sacarose no mel é um indicador importante da qualidade do produto. Quanto maior o teor de sacarose no mel, mais doce ele será e melhor será sua estabilidade e conservação

A concentração de sacarose constitui igualmente um bom critério para diferenciar os méis monoflorais dos poliflorais (Carrillo 1998). Alguns méis, como o de rosmaninho, são naturalmente ricos em sacarose.

Ainda assim, o teor elevado deste açúcar significa muitas vezes uma colheita prematura do mel, isto é, um produto em que a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glucose e frutose pela ação da invertase (Azeredo et al. 1999). Concentrações elevadas podem indicar um excesso de alimentação artificial ou adição de adulterantes. É importante que os apicultores tenham cuidado com a quantidade de açúcar que dão às abelhas como suplemento, pois este pode-se refletir na quantidade de sacarose presente.

O teor de sacarose do mel é, então, importante para determinar se as abelhas foram alimentadas com açúcar, se o mel foi colhido prematuramente ou se houve adulteração pela adição direta de sacarose.

O Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro estabelece que o mel em geral deve conter no máximo 5 g/100 g de sacarose no produto, reconhecendo no entanto exceções, como a *Robinia pseudoacacia* (falsa acácia), *Medicago sativa* (luzerna ou alfalfa), *Banksia menziesii* (Mensies Banksia), *Hedysarum* (hedisaro), *Eucalyptus camadulensis*, *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii*, e *Citrus* spp. (citros) nas quais o limite máximo de 10 g/100 g e ainda *Lavandula* spp. (rosmaninho, alfazema), *Borago officinalis* (borragem) com, no máximo, 15 g/100 g de sacarose no produto.

19.5. Ácidos livres

O mel tem valores de pH compreendidos entre 3,5 e 4,5, devido à presença de ácidos orgânicos. Além de contribuir para o sabor do mel, a acidez desempenha um papel fundamental na preservação do produto, evitando a degradação microbiana e, conseqüentemente, influenciando a sua estabilidade. A acidez do mel é afetada por diversos fatores, como a sua origem floral e a época de colheita (Küçük et al. 2007; Bogdanov 2017)

O critério de composição em relação à acidez diz respeito ao conteúdo em ácidos livres e está descrito no Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro como sendo de 50 miliequivalentes por kg, com exceção do mel para uso industrial que no máximo pode ter 80 miliequivalentes de ácidos por kg.

O teor de ácidos livres no mel pode ser considerado um indicador da frescura do mel, podendo ainda indicar que ocorreu fermentação. Após a extração do favo, o tempo de extração e as condições de armazenamento do mel afetarão o valor de ácidos livres no mel. Os ácidos livres criam um sabor ácido no mel. A taxa relativamente baixa de conversão de frutose e glucose em etanol e dióxido de carbono, e a subsequente formação de ácido acético e água na presença de oxigénio pelas leveduras osmotolerantes, resulta num baixo valor de ácido livre (Rajindran et al. 2022).

A acidez é, então, um importante componente do mel, pois contribui para a sua estabilidade, frente ao desenvolvimento de microrganismos. Os ácidos dos méis estão dissolvidos em solução aquosa e produzem iões de hidrogénio que promovem a sua acidez ativa, permitindo, assim, indicar as condições de armazenamento e a ocorrência de fermentação (Barbosa et al. 2014).

Vários ácidos têm sido encontrados no mel, nomeadamente os ácidos fórmico, acético, cítrico, láctico, málico, oxálico, piroglutâmico, sucínico e o ácido glucónico, em maior quantidade. O ácido glucónico representa entre 70% a 90% dos ácidos orgânicos no mel e é fundamental para a sua preservação.

O ácido glucónico resulta da oxidação da glucose por ação da enzima glucose oxidase. Esta reação produz o ácido glucónico, a lactona (gluconolactona, que posteriormente se pode transformar em ácido glucónico) e o peróxido de hidrogénio, implicado nas propriedades antimicrobianas do mel e razão pela qual o mel é utilizado em medicina tanto humana como veterinária para tratamento de feridas (White et al. 1962; Bogdanov 2017). Sabe-se, atualmente, que a inibina, nome dado a uma substância com propriedades antibacterianas no mel, é, na realidade, o peróxido de hidrogénio (Moreira and de Maria 2001).

19.6. Teor de matérias insolúveis na água

No mel, o teor de matérias insolúveis na água é uma medida da quantidade de partículas sólidas presentes no mel. Essas partículas podem incluir fragmentos de insetos, fragmentos de cera de abelha e outros detritos que ficam suspensos no mel. Um teor elevado de matérias insolúveis na água pode indicar que o mel não foi processado adequadamente ou que foi armazenado por um período prolongado, o que pode afetar a sua qualidade e sabor (Ananias 2010). Este parâmetro fornece indicação sobre as condições de higiene praticadas durante o processamento do mel, sendo uma importante medida de controle higiénico sanitário (Vargas et al. 2006).

O máximo permitido de matérias insolúveis na água é de 0,1g/100g de mel com exceção do mel prensado, que no máximo deve conter 0,5g/100g. Valores superiores ao especificado pela legislação em vigor, Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro, podem estar relacionados com filtração ou decantação realizada de forma não adequada, mel sujeito a muito pó ou a incorreto armazenamento (Almeida 2010).

19.7. Índice diastásico

O mel contém na sua composição pequenas quantidades de enzimas, de entre as quais se destacam a diastase (α e β -amilase) e a invertase (α -

glucosidase). São enzimas geralmente utilizadas para avaliar a frescura do mel, devido à sua elevada sensibilidade ao calor. A atividade da diastase diminui no mel envelhecido ou sujeito a aquecimento elevado, uma vez que elevadas temperatura levam à desnaturação da enzima. A atividade diastásica está intimamente relacionada com o tratamento térmico do mel (Anklam, 1998).

O índice diastásico é um parâmetro que avalia o desempenho da diastase. É um parâmetro de qualidade do mel utilizado para determinar se o mel foi aquecido extensivamente durante o processamento (Thrasyvoulou et al. 2018).

O índice diastásico tem os mesmos objetivos do HMF, frequentemente utilizados para avaliar a frescura do mel, e relacionados com o tempo de armazenamento e/ou aquecimento excessivo do mel, no entanto, também se podem relacionar valores elevados com méis de urze, castanheiro e meladas, enquanto valores baixos estão relacionados com méis de rápido fluxo como é o mel de rosmaninho.

O Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro refere como mínimo geral para o mel 8, na escala de Schade, no entanto méis com baixo teor natural de enzimas (por exemplo, méis de citrinos) e teor de HMF não superior a 15 mg/kg devem ter no mínimo 3 na escala de Schade.

20. Objetivos

Os objetivos do estudo foram:

- analisar os dados das determinações analíticas efetuadas em amostras de mel recolhidas pela Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), no período de 2013 a 2021 em Portugal.
- contribuir para um melhor conhecimento sobre os métodos analíticos e dados disponíveis na comunidade científica europeia.

21. Material e métodos

Os dados foram recolhidos a partir da base de dados do Plano Nacional de Colheita de Amostras (PNCA), elaborado pela ASAE e referentes aos resultados obtidos em amostras de mel analisadas nos laboratórios do Departamento de Riscos Alimentares e Laboratoriais (DRAL) no período de 2013 até 2021. Os métodos utilizados foram os estabelecidos em 2002 pela Comissão Internacional do Mel (International Honey Commission 2002).

A distribuição do número de amostras analisadas, num total de 176 amostras, não foi constante ao longo dos vários anos (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição do número de amostras de mel analisadas entre 2013 e 2021 nos laboratórios da DRAL da ASAE

<i>Ano</i>		<i>Número de amostras analisadas</i>
2013		20
2014		10
2015		5
2018		39
2019		56
2020		36
2021		10
	Total	176

Dos dados recolhidos é possível verificar quais as determinações efetuadas e a quantas amostras (Tabela 3). É de notar a percentagem reduzida de amostras que estavam identificadas nos dados disponíveis.

Não foram analisados três parâmetros que estão previstos no Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro: ácidos livres, índice diastásico e teor de matérias insolúveis na água. Normalmente estes parâmetros não são avaliados pela ASAE na análise de mel.

Tabela 3. Determinações analíticas realizadas a amostras de mel nos laboratórios da DRAL da ASAE entre 2013 e 2021, e número de amostras identificadas

<i>Determinações analíticas</i>	<i>Nº de amostras</i>	<i>Nº de amostras identificadas</i>	<i>Nº de amostras sem identificação</i>
Teor de água	112	- 12 de mel de rosmaninho - 1 de mel de eucalipto - 1 de mel de laranjeira - 1 de mel de tília - 1 de mel de urze - 1 de mel de manuka - 3 de mistura de mel tropical e não tropical	93
Condutividade elétrica	61	- 5 de mel de rosmaninho - 1 de mel de urze - 1 de mel de manuka	54
Hidroximetilfurfural (HMF)	100	- 10 de mel de rosmaninho - 4 de mel de laranjeira - 1 de mel de tília - 1 de mel de urze - 1 de mel de manuka - 3 de mistura de mel tropical e não tropical	80
Açúcares redutores	64	- 7 amostras de mel de rosmaninho - 1 de mel de laranjeira - 1 de mel de urze - 1 de mel de manuka	54
Sacarose	84	- 9 de mel de rosmaninho - 2 de mel de laranjeira - 1 de mel de urze - 1 de mel de manuka	71

O teor de água, ou seja, a humidade do mel, foi determinado com recurso a um refratómetro digital, com compensação automática de temperatura. As amostras são colocadas diretamente no equipamento e são realizadas duas leituras da mesma amostra para garantir resultados mais fiáveis. Os valores de índice refratométrico são convertidos em % de humidade, utilizando a tabela de Chatway (International Honey Commission 2002).

A condutividade elétrica foi determinada diluindo 20 g de mel em 100 mL de água destilada, e utilizando uma célula de condutividade elétrica. A determinação da condutividade elétrica é baseada na medição da resistência elétrica, da qual a condutividade elétrica é recíproca.

O hidroximetilfurfural foi determinado com recurso a cromatografia líquida de alta eficiência (*High Performance Liquid Chromatography*, HPLC). Este método apresenta grande sensibilidade e reprodutibilidade, permitindo separações rápidas e de pequenos volumes de amostra, pelo que se podem analisar e quantificar vários elementos numa única injeção. O método determina a concentração de 5-(hidroximetil)-furano-2-carbaldeído, sendo o resultado geralmente expresso em miligramas por quilograma.

O hidroximetilfurfural é determinado numa solução aquosa de mel filtrado, utilizando HPLC de fase reversa com coluna C18, equipado com deteção UV. O sinal é comparado com padrões de concentração conhecidos.

Na determinação utilizou-se 10 g de amostra de mel diluído em 25 mL de água. Após filtração num filtro de membrana de 0,45 µm, obtém-se uma solução de amostra pronta para cromatografia.

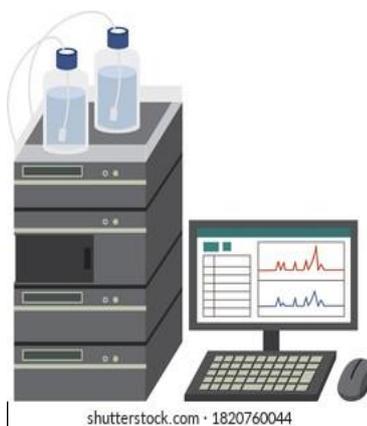


Figura 4. Módulos ilustrativos de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

Os compostos são identificados com base nos seus espectros e tempos de retenção, comparativamente aos de padrões. A sua quantificação é efetuada pelo método do padrão externo, calculando as áreas dos picos, e os cromatogramas obtidos com o detetor de fluorescência.

Para determinar os Açúcares redutores e a Sacarose é também utilizada cromatografia líquida de alta eficiência, HPLC. A técnica baseia-se no método originalmente publicado em 1988 por Bogdanov e Baumann (International Honey Commission 2002). Depois de filtração da solução, o teor de açúcar é determinado por HPLC com deteção dos índices de refração, RI. Os picos são identificados com base nos seus tempos de retenção.

22. Resultados e discussão

Das 176 amostras nem todas foram analisadas para os mesmos parâmetros e nem todas estavam corretamente descritas e identificadas, não estando identificadas com a origem do mel analisado, o local de recolha, data de produção, data de validade ou o tipo de mel.

22.1. Teor de água

Todos os valores de humidade encontrados estão dentro do limite legal estabelecido pela Diretiva 2001/110/CE relativa ao mel, conforme o Gráfico 3.

A percentagem de água é um parâmetro que permite aferir a suscetibilidade de deterioração do mel e, desta forma, determinar o seu prazo de validade. Os resultados obtidos variaram entre 15,7% e 19,6%, com uma média de 17,3%, indicando que os méis estudados são pouco suscetíveis ao desenvolvimento microbiano. No entanto, existe sempre a possibilidade de microrganismos, como leveduras, se desenvolverem se estiverem presentes.



Gráfico 3. Resultados do teor de água

Os resultados obtidos, são próximos aos encontrados nos estudos efetuados por outros autores em mel português. Nascimento (2013) obteve valores de humidade entre 13,1% e 16,9% com uma média de 14,7%. Feás et al. (2010a,b) obtiveram valores entre 15,8% e 18,3% com uma média de 17,1%; e Estevinho et al. (2012) encontraram valores entre 14,5% e 16,3% com uma média de 15,6%.

Os resultados indicam um ótimo grau de maturação e uma altura de extração adequada.

22.2. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica está intimamente relacionada com a concentração de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas.

Conforme se observa no Gráfico 4, os valores obtidos apresentam-se dentro do limite legal na maioria das amostras de mel ($n=61$, 95,3%), sendo que apenas 3 amostras (4,69%) não se apresentam dentro do estipulado. Os resultados foram, em média, 0,396 mS/cm, com valores obtidos variando entre 0,14 mS/cm e 10,89 mS/cm, para um limite legal máximo de 0,8 mS/cm.

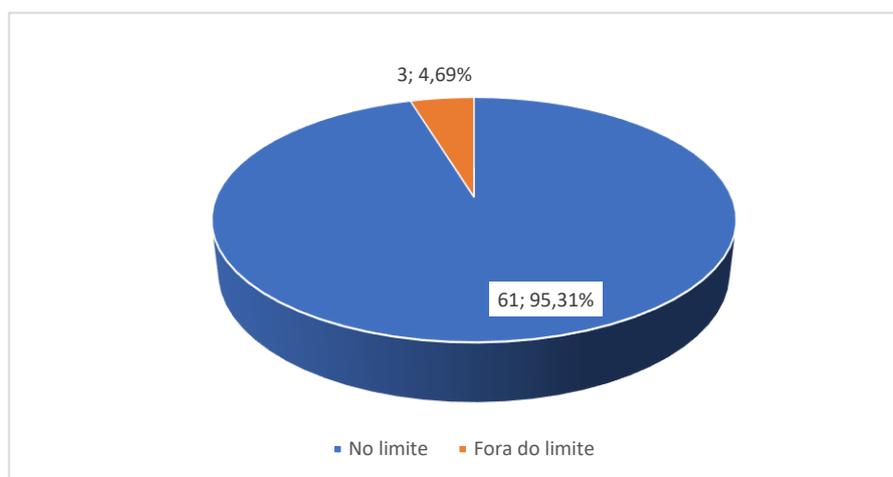


Gráfico 4. Resultados da condutividade elétrica

Gomes et al. (2010) em méis comerciais portuguesas obtiveram resultados que variaram entre 0,19 e 0,53 mS/cm não obtendo valores fora do limite legal; também Nascimento (2013) não obteve valores fora do limite estabelecido, apresentando resultados entre 0,23 e 0,76 mS/cm, com uma média de 0,5 mS/cm. Em linha com aqueles autores, também Feás et al. (2010a,b) obtiveram valores entre 0,39 e 0,76 mS/cm, com uma média de 0,54 mS/cm. Estes valores, adicionalmente, parecem indicar que todas as amostras dos estudos efetuados eram de mel de néctar e não de castanheiro, para o qual o limite legal mínimo é de 0,8 mS/cm de condutividade elétrica.

A condutividade do mel pode aumentar por várias razões, incluindo a adição de açúcares, a concentração de minerais, a contaminação por metais, a variação da humidade e a temperatura. No entanto, na análise de condutividade é importante considerar outros fatores, como o perfil de açúcares ou a análise de isótopos estáveis, para obter uma avaliação precisa. É importante notar que a condutividade do mel pode

também variar naturalmente e depende de vários fatores, como a fonte de néctar das abelhas.

22.3. Hidroximetilfurfural

O HMF é formado como intermediário na reação de Maillard e na desidratação direta dos açúcares em condições ácidas aplicadas durante o tratamento térmico dos alimentos ou durante o armazenamento prolongado.

Relativamente ao hidroximetilfurfural (HMF) verifica-se que apenas 15 (15%) amostras apresentam resultados fora dos limites, sendo que as restantes 85 (85%) estão dentro dos limites legais (Gráfico 5).

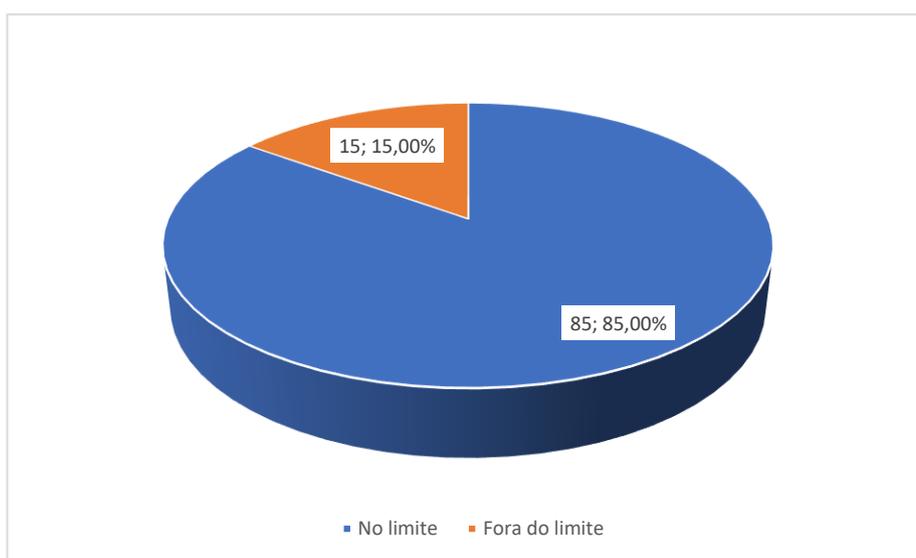


Gráfico 5. Resultados do hidroximetilfurfural

O limite máximo de HMF estabelecido pela Diretiva 2001/110/CE, de 20 de dezembro é de 40 mg/kg de amostra.

Os valores obtidos estão compreendidos entre <5 mg/kg, correspondente ao limite de deteção e 111 mg/kg, sendo a média de 24,6 mg/kg. Três valores mostram-se anormalmente altos, 89 mg/kg, 104 mg/kg e 111 mg/kg mas os restantes valores fora do limite legal, estão apenas um pouco elevados. Os valores encontrados são muito elevados quando comparados com outros estudos em que o HMF está dentro dos limites legais, como Feás et al. (2010a,b) que obtiveram entre 1,5 mg/kg e 28,6 mg/kg com uma média de 6,5 mg/kg e Nascimento (2013) que encontrou valores no mel nacional entre 0,3 mg/kg e 18,4 mg/kg com uma média de 4,7 mg/kg. Já por outro lado Gomes et al. (2010) obtiveram valores de HMF para os méis que variaram entre 18–94 mg/kg, com 2 em 5 amostras analisadas acima do limite legal. Verificou-se, portanto,

que os méis analisados têm uma variação maior quando comparados com os resultados de outros estudos encontrados.

Ainda assim, os casos positivos podem ser justificados com o aumento da temperatura ou com o tempo de armazenamento. No entanto, não sendo conhecida a origem dos méis analisados, a data de embalagem nem a data de validade, não é possível retirar conclusões significativas.

22.4. Açúcares Redutores

O mel é constituído principalmente por açúcar e água, com o açúcar a representar entre 95% e 99% da matéria seca. Cerca de 80-85% dos sólidos presentes no mel são compostos pelos monossacáridos frutose e glucose, podendo encontrar-se menores quantidades de dissacáridos como maltose e sacarose, e ainda quantidades reduzidas de outros dissacáridos como trealose e isomaltose, além de açúcares mais complexos, como trissacáridos e oligossacáridos (Zamora and Chirife 2006)

No Gráfico 6 é possível verificar que a grande maioria das amostras de mel (n=59, 92,2%), apresentam um teor de açúcares redutores (frutose e glucose) dentro dos limites estabelecidos em legislação (mínimo 60 g/100 g), sendo que apenas 5 (7,81%) se apresentam fora dos mesmos. A média foi de 70,2 g/100 g de mel, variando os valores entre 48 g/100 g e 80 g/100 g.

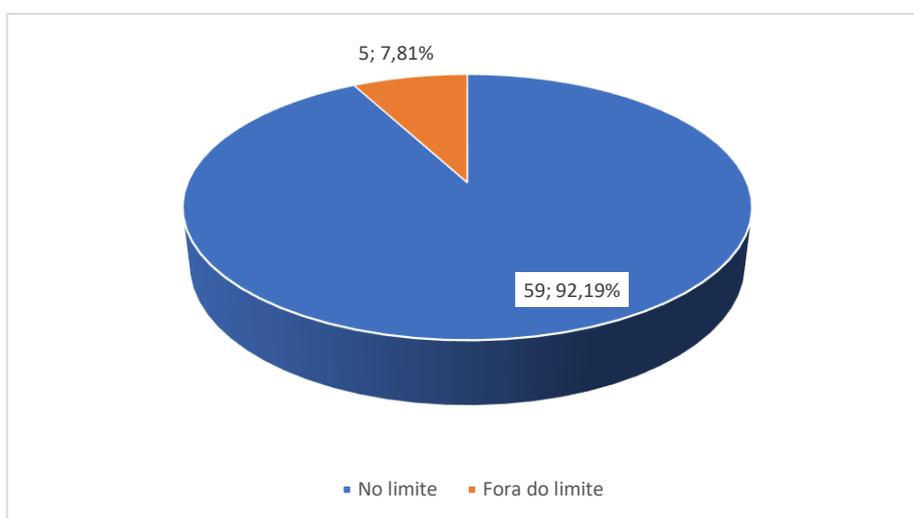


Gráfico 6. Resultados de açúcares redutores

Os valores de açúcares redutores obtidos por Gomes et al. (2010) variaram entre 67,7 g/100 g e 73,7 g/100 g com uma média de 71,12 g/100 g. Por outro lado, Feás et al. (2010a,b) encontraram valores entre 69 g/100g e 76,9 g/100 g com uma média de 72,6 g/100 g. Nenhum destes estudos, desenvolvidos em Portugal, encontraram valores não conformes, ao contrário dos resultados deste trabalho.

22.5. Sacarose

Os resultados obtidos revelam que todas as amostras analisadas têm o teor de sacarose dentro dos limites estabelecidos, sendo que apenas 5 amostras estavam dentro do limite de deteção da técnica analítica, que é de 2 g/100 g, enquanto que as restantes estavam abaixo do limite de deteção (Gráfico 7).

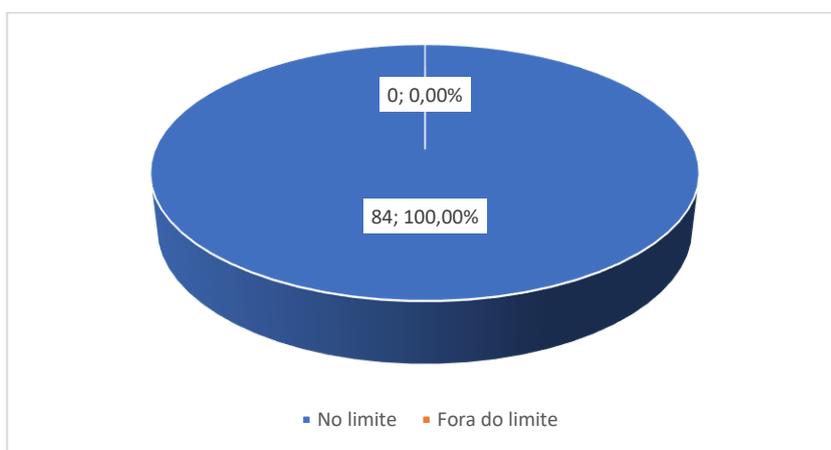


Gráfico 7. Resultados de sacarose

O mel é rico em açúcares. Estes são produzidos pelas abelhas melíferas a partir da sacarose do néctar, que é transformada pela ação de enzimas como α - e β -glucosidase, α - e β -amilase e β -frutosidase em açúcares mais simples. Sendo um indicador de uma correta maturação do mel, a sacarose deve estar presente apenas em quantidades residuais, caso contrário constitui um forte indício de que houve adição de um xarope de açúcar rico em sacarose, ou que as abelhas tiveram uma alimentação artificial com xarope de sacarose ou ainda, de uma colheita precoce do mel, em que a sacarose não tenha sido decomposta nos monossacáridos.

Os valores de sacarose obtidos por Silva et al. (2016) variaram entre 3,3 g/100 g e 4,1 g/100 g com uma média de 3,73 g/100 g. Por outro lado, Feás et al. (2010a,b) encontraram ainda valores entre 2,63 g/100 g e 4,50 g/100 g com uma média de 3,89 g/100 g.

Não foram encontrados valores acima do limite legal de 5 g/100 g em nenhum dos estudos, incluindo o presente estudo, o que está de acordo com o estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 214/2003 de 18 de setembro.

Existem várias relações entre os parâmetros que podem ser aprofundadas, Tosi et al. (2008) dizem-nos que um mel de elevada qualidade deverá ter um baixo teor de HMF e um elevado índice diastásico, sendo estes os principais parâmetros a ter em conta na avaliação da qualidade e frescura do mel. No presente trabalho não se dispõe dos resultados do índice diastásico logo não há como corroborar e aprofundar os dados obtidos pelo HMF. Acquarone et al. (2007) comprovaram a existência de uma relação entre o pH e a condutividade elétrica que utilizam como ferramenta para perceber a origem geográfica do mel o que, de novo, não é possível realizar com os dados disponíveis.

23. Conclusões

Existem poucos estudos em Portugal sobre a qualidade do mel encontrado no mercado, e os poucos que existem são apenas focados nos méis de origem portuguesa recolhidos no produtor. Por outro lado, ainda que se julgue que grande parte do mel consumido no país corresponde, de facto, a misturas de méis, a base de dados da ASAE referente ao PNCA apenas identifica os méis de forma sucinta, não discriminando a origem do mel analisado, o local de recolha, data de produção, data de validade, ou o tipo de mel.

Tendo-se encontrado uma percentagem de 13,1% do total de amostras com pelo menos, uma não conformidade nos parâmetros analisados, pode concluir-se que, embora a maioria das amostras de mel esteja dentro dos limites legais, ainda há uma proporção de algum modo relevante que não atende aos requisitos estabelecidos, o que revela a importância da vigilância contínua da qualidade do mel e a implementação de medidas para garantir a conformidade e a segurança do produto.

Essas não conformidades podem ser preocupantes, principalmente no que se refere aos valores elevados de HMF em algumas amostras. O HMF é um indicador de degradação do mel e sua presença em níveis elevados pode ser tóxica, podendo ser um sinal de má qualidade ou processamento inadequado.

Embora as não conformidades não sejam predominantes nos resultados analisados, é importante destacar a necessidade de uma monitorização contínua da qualidade do mel e a implementação de medidas corretivas para minimizar as não conformidades encontradas. Tais medidas podem incluir a adoção de práticas de

maneio adequadas, controlo rigoroso da temperatura e tempo de armazenamento, além de garantir a origem e a alimentação adequada das abelhas.

Outro aspeto a salientar é o facto de nem todas as amostras serem analisadas para todo o painel de parâmetros, o que leva a que os valores de amostras em cada parâmetro variam muito, não sendo possível, assim, na maioria das vezes correlacionar valores que seriam interessantes de investigar, de forma a obter mais e melhores conclusões.

Concluindo, é essencial que as autoridades competentes e os produtores de mel estejam cientes dessas não conformidades e trabalhem em conjunto para garantir a conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos, visando a proteção da saúde dos consumidores e a integridade do setor apícola.

24. Considerações finais

É essencial que as autoridades competentes e os produtores de mel estejam cientes dessas não conformidades e trabalhem em conjunto para garantir a conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos, visando a proteção da saúde dos consumidores e a integridade do setor apícola.

A legislação relativa ao mel foi elaborada com o intuito de estabelecer o nível mínimo de segurança ao consumidor. No entanto, talvez atualmente fosse importante torná-la mais abrangente e ter em conta outros aspetos como a fraude, mas também a análise dos pólenes, tanto para comprovar a origem floral como para ajudar com a origem geográfica da produção do mel ou a deteção de açúcares adicionados, como já é feito a nível europeu. Com isso, os apicultores portugueses, que produzem mel de alta qualidade e com alto valor comercial, estariam salvaguardados e poderiam continuar a produzir o mel num mercado regulado, em que o consumidor sabe o que está a comprar.

Neste contexto, seria importante que a ASAE conseguisse implementar a análise dos parâmetros previstos na legislação, para melhor contribuir para a resposta nacional e europeia para a proteção do mel produzido e para inviabilizar, quanto possível, a fraude.

A Comissão Europeia, tendo em vista a melhoria da capacidade da União Europeia em detetar e combater mais eficazmente a fraude no mel, recomenda (Aries et al. 2016):

- Estabelecer métodos analíticos melhorados, harmonizados e internacionalmente reconhecidos que permitam aumentar a capacidade dos laboratórios

oficiais de controlo, a fim de detetar mel adulterado por meio de xaropes de açúcar especialmente elaborado para imitar, em larga medida, o perfil de açúcar característico do mel genuíno;

- Existência de um biobanco que reflita a diversidade dos méis produzidos nos Estados-Membros, em particular em Portugal para os méis com origem protegida e por regiões, assim como já existe para os vinhos. Esse banco de dados teria várias vantagens, incluindo o seu valor legal, reconhecido pelas autoridades nacionais para autenticação do mel da UE e para a resolução de disputas;

- Até ao momento, não existe um método analítico emergente universal que possa determinar todos os tipos de adulterantes do mel com sensibilidade e robustez suficientes. Como resultado, vários métodos complementares devem ser utilizados para avaliar com confiabilidade a autenticidade do mel. A disponibilidade de amostras autênticas do biobanco facilitará significativamente o processo de desenvolvimento de tais métodos. Os especialistas devem avaliar a eficácia desses métodos alternativos, seguido de uma harmonização e validação adequadas.

Bibliografia

Acquarone C, Buera P, Elizalde B. 2007. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chem.* 101(2):695–703. doi:10.1016/j.foodchem.2006.01.058.

Almeida CMVB. 2010. Detecção de Contaminantes no Mel. Dissertação de Mestrado em Segurança Alimentar. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária. <http://hdl.handle.net/10400.5/2167>

Ananias KR. 2010. Avaliação das Condições e Qualidade de Mel de Abelhas Produzido na Microrregião de Pires do Rio, no Estado de Goiás. Dissertação para obtenção do título de grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás.

Andrikopoulos CJ, Cane JH. 2018. Comparative Pollination Efficacies of Five Bee Species on Raspberry. *J Econ Entomol.* 111(6):2513–2519. doi:10.1093/jee/toy226.

Anklam E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63, 549-562. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00057-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00057-0)

Aries E, Burton J, Carrasco L, de Rudder O, Maquet A. 2016. Scientific support to the implementation of a Coordinated Control Plan with a view to establishing the prevalence of fraudulent practices in the marketing of honey. N° SANTE/2015/E3/JRC/SI2.706828. Technical Report 2016, JRC104749, 38 p. <https://ec.europa.eu/jrc>.

ASAE. 2013. Mel. Riscos e Alimentos nº 6. Dezembro

ASAE. n.d. Área Alimentar. [accessed 2022 Oct 24]. <https://www.asae.gov.pt/inspecao-fiscalizacao/plano-de-inspecao-da-asae-pif/area-alimentar.aspx>.

ASAE. n.d. Perigos de Origem Alimentar. [accessed 2022 Oct 24]. <https://www.asae.gov.pt/cientifico-laboratorial/area-tecnico-cientifica/perigos-de-origem-alimentar.aspx>.

ASAE. n.d. Plano Operacional Práticas Fraudulentas na Área Alimentar (POPFAA). [accessed 2022 Oct 24]. <https://www.asae.gov.pt/inspecao-fiscalizacao/fraude-alimentar/plano-operacional.aspx>.

ASAE. n.d. Sistema administrativo de Assistência e Cooperação entre os Estados-Membros – AAC FF. [accessed 2022 Oct 24]. <https://www.asae.gov.pt/inspecao-fiscalizacao/fraude-alimentar/sistema-aac-ff.aspx>.

Azeredo MAA, Azeredo L da C, Damasceno JG. 1999. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis-RJ . *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19, 3-7.

Barbosa L de S, Macedo JL, Silva MRF, Machado AV. 2014. Estudo Bioquímico de Qualidade do Mel de Abelha Comercializado no Município de Caraúbas-RN. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, [S. l.] 9 (2), 45–51 <http://revista.gvaa.com.br>.

Bobis O, Moise AR, Ballesteros I, Reyes ES, Durán SS, Sánchez-Sánchez J, Cruz-Quintana S, Giampieri F, Battino M, Alvarez-Suarez JM. 2020. Eucalyptus honey: Quality parameters, chemical composition and health-promoting properties. *Food Chem.* 325. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126870.

Bogdanov S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie* 37 (1), 1-18. DOI <https://doi.org/10.1051/apido:2005043>

Bogdanov S. 2017. Composition of Honey. In: *The Honey Book*. www.bee-hexagon.net.

Bottemiller H. 2013. “Honeygate” sting leads to charges for illegal chinese honey importation. *Food Safety News*.

Carrillo Magana FA. 1998. *Meliponicultura: el mundo de las abejas nativas de Yucatán*. Mérida, México.

Chaplin-Kramer R, Dombek E, Gerber J, Knuth KA, Mueller ND, Mueller M, Ziv G, Klein AM. 2014. Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 281(1794). doi:10.1098/rspb.2014.1799.

Codex Alimentarius. 1981 (Amended 2019). Standard for honey. CXS 12-1981. FAO/WHO

Comissão Europeia. 2022. Honey Market Presentation. Expert Group [accessed 2022 Oct 24]. https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2022-04/market-presentation-honey_en_0.pdf.

Cui ZW, Sun LJ, Chen W, Sun DW. 2008. Preparation of dry honey by microwave-vacuum drying. *J Food Eng.* 84(4):582–590. doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.06.027.

Decreto-Lei nº 113/2006, de 12 de Junho. Diário da República n.º 113/2006, Série I-A de 2006-06-12, páginas 4143 – 4148. Conselho de Ministros. Lisboa.

Decreto-Lei nº 214/2003, de 18 de Setembro. Diário da República n.º 216/2003, Série I-A de 2003-09-18, páginas 6057 – 6060. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 1/2007, de 2 de Janeiro. Diário da República n.º 1/2007, Série I de 2007-01-02, páginas 5 – 7. Conselho de Ministros. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 2/2021, de 7 de janeiro. Diário da República n.º 4/2021, Série I de 2021-01-07, páginas 3 – 4. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa

Decreto-Lei n.º 560/99, de 18 de dezembro

Decreto-Lei n.º 560/99 de 18 de Dezembro. Diário da República n.º 293/1999, Série I-A de 1999-12-18, páginas 9049 – 9059. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa

Delsin, C. (2019). *Mel: caracterização de processos e desenvolvimento de uma nova formulação de Melosa* (Doctoral dissertation).

Directiva 2001/110/CE do Conselho, de 20 de Dezembro de 2001. Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 010 de 12/01/2002 p. 0047 – 0052.

Defra. 2006. Food Security and the UK: An Evidence and Analysis Paper.

Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Produtos Tradicionais Portugueses. [accessed 2022 Oct 27]. <https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/mel>.

EFSA. 2022. Bee health. [accessed 2022 Oct 24]. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bee-health>.

Erdös N. 2017. REPORT on prospects and challenges for the EU apiculture sector. Committee on Agriculture and Rural Development. 8.2.2018 - (2017/2115(INI)).

Estevinho LM, Feás X, Seijas JA, Vázquez-Tato MP. 2012. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology.* 50(2):258–264. doi:10.1016/j.fct.2011.10.034.

European Commission. Food fraud: What does it mean? [accessed 2022 Oct 24]. https://food.ec.europa.eu/safety/agri-food-fraud/food-fraud-what-does-it-mean_en.

FAO Declaração de Roma Sobre a Segurança Alimentar Mundial e Plano de Acção da Cimeira Mundial da Alimentação 1996 [Internet]. [accessed 2022 Dez 21]. <https://www.fao.org/3/w3613p/w3613p00.htm>

Feás X, Pires J, Estevinho ML, Iglesias A, de Araujo JPP. 2010a. Palynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. *Int J Food Sci Technol*. 45(6):1255–1262. doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02268.x.

Feás X, Pires J, Iglesias A, Estevinho ML. 2010b. Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physicochemical data. *Food and Chemical Toxicology*. 48(12):3462–3470. doi:10.1016/j.fct.2010.09.024.

Garcia N, Phipps R. 2018. International honey market. *American Bee Journal*

Garibaldi LA, Schulte LA, Nabaes Jodar DN, Gomez Carella DS, Kremen C. 2021. Time to Integrate Pollinator Science into Soybean Production. *Trends in Ecology & Evolution*. 36(7), 573-575. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.03.013>.

Gomes S, Dias LG, Moreira LL, Rodrigues P, Estevinho L. 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*. 48(2):544–548. doi:10.1016/j.fct.2009.11.029.

Gonzalez MV, Coque M, Herrero M. 1998. Influence of pollination systems on fruit set and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Ann. Appl. Biol*, 132, 349-355. doi:[10.1111/j.1744-7348.1998.tb05210.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1998.tb05210.x)

GPP 2019. Programa Apícola Nacional 2020-2022. Gabinete de Planeamento Políticas e Administração Geral. Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural e Mar

Guler A, Kocaokutgen H, Garipoglu A v., Onder H, Ekinci D, Biyik S. 2014. Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. *Food Chem*. 155:155–160. doi:10.1016/j.foodchem.2014.01.033.

Hellberg R, Everstine K, Sklare S. 2020. FOOD FRAUD - A Global Threat with Public Health and Economic Consequences. 1st ed. Academic Press. [accessed 2023 Mar 8]. <https://www.elsevier.com/books-and-journals>.

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000202&selTab=tab0&xlang=pt.

INE 2023. Consumo humano de mel per capita (kg/ hab.); Anual. Portal do INE [accessed 2023 Mar 8].

International Honey Commission. 2002. Harmonised Methods of the international honey commission. http://www.phadebas.com/applications/food/distase_in_honey.

Jagtap S, Trollman H, Trollman F, Garcia-Garcia G, Parra-López C, Duong L, Martindale W, Muneke PES, Lorenzo JM, Hdaifeh A, Hassoun A, Salonitis K, Afy-Shararah M 2022. The Russia-Ukraine Conflict: Its Implications for the Global Food Supply Chains. *Foods*. 11(14), 2098. doi:10.3390/foods11142098.

JRC. 2023 JRC Technical Report (T. Ždiniaková, Ed.). [s.l.] European commission.

Küçük M, Kolaylı S, Karaoglu S, Ulusoy E, Baltacı C, Candan F 2007. Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types from Anatolia. *Food Chemistry* 100(2), 526-534. doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.010

Kunitz AG. 2015. Melitina proveniente do veneno de abelha: Processo de Purificação, Aplicação e Avaliação Econômica. Dissertação para obtenção do título de grau de mestre em Engenharia Química. Universidade federal de Santa Catarina.

Lambert O, Piroux M, Puyo S, Thorin C, Larhantec M, Delbac F, Pouliquen H. 2012. Bees, honey and pollen as sentinels for lead environmental contamination. *Environmental Pollution*. 170:254–259. doi:10.1016/j.envpol.2012.07.012.

Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson HR, Andrews KG, Aryee M, et al. 2012. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. 380(9859):2224–2260. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8.

Lima, C. M. G., Seraglio, S. K. T., Bergamo, G., Fett, R., & Costa, A. C. 2019. Padrão de Identidade e Qualidade do mel de *Apis mellifera*: uma breve revisão identity and quality standard of *Apis mellifera* honey: a brief. doi:<https://doi.org/10.31692/ICIAGRO.2020.0158>

Mahmoudi R, Ghojoghi A, Ghajarbeygi P. 2016. Honey Safety Hazards and Public Health. *Journal of Chemical Health Risks*, 6 (4), 249-267.

Manning L, Soon JM. 2016. Food Safety, Food Fraud, and Food Defense: A Fast Evolving Literature. *J Food Sci.* 81(4):R823–R834. doi:10.1111/1750-3841.13256.

Moreira I, Teixeira G, Monteiro A. 2010. Anatomia das plantas. Estruturas Secretoras. Ed. ISA Press. ISBN 978-972-8669-49-2

Moreira RFA, de Maria CAB. 2001. Glúcidos no Mel. *Quim Nova.* 24(4), 516–525.

Nascimento DMD. 2013. Parâmetros de avaliação da qualidade do mel e percepção do risco pelo consumidor. Dissertação de Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição. FCUP/ FCNAUP.

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 (Basel).* 11(2). doi:10.3390/biology11020233.

Pardo A, Borges PAV. 2020. Worldwide importance of insect pollination in apple orchards: A review. *Agric Ecosyst Environ.* 293. doi:10.1016/j.agee.2020.106839.

Raezke KP, Jamin E, Lees M, 2018. Honey. In: *Food Integrity Handbook. A guide to food authenticity issues and analytical solutions.* Ed. Morin JF, Lees M. Eurofins Analytics, France [accessed 2023 Mar 8]. <https://doi.org/10.32741/fihb>.

Rajindran N, Wahab RA, Huda N, Julmohammad N, Shariff AHM, Ismail NI, Huyop F. 2022. Physicochemical Properties of a New Green Honey from Banggi Island, Sabah. *Molecules.* 27(13). doi:10.3390/molecules27134164.

Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de março de 2017. *Jornal Oficial da União Europeia.* <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/625/oj>

Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de março de 2017. *Jornal Oficial da União Europeia.*

Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004. *Jornal Oficial da União Europeia.*

Regulamento (CE) n. o 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004. Jornal Oficial da União Europeia. <http://data.europa.eu/eli/reg/2004/853/2010-07-15>

Regulamento (UE) n. o 1151/2012 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de novembro de 2012. Jornal Oficial da União Europeia. <http://data.europa.eu/eli/reg/2012/1151/oj>

Regulamento (CE) n. o 1881/2006 da Comissão, de 19 de Dezembro de 2006. Jornal Oficial da União Europeia. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>

Regulamento (UE) 2023/465 da Comissão de 3 de março de 2023. Jornal Oficial da União Europeia.

Regulamento (UE) 2019/6 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018. Jornal Oficial da União Europeia. <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/6/oj>

Regulamento (UE) 2016/429 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2016. Jornal Oficial da União Europeia. <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/429/oj>

Regulamento (UE) n. o 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Outubro de 2011. Jornal Oficial da União Europeia. <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj>

Shapla UM, Solayman M, Alam N, Khalil MI, Gan SH. 2018. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chem Cent J.* 12(1). doi:10.1186/s13065-018-0408-3.

Silva CI, Aazza S, Faleiro ML, Miguel M da G, Neto L. 2016. Propriedades antibacterianas, anti-biofilm, anti-inflamatorias y de inhibición de la virulencia de mieles portuguesas. *J Apic Res.* 55(4):292–304. doi:10.1080/00218839.2016.1243294.

Silva LR, Videira R, Monteiro AP, Valentão P, Andrade PB. 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical Journal.* 93(1):73–77. doi:10.1016/j.microc.2009.05.005.

Silva TFL da. 2019. Avaliação do teor de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos em mel da zona centro e a sua relação com os incêndios de 2017. Dissertação de Mestrado em Segurança Alimentar. Faculdade de Farmácia. Universidade de Coimbra. [accessed 2022 Mar 8]. <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/88242>.

Smith MR, Singh GM, Mozaffarian D, Myers SS. 2015. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: A modelling analysis. *The Lancet*. 386(10007):1964–1972. doi:10.1016/S0140-6736(15)61085-6.

Spink J, Moyer DC. 2011. Defining the Public Health Threat of Food Fraud. *J Food Sci*. 76(9). doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02417.x.

Stanciu I. 2021. Influence of Temperature on the Rheological Behavior of Orange Honey. *Oriental Journal Of Chemistry*. 37(2):440–443. doi:10.13005/ojc/370225.

Steinhoff JS, Lass A, Schupp M. 2022. Retinoid Homeostasis and Beyond: How Retinol Binding Protein 4 Contributes to Health and Disease. *Nutrients*. 14(6). doi:10.3390/nu14061236.

Thrasylvoulou A, Tananaki C, Goras G, Karazafiris E, Dimou M, Liolios V, Kanelis D, Gounari S. 2018. Legislación de criterios y normas de miel. *J Apic Res*. 57(1):88–96. doi:10.1080/00218839.2017.1411181.

Tosi EA, Ciappini C, Ré E, Lucero H. 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chem*. 77, 71-74 www.elsevier.com/locate/foodchem.

Tosi EA, Martinet R, Ortega M, Lucero H, Ré E. 2008. Honey diastase activity modified by heating. *Food Chem*. 106(3), 883–887. doi:10.1016/j.foodchem.2007.04.025.

Tuzen, M. 2002. Determination of some metals in honey samples for monitoring environmental pollution. *Fresenius Environmental Bulletin* 11(7):366-370

Vargas T. 2006. Avaliação da Qualidade do Mel Produzida na Região dos Campos Gerais do Paraná. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade estadual de Ponta Grossa. <http://www.livrosgratis.com.br>.

White JW, Subers MH, Schepartz AI. 1963. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxidase and its origin in a honey glucose-oxidase system. *Biochim Biophys Acta*. 7 (73), 57-70. doi: 10.1016/0006-3002(63)90359-7

White JW. 1975. Physical characteristics of honey. *Annals of Agricultural Sciences*. [accessed 2022 May 8]. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>.

Zamora MC, Chirife J. 2006. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. Food Control 17(1), 59-64. doi:10.1016/j.foodcont.2004.09.003