

Dedicatória

A todos aqueles que apoiaram o meu percurso académico...

...deixo esta frase de reflexão.

"Sinto-me sempre feliz, sabes por quê? Porque não espero nada de ninguém. Esperar dói sempre. Os problemas não são eternos, têm sempre solução. O único que não se resolve é a morte. A vida é curta, por isso, ama-a!"

(Shakespeare)

Agradecimentos

À Prof.^a Doutora Beatriz Oliveira, minha orientadora, pela sua serenidade, paciência e disponibilidade permanente; pelos seus sábios conselhos e sugestões, essenciais na construção desta tese.

Ao Prof. Doutor Jorge Queiroz por me orientar nestes dois anos de mestrado, e um agradecimento especial a todos os professores que fizeram com que este caminho fosse possível.

Um agradecimento muito especial ao Prof. Doutor Luís Cunha por toda a amizade, sinceridade e disponibilidade prestada. Agradeço também os ensinamentos dados, a sua compreensão e ajuda que transmitiu ao longo do mestrado.

Aos meus amigos, em especial, a todos os que me seguiram de perto, que estiveram sempre a meu lado, que me apoiaram e ajudaram nesta fase mais complicada, em especial à Anabela, Antónia, Nádia, Telma, Daniela, Jorge e Luísa, por fazerem parte de todos os dias desta tese.

Agradeço ainda à minha família por toda a compreensão, todo o carinho, todo o apoio e toda a ajuda que me deram, principalmente às minhas irmãs que não me deixarem nem um minuto nesta longa caminhada.

A todas as pessoas que me apoiaram e que se dedicaram para que a realização desta tese fosse uma realidade.

Resumo

O mel é um produto natural conhecido desde a pré-história e, largamente consumido em todo o mundo. Em Portugal, o mel é consumido com alguma frequência e está fortemente associado a um produto benéfico na promoção da saúde.

O trabalho desenvolvido pretendeu avaliar analiticamente a estabilidade do mel produzido em Portugal, ao longo do armazenamento durante vários anos e comparar a qualidade com méis comercializados. Foram avaliados alguns parâmetros de qualidade do mel, nomeadamente o teor de 5-hidroximetilfurfural (HMF), índice diastásico, cor e teor de sólidos solúveis totais. A nível de compostos bioativos, foram quantificados os teores de ácido ascórbico, fenólicos totais, flavonoides e taninos. A atividade antioxidante foi avaliada espectrofotometricamente, através da capacidade captora de radicais 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH) e poder redutor (FRAP). Para ter uma perspetiva do consumo de mel em Portugal foi realizado um inquérito a consumidores deste produto.

Os resultados obtidos mostraram que o mel pode ser considerado um produto com grande estabilidade, se armazenado adequadamente e que a sua composição depende da origem floral, clima e região de produção. O mel de produtor (urze e pomar), apresentam um teor elevado de compostos bioativos e capacidade antioxidante alta, sendo os méis mais escuros. Em relação aos méis comerciais, o mel de laranjeira é o mais claro, tem capacidade antioxidante superior em relação aos compostos bioativos. O mel da Roménia tem capacidade antioxidante elevada em relação ao baixo teor de compostos bioativos e a sua cor é clara. Todos os méis encontram-se dentro dos limites legais de hidroximetilfurfural e índice diastásico.

Da apreciação dos inquéritos respondidos, verifica-se que os inquiridos escolhem, normalmente, mel nacional que adquirem diretamente ao produtor. O consumo de mel não é muito elevado, sendo que a maioria consome esporadicamente, e mais na época de Inverno. Preferem mel puro, mas também o utilizam em infusões e como remédio. Não o consideram um produto caro e escolhem embalagens de 500g a 1 kg. Quanto à cristalização, a maioria dos inquiridos tem algum conhecimento sobre o assunto e consome-o na mesma, confiando no produto em questão.

Palavras-chave: mel, 5-hidroximetilfurfural, índice diastásico, atividade antioxidante, análise de consumo.

Abstract

Honey is a natural product known since prehistory, and widely consumed worldwide. In Portugal, the honey is consumed with some frequency and is strongly associated with a product beneficial in promoting health.

The work aimed to evaluate analytically the stability of the honey produced in Portugal, during storage for several years and compare the quality honeys sold. We evaluated some parameters of honey quality, including the level of 5-hydroxymethylfurfural (HMF), diastase activity, color and total soluble solids content. We quantified the level of bioactive compounds such as ascorbic acid, total phenolics, flavonoids and tannins. The antioxidant activity was evaluated spectrophotometrically by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radical scavenging capacity and reducing power (FRAP). To get a perspective of honey consumption in Portugal was carried out a survey of consumers of this product.

The results showed that honey can be considered a product with great stability, if stored properly and that their composition depends on the floral source, climate and production region. Honey producer (heath and orchard), have a high content of bioactive compounds and antioxidant capacity high, being the darker honeys. Regarding commercial honeys, honey orange is lighter, have higher antioxidant capacity compared to bioactive compounds. Honey Romania has high antioxidant capacity compared to low levels of bioactive compounds and their color is clear. All honeys are within legal limits hydroxymethylfurfural content and diastase activity.

Appreciation of inquiries answered, it appears that respondents choose, usually national honey who purchase directly from the producer. The consumption of honey is not very high, with the majority consumes sporadically, and more in the winter season. Prefer pure honey, but also use it in teas and as medicine. Do not consider it an expensive product and choose packages of 500g to 1 kg. As for crystallization, the majority of respondents have some knowledge about it and consume it in the same, relying on the product in question.

Key words: honey, 5-hydroxymethylfurfural, diastase activity, antioxidant activity, consumption analysis.

Índice

1. Introdução.....	8
1.1.1. Caracterização do Mel	10
1.1.2. Definição de mel.....	10
1.1.3. Principais tipos de mel	10
1.1.4. Mel com Denominação de Origem Protegida (DOP)	13
1.1.5. Mel do Alentejo	14
1.1.6. Mel do Barroso.....	15
1.1.7. Mel da Serra da Lousã.....	16
1.1.8. Mel da Serra de Monchique	17
1.1.9. Mel do Parque de Montesinho.....	18
1.1.10. Mel da Terra Quente.....	19
1.1.11. Mel do Ribatejo Norte	20
1.1.12. Mel das Terras Altas do Minho	21
1.1.13. Mel dos Açores.....	22
1.2. Composição e propriedades físico-químicas	23
1.2.1. Hidratos de Carbono	26
1.2.2. Água	27
1.2.3. Ácidos Orgânicos	27
1.2.4. Minerais	28
1.2.5. Cinzas.....	28
1.2.6. Proteínas e outros compostos azotados.....	29
1.2.7. Vitaminas	30
1.2.8. Compostos Voláteis	30
1.2.9. Compostos fenólicos	30
1.2.10. Cor	33
1.3. Adultrações do mel.....	34
1.3.1. Hidroximetilfurfural (HMF)	35
1.3.2. Índice diastásico.....	36
1.4. Propriedades benéficas do mel	37
1.4.1. Atividade antimicrobiana e antifúngica	37
1.4.2. Atividade Antioxidante	39
1.4.3. Outras ações benéficas.....	42

1.5.	Consumo e comercialização de mel em Portugal	43
1.5.1.	Produção e Consumo Humano	44
1.5.2.	Acondicionamento e rotulagem	46
2.	Material e Métodos.....	47
2.1.	Amostras de mel	47
2.2.	Preparação das amostras, padrões e reagentes	48
2.3.	Avaliação da qualidade do mel.....	49
2.3.1.	Determinação da cor	49
2.3.2.	Determinação do teor de sólidos solúveis totais	49
2.3.3.	Determinação do HMF e furfural	49
2.3.4.	Determinação do Índice diastásico	50
2.4.	Métodos de avaliação da capacidade antioxidante	51
2.4.1.	Atividade captora dos radicais DPPH *	51
2.4.2.	Poder antioxidante por redução do ião férrico (FRAP)	52
2.5.1.	Determinação de fenóis totais	53
2.5.2.	Determinação de flavonoides totais.....	54
2.5.3.	Determinação de taninos.....	55
2.5.4.	Determinação do ácido ascórbico	55
2.6.	Inquéritos referentes ao consumo de mel em Portugal.....	56
3.	Resultados e Discussão.....	59
3.1.	Parâmetros físico-químicos	59
3.1.1.	Taninos	60
3.1.2.	Flavonoides.....	61
3.1.3.	Fenóis totais.....	63
3.1.4.	Ácido ascórbico (Vitamina C)	65
3.1.5.	Atividade antioxidante pelo método DPPH*	67
3.1.6.	Poder antioxidante por redução do ião férrico (FRAP)	69
3.1.7.	Hidroximetilfurfural e Furfural	71
3.1.8.	Índice diastásico.....	72
3.1.9.	Teor de sólidos solúveis totais	74
3.1.10.	Cor	75
3.1.11.	Pólen	76
3.2.	Inquéritos	77
4.	Conclusão	83
5.	Referências Bibliográficas	84

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

Anexo	93
-------------	----

Índice de Tabelas

Tabela 1: Características físico-químicas do mel do Alentejo (Fonte: [11])	15
Tabela 2: Características físico-químicas do mel do barroso (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº23/94, 1994)	16
Tabela 3: Características físico-químicas do mel da Serra da Lousã (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº26/94, 1994).....	17
Tabela 4: Características físico-químicas do mel da Serra de Monchique (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº29/94, 1994)	18
Tabela 5: Características físico-químicas do mel do Parque de Montesinho (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº25/94, 1994)	19
Tabela 6 Características físico-químicas do mel da Terra Quente (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº30/94, 1994).....	20
Tabela 7:Características físico-químicas do mel do Ribatejo Norte (Fonte: [17]).....	20
Tabela 8: Características físico-químicas do mel das Terras Altas do Minho (Fonte: [18])	21
Tabela 9: Características físico-químicas do mel dos Açores (Fonte: [19])	22
Tabela 10: Composição do mel (g por 100g de mel) (Fonte: [25]).....	23
Tabela 11: Nutrientes do mel (por 100 g) e dose diária recomendada de mel (Fonte: [26])	24
Tabela 12: Limites mínimos e máximos estabelecidos para o mel de néctar e de melada (Fonte: [9])	25
Tabela 13: Escala de Pfund, coloração e faixa de coloração (Fonte: http://www.airborne.co.nz/monfloralhoneydef.shtml , Agosto de 2012)	34
Tabela 14: Nº de apicultores, colmeias e cortiços, e produção de mel dos anos 2006 e 2007 (Fonte: [10]).	45
Tabela 15: Consumo humano de mel per capita (kg/hab) em Portugal (Fonte: [84]).....	45
Tabela 16: Caracterização dos vários tipos de mel analisados - origem floral, zona de produção e ano	47
Tabela 17: Resultados obtidos para os taninos, flavonoides e fenóis totais	65
Tabela 18: Resultados das análises feitas ao mel, relativamente à vitamina C	67
Tabela 19: Resultados das análises feitas ao mel, relativamente as métodos de FRAP e DPPH'	70

Tabela 20: Resultados obtidos para as amostras de mel em relação ao Hmf, furfural e índice diastásico	73
Tabela 21: Resultados das amostras de mel para os sólidos solúveis totais (° Brix)	74
Tabela 22: Resultados obtidos para os atributos relacionados com a cor (luminosidade, croma e tonalidade)	76
Tabela 23: Dados relativos à questão "Em que época do ano normalmente consome mel?", número de respostas e percentagem.....	78
Tabela 24: Dados relativos à questão "De que forma utiliza o mel", número de respostas e percentagem.....	79
Tabela 25: Dados relativos à questão "Na sua opinião quais os atributos mais importantes no mel?", número de respostas e percentagem.	80
Tabela 26: Dados relativos à questão "Quando o mel se encontra cristalizado", número de respostas e percentagem.....	81
Tabela 27: Dados relativos à questão "A cristalização do mel significa que:", número de respostas e percentagem.....	82

Índice de Figuras

Figura 1: Representação de mel de néctar ou mel de flores	10
Figura 2: Representação de mel em favos.....	11
Figura 3: Representação de mel com pedaços de favos (Mel Serra da Estrela)	11
Figura 4: Flor do Rosmaninho (<i>lavandula stoechas</i>) Fonte: Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010.....	12
Figura 5: Flor de Urze (<i>Erica spp</i>) Fonte: Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010.....	12
Figura 6: Árvore Castanheiro (<i>Castanea sativa</i>) Fonte: Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010.....	13
Figura 7: Zonas de mel com Denominação de origem protegida (Fonte: DGADR do Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010)	14
Figura 8: Representação de quatro classes de flavonoides (fonte: [37]).	31
Figura 9: Estrutura química do a) 5-hidroximetilfurfural, do b) metilfurfural e c) furfural. (Fonte [57]).	35
Figura 10: Defesas antioxidantes: enzimáticas e não enzimáticas (Adaptado de [51]). ...	40
Figura 11: Sistema HPLC da Jasco (Japão) equipado com um injetor automático (AS-2057PLUS), uma bomba (PU-2089PLUS) e um detetor de fotodíodos (MD-2018PLUS) acoplado a um detetor de fluorescência (FP-2020PLUS).....	50
Figura 12: Concentração de taninos (mg EAT/Kg) nos diferentes méis analisados.....	60
Figura 13: Concentração de flavonoides (mg EC/Kg) nos diferentes méis analisados	62
Figura 14: Concentração de fenóis totais (mg EAG/Kg) nos diferentes méis analisados	63
Figura 15: Concentração de vitamina C (mg ác.ascórbico/Kg) nos diferentes méis analisados	66
Figura 16: Capacidade antioxidante obtida através do método de DPPH* (mg ET/Kg) nos diferentes méis analisados.....	68
Figura 17: Capacidade antioxidante obtida através do método de FRAP (mg ESF/Kg) nos diferentes méis analisados.....	69
Figura 18: Concentração de HMF e furfural obtidos para as diferentes amostras de mel	71

Abreviaturas

IHC - International Honey Commission

HMF - 5 - Hidroximetilfurfural

FNAP - Federação Nacional dos Apicultores de Portugal

NP – Norma Portuguesa

DL – Decreto-Lei

FRAP - Capacidade Redutora Férrica

DPPH• - radical 1,1-difenilo-2-picril-hidrazilo

DOP – Denominação de Origem Protegida

PAN – Programa Apícola Nacional

HC – Hidratos de Carbono

DDR – Dose Diária Recomendada

A.A. – Aminoácidos

ID – Índice diastásico

a_w – Atividade da água

1. Introdução

O mel é utilizado como alimento desde a pré-história, por vários séculos foi retirado dos enxames de forma predatória, causando muitas vezes danos ao meio ambiente, como a morte das abelhas. Entretanto, com o tempo, o homem foi aprendendo a proteger os seus enxames e a aumentar a produção de mel sem causar prejuízo para as abelhas ^[1].

As primeiras evidências do consumo de mel podem ser encontradas nas pinturas rupestres da Península Ibérica da costa mediterrânica (Catalunha e Ilhas balneares). A cultura Egípcia foi a primeira a utilizar colmeias artificiais recorrendo ao seu uso para variadas aplicações, nomeadamente na área da medicina, da cosmética e da alimentação ^[2].

Actualmente o mel é consumido em larga escala em todo o mundo, desempenhando um papel importante na dieta humana, sendo também utilizado nas indústrias alimentar, farmacêutica e cosmética. Em consequência, em 1976 foi estabelecida a primeira Norma Portuguesa (NP 1307:1983) relativa à definição, classificação e caracterização do mel ^[3].

Nos últimos anos a apicultura tem vindo a ser cada vez mais explorada, sendo um passatempo que dá prazer a quem a pratica e algum lucro a um grande número de pessoas. Desta forma, a produção e a comercialização de mel tornou-se uma atividade económica bastante relevante ao nível da agricultura portuguesa, envolvendo mais de 26 000 apicultores, com um valor de produção na ordem das 11 000 toneladas por ano ^[4].

O facto de existir um uso generalizado de pesticidas e herbicidas na agricultura e horticultura, leva a que a função polinizadora da abelha tenha mais destaque e simultaneamente mais risco ^[8].

Tem havido uma crescente preocupação pública relativamente a reações adversas causadas por alguns alimentos, como é o exemplo do pólen, e talvez por isso os consumidores se tornem cada vez mais atentos e exigentes em relação aos ingredientes, aditivos e conservantes utilizados na indústria alimentar, e a procura de mel, natural,

puro, não contaminado e de grande valor nutritivo, torna-se cada vez maior ^[5]. Esta exigência do consumidor originou uma legislação mais apertada e um mercado de géneros alimentícios de maior qualidade, com características bem definidas e que cumprem os diversos critérios de qualidade e de certificação antes da comercialização, especialmente em países industrializados ^[8].

O mel é uma solução muito concentrada em açúcares que contém mais de 180 outros constituintes como enzimas, aminoácidos e ácidos orgânicos, carotenóides, produtos de reação de Maillard, vitaminas, minerais, polifenóis, e antioxidantes, incluindo catalase, ácido ascórbico e carotenóides ^[6]. Os compostos secundários são os responsáveis pelas propriedades benéficas e terapêuticas do mel, nomeadamente os compostos fenólicos (flavonoides e ácidos fenólicos), proteínas, sais minerais, vitaminas e lípidos ^[7].

A composição química deste produto é dependente da sua origem, e de muitos outros fatores, como a composição, origem, mudanças naturais durante o processo de extração/armazenamento/embalamento, condições edafo-climáticas, pelo que a sua qualidade e valor nutricional podem sofrer variações ^[8].

Por outro lado, a atitude dos consumidores perante o mel é variável. Sendo assim torna-se imperativo não só conhecer as características dos diferentes méis disponíveis no mercado, mas também analisar a atitude do consumidor perante os diferentes produtos disponíveis no mercado português.

Assim, os objetivos do presente trabalho foram:

- Avaliação de alguns parâmetros de qualidade do mel:
 - 5-Hidroximetilfurfural (HMF),
 - Furfural,
 - Índice diastásico (ID),
 - Cor,
 - Sólidos solúveis totais
- Análise quantitativa dos compostos bioativos do mel, nomeadamente os teores de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e taninos totais.

- Estudo da atividade antioxidante por dois métodos analíticos, descritos para matrizes alimentares, capacidade captora de radicais 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH) e poder redutor (FRAP).
- Perspetiva do consumo de mel em Portugal através da realização de inquéritos a uma amostra da população

1.1.1. Caracterização do Mel

1.1.2. Definição de mel

De acordo com o Decreto-Lei nº 214/2003 de 18 de Setembro, Mel é uma “substância açucarada natural produzida pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* (sp. Ibérica) 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”^[9].

1.1.3. Principais tipos de mel

O referido Decreto estabelece os principais tipos de mel com base na sua origem, modo de produção e/ou apresentação ^[9].

a) Consoante a origem:

i) Mel de néctar ou mel de flores — mel obtido a partir do néctar das plantas;



Figura 1: Representação de mel de néctar ou mel de flores

ii) 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 ^[9].

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

iii) Mel em favos — mel armazenado pelas abelhas nos alvéolos operculados de favos, vendido em favos inteiros ou em secções de favos;



Figura 2: Representação de mel em favos

iv) Mel com pedaços de favos — mel que contém um ou vários pedaços de mel em favos;



Figura 3: Representação de mel com pedaços de favos (Mel da Serra da Estrela)

v) Mel escorrido — mel obtido por escorrimento de favos desoperculados que não contenham criação;

vi) Mel centrifugado — mel obtido por centrifugação de favos desoperculados que não contenham criação;

vii) Mel prensado — mel obtido por compressão de favos que não contenham criação, sem aquecimento ou com aquecimento moderado de 45°C, no máximo;

viii) Mel filtrado — mel obtido por um processo de eliminação de matérias orgânicas ou inorgânicas estranhas à sua composição que retire uma parte importante do pólen^[6].

O mel pode ainda ser classificado quanto à origem floral em monofloral ou multifloral, dependendo se o néctar é predominantemente originário de uma ou várias fontes florais, respetivamente. De forma geral, considera-se que se pelo menos 45% do pólen for de uma determinada origem então o mel é monofloral. A flora melífera em Portugal é muito rica e diversa, sendo constituída maioritariamente por espécies silvestres, mas também por plantas cultivadas, como o castanheiro e o eucalipto. Existe por isso uma enorme diversidade de méis monoflorais sendo os mais comuns:

Mel de Rosmaninho (*Lavandula stoechas*)



Figura 4: Flor do Rosmaninho (*lavandula stoechas*) Fonte: Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010

Mel de Urze (*Erica spp*)



Figura 5: Flor de Urze (*Erica spp*) Fonte: Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010

Mel de Castanheiro (*Castanea sativa*)



Figura 6: Árvore Castanheiro (*Castanea sativa*) Fonte: Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010

São ainda conhecidos os méis de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Medronheiro (*Arbutus unedo*), Soagem (*Echium plantagineum*), Poejo (*Mentha pulegium*), Laranjeira (*Citrus sinensis*), Cardo (*Carlina racemosa*), Eucalipto (*Eucalyptus spp*) e Girassol (*Helianthus annuus*)^[10].

1.1.4. Mel com Denominação de Origem Protegida (DOP)

O mel de Denominação de Origem Protegida (DOP) é um produto obtido através de determinadas regras de produção, extração, embalagem e conservação do produto, e que ocorre numa área geográfica delimitada. As regiões geográficas conhecidas são nove (Terras Altas do Minho; Terra Quente; Montesinho; Barroso; Serra da Lousã; Ribatejo Norte; Alentejo; Serra de Monchique e Açores) (figura 7) as quais demonstram um interesse crescente por parte dos apicultores, na melhoria da qualidade ^[10].

O facto de um mel ter DOP implica que o mesmo seja produzido de acordo com as regras estabelecidas no caderno de especificações. Apenas poderá beneficiar desta denominação, o mel que cumpra as condições estipuladas e que se apresente no mercado devidamente acondicionado em embalagens.

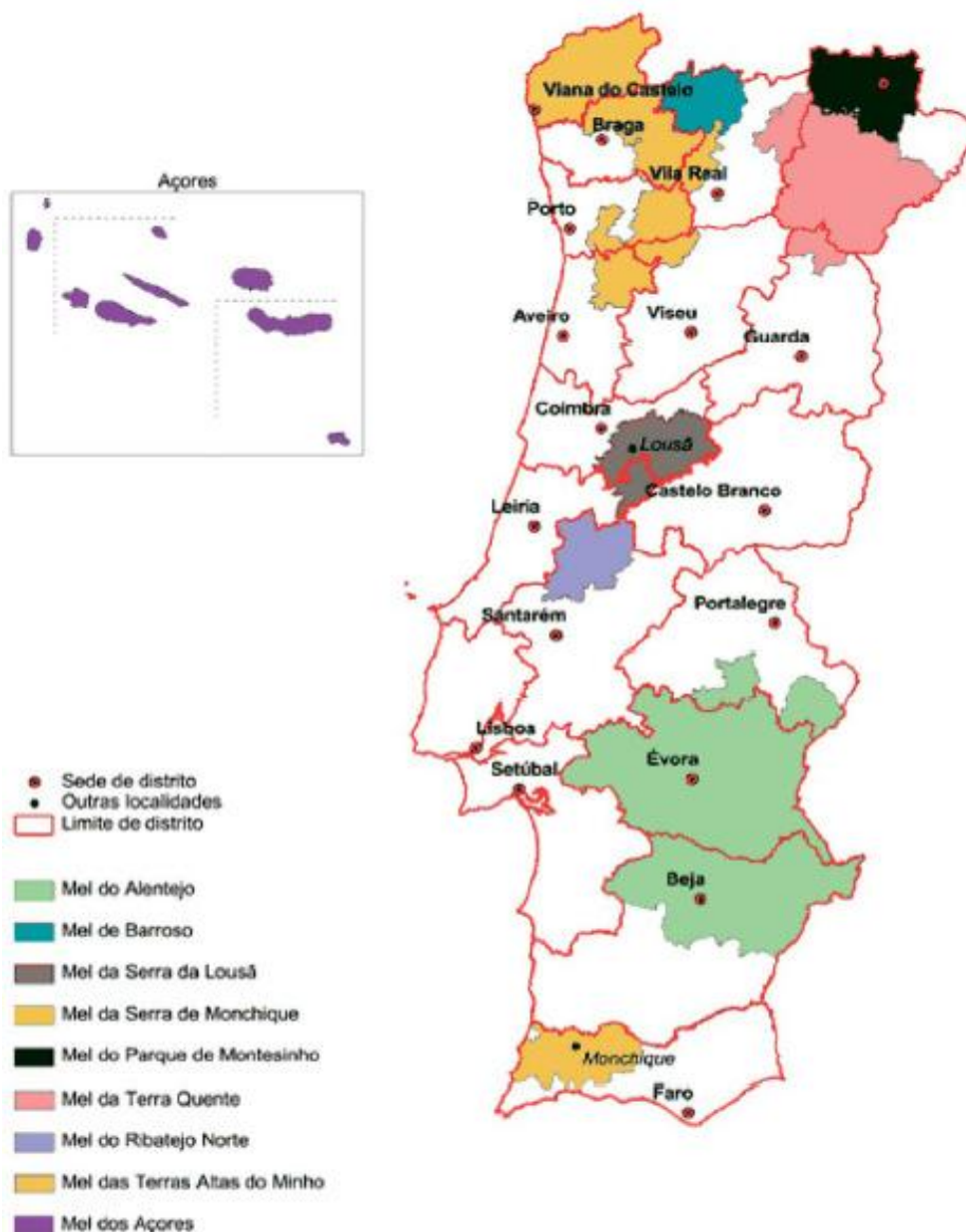


Figura 7: Zonas de mel com Denominação de origem protegida (Fonte: DGADR do Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, Abril de 2010)

1.1.5. Mel do Alentejo

Entende-se por Mel do Alentejo, o mel que é produzido por abelhas de raça local, *Apis mellifera* (sp. Ibérica) a partir de uma flora característica que abrange o Rosmaninho, Esteva, Sargaço, Medronheiro, Madressilva, Cardo asnil, Tágueda, Tasneira e Soagem, entre outros, característica da região mediterrânica. São também muito importantes as monoculturas de Girassol, de Eucalipto e de Laranjeira. A cor do mel alentejano varia

entre o amarelo transparente e o âmbar, cores que lhe conferem a preferência e apreciação do consumidor ^[11].

A tabela 1 resume as características físico-químicas do mel do Alentejo.

Tabela 1: Características físico-químicas do mel do Alentejo (Fonte: [11])

Características	Limites
Humidade	< 18,5%
Sacarose	< 5%
Cinzas	< 0,6%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	35 meq/kg
Hidroximetilfurfural	≤10 mg/kg
Condutividade elétrica	< 6,0x10 ⁻⁴ S/cm

Os méis monoflorais devem ter uma percentagem mínima de pólen: Rosmaninho 13%, Laranjeira 15% e Eucalipto e Soagem 40%. Os méis multiflorais devem ter uma percentagem mínima de 5% de pólen de, pelo menos, uma das seguintes espécies: rosmaninho, soagem, eucalipto, tomilho, alecrim, laranjeira e cardo.

Os méis deverão apresentar as qualidades organoléticas próprias da origem floral correspondente, especialmente o aroma e o paladar.

A zona de produção do “Mel do Alentejo” é constituída pelos limites dos concelhos de Alandroal, Alvito, Arraiolos, Barrancos, Beja, Borba, Cuba, Estremoz, Elvas, Évora, Ferreira do Alentejo, Fronteira, Montemor-o-Novo, Mora, Moura, Mourão, Portel, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Serpa, Sousel, Vendas Novas, Viana do Alentejo, Vidigueira e Vila Viçosa.

1.1.6. Mel do Barroso

Este mel é produzido na região montanhosa do Barroso. Tem características particulares que resultam das espécies vegetais usadas, maioritariamente compostas por urzes. As urzes, para além de ajudarem a um melhor desenvolvimento das colónias das abelhas, permitem a produção de um mel mais escuro.

É um mel produzido pela abelha negra, *Apis mellifera* (sp. Ibérica), que se adapta muito bem às condições climáticas da região.

É um mel de néctar de flores, constituído principalmente por pólen de Ericaceae. Para além da urze (*Erica umbellata*), podemos encontrar a *Erica cinerea*, *Erica arbórea*, *Erica vaquans*, *Erica ciliares* e *Coluna vulgaris*. Este tipo de mel tem muita tendência a cristalizar e pode ser vendido no estado fluido ou sólido (cristalizado). Como características polínicas, o mel deve conter uma percentagem igual ou superior a 15% de pólen de Ericaceae^[12].

As suas principais características apresentam-se na tabela 2.

Tabela 2: Características físico-químicas do mel do barroso (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº23/94, 1994)

Características	Limites
Humidade	< 18%
Sacarose	< 5%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	> 65%
Cinzas	< 0,6%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	< 4 cm ³ de solução 1N/100g mel
Índice diastásico	> 8 na escala de Gothe
Hidroximetilfurfural	< 40 mg/kg de Mel
Densidade	> 1,4 à temperatura de 20°C

A Área Geográfica de Produção, de extração e acondicionamento é limitada aos Concelhos de Boticas e Montalegre, Distrito de Vila Real.

1.1.7. Mel da Serra da Lousã

É um mel obtido por abelhas da espécie *Apis mellifera* (sp. Ibérica). A sua cor varia entre o âmbar e o âmbar escuro, quase negro. Tem alta viscosidade e um paladar forte com alguma adstringência, devido ao néctar das urzes. O pólen é característico da flora local^[13].

Das características mais particulares deste tipo de mel destacam-se (tabela 3):

Tabela 3: Características físico-químicas do mel da Serra da Lousã (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº26/94, 1994)

Características	Limites
Humidade	< 20%
Sacarose	< 5%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	≥ a 65%
Cinzas	< 0,6%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	< 4 cm ³ de solução 1N/100g de mel
Índice diastásico	> 10 na escala de Gothe
Hidroximetilfurfural	< 35 mg/kg de Mel

A área geográfica de produção compreende os concelhos de Lousã, Miranda do Corvo, Penela, Figueiró dos Vinhos, Pedrógão Grande, Castanheira de Pera, Pampilhosa da Serra, Arganil, Góis e Vila Nova de Poiares.

1.1.8. Mel da Serra de Monchique

Mel produzido pela abelha da espécie *Apis mellifera* (sp. Ibérica), a partir do néctar das flores da flora que caracteriza a Serra de Monchique.

A cor é normalmente amarelo escuro. Das características polínicas, o mel multifloral contém em média, 14 a 19% de Alfazema, *Cistus* e *Compositae* cada um, 14 a 18% de Soagem, cerca de 12% de Urze, 10 a 12% de Eucalipto, *Citrus* e *Prunus*, e 0,7 a 2,9% de Azinheira, oliveira, brássicas, funcho e *oxalys* ^[14].

As características físico-químicas encontram-se na tabela 4:

Tabela 4: Características físico-químicas do mel da Serra de Monchique (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº29/94, 1994)

Características	Limites
Humidade	< 20%
Sacarose	< 5%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	≥ 65%
Cinzas	< 0,3%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	< 3 cm ³ de solução 1N/100g de mel
Índice diastásico	> 8 na escala de Gothe
Hidroximetilfurfural	< 40 mg/kg de Mel

A área geográfica de produção compreende as freguesias de Monchique, Alperce e Marmeleite (concelho de Monchique) às freguesias de Odeceixe, Aljezur e Bordeira (concelho de Aljezur), freguesias do concelho de Portimão como Mexilhoeira Grande e Portimão, Bensafirim no concelho de Lagos e São Marcos da Serra, Silves e São Bartolomeu de Messines, do concelho de Silves.

1.1.9. Mel do Parque de Montesinho

Mel produzido pela abelha de espécie *Apis mellifera* (sp. Ibérica), a partir do néctar das flores da flora que caracteriza a região de produção do mel do Parque de Montesinho.

É um mel caracterizado por um aroma forte e característico, cor acentuadamente escura (superior a 7 na escala internacional), um aspecto viscoso e homogéneo, e com uma textura macia ^[15].

A tabela 5 descreve as características físico-químicas deste mel.

A área geográfica de produção limita-se aos concelhos de Bragança e Vinhais.

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

Tabela 5: Características físico-químicas do mel do Parque de Montesinho (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº25/94, 1994)

Características	Limites
Humidade	< 20%
Sacarose	< 5%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	≥ 65%
Cinzas	< 0,3%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	≤40 meg/kg
Índice diastásico	< 20 na escala de Gothe
Hidroxiacetilfurfural	< 40 mg/kg

1.1.10. Mel da Terra Quente

Tal como os outros méis, este é produzido pela abelha *Apis mellifera* (sp. Ibérica), feito a partir do néctar das flores que caracterizam a região. Tem um aroma e um sabor característico, devido ao pólen de rosmaninho; a cor aproxima-se do âmbar-claro (inferior a 5 na escala de Pfund). Pode apresentar-se no estado fluído ou sólido, sob a forma de mel centrifugado ou mel em favos ^[16].

As principais características físico-químicas encontram-se na tabela 6.

Das características polínicas são de referir que o teor em pólen de rosmaninho (*Lavandula stoechas* e *Lavandula padarculata*) deve ser inferior a 15%. Nos casos em que o mel possui um teor de pólen de rosmaninho superior a 35% pode ter a denominação de venda “Mel de Rosmaninho”.

A área geográfica de produção resume-se aos concelhos de Mirandela, Vila Flor, Moncorvo, Freixo de Espada à Cinta, Mogadouro, Alfândega da fé, Macedo de Cavaleiros, Carrazeda de Ansiães, Vila Nova de Foz Coa e Valpaços.

**Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado**

Tabela 6 Características físico-químicas do mel da Terra Quente (Adaptado do D.R. nº 29, II série, despacho nº30/94, 1994)

Características	Limites
Humidade	< 18%
Sacarose	< 5%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	≥65%
Cinzas	< 0,5%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	< 4 Cm ³ de solução IN/100g de mel
Índice diastásico	> 8 na escala de Gothe
Hidroxiacetilfurfural	< 40 mg/Kg

1.1.11. Mel do Ribatejo Norte

O mel do Ribatejo Norte é produzido pela abelha *Apis mellifera* (sp. Ibérica), obedecendo ao Decreto-lei nº 131/85. Este é dividido em quatro sub-tipos: mel da Serra D'Aire, mel da Albufeira do Castelo de Bode, mel do Bairro e mel do Alto-Nabão ^[17].

A área geográfica de produção de mel do Ribatejo Norte localiza-se no centro do país, fazendo parte os distritos de Leiria, Castelo Branco, Santarém, Porto de Mós, Alcobaça, Vila de Rei e Abrantes.

Tabela 7: Características físico-químicas do mel do Ribatejo Norte (Fonte: [17])

Características	Mel Serra D'Aire	Mel da Albufeira do Castelo de Bode	Mel do Bairro	Mel do Alto Nabão
Humidade	< 17%	<17%	< 18%	< 18%
Cinzas	< 0,2%	<0,5%	< 0,5%	< 0,8%
Substâncias insolúveis	< 0,05%	<0,08%	< 0,05%	< 0,05%
Acidez	<30 meq/kg	<35 meq/kg	<40 meq/kg	<40 meq/kg
HMF	<25 mg/kg	<35 mg/kg	<30 mg/kg	<40 mg/kg
Cor	Clara (2,5 a 6 na escala Pfund)	> 6 na escala Pfund	1 a 8 na escala Pfund	6 a 11 na escala Pfund

1.1.12. Mel das Terras Altas do Minho

Produzido pela abelha *Apis mellifera* (sp. Ibérica), é um mel de néctar de flores em que se encontra principalmente pólen da Ericaceae, como é o exemplo da Urze, muito importante na flora melífera desta região. Além da urze, pode-se também encontrar *Erica tetralix*, *Erica cinerea*, *Erica arborea*, *Erica vaquans*, *Erica ciliares* e *Caluna vulgaris*.

É um mel de cor escura, bastante rico em sais minerais e com níveis de cristalização médios e regulares. O mel das Terras Altas do Minho que contenham um teor de pólen de Ericaceae superior a 35% poderá ter como denominação de venda “Mel de Urze” [18]. A caracterização físico-química deste mel encontra-se na tabela 8.

Á área geográfica de produção do mel engloba os concelhos de Amares, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Fafe, Póvoa de Lanhoso, Terras de Bouro, Vieira do Minho, Vila Verde, Ribeira de Pena, Mondim de Basto, Amarante, Baião, Paredes, Marco de Canaveses, Arouca, Castelo de Paiva, Resende, Cinfães e Vale de Cambra.

Tabela 8: Características físico-químicas do mel das Terras Altas do Minho (Fonte: [18])

Características	Limites
Humidade	< 18%
Sacarose	< 5%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	≥65%
Cinzas	< 0,6%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Acidez	< 4 Cm ³ de solução IN/100g de mel
Índice diastásico	> 8 na escala de Gothe
Hidroximetilfurfural	< 40 mg/Kg
Densidade	> 1,4 (a 20°C)
Índice de Refração	≥1,4915 (a 20°C)

1.1.13. Mel dos Açores

É um mel de néctar centrifugado que se obtém através de néctares de incenso e multiflora (mistura de néctares como castanheiro, citrinos, bananeira, abacateiro, goiabeira, camélia, acácia, eucalipto), produzido no arquipélago dos Açores, em que as condições climáticas ajudam ao desenvolvimento da vasta vegetação.

Normalmente, o mel de incenso tem uma cor clara que varia entre o incolor e o amarelo, o aroma é delicado e com um sabor muito típico e doce, de consistência fluída. O mel multiflora tem uma cor acastanhada mais escura e um sabor agradável ^[19].

Numa análise físico-química apresentam as características descritas na tabela 9.

Tabela 9: Características físico-químicas do mel dos Açores (Fonte: [19])

Características	Limites
Humidade	< 18%
Sacarose	< 10%
Açúcares redutores (Frutose/Glucose)	≥65%
Cinzas	< 0,6%
Substâncias insolúveis	< 0,1%
Índice diastásico	> 8 na escala de Gothe
Hidroximetilfurfural	< 40 mg/kg

Através da análise das tabelas anteriores, verifica-se que o mel do Barroso e o mel das Terras Altas do Minho têm características muito semelhantes. Tal pode dever-se ao facto de ambos serem produzidos em regiões do Norte de Portugal, e por serem produzidos a partir de pólen de Ericaceae, caso da urze. Devido à origem floral, a cor destes méis é bastante escura. De um modo geral, verifica-se que todos os méis são obtidos pela mesma espécie de abelhas, *Apis mellifera* (sp. Ibérica). Dos méis mais claros destacam-se os méis da região da Terra quente e o mel do Alentejo. Nos mais escuros incluem-se o mel das Terras altas do Minho, o mel do parque de Montesinho, o mel da Serra da Lousã, o mel da Serra de Monchique e o mel do Barroso. A origem floral é variada, sendo os méis mais escuros na sua maioria constituídos por Urze. Pelo contrário, os méis mais claros contêm pólen de Rosmaninho, entre outras espécies. Como é verificado no mel do Alentejo, este pode também conter Esteva, Sargaço, medronheiro e outras espécies florais.

1.2. Composição e propriedades físico-químicas

A composição do mel é bastante variável, dependendo principalmente da origem floral. No entanto, outros fatores externos tais como fatores edafo-climáticos, o tipo de processamento e de manuseamento podem ser também determinantes ^[20, 21].

O mel é um produto semilíquido e apresenta-se como um dos alimentos naturais mais complexos. É composto maioritariamente por hidratos de carbono principalmente frutose (38%) e glucose (31%), contendo ainda minerais (cálcio, magnésio, fósforo, potássio, crómio, selénio e zinco), proteínas, aminoácidos livres, enzimas e vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico e ácido ascórbico) ^[21, 22].

Para além destes compostos, o mel tem ainda outras substâncias menos representativas como os ácidos orgânicos, compostos fenólicos (flavonoides, taninos e ácidos fenólicos), enzimas e outras partículas sólidas provenientes da sua colheita, caso do pólen e cera ^[24]. A qualidade do mel é determinada pelas suas propriedades sensoriais, físicas e químicas, as quais, como já foi referido, dependem do néctar, do pólen e da fonte floral ^[20]. A composição global do mel é apresentada na tabela 10.

Tabela 10: Composição do mel (g por 100g de mel) (Fonte: [25])

Água	17,1%
Hidratos de carbono	82,4%
Monossacarídeos	
Frutose	38,5%
Glucose	31%
Dissacarídeos	
Maltose	7,2%
Sacarose	1,5%
Outros hidratos de carbono	4%
pH	3,4 – 6,1 (normalmente 3,9)
Atividade da água	0,6%

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

Tabela 11: Nutrientes do mel (por 100 g) e dose diária recomendada de mel (Fonte: [26])

Nutrientes do mel (por 100g de mel)		Dose diária Recomendada de mel ¹		
		1 aos 4 anos	4 aos 15 anos	Depois dos 15 anos
Hidratos de carbono (g)	82,4	1000–1100	1400–2700	2400–3100
Proteínas (g)	0,5	13–14	17–46	44–59
Gordura total (g)	0	-	-	-
Minerais (mg)				
Sódio (Na)	1,6–17	300	410–550	550
Cálcio (Ca)	3–31	600	700–1200	1000–1200
Potássio (K)	40–3500	1000	1400–1900	2000
Magnésio (Mg)	0,7–13	80	120–310	300–400
Vitaminas (mg)				
Tiamina (B1)	0,00–0,01	0,6	0,8–1,4	1–1,3
Riboflavina (B2)	0,01–0,02	0,7	0,9–1,6	1,2–1,5
Piridoxina (B6)	0,01–0,32	0,4	0,5–1,4	1,2–1,6
Niacina	0,10–0,20	7	10–18	13–17
Ácido pantoténico	0,02–0,11	4	4–6	6
Ácido ascórbico	2,2–2,5	60	70–100	100

Trata-se de um alimento completo (tabela 11) mas a sua importância em relação à nutrição baseia-se nos múltiplos efeitos fisiológicos, como controlo do açúcar no sangue, diminuição do colesterol LDL e aumento do colesterol HDL ^[26].

De entre o teor vitamínico, a vitamina C é a mais representativa, no entanto, o mel é rico em aminoácidos, alguns essenciais, tais como a lisina, histidina, arginina, prolina e ácido glutâmico. As enzimas principais responsáveis pela diferenciação entre o mel e o açúcar

¹ Através da Sociedade de Nutrição Alemã, Frankfurt, 2000

invertido são a invertase, a glicose oxidase e a diastase. O seu pH é compreendido entre 3,4 e 6,1 e é este que contribui para o sabor característico e para a inoquidade microbiana ^[23]. Os polifenóis são um grupo muito importante para a aparência e contribuem para as propriedades funcionais do mel: poder anti inflamatório, antibacteriano (baixa atividade da água), hidratante (anti envelhecimento) e antioxidante.

Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade do mel incluem:

- pH,
- cor,
- teor de água,
- teor de açúcares redutores,
- teor de sacarose,
- teor de matérias insolúveis na água,
- teor de minerais,
- condutividade elétrica,
- teor de cinzas,
- acidez,
- teor de HMF e
- índice diastásico

cujos valores são estabelecidos no Decreto-Lei 214/2003 (tabela 12).

Tabela 12: Limites mínimos e máximos estabelecidos para o mel de néctar e de melada (Fonte: [9])

Parâmetro	Mel de néctar	Mel de melada
Teor de açúcares (frutose e glicose)	Mínimo 60 g/100 g	Mínimo 45 g/100 g
Teor de sacarose	Em geral 5 g/100 g	Em geral 5 g/100 g
Teor de água	Em geral, ≤ 20 %	Em geral, ≤ 20 %
Teor de matérias insolúveis na água	Em geral, ≤ 0,1 g/100 g	Em geral, ≤ 0,1 g/100 g
Condutividade elétrica	Em geral, 0,8 mS/cm	Em geral, 0,8 mS/cm
Ácidos livres	50 meq/ kg	50 meq/ kg
Índice diastásico (escala de Gothe)	Em geral, ≥ 8	Em geral, ≥ 8
HMF	≤ 40 mg/kg	≤ 40 mg/kg

O processamento é fundamental na produção de mel, para que estes não ultrapassem os limites legais e devem obedecer a regras de higiene e segurança alimentar.

1.2.1. Hidratos de Carbono

O mel é constituído principalmente por hidratos de carbono. Estes compostos correspondem a cerca de 95% da matéria seca e são essencialmente monossacarídeos como a frutose (38,5%) e a glucose (31,0%). Contém cerca de 25 oligossacarídeos, sendo a maltose (7,2%) e a sacarose (1,5%) os mais significativos (tabela 10) ^[21, 27].

Os hidratos de carbono são os responsáveis por várias características do mel, tais como a viscosidade, a densidade, a cristalização, o valor energético, características que estão intimamente relacionadas com a qualidade do mel ^[21, 27].

De acordo com o Decreto-Lei 214/2003, o teor mínimo de frutose e glucose é de 60g/100g para o mel de néctar e de 45g/100g para o mel de melada ^[9]. A proporção de cada um destes açúcares não está definida por lei, mas é, geralmente, da ordem 1,2:1, frutose/glucose. Esta proporção é muito importante em termos tecnológicos pois condiciona o sabor e a granulação do mel. Uma vez que a frutose é mais doce e mais solúvel do que a glucose, os méis com uma maior razão frutose/glucose são mais doces e permanecem líquidos durante mais tempo ^[27, 28].

O teor máximo de sacarose está definido legalmente (D.-L. 214/2003), sendo na maioria dos casos de 5g/ 100g, com algumas exceções, dependendo da origem floral. Valores elevados podem estar relacionados com uma recolha prematura ou então com adulterações, sendo por isso um parâmetro de qualidade bastante importante ^[9].

Nutricionalmente, o mel é uma fonte considerável de hidratos de carbono, uma vez que uma dose diária de 20g de mel cobre aproximadamente 3% da DDR de hidratos de carbono ^[21, 26].

1.2.2. Água

A água é o segundo componente mais importante do mel. O teor final de água depende de vários fatores como por exemplo, o clima e época de colheita, o grau de maturação da colmeia, mas também das condições do néctar, e tratamento do mel durante a extração e armazenamento ^[29].

O mel fresco é um líquido viscoso. A sua viscosidade depende de uma grande variedade de substâncias e, por conseguinte, varia de acordo com a sua composição e, particularmente, com o seu teor em hidratos de carbono e água. A viscosidade é um parâmetro importante durante o processamento de mel porque afeta o fluxo de mel durante a sua extração, tratamento, filtração, mistura e engarrafamento. Os fatores climáticos são os que mais influenciam esta propriedade física do mel ^[29].

A atividade da água (a_w) do mel varia entre 0,5 e 0,6. Este é um fator muito importante pois previne o crescimento de microrganismos. Embora algumas leveduras possam viver em méis com alto teor de água, causando a sua deterioração, a_w do mel é demasiado baixa para permitir o crescimento de qualquer espécie de microrganismos ^[29].

De acordo com a legislação portuguesa, o limite máximo de humidade é 20% (exceto no mel de urze). O mel com um teor de água elevado pode apresentar dificuldades de preservação e de armazenamento. A água é um fator muito importante na estabilidade do mel pois ajuda a prevenir a granulação e a fermentação durante o armazenamento ^[30].

1.2.3. Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos constituem apenas 0,5% do mel, são responsáveis pela acidez que apresenta e contribuem para o seu sabor característico. Valores de acidez normais indicam a ausência de fermentações indesejáveis, uma vez que a presença de leveduras xerotolerantes pode ser responsável pelo aumento da acidez do mel.

São vários os ácidos presentes no mel, sendo o mais representativo o ácido glucónico, que facilita a absorção de cálcio. Em menor quantidade podem ainda encontrar-se os ácidos fórmico, butírico, acético, málico, pirúvico, succínico e cítrico ^[31, 32].

O valor máximo de acidez permitido legalmente (D.-L. 214/2003) é de 50 miliequivalente por kg ou de 80 miliequivalente/kg de mel para uso industrial ^[9].

1.2.4. Minerais

Os minerais encontram-se em pequena quantidade no mel variando entre 0,04% nos méis mais claros e 0,2% nos mais escuros. O mineral mais abundante é o potássio podendo, no entanto, ser encontrado alumínio, boro, cálcio, chumbo, cloro, ferro, silício, sódio, ósmio, fósforo, enxofre, estanho, potássio, rádio, zinco e titânio. O teor em minerais é uma ferramenta auxiliar na caracterização dos méis, podendo fornecer informação relacionada com a origem geográfica e a poluição ambiental ^[27].

1.2.5. Cinzas

O teor de cinzas no mel indica a quantidade de minerais, havendo assim uma forte ligação entre estes dois parâmetros. Normalmente, o mel apresenta um teor de cinzas baixo, dependente do que as abelhas recolhem durante a colheita do néctar e melada.

O facto de existir uma grande diferença de valores relativamente ao teor de cinzas pode significar que as técnicas utilizadas pelos produtores ou os métodos de recolha do mel não são semelhantes. Um teor de cinzas muito alto indica que o mel sofreu adulterações. Normalmente, méis de cor escura têm um teor de cinzas mais elevado do que méis de cor clara ^[4].

Para se conhecer o teor mineral do mel é muito importante a concentração das cinzas solúveis, insolúveis, cinzas sulfatadas e a alcalinidade das cinzas (solúveis, insolúveis e totais) ^[33]. É o teor das cinzas solúveis que indica a presença de óxidos alcalinos e alcalino-terrosos. Para se obter informação sobre a matéria siliciosa presente nas cinzas, determinam-se as cinzas insolúveis. A alcalinidade das cinzas reflete a presença de cationes combinados com ácidos orgânicos ^[33].

A NP 1307:1983, estabelece que os sais minerais como teor de cinza, devem apresentar um teor máximo de 0,6% para o mel de néctar e de 1% para o mel de melada ^[3].

1.2.6. Proteínas e outros compostos azotados

O mel contém cerca de 0,5% de proteínas provenientes do néctar e pólen da planta e das secreções das glândulas salivares das abelhas. Das onze proteínas descritas no mel, apenas 4 são comuns a todos, parecendo estar relacionadas com a origem e espécie da abelha e não com o néctar ^[32].

Uma pequena parte das proteínas do mel são enzimas, nas quais se incluem as invertase, diastase, glucose oxidase, catalase, α -glucosidase, β -glucosidase e amílase ^[32].

A invertase presente no mel provém das glândulas hipofaríngeas das abelhas e converte a sacarose em glucose e frutose. Embora esta enzima seja particularmente ativa até à altura em que o mel atinge o estado de maturação máximo, mantém a sua atividade durante algum tempo, mesmo ao longo do período de armazenamento. Desta forma, quanto mais velho for o mel, menos sacarose terá, embora o seu valor nunca chegue a zero ^[31, 32].

A diastase digere o amido em compostos mais simples como a dextrina e a maltose. Tem origem diversa, e o seu teor varia com a origem floral. Uma vez que a atividade desta enzima decresce com a exposição do mel a temperaturas elevadas e a longos períodos de armazenamento, a sua determinação pode ser utilizada para verificar se as condições de armazenamento foram as indicadas, avaliando o sobreaquecimento ou a adulteração ^[31, 32].

Para além de proteínas, o mel contém ainda aminoácidos livres (a.a). Estes estão presentes em pequena quantidade, cerca de 1%, mas em grande diversidade, existindo cerca de 26. A prolina é predominante, correspondendo entre 50 a 85% do total de a.a presentes nesta matriz, e é muito importante para verificar a autenticidade do mel ^[21, 30]. Uma possível explicação para esta predominância é o facto de a prolina estar presente, em concentrações significativas, no músculo das abelhas, podendo haver transferência desta para o mel. O perfil de aminoácidos determina o aroma do mel. Para além disto, este parâmetro é muito utilizado para a deteção da origem botânica e geográfica do mel ^[30, 34].

1.2.7. Vitaminas

O teor vitamínico do mel é baixo, mas tal como acontece com os aminoácidos, a sua diversidade é elevada. Em concentrações ínfimas, pode-se encontrar vitaminas do complexo B, como B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B6 (piridoxina), a vitamina C e as vitaminas A e D. O pólen é o principal responsável pela presença de vitaminas no mel pelo que, no caso de o mel ser filtrado, a quantidade de pólen diminuí significativamente e assim as vitaminas também ^[31].

1.2.8. Compostos Voláteis

Os compostos voláteis do mel são responsáveis pelo seu aroma característico. Já foram identificados mais de 500 compostos voláteis diferentes, incluindo ácidos, álcoois, cetonas, aldeídos, terpenos e ésteres.

A presença destes compostos pode fornecer informações acerca da origem botânica do mel. Para além disso é de extrema importância uma vez que interfere diretamente com o sabor do mel, sendo que este é uma qualidade decisiva para o sucesso do produto junto dos consumidores ^[21, 26].

1.2.9. Compostos fenólicos

Ácidos fenólicos

Dos ácidos fenólicos mais relevantes foram identificados o ácido gálico e *p*-cumárico ^[28]. A sua denominação geral inclui os ácidos benzóicos com sete átomos de carbono (C6-C1) e os ácidos cinâmicos com nove átomos de carbono (C6-C3), respetivamente.

Os ácidos fenólicos encontram-se na natureza sob a forma de combinações, do tipo éster ou sob a forma de glicósidos. O ácido clorogénico, éster do ácido cafeico e do ácido quinico, é a combinação mais clássica ^[33].

Estes compostos têm um papel fundamental como marcadores bioquímicos e são frequentemente utilizados na determinação da origem geográfica do mel. Por outro lado, uma vez que são compostos antioxidantes, permitem também inferir sobre as potencialidades benéficas para a saúde do consumo de cada mel em particular ^[35].

Flavonoides

Os flavonoides são metabolitos secundários amplamente distribuídos no reino vegetal. Estes compostos podem ser divididos em nove classes: flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas, antocianidinas, isoflavonoides, diidroflavanóis, chalconas e auronas. A sua divisão baseia-se na estrutura do anel heterocíclico de oxigénio podendo formar ou não um terceiro anel ^[36].

Os principais flavonoides presentes no mel pertencem aos grupos das flavanonas e flavonas e são a miricetina, tricetina, quercetina, luteolina, caempferol, pinocembrina, crisina, pinobanksina, e galangina, entre outros ^[21, 28]. Estes compostos são responsáveis pelos efeitos antioxidantes descritos no mel ^[35].

Os flavonoides são substâncias aromáticas com 15 carbonos. Caracterizam-se pela presença de dois anéis aromáticos benzénicos ligados por uma cadeia com três átomos de carbono (que pode ou não formar um terceiro anel), com a estrutura geral de C₆-C₃-C₆. Normalmente, e por ser mais fácil analisar, designam-se os anéis por A, B e C ^[37]. A figura 8 exemplifica algumas classes de flavonoides.

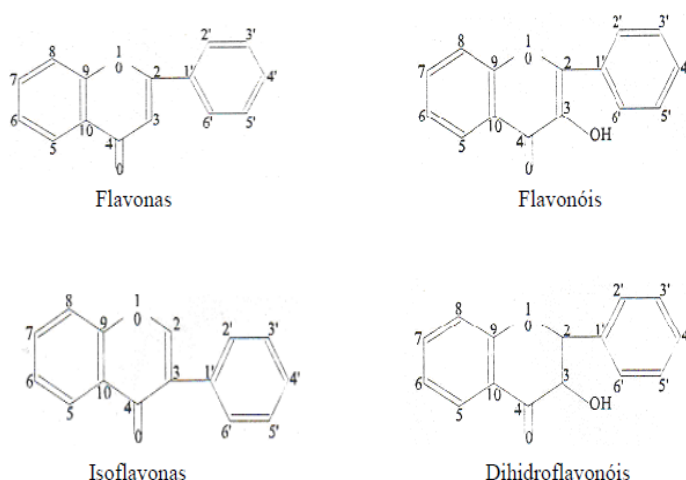


Figura 8: Representação de quatro classes de flavonoides (fonte: [37]).

Taninos

Os taninos surgem numa vasta gama de vegetais, podendo ser encontrados nas raízes, na casca, nas folhas, nos frutos, nas sementes e na seiva. Podem ser divididos em quatro grandes grupos: proantocianidinas (ou taninos condensados), taninos hidrolisáveis, “florotaninos” (encontrados na alga castanha *Phaeophyta*) e os taninos complexos. A tanase é uma enzima extracelular, induzível, produzida na presença de ácido tânico por fungos, bactérias e leveduras. Embora existam muitas aplicações industriais para a tanase, poucas são efetivamente utilizadas devido ao custo elevado de produção da enzima ^[38].

Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas. Apresentam alto peso molecular (500-3000 Daltons) e contém grupos hidroxilafenólicos em quantidade suficiente para permitir a formação de ligações cruzadas com proteínas ^[39].

Os taninos hidrolisáveis que são polímeros de ácido gálgico (galhotaninos) ou ácido hexahidroxidifénico (que formam ácido elágico quando hidrolisados através da eliminação de água) são os elagitaninos. Estão normalmente presentes em baixa concentração nas plantas e podem sofrer facilmente hidrólise por bases e ácidos ^[41].

Os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de catequina (de estrutura próxima dos flavonoides) e são constituídos por duas ou mais unidades de flavan-3-óis. Estes existem na natureza hidroxilados nas posições 5 e 7 do anel A. Os compostos mais simples da família dos flavanóis são as catequinas e as galocatequinas ^[41].

O conteúdo de taninos nos diferentes méis pode variar de acordo com a origem floral, as condições climáticas e geográficas ^[38].

A quantidade de taninos sintetizados pela planta de onde provém o néctar depende da espécie, do cultivo, do tecido, do seu desenvolvimento e das condições ambientais. Estes fatores além de influenciarem a concentração, influenciam também a composição em monómeros e o peso molecular dos taninos, características que podem determinar a ação dos fenóis na qualidade final do mel ^[38].

A origem de sensação de adstringência resulta da interação entre os taninos e as proteínas salivares, o que explica as baixas concentrações de taninos normal em produtos alimentares. Estes contribuem expressivamente para a porção de polifenóis ingeridos pela alimentação ^[38].

Têm sido atribuídos vários efeitos benéficos para a saúde com a ingestão de alimentos ricos nestes compostos bioativos, mas os efeitos biológicos dos taninos dependem do grau de polimerização e solubilidade, isto é, taninos altamente polimerizados apresentam baixa bioacessibilidade no intestino delgado e são pouco fermentáveis pela microflora intestinal. Durante a digestão no intestino delgado, as proantocianidinas podem formar complexos com as proteínas, amidos e enzimas digestivas (pectinase, amilase, lipase, protease e β -galactosidase) levando à formação de complexos e comprometendo a bioacessibilidade ^[40].

1.2.10. Cor

A cor do mel depende praticamente da origem floral, tendo uma cor muito variável, de branco a âmbar escuro ^[35]. É um importante fator de qualidade do mel e dependendo deste fator, o sabor e o aroma são diferentes, mas o valor nutritivo é por norma preservado. No entanto, a cor pode ser afetada também, pela idade do mel e pelas condições de armazenamento.

Quanto mais escuro o mel, maior é a quantidade de minerais e compostos bioativos e, conseqüentemente, maior a capacidade antioxidante ^[35].

O padrão comercial de classificação da cor do mel é a escala de Pfund, elaborada pela Companhia Manufatora Koehler nos E.U.A, podendo variar de país para país. A cor é expressa em mm e compreende branco-água, extra-branco, branco, âmbar extra-claro, âmbar claro, âmbar e âmbar escuro ^[42].

Tabela 13: Escala de Pfund, coloração e faixa de coloração (Fonte: <http://www.airborne.co.nz/monfloralhoneydef.shtml>, Agosto de 2012)

Coloração	Escala de Pfund	Faixa de coloração
Branco – Água	0 a 8 mm	< 0,030
Extra branco	Mais de 8 a 17 mm	Entre 0,030 e 0,060 (inclusive)
Branco	Mais de 17 a 34 mm	Entre 0,060 e 0,120 (inc)
Extra âmbar-claro	Mais de 34 a 50 mm	Entre 0,120 e 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85 mm	Entre 0,188 e 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 114 mm	Entre 0,440 e 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114 mm	>0,945

Normalmente, os méis mais escuros apresentam uma composição característica, com uma acidez mais elevada, e um teor superior de substâncias minerais (ferro, cobre e manganês), aminoácidos (sobretudo tirosina e triptofano) e ácidos fenólicos, do que os méis mais claros ^[35, 42, 43]. A cor altera-se com o processamento e armazenamento, escurecendo devido a reações de Maillard (combinação aminoácido/aldeído), e à instabilidade da frutose em soluções ácidas ^[35, 43].

1.3. Adulterações do mel

O processamento do mel inclui um aquecimento controlado para destruir leveduras e dissolver os cristais de dextrose e posterior filtração sobre pressão. O mel é, normalmente, aquecido a uma temperatura de 32-40°C de modo a baixar a viscosidade, facilitando a sua extração ou filtração. Esta temperatura é semelhante à praticada em colmeias e não afeta muito o mel num período de tratamento relativamente curto. No entanto, algumas amostras de mel são aquecidas a temperaturas mais elevadas, por razões de liquefação ou pasteurização ^[57].

Tal como em muitos produtos alimentares, também no setor apícola ocorrem adulterações dos produtos. Esta possibilidade de adulteração surge com o aparecimento dos xaropes de açúcar que têm um custo reduzido. Estas fraudes são explicadas, principalmente, por razões económicas, uma vez que esses produtos são mais baratos.

Além das consequências económicas que prejudicam os produtores que cumprem a legislação, a fraude pode ter efeitos negativos na saúde pública, com a possível presença de algum tóxico ^[58]. Existem diferentes tipos de fraudes no mel, como a adição de xarope de açúcar após colheita ou alimentação das abelhas com este ou com melada, a venda de um mel com um nome de origem fraudulenta, a introdução de informação falsa relativa à origem floral ou geográfica no rótulo, o aquecimento excessivo para ter mais rendimento e ainda colocação de antibióticos para tratar doenças da colmeia ^[27].

Para evitar alguns tipos de fraude e garantir a qualidade do produto que chega ao consumidor existe então, como já foi referido, uma série de parâmetros e análises que têm que ser realizadas no produto final. As análises podem ainda ser feitas ao pólen para detetar a presença de adjuvantes comerciais, através da identificação da presença de açúcar de cana, bem como de grãos de amido ^[58, 59].

O teor em hidroximetilfurfural (HMF) e o índice diastásico são dois parâmetros importantes na avaliação da qualidade e frescura do mel. Estes dois indicadores serão abordados em maior pormenor a seguir, mas de uma forma geral pode dizer-se que méis de elevada qualidade deverão ter um elevado valor de índice diastásico e um baixo teor de HMF ^[4].

1.3.1. Hidroximetilfurfural (HMF)

O HMF é um composto furano da família dos aldeídos. O HMF e os seus compostos congéneres, 5-metilfurfural (5-MF) e 2-furfural (2-F) (figura 9), são formados espontaneamente pela desidratação de hexoses em meio ácido, ou a partir dos hidratos de carbono pelas reações de Maillard ^[60, 61].

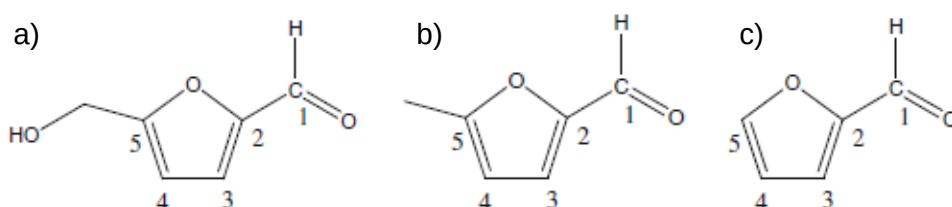


Figura 9: Estrutura química do a) 5-hidroximetilfurfural, do b) metilfurfural e c) furfural. (Fonte [57]).

O HMF está praticamente ausente em alimentos frescos ou em alimentos não sujeitos a processamento, no entanto, o aquecimento ou as condições de armazenamento

prolongado, são variáveis que promovem o aumento das suas concentrações. Por essa razão, o HMF é um parâmetro de qualidade reconhecido e relacionado com o grau de frescura e de qualidade dos alimentos ^[60-62]. O mel, enquanto alimento, não é exceção, estando estabelecido pelo Decreto-Lei nº 214/2003 que o limite máximo deste composto no mel não pode ultrapassar os 40 mg/kg, à exceção de méis provenientes de países tropicais ou com baixo nível enzimático, onde os limites máximos passam a ser 80 e 15 mg/kg, respetivamente ^[9].

Para além do tempo, as condições de armazenamento também influenciam a concentração de HMF. Sujeitar o produto a elevadas temperaturas, utilização de recipientes metálicos e a presença de humidade promovem a formação deste componente indesejável ^[60]. A composição do mel e as suas propriedades físico-químicas tais como pH, acidez total, minerais, humidade e temperatura ^[62] são também determinantes para o desenvolvimento de HMF. Além das questões práticas relacionadas com a qualidade do mel, o doseamento do HMF é também importante porque este composto está associado a propriedades mutagénicas ^[60], citotóxicas e genotóxicas ^[24].

Por questões de segurança alimentar, o controlo da estabilidade e da qualidade dos alimentos são fundamentais e deverão ser asseguradas pelos produtores e órgãos fiscalizadores. Por isso, há uma reconhecida necessidade de desenvolver métodos simples e fiáveis para se analisar os marcadores de qualidade dos produtos alimentares. Normalmente, são recomendados três métodos diferentes para a determinação de HMF em mel: dois métodos espectrofotométricos amplamente utilizados em análises de rotina (Winkler e White) e um método por cromatografia líquida (HPLC). Este método, quando utilizado corretamente, permite obter boa sensibilidade, reprodutibilidade, separações rápidas e necessidade de pequenos volumes de amostra, permitindo analisar e quantificar vários elementos numa única injeção ^[60].

1.3.2. Índice diastásico

A diastase é a enzima mais resistente ao calor encontrada no mel, e portanto, é normalmente utilizada como indicador de sobreaquecimento. É uma enzima naturalmente presente em mel fresco, cujo nível diminui durante o armazenamento e/ou aquecimento ^[33, 63].

Uma das características que distingue o mel dos outros edulcorantes é a presença destas enzimas. Do ponto de vista alimentar, não têm valor, no entanto são estas que nos indicam a qualidade do produto, identidade e adulterações que o produto poderá ter sofrido e ainda são responsáveis pelas propriedades benéficas do produto ^[33].

A transformação do néctar ou melada em mel pode ocorrer apenas devido à ação de certas enzimas presentes nas secreções glandulares das abelhas. Uma alta atividade diastásica nas amostras de mel indica a ausência de pasteurização do mel. Mas o nível de diastases também depende da fonte, como por exemplo, o mel de citrinos e os produzidos em climas mais quentes contêm baixos níveis destas enzimas ^[63].

O índice diastásico é uma medida da atividade enzimática da diastase, normalmente expressa na escala de Gothe. O valor mínimo permitido pela legislação para o índice diastásico é de 8. Em méis com um teor natural baixo em enzimas, como méis de *Citrus* sp. e de *Eucalyptus globulus* L., o valor mínimo estabelecido é de 3 (na escala de Gothe) e o teor em HMF deverá ser sempre menor a 15 mg/kg de mel ^[4, 33, 64].

Uma unidade de atividade diastase, unidade Gothe, é definida como a quantidade de enzima que hidrolisa 0,01 grama de amido, numa hora a 40 °C, sob condições padronizadas ^[33, 63].

No mel, o índice diastásico e o HMF estão relacionados com a sua qualidade, frescura e com o processamento térmico, mas normalmente não são associados com a origem das amostras. De um mel de alta qualidade espera-se normalmente que tenha uma atividade diastásica alta, mas um baixo teor de HMF ^[27].

1.4. Propriedades benéficas do mel

1.4.1. Atividade antimicrobiana e antifúngica

Durante milhares de anos, o mel foi utilizado como medicamento e usado no tratamento de doenças respiratórias, infeções gastrointestinais, queimaduras, feridas infetadas e úlceras. Apesar da sua eficácia, com o aparecimento dos antibióticos, a utilização do mel

caiu em desuso. No entanto, as suas características físico-químicas conferem-lhe propriedades antimicrobianas e antifúngicas únicas ^[44].

Numa altura em que a resistência bacteriana aos antibióticos está na ordem do dia e as terapêuticas implementadas começam a falhar, o interesse no mel enquanto agente curativo tem vindo a aumentar. Há estudos que classificam o mel como inibidor do crescimento de cerca de 60 espécies de bactérias, tais como, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* e *Bacillus stearothermophilus* ^[44].

As informações relativas à atividade antifúngica do mel são mais escassas, havendo no entanto estudos que reportam a eficácia do mel enquanto inibidor do crescimento de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cândida* ^[45].

Recentemente foi ainda destacada a eficácia do mel na inibição do vírus *da rubéola* e dos parasitas *Leishmania* e *Echinococcus* ^[21].

A atividade antimicrobiana do mel deve-se à sua elevada osmolaridade, acidez, teor de peróxido de hidrogénio e presença de compostos voláteis, ácidos orgânicos, compostos fenólicos e lisozima. O principal agente antibacteriano no mel é o peróxido de hidrogénio, produzido pela glucose oxidase, proveniente das glândulas hipofaríngeas das abelhas, e degradado pela catalase, com origem no pólen. Normalmente, o peróxido de hidrogénio no mel é também facilmente destruído durante o aquecimento. Mas, mesmo depois do peróxido de hidrogénio ser removido pela adição de catalase, alguns méis ainda apresentam atividade antibacteriana significativa, esta atividade é referida como atividade antibacteriana não-peróxido. Tan *et al*, 2009, referem que os méis de *Leptospermum* mantêm a sua atividade antimicrobiana, mesmo na presença da catalase ^[21, 44].

A propriedade antibacteriana mais estudada do mel é a ação da enzima glucose oxidase. Esta enzima é virtualmente inativa no mel de alta densidade, mas torna-se activa com a diluição do mel, produzindo peróxido de hidrogénio e ácido glucónico, a partir da glucose. O peróxido de hidrogénio é um agente antimicrobiano bastante importante pelas suas propriedades bactericidas e desinfectantes ^[51].

Desta forma as propriedades antibacterianas do mel dependem da espécie das abelhas, das espécies botânicas e também das condições de armazenamento que devem ser ideais para que os diversos compostos se mantenham ativos ^[21].

Ao contrário da maioria dos medicamentos, o mel não é tóxico e não está associado a efeitos adversos, podendo ser usado no tratamento de infeções respiratórias, tosse e desordens intestinais ^[21]. Enquanto agente tópico com ação terapêutica tem ainda as vantagens de não provocar danos nos tecidos e de ter um efeito nutritivo direto, drenando a linfa das células por osmose e impedindo a adesão do penso à ferida, fazendo assim com que a retirada do material de penso não provoque dor ou dano aos tecidos recém-formados ^[31].

1.4.2. Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante do mel é outro atributo deste alimento que adquiriu grande destaque, por ser essencial na inibição dos radicais livres que resultam do metabolismo celular. O termo "stress oxidativo" descreve a falta de equilíbrio entre a produção de radicais livres e a atividade antioxidante num dado organismo. Este tem sido associado ao desenvolvimento de muitas doenças crónicas e degenerativas, como cancro, doenças cardíacas, doenças degenerativas como Alzheimer, bem como o seu envolvimento no processo de envelhecimento. Além disso, os danos induzidos pelos radicais livres podem afetar muitas moléculas biológicas, incluindo os lípidos, as proteínas, os hidratos de carbono e as vitaminas presentes nos alimentos, levando a uma redução do seu valor nutricional ^[26, 46].

A atividade antioxidante está relacionada com a ação de determinados compostos, nomeadamente flavonoides e compostos fenólicos no caso do mel, de ácido ascórbico (vitamina C) e de enzimas como a glucose oxidase, a catalase e a peroxidase ^[31].

Os organismos aeróbios desenvolveram um sistema de defesa muito eficiente contra o stress oxidativo durante a sua evolução. Isto deve-se ao facto de vários antioxidantes, com diferentes funções, desempenharem os seus respetivos papéis no sistema de defesa antioxidante in vivo. Sabe-se que o organismo dos mamíferos dispõe de mecanismos de defesa antioxidantes endógenos que ajudam a combater e reduzir os

danos causados pelo stress oxidativo e exógenos. Os mecanismos endógenos incluem, por exemplo, glutathione, superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase. Os exógenos incluem a vitamina C, flavonoides e tocoferóis (carotenos) ^[47].

Os mecanismos de defesa antioxidantes não enzimáticos não são tão específicos como os mecanismos enzimáticos. Como se pode ver na figura seguinte, temos antioxidantes com atividade enzimática e os não-enzimáticos. Nos primeiros, estão inseridos todos os que são capazes de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem espécies que reagem com o oxigénio. Os segundos incluem as moléculas que reagem com as espécies radicalares e que são consumidas durante a reação, onde se incluem os antioxidantes sintéticos e naturais ^[33, 48].

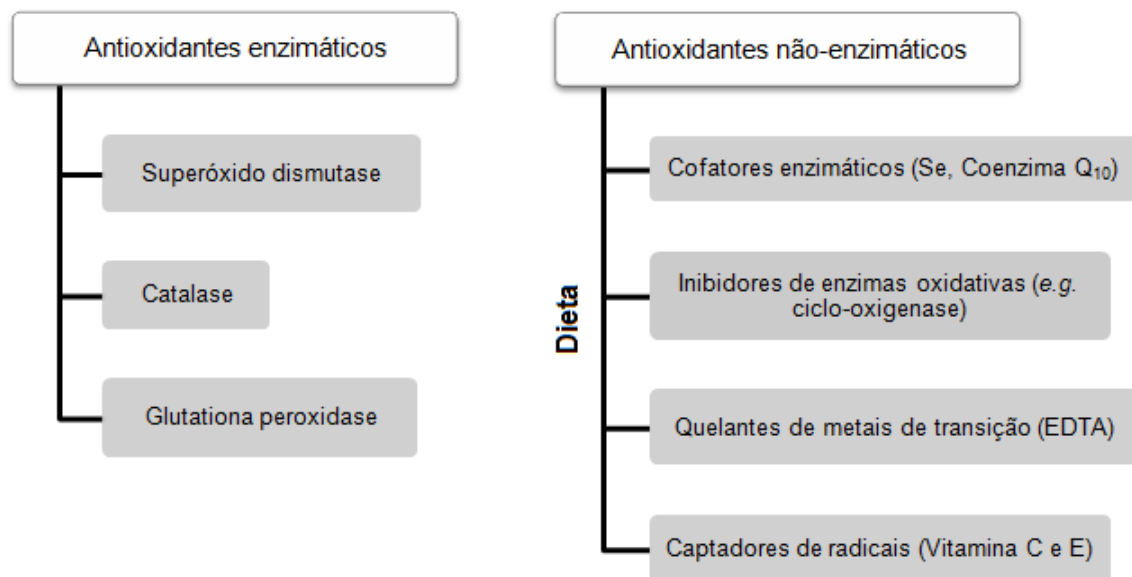


Figura 10: Defesas antioxidantes: enzimáticas e não enzimáticas (Adaptado de [51]).

De acordo com o seu modo de ação ainda podem ser classificados como primários e secundários. Os primários atuam interrompendo a cadeia da reação através da doação de electrões ou H^+ aos radicais livres (e.g., hidratos de carbono, aminoácidos e lipídios), os secundários atuam retardando a etapa de iniciação de autooxidação, por diferentes mecanismos que incluem complexação com metais, sequestro de oxigénio, decomposição de hidroperóxidos formando espécies não radicalares (e.g., compostos fenólicos, terpenos, óleos essenciais e alcaloides) ^[50].

Os antioxidantes incluem então enzimas (glucose oxidase, catalase,...), ácido ascórbico, carotenoides, ácidos orgânicos, produtos da reação de Maillard, aminoácidos e proteínas, entre outros ^[21, 49]. O mel tem na sua composição vários compostos que lhe conferem propriedades antioxidantes, caso dos compostos fenólicos e dos flavonoides. Algumas destas substâncias já foram identificadas no mel como os ácidos cinâmico, cafeico, ferúlico, quercetina, crisina e campferol. Os antioxidantes naturais, especialmente os flavonoides, exibem uma vasta gama de efeitos biológicos, entre eles, efeitos antibacterianos, anti-inflamatórios, antialérgicos, antitrombóticos e ações vasodilatadoras ^[35].

O mel serve actualmente como uma fonte de antioxidantes naturais, bastante eficaz na redução do risco de ataque cardíaco, cancro, cataratas, diferentes processos inflamatórios, desordens intestinais e lesões gástricas crónicas ^[49, 51].

A composição e a sua capacidade antioxidante variam de acordo com a origem floral do néctar, com os fatores ambientais e sazonais, e também com o processo de fabrico ^[49, 53].

Existem muitos métodos diferentes, mas apropriados, para avaliar a atividade antioxidante de uma substância. No entanto, na maioria dos casos, é necessário utilizar vários testes para obter uma boa fiabilidade. Não existe um método oficial para a determinação da atividade antioxidante no mel. Em ensaios indiretos, caracteriza-se o processo através de uma reação de oxi-redução entre o oxidante (geralmente uma sonda para monitorizar a reação) e o antioxidante. A sonda ao ser reduzida pelo antioxidante dá origem a alterações de cor. A intensidade da mudança de cor é proporcional à atividade deste antioxidante ou à sua concentração ^[35].

Estão em uso vários testes, cada um com base em princípios diferentes e com as suas condições experimentais: o ensaio FRAP (Capacidade Redutora Férrica) e o DPPH^{*} (1,1-difenilo-2-picril-hidrazilo) para a determinação da atividade antioxidante e o ensaio com reagente Folin-Ciocalteu para determinação dos compostos fenólicos totais ^[35].

1.4.3. Outras ações benéficas

Os benefícios do mel na saúde dependem da qualidade do mel. É útil como agente antimicrobiano e antioxidante, pois contém substâncias com ação antibacteriana, antiviral e antifúngica. Outros fitonutrientes encontrados no mel e no própolis mostraram propriedades antitumorais e preventivas de cancro. Estas substâncias incluem o ácido cafeico, o cafeato de metilo, o feniletilcafeato e o feniletildimetilcafeato ^[56].

Quando o mel fresco é drasticamente processado e aquecido, os fitonutrientes benéficos são destruídos. Num estudo do Penn State College of Medicine, “One Study Finds Buckwheat Honey To Be a Successful Cough Medicine” envolvendo 105 crianças entre os 2 e os 18 anos com infeção do trato respiratório alto, verificou-se que uma pequena dose de mel de trigo mourisco era uma alternativa eficaz para o tratamento sintomático da tosse noturna e dificuldade em dormir, comparado com uma dose de um medicamento (dextromethorphan, DM). Este estudo testa os benefícios do mel para crianças com mais de 2 anos. Segundo recomendações da Academia Americana de Pediatria (AAP) e outras organizações de saúde, a utilização de mel em crianças com menos de 2 anos tem que ser cuidadosa e não é aconselhada. A maior preocupação é o risco desnecessário de botulismo infantil que pode resultar da presença da bactéria *Clostridium botulinum* no mel ^[26, 56].

No primeiro simpósio do mel e da saúde humana, em Sacramento (Janeiro, 2008) foram apresentados vários trabalhos acerca dos efeitos benéficos do mel. Entre outras informações foi referido que:

- Diferentes variedades de mel possuem um grande número de bactérias benéficas (6 espécies de lactobacilos e 4 espécies de bifidobactérias) o que pode explicar o “misterioso efeito terapêutico do mel”.
- O mel pode promover um melhor controlo do açúcar no sangue e sensibilidade à insulina; promove um ótimo metabolismo da glicose durante o sono e o exercício.
- A tolerância do organismo ao mel é significativamente melhor do que à sacarose ou à glicose. Pessoas com grande intolerância à glicose (ex. diabéticos tipo 1) mostraram tolerância significativamente melhor ao mel do que à sacarose. Adicionalmente, os antioxidantes do mel mostraram reduzir o stress oxidativo,

podendo ser benéficos para diabéticos e ajudar a melhorar a função endotelial e a saúde vascular.

- Quando ingerido por atletas, mantém boas concentrações de açúcar no sangue e, durante e após o treino, mantém reservas de glicogénio no músculo. Tem boas propriedades médicas, como agente terapêutico antisséptico no tratamento de úlceras e queimaduras.
- Tem efeitos ligeiros na diminuição do colesterol (LDL), triglicéridos, proteína C-reativa, homocisteína, açúcar no sangue e aumento do colesterol HDL [26, 56].

1.5. Consumo e comercialização de mel em Portugal

A manutenção da saúde, a função dos alimentos e o papel da nutrição na preservação da saúde é um tema extremamente atual e amplamente discutido pelos diversos especialistas e profissionais de saúde. Esta associação entre os alimentos e a saúde gera, por vezes, conflito nos consumidores. Estes, se por um lado querem comer aquilo que realmente gostam, por outro preferem alimentos que não prejudiquem o seu estado de saúde [65]. No entanto a verdade é que os consumidores estão cada vez mais informados e são cada vez mais exigentes na escolha dos seus produtos. Cabe então à indústria alimentar avaliar este binómio, conhecer as necessidades e os gostos do consumidor e ajustar os produtos às suas exigências [66]. Para isto é necessário fazer uma boa avaliação do mercado de acordo com alguns critérios, nomeadamente aqueles que o consumidor tem em mente quando escolhe o produto a comprar. A segurança, qualidade, confiança no produto, preço, embalagem final, marca e origem são alguns dos fatores mais importante para o consumidor. De uma forma geral pode-se dizer que os consumidores exigem qualidade e segurança, juntamente com atributos nutricionais e gastronómicos, e características específicas que demonstram a sua preocupação com a saúde [65].

O mel é um produto conhecido e consumido desde a pré-história. No entanto, nos últimos anos, tem-se verificado um aumento significativo na produção e consumo deste produto a nível mundial, o que se deve essencialmente ao facto do mel estar fortemente relacionado com uma alimentação saudável, com o naturalismo e com as tradições. De acordo com os dados fornecidos pelo Programa Apícola Nacional, no ano de 2010

existiam em Portugal cerca de 17 mil apicultores, 38 mil apiários e 562 mil colónias de abelhas ^[10].

Uma vez que as características do mel dependem da flora e da espécie da abelha que lhe dá origem, do solo, do estado fisiológico da colónia, o mercado oferece uma vasta gama de produtos com particularidades muito próprias e que podem satisfazer consumidores com gostos muito diversos ^[67].

Um dos problemas da comercialização de mel é que os produtores não concentram a sua produção visando a comercialização. A maioria dos apicultores presta apenas serviço aos associados, tendo pouca interferência em termos de negócio (falta de dimensão, baixo conhecimento do mercado).

Para melhor avaliar o consumo nacional de mel, a Federação Nacional dos Apicultores de Portugal (FNAP) realizou um estudo, concluindo que o consumidor, na sua maioria, compra o mel a granel o que significa uma maior perda para o apicultor e para as associações ^[10]. Uma das formas mais frequentemente escolhidas pelo apicultor para a venda do seu produto é pela relação direta entre o consumidor, como muitas vezes se vê na berma da estrada ou em pequenas 'feiras' em que apresentam os seus produtos. No entanto, este modo de comercialização implica apenas 5% do total de vendas de mel. As restantes dividem-se pela venda ao retalhista (10%), indústria (25%) e 60% para embaladores ^[10].

De acordo com as respostas obtidas através do inquérito aos apicultores profissionais em 2009, realizado pela FNAP, prevê-se uma evolução das quantidades comercializadas em canais de distribuição como a indústria e embaladores, sendo nesse ano, cerca de 26% e 60% das vendas totais, respetivamente ^[10].

1.5.1. Produção e Consumo Humano

A produção de mel a nível nacional atingiu, em 2005 seis mil toneladas (5686 t), verificando-se um aumento de produção 2007 com 6907 toneladas, no entanto, a tendência de subida alterou-se em 2008 tendo baixado 3,7% (6654 t de mel) ^[10].

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

Tabela 14: N° de apicultores, colmeias e cortiços, e produção de mel dos anos 2006 e 2007 (Fonte: [10]).

	N° de apicultores		N° de colmeias e cortiços		Produção (kg)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Total	274	357	20918	22095	145790	169085

Analisando a evolução dos dados relativos aos anos de 2006 e 2007, sobre o número de produtores, colmeias e quantidades certificadas, observa-se que a produção nacional de méis DOP tem vindo a aumentar, relativamente ao triénio anterior, embora de forma menos expressiva (registando um acréscimo de cerca de 12% entre 2006 e 2007).

O mel destina-se sobretudo ao consumo humano e é, de acordo com dados, cerca de 700 g/habitante/ano. A utilização de mel a nível industrial, na indústria alimentar e na indústria farmacêutica assume, em Portugal, um papel pouco importante e os valores de utilização são quase residuais.

O consumo de mel *per capita* (kg/hab.) não tem evoluído de forma constante ao longo dos anos, como se pode verificar na tabela 15. Em 2007/2008 ocorreu o maior consumo *per capita* (0,8) variando os consumos nos outros anos entre 0,6 e 0,7 kg/hab ^[10].

Tabela 15: Consumo humano de mel per capita (kg/hab) em Portugal (Fonte: [84])

Período de referência dos dados	Consumo humano de mel <i>per capita</i> (kg/ hab.); Portugal
2010 / 2011	0,6
2009 / 2010	0,7
2008 / 2009	0,7
2007 / 2008	0,8
2006 / 2007	0,6

1.5.2. Acondicionamento e rotulagem

O tipo de acondicionamento durante o armazenamento é muito importante para manter o mel com qualidade, livre de poeiras, insetos e para prevenir cristalizações. Assim, deve ser utilizado material de embalagem adequado, limpo, estanque, inerte e impermeável.

As menções do rótulo são também importantes, garantindo toda a informação relevante para o consumidor. Assim sendo, a informação deve estar em caracteres indeléveis, facilmente visíveis e legíveis ^[10].

No rótulo devem constar as seguintes informações:

- 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;
- País de origem e no caso de o mel ser originário de um ou vários Estados membros ou países terceiros, deve ter indicação de: «mistura de méis CE», «mistura de méis não CE» ou «mistura de méis CE e não CE» ^[10].

Dada a grande importância do mel na alimentação e até em certos distúrbios de saúde, este trabalho pretende dar uma pequena contribuição para o conhecimento da qualidade de alguns produtos comercializados e produzidos no país. O trabalho pretendeu avaliar as alterações do mel ao longo dos anos e mostrar que um bom acondicionamento/conservação permite manter a qualidade do produto por longos períodos. Pretende igualmente desfazer alguns mitos dos consumidores acerca da cristalização do mel.

2. Material e Métodos

2.1. Amostras de mel

Um total de 12 amostras de mel, três delas comerciais e as restantes recolhidas diretamente de um produtor nacional, e uma amostra de pólen da mesma origem de cinco das amostras analisadas, referentes a diferentes anos de colheita, mais concretamente entre 2006 a 2010. A origem floral de cada mel, o local de produção e o ano constam da Tabela 16. As amostras do produtor foram colhidas diretamente da colmeia, acondicionadas e armazenadas em recipientes adequados e limpos, em local fresco e seco até ao momento da análise. Os méis adquiridos em supermercados foram conservados nas embalagens de origem até serem analisados.

Tabela 16: Caracterização dos vários tipos de mel analisados - origem floral, zona de produção e ano

Amostras	Flores	Zona	Ano
1	Predominantemente Urze	Viseu	2006
2	Predominantemente Urze	Viseu	2007
3	Predominantemente Urze	Viseu	2008
4	Predominantemente Urze	Viseu	2009
5	Predominantemente Urze	Viseu	2010
9	Urze 1	-	12/2013*
11	Urze 2	-	05/2013*
6	Pomar	Gondomar	2009
7	Pomar	Gondomar	2010
L1	Pomar	Gondomar	2011
10	Laranjeira	-	03/2013*
L2	Desconhecido	Roménia	Desconhecido
8	Pólen relativo às amostras 1-5	-	

*apenas menciona data de validade

2.2. Preparação das amostras, padrões e reagentes

As amostras foram preparadas do seguinte modo: Pesaram-se 1 g de mel, diluiu-se em 10 mL de metanol e agitou-se num vortex. Manteve-se a solução em repouso, durante dez minutos, após os quais se retirou o sobrenadante.

Para os ensaios da atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, taninos e vitamina C foram utilizados os seguintes padrões e reagentes: ferrocianato de potássio a 15%, sulfato de zinco a 30%, carbonato de sódio decahidratado, ácido gálico, reagente de Folin-Ciocalteu, nitrito de sódio, cloreto de alumínio, hidróxido de sódio, carbonato de sódio, ácido tânico, ácido ascórbico, solução de 2,6-diclorofenol-indofenol, etanol absoluto, acetato de sódio, trolox, radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo, reagente FRAP (tampão acetato, 2,4,6 - tripiridil-s-triazina, cloreto férrico), sulfato ferroso e epicatequina. Todos os padrões e reagentes utilizados apresentam um grau de pureza “pró-análise”. Para os ensaios de HMF e índice diastásico foram utilizados os seguintes: solução de Carrez I, solução de Carrez II, solução tampão de acetato (pH 5,3), cloreto de sódio 0,5M, solução de iodo 0,00035 N e solução de amido.

Os padrões trolox (ácido 6-hidroxil-2,5,7,8 tetrametilcroman-2-carboxílico), ácido gálico, ácido tânico, sulfato ferroso, epicatequina foram adquiridos na Sigma – Aldrich bem como o 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH). Todos os outros produtos químicos e solventes eram de grau analítico.

As medições espectrofotométricas foram realizadas num leitor de microplacas modelo SinergyTM HT da Biotek, em placas de 96 poços.

2.3. Avaliação da qualidade do mel

2.3.1. Determinação da cor

A análise instrumental de cor foi realizada com um colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konic Minolta), previamente calibrado com um padrão branco ($L^*=97,71$, $a^*=-0,01$, $b^*=1,56$). As determinações foram realizadas em triplicado. Preencheu-se completamente com amostra, uma caixa de Petri com baixa capacidade refletiva; a abertura do colorímetro foi colocada no topo e no centro da caixa, na vertical, formando uma linha perpendicular à caixa de Petri. Para a determinação da cor e alterações ao longo das quatro avaliações foi então utilizado o sistema CIELab.

2.3.2. Determinação do teor de sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado com um refratômetro digital HI 96801, com compensação automática de temperatura. A amostra foi colocada diretamente no equipamento; foram realizadas duas leituras da mesma amostra (NP EN 12143:1999).

2.3.3. Determinação do HMF e furfural

O teor de HMF e furfural são amplamente utilizados como indicadores de frescura do mel, porque estão ausentes em méis frescos e tendem a aumentar durante o processamento e/ou envelhecimento do produto. O HMF é influenciado por diversos fatores, nomeadamente, temperatura e tempo de aquecimento, condições de armazenamento, pH e origem floral ^[68].

A concentração de HMF e furfural foi determinada de acordo com o método padrão da AOAC (1990) Método Oficial 980,23. Dissolveram-se 5 g de mel em 25 mL de água destilada e transferiram-se para um balão volumétrico de 50 mL, ao qual foram adicionados 0,5 mL de solução Carrez I e 0,5 mL de solução Carrez II e fez-se o volume com água destilada. Depois de filtrar esta solução, os primeiros 10 mL de filtrado foram rejeitados e recolheram-se aliquotas de 5 mL aos quais se adicionou 5 mL de água destilada que posteriormente foram colocados num banho de ultrassom durante 3

minutos. Foram novamente filtradas e o extrato foi transferido para tubos Supelco® âmbar de 2 mL, para injetor automático, com rolhas perfuráveis, e conservado a -20 °C até análise cromatográfica (HPLC/FLD).

A análise cromatográfica foi realizada num sistema HPLC da Jasco (Japão) equipado com um injetor automático (AS-2057PLUS), uma bomba (PU-2089PLUS) e um detetor de fotodíodos (MD-2018PLUS) acoplado a um detetor de fluorescência (FP-2020PLUS). Foi utilizada uma coluna de fase reversa, à temperatura de 25 °C. A separação cromatográfica utilizou um sistema binário com eluição em gradiente: 0 min, 7,5% B; 0-10 min, 20% B; 10-12 min, 30% B; 12-20 min, 35% B; 20-28 min, 40% B, a um fluxo de 1ml/min. Os eluentes consistiram em água+ácido acético (0,2%) (A) e metanol (B).

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

Os dados foram analisados no Software Chromnav (versão 1.16.02, Jasco, Japão).



Figura 11: Sistema HPLC da Jasco (Japão) equipado com um injetor automático (AS-2057PLUS), uma bomba (PU-2089PLUS) e um detetor de fotodíodos (MD-2018PLUS) acoplado a um detetor de fluorescência (FP-2020PLUS)

2.3.4. Determinação do Índice diastásico

O índice diastásico do mel foi determinado de acordo com o Método Oficial AOAC 958,09 (AOAC, 1990). Dissolveram-se 10 g de mel em 5 mL de solução tampão acetato pH 5,3 e 20 mL de água destilada. Num balão volumétrico de 50 mL, colocaram-se 3 mL de solução de cloreto de sódio 0,5 M e a solução de mel, e perpez-se o volume com água destilada. Transferiram-se 10 mL desta solução para um balão volumétrico de 50 mL que foi colocado num banho a 40 °C, juntamente com a solução de amido com um índice de azul entre 0,5 e 0,55. Após 15 minutos no banho, foram adicionados 5 mL de solução de

amido. Em intervalos de tempo de 5 minutos, transferiram-se 1 mL de amostra para balões volumétricos de 50 mL que continham 10 mL de solução de iodo 0,0007 N e 35 mL de água destilada. Leu-se a absorvância da solução a 660 nm, num espectrofotómetro Perkin Elmer (Norwalk, E.U.A.). A absorvância da amostra foi lida de 5 em 5 minutos, até se atingir um valor inferior a 0,235. Para determinar o tempo em que a absorvância atingiu esse valor, efectuou-se um gráfico de absorvância em função do tempo. Os resultados foram expressos em graus Gothe. O índice diastásico (ID) foi determinado de acordo com a seguinte fórmula:

$$ID = 300/t$$

Em que t = tempo

2.4. Métodos de avaliação da capacidade antioxidante

Foram desenvolvidos variadíssimos métodos com o objetivo de avaliar a atividade antioxidante de todos os tipos de matrizes alimentares. Estes métodos diferem entre si, relativamente aos mecanismos de reação, oxidantes e espécies alvo/marcadores, condições de reação assim como na expressão dos resultados. A atividade antioxidante é um parâmetro que quantifica a capacidade de um composto agir sobre radicais livres e inativá-los ^[71].

A atividade antioxidante do mel foi efetuada usando o ensaio da inibição do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH) e o ensaio do poder redutor (FRAP) e determinadas as alterações no teor de substâncias bioativas (compostos fenólicos, flavonoides, taninos e ácido ascórbico) ao longo do período de armazenamento.

2.4.1. Atividade captora dos radicais DPPH[•]

Relativamente ao DPPH[•], este surgiu por volta de 1950. Algum tempo depois, foi utilizado para determinar a atividade antioxidante de fenóis e alimentos. O radical DPPH[•] é estável, está disponível comercialmente e apresenta uma coloração púrpura, mas quando é reduzido a sua cor altera-se para amarelo. O princípio do método baseia-se na capacidade do DPPH[•] em reagir com doadores de hidrogénio. Quando estão presentes

substâncias antioxidantes, o mesmo recebe H^+ e é reduzido. A capacidade que a amostra tem para reduzir o DPPH $^{\bullet}$, ou seja, evitar a sua oxidação, é apresentada através da percentagem de DPPH $^{\bullet}$ final do sistema. Assim, a percentagem de DPPH $^{\bullet}$ restante é proporcional à concentração de antioxidante. O método DPPH $^{\bullet}$ é um recurso fácil, simples, rápido e preciso para avaliar a atividade antioxidante em produtos naturais. Quando existem análises num número elevado, podem ser utilizados leitores de microplacas [35, 48].

Quando existem compostos antioxidantes na solução esta coloração perde intensidade ou desaparece. O DPPH é convertido em hidrazina, de cor amarela pálida, resultando numa diminuição da absorvência entre 515 e 528 nm, até valores constantes [72]. Existem outros compostos bioativos, como a vitamina C, que podem influenciar a atividade antioxidante. Apesar de ser um dos ensaios mais utilizados para a determinação e comparação do estado antioxidante de compostos fenólicos, a avaliação da capacidade antioxidante pelas alterações na absorvência do DPPH, devem ser avaliadas atentamente porque a absorvência do radical DPPH a 517 nm após a reação com um antioxidante diminui com a luz, com o oxigénio e com o tipo de solvente utilizado [71].

A atividade antioxidante das amostras em relação ao radical DPPH foi determinado espectrofotometricamente num leitor de microplacas modelo SinergyTM HT (Biotek) de acordo com Costa et al, 2012, com algumas modificações [70]. Previamente foi elaborada uma curva de calibração, usando como solução padrão ácido trolox (44,5 µg/mL a 3113,4 µg/mL, $r^2 = 0,9981$). Em cada microplaca foi colocado 14 µL de amostra e adicionado 186 µL de uma solução etanólica de DPPH com uma concentração de 562 µg/mL. A solução de DPPH foi preparada sempre no momento do ensaio e conservada ao abrigo da luz a 4 °C. Os valores da absorvência foram lidos a 525 nm e os resultados foram expressos em mg de trolox por 100 mL de amostra.

2.4.2. Poder antioxidante por redução do ião férrico (FRAP)

Em relação ao FRAP, o seu princípio baseia-se na capacidade dos fenóis em reduzir o complexo amarelo $Fe^{3+}-(TPTZ)_2^{3+}$ (complexo férrico 2,4,6 - tripiridil-s-triazina) ao complexo azul $Fe^{2+}-(TPTZ)_2^{2+}$, em meio ácido, medida espectrofotometricamente a 593 nm. Quando isto ocorre, na presença de 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ), ao mesmo

tempo que ocorre a referida redução, forma-se um complexo corado com o Fe^{2+} . É importante notar que, uma vez que Fe^{2+} é mais reativo do que Fe^{3+} na decomposição do peróxido de hidrogénio (H_2O_2) e consequente produção do radical hidroxil ($\text{OH}\bullet$) (que é o radical mais deletério *in vivo*), os antioxidantes que reduzem os iões metálicos podem exercer um efeito pro-oxidante [71]. É um método simples, rápido, de baixo custo, robusto e bastante utilizado [35, 54].

Um antioxidante com elevado poder de captação de radicais livres pode funcionar, muitas vezes como um redutor forte. Mas, nem todos os redutores capazes de reduzir Fe^{3+} são antioxidantes; quaisquer substâncias que sejam dadoras de eletrões, mesmo sem propriedades antioxidantes, podem contribuir para o valor de FRAP e sobrestimar os resultados [72].

O poder antioxidante por redução do ião férrico foi determinado espectrofotometricamente num leitor de microplacas modelo Synergy™ HT (Biotek), de acordo com Pulido *et al.*, 2000, com algumas modificações [95]. Previamente foi construída uma curva de calibração com uma solução-padrão de sulfato ferroso (41,7 $\mu\text{g/mL}$ a 556,0 $\mu\text{g/mL}$, $r^2 = 0,9987$). Foram colocados 90 μL de amostra e adicionado 270 μL de água ultrapura e reagente FRAP (2,7 mL). Homogeneizou-se a solução e foi colocada em banho-maria a 37 °C durante 30 minutos. Procedeu-se à leitura da absorvência a 595 nm. Os resultados foram expressos em mg de sulfato ferroso por 100 mL de produto.

2.5. Determinação de antioxidantes

2.5.1. Determinação de fenóis totais

O método Folin-Ciocalteu é um dos mais antigos métodos de quantificação de fenóis. Em 1965, Singleton e outros colaboradores começaram o desenvolvimento da técnica, em 1999 delinearão e padronizaram-na de modo a que este quantificasse fenóis totais. O método caracteriza-se por uma mistura de ácidos fosfotúngstico e fosfomolibdico num meio básico. Os fenóis das amostras são rapidamente oxidados em meio básico, resultando na formação do O^{2-} , que reage com os ácidos formando compostos com forte absorção. Geralmente, o ácido gálico é utilizado como composto de referência e os resultados são expressos em equivalentes de ácido gálico. É necessário um meio

alcalino para que os compostos fenólicos reajam com o reagente de Folin-Ciocalteu, pelo que é necessário adicionar uma solução de carbonato de sódio ^[72]. Esta técnica é simples e reprodutível, e tem sido bastante utilizada para estabelecer correlação entre o teor fenólico e a capacidade antioxidante de produtos naturais ^[55]. A eficiência dos compostos polifenólicos como antioxidantes depende, em grande parte, da sua estrutura química, orientação relativa e do número de grupos hidroxila ligados ao anel aromático e têm vindo a ser associados à prevenção de doenças como o cancro e doenças coronárias. O poder reator dos grupos hidroxila ligados ao anel aromático reduzem os radicais livres reativos ^[55]. As desvantagens deste método é que além de ser moroso e de difícil implementação na rotina da avaliação destes compostos, o reagente FC não é específico para compostos fenólicos porque pode ser reduzido por outros compostos não-fenólicos, nomeadamente aminas aromáticas, ácido ascórbico, Fe^{2+} entre outros. Pelas razões supracitadas, a utilização desta metodologia pode ser utilizada apenas quando os outros compostos interferentes são removidos das amostras ^[72].

O total de fenólicos foi determinado espectrofotometricamente num leitor de microplacas modelo SinergyTM HT (Biotek), de acordo com o procedimento de Singleton & Rossi, 1965, com algumas modificações ^[96]. Foi construída uma curva de calibração, usando como padrão o antioxidante ácido gálico (5 $\mu\text{g/mL}$ a 100 $\mu\text{g/mL}$, $r^2 = 0,9997$). A 500 μL de amostra foram adicionados 2,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu (1:10) e 2 mL de $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (7,5 mg/100 mL). A mistura foi incubada a 45 °C (protegida da luz) durante quinze minutos. Após trinta minutos à temperatura ambiente, foram realizadas as leituras a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 mL de produto.

2.5.2. Determinação de flavonoides totais

Os flavonoides são um grupo pertencente à classe dos polifenóis. Além de ter muitos efeitos benéficos para a saúde, o seu efeito mais importante recai sobre as suas características antioxidantes.

O total de flavonoides foi determinado espectrofotometricamente num leitor de microplacas modelo SinergyTM HT (Biotek), de acordo com o procedimento de Alves *et al.*, 2010 ^[97]. Previamente, foi construída uma curva de calibração, usando como padrão epicatequina

(0 $\mu\text{g/mL}$ a 400 $\mu\text{g/mL}$, $r^2 = 0,9976$). A 1 mL de amostra foi adicionado 4 mL de água ultrapura e 300 μL de NaNO_2 5%, aguardando-se cinco minutos. De seguida adicionou-se 300 μL de AlCl_3 (10g/100 mL); após um minuto adiciona-se 2 mL de 1 mol/L NaOH . Os valores de absorvência foram lidos a 510 nm.

2.5.3. Determinação de taninos

Os taninos são polifenóis de origem vegetal e também muito importantes pelas suas características antioxidantes e adstringente.

O total de taninos foi determinado espectrofotometricamente num leitor de microplacas modelo SinergyTM HT (Biotek), de acordo com o procedimento de Pansera *et al.*, 2003^[98]. Foi misturado 500 μL de amostra com 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu (1:10). Agitou-se vigorosamente. Após 3 minutos foram adicionados 2ml de solução de NaCO_3 (7,5%), deixando-se em repouso, durante duas horas e ao abrigo da luz. De seguida, foram efetuadas as leituras a 725nm. Foi construída uma curva de calibração usando como padrão o ácido tânico (0,002 $\mu\text{g/mL}$ a 0,15 $\mu\text{g/mL}$, $r^2 = 0,9989$). Os valores de absorvência foram expressos em mg de ácido tânico por 100 mL de produto.

2.5.4. Determinação do Ácido ascórbico

Dos métodos descritos para a análise do teor de ácido ascórbico, os métodos cromatográficos são os mais sensíveis porque permitem a separação do ácido ascórbico e do ácido dehidroascórbico^[73]. Contudo, existem outros métodos para determinar o teor de ácido ascórbico nos alimentos, como métodos espectrofotométricos, colorimétricos ou enzimáticos^[74] que permitem análises mais rápidas sem proceder à aferição da técnica cromatográfica.

Neste estudo, o teor de ácido ascórbico foi determinado espectrofotometricamente num leitor de microplacas modelo SinergyTM HT (Biotek), de acordo com o procedimento de Barros *et al.*, 2010, mas com modificações^[75]. A amostra (1 mL) foi misturada com 9 mL de 2,6-diclorofenol-indofenol. A solução manteve-se em repouso durante trinta minutos,

ao abrigo da luz. Foi lida a absorvência a 515 nm. O teor de ácido ascórbico foi calculado com base na curva de calibração obtida com soluções-padrão de ácido ascórbico (0,5 µg/mL a 1000 µg/mL, $r^2 = 0,9956$). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL de produto.

2.6. Inquéritos referentes ao consumo de mel em Portugal

Para tentar obter uma opinião dos portugueses acerca do mel, foi realizado um inquérito. Os principais objetivos foram criar um perfil do consumidor de mel e descrever um pouco os seus hábitos de compra e os fatores que mais influenciam a sua escolha do produto. As informações foram obtidas através da aplicação do inquérito estruturado e apenas com questões fechadas. No momento da entrega dos questionários questionava-se se os mesmos eram ou não consumidores de mel. Caso a resposta fosse afirmativa procedia-se à entrevista para avaliar as atitudes destes em relação ao mel.

Foram aplicados 113 inquéritos, sendo a amostra populacional obtida aleatoriamente. Das 113 pessoas, apenas 5 não eram consumidoras de mel.

O questionário foi dividido em cinco partes. A primeira parte refere-se à frequência e às preferências de consumo dos inquiridos. Fazem parte deste, 3 questões fechadas com várias opções de escolha. Os critérios utilizados na compra de mel fazem parte do segundo grupo de questões, num total de 5, em que se avalia a opinião do consumidor em relação aos atributos do mel, ao preço, à quantidade de mel que adquire, o local de compra e a preferência ou não por mel nacional. Sobre o material de embalagem e sobre o mel cristalizado, 1 e 2 questões respetivamente, criam-se então mais dois grupos. Do último grupo fazem parte as questões de teor pessoal, como a idade, o sexo do inquirido, as habilitações literárias e a situação perante o trabalho.

A frequência do consumo de mel em Portugal é a primeira questão abordada e essencial para se saber se o inquirido responderá ou não ao inquérito. Se a resposta for nunca, não será necessário continuar a responder. No entanto, entre as outras hipóteses poderá responder que consome: raramente (uma vez por ano), esporadicamente (mais do que uma vez por ano), mensalmente, semanalmente, mais do que uma vez por semana ou até diariamente. Quanto à época de consumo, devido às suas várias propriedades, o

facto de ser associado à cura de feridas e queimaduras, no tratamento de infeções das vias respiratórias, gripes, distúrbios cardíacos e intestinais e doenças de pele poderá ter muita influência na resposta final, sendo dada a hipótese ao consumidor de responder que consome durante todo o ano ou apenas numa estação do ano específica (primavera, verão, outono, inverno).

Uma pessoa que goste de mel poderá dar-lhe vários usos. Entre consumi-lo: puro, como substituto do açúcar, em infusões, na culinária, como remédio ou até como produto de beleza, perfazendo assim a terceira questão do questionário.

Os fatores que influenciam a compra do mel são vários e nesta questão, o inquirido poderá selecionar no máximo duas hipóteses. Dos atributos mencionados do mel fazem parte a marca, a proveniência, o tipo de embalagem, o preço, o aspeto/cor, as propriedades nutricionais e é dada a opção de escolher outro além destes, desde que mencionado. Entre estes fatores, e contando que é muito importante no momento da compra, o preço a que o produto se encontra, achou-se necessário questionar também o inquirido acerca da sua opinião sobre o preço do mel que normalmente lhe é apresentado. Entre as hipóteses, o mel poderá ser considerado muito barato, barato, normal, caro ou muito caro.

Atualmente, os consumidores são muito desconfiados em relação ao que compram e nem sempre confiam nos produtos comercializados. Assim, é pertinente questionar onde é que adquirem a maioria do mel que compram no dia-a-dia, se diretamente ao produtor, no supermercado ou em mercearias/ervanárias. Quanto ao tamanho da embalagem de mel que preferem comprar, são apresentadas três hipóteses: embalagens com menos de 500g, entre 500g a 1kg e mais de 1kg.

A preferência ou não por mel nacional, e as razões que levam a essa escolha é muito importante no que respeita ao consumo de mel em Portugal. No caso de o inquirido mencionar que escolhe mel nacional, questionam-se quais as suas razões para o fazer e se a sua preferência recai na ideia de este mel ser mais puro, ser de melhor qualidade ou mesmo por contribuir para a economia do país, ou outro. O material utilizado pelos produtores para a venda de mel também influencia as escolhas dos consumidores. O facto de confiarem mais em determinada embalagem leva a que as empresas/produtores tenham que investir de acordo com os gostos e tendências do mercado. Frascos de vidro,

embalagens plásticas e frascos doseadores são algumas das hipóteses que podemos ver à venda e que têm a mesma fiabilidade desde que devidamente selados e armazenados em condições adequadas. É dada também a opção de responder que o tipo de embalagem não é importante.

Relativamente ao mel cristalizado, esta é uma característica própria do mel mas que tem grande influência na sua comercialização. De modo a perceber se as pessoas sabem o que é a cristalização e se confiam no mel cristalizado, foram feitas duas questões. Quando o mel se encontra cristalizado procurou-se saber se o inquirido: não confia no produto, o mel não pode ser consumido; não confia no produto, mas acha que o mel pode ser consumido; confia no produto, o mel pode ser consumido; confia no produto, trata-se de um mel de excelente qualidade ou é indiferente/não tem opinião formada a este respeito.

Se nesta questão o consumidor responder que não tem opinião formada sobre a cristalização, não responderá à questão seguinte em que se questionou se para eles, cristalização significa que o mel tem adição de açúcar, que está estragado, que está velho, está bom ou outro.

Embora sejam apresentados os valores de quantos responderam que nunca consomem mel, estes não foram considerados na avaliação final.

Dos entrevistados, deu-se preferência a pessoas com poder de decisão e aquelas que são as mais responsáveis pela compra dos produtos alimentares, ou inquiridos com idades superiores a 18 anos. Foi calculada a percentagem das respostas inquiridas.

3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados correspondem a um total de 12 amostras de mel analisadas e 1 de pólen. Destas, três são comerciais (adquiridas em supermercados locais da zona de Vila Nova de Famalicão) e as restantes 9 são de um produtor local. As três amostras comerciais são de urze e laranjeira. A amostra nº 9 é um mel comercial de marca branca e as amostras 10 e 11, têm uma marca definida. Não está mencionado no rótulo a zona de produção nem data de produção deste, tem apenas uma menção à data de validade que em todos os méis é de 2013, permitindo constatar que foram todos produzidos em alturas muito próximas.

As amostras do produtor dividem-se em três grupos diferentes: as amostras de Urze de Viseu (2006 a 2010), amostras de Pomar de Gondomar (2009 a 2011) e uma amostra da Roménia (sem informação sobre a data de produção). Todas as amostras comerciais e não comerciais foram cuidadosamente armazenadas. As amostras comerciais mantiveram-se em frascos de vidro e hermeticamente selados até à sua utilização. As colhidas pelo produtor foram acondicionadas, ao longo dos anos, em frascos fechados, longe de fontes de calor ou de luz de modo a serem minimizadas quaisquer perdas nutricionais ou físico-químicas. Os resultados são apresentados em dois subcapítulos, no primeiro são tratados os resultados provenientes das análises físico-químicas e no segundo são analisados os inquéritos preenchidos pelos consumidores.

Os parâmetros físico-químicos a tratar no primeiro capítulo resumem-se a taninos, flavonoides, FRAP, fenóis totais, DPPH*, vitamina C, HMF, furfural e índice diastásico.

A apresentação dos resultados é efetuada com o auxílio de tabelas e gráficos. Ambos facilitam a perceção dos resultados de cada parâmetro.

3.1. Parâmetros físico-químicos

Os taninos, flavonoides, fenóis totais, antioxidantes através de FRAP e DPPH*, vitamina C, HMF, furfural e índice diastásico foram determinados nas amostras incluídas neste trabalho de forma a obter a sua caracterização geral e verificar se obedecem aos critérios definidos no Decreto-Lei 214/2003 e no Códex Alimentarius.

3.1.1. Taninos

Da análise da curva de calibração obtida, verificou-se uma boa linearidade entre a concentração de taninos e a absorvência com um valor de coeficiente de correlação de 0,9989. Os valores dos taninos variam entre 0,290 e 1,519 mg de EAT/Kg. Nesta análise comparou-se a concentração de taninos entre os méis de Urze, pomar e mel comercial.

Comparando os resultados entre si, verifica-se que de um modo geral o mel tem uma concentração baixa de taninos.

Como se pode verificar através da análise do gráfico seguinte, os méis de Urze não variam muito entre si, sendo que o mel de Urze 1 é o mais baixo dos analisados. Os méis de pomar, próximos entre si, variam entre 0,62 e 0,99 mg EAT/Kg, resultados inferiores aos de Urze do produtor. Ainda com concentração mais baixa, surge o mel de laranjeira e o da Roménia.

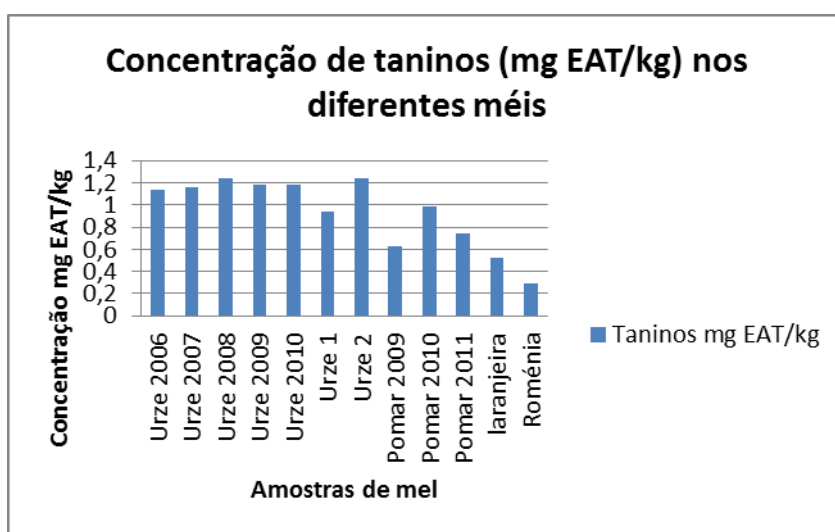


Figura 12: Concentração de taninos (mg EAT/Kg) nos diferentes méis analisados

O conteúdo de taninos nos diferentes méis pode variar de acordo com a origem floral, as condições climáticas e geográficas ^[38]. Através do gráfico é possível ver que há um aumento significativo da concentração de taninos do ano de 2009 para o ano de 2010. O facto de o ano de 2010 ter sido um ano de condições climáticas extremas, como se pode verificar através do relatório anual do clima para este ano, influenciará de um modo geral a flora envolvente e as abelhas que colherão o pólen.

A quantidade de taninos sintetizados pela planta de onde provém o néctar depende da espécie, do cultivo, do tecido, do seu desenvolvimento e das condições ambientais. Estes fatores além de influenciarem a concentração, influenciam também a composição em monómeros e o peso molecular dos taninos, características que podem determinar a ação dos fenóis na qualidade final do mel.

A origem de sensação de adstringência resulta da interação entre os taninos e as proteínas salivares, o que explica as baixas concentrações de taninos normal em produtos alimentares. Estes contribuem expressivamente para a porção de polifenóis ingeridos pela alimentação ^[41].

3.1.2. Flavonoides

Verificou-se uma correlação elevada relativa à concentração de flavonoides e a absorvência, sendo que o coeficiente de correlação foi de 0,9989. A recta de calibração obtida é válida para o intervalo de concentração em catequina entre 0 e 400 ppm.

Conforme se observa nos resultados obtidos, o teor em flavonoides revelou valores que variam entre 16,1 e 92,1 mg de EC/Kg. De um modo geral, os resultados indicam não existir uma diferença significativa entre o teor de flavonoides nos méis comerciais e não comerciais e o mesmo se pode dizer comparando entre os méis do produtor (pomar e Urzes).

Os flavonoides desempenham um papel fundamental na qualidade sensorial dos alimentos, principalmente na adstringência. A ingestão de flavonoides gera bastante controvérsia mas estima-se que a ingestão destes deva variar entre 25 mg e 1g.

Importante na redução do risco de aterosclerose e na inibição da agregação plaquetária, tem também propriedades antibacterianas e anti-virais, induzindo ou inibindo várias enzimas-chave que interferem na regulação da função imune e trombose ^[92].

Ao avaliar individualmente os diversos grupos de mel em relação à sua capacidade antioxidante, verifica-se que com o decorrer dos anos há um decréscimo da quantidade de flavonoides, desde 2006 a 2009 e volta a aumentar no ano de 2010 para os méis de Urze, possivelmente associado a condições climáticas e geográficas diferentes. Entre

estes méis, o que apresenta menor concentração é o mel de Urze 2, comercial. Os estudos realizados por Bertoncelj et al, 2007, demonstraram que a presença de determinados flavonoides podem constituir uma importante ferramenta para a determinação da origem floral e geográfica do mel ^[35]. Os flavonoides presentes no mel podem ter origem no pólen, na propólis e no néctar sendo a propólis a fonte mais rica em flavonoides. A variação do teor de flavonoides ao longo dos anos, e as diferenças de concentrações encontradas nos diversos tipos de mel são influenciados pelas abelhas que colhem o mel. O local e a flor do qual retiram o pólen será o principal responsável pelas variações deste composto.

Assim, como é verificado pelo gráfico, no grupo de amostras de mel de pomar, o mel referente ao ano de 2009 apresenta cerca de um terço da concentração dos méis dos anos seguintes.

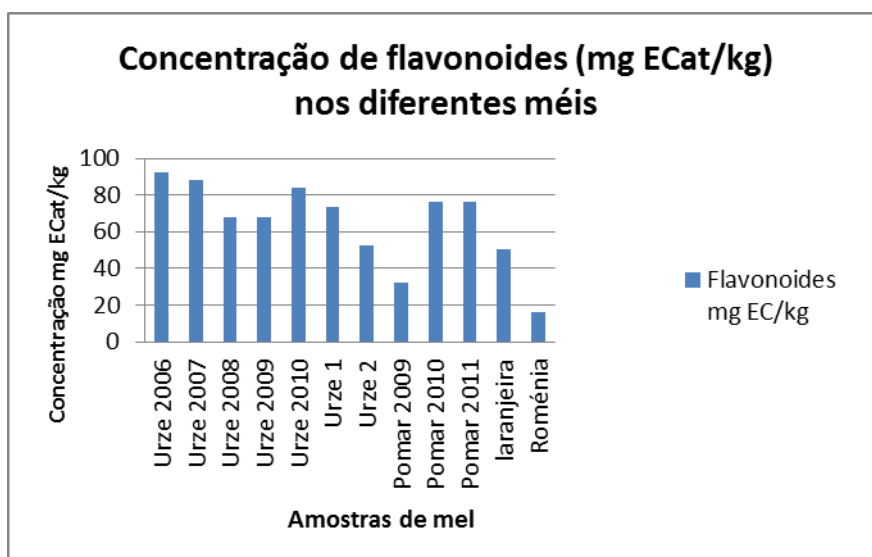


Figura 13: Concentração de flavonoides (mg EC/Kg) nos diferentes méis analisados

Com uma concentração muito inferior à dos outros méis, destaca-se o mel da Roménia. As variações nos teores de flavonoides podem estar relacionadas à qualidade da planta visitada pela *Apis mellifera* (sp. Ibérica), localização geográfica e fatores ambientais.

Na literatura, os valores de teor de flavonoides em diversos tipos de mel variam entre 17,9 a 81,6 mg/kg de mel ^[85]. Verificou-se que o intervalo de variação determinado neste trabalho é semelhante ao referido pelos autores para os méis da Austrália, sendo que os resultados apresentados neste relatório têm uma gama maior mas perto destes valores. Também para os méis de Tualang (mel proveniente da Malásia em que as abelhas

constroem as suas colmeias no cima da árvore Tualang (*Koompassia excelsa*)), Khalil et al, 2012, apresenta resultados compreendidos entre 40,23 e 86,42 mg EA/kg para o mel armazenado após 3 meses, e 35,92 a 84,87 mg EA/kg para méis armazenados durante 12 meses [87]. Estes resultados também vão de encontro aos obtidos neste trabalho. Kishore el al, 2011, encontraram valores de 247,4 mg EA/kg em méis de ananás [88], superiores aos nossos resultados obtidos o que permite confirmar que a origem floral terá grande influência na concentração final de flavonoides presente no mel.

3.1.3. Fenóis totais

Em relação à quantificação de compostos fenólicos pelo método anteriormente descrito obtiveram-se valores expressos em equivalentes de ácido gálico entre 207,3 e 1058 mg de EAG/Kg. Através dos resultados obtidos verifica-se que o mel de laranjeira é o que apresenta menor concentração de fenólicos totais. Estes resultados estão de acordo com um estudo feito por Serra M, no qual o autor descreve o mel de laranjeira como o que apresenta menor teor de fenólicos totais, enquanto o mel de urze é o mais rico neste tipo de compostos [86].

Os compostos fenólicos têm um papel importante na alimentação humana, que vai além da sua função antioxidante, apresentando outras propriedades biológicas, nomeadamente propriedades anti-histamínica, anti-inflamatória, antibacteriana e antiviral [89].

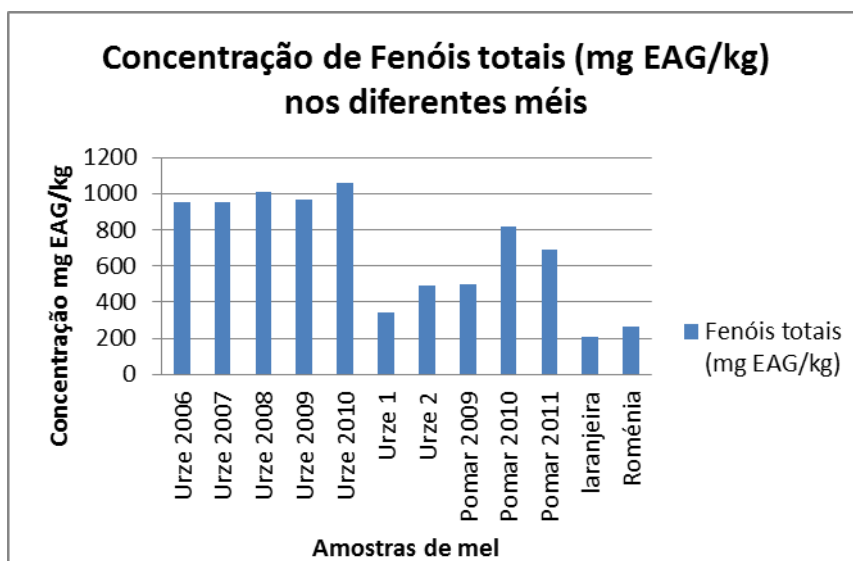


Figura 14: Concentração de fenóis totais (mg EAG/Kg) nos diferentes méis analisados

Verificou-se, através da análise dos resultados obtidos, que os méis de urze são os que apresentam maior concentração de fenóis totais. Comparativamente com os outros méis, estes terão uma ação benéfica superior na alimentação humana pois apresentam maior atividade antioxidante, no entanto, nem todas as amostras de mel de urze obtiveram bons resultados. As amostras Urze 1 e 2, representam um terço e metade das concentrações dos méis de Urze do produtor, respetivamente. Estes méis são amostras comerciais e provavelmente, para compensar os custos de produção, são diluídos com outros méis e a sua riqueza a nível antioxidante é diminuída.

Das amostras de pomar, há um aumento significativo da concentração em fenóis totais dos méis de 2009 para os dois anos seguintes. Como se tem vindo a verificar pelos resultados anteriores, observa-se uma tendência no aumento da concentração de taninos, flavonoides e fenóis totais do ano de 2009 para 2010. Uma melhoria nas condições climáticas no ano de 2010 terá grande influência na concentração final destes. Os bons resultados apresentados para os compostos fenólicos são bastante interessantes pois é conhecida a boa correlação entre o conteúdo de fenóis e os efeitos antioxidantes.

Os polifenóis desempenham um papel muito importante como antioxidantes pois previnem ou abrandam a oxidação, fator responsável pela alteração a nível sensorial e nutricional e evitando uma possível formação de compostos que prejudicam a saúde. Num estudo de Barros L et al, 2010, estes apresentam valores de compostos fenólicos entre 165,29 a 368,58 mg/kg de mel ^[75]. Verifica-se que alguns dos méis se encontram na referida gama de valores, sendo que outros estão muito acima dos encontrados por estes autores. Já Khalil et al, 2012, apresentam uma gama maior de resultados, variando entre 188,62 e 465,96 mg EAG/kg ^[87]. De acordo com os resultados obtidos, os méis de pomar, Urze 1 e 2, pomar 2009, laranjeira e mel da Roménia encontram-se muito próximos deste intervalo referido pelo autor, no entanto, os méis de Urze de Viseu têm valores bastante acima deste intervalo. Já mais próximo dos valores que encontramos para os méis de Urze, temos os resultados de Kishore *et al.*, 2011, (839.60 mg GAE/kg), semelhantes aos encontrados ^[88]. Estas variações podem ser devidas às diferentes regiões e clima em que as amostras de mel foram colhidas.

Apresentam-se na tabela seguinte, os resultados obtidos para a análise dos antioxidantes.

Tabela 17: Resultados obtidos para os taninos, flavonoides e fenóis totais

Amostras	Taninos (mg EAT/Kg)	Flavonoides (mg Ecateq/Kg)	Fenóis totais (mg EAG/Kg)
Urze 2006	1,14±0,36	92,10±4,91	951,00±71,10
Urze 2007	1,15±0,18	88,10±4,25	950,00±73,45
Urze 2008	1,24±0,25	68,10±3,12	1011,00±87,65
Urze 2009	1,18±0,15	68,10±3,10	965,00±67,48
Urze 2010	1,18±0,14	84,10±4,21	1058,00±93,49
Urze 1	0,94±0,10	73,50±4,30	340,60±31,28
Urze 2	1,24±0,46	52,70±2,90	493,60±27,75
Pomar 2009	0,62±0,08	32,10±1,12	498,00±34,78
Pomar 2010	0,99±0,13	76,10±4,02	820,00±76,12
Pomar 2011	0,75±0,12	76,10±3,86	688,00±50,12
Laranjeira	0,53±0,11	50,60±2,87	207,30±24,90
Roménia	0,29±0,08	16,10±0,29	261,00±25,68
Pólen (1-5)	1,52±0,40	400,10±57,90	13437,00±198,76

3.1.4. Ácido ascórbico (Vitamina C)

No presente estudo, o teor de ácido ascórbico de algumas amostras ficou abaixo do limite de deteção e por isso, esses resultados não são apresentados.

Os autores Keenan e colaboradores, 2010, depararam-se com a mesma dificuldade na determinação de ácido ascórbico. O ácido ascórbico é um composto instável que pode degradar-se facilmente. Além das perdas da vitamina C associadas ao processamento e armazenamento determinadas pela luz, pH, temperatura, exposição ao oxigénio, presença de enzimas oxidantes, alguns autores alertam para estas e outras variáveis que influenciam os resultados analíticos durante a preparação das amostras ^[91].

Torna-se então muito importante a escolha da embalagem pois esta será uma variável essencial para a prevenção da perda dos compostos bioativos e para a amplitude do tempo de prateleira.

Para a vitamina C, o coeficiente de correlação foi de 0,9956, havendo uma boa linearidade entre a concentração de vitamina C e a absorvência. A vitamina C compreende resultados entre 13,6 a 36,9 mg/kg. Esta é quimicamente chamada de ácido ascórbico, é muito importante para o organismo humano, pois previne doenças como o escorbuto, combate a fadiga, a perda de apetite, infeções e dores musculares. Neste parâmetro não se nota grande variação entre os diversos méis, como se verifica no gráfico seguinte, no entanto são os méis de Urze do ano de 2010 e os méis de Laranjeira e da Roménia que apresentam os resultados mais baixos.

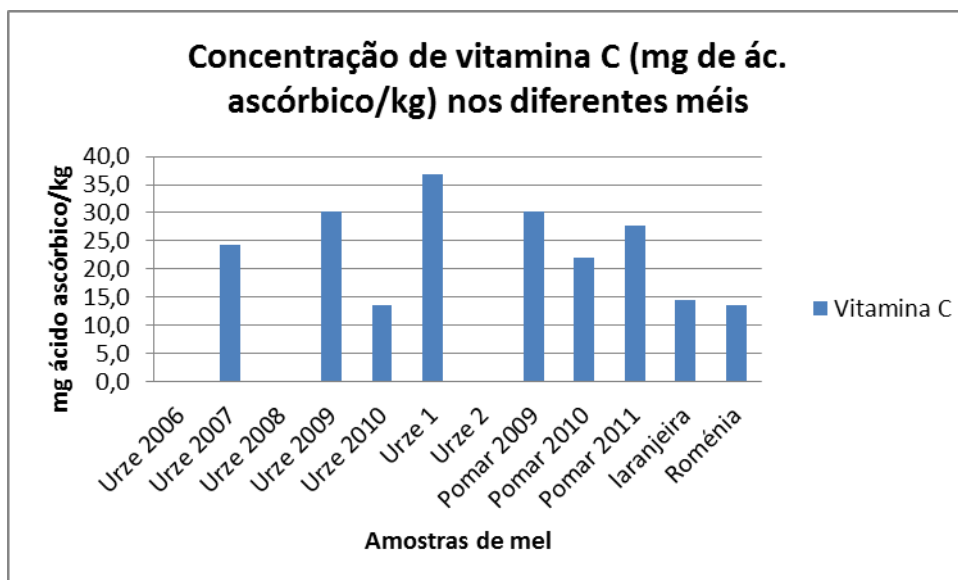


Figura 15: Concentração de vitamina C (mg ácido.ascórbico/Kg) nos diferentes méis analisados

Os valores apresentados, encontram-se bastante inferiores aos descritos por Kishore et al, 2011, para os méis de Tualang (360,9 mg/kg) ^[88].

Os nossos resultados são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 18: Resultados das análises feitas ao mel, relativamente à vitamina C

Amostras	Vitamina C (mg/Kg)
Urze 2006	*
Urze 2007	24,40±13,25
Urze 2008	*
Urze 2009	30,30±16,12
Urze 2010	13,60±9,65
Urze 1	36,90±18,32
Urze 2	*
Pomar 2009	30,30±15,75
Pomar 2010	21,90±14,23
Pomar 2011	27,80±15,39
Laranjeira	14,40±7,20
Roméia	13,60±6,54
Pólen (1-5)	*

*- valores de Vitamina C abaixo do limite de detecção

3.1.5. Atividade antioxidante pelo método DPPH^{*}

O estudo da capacidade de inibição de radicais pode ser realizado através de diversos métodos, entre os quais se destaca o que utiliza radicais de 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH^{*}) pela sua frequente aplicação na avaliação da capacidade antioxidante de produtos alimentares. Após aplicação do método verificou-se que as concentrações de DPPH^{*} variaram entre 841 e 2959 mg ET/Kg mel. Através de uma análise geral dos resultados obtidos verifica-se que os méis de Urze não têm grande variação entre si, no entanto, verifica-se que a sua concentração aumenta ao longo dos anos, havendo uma quebra em 2008. É o mel de Urze 2 que apresenta menor concentração de antioxidantes.

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

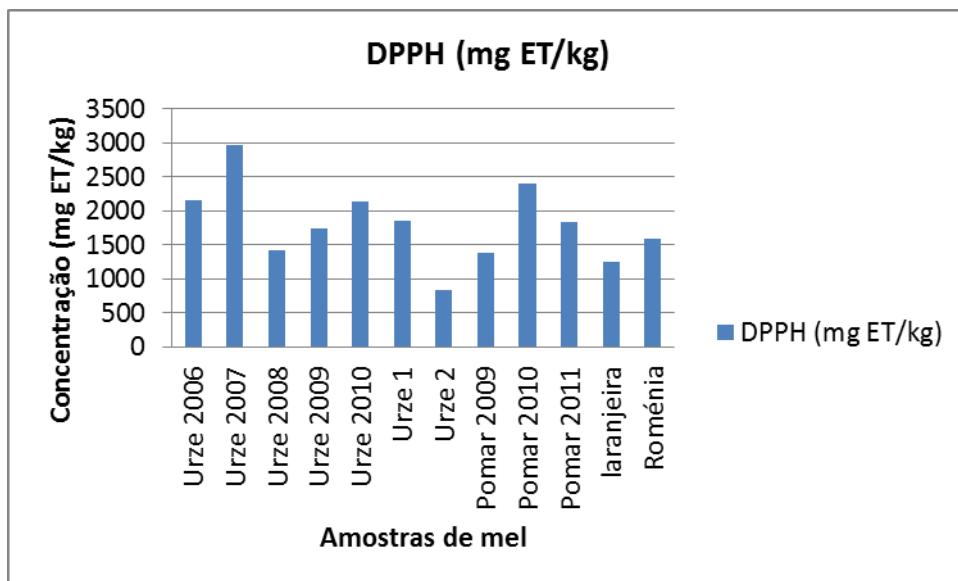


Figura 16: Capacidade antioxidante obtida através do método de DPPH^{*} (mg ET/Kg) nos diferentes méis analisados

Dos méis de urze comparados aos de pomar, não se verifica grande diferença. Em relação aos méis de Viseu de 2009 e 2010, comparativamente aos de pomar dos mesmos anos, nota-se que o nível de antioxidantes totais aumenta no ano de 2010 levando-se a verificar novamente que o clima esteve favorável à produção de mel nesse ano.

Ao contrário dos resultados anteriores, o mel da Roménia apresenta uma boa atividade antioxidante pelo método de DPPH^{*}, não se verificando grande diferença na concentração deste em comparação aos restantes méis. Em comparação com resultados de estudos semelhantes que indicam valores de antioxidantes entre os 7 e 59 mg de TE/100g de mel, verifica-se que os resultados obtidos se encontram neste intervalo ^[86].

O DPPH^{*} é um radical livre estável, para o qual as substâncias antioxidantes transferem eletrões ou átomos de hidrogénio, neutralizando o seu carácter radicalar. Os bons níveis de antioxidantes fazem com que os méis tenham características desejáveis reduzindo o risco de doenças coronárias, cataratas, diferentes processos inflamatórios, entre outros.

3.1.6. Poder antioxidante por redução do ião férrico (FRAP)

As amostras de mel apresentaram valores de atividade de redução férrica expressa em equivalentes de FeSO_4 entre 2451,3 e 16975,8 mg de ESF/Kg. De um modo geral, os valores mais altos pelo método de FRAP obtiveram-se para o mel de pomar de Gondomar do ano de 2011.

Entre os méis de Urze do produtor, com origem em Viseu, não há grandes variações a registar e a sua capacidade antioxidante apresenta valores elevados. Estes são muito aproximados não existindo grande variação de 2006 a 2010, no entanto os méis de Urze 1 e 2 têm valores bastante inferiores quando comparados com estes. Pelo contrário, nos méis de Pomar há uma grande subida com o passar dos anos sendo que o mel de 2009 tinha uma concentração de 5950,8 mg de ESF/Kg e o mel de 2011 já apresenta uma concentração de 16975,8 mg de ESF/Kg. O clima dos anos seguintes a 2009, bem como todos os outros fatores associados à produção de mel, como a origem floral, as abelhas entre outros, terão grande influência na concentração final de antioxidantes.

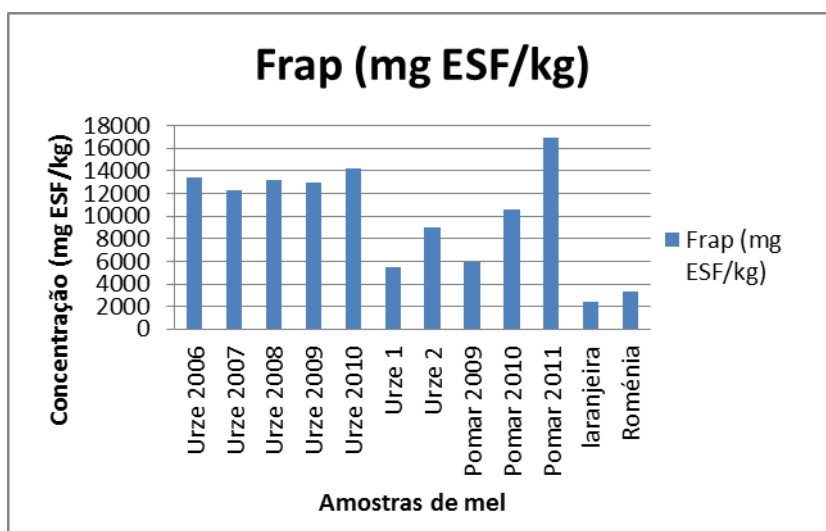


Figura 17: Capacidade antioxidante obtida através do método de FRAP (mg ESF/Kg) nos diferentes méis analisados

Quanto menor o valor obtido pelo método de FRAP, melhor a capacidade antioxidante do mel. Neste caso, as amostras com melhor capacidade antioxidante são as de laranjeira e Roménia, bem como o mel de Urze 1.

Estes bons resultados a nível de antioxidantes indicam que os méis acima referidos têm uma qualidade nutracêutica importante, provavelmente devida a um elevado conteúdo de antioxidantes fenólicos, o que lhes confere interesse no combate ao “stress oxidativo” (que ocorre quando a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante não estão em sintonia) e reduzem o risco de doenças e diversos processos inflamatórios ^[92].

Note-se que os métodos de inibição do DPPH[•] e FRAP, apresentam mecanismos diferentes de ação responsáveis pela determinação da capacidade antioxidante e as interações entre os compostos dos alimentos podem condicionar os teores finais desses compostos ^[92].

Na tabela 19 apresentam-se os resultados da análise destes parâmetros físico-químicos anteriores referidos.

Tabela 19: Resultados das análises feitas ao mel, relativamente as métodos de FRAP e DPPH[•]

Amostras	FRAP (mg ESF/Kg)	DPPH[•] (mg ET/Kg)
Urze 2006	13413,30	2148,00
Urze 2007	12705,80	2959,00
Urze 2008	13250,80	1427,00
Urze 2009	13000,80	1742,00
Urze 2010	14238,30	2139,00
Urze 1	5498,00	1850,00
Urze 2	9031,30	841,00
Pomar 2009	5950,80	1391,00
Pomar 2010	10575,80	2409,00
Pomar 2011	16975,80	1841,00
Laranjeira	2451,30	1256,00
Roméia	3350,80	1589,00
Pólen (1-5)	85758,30	9562,00

O mel de Urze apresenta-se como o mel com teor mais elevado de antioxidantes e polifenóis e o maior poder de resgatar radicais livres. É verificado também que todos os méis nacionais apresentaram uma atividade antioxidante significativa, o que é bom para valorizar o mel.

3.1.7. Hidroximetilfurfural e Furfural

O HMF e o furfural são parâmetros muito conhecidos relativos à frescura e qualidade do mel. Com efeito, além do envelhecimento do próprio mel, as concentrações de HMF aumentam em função de vários fatores, tais como: acidez livre, atividade da água, origem floral e más condições de armazenamento. Assim, as altas concentrações de HMF permitem determinar se a origem floral foi de algum modo alterada mas também alguns fenómenos indesejáveis como adulterações, sobreaquecimento e más condições durante o armazenamento.

Relativamente aos resultados obtidos para o furfural, alguns não são detetáveis pois são muito baixos. Estes valores encontram-se associados a um HMF também baixo. Pela análise isolada dos méis relativamente ao parâmetro de qualidade HMF, verifica-se que este varia de 0,1 a 4 µg/g, sendo que os méis com maior teor de HMF são as amostras de Urze de Viseu dos anos de 2006 e 2008.

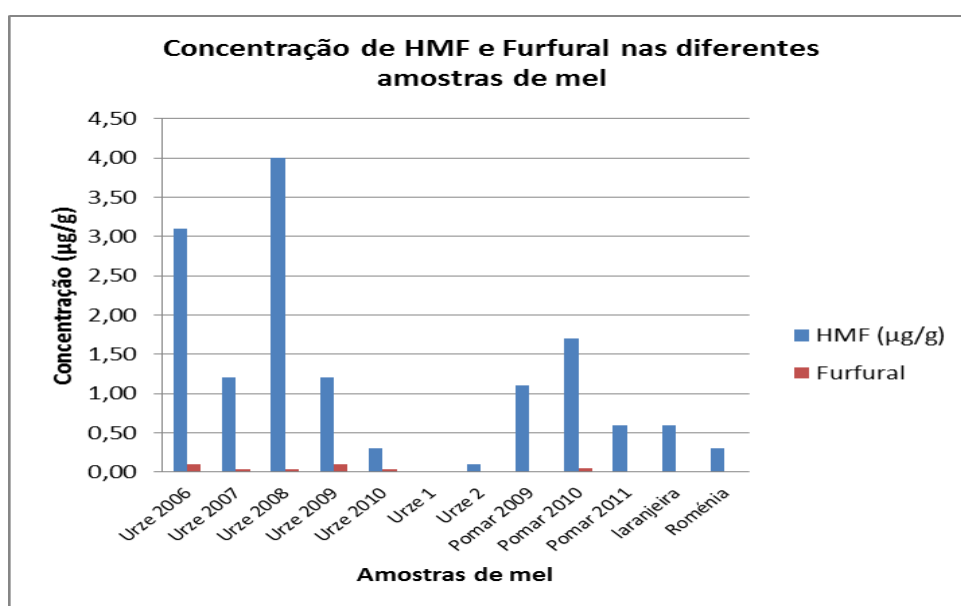


Figura 18: Concentração de HMF e furfural obtidos para as diferentes amostras de mel

Todos os valores de HMF encontrados estão dentro do limite legal estabelecido pela Directiva 2001/110/CE do conselho de 20 de Dezembro de 2001 relativa ao mel. Verifica-se então que o mel não se alterou com o tempo. Se for bem conservado e armazenado este não se altera, o que nos leva a crer que a data de validade é uma mera indicação que se encontra na embalagem e que pode ajudar o produtor a aumentar as vendas, uma vez que, terminado o prazo, o consumidor terá tendência a deitar fora e comprar novo. Segundo Andrade P. et al, 1999, os valores de HMF para os méis de Lousã encontram-se numa média de 12 mg/kg no ano de 1993, 15,3 mg/kg no ano de 1992 e 20,4 mg/kg no ano de 1991 ^[79]. Verificou-se então que os méis analisados se encontram inferiores quando comparados com os resultados do estudo.

Através da análise dos resultados é verificado que, apesar de se encontrarem abaixo do limite legal, são os méis com mais anos aqueles que apresentam maior concentração em HMF.

3.1.8. Índice diastásico

A diastase é mais sensível ao calor que a invertase sendo por isso usada para avaliar sobreaquecimento ou adulteração.

O critério de composição para o índice diastásico é de no mínimo 8 para um teor de hidroximetilfurfural não superior a 15 mg/kg. Através da análise dos resultados obtidos, verifica-se que a maioria dos méis se encontra dentro do limite estabelecido. Dos méis apresentados, são os méis de urze dos anos de 2009 e 2010 e os de pomar 2010 e 2011 que melhor índice diastásico apresentam.

A atividade diastásica é um índice de frescura do mel, e diminui com o tempo de armazenamento. Como se verifica, há um aumento progressivo ao longo dos anos. Nas amostras de Urze, de 2006 a 2010, nota-se um aumento na concentração de índice diastásico, acontecendo o mesmo nos méis de pomar. O mel de laranjeira apresenta um índice diastásico próximo dos méis de pomar e urze 2010. O clima poderá ter influência neste resultado.

Dos méis comerciais, tanto o mel de urze 1 como o mel de urze 2 não apresentam resultados muito satisfatórios uma vez que quanto maior o índice diastásico, melhor a

qualidade do mel. O facto de apresentar um baixo teor de HMF, leva a crer que o mel não foi adulterado no entanto na origem destes resultados poderão estar diferentes condições edafo-climáticas durante a produção do mel, ou mesmo uma má pasteurização.

Quanto ao mel da Roménia, não foi possível a sua análise por não haver quantidade de amostra suficiente para a realizar. Também no estudo de Andrade P. et al, 1999, é feito um estudo ao índice diastásico. Os valores apresentados pelos autores variaram entre 13 e os 51,1 °Gothe ^[79]. Em comparação com os resultados obtidos, verificou-se que, de uma maneira geral, os valores encontraram-se neste intervalo, excluindo o mel de urze 2 que não apresentou resultados para este parâmetro, uma vez que logo na primeira análise os resultados foram muito inferiores ao estabelecido, 0,235. Também Terrab et al, em 2003, apresentaram valores de índice diastásico não muito diferentes dos obtidos experimentalmente. Apesar de serem méis de espécies diferentes, os resultados que apresentam encontram-se no intervalo 11,20 a 40,50 °Gothe. Estes apresentam também um mel de citrinos com um índice diastásico de 40,20 °Gothe ^[93].

Na tabela 20 apresentam-se os resultados da análise destes parâmetros físico-químicos.

Tabela 20: Resultados obtidos para as amostras de mel em relação ao Hmf, furfural e índice diastásico

Amostras	HMF (µg/g)	Furfural (µg/g)	Índice diastásico (° Gothe)
Urze 2006	3,10±0,024	0,10±0,001	15,15±1,490
Urze 2007	1,20±0,003	0,04±0,003	10,36±0,960
Urze 2008	4,00±0,070	0,04±0,000	15,49 ± 0,690
Urze 2009	1,20±0,014	0,10±0,006	31,90 ± 5,040
Urze 2010	0,30±0,003	0,04±0,000	26,13 ± 1,490
Urze 1	0,60±0,024	n.d.	12,03 ± 0,720
Urze 2	0,60±0,015	n.d.	n.d.
Pomar 2009	1,10±0,023	n.d.	11,94 ± 0,610
Pomar 2010	1,70±0,045	0,05±0,001	24,37 ± 2,300
Pomar 2011	0,60±0,042	n.d.	37,13 ± 7,640
Laranjeira	0,10±0,003	n.d.	19,50 ± 0,000
Roménia	0,30±0,048	n.d.	Não avaliado

É verificado pelos resultados que, quanto mais anos tiver o mel, maior a concentração de HMF e conseqüentemente menor o índice diastásico.

3.1.9. Teor de sólidos solúveis totais

Os resultados para o teor de sólidos solúveis totais foram bastante concordantes. O valor médio de °Brix encontrado no mel analisado foi de 82,01%, ou seja, este valor representa o índice de refração expresso em percentagem de sacarose. As amostras de mel são bastante semelhantes no que se refere às quantidades de sólidos solúveis. No mel esta quantidade pode ser reproduzida com muita exatidão para os açúcares totais uma vez que a composição de mel em sólidos é basicamente de hidratos de carbono ^[94]. Os valores encontrados nas análises efectuadas variam entre 80,80 e 83,20%, como se pode verificar na tabela seguinte.

Tabela 21: Resultados das amostras de mel para os sólidos solúveis totais (°Brix)

Amostras	Resultados (°Brix)
Urze 2006	81,45± 0,07
Urze 2007	81,00±0,00
Urze 2008	81,90±0,00
Urze 2009	80,80±0,00
Urze 2010	83,20±0,00
Urze 1	83,20±0,00
Urze 2	82,85±0,07
Pomar 2009	83,00±0,00
Pomar 2010	82,60±0,00
Pomar 2011	82,00±0,00
Laranjeira	81,55±0,07
Roménia	81,40±0,00

Marchini et al.,1998, encontrou valores de °Brix para mel de *Melipona scutellaris* de 71,60 ± 5,0% ^[77]. Estes resultados são inferiores aos encontrados para as nossas amostras de mel, o que leva a crer que cada mel tem as suas características específicas, confirmando mais uma vez que o clima, a origem floral e o local de origem do mel têm grande influência no mel final.

3.1.10. Cor

A cor do mel é muitas vezes uma indicação da sua origem floral. A determinação da intensidade da cor foi realizada com o objetivo de encontrar uma possível ligação entre este e a atividade antioxidante. Os parâmetros da cor apresentam-se na tabela 22 em que o parâmetro L^* reflecte o brilho do mel e varia entre 33,82 e 45,68. Gonzalez-Mirel et al., 2005, classifica o mel em dois grupos de acordo com a sua luminosidade: méis mais claros com $L^* > 50$ e méis mais escuros para $L^* < 50$. Para as coordenadas vermelho-verde (a^*) e amarelo-azul (b^*) os valores variaram entre -049 a 5,72 e 0,71 a 14,16, respectivamente. Enquanto o componente da luminosidade L^* varia entre 0 e 100, os outros dois componentes, a^* e b^* variam de -100 a 100 ^[43].

Num estudo realizado a méis de Trás-os-Montes, os extratos de compostos fenólicos obtidos a partir dos méis escuros têm uma forte atividade antioxidante quando comparados com os méis claros, a qual pode ser atribuída à sua atividade antimicrobiana bem como às diferenças no perfil de compostos fenólicos que são dependentes da origem geográfica do mel (principalmente, origem floral). O mel de urze é produzido em Portugal, de *Erica* sp., e em Espanha e França, por *Calluna* ou sp *Erica* e é caracterizado pela sua cor escura, um sabor forte e um gosto ligeiramente salgado ^[65, 79, 80].

Tendo em conta os resultados obtidos, isto verifica-se. O mel da Roménia e o mel de Laranjeira são os méis mais claros (41,55 e 45,68, respetivamente) e por sua vez apresentam uma atividade antioxidante baixa. Pelo contrário, os méis de Urze aparentavam ser os mais escuros e através da medida de intensidade da cor este dado foi confirmado, e através dos resultados obtidos confirmamos que méis mais escuros apresentam uma ótima capacidade antioxidante. O facto de ser melhor em termos antioxidantes terá, em geral, grande influência na escolha do produto final.

A cor do produto é um parâmetro de qualidade para o consumidor porque é o atributo a ser primeiramente observado. A tabela 22 apresenta os atributos relacionados com a cor (luminosidade, croma e tonalidade).

**Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado**

Tabela 22: Resultados obtidos para os atributos relacionados com a cor (luminosidade, croma e tonalidade)

Amostras	L*	a*	b*
Urze 2006	33,94±0,13	1,65±0,04	0,97±0,03
Urze 2007	33,82±0,27	1,61±0,03	0,75±0,03
Urze 2008	35,80±0,42	3,33±0,10	1,63±0,07
Urze 2009	35,93±0,05	5,61±0,03	3,41±0,01
Urze 2010	36,35±0,03	5,36±0,04	4,35±0,03
Urze 1	39,41±0,25	5,60±0,01	9,10±0,01
Urze 2	36,52±0,06	5,18±0,05	3,85±0,05
Pomar 2009	40,49±0,05	4,93±0,05	10,71±0,07
Pomar 2010	35,37±0,13	4,87±0,06	3,03±0,02
Pomar 2011	38,03±0,01	5,72±0,03	7,17±0,03
Laranjeira	45,68±0,07	0,13±0,02	14,16±0,07
Roméia	41,55±0,10	-0,49±0,02	5,54±0,05

Terrab et al, 2003, referiu valores de cor entre 19,74 e os 41,31 para a luminosidade ^[93]. Os nossos valores encontram-se um pouco mais altos que os apresentados neste estudo, no entanto, também aqui o mel de laranjeira apresenta maior luminosidade (41,31), sendo o mel mais claro e o de eucalipto o menor valor (19,74), ou seja, o mel mais escuro.

Segundo Estevinho et al., 2012, os consumidores em Portugal e na Europa central preferem méis escuros, tais como os méis de urze, sendo até estes mais caros que a maioria dos méis mas com mais procura também por parte do consumidor, tendo este mel um maior valor comercial para os produtores ^[64].

3.1.11. Pólen

A diversidade das propriedades físico-químicas do mel depende do néctar e pólen da planta do qual é originário fazendo variar a cor, o aroma e o sabor ^[31].

De um modo geral, tal como previsto, o pólen apresenta valores muito mais altos comparando com os méis em todas as análises por ser muito concentrado. Pereira M., 2010, destaca o pólen como sendo a principal fonte de aminoácidos no mel ^[48]. Pelos

resultados obtidos, verifica-se que os valores de antioxidantes em todos os métodos são realmente muito elevados comparando com os dos méis, o que confirma o estudo realizado.

Existem pessoas que são alérgicas ao mel, mais precisamente a um pólen específico, ou às proteínas das abelhas, apesar de ser um acontecimento raro. De forma a evitar este risco, o mel para uso terapêutico é filtrado, removendo-se assim a maioria do pólen; Se não for convenientemente filtrado, o mel pode conter partículas contaminantes que podem, potencialmente, provocar granulomas quando embebidas nas feridas ^[31].

3.2. Inquéritos

Das 113 pessoas inquiridas, 35,4% são homens e os restantes 64,6% referem-se às mulheres. Rivera M., 2005, defende que a variável demográfica que tem maior influência no consumo do mel é o género, isto porque a mulher continua a ser a grande responsável pela aquisição de bens alimentares para o lar. Segundo a autora, é a mulher como dona de casa que deteta a necessidade, procura informação avalia e escolhe a marca, decide onde e quando comprar o produto ^[81]. A maioria dos inquiridos tem idade superior a 46 anos (31,9%) e com menor percentagem estão os inquiridos com idades compreendidas entre os 18 e os 25 anos, correspondendo a 15,0% do total. Idades entre os 26 e os 35 anos representam 23,0% e entre os 36 e os 45 anos fazem parte 30,1%. Dos inquiridos abordados, 72,6% está empregado e 10,6% encontra-se desempregado. Os restantes 16,8% representam os que se encontram reformados, são domésticos, estudantes ou têm outra profissão além das especificadas. Em relação à escolaridade: 1º ciclo/4ª classe (14,2%), 2º ciclo/6º ano (9,7%), 3º ciclo/9º ano (14,2%), com maior percentagem encontram-se os inquiridos com escolaridade até ao 12º ano (33,6%), sendo de salientar uma percentagem significativa de inquiridos com o ensino superior (24,8%). Apenas 3,5% referem ter outra escolaridade além das mencionadas.

A maioria dos inquiridos consome o mel esporadicamente (62,8%), seguido de raramente (22,1%), mensalmente (8,8%), com menos frequência de consumo temos que semanalmente apenas 3,5% dos inquiridos o faz, diariamente apenas 1,8% e com menos respostas, apenas 0,9% dizem consumir mel mais do que uma vez por semana. O facto

de nem toda a gente gostar de mel e de algumas pessoas apenas o consumirem em alturas específicas faz com que a frequência de consumo seja baixa. Comparando estes resultados com os obtidos num estudo realizado por Ribeiro, M et al., 2009, em Bragança, a maioria dos inquiridos consome mel 1 vez por semana (34%), seguido de 1 vez por mês (22%) e ainda todos os dias (17,4%). Com menor percentagem está a parte dos inquiridos que respondeu nunca (5,2%) ou uma vez por ano (6,4%) ^[67]. Conclui-se então que a população de Bragança consome mel com maior frequência que os inquiridos da zona de Porto/Braga. O facto de o clima de Bragança ser mais frio, principalmente no Inverno em que a neve é bastante comum, terá grande influência nestes resultados.

A época do ano em que, normalmente, o consumidor mais consome mel é uma das questões em que o inquirido poderia responder mais que uma época. Apresentam-se na tabela seguinte os resultados obtidos.

Tabela 23: Dados relativos à questão "Em que época do ano normalmente consome mel?", número de respostas e percentagem.

Época do ano	Número de respostas (n)	Percentagem (%)
Durante todo o ano	26	23
Primavera	3	2,7
Verão	2	1,8
Outono	25	22,1
Inverno	81	71,7

Em relação à frequência de consumo, verifica-se que uma parte muito significativa de inquiridos consome mel com regularidade, sobretudo na época mais fria como o Inverno (71,7%), seguido de durante todo o ano (23%) e no outono (22,1%). Este resultado não surpreende uma vez que as épocas frias são mais associadas a gripes e a doenças o que terá grande influência nas respostas obtidas verificando-se novamente que as pessoas utilizam muito o mel como curativo de doenças entre outros. Relativamente ao verão, era esperado que tivesse um menor consumo por ser uma época mais quente e menos atrativa para um produto tão doce e intenso. Tal como no concelho de Bragança, é no Outono/Inverno que as pessoas mais consomem mel (84,2%) ^[67].

Quanto à questão "De que forma utiliza o mel" o inquirido não tem limite de respostas podendo seleccionar todas aquelas com que se caracteriza melhor.

Tabela 24: Dados relativos à questão "De que forma utiliza o mel", número de respostas e percentagem.

Forma de utilização	Número de respostas (n)	Percentagem (%)
Puro	66	58,4
Como substituto do açúcar	11	9,7
Em infusões	48	42,5
Na culinária	32	28,3
Como produto de beleza	23	20,4
Como remédio	39	34,5
Outro	5	4,4

A maioria dos inquiridos prefere consumir mel no seu estado puro (58,4%), seguido de consumi-lo em infusões (42,5%) e como remédio (34,5%). Todas estas formas de consumo estão associadas a uma forma de curar doenças. Tal como esperado, o mel é bastante utilizado para tratamento de doenças como a gripe, ou outros problemas associados. Segundo Arvanitoyannis I. et al., 2006, num estudo feito na Roménia sobre o consumo de mel a 220 inquiridos, a população prefere consumir o mel puro, por exemplo, barrado em pão ou outro produto (45,5%), em chás/leite (31,8%) e na medicina (20,5%), com menos preferência, em iogurtes (1,3%) ou de outros modos (0,9%) ^[82]. Em Portugal, verifica-se algo semelhante. É mais consumido puro, em infusões e como remédio, verificando-se que apesar de serem populações com hábitos distintos, de ser um clima diferente e de outras culturas, os gostos e as tendências de consumo de mel assumem-se muito semelhantes.

Dos atributos mais importantes, e tendo em conta que poderá escolher os que pretender, 55,8% refere escolher o mel de acordo com o seu aspecto/cor, seguido da proveniência (51,3%) e das propriedades nutricionais (31,9%). Os restantes atributos são apresentados por menos de 10% dos inquiridos. Apenas 2,7% referem escolher o mel de acordo com o tipo de embalagem (tabela 25).

Tabela 25: Dados relativos à questão "Na sua opinião quais os atributos mais importantes no mel?", número de respostas e percentagem.

Atributos	Número de respostas (n)	Percentagem (%)
Marca	8	7,1
Proveniência	58	51,3
Tipo de embalagem	3	2,7
Preço	11	9,7
Aspecto/cor	63	55,8
Propriedades nutricionais	36	31,9
Outro	5	4,4

De uma forma geral, o consumidor considera o mel um produto com um preço dentro do normal (82,3%). Com menos de 10%, temos as restantes hipóteses, muito barato (3,5%), barato (3,5%), caro (9,7%) e muito caro apenas 0,9%.

Habitualmente, o inquirido tem preferência por comprar o seu mel diretamente ao produtor (72,6%), no entanto 24,8% ainda o compram em supermercados. Com muito menos respostas temos as mercearias ou ervanárias (2,7%). No estudo de Arvanitoyannis I. et al., 2006, normalmente a compra de mel é feita diretamente ao produtor (43,2%) e em mercados abertos (32,3%). Com menor frequência adquirem o mel em supermercados e mercearias, 12,7% e 11,8%, respetivamente ^[82]. Tal como em Portugal, também é na compra directa aos produtores que a população mais confia não sendo de estranhar esse facto pois acreditam numa produção do mel sem pesticidas e sem adulterações, como a adição de açúcares.

Quando questionados sobre a quantidade de mel que normalmente compram, a maioria das embalagens encontra-se entre as 500 gramas e 1 kg (57,5%). A embalagem com “menos de 500 g” foi menos referida (27,4%), seguida de “mais de 1 kg” (15%).

Dos inquiridos avaliados, 98,2% refere escolher mel nacional. Apenas 2 inquiridos (1,8%) refere não escolher, normalmente, mel nacional. Dos que responderam afirmativamente a esta questão, 52,2% afirma escolher mel nacional por considerar que este é de melhor qualidade seguido de “considera que é mais puro” com 30,1%. Com menos respostas, 15% afirma escolher este mel por pensa contribuir mais para a economia do país e 0,9% refere escolher por outras razões além das especificadas no questionário.

Relativamente ao tipo de embalagem que o consumidor mais confia, 97,3% refere escolher embalagens de vidro. Os restantes 2,7% escolhem embalagens de plástico (0,9%), frascos doseadores (0,9%) ou consideram que o tipo de embalagem não é importante (0,9%). A embalagem tem uma função muito importante na conservação do mel, além de guardar o mel, também o conserva e através da rotulagem, divulga o próprio produto. Esta tendência mais direccionada a escolher embalagens de vidro poderá dever-se ao facto de a população achar que o frasco de vidro pode ser reutilizado, ser mais higiénico em relação aos restantes, e também por manter as propriedades do mel, além de permitir visualizá-lo no seu interior garantindo mais confiança para o consumidor.

Quando o mel se encontra cristalizado, a maioria dos inquiridos confia no produto, e considera que o mel pode ser consumido (46%), seguido de confiar no produto e tratar-se de um mel de excelente qualidade (16,8%), como se verifica na tabela seguinte.

Tabela 26: Dados relativos à questão "Quando o mel se encontra cristalizado", número de respostas e percentagem.

Cristalização do mel	Número de respostas (n)	Percentagem (%)
Não confia no produto, o mel não deve ser consumido	6	5,3
Não confia no produto, mas acha que pode ser consumido	13	11,5
Confia no produto, o mel pode ser consumido	52	46,0
Confia no produto, trata-se de um mel de excelente qualidade	19	16,8
É indiferente/não tem opinião formada a este respeito	23	20,4

Apesar dos excelentes resultados, ainda há pessoas que consideram não confiar no mel cristalizado afirmando que este não pode ser consumido (5,3%) ou que não confiam no produto mas que acham poder ser consumido (11,5%), no entanto a maioria dos méis puros, acabam por cristalizar com o tempo, principalmente com as baixas temperaturas. É importante saber que tanto o mel fluido como o mel cristalizado são exatamente iguais em termos de propriedades energéticas e nutritivas, não existindo diferenças entre eles.

Dos inquiridos questionados sobre o que significa a cristalização do mel, 36,3% considera que o mel está bom para consumir, e apenas 5,3% considera que o mel está estragado (Tabela 27).

Tabela 27: Dados relativos à questão "A cristalização do mel significa que:", número de respostas e percentagem.

Cristalização do mel	Número de respostas (n)	Percentagem (%)
O mel tem adição de açúcar	15	13,3
O mel está estragado	6	5,3
O mel está velho	19	16,8
O mel está bom	41	36,3
Outro	9	8,0

As tendências de consumo de mel não variam muito de acordo com os inquiridos. A maioria escolhe mel nacional e normalmente compram diretamente ao consumidor por considerarem ter qualidade melhor. O consumo de mel não é muito elevado, sendo que a maioria da população consome-o esporadicamente e com maior intensidade na época de Inverno. Os consumidores têm preferência por consumi-lo puro, mas gostam de o utilizar em infusões ou como remédio caseiro. De um modo geral, os consumidores não consideram o mel como um produto alimentar caro e preferem embalagens de 500g a 1 kg. Quanto à cristalização, a maioria dos inquiridos tem algum conhecimento sobre o assunto e consome-o na mesma, confiando no produto em questão.

4. Conclusão

Este trabalho abordou diversos parâmetros de avaliação do mel, como as suas propriedades físico-químicas e avaliou uma amostra da população portuguesa relativamente ao consumo de mel.

Os resultados obtidos mostram que este alimento apesar de constituído maioritariamente por açúcares, contém uma variedade de compostos que lhe conferem propriedades funcionais, mais especificamente a atividade antioxidante.

Mel de Produtor, apresenta um teor elevado de compostos bioativos e capacidade antioxidante elevada, são méis mais escuros e o HMF e ID encontram-se dentro dos limites legais apesar do aumento de HMF e diminuição do ID com o passar dos anos.

Em relação aos méis Comerciais, o mel de laranjeira é o mais claro, capacidade antioxidante elevada em relação aos compostos bioativos. O mel de urze, teor de compostos bioativos são semelhantes aos de produtor e a concentração de HMF e ID estão dentro dos limites legais apesar do aumento de HMF e diminuição do ID com o passar dos anos. O mel da Roménia tem capacidade antioxidante elevada em relação ao baixo teor de compostos bioativos, a sua cor é clara e encontra-se dentro dos limites legais de HMF.

Assim verifica-se que a composição do mel e as suas propriedades variam principalmente de acordo com a origem floral, geográfica e também da abelha que faz o transporte do pólen, pelo que estas variantes devem ser tidas em consideração na avaliação da qualidade do produto final.

O ano de produção pode até influenciar em algumas características ainda não estudadas ou noutros méis mas são principalmente os referidos anteriormente que têm a maioria da responsabilidade na qualidade final do mel.

5. Referências Bibliográficas

- [1] Gomes, S.P.M. (2009). Caracterização e avaliação biológica de méis comerciais. Tese de mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar. Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- [2] Pajuelo, A. G. (2009). Análises sensoriais de méis. Em: O apicultor, n.º 63, Janeiro-Março, Espanha.
- [3] NP EN 1307 (1983) (2ª edição). Mel: definição, classificação e características. Instituto Português da Qualidade.
- [4] Pereira, A.P.R. (2008). Caracterização de mel com vista à produção de Hidromel. Tese de mestrado em Qualidade e segurança alimentar, Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- [5] EUFIC – European food information council. Conservantes para aumentar a duração e segurança dos alimentos, Food today 05/2004, Acedido em Maio 2012, url:<http://www.eufic.org/article/pt>.
- [6] Aljadi, A.M., Kamaruddin, M.Y. (2004). Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*, 85(4), 513–518.
- [7] Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Oriolia, M., Facino, R.M. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric /fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533, 185–191.
- [8] Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delègue, M.H. e Doré, J.C. (2004). Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*. 86(2):305-12.
- [9] D.L. n.º214/2003 de 18 de Setembro, Diário da República n.º216- I Série-A. Ministério da Agricultura, desenvolvimento rural e Pescas, Lisboa. p. 6057 a 6060; Acedido em Maio 2012, url:<http://www.dre.pt>.
- [10] Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Programa apícola nacional triénio de 2011-2013, 2010; Acedido em 13 de Junho 2012, url: http://www.gpp.pt/MA/apicultura/PAN_2011_13.pdf.
- [11] Versão completa caderno de especificações do Mel do Alentejo, conforme ponto 2 do artigo 18 do Reg. (CE) n.º 1898/2006.

- [12] D.R. n.º 29, II série, despacho n.º 23/94, mel do Barroso, ministério da agricultura, 1994, pp 1099.
- [13] D.R. n.º 29, II série, despacho n.º 27/94, mel da Serra da lousã, ministério da agricultura, 1994, pp 1101.
- [14] D.R. n.º 29, II série, despacho n.º 29/94, mel da Serra de Monchique, ministério da agricultura, 1994, pp 1100-1101
- [15] D.R. n.º 29, II série, despacho n.º 25/94, mel do Parque de Montesinho, ministério da agricultura, 1994, pp 1100.
- [16] D.R. n.º 29, II série, de 1994, despacho n.º 30/94, mel da Terra Quente, ministério da agricultura, pp 1103-1104.
- [17] Versão completa do caderno de especificações do Ribatejo Norte sociedade de apicultores da floresta central, lda., 1994.
- [18] FAFEMEL – cooperativa dos produtores de mel de Fafe. Versão completa do caderno de especificações do Mel das Terras Altas do Minho. Braga, 1993
- [19] Duarte F., Pereira A., Xavier L., Versão completa do caderno de especificações do “Mel dos Açores” da comissão de controlo e certificação do Instituto de Alimentação e Mercados Agrícolas (IAMA).
- [20] Azeredo, L.C., Azeredo, M.A.A., de Souza, S.R. e Dutra, V.M.L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*. 80(2):249-54.
- [21] Alvarez-Suarez, J., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E. e Battino, M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 3(1):15-23.
- [22] Fallico, B., Zappalà, M., Arena, E. e Verzera, A. (2004). Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*. 85(2):305-13.
- [23] Iurlina, M.O., Fritz, R. (2005). Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology*, 105, 297– 304.
- [24] Lemos, G.S.S., dos Santos, J.S. e Santos, M.L.P. (2010). Validação de método para a determinação de 5-hidroximetilfurfural em mel por cromatografia líquida e sua influência na qualidade do produto. *Química Nova*. vol.33:pp. 1682-5.
- [25] Bansal, V., Medhi, B. e Pandhi, P. (2005). Honey-a remedy rediscovered and its therapeutic utility. *Kathmandu University Medical Journal*. Jul-Set;3(3):305-9

- [26] Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. e Gallmann, P. (2008). Honey for Nutrition and Health: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*. December 2008; 27(6):677-89.
- [27] Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*. 63(4):549-62.
- [28] Ojeda de Rodríguez, G., Sulbarán de Ferrer, B., Ferrer, A. e Rodríguez, B. (2004). Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*. 84(4):499-502.
- [29] Olaitan, P.B., Adeleke, O.E. e Ola, I.O. (2007). Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African health sciences*. Set;7(3):159-65.
- [30] Rodriguez, B.A., Mendoza, S., Iturriga, M.H. e Castano-Tostado, E. (2012). Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys. *Journal of food science*. Jan; 77(1):C121-7.
- [31] Pereira, P.J.M.F. (2007). Propriedades antibacterianas do mel. Tese de licenciatura em Ciências da nutrição, Faculdade de ciências da nutrição e alimentação - Universidade do Porto, Porto.
- [32] White, J.W. e Doner, L.W. (1980). Honey composition and properties, *Beekeeping in the United States*, Agricultura handbook, n.º 335, pag. 82-91.
- [33] Ferreira, C.M. (2008). Caracterização de méis da serra de caramulo. Tese de mestrado em Química e qualidade dos alimentos, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- [34] Quintana-Edesa, Alves, R.C., González-Porto, A.V. e Oliveira, M.B.P.P. (2010). Characterization of bee pólen by its amino acids profile, XXII congresso brasileiro de ciência e Tecnologia de Alimentos. Potencialidades, desafios e inovações, Salvador da Baía, Brasil.
- [35] Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M. e Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*. 105(2):822-8.
- [36] McKay DL, Blumberg JB. (2002). The role of tea in human health: An update. *Journal of the American College of Nutrition*. 21(1):1-13.
- [37] Marcucci, M.C., Woisky, R.G. e Salatino, A.. Uso de cloreto de alumínio na quantificação de flavonoides em amostras de própolis. Faculdade de farmácia da Universidade Bandeirante de São Paulo, Associação Paulista de Apicultores – APACAME, São Paulo.
- [38] Battestin, V., Matsuda, L.K. e Macedo, G.A. (2012). Fontes e aplicações de taninos e tanases nos alimentos, *Alim. Nutr.*, Araraquara. v.15, 1:63-74

- [39] de Jesus, N. Z. T., Falcao, H. D., Gomes, I. F., Leite, T. J. D., Lima, G. R. D., Barbosa, J. M. e Batista, L. M. (2012). Tannins, peptic ulcers and related mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*. 13:3203-3228.
- [40] Serrano, J., Puupponen-Pimia, R., Dauer, A., Aura, A. M., e Saura-Calixto, F. (2009). Tannins: Current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Molecular Nutrition e Food Research*. 53: S310-S329.
- [41] Beelen, P.M.G., Filho, J.M.P. e Beelen, R.N. (2008). Avaliação de taninos condensados em plantas forageiras, Associação brasileira de zootecnistas, João Pessoa.
- [42] Moura, S.G. (2010). Boas práticas apícolas e a qualidade do mel das abelhas, pós-graduação em ciência animal, Centro de ciências agrárias - Universidade Federal de Piauí, Brasil.
- [43] Gonzalez-Miret, M.L., Terrab, A., Hernanz, D., Fernandez-Recamales, M.A. e Heredia F.J. (2005). Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *Journal of agricultural and food chemistry*. 53(7):2574-80.
- [44] Tan, H.T., Rahman, R.A., Gan, S.H., Halim, A.S., Hassan, S.A. e Sulaimanm S.A. (2009). The antibacterial properties of Malaysian tualang honey against wound and enteric microorganisms in comparison to manuka honey. *BMC complementary and alternative medicine*. 9:34.
- [45] Moussa, A., Dejbli, N., Saad, A., Meslem, A. e Benhalima, A.E.K. (2011). Antifungal activity of four honeys of different types from Algeria against pathogenic yeast: *Candida albicans* and *Rhodotorula* sp. *International Journal of Microbiological Research* 2 (3): 276-279.
- [46] Ferreira, I.C.F.R., Aires, E., Barreira, J.C.M. e Estevinho, L.M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*. 114(4):1438-43.
- [47] Niki E. (2010). Assessment of Antioxidant Capacity *in vitro* and *in vivo*. *Free Radical Biology & Medicine*. 49(4):503-15.
- [48] Pereira, M.A. (2010). Perfil cromatográfico das substâncias fenólicas presentes em extratos de mel de Assa Peixe e avaliação do seu poder antioxidante, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica.
- [49] Lachman, J., Orsák, M., Hejtmánková, A. e Kovárová, E. (2010). Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *LWT - Food Science and Technology*. 43(1):52-8.

- [50] Huang D, Ou B, Prior RL. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(6):1841-56.
- [51] Al-Mamary, M., Al-Meer, A. e Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*. 22(9):1041-7.
- [52] Di Stasi LC. (1995). *Plantas Medicinais: Arte e Ciência*. UNESP Brasil. 230p
- [53] Gheldof, N., Wang, X.H. e Engeseth, N.J. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of agricultural and food chemistry*. 50(21):5870-7.
- [54] Asghar, Z. e Masood, Z. (2008). Evaluation of antioxidant properties of silymarin and its potential to inhibit peroxy radicals in vitro. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*. 21(3):249-54.
- [55] Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. e Lester, P. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*: Academic Press. pp. 152-78.
- [56] The George Mateljan Foundation, The world's healthiest foods: Honey – health benefits, Acedido em Agosto de 2012, url: <http://whfoods.org>.
- [57] Mendes, E., Brojo, P. E., Ferreira, I.M.P.L.V.O. e Ferreira, M.A. (1998). Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydrate Polymers*. 37(3):219-23.
- [58] Padovan, G.J., De Jong, D., Rodrigues, L.P. e Marchini, J.S. (2003). Detection of adulteration of commercial honey samples by the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotopic ratio. *Food Chemistry*. 82(4):633-6.
- [59] Morales, V., Corzo, N. e Sanz, M.L. (2008). HPAEC-PAD oligosaccharide analysis to detect adulterations of honey with sugar syrups. *Food Chemistry*. 107(2):922-8.
- [60] Khalil, M.I., Sulaiman, S.A. e Gan, S.H. (2010). High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. *Food and Chemical Toxicology*. 48(8-9):2388-92.
- [61] Gaspar, E.M.S.M. e Lucena, A.F.F. (2009). Improved HPLC methodology for food control - furfurals and patulin as markers of quality. *Food Chemistry*. 114(4):1576-82.
- [62] Spano, N., Casula, L., Panzanelli, A., Pilo, M.I., Piu, P.C. e Scanu, R. (2006). An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey: The case of strawberry tree honey. *Talanta*. 68(4):1390-5.
- [63] Kumar, P., Sindhu, R.K., Narayan, S. e Singh, I. (2010). Honey Collected from Different Floras of Chandigarh Tricity: A Comparative Study Involving Physicochemical Parameters and Biochemical Activities. *Journal of Dietary Supplements*. 7(4):303-13.

- [64] Estevinho, L.M., Feas, X., Seijas, J.A. e Pilar Vazquez-Tato, M. (2012). Organic honey from Tras-Os-Montes region (Portugal): chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food Chem Toxicol.* 50(2):258-64.
- [65] Zamberlan, L. e dos Santos, D.M. (2010). O comportamento do consumidor de mel: um estudo exploratório. *Revista de administração e ciências contábeis do Ideau.* Vol.5 - n.10., pp. 1-21.
- [66] Zamberlam, L., SpareMBERGER, A., Wagner, A. e Sartor S.J. (2006). O comportamento do consumidor de produtos agroalimentares: uma avaliação de atitudes no consumo de mel, XXVI ENEGEP - Fortaleza, Brasil. pp. 1-9.
- [67] Ribeiro, M., Matos, A., Almeida, A., Fonseca, A., Fernandes, B., Mota, C., Gonçalves, E., Garcia, E., Pereira, E., Garção, H., Guedes, H., Rodrigues, M., Neto, M. e Abreu, R. (2009). Produtos alimentares tradicionais: hábitos de compra e consumo do mel. *Revista de ciências agrárias.* pp. 97-112.
- [68] Fallico, B., Arena, E., Verzera, A., & Zappalà, M. (2006). The European Food Legislation and its impact on honey sector. *Accred Qual Assur*, 11, 49–54.
- [69] Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, J. F., e Gonzalez-Aguilar, G. A. (2011). The Role of Dietary Fiber in the Bioaccessibility and Bioavailability of Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of Food Science.* 76: R6-R15.
- [70] Costa, A.S.G., Nunes, M.A., Almeida, I.M.C., Carvalho, M.R., Barroso, M.F. e Alves, R.C. (2012). Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds. *LWT - Food Science and Technology.* 49(2):324-8.
- [71] Karadag, A., Ozcelik, B., e Saner, S. (2009). Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities. *Food Analytical Methods.* 2: 41-60.
- [72] Magalhães, L. M., Segundo, M. A., Reis, S., e Lima, J. L. F. C. (2008). Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Analytica Chimica Acta.* 613: 1-19.
- [73] de Quirós, A. R.-B., Fernández-Arias, M., e López-Hernández, J. (2009). A screening method for the determination of ascorbic acid in fruit juices and soft drinks. *Food Chemistry.* 116: 509-512.
- [74] Spinola, V., Mendes, B., Camara, J. S., e Castilho, P. C. (2012). An improved and fast UHPLC-PDA methodology for determination of L-ascorbic and dehydroascorbic acids in fruits and vegetables. Evaluation of degradation rate during storage. *Analytical and Bioanalytical Chemistry.* 403: 1049-1058.

- [75] Barros, L., Heleno, S.A., Carvalho, A.M. e Ferreira, I.C.F.R. (2010). Lamiaceae often used in Portuguese folk medicine as a source of powerful antioxidants: Vitamins and phenolics. *LWT - Food Science and Technology*. 43(3):544-50.
- [76] Chambel, P., Oliveira, M.B., Andrade, P.B., Seabra, R.M. e Ferreira, M.A. (1997). Development of an HPLC/Diode-Array Detector Method for Simultaneous Determination of 5-HMF, Furfural, 5-O-Caffeoylquinic Acid and Caffeine in Coffee. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 20(18):2949-57.
- [77] Marchini, L., Carvalho, C. e Alves, R.M.O. (1998). Caracterização físico-química de amostras de méis da abelha Uruçu (*Melípona scutellaris*). Congresso brasileiro de Apicultura 12, Salvador, Brasil pp. 201.
- [78] Estevinho, L., Pereira, A. P., Moreira, L., Dias, L.G. e Pereira, E. (2008). Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*. ISSN 0278-6915. 46:12, p. 3774-3779.
- [79] Andrade, P.B., Amaral, M.T., Isabel, P., Carvalho, J.C.M.F., Seabra, R.M. e Proença da Cunha, A. (1999). Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. *Food Chemistry*. 66(4):503-10.
- [80] Instituto de meteorologia, IP, Relatório anual do clima 2010, Acedido em Julho 2012, url: <http://www.meteo.pt>.
- [81] Rivera, M. (2005). Análisis de los factores demográficos en el consumo de miel de abeja en las familias de la ciudad de Aguascalientes, Memorias do 1º congreso Estatal "La Investigación en el Posgrado, México.
- [82] Arvanitoyannis, I. e Krystallis, A. (2006). An empirical examination of the determinants of honey consumption in Romania, *International Journal of Food Science and Technology*. 41: 1164–1176.
- [83] Directiva 2001/110/CE do conselho de 20 de Dezembro de 2001 relativa ao mel. Jornal Oficial das Comunidade Europeias. 2002, pp. 47-52 Acedido em Julho 2012, url: <http://eur-lex.europa.eu>.
- [84] INE - Instituto Nacional de Estatística, Consumo humano de mel per capita (kg/hab.), Balanços de Aprovisionamento de Produtos Vegetais, Fev 2012. Acedido em: Abril 2012, url: <http://www.ine.pt>.
- [85] Yao, I., Jiang, Y., Riantong, S., D'Arcy, B., Datta, N., Caffin, N. e Raymont, K. (2004). Flavonoids in Australian *Melaleuca*, *Guioa*, *Lophostemon*. *Banksia* and *Helianthus* honeys and their potential for floral authentication. *Food reserch international*. 37:166-174
- [86] Serra, C. As propriedades antioxidantes do mel, Centro de estudo de Engenharia química- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, pp.1-7

- [87] Khalil, M., Sulaiman, S.A., Alam, N., Moniruzzaman, M, Man, S.B.C.N, Jamalullail, S.M.S. e Gan, S.H. (2012). Gamma Irradiation Increases the Antioxidant Properties of Tualang Honey Stored Under Different Conditions, *Molecules*. 17: 674-687
- [88] Kishore, R.K., Halim, A.S., Syazana, M.S.N. e Sirajudeen, K.N.S. (2011). Tualang honey has higher phenolic content and greater radical scavenging activity compared with other honey sources. *Nutrition research*. 31: 322-325
- [89] Perron, N. R. e Brumaghim, J. L. (2009). A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochemistry and Biophysics*. 53: 75-100.
- [90] Gomez-Pinilla, F. e Nguyen, T. T. J. (2012). Natural mood foods: The actions of polyphenols against psychiatric and cognitive disorders. *Nutritional Neuroscience*. 15: 127-133.
- [91] Keenan, D. F., Brunton, N. P., Gormley, T. R., Butler, F., Tiwari, B. K. e Patras, A. (2010). Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 11: 551-556
- [92] Yuksel, Z., Avci, E. e Erdem, Y. K. (2010). Characterization of binding interactions between green tea flavanoids and milk proteins. *Food Chemistry*. 121: 450-456.
- [93] Terrab, A., Gonzalez, G., Díez, M.J. e Heredia, F.J. (2003). Characterisation of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. *European Food Research and Technology*. 218:88–95
- [94] Silva, R. N. (2003). Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. vol.23, n.3, pp. 337-341. ISSN 1678-457X.
- [95] Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. (2000). Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(8):3396-402.
- [96] Singleton VL, Rossi JA Jr. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3):144-58.
- [97] Alves, R. C., Costa, A. S. G., Jerez, M., Casal, S., Sineiro, J., Nunez, M. J., & Oliveira, B. (2010). Antiradical Activity, Phenolics Profile, and Hydroxymethylfurfural in Espresso Coffee: Influence of Technological Factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 12221-12229.

[98] Pansera MR, Santos ACA, Paese K, Wasum R, Rossato M, Rota LD, et al. (2003). Análise de taninos totais em plantas medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Farmacognosia. 13(1):17-22.

Anexo

Anexo 1 – Inquérito referente ao consumo de mel em Portugal

INQUÉRITO

O presente questionário tem como **objetivo estudar o consumo de mel** na população portuguesa e encontra-se inserido no Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição da Universidade do Porto.

Informa-se que todos os dados fornecidos serão tratados de modo **confidencial** e usados apenas para a realização do estudo.

O tempo necessário para responder a este inquérito é de, aproximadamente, **10 minutos**.

Nas questões seguintes assinale a opção mais adequada, algumas perguntas admitem mais do que uma resposta.

Relativamente à frequência e preferências de consumo:

1- Com que frequência consome mel?

- a. Nunca
- b. Raramente (Uma vez por ano)
- c. Esporadicamente (Mais do que uma vez por ano)
- d. Mensalmente
- e. Semanalmente
- f. Mais que uma vez por semana
- g. Diariamente

2- Em que época do ano normalmente consome mel? (*Pergunta admite mais do que uma resposta*)

- a. Durante todo o ano
- b. Primavera

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

- c. Verão
- d. Outono
- e. Inverno

3- De que forma utiliza o mel? (*Pergunta admite mais do que uma resposta*)

- a. Puro
- b. Como substituto do açúcar
- c. Em infusões
- d. Na culinária
- e. Como produto de beleza
- f. Como remédio
- g. Outro

Relativamente aos critérios utilizados na compra do mel

4- Na sua opinião quais os atributos mais importantes no mel? (*selecione no máximo dois*)

- a. Marca
- b. Proveniência
- c. Tipo de Embalagem
- d. Preço
- e. Aspeto/Cor
- f. Propriedades nutricionais
- g. Outro

5- De uma forma geral considera o mel um produto:

- a. Muito barato
- b. Barato
- c. Normal
- d. Caro
- e. Muito caro

6- Em qual dos locais compra habitualmente o mel?

- a. Diretamente ao produtor
- b. No supermercado
- c. Mercearias/Ervanárias

7- Que quantidade de mel compra habitualmente?

- a. Menos de 500g
- b. Entre 500g a 1 kg
- c. Mais de 1 kg

8- Normalmente escolhe mel nacional?

- a. Sim
- b. Não

8.1- Se respondeu SIM à questão anterior, quais são as razões?

- i. Considera que é um mel mais puro
- ii. Considera que é um mel de melhor qualidade

iii. Contribui para a economia do país

iv. Outras

Relativamente ao material da embalagem:

9- Em qual das embalagens confia mais?

d. Frasco de vidro

e. Embalagem plástica

f. Frascos doseadores

g. O tipo de embalagem não é importante

Relativamente à sua opinião sobre o mel cristalizado

10- Quando o mel se encontra cristalizado

a. Não confia no produto, o mel não pode ser consumido

b. Não confia no produto, mas acha que pode ser consumido

c. Confia no produto, o mel pode ser consumido

d. Confia no produto, trata-se de um mel de excelente qualidade

e. É indiferente/Não tem opinião formada a este respeito

11- A cristalização do mel significa que:

f. O mel tem adição de açúcar

g. O mel está estragado

h. O mel está velho

i. O mel está bom

Avaliação da estabilidade de mel da mesma origem ao longo de 6 anos:
Comparação com mel comercializado

j. Outro

INFORMAÇÕES SOBRE O INQUIRIDO

1. **Sexo:** ☐ Masculino ☐ Feminino
2. **Idade:** ____ anos
3. **Agregado familiar** (nº de pessoas, incluindo o entrevistado):
≤ 18 anos ____ 19-64 anos ____ ≥65 anos ____
4. **Habilitações Literárias** (responda pelo nível de escolaridade mais elevado que completou):
☐ 1º Ciclo (4ª classe) ☐ 3.º Ciclo (9º ano) ☐ Ensino superior
☐ 2º Ciclo (6º ano) ☐ Até ao 12º Ano ☐ Outro.Qual?

5. **Situação perante o trabalho:**
☐ Empregada(o)
☐ Desempregada(o)
☐ Reformada(o)
☐ Doméstica(o)
☐ Estudante
☐ Outra. Qual? _____

Muito obrigada pelo tempo disponibilizado.