

Ana Patrícia Almeida Carvalho

Caraterização físico-química e polínica de méis da Beira
Alta: contribuição para a sua valorização

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar

(Versão Definitiva)



Julho, 2016

Ana Patrícia Almeida Carvalho

Caraterização físico-química e polínica de méis da Beira
Alta: contribuição para a sua valorização

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar

Trabalho efetuado sob orientação de
Prof. Doutor Fernando Gonçalves

Trabalho co-orientado por
Prof. Doutora Dulcineia Ferreira Wessel
Prof. Doutor Jorge Oliveira



AGRADECIMENTOS

Dedico esta dissertação aos meus amigos e à minha família.

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para este trabalho, nomeadamente os meus orientadores da Escola Superior Agrária de Viseu, à técnica Carla Pereira do Laboratório de Anatomia Patológica da ESAV e ao Eng.º Rui Pinto, ao Dr. Paulo Russo e ao LabApis da UTAD pelos ensinamentos disponibilizados, e pela simpatia no acolhimento.

Por fim, agradeço também aos apicultores que forneceram as amostras de méis e à Associação dos Apicultores da Beira Alta.

“As doutrinas expressas neste trabalho são
da exclusiva responsabilidade do autor.”

PREÂMBULO

Os resultados acerca das características físico-químicas dos méis da Beira Alta produzidos em 2014 foram apresentados no I Congresso Nacional das Escolas Superiores Agrárias realizado nos dias 2 e 3 de Dezembro de 2015 na Escola Superior Agrária de Bragança, e a caracterização polínica e determinação da origem botânica destes méis foram apresentados no IV Congresso Ibérico de Apicultura que decorreu nos dias 8, 9 e 10 de Abril de 2016 na Faculdade de Biologia da Universidade de Salamanca.

RESUMO

A apicultura é uma atividade em crescimento em Portugal, e por isso é cada vez mais importante caracterizar os produtos que dela derivam, e em particular o mel que é, em geral, o mais conhecido pelos consumidores. A designação DOP (Denominação de Origem Protegida) pode representar uma valorização em termos comerciais, podendo ser uma forma de diferenciação do mel português em contexto nacional e internacional. Deste modo é importante o conhecimento das suas características físico-químicas e polínicas, como fonte de demonstração dessa mesma diferenciação.

O presente trabalho faz parte de um projeto de caracterização físico-química e polínica de méis, como contributo para a certificação do mel da Beira Alta como produto DOP. Recolheram-se amostras de méis produzidos pelos associados da Associação dos Apicultores da Beira Alta (AABA), no ano de 2014, afetos a 10 concelhos da área de intervenção da AABA. Os respetivos apiários localizam-se nos concelhos de Viseu, Tondela, Carregal do Sal, Nelas, Penalva do Castelo, Sátão, Aguiar da Beira, Mangualde, Sernancelhe e Fornos de Algodres. Foram estudadas 27 amostras de méis representativas da região da Beira Alta de acordo com o número de unidades epidemiológicas dentro de cada concelho. Os resultados para cada parâmetro analisado foram obtidos em triplicado. O pH variou entre 3,4 e 4,3; o teor de água entre 17,5 e 19,7%; o teor de sólidos solúveis totais entre 80,3 e 82,5%; a condutividade elétrica entre 0,29 e 0,82 mS/cm; cinzas totais entre 0,2 e 0,6%; e ácidos livres entre 15 e 57 meq/kg. Para a determinação da cor, recorreu-se à análise colorimétrica, tendo-se efetuado 20 determinações por amostra, obtendo-se um intervalo de variação para *L* entre 23,08 e 75,51, *a* entre -0,30 e 16,76 e *b* entre -1,31 e 58,36.

Para a caracterização polínica dos méis construiu-se uma palinoteca de referência da flora da região, sendo as preparações de pólen elaboradas de acordo com o método acetolítico. A análise polínica quantitativa revelou que 4 amostras de méis enquadraram-se na Classe I (<20 000 grãos de pólen por 10g de mel) e as restantes 23 na Classe III (100 000 a 500 000 grãos de pólen por 10g de mel). Na análise polínica qualitativa verificou-se que 11 dos méis analisados eram multiflorais (41%), 15 monoflorais de tília (56%) e 1 monofloral de urze (4%). O pólen de *Eucalyptus sp.* e de *Castanea sativa* esteve presente em 100% das amostras.

Com estes primeiros resultados pretende-se contribuir para uma caracterização mais vasta da apicultura da Beira Alta e dos méis produzidos nesta região.

PALAVRAS-CHAVE: Mel da Beira Alta, Denominação de Origem Protegida (DOP), características físico-químicas, características polínicas.

ABSTRACT

Beekeeping is a growing activity in Portugal, and it is increasingly important to characterize the products derived from it, and in particular the honey because is the best known. The Protected Designation of Origin (PDO) may represent commercially a product with added value, and a way to differentiate the Portuguese honey in national and international terms. Therefore it is important to know the physico-chemical and palynological characteristics, in order to prove this differentiation.

This work is part of a physicochemical and palynological characterization project of honey, in order to contribute to a PDO certification of honey from Beira Alta. Honey samples produced in 2014 by the members of the Association of Beekeepers in Beira Alta (AABA) region, in 2014 were collected. Moreover apiaries were located in the following counties: Viseu, Carregal do Sal, Nelas, Penalva do Castelo, Sátão, Aguiar da Beira, Mangualde, Sernancelhe and Fornos de Algodres. 27 honey samples that represent Beira Alta region according to the number of epidemiological units within each county were studied. Each parameter were analyzed in triplicate. The results obtained for each parameter vary in the following range pH 3,4 – 4,3; moisture 17,5 – 19,7%; soluble solids content 80,3 - 82,5g/100g; electric conductivity 0,29 – 0,82 mS/cm; total ash 0,2 – 0,6%; and acidity 15 - 57 meq/kg. To determine the color we used the colorimetric analysis (20 determinations per sample) and we obtained a range for *L* between 23,08 and 75,51, *a* between -0,30 and 16,76, and *b* between -1,31 and 58,36.

For the palynological characterization it was constructed a reference palinoteca with the flora of the region, and the pollen preparations was prepared according to the acetolitic method. The pollen quantitative analysis showed that 4 samples of honey fit in the Class I (<20, 000 pollen grains per 10g of honey) and the

remaining 23 in Class III (100000-500000 pollen grains per 10g of honey). In the qualitative pollen analysis it was found that 11 of honeys analyzed were multiflorals (41%) 15 monofloral lime (56%) and 1 heather monofloral (4%). The pollen *Eucalyptus sp.* and *Castanea sativa* was present in 100% of samples.

With these first results we expect to contribute to a broader characterization of beekeeping in Beira Alta region and of the honey produced in this region.

KEYWORDS: Honey of Beira Alta region, Protected Designation of Origin (PDO), physical and chemical characteristics, palynological characteristics.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. A APICULTURA EM PORTUGAL	3
2.2. O MEL	9
2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL	12
2.2.2. ANÁLISE POLÍNICA	22
2.3. DENOMINAÇÃO DE ORIGEM PROTEGIDA (DOP).....	25
2.4. FLORA MELÍFERA PORTUGUESA	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	31
3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	32
3.3. ANÁLISES POLÍNICAS.....	34
3.3.1. CONSTRUÇÃO DE UMA PALINOTECA DE REFERÊNCIA	35
3.3.2. MÉTODO QUANTITATIVO DE ANÁLISE MELISSOPALINOLÓGICA	38
3.3.3. MÉTODO QUALITATIVO DE ANÁLISE MELISSOPALINOLÓGICA	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA APICULTURA DA REGIÃO DA BEIRA ALTA.....	45
4.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÉIS DA BEIRA ALTA	47
4.3. PALINOTECA DE REFERÊNCIA DA BEIRA ALTA.....	57
4.4. CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA DE MÉIS DA BEIRA ALTA.....	61
4.4.1. CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA QUANTITATIVA.....	61
4.4.2. CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA QUALITATIVA.....	64
5. CONCLUSÕES.....	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	88
ANEXO I.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das Zonas Controladas (regiões onde a ausência de doenças de declaração obrigatória das abelhas e criação não foi demonstrada) reconhecidas pela DGAV (retirado de DGAV, 2015).....	5
Figura 2 - <i>Apis mellifera iberiensis</i> numa cultura de melancia.....	6
Figura 3 - Mapa das regiões de DOP para méis (retirado de GPP, 2013).	27
Figura 4 - Mapa representativo da flora melífera portuguesa (retirado de GPP, 2013).	28
Figura 5 - Titulação de uma solução de mel com NaOH (0,1M) para determinação do teor de ácidos livres.	33
Figura 6 - Preparação polínica de referência para observação ao microscópio ótico.	37
Figura 7 - Filtração sob vácuo de uma solução de mel para análise polínica quantitativa.	38
Figura 8 - Preparação de lâminas para análise polínica quantitativa incorporando os filtros com recurso a óleo de imersão.....	39
Figura 9 - Exemplo de uma preparação polínica de mel para observação ao microscópio ótico.....	42
Figura 10 - Esquema de contagem de grãos de pólen para análise melissopalínológica qualitativa.	43
Figura 11 - Habilitações literárias e situação profissional dos apicultores da Beira Alta que contribuíram com amostras de méis de 2014 para o presente estudo.....	46
Figura 12 - Locais de extração e forma de comercialização dos méis da Beira Alta no ano de 2014.	47
Figura 14 - Relação linear entre condutividade elétrica e ácidos livres nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.....	52
Figura 15 - Fotografias da lâmina da amostra VS8 para análise polínica quantitativa com elemento de melada assinalado, obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.....	63
Figura 16 - Fotografias da lâmina da amostra NL1 para análise polínica qualitativa obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.....	64
Figura 17 - Fotografias da lâmina da amostra ST2 para análise polínica qualitativa obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.....	64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do mel (adaptado de Bogdanov <i>et al.</i> , 2008).	11
Tabela 2 - Calendário de floração de algumas espécies com interesse na apicultura (adaptado de GPP, 2013).....	30
Tabela 3 - Número de amostras previstas de méis da Beira Alta produzidos em 2014 em função do nº de unidades epidemiológicas, e respetivo nº de amostras recolhidas.....	31
Tabela 4 - Classes de Maurizio (1939) em função do número de grãos de pólen por 10 g de mel.....	40
Tabela 5 - Relação entre nº de elementos de melada (EM) e nº de grãos de pólen por 10 g de mel.	41
Tabela 6 - Resultados obtidos nas análises físico-químicas de méis da Beira Alta produzidos em 2014.....	49
Tabela 7 - Hidroximetilfurfural determinado em amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.....	54
Tabela 8 - Parâmetros de cor <i>L</i> , <i>a</i> e <i>b</i> obtidos pelo sistema CIELab para méis da Beira Alta produzidos em 2014.	55
Tabela 9 - Coeficientes de correlação entre os parâmetros de cor <i>L</i> , <i>a</i> e <i>b</i>	57
Tabela 10 - Plantas pertencentes à Palinoteca de referência recolhidas na Beira Alta em 2015.	58
Tabela 11 - Fotografias de grãos de pólen de algumas plantas da Palinoteca de referência obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.	60
Tabela 12 - Resultados da análise polínica quantitativa, com discriminação do nº total de elementos, relação entre nº de elementos de melada e nº de grãos de pólen, e atribuição das classes de acordo com Maurizio (1939).....	62
Tabela 13 - Classes de frequência polínica* de espécies encontradas nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.....	67
Tabela 14 - Frequência polínica das plantas nectaríferas encontradas em amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.....	71
Tabela 15 - Correlação entre os parâmetros Condutividade elétrica e <i>Castanea sativa</i> , e Ácidos livres e <i>Eucalyptus sp.</i>	75

GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

mg - miligrama

g - grama

kg - quilograma

mm - milímetro

m - metro

Km - quilómetro

meq/kg - miliequivalentes de ácidos por quilograma de mel

°C - Graus celsius

r.p.m - Rotações por minuto

HMF - Hidroximetilfurfural

AOAC – Associação Oficial de Químicos Analistas

CIE – Comissão Internacional de Iluminantes

MPB – Modo de Produção Biológico

DOP – Denominação de Origem Protegida

DL – Decreto-Lei

PAN – Programa Apícola Nacional

UPP - Unidade de Produção Primária

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

ESAV – Escola Superior Agrária de Viseu

FNAP – Federação Nacional de Apicultores de Portugal

AABA – Associação dos Apicultores da Beira Alta

1.INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade cujo crescimento tem sido notório nos últimos anos em Portugal. Com a ajuda que existe, através do financiamento de projetos de jovens agricultores e no desenvolvimento e crescimento de explorações apícolas pré-existentes, são muitos os que têm apostado nesta atividade que é também uma boa fonte de rendimentos.

Na sua maioria, estas explorações apícolas visam sobretudo a produção de mel, contudo, face a um novo mercado emergente despoletado pela procura de aumentos de efetivo, são muitos os que se têm dedicado à venda de enxames e à produção de rainhas.

As principais dificuldades adjacentes à prática apícola são: a falta de conhecimento no maneiço que pode comprometer a produção e sustentabilidade das colónias, doenças que afetam as abelhas adultas e a própria criação, e espécies predadoras de abelhas como é o caso da *Vespa velutina*, presente em Portugal desde 2011, e cuja expansão tem sido crescente.

Em Portugal existe uma diversidade floral melífera útil às abelhas, aliada de um clima favorável à prática da apicultura, sendo que a apicultura é extremamente importante para o equilíbrio dos ecossistemas, uma vez que as abelhas são uns excelentes agentes polinizadores, e deste modo, esta é uma atividade que deve ser respeitada e preservada.

O mel é consumido mundialmente, e tem uso na indústria alimentar, farmacêutica e cosmética. É o produto da colmeia mais explorado e conhecido em Portugal, e como a diversidade floral melífera varia consoante a área geográfica, torna-se útil analisar algumas das características dos méis portugueses, de modo a que se possa valorizar o produto conhecendo-o melhor, por forma a associá-lo à região onde foi produzido.

De entre os méis portugueses há nove Denominações de Origem Protegida (DOP), o que demonstra que há um crescente interesse na garantia da qualidade e na valorização deste produto, e por isso é necessário a adoção de técnicas que permitam confirmar a autenticidade do mesmo, quer seja a nível sensorial, físico-químico, palinológico ou microbiológico.

O principal objetivo deste trabalho é contribuir para o conhecimento das características de méis da Beira Alta, como base para futuramente se reunir

informação suficiente que permita conduzir à certificação como produto de denominação de origem protegida. Com esse propósito realizou-se um estudo de várias amostras de méis pertencentes aos concelhos que integram a Zona Controlada da Associação dos Apicultores da Beira Alta através dos seguintes parâmetros:

- Determinação e avaliação da qualidade dos méis pertencentes às amostras recolhidas no que diz respeito a propriedades físico-químicas: pH, teor de água e de sólidos solúveis totais, condutividade elétrica, cinzas totais, ácidos livres, hidroximetilfurfural e cor;
- Análise polínica quantitativa e qualitativa;
- Estabelecimento da origem botânica dos méis, considerando os resultados da análise polínica.

Este é provavelmente o primeiro trabalho que pretende caracterizar os méis produzidos na região da Beira Alta, e consiste também no primeiro passo para contribuir para a certificação do mel da Beira Alta como um produto com Denominação de Origem Protegida (DOP).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A APICULTURA EM PORTUGAL

A apicultura, definida como a ciência associada à criação da abelha melífera obtendo através da atividade apícola, benefícios económicos, em Portugal, é considerada maioritariamente como um complemento a uma atividade agrícola já existente, que acarreta benefícios na polinização e fomenta a manutenção da biodiversidade ao mesmo tempo que aumenta a rentabilidade económica da exploração (Lidónio *et al.*, 2010).

Importa salientar, que esta é uma atividade que tem vindo a crescer, e que apesar do número de apicultores em 2010 ter sido superior a 2013, tem-se verificado com o passar dos tempos um incremento no número de apiários e de colmeias (GPP, 2013). Em 2014, existiam em Portugal 17 mil apicultores registados, com cerca de 40 mil apiários e 567 mil colmeias, e a região Centro era a que tinha em 2013 maior percentagem de apicultores e apiários, o Norte maior percentagem de colmeias e o Algarve maior número de colmeias por apicultor, seguindo-se o Alentejo. Sendo que a referência para a média de apiários por apicultor a nível nacional é de 2,40, e a média de colónias 34 (GPP, 2013). Os apicultores utilizam maioritariamente três modelos de colmeias, lusitana no Norte, reversível no Sul e langstroth no Centro e em Bragança.

Apenas 4% dos apicultores são profissionais, ou seja têm um valor igual ou superior a 150 colónias, e representam 58% do efetivo apícola nacional, com um valor médio de 351 colmeias por apicultor e produtividade de 22 kg de mel por colmeia (GPP, 2013). Tal como em outros países, há uma baixa profissionalização do sector, sendo que a apicultura por exemplo em Marrocos é exercida de forma maioritariamente tradicional, e 80% da produtividade obtida deriva deste tipo de práticas menos profissionais (Chakir *et al.*, 2011).

Em suma, o que se verifica em Portugal é que a maioria dos apicultores não é profissional com menos de 50 colmeias/apicultor, sendo que abaixo das 25 colmeias é considerado autoconsumo, verificando-se uma produção média de mel de 16 kg por colmeia nestes casos (GPP, 2013).

Na generalidade há falhas na atividade apícola uma vez que a produtividade tem sido baixa, por exemplo em 2010 Portugal produziu 7,5 mil toneladas de mel

para um total de aproximadamente 562 mil colmeias o que representa um valor médio de 13 kg/colmeia, e as razões apontadas para este fato são: falta de mão de obra especializada, carências sanitárias e de manejo apícola (deficiente substituição de rainhas, enxameação, e erros na época colocação das alças), e espécies predadoras de abelhas. Alguns produtores do sector têm fraca orientação para o mercado e dificuldades no planeamento estratégico, sendo notável a necessidade de melhorar estes aspetos, bem como profissionalizar o sector, de modo a obter-se melhorias na produção de mel (Ricardo, 2013).

Ainda assim, o valor bruto da produção do sector apícola evoluiu dos cerca de 49 milhões de euros em 2010 para aproximadamente 50 milhões de euros em 2013 (GPP, 2013).

A FNAP no âmbito do Programa Apícola Nacional 2008-2010 realizou um estudo para melhor avaliar o consumo nacional de mel em Portugal, e concluiu que os apicultores maioritariamente (60%) vendem o mel a granel para embaladores, o que significa uma maior perda para o apicultor e para as organizações de produtores. Outra forma de venda é através da relação direta com o consumidor, como muitas vezes se vê na berma da estrada ou em pequenas “feiras” em que os apicultores 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 em 10% e indústria 25% (GPP, 2010).

Em termos de despesas relacionadas com a atividade apícola destacam-se a reposição de ceras, controlo de doenças, embalagens, alimentação artificial e deslocações, sendo que cada uma destas rúbricas varia de acordo com a categoria, e conseqüentemente número de colmeias e manejo do apicultor (GPP, 2013).

Como forma de monitorizar e erradicar doenças de declaração obrigatória têm vindo a ser criadas zonas controladas (Decreto-Lei 203/2005 de 25 de Novembro), sendo que nestas regiões há obrigatoriedade de efetuar pelo menos 2 tratamentos anuais contra a varroose e de recolher pelo menos uma vez por ano, abelhas e criação para serem sujeitas a análises anatomopatológicas (DGAV, 2015).

A Figura 1 corresponde ao mapa das zonas controladas portuguesas (regiões em que a ausência de doenças de declaração obrigatória não foi demonstrada), onde se encontra representada a zona controlada da Associação dos Apicultores da Beira Alta, que engloba os concelhos de Tondela, Viseu, Nelas, Carregal do Sal, Penalva do Castelo, Satão, Aguiar da Beira, Sernancelhe, Fornos de Algodres e

Mangualde. Esta entidade pretende gerir sanitariamente esta região através da implementação de medidas preventivas e profiláticas, cujo objetivo final será alcançar o estatuto de zona indemne. A Associação foi fundada em 1987, tem sede no Parque Industrial de Coimbrões – Viseu, e exerce maioritariamente através do seu corpo técnico funções que englobam sobretudo a assistência técnica na produção e processamento dos produtos apícolas.

Zonas Controladas Reconhecidas pela DGAV

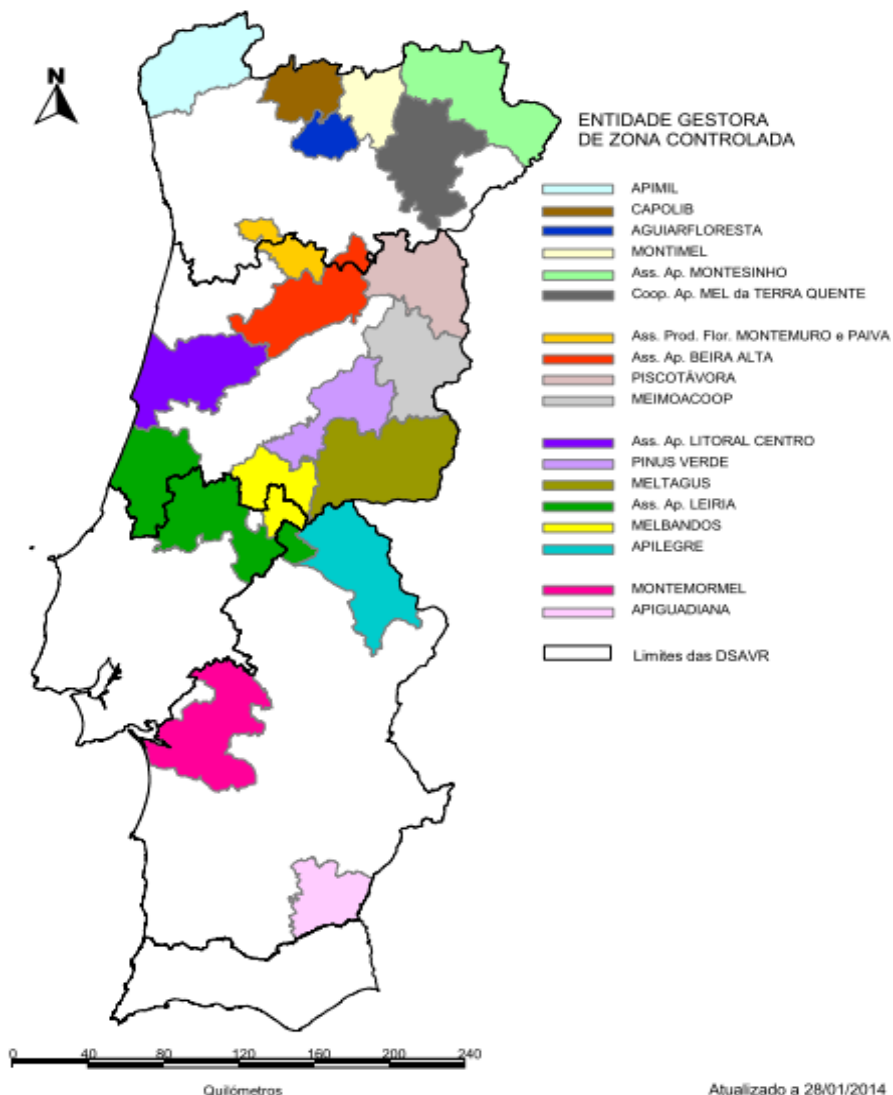


Figura 1 - Mapa das Zonas Controladas (regiões onde a ausência de doenças de declaração obrigatória das abelhas e criação não foi demonstrada) reconhecidas pela DGAV (retirado de DGAV, 2015).

Há dois tipos de apicultura, a sedentária e a transumante, sendo que, a sedentária diz respeito a colónias que estão no mesmo apiário nas diferentes épocas do ano e apenas tiram proveito da flora regional envolvente. A transumância consiste na deslocação das colónias para locais escolhidos de modo a rentabilizar a obtenção dos produtos apícolas. Desta forma, se o objetivo é aumentar a produção de mel, então a deslocação é realizada para regiões de floração diferente do apiário original ou com datas desfasadas, e no final há o regresso das colónias ao apiário original. Estima-se que a produção aumente entre 50 e 100% nestes casos (GPP,

2013). Também pode haver deslocação com objetivo de obter um mel monofloral de uma espécie abundante nessa região, existindo por isso depois necessidade de realizar a cresta após essa floração. A cresta de mel em Portugal é frequente entre os meses de Junho a Setembro.

O objetivo da transumância também poderá ser o incremento da polinização de determinadas culturas a título próprio ou através de serviços contratados, contudo esta prática ainda é pouco expressiva em Portugal.

Também ocorre a chamada “transumância de inverno”, cuja deslocação poderá efetuar-se para locais com fatores edafo-climáticos mais vantajosos e estáveis, com o objetivo de fortalecer as colónias e preparar a época seguinte, mas na sua maioria, verifica-se que estas deslocações têm sido pouco frequentes, realizadas apenas por 10% dos apicultores (GPP, 2013).

Há uma crescente preocupação com a temática do melhoramento genético, na preservação da raça e dos ecótipos ou variedades nacionais da nossa abelha, objetivando não só o seu estudo como também a preservação do património genético nacional, na seleção e produção de abelhas com características mais vantajosas em termos de produtividade, resistência a doenças e menor agressividade, e no desenvolvimento da oferta de animais com as características enunciadas úteis para quem produz e para o mercado (GPP, 2013). A espécie de abelha autóctone em Portugal é a *Apis mellifera iberiensis* (Figura 2), mas não há qualquer tipo de proteção legal associada a esta raça, pelo que seria importante que se evoluísse de forma a contornar esta situação (GPP, 2013).

É indiscutível o valor que os polinizadores têm no ecossistema terrestre, e dentro destes agentes, encontramos as abelhas, e em particular a *Apis mellifera*. Estima-se que cerca de 80% da produção agrícola dependa do serviço de polinização mediada por insetos, onde a abelha melífera se insere, desta forma, é fundamental a preocupação com a garantia da sustentabilidade em termos de serviços

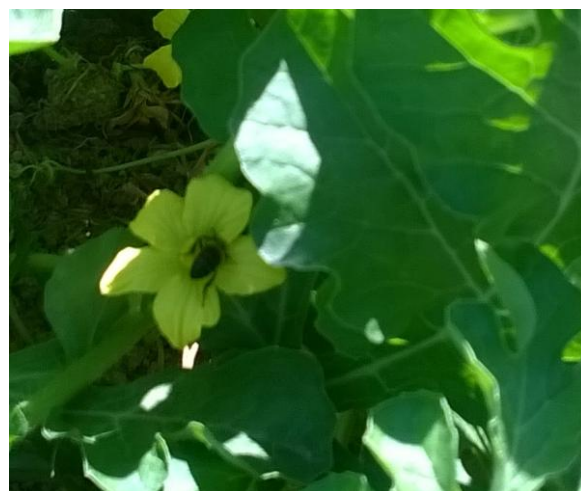


Figura 2 - *Apis mellifera iberiensis* numa cultura de melancia.

de polinização, e em perceber as consequências que uma atividade apícola mais intensa e comercial poderá trazer, uma vez que este tipo de comportamento poderá conduzir a níveis de stress que afetam as colónias, resultando não só em taxas de mortalidade como morbidade mais elevadas (Murilhas, 2008).

Assim sendo, podemos afirmar que a conservação de muitos habitats depende da preservação de populações de abelhas, uma vez que se elas declinarem, a reprodução de determinadas espécies vegetais poderá estar limitada, o que trará consequências na biodiversidade, sociedade e economia (Michener, 2007). Segundo Murilhas (2008), “o serviço de polinização está sobre uma fortíssima ameaça antropogénica com risco eminente de repercussão da sua quebra de desempenho na significativa deterioração dos ecossistemas, das cascatas tróficas e da produção de alimentos”.

São vários os fatores que têm afetado o serviço de polinização, nomeadamente a destruição de habitats, uso de produtos químicos como os pesticidas na agricultura, a proliferação de espécies invasoras, até mesmo problemas ao nível do manejo e preservação da sanidade apícola (Michener, 2007).

No que diz respeito aos produtos que se obtêm da atividade apícola são conhecidos no mercado os seguintes: mel, pólen, própolis, cera, geleia real, apitoxina, enxames e abelhas rainha.

O mel é o produto apícola mais explorado, sendo que em Portugal cada habitante consome por ano cerca de 600 g de mel (GPP, 2013). Ele também é utilizado na indústria alimentar e farmacêutica. A China é o maior produtor de mel, contribuindo com 27% da produção mundial, seguindo-se a Europa com 23%, Turquia 6%, Ucrânia, EUA, Rússia, Índia e Argentina com 4% cada, México, Etiópia, Brasil, Irão e Canadá com 3% cada, e outros que representam 19% (GPP, 2013).

Juntamente com o incremento na produção mundial de mel, também se constata um maior consumo deste produto, que é sustentado pelos padrões gerais de vida da sociedade que estão mais exigentes, e com a crescente preocupação pela ingestão de produtos naturais e saudáveis (Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-alimentares, 2011).

O pólen é um produto proveniente das anteras das flores, e é recolhido pelas abelhas para ser transformado com a adição de enzimas, em pão de abelha. Já neste formato, ele é armazenado para ser futuramente utilizado na alimentação das larvas que darão origem a abelhas adultas (Melo & Almeida-Muradian, 2011). É

constituído por hidratos de carbono, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerais e compostos fenólicos, e é por isso considerado uma boa fonte nutricional (Melo & Almeida-Muradian, 2011).

Própolis é o nome genérico que descreve a mistura de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas produzidas pelas abelhas, provenientes de secreções libertadas pelas plantas e de secreções das abelhas à qual é acrescentada cera, pólen, óleos essenciais, entre outras substâncias orgânicas e minerais, e é usada no revestimento dos favos, componentes da colmeia, e na mumificação de cadáveres (Funari & Ferro, 2006). Em termos de produção pode obter-se cerca de 500 g de própolis por colmeia e por ano, utilizando redes apropriadas para o efeito, isto sem afetar outras produções da colónia (GPP, 2013). A própolis possui propriedades antimicrobianas e antifúngicas, sendo por isso usada na medicina popular.

A cera é segregada pelas glândulas cerígenas das abelhas (mais frequente em obreiras com idades entre 8 e 17 dias), e é usada na construção dos favos, na operculação dos mesmos e na regulação da temperatura da colónia (Barros *et al.*, 2009). As escamas de cera produzidas são transportadas pelas patas até à boca da obreira, de modo a serem misturadas com secreções mandibulares (Barros *et al.*, 2009). A sua coloração varia entre branco e amarelo e a produção é cerca de 2% da produção de mel (GPP, 2013). Normalmente a cera que é produzida nas explorações apícolas portuguesas, acaba por ser usada para proveito das mesmas, não havendo excedentes.

Geleia real também é um produto da colmeia, proveniente das secreções das glândulas hipófaríngeas localizadas na cabeça das abelhas obreiras. Contém água, hidratos de carbono, proteínas, lípidos, minerais e compostos bioativos (Martos *et al.*, 2008). O principal produtor mundial de geleia real é a China que exporta cerca de 450 toneladas por ano para o Japão, já Portugal tem uma produção muito deficitária (GPP, 2013).

A apitoxina é o veneno produzido pelas abelhas operárias e pela rainha, e encontra-se armazenada numa pequena bolsa ligada ao ferrão. É composto essencialmente por proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos orgânicos e enzimas (GPP, 2013). A sua recolha consiste num processo que envolve um estímulo elétrico para induzir a picada de abelha e consequentemente depósito de veneno sobre a placa de vidro em causa (Durán *et al.*, 2011). Tem usos na apiterapia e na indústria farmacêutica.

Relativamente aos enxames enquanto produto apícola, em média por cada 5 colmeias pode obter-se 2 enxames por ano (GPP, 2013), podendo este número ser incrementado através do recurso a técnicas de multiplicação de colónias. A criação de abelhas rainha é usada para aumentos de efetivo, e para substituição de rainhas velhas, permitindo aumentar o vigor de uma colónia e por conseguinte a sua capacidade de produção.

2.2.O MEL

O mel, segundo o Decreto-Lei 214/2003 de 18 de Setembro é uma “substância açucarada produzida pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* a partir do néctar de plantas, ou de 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”.

Quanto à proveniência, o mel pode ser de néctar, se for obtido a partir do néctar de plantas, ou mel de melada, obtido a partir de excreções de insetos sugadores de plantas (hemíptera) que ficam sobre as partes vivas das plantas ou de secreções provenientes de partes vivas das plantas.

O néctar é uma substância rica em água e açúcares, produzido em nectários florais, podendo localizarem-se em sépalas, pétalas, estames, entre outros, ou em nectários extra florais, como as folhas e os caules. Tem um teor de cinzas que varia entre 0,027 e 0,45% e o seu pH situa-se entre 2,7 e 6,7 (Pérez, 2003).

Há três tipos de néctar: néctar em que a sacarose é o açúcar livre predominante, e está presente em flores com corolas tubulares que mantêm o néctar protegido; néctar com iguais concentrações de glucose e frutose e com sacarose como açúcar minoritário, presentes em flores mais abertas com néctar não protegido; e néctar com semelhantes proporções de frutose, glucose e sacarose (Pérez, 2003). As plantas da família Brassicaceae e a espécie *Castanea sativa* praticamente não têm sacarose na constituição do seu néctar, as da família Lamiaceae têm um néctar rico em frutose, e nas Fabaceae o néctar tem proporção de sacarose, frutose e glucose semelhante (Pérez, 2003).

A elaboração do mel resulta de duas modificações principais sofridas pelo néctar. Uma física de desidratação, através de evaporação, e a outra é química e

consiste na transformação de aproximadamente 75% da sacarose inicial do néctar recolhido pelo enzima invertase, em frutose e glucose (Lopes, 2010). A invertase permanece no mel, exeto quando há aquecimento que provoca a sua inativação (Costa, 2008).

Mais duas reações ocorrem, que são a transformação do amido do néctar em maltose através da diastase, e da glucose em ácido glucónico e peróxido de hidrogénio através da glucose oxidase (Costa, 2008). Para além da invertase, diastase e glucose oxidase, outros enzimas foram detetadas no mel, como, catalase, peroxidase, lipase, fosfatase ácida e inulase. A alta temperatura provoca a desnaturação da diastase, daí que seja importante a sua quantificação para a deteção de aquecimento no mel (Lopes, 2010).

A catalase está presente no mel, e é proveniente do pólen recolhido nas flores. A glucoxidase é proveniente das glândulas das abelhas e reage com a glucose formando o principal ácido presente no mel, ácido glucónico e peróxido de hidrogénio. O peróxido de hidrogénio é o principal composto antimicrobiano presente no mel, e a sua concentração depende dos valores de glucoxidase e catalase (Lopes, 2010).

A composição do mel é influenciada por fatores bióticos e abióticos envolventes ao apiário, como os recursos a nível da flora, condições climáticas, solo e manejo.

O fator que mais pesa na decisão de compra de mel é o sabor, seguindo-se a cor, isto segundo um inquérito realizado a habitantes da região de Trás-os-Montes por Ribeiro *et al.* (2009). Seria por isso importante, que na rotulagem dos frascos do mel, fosse adicionada informação sobre a origem geográfica, floral, e alguns critérios específicos de qualidade (Lazarevic, 2012), situação essa, que não se verifica na maioria dos casos.

No mel podemos encontrar componentes tais como hidratos de carbono (frutose, maltose, glucose, sacarose), minerais, proteínas, ácidos orgânicos, vitaminas, compostos fenólicos, cera, grãos de pólen, enzimas e outras substâncias fitoquímicas (Iglesias *et al.*, 2012). A fração mineral é composta maioritariamente por potássio e em menores quantidades por magnésio, sódio, cálcio, fósforo, ferro, manganês, cobalto e cobre (Uthurry *et al.*, 2011).

Na Tabela 1 está apresentada a composição química (%), com os valores médios, mínimos e máximos para teor de água, frutose, glucose, sacarose, outros

dissacarídeos, melizitose, erlose, outros oligossacarídeos, açúcares totais, minerais, aminoácidos e proteínas, ácidos orgânicos e valores de pH.

Tabela 1 - Composição química do mel (adaptado de Bogdanov *et al.*, 2008).

-	Mel de Néctar		Mel de Melada	
	Média	Min - Máx	Média	Min - Máx
Teor de água	17,2	15 – 20	16,3	15- 20
Frutose	38,2	30 – 45	31,8	28 – 40
Glucose	31,3	24 – 40	26,1	19 – 32
Sacarose	0,7	0,1 – 4,8	0,5	0,1 – 4,7
Outros dissacarídeos	5,0	2 - 8	4,0	1 - 6
Melizitose	<0,1	-	4,0	0,3 – 22,0
Erlose	0,8	0,56	1,0	0,16
Outros oligossacarídeos	3,6	0,5 - 1	13,1	0,1 – 6
Açúcares totais	79,7	-	80,5	-
Minerais	0,2	0,1 – 0,5	0,9	0,6 – 2
Aminoácidos, proteínas	0,3	0,2 – 0,4	0,6	0,4 – 0,7
Ácidos orgânicos	0,5	0,2 – 0,8	1,1	0,8 – 1,5
pH	3,9	3,5 – 4,5	5,2	4,5 – 6,5

Para além de méis de néctar, também podemos encontrar méis de melada. A flora que mais contribui para este tipo de méis é representada pelos géneros: *Populus*, *Quercus*, *Salix* e *Ulmus* (Pérez, 2003).

Grã-Bretanha, Alemanha, Espanha e Portugal são os países europeus que habitualmente mais mel consomem (Ribeiro *et al.*, 2009). Mas para que o mel possa ser comercializado ou aplicado em produtos destinados ao consumo humano, deverá obedecer a vários critérios de qualidade.

TIPOS DE MEL

Existem diversos tipos de mel de acordo com o modo de produção ou de apresentação:

- Mel em favos – mel armazenado pelas abelhas nos alvéolos operculados de favos construídos recentemente pelas próprias abelhas ou de finas folhas de cera gravada realizadas exclusivamente com cera de abelha e que não contenham criação, vendido em favos inteiros ou em seções de favos.

- Mel com pedaços de favos – mel que contém um ou vários pedaços de mel em favos.
- Mel escorrido – mel obtido por escorrimento de favos desoperculados que não contenham criação.
- Mel prensado – mel obtido por compressão de favos que não contenham criação, sem aquecimento ou com aquecimento moderado a 45°C, no máximo.
- 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.

2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL

A disponibilidade limitada e o elevado preço do mel suscitam interesse para a sua adulteração. A identidade e qualidade, avaliadas através de análises específicas, são consideradas úteis para detetar essas possíveis adulterações, e também para confirmar as condições de higiene da manipulação e armazenamento (Puscas *et al.*, 2013). O Decreto-Lei 214/2003 contempla os valores máximos das propriedades físico-químicas que os méis portugueses deverão ter no que concerne ao teor de açúcares, teor de água, condutividade elétrica, ácidos livres, índice diastásico e hidroximetilfurfural.

pH

O pH é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou basicidade de uma solução. E no mel, que é normalmente uma solução ácida, este valor pode alterar-se se o armazenamento não for o mais adequado. Se os méis não forem ácidos, isso poderá facilitar o crescimento de microrganismos que podem alterar a textura, estabilidade e por isso o tempo de vida de prateleira (Terrab *et al.*, 2002 citados por Boussaid *et al.*, 2014).

Não há valores estabelecidos para o pH no Decreto-Lei 214/2003 no entanto, sabe-se que o seu valor deve ser baixo para evitar a contaminação microbiológica. Por exemplo de acordo com Bogdanov *et al.* (2008), méis de néctar apresentam o valor médio de 3,9, e méis de melada 5,2. Estes valores também são semelhantes aos apresentados por Louveaux (1985) citado por Russo-Almeida (1992), referindo que o pH do mel de néctar encontra-se normalmente compreendido entre 3,2 e 4,5

com um valor médio de 3,9, e que méis mais ricos em cinzas têm normalmente um pH mais elevado.

Segundo os dados obtidos por Boussaid *et al.* (2014) os valores de pH de méis da Turquia variaram entre 3,67 para 4,11, e apresentam valores semelhantes aos relatados na Argélia, Espanha e Portugal, em que a variação foi entre 3,50 e 4,58. Habib *et al.* (2014) apresentaram resultados em que o pH de méis de regiões áridas obteve um valor médio de 4,76, tendo o valor mínimo sido de 3,99 e o máximo de 6,33.

TEOR DE ÁGUA

O teor de água no mel pode ser influenciado pela origem floral e geográfica, condições climáticas e pela época da cresta, uma vez que se o mel não estiver devidamente operculado não deve ser extraído dos favos, pois ainda não sofreu a maturação devida.

Quando o mel depositado nos alvéolos atinge cerca de 18% de humidade, as abelhas procedem à sua operculação, contudo esta percentagem não é fixa, e existem fatores que podem interferir, ou seja, pode haver mel não operculado com valores de humidade inferiores ao mel operculado num mesmo favo (Russo-Almeida, 1992).

O teor de água do mel depende do teor de água do néctar ou melada que lhe deu origem, que por seu turno, depende da planta que o/a produz, bem como da composição química do néctar e da melada, nomeadamente da concentração de sacarose no néctar (pois a reação de hidrólise da sacarose em glucose e frutose é acompanhada por um consumo de moléculas de água) (Battaglini e Bosi, 1972 citados por Russo-Almeida, 1992), das condições edáfo-climáticas da região e número de horas de insolação (Pérez, 2003)

O teor de água no mel pode assim variar de estação para estação, e de ano para ano (Acquarone *et al.*, 2007). Este teor é uma das características mais importantes, e pode influenciar as propriedades físicas do mel tal como a viscosidade e cristalização, bem como outros parâmetros: cor, aroma, sabor, densidade relativa, solubilidade e conservação (Escuredo *et al.*, 2013)

O teor de água no mel pode ser incrementado fruto de técnicas de processamento e condições de armazenamento, por isso é importante sensibilizar o operador apícola para o cumprimento do manual de boas práticas. Este parâmetro é

muito importante para a vida de prateleira do mel (Lazarevic, 2012), porque ele é higroscópico e absorve a humidade da atmosfera (Karabagias *et al.*, 2014).

A atividade da água presente nos alimentos controla o crescimento microbiano, e no mel, o valor deverá situar-se entre 0,5 e 0,6 (Lopes, 2010).

Um elevado teor de água no mel pode levar à sua indesejável fermentação durante o armazenamento, causada pela ação de leveduras osmotolerantes, resultando na formação de etanol e dióxido de carbono, sendo que o etanol pode ser adicionalmente oxidado em ácido acético e água, resultando em mel de sabor amargo ou ácido (Chirife, Zamora, & Motto, 2006 citados por Habib *et al.*, 2014).

A redução do teor de água no mel é possível com recurso a desumificadores, que não provocam grandes alterações (Gonnet e Vache, 1985 citados por Russo-Almeida, 1992).

De um modo geral e de acordo com o Decreto-Lei 214/2003, os méis poderão ter um teor máximo de humidade de 20%, contudo que há exceções, nomeadamente o mel de urze (*Calluna*) e mel para uso industrial em geral poderá atingir 23%, e o mel de urze (*Calluna*) para uso industrial 25%.

TEOR DE FRUTOSE E GLUCOSE

No mel, os principais açúcares presentes por ordem decrescente são: a frutose, glucose, e maltose que são açúcares redutores (têm capacidade para reduzir soluções de cobre), seguindo-se a sacarose, erlose, melizitose, entre outros em quantidades pequenas (Doner, 1977 citado por Russo-Almeida, 1992). Eles são responsáveis por propriedades tais como valor energético, viscosidade, higroscopicidade e granulação (Kamal & Klein, 2011).

Os açúcares presentes no mel de melada são mais complexos, onde se identifica com frequência a presença de melizitose e erlose (Russo-Almeida *et al.*, 2003).

O teor mínimo de açúcares redutores é de 60 g por 100 g de mel para méis de néctar, e de 45 g por cada 100 g de mel para méis de melada.

A glucose determina a tendência de cristalização devido à baixa solubilidade, já a frutose relaciona-se com a doçura (Lopes, 2010). Assim, a razão frutose/glucose dá-nos informação sobre o estado de cristalização de mel, ou seja, quando a frutose está presente em concentração superior à glucose, ele é fluído. Esta proporção pode

igualmente ter um impacto sobre o sabor do mel, uma vez que a frutose é muito mais doce do que a glucose (Alvarez-Suarez *et al.*, 2010).

Em quase todas as variedades de mel, a frutose está presente em maior proporção, exceto em alguns méis, tais como os de *Brassica napus* e *Taraxacum officinale*, em que a fração de glucose pode ser maior do que a fração de frutose (Escuredo *et al.*, 2014) e, conseqüentemente, estes méis geralmente têm uma cristalização rápida.

O mel é um alimento que passa por muitas mudanças na sua composição durante o armazenamento, devido a diversas reações químicas, incluindo fermentação e oxidação. O tratamento térmico também pode alterar os seus constituintes (Moreira, Maria, Pietroluongo, & Trugo, 2010 citados por Silva *et al.*, 2016). Por exemplo, o hidroximetilfurfural (HMF), que é um produto da reação de Maillard, pode ser formado quando o mel é submetido a tratamento térmico, ou naturalmente, devido a um longo período de armazenamento (Tornuk *et al.*, 2013). Em adição, o HMF pode ser ainda formado pela desidratação de açúcares em meio ambiente ácido, como é caso do mel.

TEOR DE SACAROSE

O teor de sacarose deverá expressar-se em 2 ou 3 pontos percentuais no mel e se o valor for superior a 5 g em 100 g de mel, poderá indiciar colheita prematura pelo fato da sacarose não ter sido totalmente transformada em glucose e frutose pela ação da invertase (Ozcan *et al.*, 2006 citados por Boussaid *et al.*, 2014), ou adulteração, dependendo da origem floral que lhe está associada. No entanto, até mesmo em méis colhidos prematuramente, o valor de sacarose poderá não ser elevado, devido às diferenças na composição química ao nível dos açúcares presentes nos diferentes néctares que lhes deram origem (Lopes, 2010).

Méis de *Robinia pseudoacacia*, *Medicago sativa*, *Hedysarum sp.*, *Eucalyptus camadulensis*, *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii* e *Citrus sp.* poderão ter como valor máximo de sacarose 10 g por cada 100 g de mel, já méis de *Lavandula sp.* e *Borago officinalis*, poderão neste parâmetro apresentar um valor máximo de 15 g em cada 100 g de mel, segundo o Decreto-Lei 214/2003.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os minerais estão presentes no mel em pequenas quantidades, cerca de 0,04% nos méis claros e 0,2% em alguns méis escuros, e são disso exemplo o alumínio, boro, cálcio, chumbo, cloro, cobre, enxofre, estanho, ferro, fósforo, iodo, magnésio, manganês, nitrogénio, ósmio, potássio, rádio, silício, sódio, titânio, zinco (Lopes, 2010). Os minerais são introduzidos no mel principalmente pelo pólen, portanto o seu conteúdo depende da presença de pólen no mel.

A condutividade elétrica depende da origem botânica do mel, composição do solo em que a flora melífera está inserida, do teor de minerais, ácidos orgânicos e proteínas do mel (Pohl, 2009 citado por Alda-Garcilope, 2012 & Boussaid *et al.*, 2014). Segundo Vorwolh (1964) & Serra Bonhevi (1987) citados por Russo Almeida (1992) méis com igual origem florística têm condutividades elétricas muito semelhantes, mesmo que a origem geográfica e condições climatológicas sejam distintas.

Méis mais escuros indiciam elevada presença de minerais e compostos fenólicos (Lopes, 2010).

Alguns autores mostraram uma forte correlação entre o teor de pólen e condutividade elétrica de méis monoflorais (Kaskoniene *et al.*, 2010 citados por Silva *et al.*, 2016). Como este parâmetro está diretamente relacionado com o teor de cinzas, foi recentemente incluído no *Codex Normas Alimentarius*, substituindo a determinação das cinzas em mel.

A condutividade elétrica é um parâmetro muitas vezes utilizado em análises de rotina no controlo da qualidade, e pode ser considerado um critério válido para determinar a origem botânica de uma amostra de mel, e para a diferenciação entre méis de néctar e de melada (Lazarevic, 2012), sendo que os resultados obtidos por Silvano *et al.* (2014) em méis da região de Buenos Aires, demonstraram que a condutividade elétrica é superior em méis resultantes de apiários situados em zona de montanha, comparativamente com apiários implantados em zonas de prado e/ou agrícola.

Como já foi referido, o conteúdo mineral pode ser usado para determinar a origem geográfica de certos méis, mas não pode ser usado por si só. Vários estudos indicam uma forte correlação entre o conteúdo mineral e a cor de mel (Gonzalez-Miret *et al.*, 2005 citados por Alqarni *et al.*, 2014).

O conteúdo mineral é um importante índice de uma possível contaminação ambiental, quando metais pesados são detetados (Silva *et al.*, 2009 citados por Habib *et al.*, 2014).

Em termos nacionais o Decreto-Lei 214/2003 regulamenta que no geral o mel deverá ter um valor máximo de 0,8mS/cm de condutividade elétrica. Mel de melada, mel de flores de castanheiro e mistura desses méis devem apresentar um valor mínimo de condutividade de 0,8mS/cm., exceto com os a seguir enumerados que são de *Arbutus unedo*, *Erica sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Tilia sp.*, *Calluna vulgaris*, *Leptospermum sp.*, e *Malaleuca sp.*

MATÉRIAS INSOLÚVEIS EM ÁGUA

São consideradas matérias insolúveis em água, cera, grãos de pólen e outras partículas que façam parte do normal sedimento do mel e que possam ser separadas por decantação (Nascimento, 2013). Este parâmetro fornece informações acerca das condições de higiene envolvidas no processamento de mel (Vargas, 2006).

O Decreto-Lei 214/2003 estabelece um teor máximo de matérias insolúveis em água de 0,1 g por 100 g de mel para méis no geral, e de 0,5 g por 100 g para méis sujeitos a prensagem.

CINZAS TOTAIS

As cinzas totais são os resíduos inorgânicos resultantes da combustão da matéria orgânica (Vargas, 2006), e o seu valor é usado como critério de qualidade. O conteúdo em cinzas depende da origem floral, geografia, solo e características climáticas (Iglesias *et al.*, 2012).

O potássio assume-se no mel como o mineral predominante e representa cerca de 1/3 do total de cinzas, já o sódio representa apenas 1/10 (Russo-Almeida, 1992). Os elementos minerais, em contraste com as vitaminas e os aminoácidos não são sujeitos à degradação por exposição ao calor, à luz, agentes de oxidação ou pH extremo (Damodaran, Parkin, & Fennema, 2010, citados por Silva *et al.*, 2016).

A percentagem de cinzas no mel é variável, segundo White (1978) citado por Russo-Almeida (1992) os valores mais frequentes são de 0,02 a 1,03% e a média 0,17%, sendo normalmente maior nos méis escuros e de melada e menores nos claros e de néctar. Este é um parâmetro que mostra grande variação de acordo com

a origem floral do mel. A FAO (1998) define que o teor de cinzas deve ser igual ou inferior a 0,6% no geral, exceto nos méis de melada ou mistura de méis de melada ou mel de flores de castanheiro, em que o teor pode chegar a 1,2%.

O mel de algodão egípcio pode apresentar um teor de cinzas de 2,6%, comparativamente com um mel de trevo (também produzido no Egito) que apresenta 1,3%, e a explicação para esta diferença, pode residir no facto de as plantas perenes poderem acumular metais pesados de uma forma diferente comparativamente com árvores por exemplo (Owayss, 1996). Segundo os dados obtidos por Boussaid *et al.* (2014) em 6 amostras de méis de diferentes regiões da Turquia o teor de cinzas em variou entre 0,08% e 0,69%

ÁCIDOS LIVRES

A concentração de ácidos livres está relacionada com o nível de minerais e ácidos orgânicos presentes no mel, e contribui para a sua estabilidade contra microrganismos que o poderiam alterar. Pode também ser um indicador das condições de armazenamento e de fermentação, sendo importante para a sua conservação (Lopes, 2010).

Segundo vários autores, todos os méis têm uma ligeira acidez, contêm 0,57% de ácidos orgânicos que são derivados da ação enzimática de secreções das abelhas sobre os açúcares, quando ocorre transformação do néctar em mel (Cherchi *et al.*, 1994). Esta característica permite que muitas bactérias fiquem sem condições para crescerem e por isso não poderão colonizar este produto (Lopes, 2010).

Pode-se estabelecer duas origens para a presença de ácidos no mel:

- Origem botânica – Beutler (1953) citado por Russo-Almeida (1992) referiu que os néctares são ácidos e, consoante a planta, eles possuem uma acidez diferente, podendo no entanto alguns serem básicos;
- Origem enzimática – Cocker (1951) citado por Russo-Almeida (1992) demonstrou que as abelhas têm a possibilidade de provocar no mel a formação de ácidos.

Tem sido relatado que os elevados valores deste parâmetro podem indicar a fermentação dos açúcares do mel através de leveduras. Durante a fermentação, a glucose e frutose são convertidas em dióxido de carbono e etanol, e o etanol é adicionalmente hidrolisado na presença de oxigénio e convertido em ácido acético, o

que contribui significativamente para o nível de acidez livre no mel (Boussaid *et al.*, 2014).

No geral, de acordo com o Decreto-Lei 214/2003, o mel poderá ter um valor máximo de 50 miliequivalentes de ácidos por cada quilograma de mel, contudo se o mel for para uso industrial o seu máximo será de 80 miliequivalentes de ácidos por cada quilograma de mel.

ÍNDICE DIASTÁSICO

O mel contém pequenas quantidades de enzimas, de entre as quais diastase, que é usado para avaliar a frescura do mel, uma vez que é sensível ao calor.

A concentração deste enzima depende da origem geográfica e floral dos méis (Silva *et al.*, 2016). A atividade da diastase no mel diminui à medida que ele envelhece (Silva *et al.*, 2016).

De acordo com o Decreto-Lei 214/2003, o teor mínimo de atividade diastásica para méis em geral é de 8, considerando a escala de Gothe, com a exceção do mel para uso industrial. Para méis com baixo teor natural de enzimas (exemplo mel de citrinos) e cujo teor de HMF não seja superior a 15mg/kg, o teor mínimo de atividade diastásica é de 3.

HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

De entre os constituintes secundários do mel, talvez o mais discutido seja o hidroximetilfurfural, comumente chamado de HMF, que é originado pela quebra das hexoses dos açúcares, nomeadamente frutose e glucose em meio ácido (Nascimento, 2013). É considerado um indicador de qualidade, uma vez que méis submetidos a temperaturas elevadas, apresentam também valores mais elevados de HMF, sendo que para cada aumento de 10°C, a velocidade de produção aumenta cerca de 4,5 vezes (Crane, 1983 citado por Moura, 2006). Contudo, este composto pode formar-se a baixas temperaturas, desde que em condições ácidas (Lee e Nagy, 1990).

Segundo Camargo (1972) citado por Moura (2006), a exposição direta das colmeias ao sol, provoca alterações no teor de HMF do mel, que por sua vez irá ter repercussões ao nível da perda de aroma e da atividade bacteriostática.

Há méis que naturalmente possuem valores de HMF mais elevados, sem que tenham ocorrido processos de aquecimento, nomeadamente aqueles que são

provenientes de países subtropicais. A quantificação deste composto do mel pode ter como objetivo a verificação de uma possível adulteração com açúcar comercial, armazenamento inadequado, ou sobreaquecimento (Moura, 2006).

Os valores de HMF são incrementados com o passar do tempo, portanto, como forma de minimizar perdas de qualidade dos méis, recomenda-se que o armazenamento deva ser realizado em locais a temperaturas mais baixas (preferencialmente entre 10 e 20°C) (Nascimento, 2013). No entanto, importa conhecer o comportamento de cada mel, visto que baixas temperaturas favorecem uma rápida cristalização, havendo a necessidade depois de se descristalizar através de tratamento térmico (Moura, 2006).

De um modo geral, segundo o Decreto-Lei 214/2003 o mel poderá apresentar neste parâmetro o valor de 40 mg por cada quilograma de mel, já o mel de origem declarada de regiões de clima tropical e misturas desses méis poderão estender-se até 80 mg por cada quilograma.

COR

A cor é a propriedade que os corpos, naturais ou artificiais têm, de absorver ou refletir luz, em maior ou menor grau. A coloração do mel está relacionada com o seu teor de minerais e varia desde o incolor até ao castanho-escuro. De acordo com o aumento deste teor, esta proporção pode ser alterada (Lopes, 2010). No entanto outros fatores há a considerar, nomeadamente origem floral, espécie de abelhas, as alterações ao nível do processamento, armazenamento, e reações enzimáticas.

Durante o armazenamento ocorrem reações entre açúcares redutores e aminoácidos que provocam o escurecimento do mel (reações de *Maillard*) ou reações de tanatos e outras substâncias polifenólicas com sais de ferro (Huidobro e Simal, 1984 citados por Russo-Almeida, 1992). Alguns produtos resultantes deste tipo de reações têm atividade antioxidante (Lopes, 2010).

Os pigmentos existentes nas espécies vegetais, tais como os carotenos ou as xantofilas e os polifenóis do tipo flavonóide são igualmente substâncias responsáveis pela coloração (Gonnet e Vache, 1985 citados por Russo-Almeida, 1992).

Em adição, a cor do mel pode ainda ser influenciada pela utilização de ceras velhas e pelo contacto com materiais inadequados, sendo determinados tipos de

méis mais sensíveis à alteração da cor (Smith, 1967 citado por Russo-Almeida, 2003).

A cristalização é outro fator que altera a coloração, aumentando a luminosidade e diminuindo a pureza cromática (evolução para o branco). Por isso deve-se liquefazer o mel aquando da sua determinação (Russo Almeida, 1992).

A avaliação da cor de um alimento pode fazer-se de uma forma subjetiva, por apreciação visual, ou objetiva, mediante recurso à colorimetria ou a determinações analíticas. O método mais rigoroso para a avaliação da cor do mel, pois não depende do utilizador, é o da Comissão Internationale de l'Eclairage ou Comissão Internacional de Iluminantes (CIE), que se baseia na trivariância das cores (Camargo & Gonçalves, 2001). Consiste na adoção de três cores de referência (azul, verde e vermelho) e na representação espacial a três dimensões, que permite projetar todas as cores sobre um plano no interior de um triângulo de cromaticidade (qualidade da cor) (Camargo & Gonçalves, 2001).

O Sistema CIELab desenvolvido em 1976 pela CIE relaciona os eixos “L”, “a” e “b”, e consiste num método que define a sensação da cor baseado em três elementos: a luminosidade ou claridade, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade. A luminosidade ou claridade, definida pela escala cinza, entre o branco e o preto, é expressa pela variável “L” e assume o valor 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total. A tonalidade é expressa pelas cores primárias: vermelho, verde, amarelo e azul. Os pigmentos vermelho, verde, amarelo e azul são definidos pelas variáveis “+a*”; “-a*”, “+b*” e “-b*”, respetivamente. Cada uma destas variáveis é expressa em amostras de mel entre 0 e 60. Saturação ou cromaticidade é o desvio a partir do ponto correspondente ao cinza no eixo de luminosidade, assim quanto mais distante do eixo, mais saturada será a cor (Camargo & Gonçalves, 2001).

A cor é usada como fonte de informação, e por isso é um fator de escolha entre os diversos tipos de méis, pois ela reflete particularidades que podem caracterizar o mel de uma região. Os consumidores estão habituados a que a cor do mel varie de incolor, até âmbar escuro próximo do preto, e por vezes esverdeado ou avermelhado. A observação da cor pode associar o produto à região, e a investigação visual pode ajudar a detetar defeitos como a fermentação (Doner, 2003 citado por Tuberoso *et al.*, 2014).

Na maioria dos países, o preço dos méis depende da cor, sendo mais valorizados os méis mais claros e brilhantes, como o de *Robinia pseudoacacia* e o de *Citrus sp.*, já nos países de língua alemã, os méis mais escuros e as meladas são mais apreciados, tal como acontece na Arábia Saudita (Alqarni *et al.*, 2014; Tuberoso *et al.*, 2014).

2.2.2. ANÁLISE POLÍNICA

Cada vez mais produtores e consumidores estão sensibilizados para a importância da correta rotulagem e rastreabilidade, por isso seria vantajoso o desenvolvimento de métodos analíticos que conciliassem rapidez com rigor para a avaliação de méis e respetiva autenticidade (Alda-Garcilope, 2012), podendo a análise polínica aqui ter um papel fundamental.

Entende-se por melissopalínologia o ramo da ciência que estuda a origem botânica e geográfica do mel. Desta forma, os interesses associados a este tipo de análise são: determinação da origem botânica do mel, pela identificação da flora de maior interesse apícola; identificação de espécies botânicas como possíveis indicadores geográficos; controlo da qualidade (higiene e adulterações); e contribuição para a criação de regiões demarcadas para produção de mel (Alda-Garcilope, 2012).

Para a análise polínica qualitativa, em alternativa às tradicionais chaves dicotómicas, pode-se construir uma palinoteca de referência com lâminas que contêm pólen de plantas melíferas colhidas na região em estudo. O objetivo subjacente é estabelecer comparações entre os grãos de pólen das preparações de referência com os grãos encontrados nas preparações de mel, de modo a auxiliar a identificação, permitindo maior rapidez nas contagens dos grãos de pólen.

Vários fatores podem influenciar a presença de pólen no mel, nomeadamente a morfologia das flores; posição dos nectários; momento da secreção do néctar; número de estames; quantidade de pólen produzido; características dos grãos de pólen; distância da fonte de néctar; fatores climáticos; utilização de pesticidas; práticas apícolas; absorção de parte do pólen no proventrículo da obreira (Von der Ohe, 1994, Jones *et al.*, 1996, Molen, 1998 citados por Maia, 1999); e adição fraudulenta de pólen.

O conhecimento da morfologia polínica, calendário florístico da região, data da cresta e o processo de extração do mel, são fatores que ajudam na identificação dos pólenes (Von der Ohe 2004).

Grande percentagem do pólen encontrado no mel é proveniente de plantas melíferas, e são estas as mais importantes na produção de mel, visto que produzem muito néctar e pouco pólen (ex. *Eucalyptus*, *Citrus*). Contudo, outras plantas produzem mais pólen que néctar, e este pólen pode ser de interesse para abelhas, nomeadamente para a alimentação da criação, podendo ser encontrado no mel, devido a contaminações (Lopes, 2010).

Para a determinação da origem botânica de méis, é necessário proceder à exclusão de pólen de plantas anemófilas com produção insignificante de néctar como *Rumex sp.*, *Quercus sp.*, *Pinus sp.*, *Papaver sp.*, *Plantago sp.*, *Ononis sp.*, *Olea europaea*, *Hypericum sp.*, *Ranunculus sp.*, *Sanguisorba minor* e *Pistacia sp.* (Louveaux *et al.*, 1978; Fernandez *et al.*, 1992 citados por Maia *et al.*, 2001).

Ortiz & Fernández (1992) referem que as principais plantas fontes de néctar são; *Echium sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Lavandula stoechas*, e as principais fontes de pólen são *Cistus albidus*, *Cistus ladanifer* e *Quercus sp.*

A determinação da origem botânica só é possível, se o mel tiver sido extraído por centrifugação. Se o método for a prensagem, impossibilita a determinação da origem botânica, porque o pólen destinado à criação da colónia é contabilizado no espectro polínico, e por isso a origem deste pólen não se relaciona com a recolha de néctar para a produção de mel.

Uma das grandes questões na melissopanologia é definir qual a frequência relativa mínima de um tipo polínico para definir um mel monofloral de respetiva espécie, uma vez que a bibliografia é contraditória.

Segundo Louveaux *et al.* (1978) méis com poucos grãos de pólen estão relacionados com méis monoflorais de espécies vegetais com subrepresentação polínica como o rosmaninho, e méis ricos em sedimento estão relacionados com méis monoflorais de espécies com sobrerrepresentação polínica como é o caso do castanheiro. Méis com valores intermédios estão geralmente associados a méis multiflorais e de melada.

O mel de flores pode assumir o tipo monofloral ou multifloral de acordo com a predominância de pólen de uma determinada planta ou de várias. Para percentagens de pólen de um mesmo tipo polínico superiores a 45 considera-se

dominante, entre 16 e 45 secundário, entre 3 a 15 pólen minoritário importante, e inferior a 3 pólen minoritário raro ou esporádico (Andrade *et al.*, 1999).

As espécies de plantas com nectários extraflorais apresentam uma sobrerrepresentatividade nos méis, devido à abelha não necessitar de entrar em contacto com o pólen (Maia, 1999). Os méis de melada apresentam na sua maioria, um número elevado de esporos de fungos, frequentemente hifas, e também de grãos de pólen provenientes de espécies anemófilas (Maia, 1999).

O pólen de castanheiro (*Castanea sativa*) econcontra-se sobrerrepresentado nos méis e para classificar-se um mel como monofloral desta espécie é necessário que o mesmo contenha valores iguais ou superiores a 90% deste tipo polínico (Vorwohl, 1994). Para méis de eucalipto (*Eucalyptus sp.*) o valor mínimo de pólen para ser considerado monofloral é de 70% (Vorwohl, 1994), contudo Oddo & Piro (2004) referem que esse valor deverá ser acima dos 83% mostrando assim discrepâncias no estabelecimento das frequências polínicas que também se verificam para outras espécies melíferas.

Por outro lado, os grãos de pólen mais conhecidos como subrepresentados ou infrarrepresentados pertencem à família lamiaceae, como o rosmaninho, alecrim (Ortiz Valbuena, 1992) ou tília (Vorwohl, 1994), e para considerar um mel como monofloral de um destes tipos, a frequência polínica correspondente terá de ser igual ou superior a 15%.

Para considerar-se um mel como monofloral de urze a frequência polínica de Ericaceae deverá ser igual ou superior a 45% (Oddo & Piro, 2004) tal como ocorre com grande parte de outras espécies.

Segundo Russo-Almeida (1992), o valor apícola de uma planta depende quer da quantidade como também da qualidade de néctar, pólen ou melada produzidos, e da abundância dessa planta na região. De acordo com este autor, no mel podemos encontrar vários componentes figurados:

- Grãos de pólen procedentes de estames das flores visitadas pelas abelhas, introduzidos no mel pelo néctar “contaminado” (pela adesão do pólen aos pêlos do corpo das abelhas);
- Grãos de pólen provenientes dos estames de flores não visitadas pelas abelhas e que são introduzidos no mel por contaminação, através de agentes abióticos (exemplo vento);
- Algas, fungos, bactérias, entre outros, em estado vegetativo ou em esporos;

- Corpos estranhos variados, como fibras, pêlos vegetais, partes do corpo das abelhas, ácaros, cabelos, que estão maioritariamente relacionados com a higiene da extração e o manuseamento.

O espectro polínico pode ser contaminado pelos componentes figurados, e nem todas as plantas possuem a mesma relação néctar/pólen, uma vez que isso depende da morfologia das flores, e do facto de nem todas as plantas que fornecem pólen serem igualmente fontes de néctar, como é o caso do género *Cistus* (Russo-Almeida, 1992).

O tipo de associação vegetal revelada pelo espectro polínico, quando comparada com o clima e o inventário florístico da origem geográfica atribuída ao mel, permite refutar (bastando que uma espécie não corresponda) ou confirmar (mas sem garantir) essa mesma origem (Russo-Almeida, 1992). Isto, desde que o mel não tenha sido sujeito a filtração, porque neste processo, grãos de pólen de maiores dimensões, ficam retidos no filtro, ausentando-se do espectro polínico (Russo-Almeida, 1992).

Há limitações na análise do espectro polínico, uma vez que ele não nos permite saber com exatidão a contribuição em néctar de cada planta que as abelhas visitaram para a produção do mel. Ele apenas indica os valores polínicos que são necessários para a caracterização melífera de uma região. Ainda assim, e apesar dos constrangimentos apresentados, a análise polínica é considerada a melhor técnica de avaliação da origem florística e, conseqüentemente, geográfica de um mel.

2.3. DENOMINAÇÃO DE ORIGEM PROTEGIDA (DOP)

Segundo o Regulamento (EU) N°1151/2012 de 21 de Novembro, a denominação de origem protegida é uma forma de ajudar os produtores, no que concerne à garantia de uma remuneração justa que corresponda à qualidade dos seus produtos e de uma proteção uniforme das denominações como direito de propriedade intelectual no território da União Europeia, e à comunicação aos consumidores de informações claras sobre os atributos do produto que lhe conferem uma mais-valia.

Este regulamento especifica os seguintes requisitos para a denominação de origem de um produto (Regulamento (EU) N°1151/2012):

- O produto ser originário de um local ou região determinados, ou, em casos excepcionais, de um país;

- A qualidade ou características se devam essencial ou exclusivamente a um meio geográfico específico, incluindo os seus fatores naturais e humanos;
- Que todas as fases de produção tenham lugar na área geográfica delimitada.

Ainda de acordo com este regulamento, salienta-se o fato de ter de haver um caderno de especificações do produto onde conste:

- A denominação a proteger como denominação de origem ou indicação geográfica, tal como é utilizada no comércio ou na linguagem comum, e apenas nas línguas que são ou foram historicamente utilizadas para descrever o produto em causa na área geográfica delimitada;
- A descrição do produto, incluindo as matérias-primas, se for caso disso, assim como as suas principais características físicas, químicas, microbiológicas ou organoléticas;
- A definição da área geográfica delimitada;
- As provas de que o produto é originário da área geográfica;
- A descrição do método de obtenção do produto e, se for caso disso, dos métodos locais, autênticos e constantes, bem como informações relativas ao acondicionamento, se o agrupamento requerente considerar e justificar, apresentando motivos suficientes especificamente relacionados com o produto, que o acondicionamento deve ser realizado na área geográfica delimitada a fim de salvaguardar a qualidade, garantir a origem ou assegurar o controlo, tendo em conta o direito da União Europeia, em especial no domínio da livre circulação de mercadorias e da livre prestação de serviços;
- Os elementos que estabelecem a relação entre a qualidade ou as características do produto e o meio geográfico, e se for o caso, a relação entre determinada qualidade, a reputação ou outra característica do produto e a origem geográfica;
- O nome e o endereço das autoridades ou, se disponível, o nome e o endereço dos organismos que verificam o respeito das disposições do caderno de especificações;
- As eventuais regras específicas de rotulagem do produto em questão.

A denominação de origem garante assim, que os produtos provenientes de uma região ou local demarcado tenham características e qualidades que permitam diferenciar aquele produto de outros correspondentes a outros meios geográficos, exigindo um vínculo à região de produção (Barbosa, 2012).

É portanto uma forma de identificar um produto no mercado, permitindo que o consumidor tenha mais confiança em termos da qualidade, o que poderá ser muito interessante em termos de competitividade comercial (Almeida, 1999).

Os méis com denominações de origem protegida em Portugal são: Mel da Serra da Lousã, Mel da Serra de Monchique, Mel da

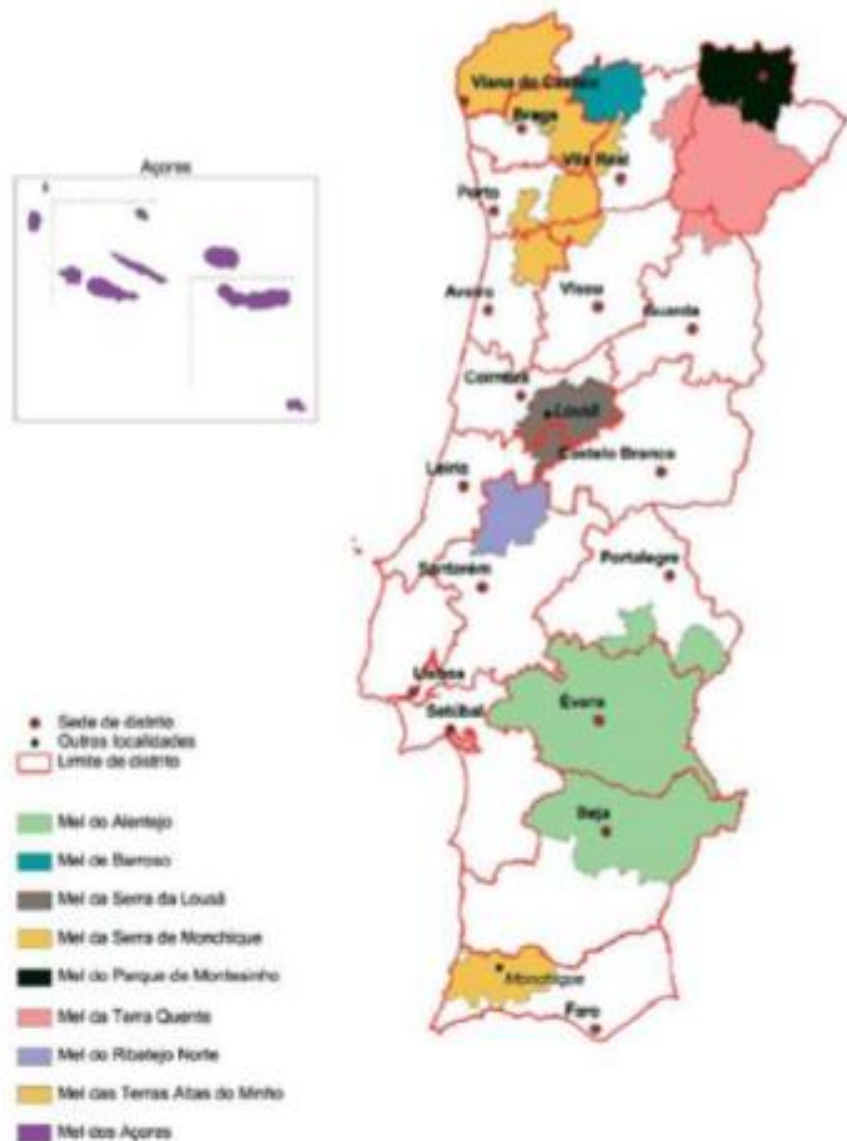


Figura 3 - Mapa das regiões de DOP para méis (retirado de GPP, 2013).

Terra Quente, Mel das Terras Altas do Minho, Mel de Barroso, Mel do Alentejo, Mel do Parque do Montesinho, Mel do Ribatejo Norte e Mel dos Açores.

Destas nove DOP portuguesas para mel (Figura 3), apenas quatro estão ativas, sendo eles o Mel do Barroso, Mel da Serra da Lousã, Mel do Parque do Montesinho, e Mel dos Açores (Ricardo, 2013).

Em 2009, o Mel da Serra da Lousã teve uma produção de cerca de 40 mil kg, o Mel das Terras Altas do Minho cerca de 4 mil kg e o Mel dos Açores cerca de 7,5 mil kg (GPP, 2013). O preço do mel da Serra da Lousã DOP foi 7,5€/kg, o Mel das Terras Altas do Minho DOP 6€/kg e o Mel dos Açores 7€/kg (GPP, 2013).

Os méis monoflorais portugueses mais comuns são: urze, castanheiro, eucalipto, rosmaninho, soagem, medronheiro e laranjeira. Estes méis são também mais valorizados comercialmente.

Ultimamente o tipo de certificação DOP tem despertado o interesse dos apicultores, que querem apostar na produção de um produto de qualidade, e na consequência benéfica que esperam ter ao nível da dinamização económica principalmente de zonas rurais (Ricardo, 2013).

A certificação de um produto com denominação de origem necessita da intervenção de um organismo de controlo que certifique com imparcialidade, independência e objetividade as características e a qualidade do produto em questão e que verifique a conformidade do mesmo, de acordo com o que está especificado no seu caderno de encargos (Almeida, 1999).

Deste modo, a certificação com a consequente rastreabilidade do mel, bem como a classificação regional dos méis de acordo com as suas zonas de produção pode incrementar a confiança dos consumidores acerca dos produtos regionais, aumentando o seu valor comercial e dinamizando a microeconomia de uma região (Silvano *et al.*, 2014).

2.4. FLORA MELÍFERA PORTUGUESA

Em Portugal, segundo Dias *et al.* (2008) citados por Lopes (2010) há a predominância de três géneros florísticos melíferos: *Erica*, *Echium* e *Lavandula*.

Segundo o GPP (2013), a riqueza e a diversidade da flora melífera portuguesa (Figura 4), seja ela de espécies silvestres (a maioria), ou de plantas cultivadas, como o



Figura 4 - Mapa representativo da flora melífera portuguesa (retirado de GPP, 2013).

castanheiro e o eucalipto, fazem com que exista uma grande diversidade de méis

monoflorais ao longo do país. Os méis monoflorais mais conhecidos e produzidos são: mel de Rosmaninho (*Lavandula sp.*), nas zonas de cota inferior a 400 m; mel de Urze (*Erica sp.*), até à cota de 900 m; mel de Castanheiro (*Castanea sativa*), produzido em zonas de montanha (entre os 700 e 1200 m).

Podem ainda referir-se os méis de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Medronheiro (*Arbutus unedo*), Soagem (*Echium sp.*), Poejo (*Mentha pulegium*), Laranjeira (*Citrus sinensis*), Cardo (*Carlina racemosa*), Eucalipto (*Eucalyptus sp.*) e Girassol (*Helianthus annuus*).

Em méis de zonas agrícolas, é frequente encontrar na análise polínica qualitativa pólen das espécies *Heliantus annus*, *Trifolium sp.*, *Zea mays*, entre outras, já os méis com *Brassica sp.*, por exemplo, definem as características dos méis das zonas de prado (Silvano *et al.*, 2014), e nas zonas de montanha, há a predominância de espécies como *Erica sp.* e *Castanea sativa* (GPP, 2013).

Os méis monoflorais são muito apreciados nas regiões de onde provêm, e por isso, atingem normalmente um preço de mercado mais elevado devido a essa procura específica, mas também porque os custos de produção são igualmente mais elevados, pois os apicultores são obrigados a realizar crestas específicas para cada floração.

Foi definido pela Federação Nacional de Apicultores de Portugal e apresentado no relatório do PAN 2014-2016 um exemplo de um calendário de floração (Tabela 2) de algumas das espécies melíferas portuguesas. Segundo este calendário, a urze está em floração nos meses de Março a Julho, o castanheiro em Maio e Junho, o eucalipto entre Novembro e Março, o rosmaninho entre Fevereiro e Junho, a soagem entre Março e Junho, girassol entre Junho e Agosto, laranjeira entre Fevereiro e Abril, medronheiro entre Outubro e Dezembro, alecrim de Novembro a Março, cardo de Julho a Setembro, carvalho em Abril, e de Julho a Outubro, e por fim, a azinheira de Julho a Setembro. Contudo, importa salientar que estes meses de floração variam de acordo com as características geográficas da região, uma vez que por exemplo no distrito de Viseu, observou-se que em Abril de 2015 o eucalipto ainda estava em flor.

Tabela 2 - Calendário de floração de algumas espécies com interesse na apicultura (adaptado de GPP, 2013).

Espécies / Meses de Floração	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Erica umbellata</i> (Urze)			■	■	■	■	■	■				
<i>Castanea sativa</i> (Castanheiro)			■	■	■	■	■					
<i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto)	■	■	■	■							■	■
<i>Lavandula stoechas</i> (Rosmaninho)		■	■	■	■	■	■					
<i>Echium plantagineum</i> (Soagem)		■	■	■	■	■	■					
<i>Helianthus annuus</i> (Girassol)			■	■	■	■	■	■				
<i>Citrus sinensis</i> (Laranjeira)		■	■	■	■							
<i>Arbutus unedo</i> (Medronheiro)										■	■	■
<i>Rosmarinus officinalis</i> (Alecrim)	■	■	■	■						■	■	■
<i>Carlina racemosa</i> (Cardo)			■	■	■	■	■	■	■			
<i>Quercus pyrenaica</i> (Carvalho)			■	■	■	■	■	■	■	■		
<i>Quercus rotundifolia</i> (Azinheira)			■	■	■	■	■					

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, começou-se por construir uma base de dados em Excel com os dados relativos aos apicultores, unidades epidemiológicas, apiários e número de colónias em cada um dos concelhos dentro da Zona Controlada da Associação dos Apicultores da Beira Alta (AABA), para melhor definir a amostra estatística. Esta amostra foi selecionada de acordo com a proporcionalidade da representação dos apiários por concelho e unidades epidemiológicas.

3.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foram estudados méis da região da Beira Alta (Tabela 3) fornecidos pelos Associados da AABA, referentes ao ano apícola de 2014 extraídos entre Julho e Outubro, sendo que nos concelhos assinalados com asterisco* (Aguiar da Beira, Tondela e Viseu) não foi possível obter a totalidade das amostras previstas devido à indisponibilidade dos apicultores contactados.

Tabela 3 - Número de amostras previstas de méis da Beira Alta produzidos em 2014 em função do nº de unidades epidemiológicas, e respetivo nº de amostras recolhidas.

Concelho (Codificação)	Nº Unidades Epidemiológicas	Nº Amostras previstas (Nº U E/13)	Nº de Amostras recolhidas
Aguiar da Beira (AGB)*	43	3	1
Carregal do Sal (CS)	10	1	1
Fornos de Algodres (FAG)	14	1	1
Mangualde (MG)	26	2	2
Nelas (NL)	13	1	1
Penalva do Castelo (PC)	23	2	2
Satão (ST)	41	3	3
Sernancelhe (SR)	20	2	2
Tondela (TND)*	112	9	5
Viseu (VS)*	162	12	9
--	Total	36	27

Devido à variabilidade da localização dos apiários, a seleção das amostras foi feita por concelho de acordo com o número de unidades epidemiológicas existentes em cada um dos concelhos em estudo. Assim definiu-se recolher 36 amostras, contudo apenas se obtiveram 27.

3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os seguintes parâmetros físico-químicos foram determinados em triplicado para cada uma das amostras, exceto no que concerne ao hidroximetilfurfural e cor:

- pH (método descrito por Gomes *et al.*, 2010);
- Teor de humidade (AOAC, 1990; Método Oficial 969.38);
- Teor de sólidos solúveis totais (NP EN 12143:1999);
- Condutividade elétrica (ensaio condutivimétrico descrito por Sancho *et al.*, 1991);
- Teor de cinzas (estimado por ensaio condutivimétrico descrito por Sancho *et al.*, 1991 e aplicação da equação de Sancho *et al.*, 1992);
- Acidez livre (AOAC, 1990; Método Oficial 962.19);
- Hidroximetilfurfural (AOAC, 1990; Método Oficial 980.23);
- Cor (método colorimétrico)

DETERMINAÇÃO DO pH

O pH das amostras de méis foi determinado de acordo com o método descrito por Gomes *et al.* (2010). Inicialmente pesou-se 5 g de mel de uma amostra, e adicionou-se 75 ml de água destilada, tendo depois se procedido à homogeneização da solução. O potenciómetro foi calibrado e a leitura da amostra foi realizada através da inserção do eléctrodo na solução. Os valores obtidos referentes ao pH e à temperatura da solução foram registados.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA

O teor de água foi determinado com recurso a um refratómetro através do método oficial 969.38 de 1990 da AOAC. Inicialmente calibrou-se o refratómetro, e posteriormente colocou-se uma gota de mel sobre o prisma, e procedeu-se à leitura da escala. O teor de água, expresso em percentagem, foi obtido pela diferença entre 100 e o valor obtido na leitura.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por refratometria, segundo a Norma Portuguesa EN 12143 de 1999, os resultados foram registados e expressos em percentagem.

As amostras de méis cristalizados foram sujeitas a tratamento térmico a 50°C durante 5-10min para a dissolução dos cristais.

DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica foi determinada por ensaio condutivimétrico descrito por Sancho *et al.* (1991). Começou-se por pesar 5 g de amostra de mel, adicionou-se 75 ml de água destilada e a solução foi depois homogeneizada. O elétrodo do condutímetro foi lavado com água destilada e seco com papel absorvente. A determinação foi realizada através da inserção do elétrodo na solução. O valor obtido foi expresso em mS/cm.

DETERMINAÇÃO DAS CINZAS TOTAIS

O teor de cinzas foi estimado através dos valores obtidos no ensaio condutivimétrico, usando a equação:

Teor em cinzas (%) = 0,83 x condutividade – 0,092 (Sancho *et al.*, 1992)

Segundo Acquarone *et al.* (2007) existe uma correlação linear entre o teor de cinzas e condutividade elétrica.

DETERMINAÇÃO DOS ÁCIDOS LIVRES

A concentração de ácidos livres foi determinada por titulação potenciométrica de acordo com o método Oficial 962.19 de 1990 da AOAC. Pesou-se 10 g de mel, e juntou 75 ml de água destilada para a homogeneização da solução. Adicionou-se à solução 4 a 5 gotas de fenolftaleína e procedeu-se à titulação com NaOH a 0,1M até a cor ser alterada para rosa, e esta se manter durante 10 segundos (Figura 5). O volume de NaOH gasto em cada uma das soluções foi registado, e o valor da acidez livre foi calculado usando a fórmula

Acidez = $V_{(NaOH)} \times P_A$, onde $V_{(NaOH)}$ corresponde ao volume de NaOH gasto (ml), e P_A , o peso da amostra (g), expressando-se os resultados em miliequivalentes de ácidos por quilograma de mel.



Figura 5 - Titulação de uma solução de mel com NaOH (0,1M) para determinação do teor de ácidos livres.

DETERMINAÇÃO DO HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

O hidroximetilfurfural foi determinado segundo o método oficial 980.23 de 1990 da AOAC. Pesou-se 5 g de mel e dissolveu-se em 25 ml de água destilada. Colocou-se a solução num balão de diluição de 50 ml, e juntou-se 0,5 ml de Carrez I e 0,5 ml de Carrez II, perfazendo o volume com água destilada.

Filtrou-se a solução e rejeitaram-se os primeiros 10 ml. Pipetou-se 5 ml da solução para dois tubos de ensaio, a um dos tubos adicionou-se 5 ml de água destilada e no outro tubo 5 ml de metabisulfito de potássio a 0,2%.

As leituras da absorvância foram realizadas em dois comprimentos de onda diferentes, 284nm e 336nm e os valores obtidos foram registados.

Os valores de hidroximetilfurfural foram calculados usando a seguinte fórmula:
$$\text{HMF}/100\text{g de mel} = (\text{Abs}_{284} - \text{Abs}_{336}) \times 14.97 \times (5/\text{g de amostra}).$$

DETERMINAÇÃO DA COR

A cor das amostras de méis foi medida e expressa através do sistema de cor CIELab com recurso a um colorímetro Konica Minolta. O equipamento foi calibrado usando um quadrado branco da bancada ($L^* = 94,52$, $a^* = 0,36$ e $b^* = 1,04$) como padrão. O parâmetro L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco), o parâmetro a^* (representa uma coordenada cromática) indica o grau de vermelho ($+a^*$) ou verde ($-a^*$), enquanto o parâmetro b^* (representa uma coordenada cromática) indica o grau de amarelo ($+b^*$) ou azul ($-b^*$).

A leitura das amostras foi efetuada através da colocação direta do sensor do colorímetro nos frascos de mel (iguais morfologicamente).

As amostras que se encontravam cristalizadas, foram sujeitas a um tratamento térmico prévio (submetidas a 50°C durante 5-10min) para que o mel ficasse fluído.

Foram realizadas 20 determinações por amostra.

3.3. ANÁLISES POLÍNICAS

Para a caracterização polínica dos méis construiu-se uma palinoteca de referência da flora da região, sendo as preparações de pólen elaboradas de acordo com o método descrito por Louveaux *et al.* (1978).

Para a análise quantitativa usou-se o método traduzido de Von der Ohe *et al.* (2004), sendo as amostras classificadas de acordo com as classes de Maurizio (1939).

A análise polínica qualitativa seguiu o método de Louveaux *et al.* (1978), tendo-se contado mais de 1200 grãos de pólen por amostra de mel, segundo o critério de Vergeron (1964).

A preparação das amostras que envolvem toda a análise polínica foram efetuadas no Laboratório LabApis da UTAD, tendo os protocolos experimentais adotados sido fornecidos pelo seu Responsável.

3.3.1. CONSTRUÇÃO DE UMA PALINOTECA DE REFERÊNCIA

A acetólise é uma técnica que foi inventada por Erdtman em 1945, e consiste num conjunto de procedimentos químicos e físicos violentos que permitem a limpeza de polimorfos (partículas de dimensões entre 5 e 500µm, que se encontram em sedimentos – exemplos: grão de pólen, esporo, diatomácea, dinoflagelado, entre outros) ficando apenas a parede, que é o componente necessário à identificação, uma vez que contém as características necessárias, ao nível por exemplo da dimensão e ornamentação. A parede do grão de pólen é bastante rígida devido à presença de esporopolenina, que para além de proteger o polimorfo, previne a sua desidratação (Lima-Ribeiro & Barberi, 2005).

Em suma, a acetólise consiste numa sucessão de lavagens, centrifugações e decantações com líquidos diferentes a temperaturas diferentes, que são essenciais na preparação quer das lâminas da palinoteca de referência, como também das lâminas de amostras de méis a serem sujeitas a análise qualitativa. Para a construção da palinoteca de referência, foi adotado este método (adaptado de Louveaux *et al.*, 1978), tendo o procedimento experimental sido o seguinte:

- 1) Colocação do material polinífero (estames ou flor inteira) em crivos, ou pedaços de rede de 125µm de porosidade, sobre um gobelé e triturar, aplicando de seguida jatos de água destilada. Para grãos de pólen muito grandes (e.g. *Curcubitaceae*) usar crivo de malha maior, cerca de 250µm;
- 2) Verter o material obtido para um tubo de centrifuga numerado previamente, de preferência de 12cm³ e fundo cónico;
- 3) Centrifugar durante 10 minutos a 3000 r.p.m (rotações por minuto);

- 4) Decantar e adicionar um pouco de ácido acético glacial. Agitar (com agitador do tipo vortéx) e acabar de encher os tubos com ácido acético glacial;
- 5) Centrifugar e decantar;
- 6) Fazer a mistura de acetólise adicionando lentamente 1,5 ml de ácido sulfúrico concentrado a 13,5 ml de anidrido acético. Agitar bem com uma vareta de vidro, obtendo-se assim uma solução de 9:1;
- 7) Adicionar um pouco da mistura a cada tubo de ensaio e agitar. Encher os tubos até 3/4 do seu volume;
- 8) Colocar em banho-maria fervente durante 3 minutos (6 minutos para grãos de pólen muito pequenos, exemplo os de *Myosotis* com 10 μ m);
- 9) Centrifugar e decantar cuidadosamente;
- 10) Adicionar um pouco de água destilada. Agitar, completar o volume, centrifugar e decantar;
- 11) Fazer uma mistura de glicerol a 50%;
- 12) Adicionar um pouco de mistura, agitar, completar o volume, centrifugar e decantar;
- 13) Deixar os tubos de boca para baixo e colocá-los numa estufa a 40°C durante uma hora ou à temperatura ambiente durante uma noite;
- 14) Dispor em fila o número de lâminas pretendidas, previamente desengorduradas, identificando-as com o número correspondente;
- 15) Liquefazer um pouco de glicerogelatina num tubo de ensaio. Pipetar um volume de glicerogelatina adequado ao volume de sedimento polínico obtido, com uma micropipeta ou pipeta de Pasteur e adicionar ao tubo centrífuga atendendo a que a preparação não fique com pólen a mais ou a menos. Agitar muito bem;
- 16) Com uma micropipeta ou uma pipeta Pasteur, pipetar um pouco da mistura polínica e depositar uma “gota” em cada lâmina a 2/3 do comprimento e ao meio da largura (Figura 6);

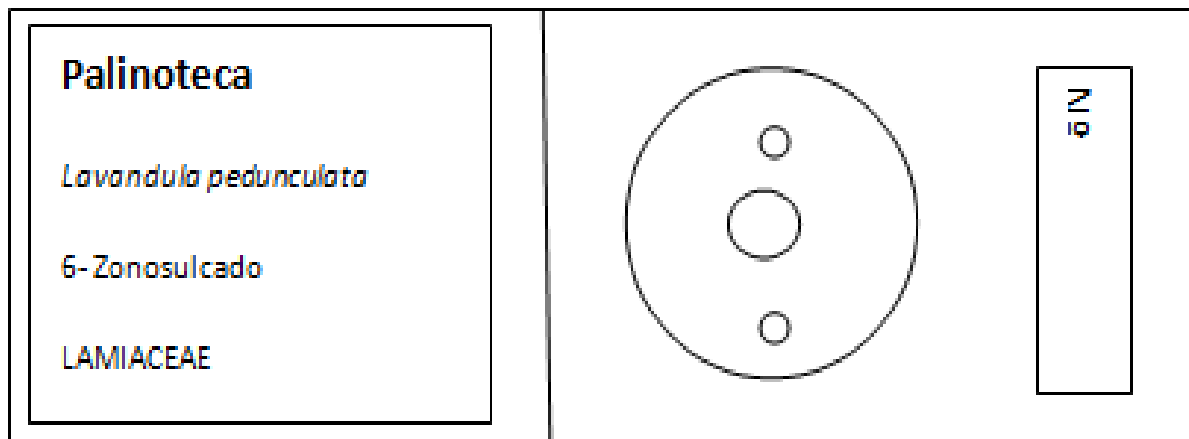


Figura 6 - Preparação polínica de referência para observação ao microscópio ótico.

- 17) Deixar solidificar;
- 18) Cortar um pouco de plasticina e, entre a mão e a mesa, formar um fio. Com a ajuda de uma lança cortar pedacinhos do tamanho aproximado da cabeça de um alfinete;
- 19) Colocar dois pedacinhos de um lado e do outro da “gota” num diâmetro inferior a 16mm;
- 20) Com a ajuda de pinças colocar uma lamela de 18mm diâmetro sobre os pedacinhos de plasticina. Fazer pressão nesses pontos até que a “gota” adira à lamela;
- 21) Liquefazer um pouco de parafina sólida num conta-gotas, numa placa aquecida a +/- 150°C;
- 22) Aquecer um ou dois segundos a lâmina e depositar duas ou três gotas de parafina entre lâmina e lamela. A parafina deslocar-se-á por capilaridade;
- 23) Retirar a lâmina e deixar solidificar, de preferência com a lamela para baixo, para que o pólen se deposite junto desta, facilitando a observação ao microscópio;
- 24) Raspar o excesso de parafina, com uma lâmina (de barbear) ou bisturi, ou limpar com xilol;
- 25) Colocar as etiquetas com a identificação da planta que forneceu o pólen, família e morfologia polínica;
- 26) Ordenar a palinoteca segundo a morfologia polínica, nome ou família.

3.3.2. MÉTODO QUANTITATIVO DE ANÁLISE MELISSOPALINOLÓGICA

A preparação das lâminas para análise quantitativa seguiu o método quantitativo de análise melissopalínológica traduzido de Von der Ohe (2004) e que consiste em:

- 1) Pesagem de 10 g de mel, anotando o peso arredondado à primeira casa decimal num copo de vidro;
- 2) Misturar bem com cerca de 40 ml de água destilada morna (20 - 40° C). (O volume de água é maior do que para a análise qualitativa, porque uma diluição completa da amostra de mel assegura uma fácil passagem através da membrana de filtração e uma melhor distribuição dos grãos de pólen na superfície do filtro);
- 3) A fim de facilitar o reconhecimento do pólen, podem ser adicionadas diretamente à água algumas gotas de solução 0,1% de fucsina básica em etanol.
- 4) Montar um aparelho de filtração sob vácuo (Figura 7), utilizando um filtro de membrana de ésteres de celulose misturados, com um tamanho de poro de 3µm de diâmetro e 25-47 mm (filtros micro análise e os filtros de membrana, tais como SSWP02500ouSSWP04700daMillipore);



Figura 7 - Filtração sob vácuo de uma solução de mel para análise polínica quantitativa.

- 5) Despejar um pouco de água para o filtro absorver e, em seguida, despejar a solução de mel;
- 6) Lavar o copo várias vezes com uma pequena quantidade de água destilada e ligar o aparelho de filtração sob vácuo;

- 7) Lavar cuidadosamente as paredes do porta filtro;
- 8) Remover o filtro por meio de pinças com extremidades planas e colocar a secar numa placa de aquecimento mantida a cerca de 40°C;
- 9) Preparar uma lâmina com algumas gotas de óleo de imersão, colocar o filtro na lâmina, adicionar uma ou duas gotas de óleo a mais de imersão na superfície do filtro e cobrir com uma lamela de tamanho apropriado (Figura 8). O óleo irá tornar o filtro transparente. Se for usado um filtro de 47 mm, cortar em duas partes e preparar duas lâminas separadas com cada uma das duas partes.



Figura 8 - Preparação de lâminas para análise polínica quantitativa incorporando os filtros com recurso a óleo de imersão.

CONTAGEM DE ELEMENTOS

A contagem dos elementos deve ser realizada usando a ampliação do microscópio mais apropriada para observar a lâmina (para contagem ideal, o número de elementos em cada campo deve estar entre 10 e 20). É necessário contar pelo menos 500 elementos (PG e HDE), em pelo menos 100 campos. A fim de examinar uniformemente toda a superfície, olhar para os campos em 10 linhas paralelas equidistantes de uma borda do filtro para a outra. Enquanto se move de um campo para o outro, é aconselhável não olhar para o microscópio para evitar qualquer escolha inconsciente do campo. Contar os grãos de pólen e os elementos de melada separadamente. Se a lâmina tiver poucos elementos, pode ser necessário contar em mais 10 linhas a fim de se obter uma contagem total de 500 elementos. Se a lâmina

for excessivamente rica em elementos, poderá ser necessário proceder a uma outra preparação, com uma menor quantidade de mel.

Para calcular o número absoluto de elementos (N), é necessário calcular a área da superfície do filtro que contem o sedimento (S) e a área dos campos do microscópio na ampliação utilizada (s). O último pode ser medido usando uma ocular micrométrica. O número absoluto de grãos de pólen em 10 g de mel (PG/10 g) e o número absoluto de elementos de melada em 10 g de mel (HDE/10 g) são calculados como se segue:

$$PG/10g = S \times nPG \times 10 / s \times a \times p$$

$$HDE/10g = S \times nHDE \times 10 / s \times a \times p$$

S é a área da superfície da parte do filtro contendo sedimento (mm²); s é a área de um campo microscópico com a ampliação utilizada (mm²); nPG é o número total de grãos de pólen (PG) contados; nHDE é o número total de elementos de melada (HDE) contados; a é o número de campos contados; e p é o peso do mel (g). O número total de elementos (N) resulta da soma de nPG com HDE. Os resultados são expressos em milhares.

De acordo como número total de elementos, os méis são classificados em 5 classes I, II, III, IV e V (Tabela 4).

Tabela 4 - Classes de Maurizio (1939) em função do número de grãos de pólen por 10 g de mel.

Classes	Nº de grãos de pólen/10g (X)	Observações
I	X < 20 000	Méis monoflorais pobres em pólen
II	20 000 < X < 100 000	Maioria dos méis, nomeadamente os produzidos a partir de néctar ou néctar e melada
III	100 000 < X < 500 000	Méis ricos em pólen e méis de melada
IV	500 000 < X < 1000 000	Méis bastante ricos em pólen ou alguns extraídos por prensagem
V	X > 1000 000	Somente os méis obtidos por prensagem e muito ricos em pólen

A Tabela 5 estabelece a relação entre os elementos de melada e número de grãos de pólen usada para obter o coeficiente de melada.

Tabela 5 - Relação entre nº de elementos de melada (EM) e nº de grãos de pólen por 10 g de mel.

Observações dos Elementos de Melada	EM/NGP
Praticamente nenhum (PN)	<0.09
Poucos (P)	0.10-1.49
Quantidade Média (QM)	1.5-2.99
Numerosos (N)	3.0-4.49
Muito numerosos (MN)	>4.5

3.3.3. MÉTODO QUALITATIVO DE ANÁLISE MELISSOPALINOLÓGICA

As lâminas de amostras de méis a serem sujeitas a análise melissopalínológica qualitativa foram produzidas de acordo com o método adaptado de Louveaux *et al.*, (1978) estando o procedimento enumerado a seguir:

- 1) Pesar 10 g de mel num copo de 50 ml;
- 2) Adicionar pelo menos 20 ml de água destilada preferencialmente morna;
- 3) Homogeneizar a mistura num agitador magnético a 40°C;
- 4) Verter para um tubo de centrífuga de 50 ml, com fundo cônico;
- 5) Centrifugar durante 3 min a 3000 r.p.m;
- 6) Decantar com uma pipeta Pasteur ligada a uma bomba de vácuo, deixando um pouco de água no fundo. Homogeneizar e transferir para um tubo de centrífuga menor (10 ml), tendo o cuidado de perder o mínimo possível de sedimento. Calibrar, centrifugar e decantar;
- 7) Adicionar um pouco de ácido acético glacial. Agitar (com agitador tipo vortéx) e preencher os tubos até 5 ml com ácido acético glacial;
- 8) Centrifugar e decantar com uma pipeta Pasteur ligada a uma bomba de vácuo;
- 9) Fazer a mistura de acetólise na proporção de nove partes anidrido acético para uma parte de ácido sulfúrico concentrado. Para 50 ml de solução adicionar lentamente 5 ml de ácido sulfúrico a 45 ml de anidrido acético e agitar bem com uma vareta de vidro.
- 10) Adicionar um pouco da mistura a cada tubo de ensaio e agitar. Preencher os tubos até 5 ml;

- 11) Colocar os tubos em banho-maria fervente durante 3 minutos;
- 12) Centrifugar e decantar com uma pipeta Pasteur ligada a uma bomba de vácuo;
- 13) Adicionar um pouco de água destilada. Agitar, completar o volume, centrifugar e decantar com uma pipeta Pasteur ligada a uma bomba de vácuo;
- 14) Fazer uma mistura de glicerol a 50%, bem homogeneizada;
- 15) Adicionar um pouco da mistura, agitar e preencher até 5 ml, centrifugar e decantar com uma pipeta Pasteur ligada a uma bomba de vácuo, deixando o menos possível de líquido, sem no entanto perder pólen;
- 16) Colocar na estufa a secar, no máximo 2 dias;
- 17) Adicionar um volume, adequado à quantidade de sedimento, de glicero-gelatina liquefeita com a ajuda de uma micropipeta;
- 18) Agitar muito bem;
- 19) Pipetar 0,075 ml com a ajuda de uma micropipeta e depositar numa lâmina previamente desengordurada;
- 20) Colocar com cuidado uma lamela quadrada de 20mm de lado, em cima do pipetado. O líquido espalhar-se-á por toda a superfície da lamela. Se necessário pode-se aquecer um pouco para ajudar. Sela-se com verniz das unhas depois de deixar repousar um pouco;
- 21) Colocar etiquetas para identificação, tal como está representado na Figura 9.


Palinoteca UTAD <i>Am. Nº</i> _____ <i>Origem</i> _____ <i>Tipo</i> _____	
---	--

Figura 9 - Exemplo de uma preparação polínica de mel para observação ao microscópio ótico.

IDENTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS

É necessário contar pelo menos 300 grãos de pólen para uma estimativa das frequências relativas de tipos de pólen e 500-1000 grãos de pólen para a determinação das frequências relativas (Behmb *et al.*, 1996). O exame ao microscópio é levada a cabo com a ampliação que é mais adequada para a identificação dos vários elementos no sedimento (400 a 1000 x).

Depois de uma primeira verificação geral para determinar os tipos principais e densidade de grãos de pólen, as frequências relativas de cada tipo de pólen são determinadas como se segue.

Identificar e contar os grãos de pólen, em grupos de 100, descrevendo cinco linhas paralelas equidistantes uniformemente distribuídas a partir de um bordo da lamela para o outro, até que 500 grãos sejam contados (Figura 10).

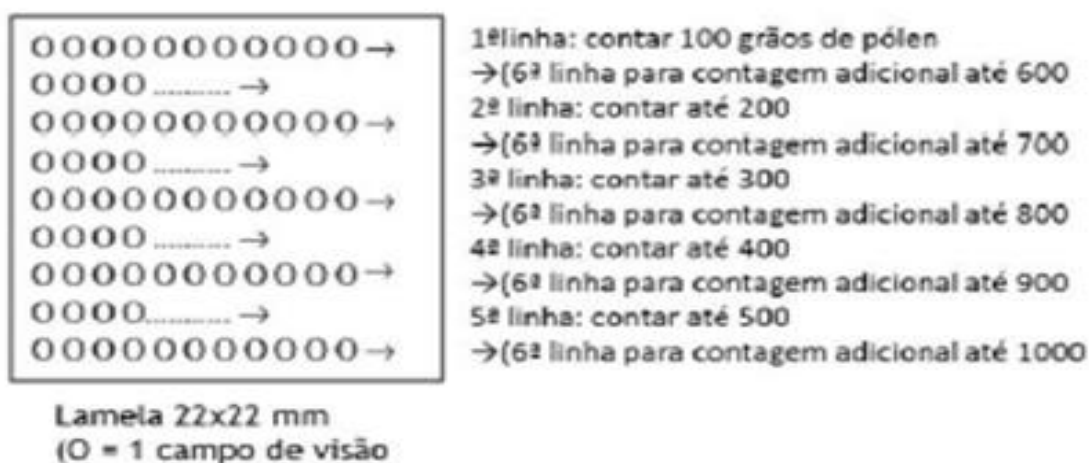


Figura 10 - Esquema de contagem de grãos de pólen para análise melissopalínológica qualitativa.

Se as frequências relativas não forem estáveis ou se a contagem de 500 grãos de pólen não for suficiente para a interpretação (espectro complexo, pólen sobre-representado, abundância de pólen de plantas pouco nectaríferas ou outras condições que possam mascarar a fonte de néctar real do mel), continuar a contagem para 1000 realizando mais 5 linhas paralelas situadas entre as 5 primeiras. Para a análise da lâmina, deve ser utilizada a matriz apresentada na Figura 10 para garantir um exame homogêneo.

Os campos de visão individuais (paragens de contagem) devem ser distribuídas uniformemente ao longo da linha, e a distância entre os pontos de contagem deve ser calculada com base na densidade dos grãos de pólen na

preparação e no tamanho do campo de visão. No caso de um mel com teor de pólen muito baixo, pode ser necessário dispor de uma sequência completa de sucessivos campos de visão ao longo da linha. Contar abortivos, grãos de pólen irregulares ou quebrados se eles puderem ser identificados. Anotar separadamente os grãos não identificáveis ou não identificados.

Anotar também separadamente elementos de melada (HDE), esporos de fungos, hifas e algas microscópicas. Registrar outros constituintes do sedimento, como matéria finamente granulada ou microcristalina, leveduras, impurezas, partículas de fuligem, corpúsculos de gordura, amido e partículas vegetais. Se o sedimento contiver uma elevada percentagem de pólen sobre-representado (tal como *Myosotis*, *Castanea* ou *Eucalyptus*), recomenda-se realizar uma segunda contagem excluindo o pólen sobre-representado, a fim de determinar com mais precisão a abundância relativa dos outros tipos de pólen. Este procedimento requer uma quantidade variável de tempo, dependendo da complexidade do espectro de pólen e da experiência do técnico (geralmente 30 min a 1 h).

A identificação dos grãos de pólen deve ser levada até à espécie vegetal quando possível, através da comparação dos grãos de pólen das amostras de méis com as preparações de referência ou recorrendo à informação disponível em "Atlas Polínico de Andalucía Occidental" (Valdés *et al.*, 1987). Quando não for possível identificar com certeza a espécie vegetal dos grãos de pólen, devido às semelhanças que se observam entre algumas delas, o pólen, deve ser classificado em tipos polínicos tal como Valdés *et al.* (1987) descreveu.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARATERIZAÇÃO DA APICULTURA DA REGIÃO DA BEIRA ALTA

Segundo os dados fornecidos pela Associação dos Apicultores da Beira Alta em 2014, o número total de apicultores associados que detêm colónias dentro da Zona Controlada desta Associação é de 378, representando um total de 620 apiários, 476 unidades epidemiológicas e 8.985 colónias de abelhas.

Após seleção da amostra estatística, verificou-se que os 26 apicultores que contribuíram com amostras de méis, representam 52 apiários, 816 colónias, com produtividade total de 8.680 kg de mel, valor este que é muito abaixo do espectável mesmo para apicultores não profissionais. Estes dados foram obtidos através de um questionário realizado aos referidos apicultores (anexo I). Esta produtividade aferida representa 6% do potencial que a região poderia produzir, considerando o valor médio nacional de 16 kg por colónia.

Em termos de valores médios, verificou-se que cada apicultor tem 31 colónias, distribuídas por 2 apiários cuja produção por colónia é aproximadamente 11 kg de mel. E portanto, apesar destes valores serem mais baixos que a média nacional estimada no programa apícola nacional, verificou-se que existe uma aproximação do valor médio de colónias obtido de 31 para a média nacional que é 34, e do número médio de apiários obtido de 2 para 2,4 que é a média nacional. A produtividade averiguada é inferior ao valor médio nacional que é 16 kg, o que poderá estar relacionado com o fato de alguns destes apicultores se encontrarem em fase de multiplicação do efetivo, dando preferência às técnicas de multiplicação de colónias, em detrimento da produção de mel. Outras causas poderão estar relacionadas com doenças apícolas, manejo desadequado e falta de seleção genética das colónias.

De entre estes 26 apicultores, 50% têm o 4º ano de escolaridade, 35% distribuem-se pelos restantes anos de escolaridade até ao 12º ano, 11% licenciatura e 4% mestrado, estando estes resultados apresentados na Figura 11. Do total de apicultores consultados 46% são reformados, considerando a apicultura uma forma de ocupação de tempo, 42% são trabalhadores por conta de outrem, e procuram uma fonte para aumentar os seus lucros financeiros considerando ao mesmo tempo esta atividade como um hobby, 8% são agricultores e referem que a apicultura é uma atividade complementar, e apenas 4% (Figura 11) são trabalhadores por conta

própria e pensam em evoluir profissionalmente no sector apícola e dedicar-se em exclusivo a esta prática.

Habilitações literárias



Situação Profissional



Figura 11 - Habilitações literárias e situação profissional dos apicultores da Beira Alta que contribuíram com amostras de méis de 2014 para o presente estudo.

Face aos dados obtidos na Figura 12, verifica-se que 78% destes apicultores realiza a extração de mel em casa, sem contudo ter uma unidade de produção primária (UPP) que é um local licenciado de acordo com as condições de higiene previstas no Regulamento (CE) nº852/2004 de 29 de Abril, para a extração. Dos restantes apicultores, 11% vêm à Associação dos Apicultores da Beira Alta, 7% têm UPP, e 4% dispõem de outros meios, nomeadamente alguns revelaram ir a casa de amigos para realizar a extração. Fica assim perceptível que a maioria dos apicultores desta região têm fraca orientação para o mercado, uma vez que não dispõem de locais apropriados para a extração, o que os limita posteriormente na venda. Essa limitação resulta do fato da legislação portuguesa exigir que no rótulo conste o número da UPP do produtor ou em alternativa um selo que ateste a segurança alimentar do produto atribuído por uma melaria quando o mel é extraído e/ou embalado nas instalações da mesma.

Os meses de cresta escolhidos pelos apicultores que contribuíram neste estudo com amostras de méis produzidos em 2014, foram: Julho (7%), Agosto (85%), Setembro (4%) e Outubro (4%).

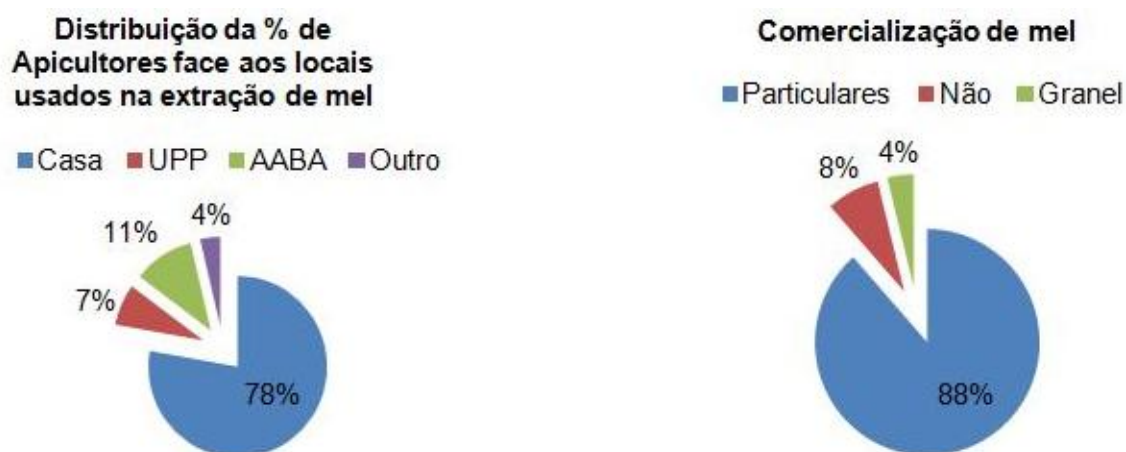


Figura 12 - Locais de extração e forma de comercialização dos méis da Beira Alta no ano de 2014.

Ainda de acordo com a informação obtida nos questionários aferiu-se que 88% dos apicultores vendem o seu mel a particulares, 4% vendem a granel, cujo principal destino será a indústria transformadora, e 8% dos apicultores não vendem mel. Estes resultados estão de acordo com o fato do setor não estar organizado.

Tendo em conta o perfil do apicultor determinado neste trabalho, a certificação do mel como produto com denominação de origem protegida, pode por um lado fomentar o crescimento da produtividade uma vez que será possível comercializar este produto com um valor acrescentado que ajudará na obtenção de lucros aos produtores sobretudo para aqueles que estão a iniciar a sua atividade apícola, contudo por outro lado, face à existência de mecanismos individuais de escoamento do mel, poderá ser difícil agregar a produção com vista à certificação de uma quantidade suficiente de mel que satisfaça as exigências do mercado.

4.2. CARATERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÉIS DA BEIRA ALTA

As amostras de méis foram submetidas a análises físico-químicas no que diz respeito aos parâmetros pH, condutividade elétrica, cinzas totais, ácidos livres, teor de água e de sólidos solúveis totais, tendo os resultados sido obtidos em triplicado e expressos na forma de média \pm desvio padrão (Tabela 6).

De acordo com os resultados obtidos, o valor médio do pH dos méis da Beira Alta do ano 2014 foi de 3,8, variando entre 3,4 e 4,3, tendo o mínimo sido obtido nas amostras FAG1 e TND2 pertencentes ao concelhos de Fornos de Algodres e Tondela, e o máximo obtido na amostra VS8 do concelho de Viseu. Dentro do

mesmo concelho, a variação neste parâmetro foi semelhante ao que se verificou entre concelhos diferentes. Estes valores vão de encontro ao intervalo de pH 3,4 - 4,3 descrito na bibliografia (Iglesias *et al.*, 2012), para méis portugueses produzidos nos anos 2009, 2010 e 2011 na região norte de Portugal, indicando assim a ausência de fermentação ou adulteração do mel (Lopes, 2010). Estes resultados também são semelhantes aos referidos por Bogdanov *et al.* (2008), e o fato de haver pequenas variações nos valores de pH para as amostras de méis, faz pressupor que apresentam algumas diferenças em termos de composição.

Tabela 6 - Resultados obtidos nas análises físico-químicas de méis da Beira Alta produzidos em 2014.

Concelho	Amostra	pH	Condutividade elétrica (mS/cm)	Cinzas totais (%)	Ácidos livres (meq/kg)	Água (%)	Sólidos solúveis totais (%)
Aguiar da Beira	AGB1	3,7±0,1	0,45±0,01	0,3±0,0	55±7	18,0±0,0	82,0±0,0
Fornos de Algodres	FAG1	3,4±0,0	0,31±0,01	0,2±0,0	43±4	18,1±0,1	81,9±0,1
Mangualde	MG1	4,0±0,0	0,61±0,00	0,4±0,0	43±5	18,9±0,1	81,1±0,1
	MG2	3,7±0,1	0,38±0,00	0,2±0,0	35±1	18,5±0,0	81,5±0,0
Satão	ST1	3,8±0,1	0,43±0,01	0,3±0,0	33±7	18,0±0,0	82,0±0,0
	ST2	4,0±0,3	0,40±0,01	0,2±0,0	26±6	17,9±0,2	82,1±0,2
	ST3	3,6±0,1	0,31±0,01	0,2±0,0	32±9	17,8±0,0	82,2±0,0
Sernancelhe	SR1	4,0±0,0	0,52±0,00	0,3±0,0	53±11	18,6±0,1	81,4±0,1
	SR2	3,9±0,0	0,56±0,00	0,4±0,0	46±8	18,9±0,1	81,1±0,1
Tondela	TND1	4,0±0,1	0,82±0,00	0,6±0,0	48±5	19,3±0,4	80,7±0,4
	TND2	3,4±0,0	0,38±0,01	0,2±0,0	37±7	19,7±0,2	80,3±0,2
	TND3	3,7±0,1	0,63±0,01	0,4±0,0	57±8	19,0±0,0	81,0±0,0
	TND4	3,7±0,1	0,37±0,01	0,2±0,0	26±5	19,3±0,3	80,7±0,3
	TND5	3,7±0,1	0,42±0,01	0,3±0,0	33±5	18,0±0,0	82,0±0,0
Viseu	VS1	3,5±0,0	0,41±0,03	0,3±0,0	40±4	18,6±0,1	81,4±0,1
	VS2	3,7±0,1	0,35±0,01	0,2±0,0	30±3	18,2±0,1	81,8±0,1
	VS3	3,6±0,1	0,34±0,01	0,2±0,0	25±6	19,6±0,1	80,4±0,1
	VS4	3,8±0,0	0,47±0,00	0,3±0,0	40±10	18,2±0,0	81,8±0,0
	VS5	3,9±0,0	0,57±0,03	0,4±0,0	44±5	18,1±0,1	81,9±0,1
	VS6	3,9±0,0	0,53±0,00	0,3±0,0	34±7	19,3±0,3	80,7±0,3
	VS7	3,6±0,0	0,42±0,11	0,3±0,1	32±6	18,5±0,0	81,5±0,0
	VS8	4,3±0,2	0,49±0,00	0,3±0,1	40±1	17,9±0,1	82,1±0,1
	VS9	3,9±0,0	0,51±0,01	0,3±0,0	36±2	19,4±0,0	80,6±0,0
Penalva do Castelo	PC1	3,8±0,0	0,42±0,00	0,3±0,0	35±1	18,7±0,2	81,3±0,2
	PC2	3,8±0,0	0,29±0,00	0,2±0,0	15±1	17,5±0,0	82,5±0,0
Carregal do Sal	CS1	4,1±0,0	0,41±0,00	0,2±0,0	27±2	18,0±0,1	82,0±0,1
Nelas	NL1	3,9±0,0	0,40±0,00	0,2±0,0	30±0	17,8±0,1	82,2±0,1

Em suma, estes valores estão de acordo com o espectável, uma vez que o mel é uma solução ácida em que o pH habitualmente varia entre 3,2 e 4,5 (Louveaux, 1985 citado por Russo-Almeida, 1992).

A amostra PC2 apresentou o valor de 0,29mS/cm para o parâmetro condutividade elétrica, e este foi o registo mais baixo obtido, já a amostra TND1 apresentou o valor mais elevado, 0,82mS/cm. O valor médio das amostras foi de 0,45mS/cm.

Verificou-se que houve algumas amostras dentro do mesmo concelho, que apresentaram neste parâmetro valores semelhantes, como é o caso da ST1 e ST2 provenientes de Satão, em que o valor obtido foi de 0,40 e 0,43mS/cm respetivamente, TND2 e TND4 com 0,38 e 0,37mS/cm, VS2 e VS3 com 0,35 e 0,34mS/cm, VS4 e VS8 com 0,47 e 0,49mS/cm. Contudo, amostras de concelhos diferentes também apresentaram valores semelhantes, tais como: ST1 e AGB1 com 0,43 e 0,45mS/cm; SR2 e VS5 0,56 e 0,57mS/cm; e PC1, CS1 e NL1 0,42; 0,41; e 0,40mS/cm.

Segundo Oddo & Piro (2004), os méis monoflorais de *Castanea sp.* apresentam em média um valor de condutividade elétrica de 1,38mS/cm, *Lavandula sp.* 0,21mS/cm, *Eucalyptus sp.* 0,48 mS/cm, *Tília sp.* 0,62mS/cm, e *Erica sp.* 0,70mS/cm, e desta forma face aos resultados obtidos, algumas destas espécies melíferas poderão ter contribuído acentuadamente com o seu pólen para as amostras, como parece ser o caso do eucalipto.

Méis com igual origem florística têm condutividades elétricas muito semelhantes, mesmo que a origem geográfica e condições climáticas sejam distintas (Vorwolh, 1964 citado por Serra Bonhevi, 1987 citado por Russo Almeida, 1992), e desta forma justificamos as semelhanças nos valores encontrados dentro do mesmo concelho, e em concelhos diferentes.

A condutividade elétrica é muitas vezes utilizada em análises de rotina no controlo da qualidade, e pode ser considerada um critério válido para determinar a origem botânica de uma amostra de mel, e para a diferenciação entre méis de néctar e de melada, uma vez que segundo a legislação eles apresentam valores diferentes (Lazarevic, 2012), contudo não é só por si suficiente.

À semelhança dos resultados obtidos na condutividade elétrica, verificamos que o teor de cinzas totais, apresentou valores semelhantes em algumas amostras dentro do mesmo concelho, tais como ST2 e ST3; TND2 e TND4; VS2 e VS3; VS1,

VS4, VS6, VS7, VS8 e VS9, e em concelhos diferentes, FAG1, MG2, ST2, TND4, VS2, CS1 e NL1; MG1, SR2, TND3 e VS5, entre outros. O valor médio obtido nas amostras foi de 0,29%. Todos os valores variaram entre 0,2 e 0,6% e por isso estão em conformidade com as recomendações da FAO (1998), ou seja, que a percentagem, em geral, deve ser igual ou inferior a 0,6%, exceto nos méis de melada ou mistura de méis de melada ou mel de flores de castanheiro, em que o teor pode ir até 1,2. O valor mais elevado neste parâmetro foi obtido para a amostra TND1, nomeadamente 0,6%, que apresentou também um valor de condutividade elétrica elevado. Este resultado parece indicar a proveniência de elementos de melada ou néctar de flores de castanheiro na referida amostra. Já o valor mais baixo no teor de cinzas foi 0,2% registado nas amostras FAG1, MG2, ST2, ST3, TND2, TND4, VS2, VS3, PC2, CS1 e NL1, cujas condutividades elétricas correspondentes variaram entre 0,29 e 0,41mS/cm.

A acidez livre apresentou valores entre 15 (amostra PC2) e 57 (amostra TND3) miliequivalentes de ácidos por quilograma de mel (meq/kg) nas diferentes amostras de méis, tendo o seu valor médio sido 37 meq/kg, e de um modo geral verificou-se que todos os méis são ácidos. Estas variações podem dever-se à origem botânica, época de colheita, concentração de ácidos orgânicos e sais minerais no néctar (Beutler, 1953 citado por Russo-Almeida, 1992). Há reações químicas que o mel pode sofrer, como fermentações, que contribuem para aumentar ainda mais o seu teor em ácidos livres. A glucose e frutose podem ser convertidas em dióxido de carbono e etanol, e este último ser adicionalmente hidrolisado na presença de oxigénio e convertido em ácido acético (Boussaid *et al.*, 2014). A acidez livre está relacionada com a concentração de minerais e ácidos orgânicos presentes, e por isso é importante para a estabilidade do mel contra microrganismos que o poderiam alterar, sendo também um indicador das condições de armazenamento e da fermentação (Lopes, 2010).

Alguns dos valores determinados neste trabalho são mais elevados que os descritos por Andrade *et al.* (1999) para méis da Serra da Lousã, cujo valor médio obtido foi 28,3meq/kg, o que faz supor que existem diferenças da flora melífera da Beira Alta comparativamente com a da Lousã.

De acordo com Oddo & Piro (2004), o valor médio de acidez dos méis monoflorais de *Castanea sp.* é de 13 meq/kg, *Erica arborea* 34,7meq/kg, *Eucalyptus sp.* 19,4meq/kg, *Lavandula sp.* 14,3meq/kg, *Tilia sp.* 20,8meq/kg, e de facto os

resultados têm alguns valores semelhantes a estas médias, o que faz pressupor que possam haver alguns méis monoflorais das espécies referidas, ou que estas contribuam de forma preponderante.

As amostras AGB1, SR1 e TND3 apresentaram valores ligeiramente acima dos 50 meq/kg, o que poderá indicar que estes méis foram sujeitos a más condições de armazenamento, impossibilitando que seja comercializado para o consumidor final. Contudo se o destino for a indústria transformadora, de acordo com o Decreto-Lei 214/2003, o mel poderá ter um valor máximo de 80 meq/kg, o que viabiliza o seu escoamento para este segmento de mercado.

Constata-se pelos resultados da Figura 14 que a condutividade elétrica das amostras de méis estudados tem uma baixa correlação (43%) com a concentração de ácidos livres, ao contrário dos resultados obtidos por Gomes (2009) que demonstram uma correlação moderada de 61%. A condutividade é influenciada por outras variáveis, como a região geográfica de produção, as espécies melíferas que contribuem com néctar para o mel e sua respetiva riqueza em sais minerais.

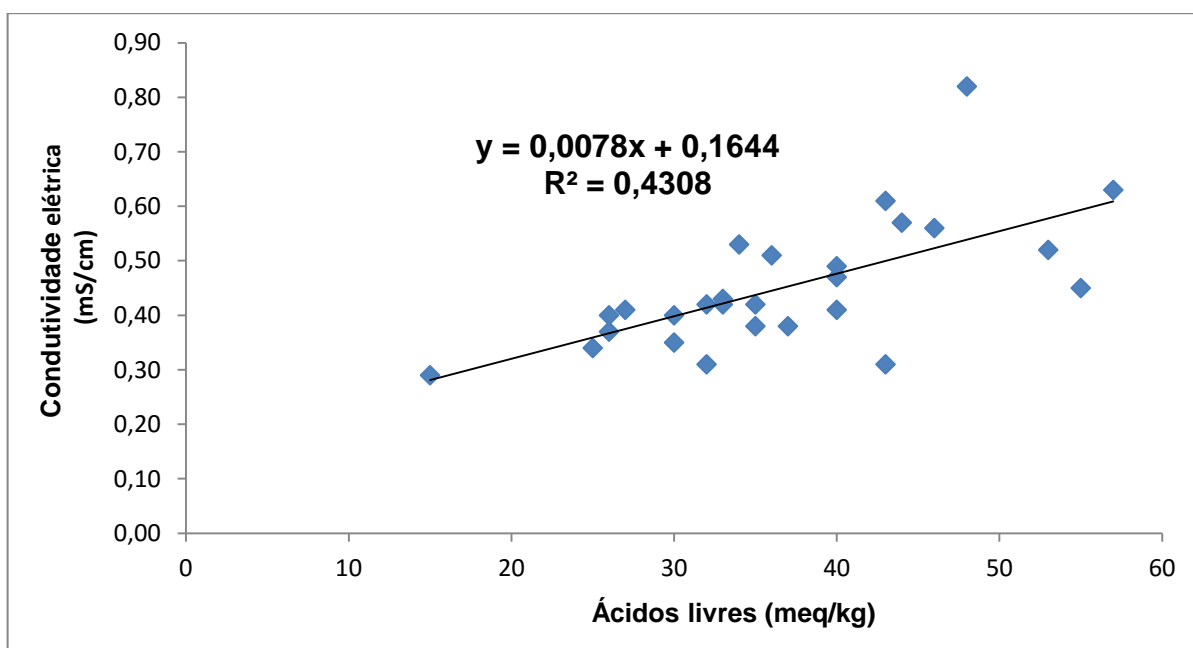


Figura 13 - Relação linear entre condutividade elétrica e ácidos livres nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.

O teor de água nas amostras de méis situou-se entre 17,5 e 19,7%, e o valor médio foi de 18,5%, sendo que o valor mínimo foi obtido pela amostra PC2 e o máximo pela TND2. Todos os valores obtidos estão de acordo com o Decreto-Lei 214/2003, ou seja abaixo dos 20%. Mais uma vez, verificamos que existem

semelhanças também neste parâmetro, entre os valores obtidos, em amostras dentro do mesmo concelho, e de concelhos diferentes, como é o caso de MG1 com 18,9% e MG2 18,5%, ambas pertencentes a Mangualde, e PC2 com 17,5% e NL1 17,8%, pertencentes respetivamente aos concelhos de Penalva do Castelo e de Nelas.

Os valores determinados são semelhantes aos apresentados por Andrade *et al.* (1999) para méis produzidos na Serra da Lousã, cujo valor médio foi de 17,8%.

As variações nos valores encontrados nas amostras, podem ser explicadas com base nas diferenças da humidade do néctar ou melada que lhe deu origem e respetiva composição química, nomeadamente da concentração em sacarose do néctar, pois a reação de hidrólise da sacarose em glucose e frutose é acompanhada por um consumo de moléculas de água, que por sua vez, depende da planta que o/a produz e das condições edáfo-climáticas da região (Battaglini e Bosi, 1972 citado por Russo-Almeida, 1992). Contudo, a época da cresta, as técnicas de processamento e condições de armazenamento também podem influenciar o seu conteúdo (Lazarevic, 2012), dado que o mel é higroscópico e absorve a humidade da atmosfera (Karabagias *et al.*, 2014).

O teor de sólidos solúveis totais obteve um valor médio de 81,5% e variou entre 80,3 e 82,5%, tendo o valor mínimo sido obtido pela amostra TND2 do concelho de Tondela, e o máximo pela amostra PC2 de Penalva do Castelo. O conjunto de valores determinado está de acordo com os resultados obtidos por Barbosa (2012) para méis ricos em urze precedentes da região de Viseu, que oscilaram entre 81 e 83% tendo o valor médio sido de 82%. No estudo realizado por Habib *et al.* (2014) em amostras de méis de regiões áridas os valores obtidos variaram entre 79,0 e 84,1%.

Os valores do teor de sólidos solúveis totais determinados neste trabalho, também estão de acordo com os resultados obtidos por Silva *et al.* (2003) em méis recolhidos em 1999 em estabelecimentos comerciais e feiras de cidades diferentes do estado de Goiás no Brasil, sendo estes também semelhantes aos que Bera (2004) obteve em méis de São Paulo (Brasil), cujo valor médio foi de 79,4%. As pequenas diferenças observadas podem resultar do fato de haver divergências na composição do néctar, porque há néctares com diferentes concentrações de açúcares de acordo com a flora melífera existente (Crane, 1975 citado por Andrade *et al.*, 1999).

As determinações de hidroximetilfurfural (HMF) realizadas às amostras de méis pertencentes aos concelhos de Viseu e Sernancelhe correspondem a apenas um ensaio por amostra, e os valores obtidos situam-se dentro dos valores de referência que atestam a qualidade do mel neste parâmetro, ou seja, estão abaixo de 40 mg por cada quilograma de mel (Tabela 7), tendo o seu mínimo sido de 5,49mg/kg obtido pela amostra VS7, e o máximo 26,95mg/kg pertencente à amostra VS5, ambas do concelho de Viseu.

As determinações das restantes réplicas das amostras apresentadas na Tabela 7, bem como das amostras em estudo não foram realizadas devido a avaria do equipamento, e posteriormente limitações de tempo.

Tabela 7 - Hidroximetilfurfural determinado em amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.

Concelho	Amostra	Hidroximetilfurfural (mg/kg de mel)
Sernancelhe	SR1	24,2
	SR2	10,48
Viseu	VS1	22,05
	VS2	14,47
	VS3	22,95
	VS4	22,21
	VS5	26,95
	VS6	21,71
	VS7	5,49
	VS8	12,73
	VS9	20,71

O valor médio de HMF obtido de 18,54mg/kg em méis da Beira Alta é superior aos de Pires *et al.* (2009) para méis produzidos no Norte de Portugal, cuja média foi de 7mg/kg. Andrade *et al.* (1999) em méis da Serra da Lousã obtiveram o valor médio de 20,44mg/kg para os méis referentes ao ano de 1991, 15,3mg/kg para os de 1992 e 12,0mg/kg para os de 1993, sendo que estes valores se assemelham aos determinados neste trabalho.

Como o HMF é um indicador de qualidade, face aos resultados obtidos parece não haver indícios destes méis serem fruto de adulteração, aquecimento,

envelhecimento, ou inadequado armazenamento (Moura, 2006), contudo para melhor suportar estes resultados seria necessário realizar a determinação dos restantes ensaios a cada uma das amostras em estudo.

As várias amostras de méis foram ainda estudadas em relação a características de cor. Foi realizada uma análise colorimétrica e os resultados foram expressos através do Sistema CIELab. Na Tabela 8 apresentam-se os valores médios obtidos e respetivos desvios padrão para os parâmetros L , a e b .

Tabela 8 - Parâmetros de cor L , a e b obtidos pelo sistema CIELab para méis da Beira Alta produzidos em 2014.

Concelho	Amostra	L	a	b
Aguiar da Beira	AGB1	34,61±3,59	1,58±1,30	11,57±1,86
Fornos de Algodres	FAG1	24,74±1,00	0,01±0,52	0,29±1,06
Mangualde	MG1	23,08±3,64	-0,30±0,28	0,44±1,41
	MG2	25,33±1,12	-0,15±0,09	-1,31±0,56
Satão	ST1	25,68±3,73	0,19±0,83	1,08±2,86
	ST2	35,18±3,24	2,42±0,91	8,14±3,30
	ST3	26,44±1,19	-0,25±0,10	-1,06±0,80
Sernancelhe	SR1	29,01±1,60	-0,12±0,10	-0,74±0,64
	SR2	23,93±1,39	-0,24±0,11	-0,74±0,72
Tondela	TND1	35,07±2,78	0,74±1,33	8,14±1,49
	TND2	75,51±11,93	2,01±3,11	5,81±1,05
	TND3	33,48±4,63	0,67±1,26	11,26±2,20
	TND4	65,85±3,00	16,76±2,44	58,36±3,97
	TND5	36,64±4,71	1,27±1,57	11,62±2,06
Viseu	VS1	33,31±4,70	0,42±1,09	9,93±1,66
	VS2	35,16±2,11	0,11±0,86	10,59±1,36
	VS3	69,85±7,63	12,75±7,46	47,61±21,19
	VS4	33,91±2,81	1,58±1,72	11,11±2,67
	VS5	35,82±2,84	1,26±2,07	11,86±2,74
	VS6	38,48±14,05	3,32±1,93	12,88±4,46
	VS7	40,95±29,51	-0,29±0,44	-0,53±2,98
	VS8	36,54±4,82	0,08±1,92	10,70±1,85
	VS9	65,55±4,64	16,08±3,22	57,13±5,44
Penalva do Castelo	PC1	24,22±0,99	-0,16±0,09	-0,39±0,52
	PC2	24,45±1,40	-0,19±0,08	-1,25±0,53
Carregal do Sal	CS1	25,47±1,30	-0,22±0,12	-0,37±0,60
Nelas	NL1	65,36±4,01	16,02±3,47	57,54±4,01

A amostra TND2 apresentou o maior valor para L (luminosidade) 75,51, seguindo-se a amostra VS3 com 69,85, e por isso estas foram consideradas as

amostras mais claras. Em contraste, a amostra MG1 apresentou o valor mais baixo neste parâmetro, nomeadamente 23,08 seguindo-se SR2 com 23,93, tendo portanto sido estas, as amostras mais escuras de méis estudados.

O valor de a variou de -0,30 para a amostra MG1 produzida no concelho de Mangualde, a 16,76 na amostra TND4. Assim a amostra MG1 foi considerada a mais esverdeada, seguindo-se a VS7 (com -0,29), e a amostra TND4 foi a mais avermelhada, seguindo-se a VS9 (com 16,08).

Para o parâmetro b , as amostras MG2 de Mangualde e PC2 de Penalva do Castelo apresentaram os valores mais baixos, -1,31 e -1,25 respetivamente, sendo por isso consideradas as amostras mais azuladas. Já as amostras TND4 e NL1 apresentaram os valores mais elevados, 58,36 e 57,54 respetivamente, e por isso correspondem às amostras mais amareladas.

Segundo um estudo realizado por Barbosa (2012), em méis provenientes da região de Viseu verificou-se que L variou entre 33,82 e 36,35, a entre 1,61 e 5,61, e de b entre 0,75 e 4,35, e estes valores são diferentes dos determinados neste trabalho, o que demonstra a diversidade de méis, mesmo sendo a região de proveniência a mesma.

Boussaid *et al.* (2014) em méis da Tunísia obtiveram valores de L entre 36,64 e 51,37, a entre -0,67 e 4,41 e b entre 6,06 e 17,67, sendo que em termos de luminosidade a maioria das amostras da Beira Alta se situa dentro do intervalo de variação determinado por esses autores.

Tuberoso *et al.* (2014) ao analisarem colorimetricamente 70 méis monoflorais europeus, obtiveram um intervalo de variação entre 41,3 e 91,5 para o parâmetro L , entre -2,0 e 30,9 para a e entre 17,6 e 82,7 para b , e os méis da Beira Alta apresentaram valores comparáveis aos determinados por estes autores.

A justificação para os grandes intervalos de variação encontrados poderá ser diferenças em termos da própria flora melífera com contribuição significativa para o mel (Lopes, 2010), uma vez que há plantas que são endémicas de determinada região e portanto o mel aí produzido terá particularidades diferentes de outros, e também alterações na cor original do mel resultantes do processamento e armazenamento, e fruto da cristalização e reações de Maillard (Russo-Almeida, 1992).

Na Tabela 9 encontram-se os resultados obtidos para os coeficientes de correlação entre os parâmetros de cor L , a e b das amostras de méis em estudo. A

correlação foi considerada moderada para relações lineares em que o r varia entre 0,5 e 0,7, forte se variar entre 0,7 e 0,9 e muito forte se r for superior a 0,9. Face aos dados, verificou-se uma correlação positiva forte entre os parâmetros de cor L e a (0,813) e L e b (0,809), e muito forte entre a e b (0,980), tal como se apresenta na Tabela 9. Deste modo, quando a luminosidade aumenta, os méis tendem a ser mais claros, avermelhados e amarelados, resultando numa cor alaranjada, pelo contrário quando a luminosidade diminui os méis tendem a ser mais escuros, azulados e esverdeados resultando numa cor arroxeada.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação entre os parâmetros de cor L , a e b .

Parâmetros	Coeficiente de correlação	Probabilidade
L vs a	0,813	$p < 0,001$
L vs b	0,809	$p < 0,001$
a vs b	0,980	$p < 0,001$

4.3. PALINOTECA DE REFERÊNCIA DA BEIRA ALTA

A Palinoteca de referência deste trabalho foi elaborada com pólen de plantas melíferas recolhidas na região de proveniência das amostras de méis, mais concretamente na envolvente dos apiários, entre os dias 15 de Março e 30 de Junho de 2015 (Tabela 10). A morfologia polínica apresentada na palinoteca está de acordo com a classificação de Valdés *et al.* (1987) *in* Atlas polínico de Andalucía Occidental, e a ecologia foi consultada na página online do Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Foram realizadas 3 réplicas de preparações microscópicas de referência, para serem usadas de forma a facilitar a identificação das espécies polínicas encontradas no mel.

Apenas cerca de 23% das plantas da palinoteca de referência são iguais às plantas recolhidas por Rocha (2014) no concelho de Penafiel, o que demonstra diferenças dos autores na escolha das espécies melíferas mais importantes, ou pode sustentar a diversidade floral existente entre as regiões de colheita.

A maioria do pólen das plantas da palinoteca pode ser encontrado nas amostras de méis da Beira Alta (Tabela 13), o que revela que a palinoteca se adequa aos objetivos do trabalho, e é por isso uma boa ferramenta para trabalhos futuros. As plantas apresentadas já foram descritas na região por Ribeiro (2006) numa inventariação da flora da Serra do Caramulo, à exceção das espécies *Galactites elegans*, *Citrus sinensis* e *Adenocarpus complicatus*.

Tabela 10 - Plantas pertencentes à Palinoteca de referência recolhidas na Beira Alta em 2015.

Nº	Espécie	Ecologia	Família	Morfologia polínica
1	<i>Adenocarpus complicatus</i>	Matagais e ruderal	Fabaceae	3 - Zonocolporado
2	<i>Andryala integrifolia</i>	Matos, matagais, terrenos cultivados e incultos, ruderal	Asteraceae	3 - Zonocolporado
3	<i>Bellis sylvestris</i>	Matos, relvados húmidos	Asteraceae	3 – Zonocolporado
4	<i>Calluna vulgaris</i>	Matos e matagais	Ericaceae	Tétrada 3 – Zonocolporado
5	<i>Castanea sativa</i>	Matos e terrenos cultivados	Fagaceae	3 – Zonocolporado
6	<i>Cistus crispus</i>	Matagais e terrenos incultos	Cistaceae	3 - Zonocolporado
7	<i>Cistus ladanifer</i>	Matos e matagais	Cistaceae	3 - Zonocolporado
8	<i>Citrus sinensis</i>	Bosque mesófilo de montanha, terrenos cultivados	Rutaceae	5 - Colporado
9	<i>Cytisus multiflorus</i>	Matos, matagais, rupícola	Fabaceae	3 - Zonocolporado
10	<i>Cytisus striatus</i>	Matos, matagais, rupícola	Fabaceae	3 – Zonocolporado
11	<i>Digitalis purpurea</i>	Matos, ruderal, relvados húmidos	Plantaginaceae	3 - Zonocolporado
12	<i>Echium vulgare</i>	Ruderal	Boraginaceae	3 – Zonocolporado
13	<i>Erica arborea</i>	Matos, matagais, rupícola	Ericaceae	Tétrada – 3 – Zonocolporado
14	<i>Erica cinerea</i>	Matos e matagais	Ericaceae	Tétrada – 3 – Zonocolporado
15	<i>Erica umbellata</i>	Matos e matagais	Ericaceae	Tétrada – 3 - Zonocolporado
16	<i>Eucalyptus globulus</i>	Matos	Myrtaceae	3 - Zonosincolporado
17	<i>Galactites elegans</i>	Terrenos cultivados e incultos, ruderal	Asteraceae	3 - Zonocolporado
18	<i>Genista triacanthos</i>	Matagais, terrenos incultos, rupícola	Fabaceae	3 – Zonocolporado
19	<i>Halimium halimifolium</i>	Matos e matagais	Cistaceae	3 - Zonocolporado
20	<i>Jasione montana</i>	Terrenos incultos	Campanulaceae	3 - Zonoporado
21	<i>Lavandula stoechas</i>	Matagais, terrenos incultos	Lamiaceae	6 - Zonocolpado
22	<i>Lupinus luteus</i>	Terrenos cultivados, terrenos incultos e ruderal	Fabaceae	3 – Zonocolporado
23	<i>Myosotis sp.</i>	Matagais, terrenos incultivados, ruderal	Boraginaceae	6 - Zonoheterocolpado
24	<i>Olea europaea</i>	Matos, terrenos incultos, rupícola, ornamental.	Oleaceae	3 - Zonocolpado
25	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Terrenos cultivados, terrenos incultos, ruderal.	Brassicaceae	3 – Zonocolpado
26	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Matos, matagais, terrenos incultos, rupícola	Lamiaceae	6 - Zonocolpado
27	<i>Rubus ulmifolius</i>	Matos, matagais, terrenos incultos, ruderal	Rosaceae	3 – Zonocolporado
28	<i>Salix alba</i>	Relvados húmidos, rupícola	Salicaceae	3 – Zonocolporado



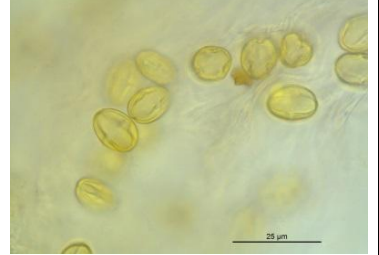











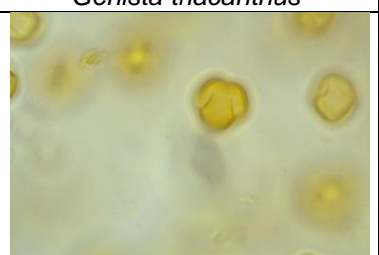



Tabela 10 - Plantas pertencentes à palinoteca de referência recolhidas na Beira Alta em 2015 (continuação).

Nº	Espécie	Ecologia	Família	Morfologia polínica
29	<i>Talpis barbata</i>	Terrenos incultos	Asteraceae	3 – Zonocolporado
30	<i>Taraxacum officinale</i>	Relvados húmidos, ripícola	Asteraceae	3 – Zonocolporado
31	<i>Tilia sp.</i>	Ornamental	Malvaceae	Brevitricolporado
32	<i>Trifolium repens</i>	Terrenos cultivados, ruderal, relvados húmidos	Fabaceae	3 - Zonocolporado
33	<i>Ulex minor</i>	Matos, matagais e terrenos incultos	Fabaceae	3 – Zonocolporado
34	<i>Vicia sativa</i>	Terrenos cultivados e incultos, ruderal	Fabaceae	3 – Zonocolporado

A ecologia das espécies apresentadas refere-se predominantemente a matos e matagais, bem como terrenos incultos e são também estes os locais mais frequentes para a implantação dos apiários, e por isso a recolha das espécies apresentadas foi realizada na envolvência dos apiários ao longo da sucessão de floração.

As fotografias mais emblemáticas dos grãos de pólen das plantas da Palinoteca de referência observadas ao microscópio ótico com ampliação de 400X estão apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Fotografias de grãos de pólen de algumas plantas da Palinoteca de referência obtidas ao microscópio óptico com ampliação de 400X.

		
<i>Andryala integrifolia</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Castanea sativa</i>
		
<i>Trifolium repens</i>	<i>Cistus ladanifer</i>	<i>Cytisus striatus</i>
		
<i>Echium vulgare</i>	<i>Erica arborea</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>
		
<i>Tilia sp.</i>	<i>Halimium halimifolium</i>	<i>Genista triacanthus</i>
		
<i>Jasione montana</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Salix alba</i>
		
<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Ulex minor</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>

4.4. CARATERIZAÇÃO POLÍNICA DE MÉIS DA BEIRA ALTA

A caracterização polínica das amostras de méis incidiu em análises polínicas quantitativas, para avaliar o número total de elementos (somatório entre número de grãos de pólen e elementos de melada) e coeficiente de melada (razão entre elementos de melada e número de grãos de pólen), e em análises polínicas qualitativas como forma de conhecer o espectro polínico, e determinar a origem botânica dos méis.

4.4.1. CARATERIZAÇÃO POLÍNICA QUANTITATIVA

A Tabela 12 mostra o número total de elementos (N) em cada amostra (dado pela soma entre o número de grãos de pólen e elementos de melada), a relação entre elementos de melada e grãos de pólen denominada por coeficiente de melada, e as respectivas classes de Maurizio.

De acordo com a Tabela de classes definida por Maurizio (1939), os resultados obtidos (Tabela 12) na análise quantitativa para as amostras VS1, TND3, TND5 e CS1 demonstram que elas estão inseridas na Classe I (<20.000 grãos de pólen por 10 g de mel), o que indica possivelmente que estes méis são monoflorais e pobres em pólen. Todas as outras amostras pertencem à classe III (100.000 a 500.000 grãos de pólen por 10 g de mel), que correspondem normalmente a méis ricos em pólen e méis ricos em melada.⁹

Estes resultados são semelhantes aos descritos por Rocha (2014, para méis produzidos no concelho de Penafiel, em que as 30 amostras recolhidas se inseriram nas classes I, II e III.

O valor médio para o número total de elementos, que corresponde à soma entre o número de grãos de pólen com o número de elementos de melada, foi de 188 mil, tendo o valor mínimo sido de 4 mil (TND5) e o máximo de 368 mil (ST2). Este valor mínimo encontrado é baixo comparativamente com os resultados obtidos por Rocha (2004) para méis produzidos na região de Penafiel, o que poderá indicar uma adulteração do mel, por exemplo através da alimentação artificial das colónias em produção, com xarope (50% água + 50% sacarose) usado para a alimentação artificial.

As amostras FAG1, VS3, VS4, VS9, TND1 e NL1 obtiveram um coeficiente de melada que variou entre 0,11 e 0,23, e segundo Maurizio (1939) elas têm poucos

elementos de melada pois enquadram-se numa classe em que o coeficiente de melada varia entre 0,10 e 1,49.

Tabela 12 - Resultados da análise polínica quantitativa, com discriminação do nº total de elementos, relação entre nº de elementos de melada e nº de grãos de pólen, e atribuição das classes de acordo com Maurizio (1939).

Amostra	Nº Total de Elementos (milhares)	Relação EM/NGP	Classe de MAURIZIO
AGB1	262	0	III
FAG1	200	0,2	III
MG1	301	0	III
MG2	234	0,01	III
ST1	149	0,07	III
ST2	368	0,01	III
ST3	152	0	III
SR1	356	0	III
SR2	247	0,03	III
TND1	207	0,15	III
TND2	127	0,02	III
TND3	17	0	I
TND4	356	0	III
TND5	4	0,01	I
VS1	12	0	I
VS2	159	0,02	III
VS3	156	0,11	III
VS4	184	0,11	III
VS5	128	0,02	III
VS6	230	0,01	III
VS7	175	0,03	III
VS8	295	0,01	III
VS9	306	0,23	III
PC1	208	0,01	III
PC2	126	0,03	III
CS1	9	0,02	I
NL1	101	0,12	III

Todas as outras amostras apresentaram um coeficiente de melada inferior a 0,09 o que indica que não tinham praticamente nenhuns elementos de melada, tal como pode ser observado na Figura 15.

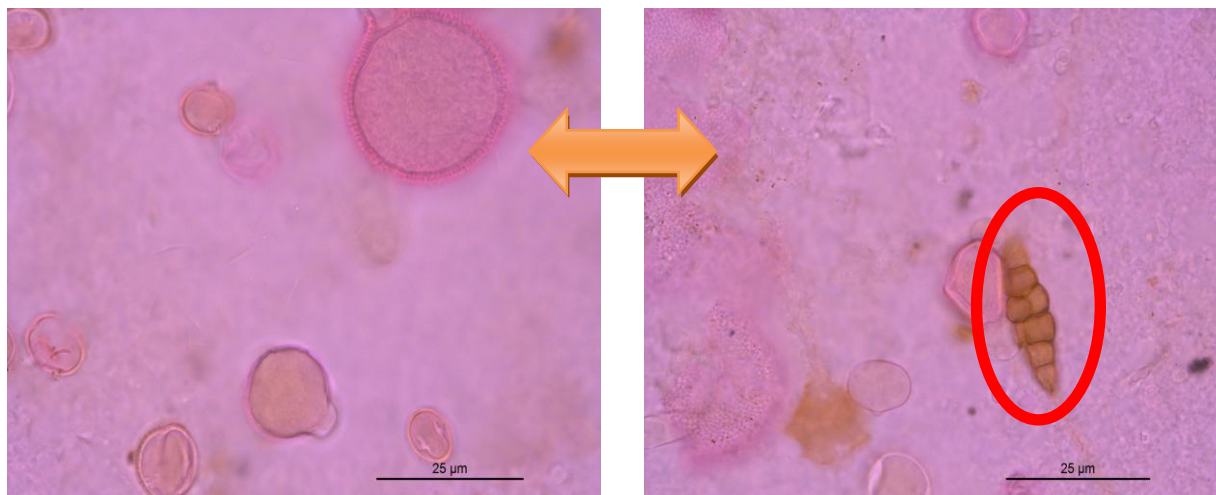


Figura 14 - Fotografias da lâmina da amostra VS8 para análise polínica quantitativa com elemento de melada assinalado, obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.

Face aos valores encontrados podemos aferir que todos os méis encontrados são de néctar, e por isso a Beira Alta não deverá ter em quantidade méis de melada, uma vez que o número de grãos de pólen encontrados em cada amostra foi sempre muito superior ao número de elementos de melada.

Contudo, importa considerar que existem variáveis que podem interferir nos resultados, como as contaminações no mel fruto de por exemplo troca de quadros do ninho para a alça, aumentando assim o número de grãos de pólen presentes no mel (Rocha, 2014), ou em contraste, o recurso a técnicas como a filtração do mel, que baixam o número de grãos de pólen (Russo-Almeida, 1992). Por isso tem de se considerar a possibilidade de alguns apicultores terem recorrido a este tipo de técnica/metodologia, o que pode ter alterado o valor natural de grãos de pólen do mel, e por isso como consequência, alguns destes méis poderão estar enquadrados na classe errada.

4.4.2. CARATERIZAÇÃO POLÍNICA QUALITATIVA

A determinação da origem geográfica baseia-se em todo o espectro de pólen, que deve ser coerente com a flora de uma região em particular e/ou com qualquer espectro de referência ou descrição na literatura, baseando-se na relação das frequências relativas dos tipos polínicos das espécies nectaríferas (Corvucci *et al.*, 2015). O cuidado particular na interpretação dos resultados melissopalínológicos é necessário devido aos diferentes níveis de abundância de um determinado tipo de pólen no néctar e também devido às outras fontes de variabilidade provenientes de contaminações (Russo-Almeida, 1992). Importa salientar que a contribuição de uma planta em pólen pode não ser proporcional à sua contribuição em néctar.

As Figuras 16 e 17 são provenientes de fotografias tiradas por câmara fotográfica acoplada a microscópio ótico, com resolução de 400X às amostras NL1 e ST2, e mostram a variabilidade de grãos de pólen que existe em cada amostra, bem como diferenças de densidade polínica.

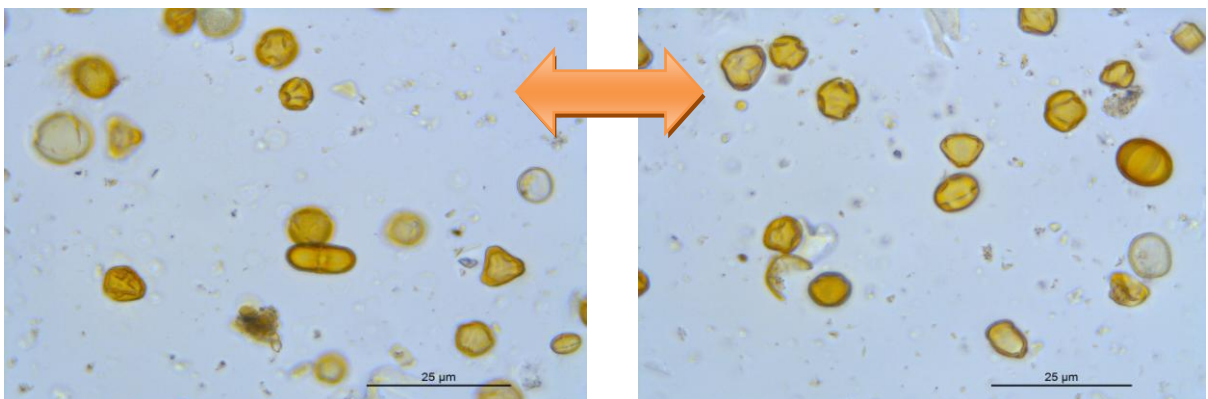


Figura 15 - Fotografias da lâmina da amostra NL1 para análise polínica qualitativa obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.

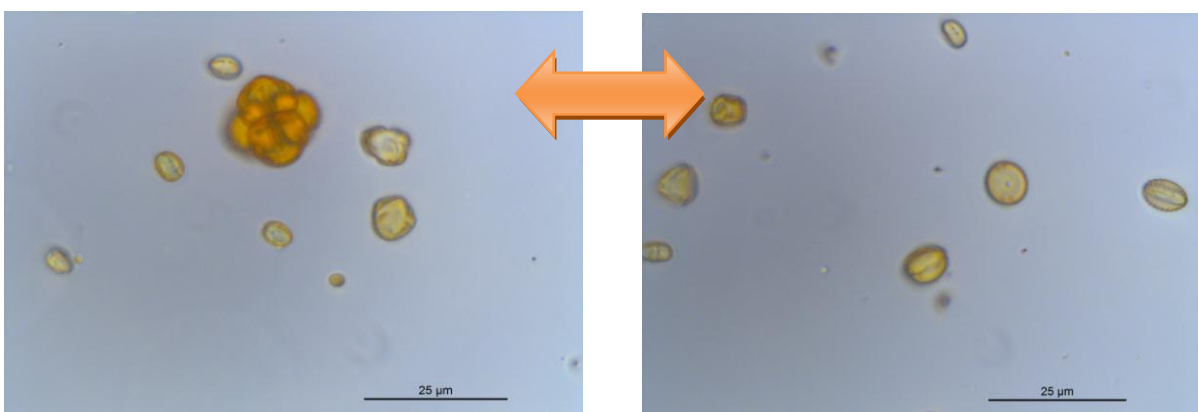


Figura 16 - Fotografias da lâmina da amostra ST2 para análise polínica qualitativa obtidas ao microscópio ótico com ampliação de 400X.

A flora que se fez representar nas diversas amostras de méis encontra-se apresentada na Tabela 13, sendo que cada espécie ou género encontrado está classificado de acordo com a classe de frequência com que os seus grãos de pólen estão presentes em cada uma das amostras. Desta forma classifica-se com **p**, o pólen predominante, ou seja cuja frequência relativa do pólen da espécie correspondente é superior a 45%. A classe **s** corresponde ao pólen secundário, em que a sua frequência relativa varia entre 16 e 45%, **i** o pólen minoritário importante em que a sua frequência varia entre 3 e 15%, e **m** o pólen minoritário raro/específico cuja frequência relativa se encontra abaixo de 3%. Relativamente a **n**, esta foi uma classe criada para classificar as espécies que não se fizeram representar polinicamente nas amostras.

Os tipos polínicos poliníferos encontrados *Cistus sp.*, *Olea sp.*, *Quercus sp.*, são típicos de climas mediterrânicos, e *Erica sp.* e *Castanea sativa* são comuns em méis de montanha (Maia, [S.D.]), e todos eles foram encontrados em algumas das amostras em estudo.

Relativamente à frequência polínica nas diferentes amostras (Tabela 13), verifica-se que o *Eucalyptus sp.* e *Castanea sativa* estão presentes em 100% das amostras, *Cytisus sp.*, *Trifolium sp.* e *Tília sp.* estão representados em 96% das amostras, *Cistus sp.* e *Jasione montana* em 93% das amostras, *Raphanus raphanistrum* e *Rubus sp.* em 85% das amostras, *Erica sp.*, *Ulex sp.*, *Echium sp.* e *Lavandula sp.* em 78% das amostras, *Salix alba* e *Oenanthe crocata* em 74% das amostras, *Olea sp.* em 67% das amostras, *Galactites sp.* em 41% das amostras, *Halimium sp.* em 37% das amostras, *Vicia sativa* em 26% das amostras, *Acacia sp.* e *Andryala integrifolia* em 22% das amostras, *Digitalis purpúrea* e *Citrus sp.* em 19% das amostras, *Genista sp.* e *Quercus sp.* em 15% das amostras. *Taraxacum officinale* e *Thymus sp.* em 7% das amostras, *Myosotis sp.* e *Rosmarinus sp.* em apenas 4% das amostras.

O estudo realizado por Rocha (2014) para méis de Penafiel produzidos em 2012 e 2013, mostrou que havia 33 tipos polínicos que caracterizavam as amostras de méis dessa região, sendo que alguns são iguais aos obtidos neste trabalho onde se registou a existência de 30 tipos polínicos diferentes. Os tipos polínicos iguais aos encontrados neste trabalho são: *Oenanthe crocata*, *Echium sp.*, *Jasione montana*, *Cistus sp.*, *Halimium sp.*, *Erica sp.*, *Acacia sp.*, *Cytisus sp.*, *Lupinus sp.*, *Trifolium sp.*,

Castanea sativa, *Quercus sp.*, *Lavandula sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Olea europaea*, *Rubus sp.*, *Citrus sp.*, *Salix sp.* e *Tilia sp.*

O espectro polínico obtido para as diferentes amostras estudadas parece refletir a abundância das espécies nectaríferas que se encontram na região, e que já foram apresentadas na palinoteca de referência. O que demonstra também que a palinoteca se revelou adequada para este trabalho.

De acordo com os dados referentes ao pólen predominante em cada uma das amostras, verificou-se que o pólen de *Eucalyptus sp.* apresentou-se como predominante nas amostras ST1, TND4, TND5, VS3 e PC2; o de *Erica sp.* na amostra TND3; o de *Castanea sativa* nas amostras MG1 e TND1; e por fim *Tilia sp.* nas amostras FAG1 e NL1 (Tabela 13).

Tabela 13 - Classes de frequência polínica* de espécies encontradas nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.

Tipos polínicos/ Amostra	AGB1	FAG1	MG1	MG2	ST1	ST2	ST3	SR1	SR2	TND1
APIACEAE										
<i>Oenanthe crocata</i>	m	n	m	m	n	m	i	n	m	m
ASTERACEAE										
<i>Taraxum officinale</i>	n	n	n	m	n	n	n	n	n	n
<i>Galactites sp.</i>	n	n	n	m	m	m	m	n	m	n
<i>Andryala integrifolia</i>	m	n	m	m	n	n	n	n	m	n
BORAGINACEAE										
<i>Echium sp.</i>	m	i	m	i	m	m	i	i	i	n
<i>Myosotis sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
BRASSICACEAE										
<i>Raphanus raphanistrum</i>	m	m	m	i	m	m	m	n	m	m
CAMPANULACEAE										
<i>Jasione montana</i>	m	m	m	m	m	m	i	m	m	m
CISTACEAE										
<i>Cistus sp.</i>	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
<i>Halimium sp.</i>	n	n	n	n	n	m	n	n	m	m
ERICACEAE										
<i>Erica sp.</i>	m	n	m	m	n	m	m	m	i	n
FABACEAE										
<i>Vicia sativa</i>	n	n	m	m	n	n	n	m	n	n
<i>Cytisus sp.</i>	i	i	i	i	i	m	i	i	m	m
<i>Genista sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
<i>Ulex sp.</i>	i	i	i	m	i	n	m	i	m	m
<i>Acacia sp.</i>	n	n	n	n	m	n	n	n	n	n
<i>Trifolium sp.</i>	s	m	m	s	m	i	m	s	i	m
FAGACEAE										
<i>Castanea sativa</i>	i	i	p	m	i	s	i	s	s	p
<i>Quercus sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
MYRTACEAE										
<i>Eucalyptus sp.</i>	i	m	i	i	p	s	s	m	m	i
INDETERMINADO										
	m	m	m	i	m	m	m	i	m	m
LAMIACEAE										
<i>Thymus sp.</i>	n	n	n	m	n	n	n	n	n	n
<i>Rosmarinus officinalis</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
<i>Lavandula sp.</i>	m	m	m	m	m	m	m	m	m	n
MALVACEAE										
<i>Tilia sp.</i>	s	p	i	s	i	i	s	i	s	s
OLEACEAE										
<i>Olea sp.</i>	m	n	m	m	m	m	m	m	n	n
PLANTAGINACEAE										
<i>Digitalis purpurea</i>	m	n	n	n	n	n	n	n	n	n
ROSACEAE										
<i>Rubus sp.</i>	i	m	m	i	m	s	i	m	i	i
RUTACEAE										
<i>Citrus sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
SALICACEAE										
<i>Salix sp.</i>	m	n	n	i	m	m	m	m	m	m

* p - pólen predominante (>45%); s - pólen secundário (16 e 45%); i - pólen minoritário (3 e 15%); m - pólen minoritário raro/específico (<3%); n - nulo (0%)

Tabela 13- Classes de frequência polínica* de espécies encontradas nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014 (continuação).

Tipos polínicos/ Amostra	TND2	TND3	TND4	TND5	VS1	VS2	VS3	VS4	VS5	VS6
APIACEAE										
<i>Oenanthe crocata</i>	m	n	m	m	m	m	m	m	m	m
ASTERACEAE										
<i>Taraxum officinale</i>	n	m	n	n	n	n	n	n	n	n
<i>Galactites sp.</i>	n	n	m	m	m	m	n	n	m	n
<i>Andryala integrifolia</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	m	n
BORAGINACEAE										
<i>Echium sp.</i>	i	i	m	m	m	n	n	m	m	n
<i>Myosotis sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	m	n
BRASSICACEAE										
<i>Raphanus raphanistrum</i>	m	n	m	m	i	m	i	n	m	m
CAMPANULACEAE										
<i>Jasione montana</i>	m	n	m	m	m	m	m	m	m	m
CISTACEAE										
<i>Cistus sp.</i>	n	m	m	m	m	m	m	m	m	m
<i>Halimium sp.</i>	n	n	m	m	m	m	n	n	m	m
ERICACEAE										
<i>Erica sp.</i>	m	p	m	m	m	m	m	i	i	m
FABACEAE										
<i>Vicia sativa</i>	n	m	m	n	n	n	n	n	n	n
<i>Cytisus sp.</i>	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
<i>Genista sp.</i>	n	m	i	n	n	n	n	n	n	n
<i>Ulex sp.</i>	m	n	i	n	n	n	i	m	n	m
<i>Acacia sp.</i>	n	m	m	m	m	n	n	n	n	n
<i>Trifolium sp.</i>	s	n	m	i	i	i	i	m	i	s
FAGACEAE										
<i>Castanea sativa</i>	i	m	s	s	s	s	s	s	s	s
<i>Quercus sp.</i>	n	m	n	m	n	m	n	n	n	n
MYRTACEAE										
<i>Eucalyptus sp.</i>	s	i	p	p	i	s	p	i	i	i
INDETERMINADO										
	m	m	i	m	m	m	m	m	m	m
LAMIACEAE										
<i>Thymus sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
<i>Rosmarinus officinalis</i>	n	n	n	m	n	n	n	n	n	n
<i>Lavandula sp.</i>	m	m	m	m	n	n	m	m	m	n
MALVACEAE										
<i>Tilia sp.</i>	i	n	i	i	s	s	m	s	s	s
OLEACEAE										
<i>Olea sp.</i>	m	m	n	n	n	n	m	m	n	m
PLANTAGINACEAE										
<i>Digitalis purpurea</i>	m	n	m	n	n	n	i	n	n	n
ROSACEAE										
<i>Rubus sp.</i>	m	n	m	i	m	m	n	n	m	n
RUTACEAE										
<i>Citrus sp.</i>	m	m	m	n	n	n	n	n	n	n
SALICACEAE										
<i>Salix sp.</i>	m	n	m	m	m	n	m	m	m	n

* p - pólen predominante (>45%); s - pólen secundário (16 e 45%); i - pólen minoritário (3 e 15%); m - pólen minoritário raro/específico (<3%); n - nulo (0%)

Tabela 13- Classes de frequência polínica* de espécies encontradas nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014 (continuação).

Tipos polínicos/ Amostra	VS7	VS8	VS9	PC1	PC2	CS1	NL1
APIACEAE							
<i>Oenanthe crocata</i>	m	m	n	n	m	m	n
ASTERACEAE							
<i>Taraxum officinale</i>	n	n	n	n	n	n	n
<i>Galactites sp.</i>	n	n	n	m	n	n	n
<i>Andryala integrifolia</i>	n	n	n	n	n	n	m
BORAGINACEAE							
<i>Echium sp.</i>	m	m	n	m	n	m	m
<i>Myosotis sp.</i>	n	n	n	n	n	n	n
BRASSICACEAE							
<i>Raphanus raphanistrum</i>	n	m	m	m	m	m	m
CAMPANULACEAE							
<i>Jasione montana</i>	m	m	m	m	n	m	m
CISTACEAE							
<i>Cistus sp.</i>	m	m	m	m	n	m	m
<i>Halimium sp.</i>	n	n	n	n	n	n	m
ERICACEAE							
<i>Erica sp.</i>	m	m	s	m	n	n	n
FABACEAE							
<i>Vicia sativa</i>	n	n	n	m	n	n	m
<i>Cytisus sp.</i>	m	m	m	m	n	i	m
<i>Genista sp.</i>	n	n	n	i	m	n	n
<i>Ulex sp.</i>	i	m	m	i	m	i	m
<i>Acacia sp.</i>	n	n	n	n	m	n	n
<i>Trifolium sp.</i>	s	s	i	i	i	i	i
FAGACEAE							
<i>Castanea sativa</i>	i	s	s	s	s	s	m
<i>Quercus sp.</i>	n	n	m	n	n	n	n
MYRTACEAE							
<i>Eucalyptus sp.</i>	s	i	i	s	p	s	i
INDETERMINADO							
	m	i	m	m	m	m	m
LAMIACEAE							
<i>Thymus sp.</i>	n	n	m	n	n	n	n
<i>Rosmarinus officinalis</i>	n	n	n	n	n	n	n
<i>Lavandula sp.</i>	m	m	n	m	m	n	m
MALVACEAE							
<i>Tilia sp.</i>	m	s	s	m	m	s	p
OLEACEAE							
<i>Olea sp.</i>	i	m	m	m	n	m	m
PLANTAGINACEAE							
<i>Digitalis purpurea</i>	n	m	n	n	n	n	n
ROSACEAE							
<i>Rubus sp.</i>	m	m	m	m	m	m	m
RUTACEAE							
<i>Citrus sp.</i>	n	m	n	m	n	n	n
SALICACEAE							
<i>Salix sp.</i>	n	m	n	m	m	m	m

* p - pólen predominante (>45%); s - pólen secundário (16 e 45%); i - pólen minoritário (3 e 15%); m - pólen minoritário raro/específico (<3%); n - nulo (0%)

Os taxa das plantas poliníferas *Acacia sp.*, *Cistus sp.*, *Halimium sp.*, *Olea sp* e *Quercus sp.* foram excluídos, e a frequência relativa das amostras foi recalculada para determinar a origem botânica das amostras, tal como se pode verificar na Tabela 14.

De acordo com as frequências polínicas de *Tilia sp.* obtidas, superiores a 15% (Vorwohl, 1994), as amostras AGB1, FAG1, MG2, ST3, SR2, TND1, VS1, VS2, VS4, VS5, VS6, VS8, VS9, CS1 e NL1 são consideradas como méis monoflorais de tília. Estes valores não eram esperados, porque na maioria dos casos os apiários estão situados em zonas de floresta ou terrenos agrícolas, e sendo a tília uma espécie ornamental não se esperava que o seu pólen aparecesse tão frequentemente nas amostras de méis. Deste modo, estes resultados poderão indicar que os apicultores plantaram tílias junto aos apiários porque eles ou os seus compradores de mel valorizam sensorialmente as características que o néctar de tília fornece ao mel.

A amostra TND3 corresponde a mel monofloral de urze já que a percentagem de pólen de Ericaceae foi superior a 45%, e este resultado era espectável uma vez que o produtor tinha referido que o apiário se localizava em plena Serra do Caramulo, e segundo Ribeiro (2006) há muita abundância de Ericaceae naquela região (Tabela 14).

As restantes 11 amostras são de méis multiflorais e refletem a abundância da flora melífera da região (Tabela 14).

Tabela 14 - Frequência polínica das plantas nectaríferas encontradas em amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014.

Tipos polínicos / Amostras	AGB1	FAG1	MG1	MG2	ST1	ST2	ST3	SR1	SR2	TND1
APIACEAE										
<i>Oenanthe crocata</i>	0,34	0,00	0,94	1,75	0,00	0,79	4,26	0,00	0,23	0,08
ASTERACEAE										
<i>Taraxum officinale</i>	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Galactites sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,48	0,08	0,29	1,39	0,00	0,23	0,00
<i>Andryala integrifolia</i>	0,07	0,00	0,16	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
BORAGINACEAE										
<i>Echium vulgare</i>	3,04	3,01	0,39	5,08	1,66	0,29	11,23	4,27	3,36	0,00
<i>Myosotis sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BRASSICACEAE										
<i>Raphanus raphanistrum</i>	2,57	0,33	0,79	6,83	0,24	0,43	1,10	0,00	0,78	2,40
CAMPANULACEAE										
<i>Jasione montana</i>	1,62	1,38	0,55	1,75	0,55	1,86	9,46	1,09	0,39	1,16
ERICACEAE										
<i>Erica sp.</i>	2,97	0,00	0,08	0,16	0,00	1,58	0,15	0,08	12,73	0,00
FABACEAE										
<i>Vicia sativa</i>	0,00	0,00	0,16	0,16	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
<i>Cytisus sp.</i>	7,43	3,66	5,73	6,83	4,89	2,94	3,82	6,71	2,27	1,00
<i>Genista sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ulex sp.</i>	5,33	3,09	7,15	0,40	3,87	0,00	1,39	4,19	0,86	0,31
<i>Trifolium sp.</i>	17,49	0,49	0,55	27,38	1,10	3,01	2,05	35,04	8,28	2,47
FAGACEAE										
<i>Castanea sativa</i>	14,38	14,81	60,09	1,11	11,21	23,93	4,33	32,61	33,98	60,51
INDETERMINADO	2,43	2,69	1,41	3,25	2,21	2,51	1,54	5,28	2,42	1,24
LAMIACEAE										
<i>Thymus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lavandula sp.</i>	0,95	0,33	0,47	1,67	0,39	0,14	1,69	0,34	0,70	0,00
MALVACEAE										
<i>Tilia sp.</i>	25,12	69,41	14,38	20,56	13,34	14,54	23,11	6,37	19,06	19,47
MYRTACEAE										
<i>Eucalyptus sp.</i>	6,68	0,73	6,99	4,21	56,59	28,72	23,77	1,51	2,27	3,09
PLANTAGINACEAE										
<i>Digitalis purpurea</i>	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ROSACEAE										
<i>Rubus sp.</i>	9,05	0,08	0,16	12,38	1,97	18,48	9,98	2,26	11,88	7,96
RUTACEAE										
<i>Citrus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALICACEAE										
<i>Salix sp.</i>	0,41	0,00	0,00	5,00	1,89	0,50	0,73	0,08	0,47	0,31

Tabela 14 - Frequência polínica das plantas nectaríferas encontradas nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014 (continuação).

Tipos polínicos / Amostras	TND2	TND3	TND4	TND5	VS1	VS2	VS3	VS4	VS5	VS6
APIACEAE										
<i>Oenanthe crocata</i>	0,82	0,00	0,49	0,32	0,35	0,16	1,23	0,32	0,94	0,42
ASTERACEAE										
<i>Taraxum officinale</i>	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Galactites sp.</i>	0,00	0,00	0,08	0,63	0,07	0,08	0,00	0,00	0,24	0,00
<i>Andryala integrifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
BORAGINACEAE										
<i>Echium vulgare</i>	9,04	5,58	0,08	1,11	0,28	0,00	0,00	0,32	2,51	0,00
<i>Myosotis sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
BRASSICACEAE										
<i>Raphanus raphanistrum</i>	1,78	0,00	1,38	1,98	4,69	0,16	3,30	0,00	1,57	1,01
CAMPANULACEAE										
<i>Jasione montana</i>	0,15	0,00	0,57	2,30	0,49	0,08	0,38	1,35	0,78	0,17
ERICACEAE										
<i>Erica sp.</i>	0,15	82,59	2,35	2,06	0,63	1,32	0,38	4,52	8,63	0,17
FABACEAE										
<i>Vicia sativa</i>	0,00	0,22	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cytisus sp.</i>	0,44	1,76	2,92	1,19	2,94	1,01	2,53	1,35	0,55	1,61
<i>Genista sp.</i>	0,00	0,37	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ulex sp.</i>	0,22	0,00	3,41	0,00	0,00	0,00	5,44	1,66	0,00	0,08
<i>Trifolium sp.</i>	31,50	0,00	2,92	4,12	11,20	5,75	3,91	1,82	9,10	21,05
FAGACEAE										
<i>Castanea sativa</i>	14,60	2,13	23,30	16,10	26,33	20,14	20,31	34,15	21,65	31,36
INDETERMINADO	1,33	2,28	3,81	1,82	0,63	0,85	1,84	1,51	1,73	0,76
LAMIACEAE										
<i>Thymus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lavandula sp.</i>	0,07	0,22	0,08	0,08	0,00	0,00	1,15	0,40	0,63	0,00
MALVACEAE										
<i>Tilia sp.</i>	8,15	0,00	5,84	6,74	43,28	32,04	2,68	40,17	33,80	34,49
MYRTACEAE										
<i>Eucalyptus sp.</i>	29,43	4,41	48,78	57,26	8,26	35,46	47,43	10,70	15,29	8,88
PLANTAGINACEAE										
<i>Digitalis purpurea</i>	0,15	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	8,05	0,00	0,00	0,00
ROSACEAE										
<i>Rubus sp.</i>	0,89	0,00	1,22	3,33	0,77	2,95	0,00	0,00	0,08	0,00
RUTACEAE										
<i>Citrus sp.</i>	0,67	0,07	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALICACEAE										
<i>Salix sp.</i>	0,59	0,00	1,14	0,63	0,07	0,00	1,38	1,74	2,35	0,00

Tabela 14 - Frequência polínica das plantas nectaríferas encontradas nas amostras de méis da Beira Alta produzidos em 2014 (continuação).

Tipos polínicos / Amostras	VS7	VS8	VS9	PC1	PC2	CS1	NL1	Média	Desvio Padrão
APIACEAE									
<i>Oenanthe crocata</i>	1,86	1,70	0,00	0,00	0,76	0,24	0,00	0,67	0,91
ASTERACEAE									
<i>Taraxum officinale</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07
<i>Galactites sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,13	0,30
<i>Andryala integrifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,06	0,17
BORAGINACEAE									
<i>Echium vulgare</i>	0,97	0,23	0,00	0,79	0,00	0,40	0,62	2,01	2,89
<i>Myosotis sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
BRASSICACEAE									
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0,00	1,08	0,87	1,72	0,76	1,53	0,81	1,41	1,54
CAMPANULACEAE									
<i>Jasione montana</i>	0,16	0,08	0,87	1,79	0,00	0,88	0,94	1,14	1,79
ERICACEAE									
<i>Erica sp.</i>	2,43	0,08	21,97	0,36	0,00	0,00	0,00	5,38	16,18
FABACEAE									
<i>Vicia sativa</i>	0,00	0,00	0,00	1,79	0,00	0,00	0,12	0,10	0,35
<i>Cytisus sp.</i>	0,16	2,24	0,14	1,15	0,00	10,92	2,99	2,93	2,65
<i>Genista sp.</i>	0,00	0,00	0,00	7,61	0,38	0,00	0,00	0,34	1,46
<i>Ulex sp.</i>	5,34	2,70	0,14	3,37	0,38	3,78	0,31	1,98	2,19
<i>Trifolium sp.</i>	36,14	27,36	4,77	4,02	3,63	3,05	5,43	10,14	11,55
FAGACEAE									
<i>Castanea sativa</i>	6,31	33,23	32,08	24,34	21,47	23,69	1,00	22,56	14,98
INDETERMINADO	1,86	4,10	1,30	2,37	1,81	2,65	0,62	2,08	1,09
LAMIACEAE									
<i>Thymus sp.</i>	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06
<i>Lavandula sp.</i>	0,08	0,23	0,00	0,93	1,06	0,00	0,94	0,46	0,51
MALVACEAE									
<i>Tilia sp.</i>	2,43	18,16	27,46	2,15	0,76	34,62	80,47	22,17	19,88
MYRTACEAE									
<i>Eucalyptus sp.</i>	39,53	5,80	8,09	45,08	67,88	15,98	4,68	21,76	20,63
PLANTAGINACEAE									
<i>Digitalis purpurea</i>	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	1,55
ROSACEAE									
<i>Rubus sp.</i>	2,75	2,55	2,17	1,29	0,76	2,09	0,50	3,54	4,80
RUTACEAE									
<i>Citrus sp.</i>	0,00	0,08	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,06	0,15
SALICACEAE									
<i>Salix sp.</i>	0,00	0,31	0,00	0,72	0,38	0,16	0,12	0,70	1,07

Face às elevadas frequências polínicas em algumas das amostras de pólen de eucalipto, podemos supor que a região tem potencial para produzir méis monoflorais desta espécie, bastando para isso, que se realizem crestas no fim da época de floração.

Em suma, 4% das amostras de méis da Beira Alta são de urze, 55% de tília e 41% multiflorais (Figura 18).

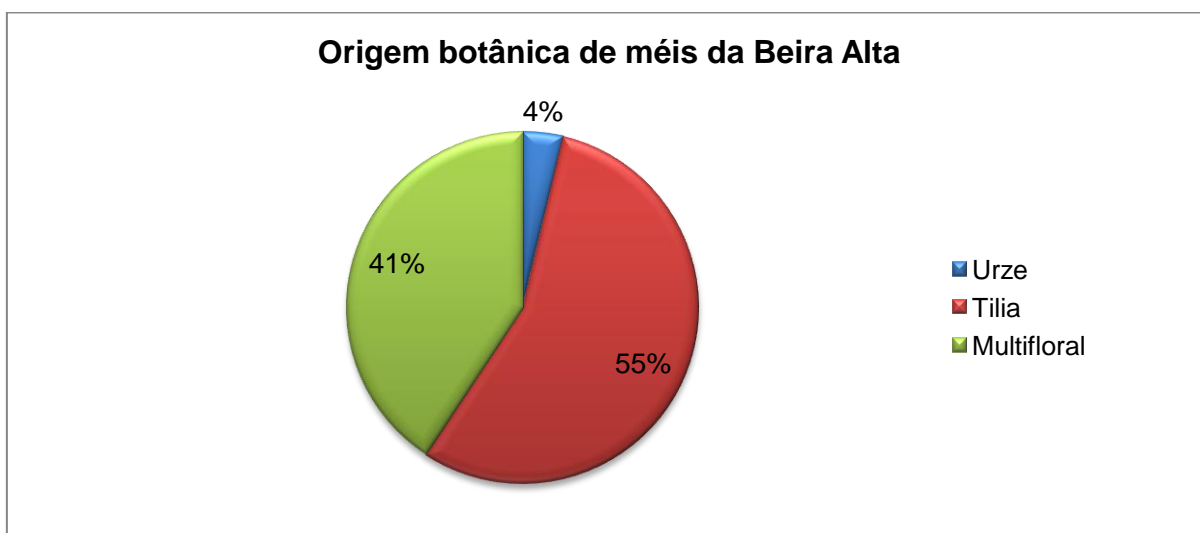


Figura 18 - Origem botânica de méis da Beira Alta produzidos em 2014.

Os méis produzidos na área do Parque Arqueológico do Vale do Côa e estudados por Maia *et al.* (2001) foram classificados em 26% como monoflorais de *Lavandula pedunculata*, 4% de *Jasione montana* e 4% de Genistae, e a restante percentagem como multifloral. Estes mesmos autores em 2005 concluíram que, dos méis estudados produzidos no Alentejo, 40% eram monoflorais de rosmaninho, 30% de soagem e 30% multiflorais (Maia *et al.*, 2005). Ambas as regiões são bastantes diferentes da Beira Alta, sendo que apesar da flora melífera ser semelhante, a frequência polínica dos diferentes tipos polínicos é distinta.

Em amostras de méis portugueses oriundos da Serra da Lousã, há uma menor percentagem de grãos de pólen de *Eucalyptus globulus* e uma maior percentagem de pólen de Ericaceae (presente em 100% de amostras) (Andrade *et al.*, 1999), comparativamente com os méis da Beira Alta. Outros marcadores palinológicos da Serra da Lousã são Papilionaceae, *Cistus ladanifer* (plantas poliníferas) e *Castanea sativa* são semelhantes à região da Beira Alta, exceto as Papilionaceae.

O valor médio de tipos polínicos determinados neste trabalho foi de 15 por amostra, valor que é superior ao determinado em amostras de méis da Serra da Lousã foi que foi de 12, o que demonstra uma maior diversidade polínica dos méis da Beira Alta.

Escuredo *et al.* (2012), num estudo com méis do Noroeste de Espanha, classificou como principais formas polínicas o *Rubus*, *Castanea sativa*, e *Eucalyptus*, e portanto estes resultados vão de encontro aos obtidos na Beira Alta, em que também se verifica a presença em 100% das amostras de pólen de *Castanea sativa* e *Eucalyptus sp.*, e em 85% o género *Rubus*.

Os parâmetros físico químicos estudados neste trabalho foram correlacionados com a proporção de pólen da flora melífera encontrada nas amostras de méis, tendo-se verificado uma correlação moderada entre condutividade elétrica e proporção de *Castanea sativa* (0,6) e entre a proporção de *Eucalyptus sp.* e a concentração de ácidos livres (0,7), tal como se apresenta na Tabela 15.

Tabela 15 - Correlação entre os parâmetros Condutividade elétrica e *Castanea sativa*, e Ácidos livres e *Eucalyptus sp.*

Parâmetros	Condutividade elétrica vs <i>Castanea sativa</i>	Ácidos livres vs <i>Eucalyptus sp.</i>
Coefficiente de correlação	0,622	0,702
Probabilidade	p<0,001	p<0,001

Os resultados indicam que os méis que contêm pólen de castanheiro tem condutividades elétricas mais elevadas, e que a condutividade elétrica varia proporcionalmente com a concentração de pólen de *Castanea sativa*. Estes valores eram espectáveis visto que segundo Oddo & Piro (2004) os méis monoflorais de castanheiro possuem uma elevada condutividade elétrica, com um valor médio de 1,38mS/cm.

Face aos valores obtidos, méis ricos em pólen de *Eucalyptus sp.* são mais ácidos, e portanto quanto mais pólen desse tipo o mel tiver mais ácido ele será. Estes dados poderão não estar de acordo com os valores descritos por Oddo & Piro (2004), uma vez que os autores referem que o valor médio de acidez nos méis monoflorais de eucalipto é de 22meq/kg, contudo este tipo de méis monoflorais não são os mais ácidos, uma vez que segundo esses autores por exemplo os méis de

Ericaceae tem em média um valor de 34,7meq/kg de acidez livre, valores que se assemelham com os obtidos por Andrade *et al.* (1999) em méis da Serra da Lousã. Como nenhuma das amostras estudadas foi classificada como monofloral de eucalipto, poderá supor-se que a acidez dos méis em estudo não é justificada apenas pela contribuição do pólen de eucalipto, e por isso a acidez proveniente do néctar de outras espécies de plantas melíferas e as condições de extração e armazenamento, também poderão ter influenciado os valores.

Em suma, verifica-se que os méis produzidos na Beira Alta possuem características próprias, que devem ser valorizadas para a construção da denominação de origem protegida.

5. CONCLUSÕES

A atividade apícola na Beira Alta é exercida maioritariamente como complemento à atividade profissional, sendo por isso baixa a taxa de profissionalização dos apicultores.

Os méis da Beira Alta possuem elevada diversidade nas características físico-químicas, demonstrando assim a sua riqueza e potencialidades, com a maioria das amostras a cumprir os requisitos definidos na legislação em vigor para a comercialização ao nível do consumidor final. Os valores encontrados, por exemplo, nos parâmetros de acidez livre (15 - 57 meq/kg) e condutividade elétrica (0,29 - 0,82 mS/cm) suportam a diversidade floral dos méis. Da mesma forma na análise colorimétrica das amostras de méis obteve-se um intervalo de variação para *L* entre 23,08 e 75,51, *a* entre -0,30 e 16,76 e *b* entre -1,31 e 58,36 reafirmando a diversidade existente.

Neste trabalho elaborou-se uma Palinoteca de referência com pólen de plantas melíferas recolhidas na região de proveniência dos méis estudados. O espectro polínico obtido reflete a abundância das espécies nectaríferas que se encontram na região da Beira Alta, e que constam da palinoteca de referência.

Dos méis em estudo, 4 enquadraram-se na Classe I e os restantes 23 na Classe III e face à razão entre elementos de melada e número de grãos de pólen ser igual ou inferior a 0,23, pode afirmar-se que todas as amostras correspondem a méis de néctar.

Pela análise polínica qualitativa, 11 destes méis foram classificados como multiflorais, 15 como monoflorais de tília e 1 como monofloral de urze. O valor médio de tipos polínicos por amostra que caracterizam os méis estudados foi de 15.

Foi também possível observar que o pólen de eucalipto e castanheiro está representado na totalidade das amostras dos méis analisados, indo de encontro às características dos méis portugueses.

Verificámos assim que esta região tem potencial para a produção de méis monoflorais, o que pode representar uma mais valia para os produtores de mel.

Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para a caracterização da apicultura da Beira Alta e dos méis produzidos nesta região, e desta forma são importantes para que futuramente se possa certificar este mel como produto com Denominação de Origem Protegida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Acquarone C, Buera P, Elizalde B (2007).** Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry* 101: 695–703.
- **Alda-Garcilope C, Gallego-Picó A, Bravo-Yague JC, Garcinuño-Martínez RM (2012).** Characterization of Spanish honeys with protected designation of origin “Miel de Granada” according to their mineral content. *Food Chemistry* 135: 1785-1788.
- **Alqarni AS, Owayss AA, Mahmoud AA, Hannan M A (2014).** Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society* 18: 618-625.
- **Almeida A (1999).** Indicações de proveniência, denominações de origem e indicações geográficas. 5.º Curso de Pós-Graduação em Propriedade Industrial organizado pela Faculdade de Direito de Lisboa e pela Associação Portuguesa de Direito Intelectual, Porto: 1-29.
- **Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Romandini S, Bertoli E, Battino M (2010).** Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal Metabolism* 3: 15-23.
- **Andrade PB, Amaral MT, Isabel P, Carvalho JCMF, Seabra RM, Cunha AP (1999).** Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. *Food Chemistry* 66: 503-510.
- **Associação Oficial de Analistas Químicos - AOAC (1990).** Official Methods of Analysis, 15th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- **Barbosa MFA (2012).** Avaliação da estabilidade do mel da mesma origem ao longo dos 6 anos: comparação com mel comercializado. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto: 8-39.

- **Barros AIRNA, Nunes FHFM, Costa, MMF** (2009). Manual de Boas Práticas na Produção de Cera de Abelha. FNAP 1: 6-10.
- **Behm F, Von der Ohe K, Henrich W** (1996). Reliability of pollen analysis in honey. Dtsch Lebensm Rundsch 92: 183 – 188.
- **Bera A** (2004). Composição físico-química e nutricional do mel adicionado com própolis. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciência dos Alimentos. Universidade de São Paulo, São Paulo: 1-13.
- **Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P** (2008). Honey for Nutrition and Health: A Review. Journal of the American College of Nutrition, 27: 677-689.
- **Boussaid A, Chouaibi M, Rezig L, Hellal R, Donsi F, Ferrari G, Hamdi S** (2014). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. King Saud University. Arabian Journal of Chemistry. "In Press".
- **Camargo JAA, Gonçalex JC** (2001). A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de Madeira. Brasil Florestal 71: 30-41.
- **Chakir A, Romane A, Marcazzan PF** (2011). Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. Arabian Journal of Chemistry. "In Press".
- **Cherchi A, Spanedda L, Tuberoso C, Cabras P** (1994). Solid-phase extraction and high-performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. Journal of Chromatography A 669:59-64.
- **Cimpoi C, Hosu A, Miclaus V, Puscas A** (2013). Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular spectroscopy 100:149-154.

- **Codex Alimentarius Commission (FAO)** (1998). Codex Alimentarius standard for honey Ref. CL 1998/12S. FAO and WHO. Rome. ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCS/ccs7/S00_03e.pdf, consultado em 29-11-2015.
- **Corvucci F, Nobili L, Melucci D, Grillenzoni F-G** (2015). The discrimination of honeys origin using melissopalynology and Raman spectroscopy techniques coupled with multivariate analysis. *Food Chemistry* 169: 297-304.
- **Costa I** (2008). Análises Físico-Químicas e Bacteriológicas de Mel. Ebah.pt <http://www.ebah.pt/content/ABAAABm1IAL/analises-fisico-quimicas-bacteriologicas-mel>, consultado em 02-09-2014.
- **Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV)** (2015). Programa Sanitário Apícola de 2015. Fevereiro: 3-12.
- **DL - Decreto-Lei n.º 214/2003**. 18 de Setembro. I Série-A, 216: 6057-60.
- **DL - Decreto-Lei n.º 203/2005**. 25 de Novembro. I Série-A, 227: 6724-29.
- **Durán XA, Cifuentes YL, Ulloa DM** (2011). Evaluación de dos frecuencias de colecta de apitoxina extraída de colmenas de *Apis mellífera* L. durante la época estival en la Región de La Araucanía. *IDESIA (Chile)* 29(2): 145-150.
- **Erdtman G** (1960). The acetolysis method: a revised description. *Svensk Bot. Tidskr* 54: 561-564.
- **Escuredo O, Dobre I, Fernández-González M, Seijo MC** (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry* 149: 84-90.
- **Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Seijo MC** (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry* 138: 851-856.

- **Escuredo O, Fernández-González M, Carmen SM** (2012). Differentiation of Blossom Honey and Honeydew Honey from Northwest Spain Agriculture 2(1): 25-37.
- **Feás X, Pires J, Iglesias A, Estevinho ML** (2010b). Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. Food and Chemical Toxicology 48: 3462-3470.
- **Gomes S** (2009). Caraterização e avaliação biológica de méis comerciais. Tese para obtenção do grau de mestre em Qualidade e Segurança Alimentar. Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança: 33-34.
- **Gomes S, Dias LG, Moreira LL, Rodrigues P, Estevinho L** (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. Food and Chemical Toxicology, 48(2): 544-548.
- **GPP – Gabinete de planeamento, políticas e administração geral** (2013). Programa Apícola Nacional. Abril: 11-64.
- **GPP – Gabinete de planeamento, políticas e administração geral** (2010). Programa Apícola Nacional Triénio de 2011-2013. Abril: 11-64.
- **Funari CS, Ferro VO** (2006). Análise de própolis. Revista de Ciências e Tecnologias Alimentares, Campinas 26 (1): 171-178.
- **Habib HM, Al Meqbali FT, Kamal H, Souka UD, Ibrahim WH** (2014). Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. Food Chemistry 153: 35-43.
- **Iglesias I, Féas X, Rodrigues S, Seijas J, Vásquez-Tato P, Dias L, Estevinho L** (2012). Comprehensive study of honey with protected denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specification. Molecules 7(7): 8561-8577.
- **Jardim Botânico da UTAD** (2016). Flora Digital de Portugal. <http://jb.utad.pt/index.php>, consultado em 02-02-2016.

- **Kamal MA, Klein P** (2011). Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences* 18:17-21.
- **Karabagias IK, Badeka A, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG** (2014). Characterization and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food chemistry* 146: 548–557.
- **Lazarevic KB, Andric F, Trifkovic J, Tesic Z, Milojkovic-Opsenica D** (2012). Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food chemistry* 132: 2060-2064.
- **Lee HS, Nagy S** (1990). Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethyl furfural in sugar-catalyst model systems. *Journal of Food Processing and Preservation*, 14(3): 171-178.
- **Lidónio E, Diogo G, Roque N, Antunes, IM, Anjos O** (2010). Caracterização da atividade Apícola no Município de Vila Velha de Rodão. *ESAC, Aveiro (Livro de Actas): 86-101.*
- **Lima-Ribeiro MS, Barberi M** (2005). Análise palinológica: fundamentos e perspectivas na pesquisa arqueológica. *Habitus* 3(2): 261-290.
- **Lopes M** (2010). Bioactividade de mel: Actividade antioxidante, microbiana e composição em ácidos orgânicos. Tese para obtenção do grau de mestre em Bioquímica. Universidade de Lisboa, Lisboa: 7-18; 41-48.
- **Louveaux J, Maurizio Anna, Vorwohl G** (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World* 59(4): 139-157.
- **Maia MF** (1999). Contribuição para a caracterização do mel do parque arqueológico do Vale do Côa. Relatório final de estágio da licenciatura em Engenharia zootécnica. UTAD, Vila Real: 15-60.

- **Maia M, Russo-Almeida PA, Pereira O** (2001) Pollen Spectra of Honeys from the Archaeological Park of the Vale do Côa (Portugal). *Revista Portuguesa de Zootecnia* IX (1) – 2002.
- **Maia M, Russo-Almeida PA, e Pereira, JO** (2005) Caracterização do Espectro Polínico dos Méis do Alentejo (Portugal), *Silva Lusitana* 13 (1): 95 – 103.
- **Maia M** (S.D.). A Importância da Soagem na Monofloridade do Mel de Rosmaninho em Portugal. *Revista “O apicultor”*: 25-30.
- **Martos MV, Navajas, YR, López, JF, Álvarez, JAP.** (2008). Functional properties of honey, própolis and royal jelly. *Journal of food science* 73(9): 117-124.
- **Maurizio A** (1939). Untersuchunger zur quantitative Pollenanalyse des Honigs. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. U.Hyg.* 30(1/2): 27-69.
- **Melo ILP, Almeida-Muradian LB** (2011). Comparison of methodologies for moisture determination on dried bee pollen samples. *Revista de Ciência e Tecnologia Alimentar* 31 (1): 194-197.
- **Michener CD** (2007). *The Bees of the world* (2nd Edition). Johns Hopkins University Press, Baltimore 1: 4-22.
- **Moura SG** (2006). Qualidade do mel de Abelhas (*Apis mellifera L.*) em função do ambiente e do tempo de armazenamento. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Anima para obtenção do título de Mestre na Área de Produção de Animais de Interesse Económico. Universidade Federal do Piauí, Teresina: 4-17.
- **Murilhas AMC** (2008). Apicultura e polinização: Em que medida poderemos evitar um desastre anunciado? *O Apicultor Revista de apicultura*, 62: 7-10.

- **Nascimento DMD** (2013). Parâmetros de avaliação da qualidade do mel e percepção do risco pelo consumidor. Dissertação para obtenção do grau de mestre. Universidade do Porto, Porto: 4-28.
- **Norma Portuguesa (NP) 12143** (1999). Sumos de frutos e produtos hortícolas. Determinação do teor de sólidos solúveis. Método refratométrico. Instituto Português da Qualidade, Portugal.
- **Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares** (2011). O Mercado do Mel em Portugal. Agriciencia.com. http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=93, consultado em 02-09-2014.
- **Oddo LP, Piro R** (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* 35: 38-81.
- **Ortiz Valbuena A** (1992). Contribución a la denominación de origen de la miel de la Alcarria. Tesis doctoral, Guadalajara 20-301.
- **Ortiz PL, Fernández I** (1992). Estudio microscópico de miel y pólen apícola de la provincia de Sevilla. *Acta Botanica Malacitana* 17: 183-193.
- **Owayss AA** (1996). The effect of supplementary feeding of honeybees, *Apis mellifera* L., on brood, honey and royal jelly. M.Sc. Thesis. Fayoum, Cairo University, Egypt: 105.
- **Pérez, R G** (2003). Estudio palinológico y colorimétrico de mieles monoflorales de la Región de Murcia. Trabajo para optar al título de Ingeniero Técnico Agrícola com especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena: 43-103.
- **Pires J, Estevinho ML, Feás X, Cantalapiedra J, Iglesias A** (2009). Pollen spectrum and physico-chemical attributes of heather (*Erica* sp.) honeys of north Portugal. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 1862-1870.

- **Reg. – Regulamento (UE) n.º 852/2004.** Segurança dos géneros alimentícios – Da exploração agrícola até á mesa. 29 de Abril: L 139/1-25.
- **Reg. – Regulamento (UE) n.º 1151/2012.** Regimes de qualidade dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. 21 de Novembro: L 343/1-21.
- **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, Abreu R** (2009). Produtos alimentares tradicionais: hábitos de compra e consumo do mel. *Revista de Ciências Agrárias* 32 (2): 97-112.
- **Ribeiro PMC** (2006). Caracterização da flora vascular e do padrão dinâmico da paisagem na Serra do Caramulo. Análise do estado de conservação de taxa prioritários. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Biologia, especialidade de Ecologia. Coimbra: 35-121.
- **Ricardo S** (2013). A exportação do mel português: um estudo exploratório sobre as motivações, barreiras e estratégias. Dissertação para obtenção de grau de mestre em Empreendedorismo e Internacionalização. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, Porto: 21-58.
- **Rocha JMJS** (2014). Caracterização polínica do mel do concelho de Penafiel. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, UTAD. 46-54.
- **Russo-Almeida PA** (1992) Contribuição para a Caracterização do Mel da Zona Agrária da Terra Quente. Relatório Final de Estágio. Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Vila Real: 6-114.
- **Russo-Almeida PA, Costa MMF, Pereira JOB** (2003). Caracterização do mel do agrupamento das zonas agrárias do Douro e Távora. *Série didáctica Ciências Aplicadas* 238: 10-16.
- **Sancho MT, Muniategui S, Sánchez P, Huidobro JF, Simal J** (1991). Mielles del Pais Vasco, XI: Evaluación de los distintos tipos de cenizas. *Anales de Bromatologia*, 4: 311-324.

- **Sancho MT, Muniategui S, Huidobro JF, Simal J** (1992). Evaluating soluble and insoluble ash, alkalinity of soluble and insoluble ash and total alkalinity of ash in honey using electrical conductivity measurements at 20 °C. *Apidologie*, 23: 291- 297.
- **Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO** (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry* 196: 309-323.
- **Silvano MF, Varela MS, Palacio MA, Ruffineng S, Yamul DK** (2014). Physicochemical parameters and sensory properties of honey from Buenos Aires region. *Food Chemistry* 152: 500-507.
- **Tornuk F, Karaman S, Ozturk I, Toker OS, Tastemur B, Sagdic O** (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial crops and Products* 46: 124-131.
- **Tuberoso CI G, Jerkovic I, Sarais G, Congiu F, Marijanovic Z, Kus PM** (2014). Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE $L^*C_{ab}^*h_{ab}$. *Food Chemistry* 145: 284-291.
- **Uthurry C, Hevia D, Gomez-Cordoves C** (2011). Role of honey polyphenols in health. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* 3 (4): 141 – 159.
- **Valdés B, Diez MJ, Fernández I** (1987). Atlas polínico de Andalucía Occidental. Inst. De Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla 10-450.
- **Vargas T** (2006). Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos campos gerais do Paraná. Dissertação para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade do Paraná, Ponta Grossa: 19-40.
- **Vergeron PH** (1964). Interprétation statistique des résultants en matière d'analyse pollinique des mieles. *Ann. Abeille*, 7(4): 349-364.

- **Von der Ohe W, Oddo LP, Piana ML, Marlot M, Martin P** (2004)
Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35(1): 18-25.
- **Vorwohl G** (1994). Melissopalynology. In: *Trabajos de Palinología básico y aplicada. X Simposio de Palinología (A.P.L.E.), Universidad de Valência*: 15-29.

ANEXOS

ANEXO I

Questionário realizado aos apicultores da Associação dos Apicultores da Beira Alta que forneceram as amostras de méis

Caracterização dos apicultores da Beira Alta

1. Identificação do Apicultor

Nome	_____	Data de Nascimento	__ / __ / __														
Endereço	_____																
C. Postal	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> - <table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>													Telefone	_____	T. Móvel	_____
Nacionalidade	_____	Naturalidade	_____														
HABILITAÇÕES ACADÉMICAS	_____																
SITUAÇÃO PROFISSIONAL	_____																
E-MAIL:	_____																

2. Caracterização da atividade apícola

Concelho do(s) apiário(s)	_____	Freguesia(s):	_____			
Nº de colmeias:	_____	Média da Produção anual de mel	_____			
Local de Extração de Mel	_____					
Local de Armazenamento do Mel	_____					
Realizou análises ao mel	SIM	____	Local	_____	NÃO	____
Comercializa mel?	_____	De que forma?	_____			
Que tratamentos administrou nas colónias?	_____					
Realizou análises às abelhas e criação?	_____					
Observações:	_____					

Figura 19 - Questionário realizado aos apicultores da Associação dos Apicultores da Beira Alta que forneceram as amostras de méis