

PROJETO BIO4MED: CARACTERIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DE MÉIS PRODUZIDOS EM OLIVAIS

Guilherme Vaz

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança
Alimentar*

Orientado por

Elsa Ramalhosa

Soraia Falcão

**Bragança
2025**

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal) e aos fundos nacionais FCT/MCTES (PIDDAC) o financiamento atribuído ao CIMO (UIDB/00690/2020 e UIDP/00690/2020), bem como ao SusTEC (LA/P/0007/2020) e ao Projeto Bio4Med: Implementação de estratégias inovadoras para incremento da sustentabilidade em culturas perenes mediterrânicas (Código PRR-C05-i03-I-000083, Projetos I&D+I – Projetos de Investigação e Desenvolvimento + Inovação - Territórios Sustentáveis).



Resumo

O mel é um produto complexo constituído maioritariamente por açúcares, contendo também menores quantidades de proteínas, compostos fenólicos, vitaminas, etc. Para além da produção de mel, as abelhas desempenham um papel essencial na polinização de várias espécies vegetais, muitas destas importantes para a alimentação humana. Neste contexto, a apicultura assume uma relevância, não apenas económica, mas também ecológica, principalmente nos atuais cenários de alterações climáticas.

O projeto Bio4Med tem como objetivo a implementação de estratégias sustentáveis em culturas perenes do Mediterrâneo, nomeadamente em olivais. Nesta ação, através da instalação de colmeias nas bordaduras dos olivais, pretende-se produzir méis únicos de alta qualidade e, ao mesmo tempo, contribuir para a proteção da biodiversidade da região. Tendo este facto em consideração, este trabalho teve como finalidade caracterizar amostras de mel recolhidas de colmeias colocadas em olivais em relação às suas propriedades polínicas e físico-químicas. Para isso, foram analisadas 15 amostras provenientes de três olivais diferentes da região da “Terra Quente” em Trás-os-Montes, Portugal. Adicionalmente foram desenvolvidas três formulações de granola com três especiarias diferentes, com o objetivo de estudar o seu potencial de incorporação num produto alimentar

Os méis analisados apresentaram resultados semelhantes em vários parâmetros. Todos mostraram uma cor âmbar extra-claro, com baixos níveis de humidade e condutividade e restantes parâmetros de acordo com a legislação portuguesa. A análise polínica mostrou que todos eles eram méis multiflorais com predominância de *Jasione montana*, *Cytisus striatus* e *Rubus sp.*. A análise reológica mostrou que todos eles apresentaram comportamento Newtoniano, sendo que a sua dependência com a temperatura foi melhor explicada pela equação empírica referida por Afonso et al. (2018) do que pela Lei de Arrhenius.

A análise nutricional mostrou que as granolas desenvolvidas apresentaram uma composição nutricional semelhante às já existentes no mercado, tendo todas elas apresentado perfis sensoriais equilibrados. Além disso, as granolas não mostraram crescimento microbiológico significativo ao longo de dois meses de armazenamento à temperatura ambiente.

Palavras-chave: mel de olival; Projeto Bio4med; granola; análise sensorial.

Abstract

Honey is a complex product made predominantly by sugars, but also containing proteins, phenolic compounds and vitamins in smaller amounts. Beyond honey production, bees play an essential role in the pollination of various numbers species of plants, which many of them are fundamental for human food production. Beekeeping is relevant from an economic point of view but also from an ecological perspective, specially under the current challenges of climate change. The Bio4Med project aims to implement sustainable strategies in Mediterranean climate perennial crops, namely olive groves, by installing beehives along their borders. With this approach, high-quality honeys production can be enhanced with unique features while contributing to biodiversity conservation and regional economic development. This study was focused on the physicochemical, pollen and rheological characterization of honeys collected from olive groves. In more detail, fifteen samples were analysed from three olive groves in the "Terra Quente" region in Trás-os-Montes, Portugal. Additionally, to valorise this honey, granola formulations were developed and characterized in terms of physicochemical, sensory and microbiological properties. The honeys presented very similar results in various parameters. All of them showed extra-light amber colour, relative low moisture and electrical conductivity levels, and the other quality parameters being in accordance with the Portuguese legislation. The pollen analysis revealed multifloral honeys with predominance of *Jasione montana*, *Cytisus striatus* and *Rubus spp.*. Concerning the rheological behaviour, all honeys presented Newtonian behaviour, while the temperature dependence of viscosity was better explained by an empirical equation proposed by Afonso et al. (2018) than by the Arrhenius model. For the granola production, three formulations were made, differing only in the spice used (carob, cinnamon and ginger). Nutritional analysis showed that the developed granolas had a similar composition to those already in the market, with a significant amount of protein. All of them presented balanced sensory profiles. The granolas also showed no significant microbiological growth after two months of storage at room temperature.

Keywords: olive grove honey; Bio4Med project; granola; sensory analysis;

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Índice	iii
Índice de Tabelas	v
Índice de Gráficos	vi
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.1.1. Projeto Bio4Med	2
1.2. Mel	3
1.3. Parâmetros da Qualidade do Mel	7
1.3.1. Teor de Água	7
1.3.2. Acidez Livre e Condutividade	7
1.3.3. Cor	7
1.3.4. HMF, Diástase e Prolina	8
1.3.5. Açúcares e Compostos Fenólicos do Mel	9
1.3.6. Reologia do Mel	10
1.4. Mel de Trás-os-Montes	11
1.5. Sustentabilidade na Apicultura	13
1.6. Granola – Contextualização	13
1.6.1. Produtos Comerciais	14
1.6.2. Granolas Caseiras	19
1.6.3. Trabalhos Científicos realizados em granolas	21
1.7. Castanha	23
1.1.1. Transformação da Castanha	23
2. Objetivo	25
3. Parte Experimental	26
3.1. Caracterização dos méis provenientes dos “Olivais de Mel”	26
3.1.2. Análise Polínica	26
3.1.2. Cor	27
3.1.3. Textura	27
3.1.4. Viscosidade	27
3.1.5. Teor de Água	28
3.1.6. Condutividade	29
3.1.7. pH e Acidez Total	29

3.1.8. 5-Hidroximetilfurfural	30
3.1.9. Prolina	30
3.1.10. Atividade Diastásica	31
3.1.11. Perfil de Açúcares	31
3.2. Granola	32
3.2.1. Preparação das Formulações de Granola	32
3.2.2. Teor de Humidade e Cinzas	33
3.2.3. Atividade de Água (a_w)	34
3.2.4. Proteína	34
3.2.5. Teor de Gordura	35
3.2.6. Análise Microbiológica	35
3.2.7. Análise Sensorial	37
3.3. Análise Estatística	38
4. Apresentação e Discussão dos Resultados	39
4.1. Caracterização dos “Méis de Olival”	39
4.1.1. Análise Polínica	39
4.1.2. Cor do Mel	44
4.1.3. Textura	44
4.1.4. Viscosidade	45
4.1.5. Teor de Água	53
4.1.6. Condutividade	54
4.1.7. pH e Acidez Total	55
4.1.8. Hidroximetilfurfural	56
4.1.9. Índice Diastásico	57
4.1.10. Prolina	58
4.1.11. Perfil de Açúcares	60
4.1.12. Correlação	61
4.1.13. Análise Componentes Principais (PCA)	63
4.2. Granola de Mel de Olival	65
4.2.1. Caracterização Nutricional	65
4.2.2. Análise Sensorial	70
5. Conclusão	76
Referências	77
Anexo 1: Prova Sensorial de Aceitabilidade de Granolas com Mel de Olival e Castanha Transmontana	85

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Critérios de composição para o mel ser comercializado	5
Tabela 2 - Classificação das cores do mel, Escala de Pfund (Aquino et al., 2024).....	8
Tabela 3 - Trabalhos científicos sobre a reologia do mel nos últimos dez anos	10
Tabela 4 - Formulações e perfil nutricional de granolas comerciais	15
Tabela 5 - Receitas caseiras de granola encontradas online	20
Tabela 6 - Estudos publicados acerca de granola e os respectivos parâmetros analisados.	21
Tabela 7 - Formas de consumo da castanha (Laranjo, 2017)	24
Tabela 8 - Formulação da granola em percentagem da massa total	33
Tabela 9 - Método utilizado para cada parâmetro microbiológico analisado.....	36
Tabela 10 – Valores guia microbiológicos (INSA, 2019)	37
Tabela 11 - Análise polínica dos três méis de olival (%)	39
Tabela 12 - Valores médios obtidos das leituras do texturómetro	45
Tabela 13 - Valores respectivos da equação $\tau = \gamma \times \eta + \tau_0$ com intervalos de confiança.....	49
Tabela 14 - Lei da Potência dos Méis de Olival.....	51
Tabela 15 - Lei de Arrhenius e Equação Empírica [3] para os Méis de Olival.....	52
Tabela 16 - Teor de açúcares dos méis de olival (g/100g)	60
Tabela 17 - Tabela nutricional das três formulações de granola dos “Olival de Mel”..	65
Tabela 18 - Estado microbiológico das granolas no tempo T0 e T1 (UFC/g).....	69
Tabela 19 - Medianas (Mínimos – Máximos), médias e desvios padrão dos parâmetros avaliados na análise sensorial das granolas	71
Tabela 20 - Frequência e percentagem das escolhas de granola preferida por sexo, idades e preço dispostos a pagar.....	73
Tabela 21 - Coeficientes de correlação dos parâmetros sensoriais das granolas.....	74

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 20°C - curvas da carga	46
Gráfico 2 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 20°C - curvas da descarga.....	46
Gráfico 3 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 30°C - curvas da carga	47
Gráfico 4 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 30°C - curvas da descarga.....	47
Gráfico 5 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 40°C - curvas da carga	48
Gráfico 6 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 40°C - curvas da descarga.....	48
Gráfico 7 - Gráfico Boxplot do teor de humidade dos três méis recolhidos em olivais (%)	53
Gráfico 8 - Gráfico Boxplot da condutividade dos três méis analisados (mS/cm).....	54
Gráfico 9 - Gráfico Boxplot do pH dos méis.....	55
Gráfico 10 - Gráfico Boxplot da acidez total dos três méis analisados (meq/1000g)	56
Gráfico 11 - Gráfico Boxplot dos teores de 5-HMF dos três méis analisados (mg/kg) .	57
Gráfico 12 - Gráfico Boxplot do Índice diastásico dos três méis analisados (DN).....	58
Gráfico 13 - Gráfico Boxplot do teor de prolina dos três méis analisados (mg/g).....	59
Gráfico 14 - Correlações encontradas entre os diferentes parâmetros analisados nos três méis de olival estudados no presente trabalho.....	62
Gráfico 15 - Análise de Componentes Principais (PCA) realizada aos Méis de Olival analisados no presente trabalho.	64
Gráfico 16 - Análise de Componentes Principais (PCA) das granolas	68
Gráfico 17 - Perfil sensorial das três formulações de granola	70
Gráfico 18 - Análise de Componentes Principais (PCA) da análise sensorial das granolas.....	75

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O crescimento ao nível da implementação de estratégias agrícolas sustentáveis tem impulsionado, cada vez mais, ações que promovem a proteção dos ecossistemas nativos, numa época onde as consequências das alterações climáticas são cada vez mais evidentes. Neste contexto, o projeto Bio4Med, liderado pelo Instituto Politécnico de Bragança, tem como principal objetivo implementar estratégias sustentáveis em culturas perenes mediterrânicas.

A região de Trás-os-Montes destaca-se pela produção de azeite de elevada qualidade, proveniente de extensos olivais que são parte integrante da sua paisagem e identidade agrícola. A instalação de colmeias nas bordaduras destes olivais gera um produto único conhecido como "mel de olival". A colocação destas colmeias é uma oportunidade interessante onde, para além de uma maior rentabilidade do olival, é obtido um mel com características organolépticas e bioativas únicas, que vai aumentar as opções alimentares relacionadas à região de Trás-os-Montes, ou que pode ainda ser utilizado de forma a enriquecer e valorizar outro tipo de produto alimentar regional.

Para isso, é ainda importante destacar que os hábitos alimentares dos consumidores estão constantemente a mudar. Diversas fontes apontam que os principais fatores para essa mudança são a tentativa de reduzir o impacto ambiental, a mudança dos estilos de vida, preocupações relacionadas com a saúde, a urbanização, etc. Devido a estas mudanças, a indústria alimentar deve estar sempre atenta às tendências emergentes do setor, visando adaptar-se às novas expectativas dos consumidores (Arenas-Jal et al., 2020).

Segundo Yeoman & McMahon-Beattie (2024), e fortalecendo a ideia anterior, vários consumidores estão dispostos a fazer um esforço financeiro para poder adquirir alimentos que tenham características positivas para a saúde ou que tenham vantagens nutricionais. Verifica-se essa vertente no aparecimento de produtos que se encaixam nessa descrição nas grandes superfícies, como por exemplo, os alimentos funcionais e alimentos com alegações nutricionais. Neste sentido, o presente trabalho visa criar um produto alimentar nutricionalmente rico e saboroso que inclua o próprio “mel de olival” e outros produtos da região de Trás-os-Montes, como a castanha e o azeite.

Tendo em conta que “as opções de pequeno-almoço à base de cereais expandiram ao longo dos anos para suprimir a crescente procura dos consumidores, sendo muitas

vezes rotulados como uma fonte conveniente de alimentos nutritivos” (Croisier et al., 2021), a ideia de desenvolver uma nova formulação de granola é vista com grande potencial, pois esta pode suprimir a grande procura de alimentos para pequeno-almoço à base de cereais e que sejam ricos nutricionalmente.

Atualmente a valorização de produtos locais e a promoção de cadeias curtas de fornecimento são outros pontos valorizados pelos consumidores conscientes com a sustentabilidade.

Assim, a vertente principal deste trabalho será caracterizar o mel proveniente de olivais e estudar o potencial da sua incorporação numa formulação de uma granola, com sentido de valorizar as matérias-primas da região de Trás-os-Montes, para criar um produto com boas características sensoriais e nutricionais, que seja relevante num mercado de tendências atuais. Yeoman & McMahon-Beattie (2024) também referem que a incorporação de matérias-primas locais em alimentos e pratos tem ganho destaque nos últimos anos, o que reforça o valor simbólico e cultural dos produtos alimentares regionais, promovendo a autenticidade e a identidade de um produto. Ao incluir o mel de olival, a castanha e outros produtos regionais na formulação de um produto como a granola, explorar-se-á não apenas a funcionalidade nutricional desses ingredientes, mas também a sua capacidade de reforçar a identidade da região de Trás-os-Montes. Assim, o desenvolvimento deste produto contribuirá para a sustentabilidade local e para a valorização do património alimentar, alinhando-se às tendências atuais de consumo consciente e ao crescente interesse por produtos que conjugam inovação e tradição, assim como poderá ajudar a diminuir as emissões de gases com efeito de estufa, devido ao facto das distâncias relacionadas ao transporte das matérias-primas poderem ser minimizadas.

1.1.1. Projeto Bio4Med

Como foi referido, o projeto Bio4Med tem como objetivo a implementação de estratégias inovadoras para incremento da sustentabilidade em culturas perenes mediterrânicas. Esta é uma iniciativa financiada pelo Plano de Recuperação e Resiliência da União Europeia e, de um modo geral, pretende promover práticas agrícolas sustentáveis em culturas típicas da região mediterrânica como a oliveira.

O “mel de olival” é um produto proveniente da instalação de colmeias nas bordaduras dos olivais. A produção deste enquadra-se no objetivo do projeto o qual contempla, entre outras ações, a caracterização físico-química, polínica e reológica do

mel dos “Olivais de Mel” e o desenvolvimento de uma linha de produtos para a valorização dos “Olivais de Mel”. Apesar das flores de oliveira apresentarem um reduzido interesse apícola devido à sua baixa produção de néctar, considera-se que o mel possa ter características únicas resultantes, não só da flora circundante aos olivais, adaptadas ao clima mediterrânico, mas também da flora (espontânea ou não) relacionada aos cobertos vegetais de olivais mantidos nesse regime.

Sendo assim, através deste projeto, pretende-se obter um mel “único”, com características relacionadas aos olivais transmontanos, enquanto se promovem práticas agrícolas sustentáveis.

1.2. Mel

O mel possui uma longa história de valorização, tanto como alimento quanto utilizado na medicina tradicional (Bose & Padmavati, 2024). O uso do mel remonta a mais de 200 000 anos, com evidências desde o Mesolítico (9000 a.C.-4000 a.C.), como pinturas rupestres descobertas em Valência. Civilizações antigas, como os sumérios, egípcios e gregos, já usavam o mel na medicina, alimentação e cuidados com feridas, destacando o seu valor cultural e medicinal. Na Roma antiga, o mel era amplamente consumido e utilizado para conservar alimentos, reforçando sua versatilidade e importância histórica (Barreiros et al., 2024).

De acordo com o Decreto-Lei nº 214/2003, o mel é uma “*substância açucarada natural produzida pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* a partir do néctar de plantas ou das secreções provenientes de partes vivas das plantas ou de excreções de insectos 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*”.

A legislação em vigor (Decreto-Lei nº 214/2003) estabelece a classificação legal do mel com base na sua origem botânica, modo de produção e apresentação. Se for considerada a origem botânica, o mel pode ser designado de: (i) Mel de néctar ou mel de flores — mel obtido a partir do néctar das plantas; (ii) Mel de melada — mel obtido principalmente a partir de excreções de insetos sugadores de plantas (*Hemiptera*) que ficam sobre as partes vivas das plantas ou de secreções provenientes de partes vivas das plantas (Decreto-Lei nº 214/2003). Adicionalmente, se for considerado o modo de produção e/ou de apresentação, o mel pode ser designado de: (i) 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 secções de favos; (ii) Mel com pedaços de favos — mel que contém um ou vários pedaços de mel em favos; (iii) Mel escorrido — mel obtido por escorrimento de favos desoperculados que não contenham criação; (iv) Mel centrifugado — mel obtido por centrifugação de favos desoperculados que não contenham criação; (v) Mel prensado — mel obtido por compressão de favos que não contenham criação, sem aquecimento ou com aquecimento moderado de 45 °C, no máximo; (vi) 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 (Decreto-Lei nº 214/2003).

De um modo geral, o mel consiste em uma mistura complexa constituída maioritariamente por diferentes tipos de açúcar, principalmente frutose e glucose, e água. Contém também outras substâncias, em menor proporção, como proteínas, aminoácidos, compostos fenólicos, ácidos orgânicos, vitaminas, lípidos, produtos da reação de Maillard, minerais e outras substâncias fitoquímicas (da Silva et al., 2016). A cor do mel pode variar entre o branco-água até ao âmbar escuro, conforme o padrão comercial de classificação, na escala de Pfund (Bogdanov et al., 2004) e todas as suas características, como por exemplo consistência, sabor e aroma podem variar dependendo da flora associada (FAO, 2019).

O mel quando é comercializado como tal ou quando é adicionado a qualquer produto destinado ao consumo humano, tem de obedecer aos critérios de composição indicados na Tabela 1.

Tabela 1- Critérios de composição para o mel ser comercializado

Parâmetro	Tipo de mel - valor	Exceções
Teor de açúcares		
Frutose e glucose (total dos dois)	- Mel de néctar - no mínimo 60 g/100 g; - Mel de melada e misturas de mel de melada com mel de néctar - no mínimo 45 g/100 g;	
Sacarose	Em geral - no máximo 5 g/100 g	- <i>Robinia pseudoacacia</i> (falsa acácia), <i>Medicago sativa</i> (luzerna ou alfalfa), <i>Banksia menziesii</i> (<i>Mensies Banksia</i>), <i>Hedysarum</i> (hedisaro), <i>Eucalyptus camadulensis</i> , <i>Eucryphia lucida</i> , <i>Eucryphia milliganii</i> , <i>Citrus spp.</i> (citrinos) - no máximo 10 g/100 g; - <i>Lavandula spp.</i> (rosmaninho, alfazema), <i>Borago officinalis</i> (borragem) - no máximo 15 g/100 g.
Teor de água		
Água	Em geral — no máximo 20%;	- Mel de urze (<i>Calluna</i>) e mel para uso industrial em geral — no máximo 23%; - Mel de urze (<i>Calluna</i>) para uso industrial— no máximo 25%.
Teor de matérias insolúveis na água		
Matérias insolúveis na água	Em geral — no máximo 0,1g/100g;	- Mel prensado — no máximo 0,5g/100g
Condutividade elétrica		
Condutividade elétrica	Mel não enumerado na coluna à direita e misturas desses méis — no máximo 0,8 mS/cm;	- Mel de melada, mel de flores de castanheiro e misturas desses méis, exceto com os a seguir enumerados — no mínimo 0,8 mS/cm; - Exceções: <i>Arbutus unedo</i> (medronheiro), <i>Erica</i> (erica), <i>Eucalyptus</i> (eucalipto), <i>Tilia spp.</i> (tília), <i>Calluna vulgaris</i> (torga ordinária), <i>Leptospermum</i> (leptospermo), <i>Melaleuca spp.</i> (melaleuca).
Acidez livre		
	Em geral — no máximo 50 meq/1000g;	- Mel para uso industrial — no máximo 80 miliequivalentes de ácidos por 1000g.

Índice diastásico e teor de hidroximetilfurfural (HMF), determinados após tratamento e mistura

Índice diastásico (escala de Schade)	Em geral, com exceção do mel para uso industrial — no mínimo 8;	- Méis com baixo teor natural de enzimas (por exemplo, méis de citrinos) e teor de HMF não superior a 15 mg/kg — no mínimo 3.
HMF	Em geral, com exceção do mel para uso industrial — no máximo 40 mg/kg ¹	Mel de origem declarada de regiões de clima tropical e misturas desses méis — no máximo 80 mg/kg.

¹Sem prejuízo do indicado para méis com baixo teor natural de enzimas (por exemplo, méis de citrinos) e teor de HMF não superior a 15 mg/

1.3. Parâmetros da Qualidade do Mel

1.3.1. Teor de Água

Segundo os critérios de composição para o mel ser comercializado, presentes no Decreto-Lei nº 214/2003 (Tabela 1), o mel tem que possuir no máximo 20% de humidade, com o objetivo de garantir a sua estabilidade, já que, para este produto, parâmetros como a humidade e a atividade de água são tidos como essenciais para evitar a sua fermentação (Chirife et al., 2006). Estes teores também podem influenciar os parâmetros reológicos do mel, como a viscosidade (Stanciu, 2024).

1.3.2. Acidez Livre e Condutividade

De um modo geral, o mel tem valores típicos de pH entre 3,4 e 6,1. No entanto, esta não aparece regulamentada (Iurlina & Fritz, 2005). Por outro lado, os limites da acidez livre estão estabelecidos no Decreto-Lei nº 214/2003 com um limite máximo de 50 meq/kg de mel. Esta acidez é tanto maior, quanto mais avançado for o estado de fermentação do mel, processo que pode ser intensificado por um maior valor de teor de humidade (Prica et al., 2015). A acidez livre refere-se à presença e à variação dos diversos ácidos orgânicos presentes no mel, e é também uma característica muito importante na garantia da sua estabilidade.

A condutividade está diretamente relacionada com o teor de cinzas e com a própria acidez, pois mede a presença de minerais, ácidos orgânicos e proteínas no mel (da Silva et al., 2016). A medição desta é uma boa forma de identificar a origem botânica do mel, sendo usada amplamente em análises de adulteração (Bogdanov et al., 1999). Esta substituiu o teor de cinzas nos regulamentos por ser mais facilmente medida, sendo o limite máximo de 0,8 mS/cm.

1.3.3. Cor

Para avaliação da cor, são usados normalmente métodos baseados em comparações óticas simples, como as escalas de cor de Pfund e Lovibond, que fornecem uma escala de cores apenas ao longo do tom natural âmbar do mel (Bogdanov et al., 2004). Este produto adota cores que podem ir desde branco-água até âmbar escuro de acordo com a classificação da escala Pfund (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação das cores do mel, Escala de Pfund (Aquino et al., 2024)

Classificação	Escala de Pfund (mm)
Branco água	0-8
Extra branco	8-16,5
Branco	16,5-34
Âmbar extra-claro	34-50
Âmbar claro	50-85
Âmbar	85-114
Âmbar escuro	Mais de 114

A cor do mel pode variar durante o armazenamento devido à ocorrência de reações de Maillard e outras reações, que são influenciadas pela sua composição química (teores de frutose/glucose, minerais, polifenóis) (Anupama et al., 2003).

1.3.4. HMF, Diástase e Prolina

A análise de HMF, diástase e prolina no mel não conferem uma caracterização direta do mesmo. Estas são utilizadas na avaliação de frescura e autenticidade do mel, pois permitem identificar sinais de envelhecimento, tratamentos térmicos excessivos ou adulterações.

O hidroximetilfurfural (HMF) é um aldeído heterocíclico criado por reações de Maillard a partir de hexoses (Belay et al., 2017). Segundo Yang et al. (2019), esta molécula é uma potencial toxina e carcinogénica para humanos e muito tóxica para as abelhas. É um fator de grande importância quando falamos da qualidade do mel pois um valor elevado de HMF indica um menor grau de frescura e sinais de tratamentos térmicos excessivos, muitas vezes ligados a más práticas no seu armazenamento (Bogdanov et al., 1999). O limite máximo legislado para este parâmetro é de 40 mg/kg de mel.

A diástase, ou atividade diastásica, refere-se à presença das enzimas naturais, como a α -amilase e β -amilase, que são produzidas pelas abelhas durante o processo de maturação do mel (Alaerjani et al., 2022). Ou seja, os valores para atividade diastásica para mel recém-extraído vão ser elevados, e vão diminuindo quanto maior o tempo de armazenamento. Assim como o HMF, o índice diastásico é um bom indicador da frescura do mel e está legislado com um valor mínimo de 8 (unidades de Schade) (Bogdanov et al., 1999).

A prolina é um aminoácido presente no mel e pode chegar a corresponder a cerca de 70% de todo o perfil de aminoácidos livres do mel (Yang et al., 2019). A quantificação da prolina é importante, pois ajuda a identificar mel imaturo ou adulterado. De uma forma geral, um valor muito baixo pode indicar que o mel foi retirado muito cedo da colmeia ou adulterado com outros tipos de xarope com um baixo teor de prolina (Walker et al., 2022). Não existe legislação que abranja este parâmetro na Europa, mas como parâmetro de qualidade é recomendado que o mel possua no mínimo 180 mg/kg, sendo que é importante ter em conta que existe uma grande variação nos teores de prolina dependendo da sua origem (Bogdanov et al., 2004).

1.3.5. Açúcares e Compostos Fenólicos do Mel

Praticamente em todo o mel, a frutose e a glucose são os açúcares predominantes que podem chegar a constituir 95% da sua composição em alguns méis, e a sua relação pode variar de acordo com a origem do mel (Finola et al., 2007). Existem concentrações mais baixas de outros açúcares, muitas vezes açúcares compostos por ligações de frutose e glucose. Esta alta concentração de açúcares confere ao mel as suas propriedades físicas características como a elevada viscosidade, aderência, tendência a granular e uma boa resistência a certos tipos de deterioração (White & Doner, 1980).

É durante a maturação do mel que se forma o perfil de açúcares do mel. Aqui as abelhas, através da enzima invertase, presente nas suas glândulas, transformam o néctar em frutose e glucose (Machado De-Melo et al., 2017). A sacarose também pode estar presente no mel em concentrações menores de 5 g/100g na maior parte dos méis. Se esta concentração for muito elevada, pode ser indicadora de adulteração do mel (Bogdanov et al., 1999). O Decreto-Lei nº 214/2003 também define valores mínimos para a presença da glucose e frutose, sendo que, juntas, têm de estar presentes no mínimo numa concentração de 60g/100g no mel de néctar.

O mel, para além dos açúcares, possui também constituintes minoritários, como os compostos fenólicos, que oferecem ao mel uma ação antioxidante. A concentração destes compostos está diretamente ligada à cor do mel, sendo que méis com uma coloração mais escura tendem a ter um maior teor de compostos fenólicos (Pyrzynska & Biesaga, 2009). Estes estão presentes no mel pois são obtidos pelas abelhas a partir do néctar e a sua concentração no mel pode variar de 5-1300 mg/kg dependendo da origem botânica do mel. Os principais compostos fenólicos do mel dividem-se nos grupos dos flavonoides e dos ácidos fenólicos (Machado et al., 2017). A caracterização do perfil

destes compostos pode ser muito útil na identificação de méis de certas regiões ou plantas, pois muitos deles podem servir como biomarcadores botânicos.

1.3.6. Reologia do Mel

Em relação às propriedades reológicas do mel, estas não estão definidas na legislação, mas são importantes a nível sensorial. A medição da viscosidade e de outros parâmetros reológicos permite melhor controlo sobre as características de produtos alimentares, sendo muito importante em questões relacionadas com o controlo da qualidade desses mesmos produtos (Faustino & Pinheiro, 2021). No caso do mel, estas propriedades ainda fornecem informações valiosas para verificar a autenticidade do produto. Diversos trabalhos foram já realizados, envolvendo a sua determinação em viscosímetros e reómetros. Na Tabela 3 encontram-se compilados alguns dos estudos realizados nos últimos dez anos em reologia do mel.

Tabela 3 - Trabalhos científicos sobre a reologia do mel nos últimos dez anos

Equipamento utilizado	Tipo de mel	Condições da medição	Modelos aplicados	Principais resultados	Referência
Viscosímetro	Mel da Grécia (laranja)	T=25-45°C; Humidade= 16%, 17%, 19% e 21%; <i>Shear Rate</i> = 3,3 a 120 s ⁻¹ ; Cilindro Coaxial;	Modelo de Arrhenius; Regressão do logaritmo da viscosidade com o inverso da temperatura;	Fluido Não-Newtoniano; Temperatura e humidade influenciam a viscosidade.	(Stanciu, 2024)
Viscosímetro	Mel de Portugal (urze, alecrim e multifloral);	T= 30, 50, 70 e 95°C; Spindles TL6 e TL7 (diâmetro de 1,18 cm e 0,94 cm, respetivamente)	Modelo de Herschel-Bulkley; Lei da potência; Modelo de Arrhenius; Equação Empírica.	Fluido Newtoniano; Mel de Alecrim apresentou a menor viscosidade: 30°C: 6120 mPa·s 50°C: 603 mPa·s 70°C: 145 mPa·s	(Afonso et al., 2018)

Reómetro	Mel da Roménia (acácia, tília, girassol, floresta e polifloral)	T= 55°C; <i>Shear rate</i> = 1 Pa	N.D.	Acácia: G'= 4027,2 Pa G''= 6127,8 Pa Tília: G'= 2109,4 Pa G''= 8016,5 Pa Polifloral: G'= 8738,8 Pa G''= 8596,8 Pa	(Oroian et al., 2018)
Reómetro	Mel da Indonésia (floresta, multifloral, café, etc.);	T=25°C; <i>Shear Rate</i> ; 1000 s ⁻¹ ; Placas paralelas rotativas	Modelo de Arrhenius; Modelo Carreau-Yasuda;	Temperatura e composição do mel influenciam a viscosidade;	(Ubaidillah et al., 2022)

Segundo Faustino & Pinheiro (2021), a maior parte dos méis apresenta um comportamento Newtoniano, que é caracterizado pela viscosidade constante e por uma relação linear entre a tensão de corte e a taxa de corte (*shear rate*) (Faustino & Pinheiro, 2021). Contudo, podem existir méis que podem apresentar um comportamento Não-Newtoniano, tal como foi observado por Stanciu (2024) em méis de laranja da Grécia.

Vários dos artigos analisados concluem que as propriedades reológicas do mel são afetadas por fatores como a temperatura e o teor de humidade. No entanto, as propriedades reológicas podem ainda ser influenciadas por outros fatores, como o grau de cristalização, presença de grãos de pólen, bolhas de ar, partículas em suspensão e outras características relacionadas com a sua composição química (Tafa et al., 2021).

1.4. Mel de Trás-os-Montes

Em Portugal, o mel é amplamente valorizado, existindo regiões com Denominação de Origem Protegida (DOP), o que garante características diferenciadoras que estão ligadas a um território de origem. Atualmente, existem nove variedades de mel que podem obter esta certificação, o que mostra a diversidade e riqueza apícola do país. Entre estas, existem três tipos de mel provenientes da região de Trás-os-Montes: o Mel da Terra Quente, Mel do Parque de Montesinho e o Mel de Barroso.

De acordo com o caderno de especificações do Mel do Parque de Montesinho DOP (retirado do site da DGADR, na secção de produtos tradicionais), o mel é produzido nas regiões de Bragança e Vinhais, destacando-se pelo sabor e aroma únicos, provenientes da flora natural, especialmente composta por urze, castanheiro, alecrim, etc. Este mel reflete as condições naturais do Parque Natural de Montesinho, uma região marcada por temperaturas extremas e vegetação autóctone (DGADR, 2005a)

Em relação ao Mel da Terra Quente, o seu caderno de especificações refere que o néctar recolhido para a sua produção é proveniente, principalmente, das plantas de rosmaninho, urze, eucalipto, alfazema e giesta, e que a presença de pelo menos 15% de pólen de alecrim confere-lhe um sabor único e distintivo. Este mel é produzido em vários concelhos da região, como Mirandela, Vila Flor, Moncorvo, Freixo de Espada à Cinta, Mogadouro, Alfândega da Fé, Macedo de Cavaleiros, etc. (DGADR, 2006).

Por fim, segundo o seu caderno de especificações, a área geográfica de produção do Mel de Barroso é limitada aos concelhos de Boticas, Montalegre, Chaves, Vila Pouca de Aguiar e a algumas freguesias do concelho de Murça. É conhecido por ser produzido em cotas mais elevadas, onde a flora natural da região, principalmente constituída por urzes, confere ao mel uma cor predominantemente escura (DGADR, 2005b).

Assim como os méis das três regiões de Trás-os-Montes se distinguem pela flora específica, o mel produzido nos "olivais de mel" pode oferecer características singulares. A valorização de produtos regionais como os méis DOP da região transmontana de Portugal demonstra o potencial de agregar valor aos recursos locais, reforçando o interesse em promover o conceito dos "Olivais de Mel". Neste sentido, no presente trabalho pretende-se estudar o potencial de valorização do mel produzido nestes locais, de modo a criar formas de rendimento adicionais aos apicultores da Região de Trás-os-Montes.

Assim como os méis destas três regiões de Trás-os-Montes se distinguem pela flora específica, o mel produzido nos "olivais de mel" pode oferecer características singulares. A valorização de produtos regionais, como os méis DOP aqui mencionados, demonstra o potencial de agregar valor aos recursos locais, reforçando o interesse em promover o conceito dos "Olivais de Mel".

1.5. Sustentabilidade na Apicultura

A apicultura engloba processos biológicos fundamentais para a reprodução de um grande número de plantas, muitas destas agrícolas e essenciais para alimentar a população humana. As abelhas desempenham, neste contexto, um papel importante na cadeia alimentar, pois contribuem diretamente para a produção agrícola e para a resiliência de ecossistemas (Bahgat, 2023). A sua contribuição é muitas vezes subestimada, sendo esta responsável por até 90% da produção de algumas culturas. As abelhas também conseguem aumentar os rendimentos de vários tipos de produção, tais como a melancia (30-100%), girassol (600%), coentro (187%), etc. (Kumar et al., 2025).

Mesmo tendo uma função importante no mundo alimentar, as populações de abelhas estão a diminuir rapidamente devido a diversos fatores (Etxegarai-Legarreta & Sanchez-Famoso, 2022). A utilização de pesticidas, a desflorestação e destruição de habitats, as alterações climáticas e o aumento da incidência de casos de parasitas são das principais razões que levam a essa diminuição (Bahgat, 2023). Etxegarai-Legarreta & Sanchez-Famoso (2022) concluíram, por esse motivo, que deve existir investimento na apicultura com o objetivo de implementar boas práticas, novas tecnologias e novos sistemas de produção para obter um crescimento sustentável da sua produção. A nível mundial, existem iniciativas com o objetivo de proteger estes polinizadores e alguns países escolhem ainda adotar medidas mais limitativas, como a proibição de certos pesticidas na agricultura (Bahgat, 2023).

Neste âmbito, o projeto Bio4Med, com a implementação dos “Olivais de Mel”, pretende promover práticas de agricultura sustentáveis com a integração da atividade apícola nos olivais mediterrânicos. A criação deste modelo vai contribuir para a preservação das abelhas e para o equilíbrio dos ecossistemas locais, para além de produzir um mel de alta qualidade marcado pela identidade transmontana.

1.6. Granola – Contextualização

A granola é um produto alimentar crocante, obtido através de um processo de cozedura, no qual a aveia, outros cereais e frutos secos são unidos por um agente aglomerador. Em várias situações, esse agente é composto por uma combinação de mel, água e uma fonte de gordura, como óleo, para formar agregados estruturados de textura uniforme e crocante. Este alimento distingue-se pela sua composição versátil e pelo potencial de personalização, permitindo a incorporação de diversos ingredientes que

enriquecem o seu perfil nutricional e sensorial (Baş et al., 2010). Este produto é um cereal não extrudido, pronto a consumir, frequentemente utilizado no pequeno-almoço, caracterizado pelo seu elevado teor de hidratos de carbono, baixo teor de gordura e uma contribuição significativa para o aporte de fibras alimentares (Joy et al., 2016). Os irmãos Kellogg (USA), foram os primeiros a produzir este produto alimentar antes do século 20.

O consumo de cereais de pequeno-almoço, onde se inclui a granola, está associado a melhorias na qualidade geral da dieta, podendo contribuir significativamente para a ingestão diária de micronutrientes, presentes de forma natural nas matérias-primas do produto ou adicionadas à formulação através do processo de fortificação (Croisier et al., 2021). A própria granola tem uma composição rica em micronutrientes, como vitaminas, das quais estão incluídas a A, B₁, B₂, B₃, B₆ e E, assim como outros micronutrientes como zinco, selênio, crómio e manganês (Druzian et al., 2021). Além disso, está provado que o consumo de granola está associado a efeitos positivos na composição da microbiota intestinal devido à sua grande quantidade de fibra, o que resulta numa melhoria do trânsito intestinal e numa redução da pressão sanguínea (Sasaki et al., 2025).

1.6.1. Produtos Comerciais

Como foi referido anteriormente, existe uma crescente procura por alimentos à base de cereais para o pequeno-almoço, o que leva a um crescimento na oferta desse tipo de produtos, incluindo aqui a granola. Neste contexto, foi conduzido um estudo superficial sobre o mercado de granolas com o objetivo de compreender a composição nutricional e os ingredientes predominantes nas formulações comerciais disponíveis. Esta pesquisa permitiu a organização dos dados obtidos, estando os mesmos apresentados na Tabela 4, a qual inclui informações sobre os ingredientes principais, o perfil nutricional e os respetivos nomes comerciais das granolas analisadas.

Tabela 4 - Formulações e perfil nutricional de granolas comerciais

Produto Comercial (Marca)	Ingredientes	Declaração Nutricional (por 100g)
Fitness - Granola Mel	Flocos de aveia integral (44,6%); Açúcar; Farinha de trigo integral (9,8%); Trigo integral (2,6%); Mel (2,1%); Xarope de glucose em pó; Xarope de açúcar; Coco, Aroma natural; Levedante (carbonato de sódio); Sal; Antioxidantes	Calorias: 439kcal; Lípidos: 13,3g (1,7g saturados); Hidratos de Carbono: 65g (18g açúcares); Proteínas: 8,7g; Fibras Alimentares: 7g; Sal: 0,22g
Kellogg's - Extra Barista Edition	Aveia integral (52%); Açúcar; Óleo de palma; Farinha de trigo; Raspas de chocolate de leite (açúcar, pasta de cacau, manteiga de cacau, leite em pó inteiro, leite em pó desnatado, emulsionante, aroma natural de baunilha); Amêndoas (3%); Farinha de trigo, Farinha de milho; Cacau magro em pó; Aroma natural; Sal; Melaços; Emulsionante; Farinha de soja	Calorias: 501kcal; Lípidos: 21g (8,3g saturados); Hidratos de Carbono: 67g (21g açúcares); Proteínas: 8,1g; Fibras Alimentares: 6,0g; Sal: 0,38g
Kellogg's - Granola de Chocolate e Aveia	Aveia Integral (66%); Chocolate preto (10%); Açúcar; Gordura de leite; Emulsionante (lecitina de girassol); Óleo de girassol; Farinha de trigo; Fibra de milho; Xarope de glicose; Cevada tufada; Emulsionante (lecitina de soja); Aroma natural de especiarias; Aroma natural; Extrato de malte de cevada	Calorias: 469kcal; Lípidos: 17g (4,0g saturados); Hidratos de Carbono: 65g (13g açúcares); Proteínas: 9,3g; Fibras Alimentares: 9,5g; Sal: 0,01g

Tabela 4 - Formulações e perfil nutricional de granolas comerciais (cont.)

Produto Comercial (Marca)	Ingredientes	Declaração Nutricional (por 100g)
Integral - Granola de Chocolate e Avelã	Flocos de aveia integral (46,8%); Flocos de trigo integral (6,2%); Açúcar; Flocos de chocolate preto (11%; pasta de cacau, açúcar, emulsionante (lecitina de girassol) e aroma natural)); Óleo de girassol refinado; Pepitas de arroz (4,2%, semolina de arroz, farinha de trigo, açúcar, malte de cevada e sal); Farinha de trigo; Pedacos de avelãs tostadas (4%); Corn flakes (4%, milho, açúcar, sal, extrato de cevada maltado e emulsionante); Xarope de glicose; Coco desidratado; Mel; Sal; Aroma natural; Açúcar caramelizado e antioxidante (extrato rico em tocoferóis)	Calorias: 446kcal; Lípidos: 16g (4,0g saturados); Hidratos de Carbono: 63g (20g açúcares); Proteínas: 9,3g; Fibras Alimentares: 6,5g; Sal: 0,48g
Continente - Granola Triplo Chocolate	Aveia integral (47%); Açúcar, Óleo de girassol, Farinha de aveia (9,7%); Cereais extrudidos (sêmola de arroz, farinha de trigo, açúcar, farinha de malte de trigo, sal, açúcar caramelizado em pó); Quadrados de chocolate negro (5%, pasta de cacau, açúcar, emulsionante, aroma natural de baunilha); Quadrados de chocolate de leite (5%, açúcar, leite em pó gordo, manteiga de cacau, pasta de cacau, lactose, leite em pó desnatado, emulsionante, aroma); Quadrados de chocolate branco (5%, açúcar, leite em pó gordo, manteiga de cacau, emulsionante, aroma); Mel; Cacau magro em pó; Maltodextrina, Sal e Aroma	Calorias: 465kcal; Lípidos: 18,3g (4,3g saturados); Hidratos de Carbono: 62,3g (24,5g açúcares); Proteínas: 9,6g; Fibras Alimentares: 6,5g; Sal: 0,26g

Tabela 4- Formulações e perfil nutricional de granolas comerciais (cont.)

Produto Comercial (Marca)	Ingredientes	Declaração Nutricional (por 100g)
Rude Health - Ultime Granola Organic	Aveia; Flocos de espelta; Óleo de girassol; Mel; Flocos de cevada; Xarope de tâmara; Amêndoas torradas; Sementes de girassol; Amaranato tufado; Avelãs torradas	Calorias: 466kcal; Lípidos: 21g (1,9g saturados); Hidratos de Carbono: 56g (13g açúcares); Proteínas: 9,2g; Fibras Alimentares: 7,4g; Sal: 0,12g
Seara - Organic Granola	Flocos de aveia integral; Xarope de arroz; Óleo vegetal de girassol; Arroz crocante (arroz, malte de cevada e sal marinho)	Calorias: 446kcal; Lípidos: 15g (1,6g saturados); Hidratos de Carbono: 66g (14g açúcares); Proteínas: 8,5g; Fibras Alimentares: 6,5g; Sal: 0,04g
Fels - Granola de Castanha e Mel	Flocos de aveia (55%); Castanha (20%); Mel de castanheiro (9%); Farinha de castanha; Sementes de girassol; Sementes de abóbora	Calorias: 496kcal; Lípidos: 28g (4g saturados); Hidratos de Carbono: 48g (17g açúcares); Proteínas: 13g; Fibras Alimentares: 4g; Sal: 0,04g

A análise das formulações de granolas comerciais permitiu concluir que este produto apresenta uma grande versatilidade, sendo altamente personalizável para atender a diferentes segmentos de mercado. Observa-se também que todas as granolas analisadas possuem um perfil nutricional rico, destacando-se pelo elevado valor energético, com todas as formulações a ultrapassar as 400 kcal por 100 g. Uma característica comum e vantajosa é a alta concentração de fibra alimentar, atributo frequentemente referido nas embalagens. Este aspeto reforça a perceção das granolas como uma opção saudável e funcional dentro da categoria de alimentos para pequeno-almoço.

Relativamente à formulação, verifica-se que a aveia é consistentemente o ingrediente principal em todas as granolas analisadas, com proporções que variam entre 44% e 66%. Outro ingrediente frequentemente identificado é o açúcar, presente na maioria das formulações e, em alguns casos, acompanhado de outros adoçantes, como xarope de glucose ou mel. É comum ser adicionada uma fonte de gordura à formulação da granola, como óleo de palma ou óleo de girassol. Outros componentes a destacar incluem o chocolate (branco, preto e de leite), frutos secos e diferentes tipos de cereais e farinhas. Esta diversidade de ingredientes destaca a ampla variabilidade de formulações possíveis para a granola, contribuindo para o enriquecimento do produto, tanto em termos nutricionais como sensoriais.

A formulação desenvolvida pela empresa Fels®, que incorpora castanha e mel, merece especial atenção neste contexto. Este produto destaca-se, não só pelos ingredientes usados, mas também pelo seu perfil nutricional, devido ao seu maior teor proteico. Além disso, esta formulação alinha-se com os objetivos propostos neste trabalho, sendo a sua estratégia a valorização de matérias-primas regionais, como forma de agregar valor e diferenciar o produto no mercado. A principal inovação reside na utilização da castanha e de subprodutos associados à sua produção, como o mel de castanheiro. Esta abordagem não só contribui para o fortalecimento da identidade regional, mas também busca atrair consumidores que apreciam produtos derivados da castanha, destacando-se pelo apelo à autenticidade e pela conexão com a região local.

1.6.2. Granolas Caseiras

Foi ainda realizada uma pesquisa em diversos sites de receitas sobre o processo de produção de granola caseira, assim como os ingredientes mais utilizados. Essa pesquisa teve como objetivo fornecer uma orientação geral sobre a produção e as escolhas de ingredientes típicas, de forma a auxiliar no futuro o desenvolvimento da formulação do produto. Todas as fontes online consultadas estão compiladas na Tabela 5 para facilitar a compreensão.

As formulações de granola apresentam uma grande capacidade de personalização o que permite ir ao encontro de diferentes necessidades nutricionais, preferências sensoriais e objetivos de mercado. A análise de receitas disponíveis revela a utilização de uma base comum de flocos de aveia, complementados por oleaginosas, adoçantes, fontes de gordura e sementes, frequentemente enriquecidos com aromas e especiarias. Este perfil de ingredientes destaca a granola como um produto altamente adaptável e nutritivo.

Os modos de produção de granola apresentados seguem processos básicos semelhantes, que variam apenas nos ingredientes utilizados. Em geral, inicia-se com a combinação dos ingredientes secos, como flocos de cereais, frutos secos e sementes. Essa mistura seca é combinada com ingredientes líquidos, como óleos, mel ou outro tipo de adoçante, e especiarias ou essências opcionais, como canela ou baunilha, para conferir sabor. O passo seguinte é espalhar a mistura num tabuleiro forrado com papel vegetal e levar ao forno pré-aquecido. A temperatura varia entre 150 e 180 °C, com tempos de cozedura entre 20 e 30 minutos. Durante o processo, recomenda-se mexer a mistura para garantir uma torra uniforme. O resultado é um produto crocante, de textura uniforme e pronto para ser armazenado em recipientes herméticos, para preservar a sua frescura e qualidade.

Tabela 5 - Receitas caseiras de granola encontradas online

Produto	Ingredientes	Modo de Preparação	Referência
Granola (site do Continente)	Flocos de aveia, Amêndoas laminadas, Nozes pecan, Sementes de Girassol, Óleo de Coco, Mel, Essência de baunilha, Canela em pó	Misturar os ingredientes secos (aveia, amêndoas, nozes pecan, sementes, canela) com os líquidos (óleo de coco, mel, baunilha), até obter uma textura húmida. Espalhar num tabuleiro forrado e levar ao forno a 160°C por 20 minutos.	https://feed.continente.pt/receitas/granola-de-frutos-secos-e-mel
Granola - Made by Choices	Cereais Integrais, Frutos secos, Fonte de gordura, Adoçante e Sementes à escolha	Pré-aquecer o forno a 180°C. Misturar os ingredientes secos e incorporar a fonte de gordura. Espalhar num tabuleiro e levar ao forno por 30 minutos.	https://madebychoices.pt/como-fazer-granola-caseira/
Granola - Donabimby	Frutos secos; Flocos de aveia; Sementes à escolha; Arandos desidratados; Mel; Azeite; Canela em pó	Pré-aquecer o forno a 160°C e forrar um tabuleiro com papel vegetal. Picar os frutos secos e misturar aos flocos de aveia. Aquecer o mel, azeite e a canela para posteriormente adicionar à mistura seca. Misturar bem e levar ao forno por 20 minutos.	https://donabimby.blogspot.com/2014/09/granola-caseira.html

1.6.3. Trabalhos Científicos realizados em granolas

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura científica disponível sobre os trabalhos desenvolvidos em granolas e conhecer as análises que podem ser realizadas à granola a desenvolver. Para além da caracterização nutricional, que inclui parâmetros como a composição de macronutrientes, teor de fibras e minerais, são exploradas as análises microbiológicas essenciais para garantir a segurança alimentar e a qualidade do produto, assim como os parâmetros adequados à avaliação sensorial de uma granola. Este apanhado geral visa identificar as práticas mais comuns e as tendências nas avaliações realizadas a produtos semelhantes, de forma a orientar o desenvolvimento de metodologias a aplicar no presente trabalho. Estes estudos são também importantes para posteriormente ajudar na comparação de resultados da granola desenvolvida. Alguns dos estudos analisados foram organizados e reunidos na Tabela 6.

Tabela 6- Estudos publicados acerca de granola e os respetivos parâmetros analisados.

Fonte	Métodos analíticos utilizados
(Souza & Silva, (2015)	Análises microbiológicas (presença de <i>Salmonella</i> , contagem de <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus</i> coagulase-positiva, coliformes totais, bolores e leveduras), análise sensorial (teste de aceitação), análises físico-químicas (humidade, lípidos, proteínas, fibra, cinzas, hidratos de carbono e perfil mineral)
Pereira de Souza et al., (2014)	Análises microbiológicas (<i>Bacillus cereus</i> , coliformes termotolerantes, <i>Staphylococcus</i> coagulase-positiva e <i>Salmonella</i> spp.), análise sensorial (teste de aceitação), análises físico-químicas (humidade, cinzas, proteínas, atividade de água, cor, textura, perfil de ácidos gordos, perfil mineral)
Chaudhary et al., (2022)	Análise sensorial (teste de aceitação, teste descritivo e teste triangular), análises físico-químicas (humidade, cinzas, proteína, lípidos, fibra, hidratos de carbono, perfil mineral, atividade antioxidante)

O estudo de Souza & Silva (2015), onde se desenvolveu e caracterizou uma granola do caju e baru do Cerrado, envolveu um conjunto abrangente de análises para avaliar a qualidade do produto elaborado. A granola com frutos do Cerrado apresentou maiores teores de proteína (117,4 g/kg), fibra dietética (115,3 g/kg) e ferro (32,1 mg/kg)

face ao controle. Pelo contrário, a granola de frutos do Cerrado apresentou um teor de humidade mais baixo (57,0 g/kg), atividade de água (0,3), sódio (577,7 mg/kg), lípidos (150,2 g/kg) e valor energético (3952,2 kcal/kg) do que o controle. As análises microbiológicas incluíram a pesquisa de *Salmonella*, a contagem de *Bacillus cereus*, estafilococos coagulase-positiva, coliformes totais, bem como bolores e leveduras, assegurando a segurança alimentar do produto. Após 100 dias de armazenamento, a granola apresentou níveis microbiológicos adequados. Já a análise sensorial consistiu num teste de aceitação com consumidores, com o objetivo de avaliar a preferência e a aceitação global do produto, tendo a aceitabilidade tido valores superiores a 7 por parte de 85,5% a 95,2% dos provadores, apresentando uma textura crocante.

Num outro estudo efetuado por Pereira de Souza et al. (2014), onde foram desenvolvidas granolas sem glúten a partir de pseudo-cereais, outros parâmetros foram analisados. Para além das análises convencionais, os autores decidiram realizar análises também à cor, textura e perfil de ácidos gordos. Ao elaborarem granolas com quinoa, amaranto e linhaça verificaram que as mesmas apresentaram boa aceitação sensorial e apresentaram teores de proteína e gordura total entre 86,72 - 97,49 e 97,84 – 134,03 g/kg p.f., respetivamente. As razões entre os ácidos gordos polinsaturados/saturados e n-6/n-3 foram ambas iguais a 3:1. O cálcio foi o mineral maioritário, não tendo sido detetados *Bacillus cereus*, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* spp., comprovando a segurança alimentar dos produtos desenvolvidos.

No trabalho realizado por Chaudhary et al. (2022), cujo objetivo principal foi o desenvolvimento de uma barra de granola com diferentes proporções de flocos de aveia e sementes de abóbora (5, 10 ou 15%), os autores incluíram também entre os seus objetivos proceder à análise da atividade antioxidante. A formulação constituída por 5% de flocos de aveia + 15% de sementes de abóbora (Variante I) foi a que apresentou o maior teor de fibra e o maior teor de vitamina C (maior atividade antioxidante). Já a formulação constituída por 10% de flocos de aveia + 10% de sementes de abóbora (Variante II) foi a que apresentou o maior teor de proteína, enquanto a formulação constituída por 15% de flocos de aveia + 5% de sementes de abóbora (Variante III) foi a que apresentou maior aceitabilidade.

Em termos gerais, estes resultados demonstram que os ingredientes utilizados e respetivas proporções são parâmetros importantes que afetam de forma significativa as propriedades nutricionais e sensoriais dos produtos elaborados. Lembrando que estes trabalhos não são os únicos relacionados com granola, mas, tendo em conta o objetivo

deste trabalho, pareceram ser adequados e relevantes. Estes dados e os respetivos resultados servirão como dados de comparação adequados aos resultados obtidos da granola a desenvolver no presente trabalho.

1.7. Castanha

O castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) é uma das espécies florestais de maior relevância na Europa, devido à sua versatilidade e ampla gama de utilizações. Atualmente, os países do sul da Europa destacam-se como alguns dos principais produtores de castanha, pois beneficiam de condições climáticas e geográficas favoráveis para o seu cultivo (Musilová et al., 2024). Na produção desta espécie de árvore é aproveitada, para além do seu fruto para consumo humano, a sua madeira que tem um papel cultural e histórico muito importante, pois fez parte do contexto de sobrevivência dos povos das regiões onde esta árvore existe (Marzocchi et al., 2024). Durante uma época tardia da Idade Média, entre os séculos XI e XVI, o castanheiro destacou-se como uma fonte vital de alimento e madeira nas regiões mediterrâneas (Răduțoiu & Cosmulescu, 2024).

Em Portugal, a principal área de produção de castanha é a região de Trás-os-Montes, que é responsável por aproximadamente 85% da produção nacional (Oliveira et al., 2015). No entanto, de acordo com os dados publicados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) de Portugal em 2023, desde 2020 que a “produção do fruto tem sido condicionada por problemas fitossanitários, agravados pelas secas, com impacto na qualidade e na quantidade de produção global colhida, que foi inferior em 1/3 em relação à média do último quinquénio” (INE, 2023).

1.1.1. Transformação da Castanha

O mercado da transformação da castanha ainda se encontra bastante limitado, o que representa uma grande oportunidade tendo em conta o objetivo deste trabalho. O fruto é bastante consumido de diferentes formas, desde em fresco, secado ou congelado. Atualmente, existem diversas alternativas no mercado que agregam valor à castanha. Um dos produtos mais conhecidos à base de castanha é o marron glacé, que é um produto tradicional produzido através da cristalização da castanha com açúcar. O uso da farinha de castanha na indústria panificadora oferece também alternativas ao modo de consumo do fruto. Além destas, ainda existem as bebidas à base de castanha e o creme de castanha.

Estes produtos são referenciados por Laranjo (2017), no manual técnico da transformação da castanha. A Tabela 7 resume os principais métodos de consumo da castanha.

Tabela 7 - Formas de consumo da castanha (Laranjo, 2017)

Primeira Transformação	Segunda Transformação	Terceira Transformação
Castanha Fresca	Castanha Pilada	Bebidas à base de Castanha (cerveja, licores e aguardentes)
	Castanha Congelada	
	Farinha de Castanha	Creme de Castanha
	Castanha Assada	Marron Glacé
	Castanha Fumada	
	Castanha Macia	Bolachas e Massas
Castanha cozida a Vapor		

Embora a produção de alimentos à base de castanha enfrente desafios, especialmente no que diz respeito ao custo de produção, o seu potencial para o desenvolvimento de novos produtos alimentares continua a ser promissor. A utilização da castanha em formulações como a granola pode representar uma oportunidade valiosa, uma vez que este fruto é nutritivo e versátil. A granola de castanha não só pode agregar valor ao produto, mas também pode atrair consumidores que buscam alternativas saudáveis e sustentáveis. Além disso, a crescente procura por alimentos sem glúten e ricos em fibras torna a granola de castanha uma excelente proposta no mercado de alimentos funcionais.

2. Objetivo

O presente trabalho tem como um dos objetivos principais a caracterização do “Mel de Olival”. Esta caracterização inclui parâmetros físico-químicos, polínicos e reológicos de amostras de mel de olivais da região de Trás-os-Montes com o intuito de entender se é possível estabelecer um perfil característico destes tipos de méis.

O segundo objetivo é a incorporação desse mel numa formulação de granola. Para isso, pretendem-se desenvolver formulações de granola produzidas com ingredientes típicos da região de Trás-os-Montes, como a castanha, o azeite e o mel proveniente do olival. A proposta é explorar o potencial desses ingredientes não só do ponto de vista nutricional, mas também sensorial, criando um produto que valorize os recursos locais, atenda às necessidades nutricionais dos consumidores e ofereça conveniência no seu consumo. Também se pretende realizar uma caracterização destas granolas que inclui análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

3. Parte Experimental

Neste capítulo descrevem-se as amostras e as metodologias analíticas aplicadas no presente trabalho. Numa primeira parte descrevem-se os méis analisados e os métodos aplicados na sua caracterização. Na segunda parte descreve-se a forma como as granolas foram desenvolvidas e as técnicas analíticas utilizadas na sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial.

3.1. Caracterização dos méis provenientes dos “Olivais de Mel”

Para a caracterização do “Mel de Olival” foram recolhidos méis de três olivais diferentes da região transmontana de Portugal. Duas amostras (Mel 1 e Mel 2) eram provenientes de dois olivais diferentes da “Quinta do Valongo”, situada no concelho de Mirandela. A terceira amostra (Mel 3) foi recolhida de um apiário de um olival da “Casa de Santo Amaro”, situada na aldeia de Suções, também no concelho de Mirandela.

Foram recolhidos cinco frascos de cada olival referido. Para cada parâmetro analisado foram realizadas três réplicas de cada um desses frascos, totalizando 15 réplicas por tipo de mel. Este tipo de abordagem teve como objetivo assegurar a representatividade dos resultados para cada uma das origens.

Este capítulo tem como objetivo descrever as metodologias aplicadas na caracterização dos diferentes méis, visando com isto verificar se existiam diferenças entre os méis produzidos em colmeias colocadas nas bordaduras de diferentes olivais. Todos os protocolos utilizados nas análises realizadas foram baseados nas metodologias aconselhadas para o mel pela International Honey Commission, (2009).

3.1.2. Análise Polínica

A análise polínica do mel foi realizada no Laboratório LabApis da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Esta foi realizada a partir do método de acetólise descrito por Louveaux et al., (1978). As amostras de mel foram observadas ao microscópio ótico (Nikon, Microphot – FXA, Tóquio) através das ampliações de 40× e 100×. As partículas de pólen foram agrupadas por morfologias similares, que são produzidos normalmente por plantas do mesmo género. Para a estimativa das frequências percentuais dos vários tipos polínicos, foram contados no mínimo seiscentos grãos de pólen em cada mel.

3.1.2. Cor

A determinação da cor do mel foi realizada através do método visual com base na escala de Pfund. Para isso, foi realizada a leitura direta através de um colorímetro (modelo C 221, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, USA). Os valores obtidos desta leitura estavam expressos em milímetros Pfund (mm Pfund) que foram depois comparados com a tabela de cor Pfund (Tabela 2) para classificar a cor de cada mel.

3.1.3. Textura

Para as medições da textura do mel, foi utilizado um texturómetro da Stable Micro Systems (Stable Micro Systems, TA.XTplusC Texture Analyser, Reino Unido), tendo-se aplicado o método da *Backward Extrusion*. Para realizar as medições foi utilizado o *probe* designado por “*Backward Extrusion Rig*”, que consistiu num disco plástico de diâmetro de 35mm que penetra num copo onde a amostra está colocada. Foi utilizada uma célula de carga de 5kg.

Em mais pormenor, o mel foi colocado no recipiente próprio até uma altura de 45mm e o disco foi posicionado ao centro deste, numa posição inicial de 20mm acima da superfície da amostra. De seguida, após iniciar a medição, o disco penetrou no mel até atingir uma profundidade de 30 mm, a uma velocidade de 1 mm/s, regressando depois à posição inicial, para garantir condições idênticas entre as medições.

Os parâmetros retirados desta análise, através do software Exponent, foram os seguintes: (i) firmeza (força máxima registada durante a penetração; g); (ii) consistência (área positiva da curva; g.s); (iii) coesividade (força negativa máxima registada durante a retirada do disco; g); e (iv) trabalho de coesão (área da curva negativa; g.s).

3.1.4. Viscosidade

A determinação da viscosidade do mel foi realizada com recurso a um viscosímetro rotacional (FungiLab, Visco Star+ V0.9, Espanha). Utilizou-se o *spindle* TL7 e, para cada medição, foram utilizadas 15,4g de mel. As leituras foram realizadas a 0,5, 1, 1,5, 2, 4, 10 e 20 rpm, a temperaturas de 20 °C, 30 °C e 40 °C. Das leituras do viscosímetro, foram retirados os valores para os parâmetros da tensão de corte ($\text{g.cm}^{-1}.\text{s}^{-2}$), da taxa de corte (s^{-1}) e da viscosidade (mPa.s) de cada mel. A partir destes valores foram construídos gráficos correspondentes à curva da carga (taxa de corte crescente) e à curva da descarga (taxa de corte decrescente) dos três méis analisados.

Para o estudar o seu comportamento reológico foi aplicada a lei da potência aos resultados experimentais obtidos para verificar se os méis eram fluídos Newtonianos ou Não-Newtonianos, utilizando-se a seguinte equação:

$$\tau = K \times \gamma^n \Leftrightarrow \ln(\tau) = \ln(K) + \ln(\gamma^n) = \ln(K) + n \ln(\gamma) \quad [1]$$

Onde n representa o índice de comportamento de escoamento (adimensional) e K o índice de consistência do fluido ou a viscosidade aparente (Pa.sⁿ). A aplicação da lei da potência foi avaliada através da relação encontrada entre os logaritmos neperianos dos valores da tensão de corte e os logaritmos dos valores da taxa de corte, de modo a avaliar se a relação era ou não linear. Posteriormente, para estudar a influência da temperatura na viscosidade dos méis foi utilizada a equação de Arrhenius, através da equação seguinte:

$$\eta = K_0 \times e^{\frac{Ea}{RT}} \quad [2]$$

Nesta, η representa a viscosidade (Pa.s), K_0 é o fator pré-exponencial (Pa.s), Ea é a energia de ativação (J.mol⁻¹), R a constante universal dos gases ideais (8,314 J.mol⁻¹.K⁻¹) e T a temperatura (K). Por último, aplicou-se uma equação empírica, na tentativa de encontrar uma equação alternativa à de Arrhenius que descrevesse melhor a dependência da viscosidade com a temperatura dos méis de olival. A equação utilizada foi a referida por Afonso et al. (2018), tendo a seguinte equação:

$$\eta = K_0 \times e^{\frac{A}{T-B}} \quad [3]$$

Este ajuste foi feito recorrendo ao software Minitab 22.4.0.0. De forma resumida, esta abordagem teve como objetivo tentar ajustar os dados experimentais a vários modelos matemáticos para encontrar a melhor equação que descrevesse o comportamento reológico dos três méis.

3.1.5. Teor de Água

Para a determinação do teor de água do mel, a amostra de mel foi homogeneizada e transferida para um goblé. Este foi colocado em banho-maria a 50 °C (±0,2°C) até à completa dissolução dos cristais de açúcar. Após este processo, a solução foi arrefecida à

temperatura ambiente e novamente homogeneizada por agitação. A determinação do teor de humidade foi efetuada com recurso a um refratómetro digital (modelo Digit-5890, Ref: 8100.5890, Países Baixos). A leitura do índice de refração obtida no refratómetro foi diretamente convertida em teor de água.

3.1.6. Condutividade

Foi dissolvida uma quantidade de 20,0 g de mel anidro em água destilada. A solução resultante foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume com água destilada até à marca. De referir que alternativamente, pode ser utilizada qualquer relação de 1:5 (massa/volume). A preparação da solução teve sempre em conta a quantidade de humidade presente no mel utilizado, pois é necessário que a solução final seja exatamente 1:5 (massa/volume).

Depois de preparadas as amostras, foram realizadas as medições com o medidor de bancada da HANNA instruments (HI 5521), devidamente calibrado, e os resultados foram expressos em miliSiemens por centímetro (mS/cm).

3.1.7. pH e Acidez Total

Inicialmente, foi preparada uma solução-mãe dissolvendo 10 g de mel em 100mL de água destilada. O pH desta solução foi medido diretamente num potenciómetro e titulador automático da marca HANNA (HANNA Instruments, HI 902), colocando o eletrodo na solução previamente homogeneizada.

Para a determinação da acidez livre e da acidez lactónica, foram retirados 25 mL da solução mãe e adicionados 25 mL de água destilada, obtendo-se um volume final de 50 mL de solução. Para a acidez livre, esta solução foi submetida a titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol.L⁻¹, sob agitação constante, utilizando o mesmo equipamento para monitorizar e registar o volume gasto de NaOH até atingir pH 7,0. O resultado da acidez livre foi expresso em miliequivalentes de ácido por 1000g e foi calculado através da seguinte equação:

$$Acidez\ Livre = V_{NaOH} \times [NaOH] \times \frac{50}{25} \times \frac{1000}{M} \quad [4]$$

Onde V_{NaOH} representa o volume de NaOH gasto até atingir pH 7 e M a massa de mel usada (g). Para a quantificação da acidez lactónica foi necessário que a solução atingisse o pH 8,3 (ou um volume total gasto de NaOH de 10 mL) para ocorrer a libertação

dos ácidos orgânicos por hidrólise das lactonas. Depois, fez-se a titulação com ácido sulfúrico (H_2SO_4) até se atingir de novo o pH 7, tendo-se registado o volume de ácido gasto. A acidez lactónica foi expressa nas mesmas unidades da acidez livre e foi calculada pela seguinte fórmula:

$$Acidez\ Lactónica = [(10 - V_{NaOH}) \times [H_2SO_4] - (0,05 \times V_{H_2SO_4})] \times \frac{50}{25} \times \frac{1000}{M} \quad [5]$$

A acidez total foi obtida a partir da soma dos valores da acidez livre e acidez lactónica para cada uma das réplicas (miliequivalentes de ácido/1000g).

3.1.8. 5-Hidroximetilfurfural

A quantificação do 5-Hidroximetilfurfural (HMF) foi realizada por espectrofotometria de ultravioleta-visível (UV-Vis). Foram dissolvidas 5 g de mel em 25 mL de água destilada. Esta solução foi transferida para um balão volumétrico de 50mL, ao qual foram adicionados 0,5 mL da solução Carrez I e 0,5 mL da solução Carrez II, perfazendo-se o volume com água destilada. Esta solução foi homogeneizada e, de seguida, filtrada. De cada filtrado foram retirados 5 mL para tubos de ensaio, aos quais se adicionaram 5 mL de água destilada. A leitura foi feita num espectrofotómetro UV-Vis (Zuzi, 4255/50 UV-Vis), com a utilização de cuvetes de quartzo, nos comprimentos de onda dos 284 e 336 nm. O teor final de HMF (expresso em $mg.kg^{-1}$) foi calculado a partir da seguinte equação:

$$HMF (mg.kg^{-1}) = (Abs_{284} - Abs_{336}) \times 149,7 \times \frac{5}{M_{mel}} \quad [6]$$

A preparação do branco foi feita pela mistura de 5mL de água destilada com 5mL da solução de bissulfito de sódio a 0,2 %.

3.1.9. Prolina

Foram pesadas 0,5 g de mel e dissolvidas em 10mL de água destilada. A partir desta solução-mãe, foram preparados três tubos de ensaio, cada um com 0,5 mL da solução anterior, aos quais foram adicionados 1mL de ácido fórmico (98 %) e 1 mL de solução de ninidrina a 3 %.

Os tubos, depois de homogeneizados, foram colocados em banho-maria a 100°C, durante 15 minutos, seguidos de um segundo banho a 7 0°C durante 10 minutos. Depois de retirados do banho, foram adicionados 5 mL de uma solução a 50 % em volume de 2-propanol:água a cada tubo, e deixados a arrefecer num ambiente escuro, à temperatura ambiente durante 45 minutos.

No espectrofotómetro UV-Vis, as leituras foram realizadas com auxílio de cuvetes de vidro, no comprimento de onda de 510 nm no espectrofotómetro UV-Vis (Zuzi 4255/50). Para a preparação do branco e da solução padrão substituíram-se os 0,5mL de solução-mãe de mel por 0,5mL de água destilada e por 0,5 mL da solução padrão de prolina a 0,032 mg.mL⁻¹, respetivamente. Depois da leitura, para a determinação do teor de prolina, expresso em mg/kg, utilizou-se a seguinte equação:

$$Prolina (mg.kg^{-1}) = \frac{Abs_{mel}}{Abs_{padr\tilde{a}o}} \times \frac{M_{padr\tilde{a}o}}{M_{mel}} \quad [7]$$

3.1.10. Atividade Diastásica

A análise da atividade diastásica foi realizada pelo método de Phadebas[®]. Foi pesada 1g de mel e dissolvida num balão de 100mL com água destilada. A partir desta, foram transferidos 5mL para tubos de ensaio que foram colocados em banho-maria a 40°C durante 5 minutos para estabilização térmica. Posteriormente, foi adicionada uma pastilha Phadebas[®] a cada tubo, seguida de agitação no vórtex. Os tubos foram colocados novamente em banho-maria a 40 °C, desta vez durante quinze minutos, para permitir a reação enzimática. Depois de retirados do banho, adicionou-se 1mL de NaOH (0,5 M) a cada tubo para interromper a reação. A absorbância das amostras foi medida a 620 nm com cuvetes de vidro no espectrofotómetro UV-Vis (Zuzi 4255/50).

O índice diastásico (DN) foi calculado em unidades de Schade, através da seguinte equação:

$$DN = 28,2 \times Abs_{620} + 2,64 \quad [8]$$

3.1.11. Perfil de Açúcares

Os açúcares no mel foram quantificados através de cromatografia líquida (HPLC) e deteção por índice de refração. Para a preparação das amostras, pesaram-se 5g de mel que se dissolveram em 40mL de água destilada. Num balão volumétrico de 100 mL foram

colocados 25 mL de metanol e, de seguida, os 40mL da solução de mel preparada, enchendo com água destilada até à marca dos 100mL do balão.

Esta solução foi filtrada com filtros de membranas de nylon (0,2 µm), com auxílio de seringas e armazenada em vials próprios até à injeção.

O sistema cromatográfico utilizado consistiu num sistema cromatográfico Vanquish (Thermo Scientific, San Jose, CA, USA) e em um detetor de índice de refração RefractoMax 520 (ERC, Nishi-Aoki, Kawaguchi, Saitama, Japan). Para a separação cromatográfica utilizou-se uma coluna 100-5 NH₂ Eurospher (4,6 × 250 mm, 5 µm, Knauer). Como fase móvel foi utilizada uma mistura de acetonitrilo e água (80:20 v/v), com um caudal de 1,3 mL/min.

A análise dos dados foi feita utilizando o software Chromeleon 7. A identificação dos açúcares foi efetuada através dos tempos de retenção dos picos obtidos, comparando-os com os padrões correspondentes à frutose, glucose, sacarose, turanose, maltose, kojibiose, isomaltose, melezitose e rafinose.

3.2. Granola

Após a caracterização dos méis provenientes do olival ter sido realizada, procedeu-se à preparação das formulações de granolas com a sua incorporação. Este capítulo descreve todas as metodologias e procedimentos utilizados na preparação de três formulações diferentes. Para além disso, ainda são apresentadas todas as metodologias utilizadas para a avaliação física, química, microbiológica e sensorial das granolas produzidas.

3.2.1. Preparação das Formulações de Granola

A granola foi preparada em contexto laboratorial, em quantidade suficiente para realizar todas as provas que eram previstas. Utilizou-se um processador de alimentos doméstico da marca Bimby® (Vorwerk, Alemanha). As formulações desenvolvidas incluíram flocos de aveia (40,15 %), mel (21,90 %), azeite (18,25 %), farinha de castanha (7,30 %), amêndoa laminada (7,30 %), sementes de abóbora (3,65 %) e especiarias (1,46 %), expressos em percentagem massa/massa (Tabela 8).

Tabela 8 - Formulação da granola em percentagem da massa total

Ingrediente	Percentagem da massa total (%)
Flocos de Aveia	40,15
Mel	21,90
Azeite	18,25
Farinha de Castanha	7,30
Amêndoa Laminada	7,30
Sementes de Abóbora	3,65
Especiaria	1,46

Desenvolveram-se três formulações diferentes, onde apenas variava a especiaria utilizada. Na primeira utilizou-se a canela, na segunda gengibre e na terceira formulação foi usada alfarroba. Durante todo este trabalho, a alfarroba foi mencionada como “especiaria” pois esta foi utilizada na formulação de granola em pouca quantidade e com o objetivo de conferir as qualidades sensoriais características. Pretendeu-se estudar se existiam diferenças na aceitação sensorial por parte dos consumidores com formulações de diferentes especiarias e se estas influenciavam outros parâmetros da granola, como o tempo de prateleira.

O procedimento iniciou-se com uma pesagem de todos os ingredientes. De seguida, trituraram-se as amêndoas laminadas em pedaços mais pequenos, utilizando a Bimby® na velocidade 4, durante dez segundos. À amêndoa, foi adicionada farinha de castanha, flocos de aveia e sementes de abóbora, homogeneizados com a Bimby® durante dez segundos na velocidade mínima. À parte, preparou-se uma mistura homogénea a partir do mel, do azeite e da especiaria a testar, na velocidade 1 do programa do equipamento (100 rpm) e a 100°C durante um minuto e trinta segundos. Esta emulsão foi então combinada com os ingredientes secos, fazendo uma nova homogeneização durante vinte segundos na velocidade 1 (100 rpm). Por fim, a mistura obtida foi distribuída de forma uniforme num tabuleiro, que foi colocado em um miniforno (Flama 1558FL) previamente aquecido a 140°C, durante aproximadamente quinze minutos.

3.2.2. Teor de Humidade e Cinzas

O teor de humidade e o teor de cinzas da granola foram determinados por gravimetria, recorrendo à secagem em estufa. Para isso foram pesadas cerca de 2g de

amostra para cadinhos previamente calcinados na mufla (550 °C, durante duas horas), arrefecidos e pesados. De seguida, esses cadinhos foram colocados na estufa a 105°C até atingir massa constante. Durante esse período, as pesagens foram realizadas de dois em dois dias e o teor de humidade (%) foi obtido com base na massa de água perdida, calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Teor de Humidade (\%)} = \frac{(M_i - M_f)}{M_{amostra}} \times 100 \quad [9]$$

Nesta, M_i corresponde à massa do cadinho com a amostra inicial, M_f à massa do cadinho com a amostra seca e $M_{amostra}$ a massa da amostra inicial. Para o teor de cinzas foram usados os mesmos cadinhos com amostra já utilizados na determinação do teor de humidade. Estes foram transferidos para uma mufla onde foram incinerados a 550°C durante cerca de seis horas. A fórmula abaixo foi utilizada para o cálculo do teor de cinzas, expresso em percentagem de massa (% p.f.), onde $M_{final da calcinação}$ representa a massa do cadinho com as cinzas no final, $M_{cadinho}$ representa a massa do cadinho e $M_{inicial da amostra}$ a massa de amostra inicial. Os cálculos foram feitos após o arrefecimento dos cadinhos no exsiccador.

$$\text{Cinzas (\%, p. f.)} = \frac{(M_{final da calcinação} - M_{cadinho})}{M_{inicial da amostra}} \quad [10]$$

3.2.3. Atividade de Água (a_w)

A atividade de água das amostras de granola foi determinada com recurso a um medidor de atividade de água (Novasina, LabSwift-aw, Lachen, Suíça). Para a medição, foi colocada a amostra de granola numa cápsula própria para a leitura de a_w (cerca de metade do volume total da cápsula). As medições foram realizadas à temperatura ambiente com o equipamento devidamente calibrado.

3.2.4. Proteína

A determinação do teor de proteína nas amostras de granola foi feita através do método de Kjeldahl, que permite determinar a quantidade de azoto total presente. Para o passo da digestão da amostra, foram pesadas 500 mg de granola para tubos MACRO, aos quais foram adicionadas duas pastilhas catalisadoras e 15 mL de ácido sulfúrico concentrado. A digestão foi realizada num sistema Bloc Digest, coberto por um extrator

de vapores, à temperatura de 400°C durante setenta minutos. Após arrefecimento, foram adicionados 25 mL de água destilada a cada tubo MACRO e a quantificação de azoto foi realizada pela unidade automática Kjeldahl PRO-NITRO. O processo envolveu os reagentes de hidróxido de sódio a 40% (agente alcalinizante), solução indicadora a 1% e titulação com ácido clorídrico 0,5 N.

O fator de conversão usado para a granola foi de 6,25 e os resultados foram expressos em g/100 g, através da seguinte equação:

$$Proteína (\%) = \frac{N_{total} \times 6,25}{M_{amostra}} \times 100 \quad [11]$$

Com N_{total} expresso em gramas de azoto determinado pela titulação da amostra.

3.2.5. Teor de Gordura

Para a determinação do teor de gordura foi utilizado o extrator de Soxhlet. Foram pesadas 10 g de granola, às quais foi adicionada uma quantidade não definida de sulfato de sódio anidro para um cartucho de papel de filtro. Posteriormente, o cartucho foi bem fechado e colocado na câmara de extração do Soxhlet, o qual foi previamente preparado e montado com um balão de fundo redondo seco e pesado.

Para a extração foi utilizado éter de petróleo e o processo foi realizado durante 8 horas para garantir o número de ciclos adequados para a extração completa da gordura da granola. Após a extração, o balão (junto com solvente e a fração lipídica extraída) foi colocado num evaporador rotativo (Heidolph, Schwabach, Alemanha), onde foi recuperado o solvente. O balão foi colocado em estufa a 35 °C até se obter peso constante. A massa restante que ficou no balão corresponde à quantidade de gordura presente nas 10g de amostra utilizadas. Os resultados foram calculados através da seguinte equação:

$$Teor de Gordura (\%, p. f.) = \frac{M_{Bal\tilde{a}o+Gordura} - M_{Bal\tilde{a}o}}{M_{amostra}} \times 100 \quad [12]$$

3.2.6. Análise Microbiológica

A análise microbiológica foi realizada com o objetivo de identificar e quantificar os microrganismos a 30 °C, bolores e leveduras, coliformes totais e *Escherichia coli* na granola. Esta foi conduzida em dois momentos diferentes: imediatamente após a sua produção (T0), e dois meses após o seu armazenamento (T1).

A preparação das amostras consistiu na pesagem de 10g de granola, que foram homogeneizadas com 90mL de água peptonada (Liofilchem), para a preparação da solução-mãe. A partir desta, prepararam-se as diluições decimais subsequentes em água peptonada estéril. Em T0 foram realizadas duas diluições (10^{-2} e 10^{-3}), enquanto em T1 foram efetuadas três diluições (10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4}).

A inoculação foi realizada por espalhamento à superfície. Na Tabela 9 estão apresentados os métodos utilizados para cada microrganismo alvo.

Tabela 9 - Método utilizado para cada parâmetro microbiológico analisado.

Parâmetro	Método	Condições de Incubação
Microrganismos a 30°C	ISO 4833-1 (International Organization for Standardization, 2013)	Meio Plate Count Agar (PCA) Himedia. Placas incubadas a 30°C durante 24h.
Bolores e Leveduras	ISO 21527-2 (International Organization for Standardization, 2008)	Meio Dichloran Glycerol Agar Base (DG18); Liofilchem. Placas incubadas a 25°C durante 5 dias.
Coliformes Totais e <i>E. coli</i>	Compact Dry EC	Sistema Cromogéneo: Colónias vermelhas e azuis - Coliformes totais; Colónias azuis - <i>E. coli</i> ; Placas incubadas a 37°C durante 24h.

Os resultados obtidos foram expressos em UFC/g através da seguinte equação:

$$N = \frac{\Sigma c}{V \times (n_1 + 0,1n_2) \times d} \quad [13]$$

Sendo que N representa o número de unidades formadores de colónias (UFC/g), Σc são as contagens totais de colónias, V o volume inoculado (neste caso 0,1 mL), n_1 corresponde ao número de placas da diluição mais baixa, n_2 ao número de placas da diluição seguinte e d à menor diluição onde se verificaram contagens.

Não existe na legislação nenhum limite ou qualquer tipo de parâmetro microbiológico aplicado especificamente à granola. Para discutir os resultados obtidos foram consultadas, como referência, os valores guia do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA, 2019). Conforme a classificação de alimentos do documento, a granola foi enquadrada no Grupo 1 (alimentos submetidos a tratamento térmico) e Subgrupo 1A (alimentos cozinhados e não manuseados após tratamento térmico). Na Tabela 10 encontram-se apresentados os valores de referência do INSA e a

respetiva classificação de cada um dos microrganismos analisados, para o Subgrupo 1A, utilizados na comparação e análise dos resultados obtidos.

O estabelecimento destes limites é fundamental para a comparação dos resultados depois de realizados todos os cálculos e para a classificação do estado das granolas nos dois tempos definidos.

Tabela 10 – Valores guia microbiológicos (INSA, 2019)

Parâmetro	Satisfatório	Aceitável	Não Satisfatório
Microrganismos a 30°C	<10 ³	10 ³ – 10 ⁴	>10 ⁴
Bolores	<5 × 10 ²	5 × 10 ² - 10 ³	>10 ³
Leveduras	<10 ³	10 ³ - 10 ⁴	>10 ⁴
Coliformes	<10 ²	10 ² - 10 ³	>10 ³
<i>E. coli</i>	<10 (Não detetado)	N.D.	>10

3.2.7. Análise Sensorial

A análise sensorial das três formulações de granola foi realizada com o objetivo de estudar a aceitação dos consumidores. O painel sensorial foi constituído por 43 provadores selecionados voluntariamente entre a comunidade académica. A prova foi realizada ni laboratório de Agroindústrias da escola Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, em ambiente controlado, iluminação adequada e num horário relativamente afastado de qualquer refeição, de forma a minimizar e controlar qualquer influência externa.

Cada provador recebeu uma ficha de prova (Anexo 1) estruturada para classificar as granolas em parâmetros como a aparência, a cor, o cheiro, a textura, a crocância, o sabor e a doçura em sete classificações diferentes, desde “Muito Desagradável” até “Muito agradável”. A quantidade de granola fornecida a cada foi a mesma e os provadores foram instruídos a limpar o paladar com água entre cada amostra. As amostras foram codificadas com códigos de três dígitos aleatórios a foram apresentadas na prova também em ordem aleatória.

3.3. Análise Estatística

Em relação às análises dos méis e, como estes provinham de três olivais diferentes, sendo que, de cada olival foram recolhidos cinco frascos e, de cada frasco, foram realizadas três réplicas em cada uma das análises mencionadas, totalizando assim quinze réplicas para cada um dos diferentes olivais.

Sendo assim, e porque foram realizadas uma quantidade significativa de réplicas, decidiu-se realizar uma identificação de valores atípicos (outliers) utilizando o método da amplitude interquartil (IQR) para cada origem, com o objetivo de eliminar o maior número de erros possível. Depois de retirados os outliers, foram calculados a média aritmética, o desvio padrão e o coeficiente de variação para analisar a variabilidade dos resultados dos três méis.

Numa primeira instância, para verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os três méis aplicou-se o teste de Levene para estudar a homogeneidade das variâncias entre os grupos amostrais. Quando se verificou existir homogeneidade ($p > 0,05$), foi realizada a ANOVA clássica. Caso contrário ($p < 0,05$), recorreu-se à ANOVA de Welch.

Nos casos em que se observaram diferenças estatisticamente significativas depois de realizada a análise de variância, foi realizado um teste post hoc, com o objetivo de identificar quais das amostras apresentavam diferenças significativas entre elas. Para a escolha do teste mais indicado também se teve em conta a homogeneidade das variâncias do grupo amostral. Quando se verificaram variâncias homogêneas entre os grupos, aplicou-se o teste post-hoc de Tukey. Em caso contrário, aplicou-se o teste post-hoc de Dunn.

No caso das granolas, foram realizadas apenas três réplicas de cada formulação para cada parâmetro analítico. Ainda assim, foram aplicadas metodologias semelhantes.

Efetou-se uma Análise de Componentes Principais e um Teste de Correlação aos méis em termos físico-químicos e reológicos e às granolas em relação aos parâmetros físico-químicos e, em separado, às características sensoriais.

Todas as análises foram realizadas com um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) e o tratamento dos dados foi feito com recurso aos softwares do Excel e Past4.

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Este capítulo dedica-se à exposição, análise e discussão dos resultados obtidos ao longo trabalho. Primeiro serão apresentados os resultados da caracterização dos três méis de olivais e, posteriormente, serão abordados os resultados das análises feitas às granolas desenvolvidas.

4.1. Caracterização dos “Méis de Olival”

4.1.1. Análise Polínica

A análise polínica é uma ferramenta essencial no estudo de méis, principalmente quando estes provêm de uma localização geográfica específica. Neste caso, a análise polínica dos méis de olivais permitiu identificar as espécies de plantas utilizadas para a produção destes pelas abelhas. Na Tabela 11 estão apresentadas as quantidades percentuais de todas as espécies de pólen encontradas nos três “Méis de Olival” analisados.

Tabela 11 - Análise polínica dos três méis de olival (%)

Família	Tipo de pólen	Mel 1	Mel 2	Mel 3
<i>Oleaceae</i>	Oliveira (<i>Olea europaea</i>)	1,51	0,70	0,64
<i>Apiaceae</i>	Embude (<i>Oenanthe crocata</i>)	1,33	1,82	0,45
	Tápsia (<i>Thapsia vilosa</i>)	0,24	0,14	-

Tabela 11 - Análise polínica dos três méis de olival (%) (cont.)

Família	Tipo de pólen	Mel 1	Mel 2	Mel 3
<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea sp.</i>	0,18	-	0,06
	Cardo (<i>Galactites tomentosus</i>)	0,06	-	0,06
	Margação (<i>Anthemis arvensis</i>)	-	0,07	0,06
	Erva-vaqueira (<i>Calendula arvensis</i>)	0,36	0,35	0,26
	Barba-de-falcão (<i>Crepis capillaris</i>)	0,85	2,59	1,47
<i>Boraginaceae</i>	<i>Echium sp.</i>	4,29	4,89	5,12
	Olho-de-gato (<i>Pentaglottis sempervirens</i>)	0,06	-	0,06
<i>Brassicaceae</i>	Saramago (<i>Raphanus raphanistrum</i>)	0,12	0,07	0,06
<i>Campanulaceae</i>	Botão-azul (<i>Jasione montana</i>)	29,89	28,30	39,12
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Corrigiola telephifolia</i>	0,06	0,21	0,06

Tabela 11 - Análise polínica dos três méis de olival (%) (cont.)

Família	Tipo de pólen	Mel 1	Mel 2	Mel 3
<i>Cistaceae</i>	Esteva (<i>Cistus ladanifer</i>)	0,79	0,42	0,19
	<i>Cistus sp.</i>	0,36	0,56	0,45
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum sp.</i>	0,24	-	0,06
<i>Curcubitaceae</i>	Briónia-branca (<i>Bryonia dioica</i>)	0,06	-	-
<i>Ericaceae</i>	<i>Erica sp.</i>	2,17	1,96	0,83
<i>Fabaceae</i>	Patinha-de-osga (<i>Hymenocarpos lotoides</i>)	-	0,14	-
	<i>Lotus sp.</i>	1,81	1,96	1,34
	Falsa-Acácia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	0,18	0,21	0,26
	Giesta (<i>Cytisus striatus</i>)	22,83	24,81	14,40
	<i>Vicia sp.</i>	0,30	0,21	0,96
<i>Fagaceae</i>	Castanheiro (<i>Castanea sativa</i>)	1,27	-	1,34
	<i>Quercus sp.</i>	0,85	3,07	0,83
<i>Hypericaceae</i>	<i>Hypericum sp.</i>	0,30	-	-

Tabela 11 - Análise polínica dos três méis de olival (%) (cont.)

Família	Tipo de pólen	Mel 1	Mel 2	Mel 3
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lavandula sp.</i>	3,20	3,56	2,69
	<i>Salvia sp.</i>	-	-	0,06
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus sp.</i>	0,36	-	0,19
<i>Plantaginaceae</i>	Sacamalo (<i>Anarrhinum bellidifolium</i>)	4,65	3,63	7,63
<i>Polygonaceae</i>	Azedinha (<i>Rumex acetosa</i>)	0,24	0,07	0,06
<i>Resedaceae</i>	<i>Sesamoides sp.</i>	8,21	6,64	7,81
<i>Rhamnaceae</i>	Amieiro-negro (<i>Frangula alnus</i>)	-	0,21	-
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus sp.</i>	-	-	0,70
	<i>Rubus sp.</i>	11,59	12,16	8,96
<i>Salicaceae</i>	<i>Salix sp.</i>	-	0,07	-
<i>Scrophulariaceae</i>	Erva-marmeleira (<i>Scrophularia canina</i>)	0,30	0,28	0,06
<i>Thymelaeaceae</i>	Trovisco (<i>Daphne gnidium</i>)	-	0,07	-
<i>Vitaceae</i>	Videira (<i>Vitis vinifera</i>)	0,24	0,42	0,32
Outro		1,1	0,41	3,44

Numa primeira análise aos resultados, foi possível observar um perfil polínico característico dos três méis provenientes de olivais transmontanos, analisados no presente trabalho. A presença maioritária de pólen de *Jasione montana* (botão-azul) nos três méis é um indicativo da existência desse perfil. Esta espécie tem preferência por solos ácidos e pobres, sendo característico dos solos da região de Trás-os-Montes. Foram obtidas percentagens de pólen de 29,89%, 28,30% e 39,12% respetivamente para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3. Estas quantidades não são suficientes para permitir classificar estes méis como monoflorais, pois todos apresentam quantidades de pólen de uma única espécie vegetal inferiores a 45%. Um outro indicador do perfil de pólen característico dos três méis provenientes dos olivais transmontanos é a presença significativa de pólen de *Cytisus striatus* (giesta) e *Rubus sp.* (género vegetal que inclui as silvas silvestres). Para estas, os três méis obtiveram respetivamente 22,83%, 24,81% e 14,40% (giesta) e 11,59%, 12,16% e 8,96% (*Rubus sp.*). Os três méis também possuem quantidades consideráveis de pólen de *Echium sp.*, *Lavandula sp.*, *Anarrhinum bellidifolium* (Sacamalo) e *Sesamoides sp.*.

Era expectável que não seriam encontradas grandes quantidades de pólen da flor de oliveira pois esta não possui grande capacidade de produção deste. Para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3 foram obtidas percentagens de pólen de oliveira de 1,51%, 0,70% e 0,64%, respetivamente, do pólen total. As flores da oliveira são "anemófilas", ou seja, são geralmente polinizadas pelo vento. Portanto, as flores não produzem néctar e, por isso, não são muito visitadas pelas abelhas. Alguns grãos de pólen podem aparecer no mel, mas apenas ocasionalmente, o que explica os resultados obtidos. Mesmo tendo este fator como limitante, foi possível delinear um perfil de pólen característico destes méis através das principais plantas referidas anteriormente, que estão relacionadas com a flora natural do norte de Portugal. Estas podem estar presentes em quantidades diferentes dependendo da disponibilidade dessas espécies na região, o que pode contribuir para algumas diferenças físico-químicas e reológicas. Espécies de pólen como *Daphne gnidium* (trovisco), *Frangula alnus* (amieiro-negro), *Castanea sativa* (castanheiro), entre outros, não foram encontrados nos três méis, o que mostra que existe uma grande diversidade floral nas regiões de olival de Trás-os-Montes, ligadas à flora circundante ou à cobertura vegetal dos olivais. Esta diversidade pode transmitir diferenças e variações significativas entre os resultados das análises físico-químicas e reológicas.

O estudo de Feás et al. (2010), onde foram caracterizados méis artesanais com origem do noroeste de Portugal, também foram identificadas fontes de pólen como *Rubus sp.*, *Cytisus striatus* (giesta), *Erica sp.*, entre outras também encontradas nos méis de

olival, o que confirma a existência de uma flora típica da região mediterrânica. No entanto, o pólen da flor Botão-azul (*Jasione montana*) não foi encontrado nos méis artesanais do noroeste do país. Conclui-se então que a região norte de Portugal é uma zona muito diversa em plantas melíferas que podem impactar os méis produzidos, como o castanheiro, a urze e o rosmaninho. No entanto, a flor Botão-Azul, cujo pólen foi detetado maioritariamente nos méis em estudo, pode ser um tipo de flor mais específica ligada à região da onde estavam os olivais, no concelho de Mirandela.

4.1.2. Cor do Mel

De acordo com a escala de Pfund, os três méis possuíam uma cor de Âmbar Extra-Claro. Esta cor clara é coerente com a análise polínica, pois verificou-se pouca presença de pólen de *Erica* sp. e de *Castanea sativa* (castanheiro), que são plantas associadas a méis mais escuros devido à presença de maior número de compostos fenólicos e minerais.

Cores claras, como as verificadas nestes méis, estão normalmente associadas com valores baixos de condutividade.

4.1.3. Textura

Na Tabela 12 estão apresentadas as médias obtidas para cada um dos parâmetros lidos no texturómetro. A firmeza (g) é, de uma forma geral, a resistência à penetração, e quanto maior for esse valor, maior é a resistência do mel à primeira penetração dos disco, indicando que a amostra é mais firme. A consistência (g.s) está relacionada com o trabalho que é necessário realizar para que o disco atinja o ponto de menor cota. Um maior valor significa que a amostra é mais espessa (maior consistência). A coesividade (g) pode ser descrita como a força necessária para retirar o disco de dentro do mel. Já o trabalho de coesão (g.s) está ligado ao trabalho que é necessário realizar para retirar o disco do mel e dá-nos indicação da consistência/viscosidade do mel, dando indicação sobre o grau de aderência do mel ao disco. Os valores da coesividade e do trabalho de coesão correspondem a números negativos. No entanto, para comparação e análise de resultados, estes são transpostos para o seu módulo.

Tabela 12 - Valores médios obtidos das leituras do texturómetro

Mel	Firmeza (g)	Consistência (g.s)	Coesividade (g)	Trabalho de coesão (g.s)
Mel 1	34 ± 3 ^b	603 ± 53 ^b	-194 ± 28 ^a	-331 ± 41 ^a
Mel 2	51 ± 8 ^a	919 ± 117 ^a	-318 ± 57 ^b	-514 ± 81 ^b
Mel 3	41 ± 10 ^b	669 ± 117 ^b	-219 ± 44 ^a	-387 ± 85 ^a

Os resultados do teste post hoc indicam que Mel 1 e Mel 3 pertencem ao mesmo grupo estatístico (letra 'b'), não apresentando diferenças significativas entre si. O Mel 2, contudo, pertencendo ao grupo estatístico 'b', indica que difere significativamente tanto de Mel 1 como de Mel 3 ($p < 0.05$). Estes resultados permitem concluir que este mel possui uma maior resistência à penetração e uma estrutura mais densa e coesa. Os valores de coesividade e trabalho de coesão mostram também uma maior resistência interna e maior adesividade por parte do Mel 2. Não é provável que estes valores tenham sido afetados pela cristalização do mel, pois foi realizada uma homogeneização suficiente antes da leitura.

Estes valores sugerem que o Mel 2 seja o mel com um perfil de textura mais consistente e estruturado, sugerindo também um maior nível de viscosidade, talvez associado com a sua relação frutose/glucose e ao seu grau de cristalização superior. Méis com maiores teores de glucose têm uma maior tendência à cristalização, o que pode influenciar a textura do mel.

4.1.4. Viscosidade

Após a recolha de todos os valores obtidos no viscosímetro, para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3, às três temperaturas definidas, foram construídas as linhas de tendência (regressão linear) entre a tensão de corte ($\text{g.cm}^{-1}.\text{s}^{-2}$) e a taxa de corte (s^{-1}), correspondentes à curva da carga (taxa de corte crescente) e à curva da descarga (taxa de corte decrescente) para cada um dos méis. Nos gráficos seguintes encontram-se apresentadas as linhas de tendência ($\tau = (\gamma \times \eta) + \tau_0$) [14] e o respetivo coeficiente de determinação (R^2) para as curvas da carga e descarga para cada temperatura estudada.

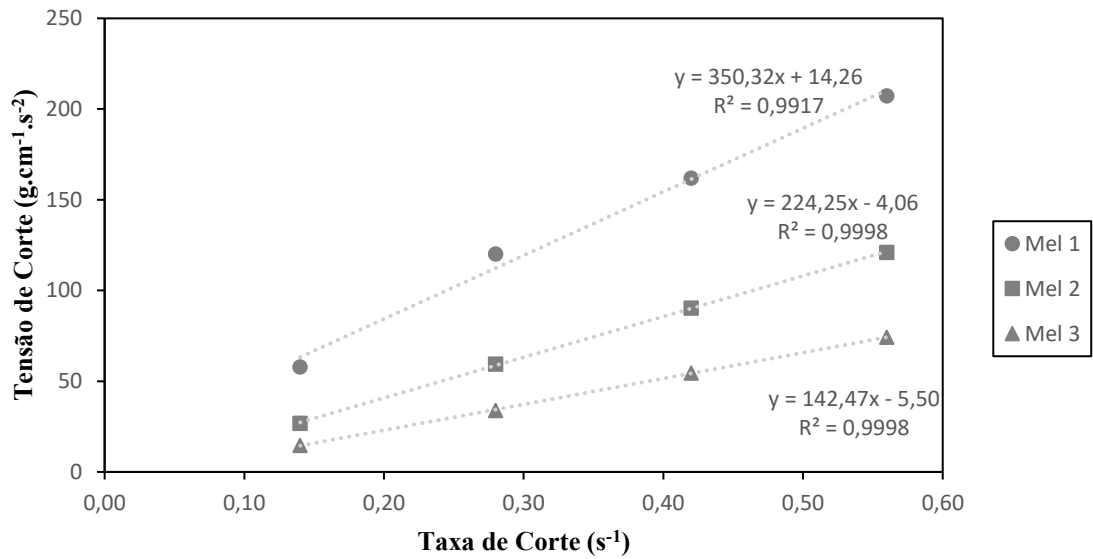


Gráfico 1 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 20°C - curvas da carga

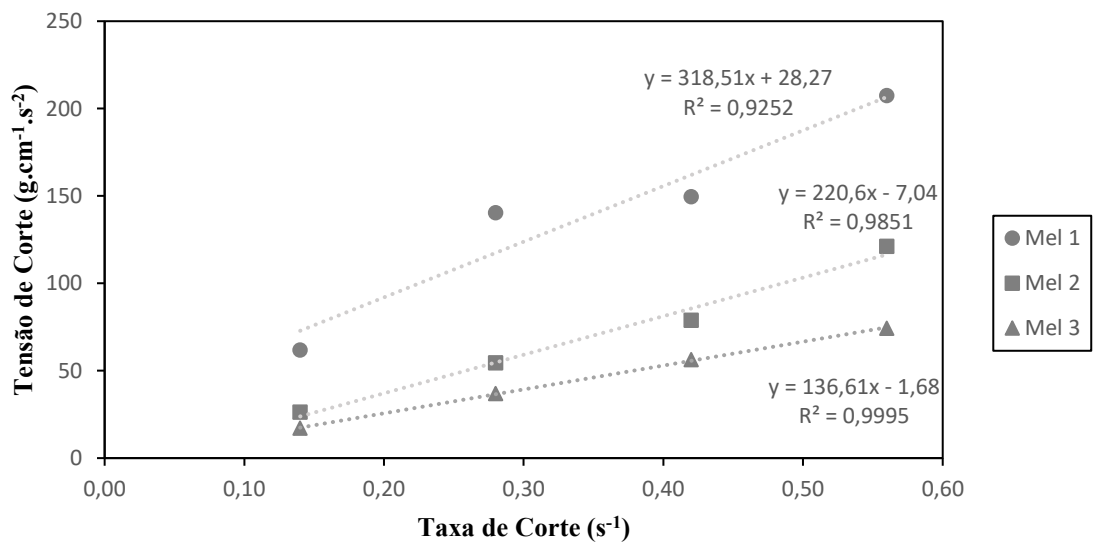


Gráfico 2 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 20°C - curvas da descarga

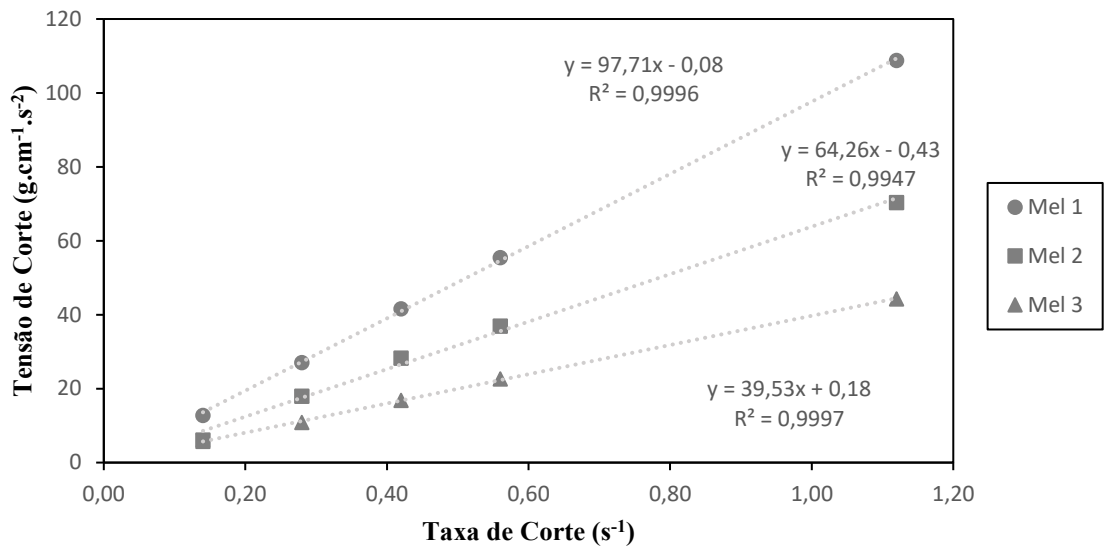


Gráfico 3 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 30°C - curvas da carga

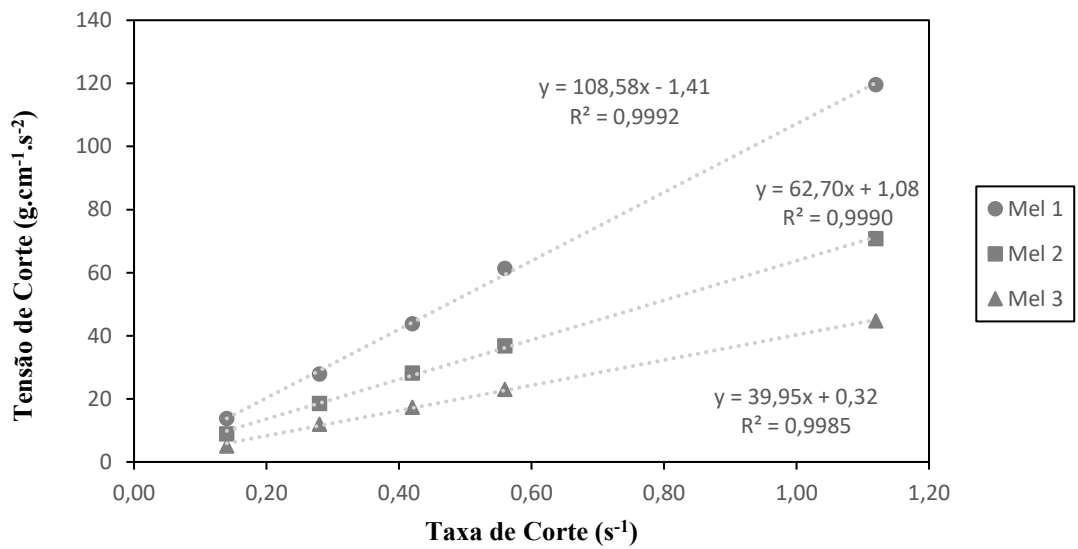


Gráfico 4 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 30°C - curvas da descarga

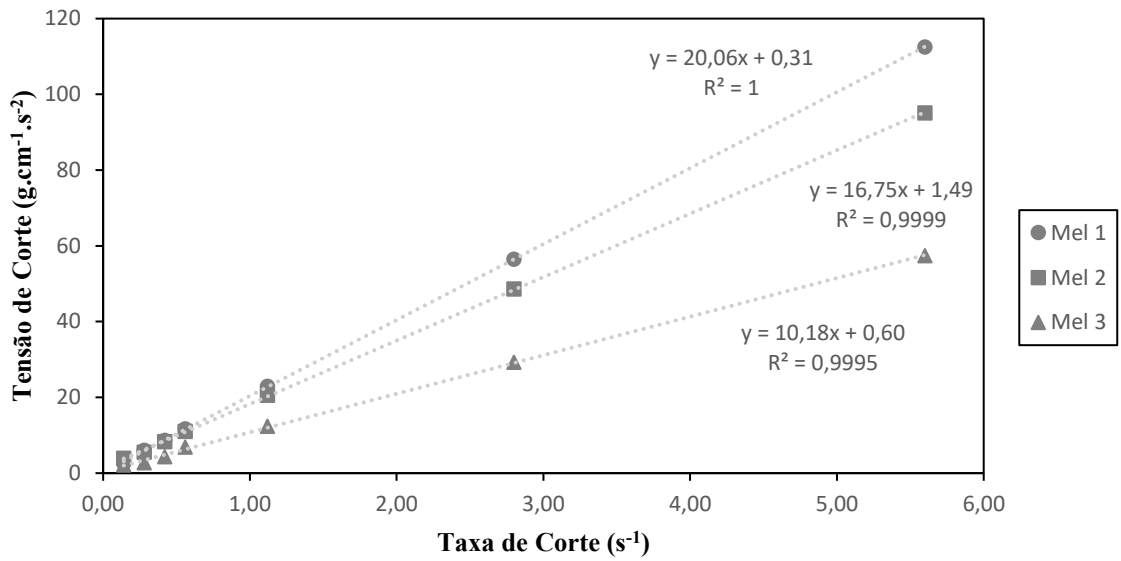


Gráfico 5 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 40°C - curvas da carga

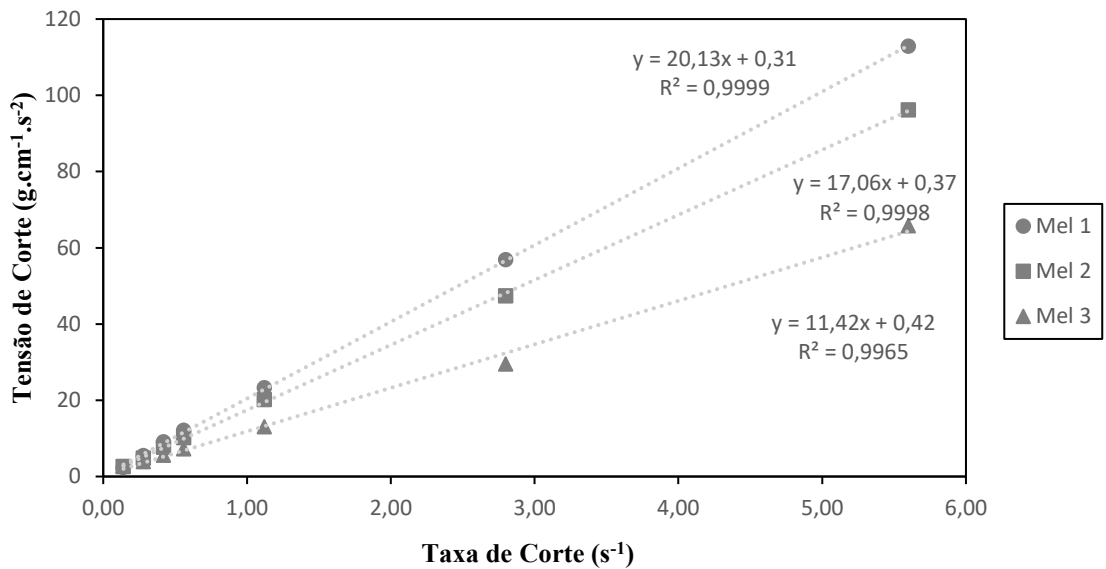


Gráfico 6 - Relação entre a tensão de corte e a taxa de corte dos três méis de olival a 40°C - curvas da descarga

Na tabela seguinte (Tabela 13) podemos observar, para além dos valores mencionados anteriormente nos gráficos para a equação $\tau = (\gamma \times \eta) + \tau_0$ das curvas da carga e descarga de cada um dos méis às diferentes temperaturas, os intervalos de confiança de todos os parâmetros dos três méis.

Tabela 13 - Valores respetivos da equação $\tau = (\gamma \times \eta) + \tau_0$ com intervalos de confiança

Mel	Temperatura (°C)	Viscosidade (η) g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Tensão de Inércia (τ_0) g.cm ⁻¹ .s ⁻²	R-Quadrado (R ²)	Viscosidade (η) g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Tensão de Inércia (τ_0) g.cm ⁻¹ .s ⁻²	R-Quadrado (R ²)
		<i>Curva da Carga</i>			<i>Curva da Descarga</i>		
Mel 1	20°C	350,32 (252,69-447,95)	14,26 (-23,17-51,69)	0,9917	318,51 (42,97-594,04)	28,27 (-77,38-133,90)	0,9252
	30°C	97,7 (94,13-101,29)	-0,08 (-2,25-2,09)	0,9998	108,58 (102,94-114,22)	-1,41 (-4,84-2,01)	0,9992
	40°C	20,06 (19,92-20,19)	0,31 (-0,02-0,64)	1,0000	20,13 (19,86-20,41)	0,31 (-0,35-0,98)	0,9999
Mel 2	20°C	224,25 (213,92-234,59)	-4,06 (-8,03- -0,10)	0,9998	220,06 (137,96-303,25)	-7,03 (-38,72-24,65)	0,9851
	30°C	64,26 (55,66-72,86)	-0,43 (-5,65-4,79)	0,9947	62,7 (59,13-66,26)	1,08 (-1,08-3,25)	0,9990
	40°C	16,75 (16,57-16,94)	1,49 (1,05-1,94)	0,9999	17,06 (16,79-17,34)	0,37 (-0,30-1,04)	0,9998
Mel 3	20°C	142,47 (137,05-147,90)	-5,5 (-3,42- -7,58)	0,9998	136,61 (126,90-146,31)	-1,68 (-5,40-2,04)	0,9995
	30°C	39,53 (38,23-40,83)	0,18 (-0,60-0,97)	0,9997	39,95 (37,13-42,78)	0,32 (-1,40-2,03)	0,9985
	40°C	10,18 (9,91-10,45)	0,6 (-0,06-1,26)	0,9995	11,42 (10,64-12,19)	0,42 (-1,46-2,30)	0,9965

Para todas as temperaturas analisadas, os Méis 1, 2 e 3 apresentaram um comportamento linear, o que indica uma proporcionalidade direta entre a taxa e a tensão de corte, evidenciado pelos valores de R^2 de todas as linhas de tendência serem superiores a 0,99. Além disso, os intervalos de confiança das ordenadas na origem de quase todas as retas incluíram o zero, indicando não existir tensão de inércia, indicativo de um comportamento Newtoniano. Como já foi mencionado, Afonso et al. (2018) também encontraram este tipo de comportamento em outros méis portugueses, sendo característico deste tipo de produto. Os resultados foram consistentes em todas as temperaturas, confirmando-se que o Mel 1 apresentou sempre valores de declive superiores, seguido pelo Mel 2 e Mel 3, sugerindo maiores valores de viscosidade. A priori, era expectável que o Mel 2 apresentasse valores de viscosidade superiores em relação aos outros, uma vez que apresentou resultados significativamente superiores em todos os parâmetros do texturómetro. Contudo, este facto não foi verificado, concluindo-se que, para estes méis, a viscosidade e os parâmetros avaliados no texturómetro não apresentaram uma relação direta. No entanto, pode dever-se ao facto dos intervalos de confiança dos declives dos três méis se sobreporem e desse modo não ser possível afirmar que o Mel 1 apresenta uma viscosidade significativamente superior.

De modo a estudar o comportamento dos méis de forma mais pormenorizada, foi aplicada a lei da potência aos valores obtidos, Tabela 14. A utilização deste modelo, mesmo depois de verificar a linearidade nos gráficos anteriores, permitiu obter conclusões mais robustas sobre o comportamento reológico dos méis de olival. A aplicação da lei da potência confirma o comportamento Newtoniano demonstrado anteriormente. O intervalo de confiança associado aos valores do índice de escoamento (n), incluiu o 1 na maioria dos casos experimentais. Essas exceções foram os casos correspondentes à curva da carga do Mel 2 a 40°C e à curva da descarga do Mel 3 a 40°C, onde os intervalos de n não englobaram o valor 1. Ainda assim, nesses casos, os valores obtidos foram bastante próximos de 1, o que reflete que esse pequeno desvio possa não descrever verdadeiramente o seu comportamento, mas pode dever-se talvez a pequenos fenómenos não representativos, como diminuição de possíveis cristalizações. O valor do índice de escoamento para esses dois casos foi ligeiramente inferior a 1, indicando um certo comportamento pseudoplástico ($n < 1$), diminuindo a viscosidade com a taxa de corte. Apesar disso, os resultados obtidos são robustos o suficiente para concluir que as três amostras de mel de olival apresentam comportamento newtoniano.

Tabela 14 - Lei da Potência dos Méis de Olival

Mel	Temperatura (°C)	Consistência do Fluido (K)	Índice de Comportamento de Escoamento (n)	R-Quadrado	Consistência do Fluido (K)	Índice de Comportamento de Escoamento (n)	R-Quadrado
			<i>Curva da Carga</i>			<i>Curva da Descarga</i>	
Mel 1	20°C	362,17	0,9173 (0,6937 - 1,1408)	0,9936	339,31	0,8318 (0,2104 - 1,4531)	0,9431
	30°C	99,40	1,0301 (0,9752 - 1,0863)	0,9991	108,31	1,0467 (0,9891 - 1,1041)	0,9991
	40°C	20,42	1,0009 (0,9640 - 1,0378)	0,9999	20,24	1,0271 (0,9621 - 1,0921)	0,997
Mel 2	20°C	231,92	1,0910 (0,9858 - 1,1961)	0,9999	214,05	1,0742 (0,8223 - 1,3262)	0,9941
	30°C	69,78	1,1623 (0,8613 - 1,4632)	0,9805	64,94	0,9940 (0,9350 - 1,0530)	0,999
	40°C	19,29	0,8887 (0,8079 - 0,9695)	0,9938	17,66	0,9808 (0,9535 - 1,0081)	0,9994
Mel 3	20°C	149,41	1,1755 (1,0946 - 1,2565)	0,9995	140,58	1,0672 (0,9732 - 1,1613)	0,9992
	30°C	39,68	0,9902 (0,9448 - 1,0356)	0,9994	41,71	1,0393 (0,8991 - 1,1795)	0,9946
	40°C	11,83	0,9312 (0,8120 - 1,0504)	0,9878	12,65	0,8787 (0,7886 - 0,9687)	0,9921

Em relação ao papel da temperatura, foi possível identificar uma descida da viscosidade com o aumento da temperatura (Gráficos 8 a 13), uma vez que, para a temperatura de 20°C, os declives das retas estiveram concentrados no intervalo 136,61-350,31, e para 40°C, os declives estiveram dentro do intervalo de 10,18-20,13. Para estudar o efeito da temperatura na viscosidade dos méis de forma mais pormenorizada, foram aplicadas a Lei de Arrhenius e a equação empírica representada na Equação [3], com o objetivo de determinar qual dos dois modelos descrevia melhor esse efeito. Na Tabela 15 estão apresentados os valores obtidos para cada um dos modelos, junto dos respetivos coeficientes de determinação ajustados (R^2).

Tabela 15 - Lei de Arrhenius e Equação Empírica [3] para os Méis de Olival

Mel		Mel 1	Mel 2	Mel 3
η_0 (Pa.s)	<i>Lei de Arrhenius</i>	$3,71 \times 10^{-19}$	$1,59 \times 10^{-15}$	$2,34 \times 10^{-15}$
Energia de Ativação (J.mol ⁻¹)		112480	90406	88311
R-Quadrado Ajustado		0,986	0,998	0,999
η_0 (Pa.s)	<i>Equação Empírica</i>	$6,3 \times 10^{-10}$	$7,6 \times 10^{-7}$	$8,8 \times 10^{-6}$
A		4111	2267	1557
B		128	160	183
R-Quadrado Ajustado		0,998	0,999	0,999

Ambos os modelos foram capazes de descrever a variação da viscosidade com a temperatura de uma forma adequada, uma vez que os coeficientes de determinação (R^2) estiveram todos próximos de 0,999. Em relação à lei de Arrhenius, verificou-se que o Mel 1, por ter o maior valor para a energia de ativação (112480 J.mol⁻¹), foi o mel que se revelou mais sensível à temperatura, enquanto o Mel 3 (88311 J.mol⁻¹) mostrou-se o mais estável. Quanto maior for essa sensibilidade à temperatura, maior a diminuição da viscosidade em relação ao aumento da temperatura, ou seja, a diferença de temperatura vai provocar maiores alterações na viscosidade desse mel. O Mel 1, como já foi referido, apresentou maiores valores de viscosidade em todas as temperaturas. Por outro lado, verificaram-se tendências de descida mais acentuada da viscosidade conforme o aumento

da temperatura, aproximando-se dos valores registados para os outros méis quanto maior ela for.

Entre os dois modelos, o que melhor descreveu a dependência com a temperatura foi a equação empírica, evidenciado pelos valores obtidos para R^2 serem, em todos os casos, superiores ou semelhantes (0,998-0,999) em relação aos obtidos na lei de Arrhenius (0,986-0,999). Apesar da lei de Arrhenius poder possuir importância físico-química devido a permitir a interpretação dos valores da energia de ativação (E_a), a equação empírica ajustada mostrou mais exatidão e proximidade aos valores experimentais, sendo ambas importantes para realizar uma caracterização reológica completa dos três méis de olival.

4.1.5. Teor de Água

Os resultados obtidos para os valores da humidade do mel (%) foram de 14,55%, 14,16% e 14,60% para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3 respetivamente. No gráfico boxplot seguinte (Gráfico 1) é possível observar a distribuição das medições realizadas para os diferentes méis:

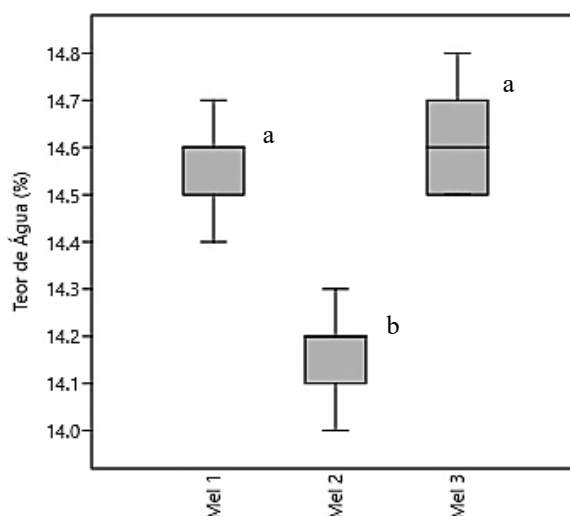


Gráfico 7- Gráfico Boxplot do teor de humidade dos três méis recolhidos em olivais (%)

Observa-se que os três méis apresentaram teores de água menores ao limite estabelecido pelo Decreto-Lei nº 214/2003. Este estabelece um valor máximo de 20% para a maioria dos méis. Os resultados obtidos para os três méis estão significativamente abaixo desse limite, indicando, por isso, um baixo risco de fermentação durante o armazenamento e, por consequência, a boa qualidade do produto.

Os testes estatísticos provaram que o Mel 2 é significativamente diferente do Mel 1 e Mel 3. Esta diferença, embora detetável, pode não ter um impacto prático nos parâmetros de qualidade do mel, uma vez que a diferença entre eles não foi muito elevada. De todas as formas, conclui-se principalmente que os valores relativamente baixos para o teor de água dos três méis é um ótimo indicativo de qualidade e de longevidade.

4.1.6. Condutividade

A condutividade do mel é um parâmetro que tenta explicar a sua composição mineral, o que pode ser bastante importante na comparação de méis de várias regiões geográficas e de diversas origens florais. Os resultados obtidos para os três méis estão representados no gráfico Boxplot seguinte (Gráfico 2):

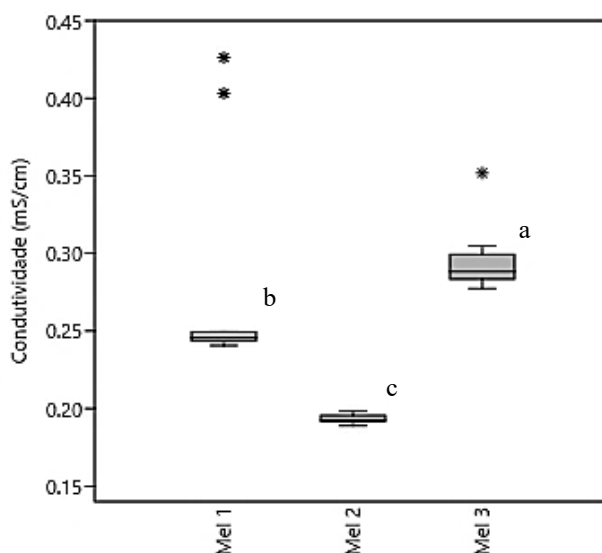


Gráfico 8- Gráfico Boxplot da condutividade dos três méis analisados (mS/cm)

Foram obtidos, respetivamente, para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3, valores de condutividade de 0,245 mS/cm, 0,193 mS/cm e 0,290 mS/cm. Os três estão dentro dos valores estabelecidos no Decreto-Lei nº 214/2003 para a comercialização de mel de néctar de flores (<0,8 mS/cm). A análise estatística comprovou que os três méis são diferentes entre si, sugerindo que as pequenas diferenças da flora circundante ao olival, verificadas pela análise polínica, possam ser o suficiente para fazer variar significativamente o conteúdo mineral dos méis. Como todos os méis são considerados multiflorais, é difícil fazer qualquer correlação entre a origem de cada e os valores deste parâmetro. No entanto, estes resultados estão coerentes e fazem sentido tendo em conta a coloração destes méis, uma vez que, méis mais claros estão associados a um menor conteúdo mineral que, por

sua vez, estão relacionados a menores valores de condutividade. Prova disso é a coloração escura dos méis de castanheiro que, em literatura, apresentam valores de condutividade altos. Para consolidar, também se verifica uma baixa presença de pólen de castanheiro na análise polínica, supondo-se assim uma baixa contribuição do néctar da flor deste nos méis de olival.

4.1.7. pH e Acidez Total

Os valores obtidos de pH para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3 foram respetivamente 3,04, 2,77 e 2,95 (Gráfico 3). Todos eles mostram um perfil mais ácido quando comparados com os valores normais mencionados por Iurlina & Fritz (2005) (3,4-6,1).

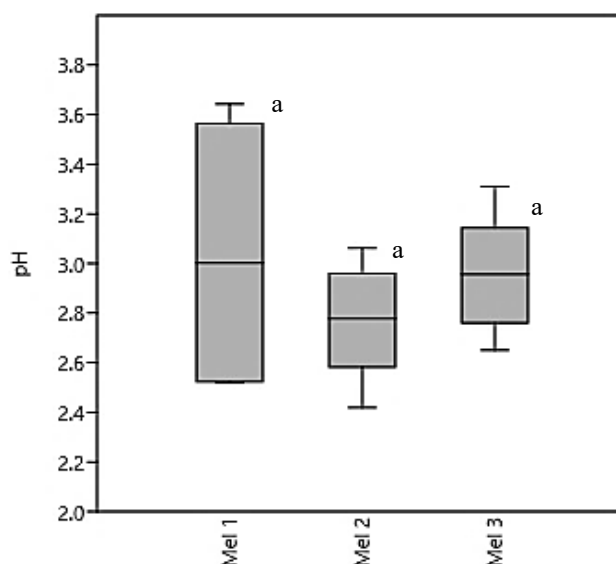


Gráfico 9- Gráfico Boxplot do pH dos méis

Esta acidez elevada não reflete uma não conformidade, uma vez que este parâmetro não está regulamentado e também não está relacionado com uma má qualidade do mel. Estas amostras possuem uma acidez um pouco superior ao normal, o que apenas poderá ser uma característica ligada aos méis provenientes da região de Trás-os-Montes, provavelmente ligada até à flora predominante analisada na análise polínica. Do ponto de vista sensorial, os méis poderão apresentar notas um pouco mais ácidas que o normal, relacionadas com uma maior presença de ácidos orgânicos, principalmente o Mel 2. No entanto, essas diferenças serão subtis.

Já os valores de acidez total obtidos para os três foram de 35,27, 32,23 e 42,31 meq/1000 g. Estes valores podem ser observados no Gráfico 4.

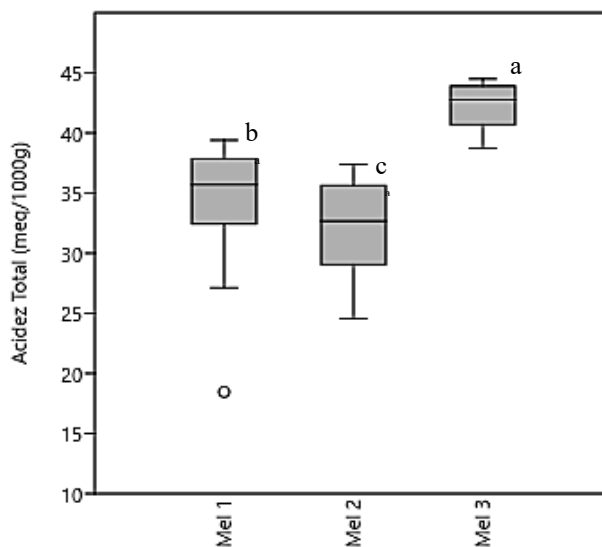


Gráfico 10- Gráfico Boxplot da acidez total dos três méis analisados (meq/1000g)

Ao contrário dos valores de pH, estes diferem estatisticamente todos entre si. Ainda assim, todos eles estão dentro do limite estabelecido pelo Decreto-Lei nº 214/2003 de 50 meq/1000g, o que não impede a sua comercialização. Estes valores vão variar conforme a presença de ácidos orgânicos no mel, como por exemplo o gluconato que é formado pela ação de enzimas na glucose, sendo por isso razão para que este parâmetro se encontre legislado, pois possui muita importância quando falamos de controlo da qualidade de um mel.

4.1.8. Hidroximetilfurfural

Os teores de 5-HMF obtidos para o Mel 1, Mel 2 e Mel 3 foram de, respetivamente, 12,29, 16,28 e 14,97 mg/kg, apresentados pelo gráfico boxplot seguinte (Gráfico 5). Os três méis apresentaram teores de 5-HMF inferiores ao limite estabelecido, pelo Decreto-Lei nº 214/2003, de 40 mg/kg.

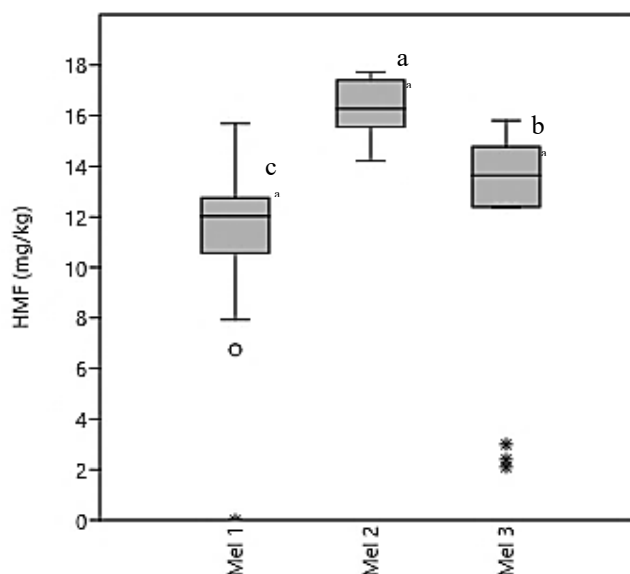


Gráfico 11- Gráfico Boxplot dos teores de 5-HMF dos três méis analisados (mg/kg)

Este parâmetro é um indicador de qualidade e de frescura do mel e é desejável que este seja o mais baixo possível, pois o hidroximetilfurfural forma-se a partir da degradação térmica a partir de açúcares do mel. A análise estatística concluiu que estes teores eram significativamente diferentes, mostrando uma pequena diferença nas condições de manuseio e de armazenamento dos produtores, no entanto, essas práticas não podem ser consideradas inadequadas, pois os três méis apresentaram valores bastante inferiores ao limite estabelecido. Sendo assim, a taxa de degradação dos açúcares destes méis mostra-se baixa e satisfatória, indicando condições de armazenamento adequadas e a aplicação de boas práticas de produção por parte dos produtores.

4.1.9. Índice Diastásico

Como já referido, este parâmetro expressa a existência e a atividade de enzimas no mel, como por exemplo a amilase. Esta, por ser sensível ao calor e por se degradar com o tempo, é um ótimo indicador de frescura e de ausência de sobreaquecimento durante todo o processo de produção do mel. A atividade diastásica do Mel 1, Mel 2 e Mel 3 foi de 19,84, 13,21 e 20,80 DN, respectivamente. Estes valores estão representados no Gráfico 6.

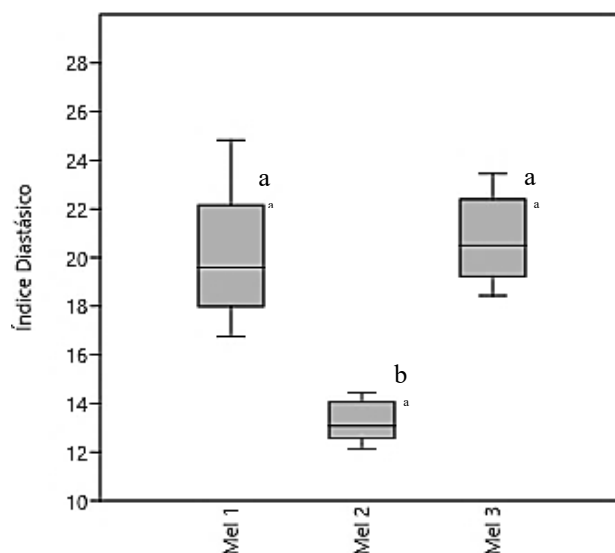


Gráfico 12- Gráfico Boxplot do Índice diastásico dos três méis analisados (DN)

Neste caso, os três méis apresentaram valores ótimos, estando acima do limite mínimo legal estabelecido pelo Decreto-Lei nº 214/2003 que é de 8.

Podemos observar uma relação entre estes e os valores obtidos para os teores de 5-HMF, uma vez que ambos se encontram longe dos seus respectivos limites. Observa-se também que o mel com menor atividade diastásica (Mel 2) é o que apresenta maior teor de 5-HMF. Estatisticamente, o Mel 2, por possuir o valor de índice diastásico mais reduzido, mostra-se significativamente diferente dos outros dois, o que pode revelar um menor cuidado no armazenamento do produto por parte do produtor, contudo, não é relevante quando falamos na comercialização deste.

4.1.10. Prolina

Para garantir a qualidade do mel, é recomendado que este tenha um teor de prolina de pelo menos de 180 mg/kg (0,180 mg/g). Assim como os dois parâmetros anteriores, este também é um indicador de maturidade e autenticidade do mel. Os valores de prolina obtidos para os três méis foram de 0,32 mg/g, 0,34 mg/g e 0,41 mg/g respectivamente e encontram-se apresentados no Gráfico 7.

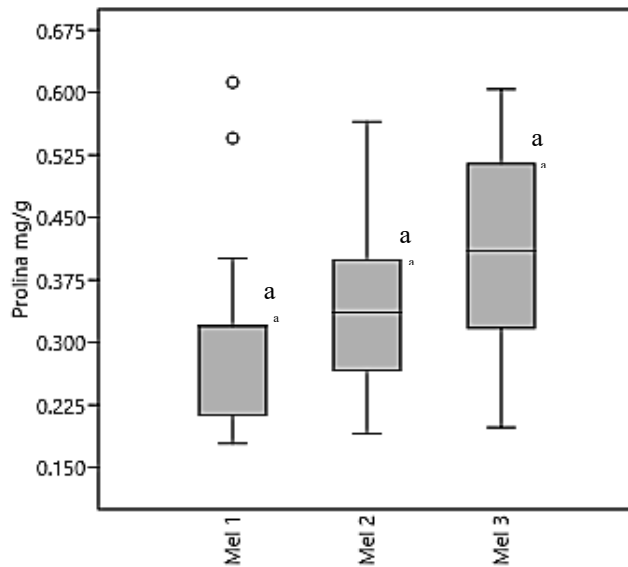


Gráfico 13- Gráfico Boxplot do teor de prolina dos três méis analisados (mg/g)

Os méis de olival apresentaram valores superiores ao recomendado, o que mostra que estes foram colhidos numa altura adequada, que não apresentam sinais de adulteração e que são de boa qualidade. Estatisticamente, estes valores não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo estes teores típicos encontrados para méis de néctar. Também se concluiu que o manejo após a colheita foi adequado por parte dos produtores dos três méis. Foi verificado que o mel com maior teor deste aminoácido corresponde também àquele com maior percentagem de teor de pólen de botão-azul (*Jasione montana*), sendo esse o Mel 3. O Mel 1 e o Mel 2 obtiveram resultados semelhantes nestes dois parâmetros. Este resultado sugere que esta espécie floral poderá estar a contribuir para o enriquecimento de aminoácidos nos méis provenientes dos olivais, no entanto, não é possível comprovar esta relação. É conhecido que a flora relacionada a cada mel influencia os teores de aminoácidos, nomeadamente a prolina, do mel. Por exemplo, no estudo de Bratosin et al. (2025), onde foi feita uma caracterização de vários méis monoflorais de diferentes origens, foi concluído que o teor deste aminoácido pode exibir valores variados dependendo da flora que rodeia a colmeia. A quantificação deste composto fornece informação importante como indicador da origem floral e da maturidade do mel. Com base nisto, seria pertinente aprofundar o estudo da relação do teor de prolina, com a presença de pólen da flor da planta botão-azul, com o objetivo de avaliar o potencial desta espécie como marcador botânico e de autenticidade dos méis de olival.

4.1.11. Perfil de Açúcares

A análise dos açúcares dos méis de olival é uma ferramenta importante para a sua caracterização, pois serve como indicador da sua origem botânica e de autenticidade. Na Tabela 16 estão apresentados os teores médios dos principais açúcares presentes nas três amostras de mel de olival.

Tabela 16 - Teor de açúcares dos méis de olival (g/100g)

Açúcar (g/100g)	Mel 1	Mel 2	Mel 3
Frutose	31,85 ± 0,81 ^a	31,79 ± 0,71 ^a	28,90 ± 0,80 ^b
Glucose	32,41 ± 0,71 ^a	33,38 ± 0,47 ^a	33,94 ± 0,42 ^a
Sacarose	0,07 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,00 ^b
Turanose	3,4 ± 0,12 ^a	3,26 ± 0,08 ^b	3,38 ± 0,06
Maltose	2,83 ± 0,07 ^a	2,57 ± 0,05 ^b	3,18 ± 0,04 ^c
Kojibiose	1,19 ± 0,14 ^b	1,13 ± 0,03 ^b	1,65 ± 0,05 ^a
Isomaltose	0,11 ± 0,06 ^b	0,36 ± 0,04 ^a	0,03 ± 0,01 ^c
Melezitose	0,06 ± 0,01 ^a	0,03 ± 0,01 ^c	0,04 ± 0,01 ^b
Rafinose	0,05 ± 0,01 ^c	0,09 ± 0,05 ^b	0,16 ± 0,06 ^a

O perfil de açúcares dos três méis foi maioritariamente composto por frutose e glucose. No Mel 3 observou-se um teor de frutose significativamente inferior aos restantes. Já no que se refere ao teor de glucose, os méis apresentaram teores estatisticamente semelhantes. A soma destes dois açúcares foi superior a 60 g/100g nos três méis, o que significa que todos estão de acordo com o Decreto-Lei nº 214/2003 e que todos podem ser comercializados. A relação frutose/glucose nos três méis foi inferior a 1, indicando uma pequena tendência para uma maior cristalização, especialmente no Mel 3, onde essa relação é a mais pequena, devido à pouca presença de frutose.

Os teores de sacarose também estão, nos três méis, adequados e abaixo do limite máximo imposto pelo Decreto-Lei nº 214/2003 (5 g/100g).

É possível observar que os teores de açúcares minoritários foram bastante variáveis e apresentaram, em muitos casos, diferenças estatisticamente significativas

entre si, o que leva a concluir que estes teores podem ser sensíveis à variação e diversidade da flora do lugar geográfico em que as colmeias estão instaladas. Prova disso é quando comparamos os resultados com outros perfis de açúcares em méis. O estudo de Ouchemoukh et al. (2010), onde foram analisados vários méis de várias zonas e de várias origens botânicas da Argélia, que é um país mediterrâneo assim como Portugal, mostrou algumas diferenças nos teores destes açúcares. Uma das principais diferenças evidenciadas foi que, nos méis da Argélia, os teores de frutose + glucose estavam compreendidos entre 67,35-73,43%, valores superiores aos 64,26% (Mel 1), 65,17% (Mel 2) e 62,84% (Mel 3) obtidos para os méis de olival. Por outro lado, os méis da Argélia analisados, obtiveram teores inferiores em açúcares como turanose e maltose. Estas pequenas diferenças podem ter um papel importante na identificação de particularidades relacionadas com a flora envolvida na produção do mel ou até mesmo a adulterações.

4.1.12. Correlação

Depois de realizadas todas as análises de todos os parâmetros dos três méis de olival, é pertinente estudar a forma como estes estão relacionados. Através de uma análise de correlações, foi possível identificar relações lineares positivas ou negativas entre os vários parâmetros do mel analisados, permitindo assim estudar e compreender fatores que influenciam as várias propriedades do mel. Esta análise foi realizada através do software Past4, onde foram obtidos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r), que variam entre 1 (correlação linear positiva) e -1 (correlação linear negativa), e os valores de significância (p) para cada par de variáveis. O Gráfico 14 também foi construído no Past4 e apresenta, de uma forma gráfica, os resultados das correlações obtidas entre os vários parâmetros, onde as cores azul e vermelha representam as correlações lineares positivas e negativas, respetivamente.

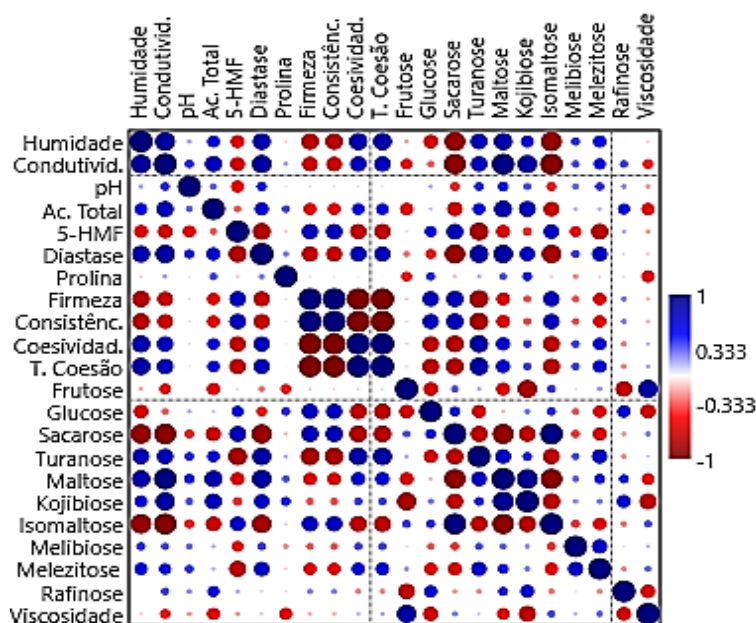


Gráfico 14 - Correlações encontradas entre os diferentes parâmetros analisados nos três méis de olival estudados no presente trabalho.

Observando o gráfico, podemos concluir que existem algumas correlações entre vários parâmetros que permitem compreender melhor algumas das propriedades dos méis de olival determinadas. Em primeiro lugar, observaram-se correlações bastante significativas, positivas e negativas, de diferentes variáveis com o teor de humidade, como por exemplo, os quatro parâmetros da análise da textura do mel que tiveram uma correlação negativa ($r \in [-0,7388; -0,7868]$; $p < 0,001$). Com isto conclui-se que, quanto maior o teor de água dos méis, menores vão ser os valores da firmeza, consistência, coesividade e trabalho de coesão. Na representação gráfica, esta correlação aparece a azul nos casos da coesividade e trabalho de coesão pois os valores foram inseridos na sua forma negativa. No entanto, para efeitos de interpretação, esta deverá ser considerada como positiva pois, na prática, os valores dos parâmetros de textura do mel são sempre positivos, o que levaria a uma proporcionalidade indireta entre o teor de humidade e todos os parâmetros da textura. Também se verifica que estes quatro parâmetros são relacionáveis entre si e que se influenciam mutuamente, o que mostra que todas as propriedades que afetam a textura do mel vão ter possivelmente influência semelhante na variação dos valores da firmeza, consistência, coesividade e trabalho de coesão.

Observou-se a existência de uma correlação negativa significativa entre o teor de HMF e o índice diastásico ($r = -0,761$; $p < 0,01$). Esta relação era expectável, uma vez que ambos os parâmetros estão associados à frescura e à qualidade do mel. O aumento do

teor de HMF deve-se à degradação de açúcares do mel, quando exposto a temperaturas elevadas. Por outro lado, este aumento da temperatura provoca a desnaturação de enzimas, o que reduz a atividade enzimática do mel e, conseqüentemente, os valores do índice diastásico.

Também foi encontrada uma correlação positiva entre a viscosidade e o teor de frutose. Este foi o único açúcar que teve um valor elevado de coeficiente de correlação ($r = 0,826$; $p < 0,01$) com a viscosidade. No entanto, este resultado não é perfeitamente coerente com o que é descrito na literatura, uma vez que méis com maior teor de frutose tendem a apresentar comportamentos menos viscosos, enquanto os méis com maior teor de glucose tendem a ter comportamentos mais viscosos devido à sua maior facilidade de cristalização. Este comportamento foi observado pelos coeficientes de correlação positivos significativos determinados entre a glucose e os parâmetros avaliados no texturômetro, como por exemplo, a firmeza e a consistência.

4.1.13. Análise Componentes Principais (PCA)

Foi também realizada uma análise de componentes principais aos três méis de olival com o objetivo de identificar quais das variáveis analisadas tinham maior contributo para a diferenciação entre eles. Esta abordagem permitiu organizar todos os dados em um gráfico de apenas duas dimensões, o que facilitou a identificação de padrões e a formação de grupos estatísticos. Neste caso, a PCA conseguiu explicar 82,4% de toda a variabilidade dos dados, sendo que desses, 55,3% foram explicados pela componente 1 e 27,1% foram explicados pela componente 2. No Gráfico 15 está apresentada a análise de componentes principais realizada aos três méis analisados, onde foi possível identificar a distribuição bem individualizada das três amostras de mel de olival, assim como todos os parâmetros físico-químicos e reológicos analisados.

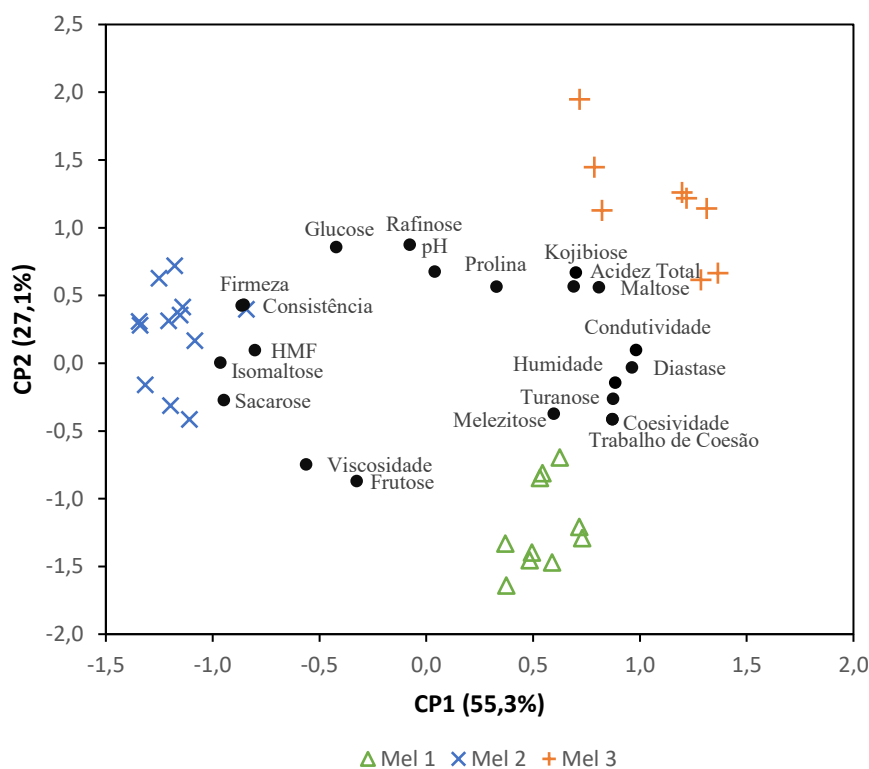


Gráfico 15- Análise de Componentes Principais (PCA) realizada aos Méis de Olival analisados no presente trabalho.

Observou-se uma clara diferenciação dos três méis. As amostras do Mel 1 encontram-se na parte inferior direita do gráfico, relacionadas com valores positivos para a CP1 e valores negativos para a CP2. A diferenciação deste mel deve-se, de forma mais significativa, a variáveis como a viscosidade, frutose, coesividade e trabalho de coesão. As amostras do Mel 2 localizaram-se na parte esquerda do gráfico, relacionadas com valores negativos de CP1. Estas amostras estão bastante associadas a parâmetros como a firmeza, consistência, HMF, isomaltose e sacarose. Importante observar que o parâmetro da diástase está a “puxar” as amostras do Mel 2 exatamente para o lado oposto do gráfico, evidenciando a relação proporcionalmente indireta com o HMF. Já o Mel 3 ocupa a zona superior direita, com valores de CP1 e CP2 positivos. Os parâmetros mais diferenciadores para estas amostras foram a acidez total, o teor de maltose e kojibiose, com alguma influência de variáveis como condutividade e prolina.

É importante referir que todas as variáveis apresentam, de alguma forma, influência na caracterização destes méis, e que todas as que foram mencionadas são apenas as mais significativas quando se fala na diferenciação de cada um dos méis. Ainda assim, concluiu-se, através desta PCA, a qual explica uma grande percentagem da

variabilidade total, que os méis de olival apresentam um perfil físico-químico e reológico diverso, que pode variar dependendo da flora associada a cada tipo de olival.

4.2. Granola de Mel de Olival

4.2.1. Caracterização Nutricional

Depois de produzidas as granolas com a incorporação do mel proveniente de olivais e após realizar todas as análises físico-químicas, foi possível construir a tabela nutricional das três formulações. Na Tabela 17 estão apresentados os resultados obtidos para os parâmetros do teor de humidade, teor de cinzas, a_w , teor de proteína e teor de gordura das três formulações de granola produzidas.

Tabela 17 - Tabela nutricional das três formulações de granola dos “Olival de Mel”

Granola	Alfarroba	Canela	Gengibre
Teor de Humidade (%)	12,43 ± 0,15 ^b	14,82 ± 0,42 ^a	12,76 ± 0,12 ^b
a_w	0,333 ± 0,001 ^b	0,384 ± 0,010 ^a	0,316 ± 0,004 ^c
Teor de Cinzas (g/100g)	1,71 ± 0,05 ^a	1,31 ± 0,05 ^c	1,55 ± 0,02 ^b
Teor de Proteína (g/100g)	11,57 ± 0,30 ^a	9,58 ± 0,31 ^c	10,74 ± 0,17 ^b
Teor de Gordura (g/100g)	19,13 ± 2,46 ^a	22,08 ± 4,70 ^a	15,33 ± 2,20 ^a

Apesar de não ser expectável, as análises físico-químicas das três formulações de granola revelaram algumas diferenças significativas em alguns dos parâmetros analisados. Relativamente ao teor de humidade, a granola de canela apresentou valores significativamente superiores. Esta também foi a granola que apresentou um valor de a_w mais elevado entre as três formulações. Estes resultados, além de indicarem uma possível tendência para maiores níveis de deterioração e crescimento microbológico, podem comprometer também as qualidades sensoriais da granola, como a perda de crocância. As formulações de gengibre e alfarroba apresentaram teores de humidade inferiores, o que é desejável para a conservação do produto e para a manutenção das características sensoriais. Esta diferença de humidade entre as amostras evidencia a importância de

controlar os tempos e temperaturas durante o processo de cozedura da granola para obter um produto final de qualidade e com um tempo de vida útil prolongado.

Em relação aos teores de cinzas, foram obtidos valores, respetivamente, para as granolas de alfarroba, canela e gengibre, de 1,71, 1,31 e 1,55 g/100g. Estes valores mostram-se aceitáveis e dentro dos valores encontrados na literatura revista em capítulos anteriores. Por exemplo, Souza & Silva (2015) obtiveram, para a sua formulação de granola que continha 10% de caju, um teor de cinzas de 1,66 g/100g. Por outro lado, as barrinhas de granola feitas por Chaudhary et al. (2022), tiveram valores superiores, sendo que a formulação onde foi utilizada uma maior quantidade de flocos de aveia foi a que apresentou maior teor de cinzas, 3,9 g/100g. Se houver algum interesse em aumentar a riqueza mineral das granolas produzidas, ainda seria viável aumentar ligeiramente a quantidade de aveia usada nas formulações. No entanto, os teores obtidos estão já bastante satisfatórios do ponto de vista nutricional e dentro do intervalo expectável. Os valores de proteína obtidos para as três formulações também mostraram algumas diferenças estatísticas entre elas. Ainda assim, todas apresentaram teores superiores aos das granolas comerciais adquiridas numa grande superfície e na literatura anteriormente mencionada. No entanto, os teores de proteína das formulações das granolas de alfarroba, canela e gengibre, de respetivamente 11,57, 9,58 e 10,74 g/100g, não conseguiram ultrapassar a quantidade de proteína apresentada pela granola da marca Fels (13 g/100g).

De entre os parâmetros analisados, o teor de gordura foi aquele que apresentou maiores diferenças entre as três formulações. Obtiveram-se valores de 19,13, 22,08 e 15,33 g/100g para as formulações de alfarroba, canela e gengibre, respetivamente. Se cada formulação for analisada de forma individual, os valores obtidos encaixam-se perfeitamente nos valores encontrados na literatura e das granolas comerciais recolhidas. Mesmo existindo alguma variabilidade nos valores de gordura das três amostras, estes não apresentam diferenças estatisticamente significativas. Não foi feita a quantificação dos hidratos de carbono totais, mas foi possível realizar uma estimativa desse valor através da soma dos parâmetros que foram analisados. Desta maneira, para a granola de alfarroba, canela e gengibre, respetivamente, estimaram-se os seguintes teores de hidratos de carbono totais: 55,16, 52,21 e 59,62 g/100 g de produto.

O objetivo de desenvolver uma formulação de granola nutricionalmente rica e prática de consumir foi cumprido e o resultado foi bastante satisfatório. Os teores de proteínas obtidos competem com os valores das granolas comerciais. De acordo com o Regulamento (CE) N° 1924/2006, para ser possível utilizar uma alegação nutricional em

relação a esse nutriente, como por exemplo “fonte de proteína” e “rico em proteína”, é necessário ter em conta o valor energético do produto. Neste caso, e assumindo para o teor total de hidratos de carbono um valor energético de 4 kcal/100 g (desprezando a presença de fibra dietética), sendo aplicado um valor igual para as proteínas, e de 9 kcal/100 g para a gordura, as formulações de granola com alfarroba, canela e gengibre teriam um valor energético aproximadamente de 439, 446 e 419 kcal/100 g de produto. Calculando a contribuição da proteína para o valor energético do produto final, os valores obtidos correspondem a 10,5%, 8,6% e 10,2% para as granolas de alfarroba, canela e gengibre, respetivamente. Não se verifica em nenhuma formulação que 12% da energia total do alimento seja fornecida pelas proteínas, sendo este valor o limite mínimo para incluir uma alegação nutricional em relação às proteínas da granola, segundo o Regulamento (CE) N° 1924/2006. No entanto, é importante ter em conta que se está a sobrevalorizar o valor energético conferido pelos hidratos de carbono, pois por não ter sido possível contabilizar a quantidade de fibras presentes, considerou-se que todos os hidratos de carbono conferem 4 kcal/100g, enquanto, numa perspetiva real, as fibras dietéticas forneceriam apenas 2 kcal/100g. Sendo assim, destaca-se a proximidade das percentagens estimadas aos 12% do referido regulamento (principalmente as formulações de alfarroba e gengibre), mostrando que pode existir essa condição através da realização de pequenos ajustes na formulação, com o objetivo de enquadrar legalmente estas granolas na alegação nutricional “fonte de proteínas”.

Foi também realizada uma análise dos componentes principais (PCA) às três granolas elaboradas no presente trabalho, tendo em conta os parâmetros físico-químicos analisados (Gráfico 18). Para esta análise decidiu-se considerar todos os teores obtidos em peso seco. Através desta análise estatística e dos fatores estudados, foi possível explicar cerca de 98,3% da variabilidade total dos dados, sendo que 69,3% foi explicada pela componente principal 1 e 29,0% pela componente principal 2.

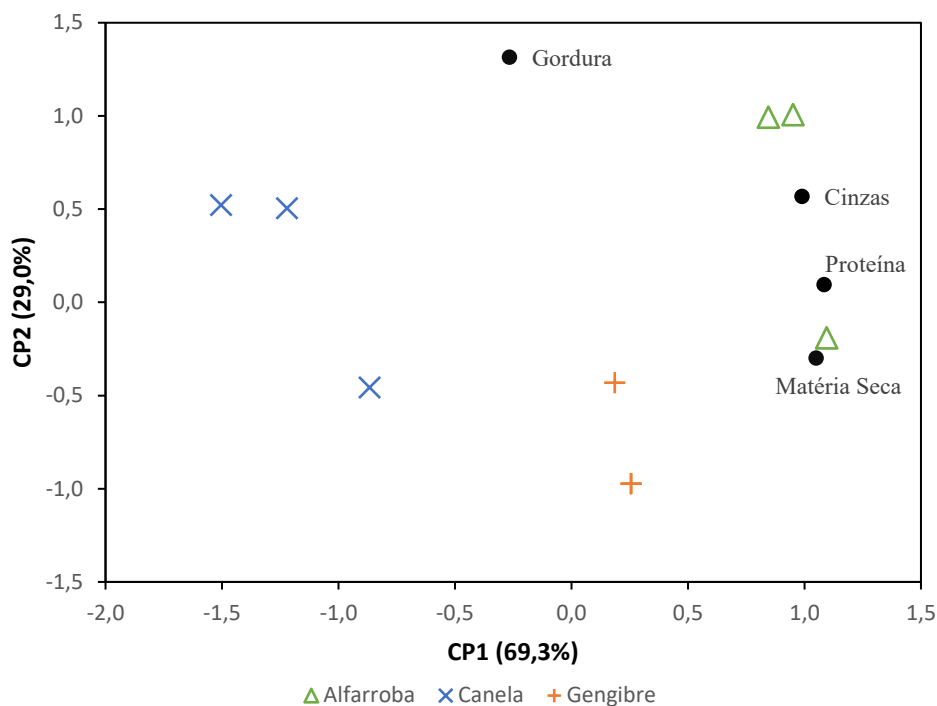


Gráfico 16- Análise de Componentes Principais (PCA) das granolas

No gráfico anterior nota-se uma divisão relativamente clara entre as amostras de cada formulação. As amostras de alfarroba localizaram-se mais à direita do gráfico, associadas à maioria dos componentes analisados (cinzas, proteína e matéria seca). A granola de canela agrupou-se principalmente à esquerda do gráfico e destaca-se por estar associada à componente da gordura, tendo sido esta a formulação com maior teor de lípidos entre as três. Já as amostras da granola de gengibre situaram-se numa posição intermédia, um pouco mais associadas às mesmas componentes das amostras de alfarroba, com destaque para a componente de matéria seca. Infelizmente é um pouco inconclusivo devido ao baixo número de variáveis analisadas e utilizadas para construir o gráfico, não permitindo caracterizar perfeitamente cada uma das granolas.

4.2.2. Análise Microbiológica

Em relação aos resultados microbiológicos determinados para as três granolas em dois tempos distintos (após elaboração (T0) e após 2 meses de armazenamento (T1)), estes encontram-se compilados na Tabela 18. Depois de realizadas as contagens e de aplicada a fórmula a cada uma, foram comparados os resultados com os valores guia do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA, 2019).

Tabela 18 - Estado microbiológico das granolas no tempo T0 e T1 (UFC/g)

Granola	Microrganismos a 30°C	Bolores	Leveduras	Coliformes	<i>E. coli</i>
Alfarroba	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10
Canela	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10
Gengibre	1,1 × 10 ³	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10
Alfarroba	5,0 × 10 ³	<100	5,0 × 10 ³	<10 ²	<10
Canela	4,6 × 10 ³	<100	7,6 × 10 ³	<10 ²	<10
Gengibre	4,2 × 10 ³	<100	4,2 × 10 ³	<10 ²	<10

A análise microbiológica revelou alguma estabilidade e garantia de segurança alimentar para as três formulações de granola durante o tempo de armazenamento definido. Após o processamento (T0), todos os parâmetros microbiológicos apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos nos valores guia do INSA para a classificação satisfatória, apresentando, de um modo geral, um número de colónias inferior ao nível de deteção. Estes resultados sugerem que todo o processo produtivo foi realizado em condições higiénicas adequadas, com a utilização de matérias-primas de alta qualidade. A etapa de cozimento, realizada na elaboração da granola, foi também importante na eliminação de prováveis microrganismos presentes, contribuindo para um produto mais estável. Após dois meses de armazenamento (T1), observou-se um ligeiro acréscimo de microrganismos mesófilos e de leveduras nas três formulações, pelo que a qualidade microbiológica destas formulações poderá ser considerada questionável, de acordo com os valores guia do INSA (2019). Os baixos valores de humidade (12,43% – alfarroba, 12,76% - gengibre e 14,82% - canela) e de a_w (0,333 – alfarroba, 0,316- gengibre e 0,384 - canela) observados nestas três formulações (Tabela 18), condições normalmente

desfavoráveis ao desenvolvimento da maioria dos microrganismos, não foram impeditivas para o desenvolvimento de leveduras xerófilas. Assim, de forma a melhor esclarecer a(s) causa(s) provável(eis) deste ligeiro crescimento, deveria efetuar-se uma análise de causas (tempo de cozedura, tipo de embalagem, temperatura de armazenamento, etc.) de modo a garantir um produto com qualidade microbiológica satisfatória após 2 meses de armazenamento. Tendo este ponto em consideração, seria possível alargar o tempo de vida útil destas formulações.

É importante destacar que as três formulações obtiveram resultados consistentes entre elas, o que indica que nenhuma especiaria se destacou face às restantes no que se refere à sua atividade antimicrobiana. Todas as granolas mostraram perfis microbiológicos relativamente estáveis ao longo do tempo. Este tipo de comportamento é muito positivo do ponto de vista alimentar, pois garante que as granolas irão apresentar pouco grau de degradação ao longo de dois meses, armazenadas à temperatura ambiente, mostrando que estas granolas são adequadas para consumo nesse tempo.

4.2.2. Análise Sensorial

Depois de recolhidos e analisados todos os resultados da análise sensorial às três formulações de granola, foi construído um gráfico radar (Gráfico 17) que representa o perfil sensorial de cada uma, que inclui os valores das médias para os parâmetros de aparência geral, cor, cheiro, textura, crocância, sabor, doçura e apreciação global.

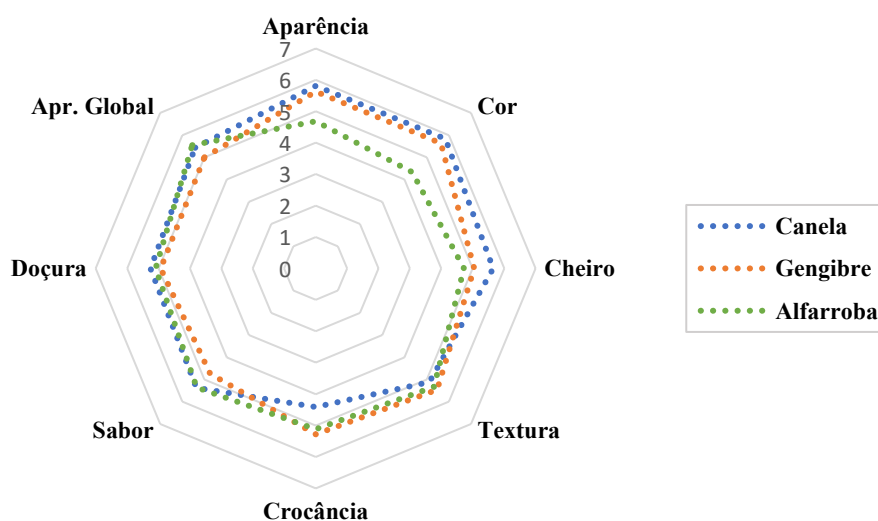


Gráfico 17- Perfil sensorial das três formulações de granola

Observaram-se perfis sensoriais bastante equilibrados. A granola de alfarroba apresentou classificações em relação aos dois parâmetros visuais (aparência e cor)

ligeiramente inferiores, mostrando que os consumidores não ficaram tão satisfeitos com a cor mais escura da granola, cor esta conferida pela presença da alfarroba. Por outro lado, a granola de canela mostrou uma classificação mais baixa no parâmetro da crocância em relação à granola de gengibre e alfarroba. Os consumidores mostraram-se menos satisfeitos com o menor nível de crocância da granola, possivelmente relacionado com o maior teor de humidade obtido nas análises físico-químicas. A granola de gengibre foi a granola que obteve classificações mais consistentes para todos os parâmetros.

De modo a aprofundar a compreensão dos resultados e da sua dispersão, foi construída a Tabela 19 onde estão apresentados os valores das médias de cada parâmetro com os respetivos desvios padrão e os valores das medianas, às quais foi aplicado posteriormente o teste emparelhado não paramétrico de Wilcoxon, junto da classificação máxima e mínima obtidas para os parâmetros de cada granola.

Tabela 19 - Medianas (Mínimos – Máximos), médias e desvios padrão dos parâmetros avaliados na análise sensorial das granolas

Mediana (m - M) Média ± D.P.	Alfarroba	Canela	Gengibre
Aparência	5 ^b (3 - 6) 4,68 ± 0,91	6 ^a (4 - 7) 5,81 ± 0,99	6 ^a (3 - 7) 5,63 ± 1,11
Cor	4 ^b (3 - 6) 4,34 ± 0,82	6 ^a (3 - 7) 5,84 ± 0,95	6 ^a (4 - 7) 5,63 ± 0,92
Cheiro	5 ^b (2 - 7) 4,72 ± 1,18	6 ^a (3 - 7) 5,65 ± 1,13	5 ^b (4 - 7) 5,05 ± 1,00
Textura	5 ^{a,b} (4 - 7) 5,33 ± 1,03	5 ^b (4 - 7) 5,12 ± 0,96	5 ^a (4 - 7) 5,47 ± 0,96
Crocância	5 ^a (4 - 7) 5,12 ± 1,00	4 ^b (3 - 7) 4,41 ± 1,04	5 ^a (3 - 7) 5,28 ± 1,16
Sabor	5 ^a (3 - 7) 5,36 ± 1,12	5 ^a (3 - 7) 5,37 ± 1,16	5 ^b (3 - 7) 4,74 ± 1,20
Doçura	5 ^a (4 - 7) 5,09 ± 1,09	5 ^a (3 - 7) 5,26 ± 1,16	5 ^a (3 - 7) 5,93 ± 1,16
Apreciação Global	5,5 ^{a,b} (4 - 7) 5,55 ± 0,89	6 ^a (4 - 7) 5,43 ± 0,91	5 ^b (3 - 7) 5,00 ± 1,20

Letras minúsculas diferentes por linha indicam diferenças estatisticamente significativas pelo Teste emparelhado de Wilcoxon para amostras não paramétricas
m – Valor mínimo; M – Valor máximo.

Estes resultados suportam as conclusões tiradas anteriormente. No geral, observou-se alguma dispersão nas classificações, contudo, as medianas e médias foram semelhantes entre os diferentes parâmetros e amostras, o que sugere que todas elas apresentaram um perfil sensorial equilibrado. No entanto, foram observadas diferenças significativas entre algumas amostras, indicando existirem diferenças na distribuição das avaliações dos diferentes parâmetros.

Em pormenor, verificou-se que a cor da granola de alfarroba apresentou resultados inferiores tanto na média quanto na mediana, sendo esta estatisticamente diferente das duas outras formulações. Em termos de sabor e cheiro, a granola de canela obteve, para ambos os parâmetros, classificações superiores, evidenciadas tanto pelas médias quanto pelas medianas dos grupos. Quanto à apreciação global, a granola de gengibre obteve classificações significativamente mais baixas em relação às granolas de alfarroba e canela. Destaca-se ainda que, para este parâmetro, enquanto a granola de alfarroba apresenta uma média superior à granola de canela, esta última possui um valor de mediana mais elevado que o de alfarroba, o que demonstra que nenhuma delas se destaca de forma clara em relação à outra.

Para tentar perceber qual das granolas foi a preferida dos consumidores, foi construída uma tabela (Tabela 20) onde está apresentada a distribuição das escolhas da granola preferida por cada provador tendo em conta o sexo (masculino e feminino), grupos de idade e preços que os provadores estariam dispostos a pagar pelas granolas.

Tabela 20 - Frequência e percentagem das escolhas de granola preferida por sexo, idades e preço dispostos a pagar.

Granola		Alfarroba	Canela	Gengibre
Masculino (n=16)	<i>Sexo</i>	3 (≈7%)	6 (≈14%)	7 (≈16%)
Feminino (n=27)		10 (≈23%)	9 (≈21%)	8 (≈19%)
<25 anos (n=16)	<i>Idade</i>	9 (≈21%)	3 (≈7%)	4 (≈9%)
25-50 anos (n=20)		3 (≈7%)	8 (≈19%)	9 (≈21%)
>50 anos (n=7)		1 (≈2%)	4 (≈9%)	2 (≈5%)
1-2 € (n=7)	<i>Preço</i>	1 (≈2%)	3 (≈7%)	3 (≈7%)
2-3 € (n=20)		5 (≈12%)	5 (≈12%)	10 (≈23%)
3-5 € (n=14)		6 (≈14%)	7 (≈16%)	1 (≈2%)
5-7 € (n=2)		1 (≈2%)	0 (0%)	1 (≈2%)

Aplicou-se o teste de qui-quadrado com o objetivo de verificar se estas variáveis categóricas estão relacionadas com a granola que eles escolheram como preferida. Para todos os casos observa-se que a probabilidade de que as diferenças observadas sejam explicadas apenas pelo acaso é muito baixa ($p < 0,001$), e conclui-se que existe uma associação estatisticamente significativa entre a distribuição das variáveis e a escolha de granola preferida dos consumidores que participaram no teste de aceitação. Observa-se que uma grande maioria dos participantes que preferiram a granola de gengibre estariam dispostos a pagar entre 2-3 €, enquanto os que preferiram a granola de alfarroba e canela estariam dispostos a pagar entre 3-5 €. Quanto à relação das idades dos participantes e a respetiva granola preferida, nota-se uma clara preferência pela granola de alfarroba pelos consumidores mais jovens, enquanto os consumidores entre os 25 e os 50 anos optaram com mais frequência pelas granolas de canela e gengibre. Participaram apenas 7 consumidores na prova sensorial com uma idade superior a 50 anos que mostraram uma ligeira preferência pela granola de canela. Possivelmente estes resultados devem-se a uma possível preferência por sabores mais doces pela população mais jovem, que geralmente consomem mais chocolate, o qual pode ter sido mimetizado pela alfarroba.

Por último, verifica-se que a escolha da formulação de granola preferida por parte dos consumidores do sexo feminino foi muito mais equilibrada e dispersa entre as três granolas, em relação ao sexo masculino, que optaram mais vezes por escolher as formulações que incluíam canela ou gengibre.

Para os parâmetros sensoriais das três granolas, foi também realizada uma análise de correlação para estudar quais deles tinham maior influência na apreciação geral das granolas. Na Tabela 21 estão apresentados os coeficientes de correlação entre os vários parâmetros sensoriais.

Tabela 21- Coeficientes de correlação dos parâmetros sensoriais das granolas.

	Cor	Cheiro	Textura	Crocância	Sabor	Doçura	Apreciação Global
Aparência	,724***	,406***	,281**	,126	,286**	,346***	,337***
Cor		,356***	,224*	,052	0,104	,234*	0,142
Cheiro			0,159	,128	,517***	,389***	,404***
Textura				,595***	,261**	,274**	,337***
Crocância					,222*	0,141	,249**
Sabor						,542***	,750***
Doçura							,491***

*Correlação significativa (p<0,05)

**Correlação significativa (p<0,01)

***Correlação significativa (p<0,001)

Concluiu-se que, como era esperado, o parâmetro que influencia mais a percepção global das granolas foi o sabor. É importante salientar que praticamente todos os restantes parâmetros (com exceção da cor) exerceram algum tipo de influência, apresentando todos eles correlações estatisticamente significativas. Verificou-se ainda que existe uma correlação positiva entre a aparência da granola e a cor, sugerindo que melhores classificações da aparência estão associadas a tonalidades mais apreciadas. Por isso, concluiu-se que a granola com pior classificação no parâmetro de aparência tinha uma tonalidade mais escura (formulação de alfarroba), e, portanto, os consumidores preferem tonalidades mais claras.

Foi ainda realizada uma análise dos componentes principais das três granolas, estando o resultado final representado no gráfico seguinte (Gráfico 18).

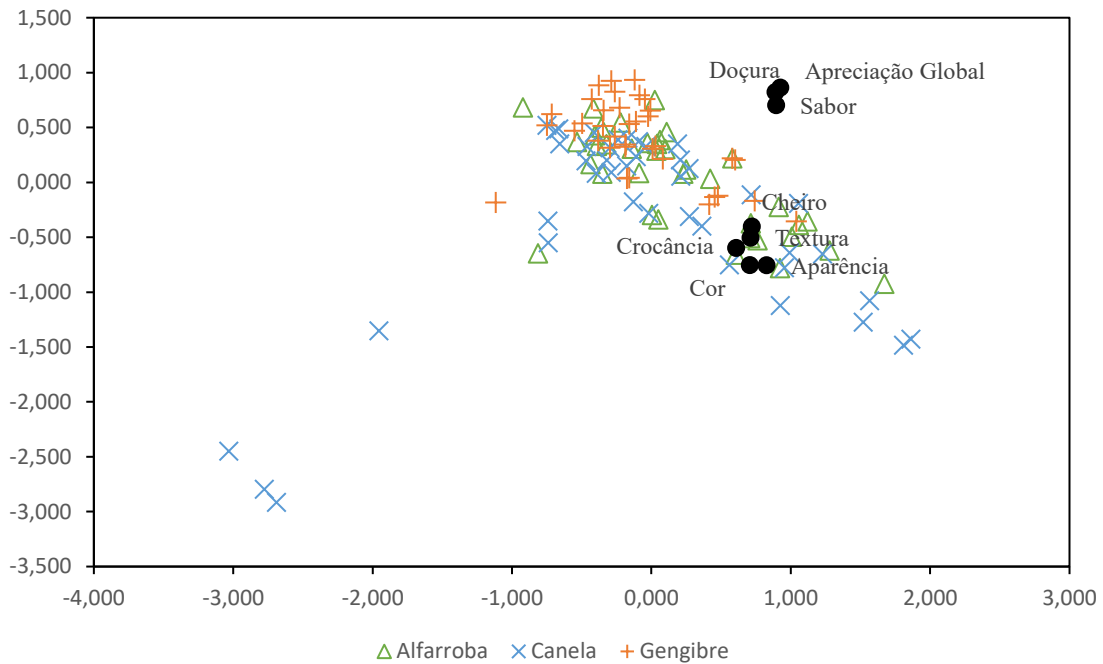


Gráfico 18- Análise de Componentes Principais (PCA) da análise sensorial das granolas

Verificou-se o que já fora concluído anteriormente, ou seja, que as três granolas apresentaram perfis bastante semelhantes, acarretando uma sobreposição de resultados, com a exceção da granola com canela, que em algumas situações se distanciou das restantes. Praticamente todas as classificações das três granolas, principalmente as de alfarroba e gengibre, ficaram sobrepostas no gráfico indicando homogeneidade e coerência por parte dos consumidores. Esta sobreposição mostra de certa forma que as diferenças entre elas não são muito evidentes ou que simplesmente as variáveis usadas para as tentar diferenciar não permitiram fazer uma total discriminação entre as amostras.

Com esta análise completa, pode ser dito que não existe uma granola que se destaque em relação às outras. Todas apresentaram classificações semelhantes em vários parâmetros sensoriais. É de notar que, o perfil do próprio consumidor vai exercer uma grande influência na escolha da granola favorita e que, de um modo geral, o desenvolvimento destas formulações de granola obteve resultados sensoriais muito positivos, o que mostra o potencial da incorporação do mel de olival neste tipo de produtos alimentares.

5. Conclusão

O presente trabalho teve como principal objetivo a caracterização de três méis provenientes de três olivais diferentes da região de Trás-os-Montes, recorrendo a vários tipos de análises polínicas e físico-químicas. A análise polínica destacou a presença de algumas espécies características da região, como *Jasione montana*, entre outras, coerentes com as espécies de plantas nativas da região. No entanto, é importante mencionar que esta região é uma zona com uma diversidade floral significativa, o que originou o aparecimento de pólen de diferentes espécies vegetais, dependendo da zona específica. Em termos reológicos, os três méis de olivais apresentaram comportamento Newtoniano, perfil comum de méis florais indicados na literatura. A dependência da viscosidade com a temperatura foi bem explicada através da Equação de Arrhenius e Equação Empírica referida por Afonso et al. (2018). Os resultados obtidos para os parâmetros químicos avaliados mostraram que todos eles cumpriam os requisitos e os critérios de qualidade definidos pelo Decreto-Lei nº 214/2003.

Em relação às três granolas desenvolvidas com alfarroba, canela e gengibre, em termos nutricionais, não foi possível incluir uma alegação nutricional em relação às proteínas. Contudo, a composição nutricional das mesmas foi semelhante à encontrada em outras granolas comerciais. Verificou-se também que, devido ao baixo teor de humidade e aos baixos níveis de a_w , as granolas apresentaram resultados satisfatórios em relação à avaliação microbiológica, tendo-se observado que a deterioração microbiana ao longo de dois meses foi mínima, indicando que as formulações apresentam uma vida útil adequada que garante a segurança do produto durante o período analisado. Em termos sensoriais, as formulações desenvolvidas apresentaram classificações bastante satisfatórias nos diversos parâmetros analisados. Todas elas tiveram um perfil sensorial agradável e equilibrado, o que mostra a sua aceitabilidade geral por parte dos consumidores. Como pôde ser observado, a escolha da granola preferida depende do perfil de consumidor, em particular da idade e sexo.

Concluiu-se então, que o objetivo de estudar o potencial de incorporação de méis recolhidos de olivais, num produto alimentar foi conseguido e o resultado foi bastante positivo. O mel proveniente de olivais transmontanos revelou possuir características particulares, tais como a composição polínica, que, quando incorporado numa granola, confere qualidade sensorial e valor nutricional reconhecidos, além da identidade regional.

Referências

- Afonso, M. J., Magalhaes, M., Fernandes, L., Castro, M., & Ramalhosa, E. C. D. (2018). Temperature Effect on Rheological Behavior of Portuguese Honeys. *POLISH JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION SCIENCES*, 68(3), 217–222. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2017-0030>
- Alaerjani, W. M. A., Abu-Melha, S., Alshareef, R. M. H., Al-Farhan, B. S., Ghramh, H. A., Al-Shehri, B. M. A., Bajaber, M. A., Khan, K. A., Alrooqi, M. M., Modawe, G. A., & Mohammed, M. E. A. (2022). Biochemical Reactions and Their Biological Contributions in Honey. *Molecules*, 27(15), 4719. <https://doi.org/10.3390/molecules27154719>
- Anupama, D., Bhat, K. K., & Sapna, V. K. (2003). Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, 36(2), 183–191. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00135-7)
- Aquino, I. de S., Santos, J. G. dos, Barbosa, A. da S., Borges, P. de F., & Sousa, S. de. (2024). Caracterização Físico-Química de Mel Orgânico Comercial. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, 7(15), Artigo 15. <https://doi.org/10.55892/jrg.v7i15.1375>
- Arenas-Jal, M., Suñé-Negre, J. M., Pérez-Lozano, P., & García-Montoya, E. (2020). *Trends in the food and sports nutrition industry: A review*. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10408398.2019.1643287?needAccess=true>
- Bahgat, I. (2023). The role of bees in pollination and food security: A critical review. *Ukrainian Journal of Ecology*, 13(6), 41–43. https://doi.org/10.15421/2023_467
- Barreiros, J., Cepeda, A., Franco, C., Nebot, C., & Vázquez, B. (2024). Analysis of minerals in honey and their nutritional implications. *Journal of Food*

Composition and Analysis, 136, 106733.

<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106733>

Baş, N., B. Pathare, P., Catak, M., J. Fitzpatrick, J., Cronin, K., & P. Byrne, E. (2010).

Mathematical modelling of granola breakage during pipe pneumatic conveying.

https://www.researchgate.net/publication/225066702_Mathematical_modelling_of_granola_breakage_during_pipe_pneumatic_conveying

Belay, A., Haki, G. D., Birringer, M., Borck, H., Lee, Y.-C., Kim, K.-T., Baye, K., &

Melaku, S. (2017). Enzyme activity, amino acid profiles and

hydroxymethylfurfural content in Ethiopian monofloral honey. *Journal of Food*

Science and Technology, 54(9), 2769–2778. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2713-6>

Bogdanov, S., Lüllmann ,Cord, Martin ,Peter, von der Ohe ,Werner, Russmann ,Harald,

Vorwohl ,Günther, Oddo ,Livia Persano, Sabatini ,Anna-Gloria, Marcazzan

,Gian Luigi, Piro ,Roberto, Flamini ,Christian, Morlot ,Monique, Lhéritier ,Joel,

Borneck ,Raymond, Marioleas ,Panagyotis, Tsigouri ,Angelica, Kerkvliet

,Jacob, Ortiz ,Alberto, Ivanov ,Tzeko, ... and Vit, P. (1999). Honey quality and

international regulatory standards: Review by the International Honey

Commission. *Bee World*, 80(2), 61–69.

<https://doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099428>

Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. (2004). Physico-chemical methods for the

characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S4–

S17. <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>

Bose, D., & Padmavati, M. (2024). Honey Authentication: A review of the issues and

challenges associated with honey adulteration. *Food Bioscience*, 61, 105004.

<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105004>

- Bratosin, E. D., Tit, D. M., Pasca, M. B., Purza, A. L., Bungau, G., Marin, R. C., Radu, A. F., & Gitea, D. (2025). Physicochemical and Sensory Evaluation of Romanian Monofloral Honeys from Different Supply Chains. *Foods*, *14*(13), 2372. <https://doi.org/10.3390/foods14132372>
- Chaudhary, M., Singh, R., & S. Chauhan, E. (2022). Nutritional Properties and Organoleptic Evaluation of Formulated Granola Bar. *International Journal of Food and Fermentation Technology*.
<https://ndpublisher.in/admin/issues/IJFFTv12n1f.pdf>
- Chirife, J., Zamora, M. C., & Motto, A. (2006). The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. *Journal of Food Engineering*, *72*(3), 287–292.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.009>
- Croisier, E., Jaimee Hughes, Ducombe, S., & Grafenauer, S. (2021). *Back in Time for Breakfast: An Analysis of the Changing Breakfast Cereal Aisle*.
<https://www.mdpi.com/2072-6643/13/2/489>
- da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, *196*, 309–323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>
- de Souza, A. H. P., Gohara, A. K., Pagamunici, L. M., Visentainer, J. V., de Souza, N. E., & Matsushita, M. (2014). Development, characterization and chemometric analysis of gluten-free granolas containing whole flour of pseudo-cereals new cultivars. *Acta Scientiarum - Technology*, *36*(1), 157–163. Scopus.
<https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v36i1.19195>
- DGADR. (2005a). *CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES DA DENOMINAÇÃO DE ORIGEM MEL DE BARROSO*.

- DGADR. (2005b). *CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES DA DENOMINAÇÃO DE ORIGEM MEL DO PARQUE NATURAL DE MONTESINHO*.
- DGADR. (2006). *CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES DA DENOMINAÇÃO DE ORIGEM MEL DA TERRA QUENTE*.
- Diário da República; Ministério da Agricultura. (2003). *Decreto-Lei n.º 214/2003*.
- Etxegarai-Legarreta, O., & Sanchez-Famoso, V. (2022). *The Role of Beekeeping in the Generation of Goods and Services: The Interrelation between Environmental, Socioeconomic, and Sociocultural Utilities*.
- FAO. (2019). *STANDARD FOR HONEY CXS 12-19811*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf
- Faustino, C., & Pinheiro, L. (2021). Analytical Rheology of Honey: A State-of-the-Art Review. *Foods*, 10(8), Artigo 8. <https://doi.org/10.3390/foods10081709>
- Feás, X., Pires, J., Iglesias, A., & Estevinho, M. L. (2010). *Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data*.
- Finola, M. S., Lasagno, M. C., & Marioli, J. M. (2007). Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*, 100(4), 1649–1653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.046>
- INE. (2023). *Estatísticas Agrícolas 2023*.
- INSA. (2019). *Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar—Valores Guia*. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge.

- International Honey Commission. (2009). *HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION*.
- International Organization for Standardization. (2008). *ISO 21527-2; Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds—Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95*.
- International Organization for Standardization. (2013). *ISO 4833-1; Microbiology of the food chain—Horizontal method for the enumeration of microorganisms—Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique*.
- Iurlina, M. O., & Fritz, R. (2005). Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology*, 105(3), 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.03.017>
- Joy, E., Aswei, B., & Nicholas, G. (2016). *Preparation and Evaluation of Granola – a Breakfast Cereal, Substituted with Maize (Zea May) and Coconut (Cocos Nucifera) Blend*.
https://www.researchgate.net/publication/304364522_Preparation_and_Evaluation_of_Granola_-_a_Breakfast_Cereal_Substituted_with_Maize_Zea_May_and_Coconut_Cocos_Nucifera_Blend
- Kumar, R., Panwar, L., Kumari, S., & Saxena, A. (2025). *Role of honeybees in improving biodiversity and sustainable source of income*.
- Laranjo, J. (2017). Manual Técnico Castanheiro: Estado da Transformação. Em *O Castanheiro: Estado da Transformação*.
<https://cncfs.pt/sites/default/files/documentos/2024-04/castanheirotransformacao.pdf>

- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139–157. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1978.11097714>
- Machado, A., Muradian, L., Sancho, M., & Maté, A. (2017). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/317835980_Composition_and_properties_of_Apis_mellifera_honey_A_review
- Marzocchi, G., Maresi, G., Luchi, N., Pecori, F., Gionni, A., Longa, C. M. O., Pezzi, G., & Ferretti, F. (2024). 85 years counteracting an invasion: Chestnut ecosystems and landscapes survival against ink disease. *Biological Invasions*, 26(7), 2049–2062. <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03292-8>
- Musilová, Janette, Fedorková, Silvia, Podhorecká, Klára, Harangozo, Ľuboš, Mesárošová, Andrea, Vollmannová, Alena, Lidiková, Judita, Čeryová, Natália, Ňorbová, Monika, & Orsák, Matyáš. (2024). *Carbohydrates and mineral substances in sweet chestnuts (Castanea sativa Mill.) from important growing areas in Slovakia*. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85177479600&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=cl&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct%2Bscobjectkeywords%2C%22Castanea+Sativa%22%2Ct&s=TITLE%28chestnut%29&sessionSearchId=8e25bee986bd5e397654805dcf3c83b1&relpos=14>
- Oliveira, I., Silva, M. E., Guedes, C. M., Borges, O., Magalhães, B., Silva, A. P., & Gonçalves, B. (2015). *Starch characterization in seven raw, boiled and roasted chestnuts (Castanea sativa Mill.) cultivars from Portugal*.
<http://hdl.handle.net/10348/6578>
- Oroian, M., Ropciuc, S., & Paduret, S. (2018). Honey authentication using rheological and physicochemical properties. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND*

- TECHNOLOGY-MYSORE*, 55(12), 4711–4718. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3415-4>
- Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bachir Bey, M., Djoudad-Kadji, H., & Louaileche, H. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121(2), 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.047>
- Prica, N., Baloš, M. Ž., Jakšić, S., Mihaljev, Ž., Kartalović, B., Babić, J., & Savić, S. (2015). MOISTURE AND ACIDITY AS INDICATORS OF THE QUALITY OF HONEY ORIGINATING FROM VOJVODINA REGION. *Archives of Veterinary Medicine*, 7(2). <https://doi.org/10.46784/e-avm.v7i2.135>
- Pyrzynska, K., & Biesaga, M. (2009). Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 28(7), 893–902. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2009.03.015>
- Răduțoiu, D., & Cosmulescu, S. (2024). Distribution, Ecology, Chorology and Phytocenology of Sweet Chestnut (*Castanea sativa*) in the Oltenia Region, Romania. *Diversity*, 16(8), 433. <https://doi.org/10.3390/d16080433>
- Sasaki, H., Masutomi, H., Yamauchi, Y., Ishihara, K., & Fukuda, S. (2025). Effectiveness of personalized granola tailored to the gut microbiota for improving gut environment and mood states. *Frontiers in Microbiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1607918>
- Souza, P. L. C., & Silva, M. R. (2015). Quality of granola prepared with dried caju-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) and baru almonds (*Dipteryx alata* Vog). *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1712–1717. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1134-4>
- Stanciu, I. (2024). Influence of Temperature on the Rheological Behavior of Orange Honey. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13005/ojc/370225>

- T. Druzian, G., S. Nascimnto, M., M. F. M. Cerqueira, U., G. Novaes, C., A. Bezerra, M., A. Duarte, F., & M. M. Flores, E. (2021). *Determination of Cl, Br and I in granola: Development of an accurate analytical method using ICP-MS.*
- Tafa, K. D., Sundramurthy, V. P., & Subramanian, N. (2021). Rheological and thermal properties of honey produced in Algeria and Ethiopia: A review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD PROPERTIES*, 24(1), 1117–1131. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1953525>
- Ubaidillah, Lenggana, B. W., Sukanto, H., Mazlan, S. A., Nugroho, K. C., & Nugroho, H. W. (2022). Rheological properties of Indonesia honeys. *AIP Conference Proceedings*, 2499(1), 040006. <https://doi.org/10.1063/5.0104947>
- Walker, M. J., Cowen, S., Gray, K., Hancock, P., & Burns, D. T. (2022). Honey authenticity: The opacity of analytical reports - part 1 defining the problem. *NPJ Science of Food*, 6, 11. <https://doi.org/10.1038/s41538-022-00126-6>
- White, J., & Landis, W. (1980). *Honey Composition and Properties. Beekeeping in the United States Agriculture Handbook.* <https://www.sciepub.com/reference/229599>
- Yang, W., Zhang, C., Li, C., Huang, Z. Y., & Miao, X. (2019). Pathway of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde formation in honey. *Journal of Food Science and Technology*, 56(5), 2417–2425. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03708-7>
- Yeoman, I., & McMahon-Beatie, U. (2024). *Signals of change: Eating trends shaping the future of food service.* <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/22243534.2024.2361395?needAccess=true>

Anexo 1: Prova Sensorial de Aceitabilidade de Granolas com Mel de Olival e Castanha Transmontana

Esta prova sensorial integra-se no âmbito do desenvolvimento de uma tese de mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. O objetivo principal é avaliar a aceitabilidade de três formulações distintas de granola que incorporam ingredientes tradicionais da região: mel de olival e castanha transmontana.

A sua participação é fundamental para identificar as preferências dos consumidores e contribuir para a valorização de produtos locais. A avaliação será realizada de forma anónima, e os dados recolhidos serão utilizados exclusivamente para fins académicos e científicos.

Faixa etária	<input type="checkbox"/> <25 anos	Sexo	<input type="checkbox"/> Masculino	Ocupação	<input type="checkbox"/> <25 anos
	<input type="checkbox"/> 25-50 anos		<input type="checkbox"/> Feminino		<input type="checkbox"/> 25-50 anos
	<input type="checkbox"/> >50 anos		<input type="checkbox"/> >50 anos		

Serão apresentadas três amostras de granola, devidamente codificadas, à sua frente. Por favor, registe o código correspondente de cada amostra no espaço indicado e proceda ao preenchimento do questionário que se segue.

Código: _____

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **aparência** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **cor** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre o **cheiro** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **intensidade do cheiro** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **textura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável	

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **crocância** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável	

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre ao **sabor** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável	

Identificou algum sabor mais intenso ou característico que se destacou durante a prova? (opcional)

Quão intenso foi esse sabor?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre à **doçura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável	

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **intensidade da doçura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre à **apreciação global** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável	

Agora, avance para a próxima amostra. Não se esqueça de registrar o novo código no espaço indicado antes de responder às perguntas.

Código: _____

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **aparência** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **cor** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre o **cheiro** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **intensidade do cheiro** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **textura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **crocância** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre ao **sabor** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Identificou algum sabor mais intenso ou característico que se destacou durante a prova? (opcional)

Quão intenso foi esse sabor?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **doçura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **intensidade da doçura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **apreciação global** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Agora, avance para a próxima amostra. Não se esqueça de registrar o novo código no espaço indicado antes de responder às perguntas.

Código: _____

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **aparência** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **cor** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre o **cheiro** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **intensidade do cheiro** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **textura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **crocância** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre ao **sabor** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Identificou algum sabor mais intenso ou característico que se destacou durante a prova? (opcional)

Quão intenso foi esse sabor?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre à **doçura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre a **intensidade da doçura** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada Intenso	Pouco Intenso	Intenso	Bastante Intenso	Muito Intenso

Indique a opção que melhor reflete a sua opinião sobre à **apreciação global** da granola:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito Desagradável	Bastante Desagradável	Desagradável	Satisfatório	Agradável	Bastante Agradável	Muito Agradável

Para finalizar, pedimos que responda a este breve questionário, que nos ajudará a recolher a sua opinião global sobre as amostras provadas.

De qual amostra gostou mais? (pode indicar mais de que 1 código): _____

Quanto estaria disposto a pagar por 250g de granola? (falta definir as opções)

Agradecemos a sua colaboração!