



# **Desenvolvimento de barras energéticas com pólen apícola e pão de abelha**

**Cátia Sofia Alegria Vilares**

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

Orientado por

**Prof. Doutor Miguel José Rodrigues Vilas Boas**

**Prof. Doutor Vítor Manuel Ramalheira Martins**

**Bragança**

**2020**

Trabalho financiado pelo Projeto DivInA (PDR2020-101-031734), no âmbito de uma iniciativa comunitária promovida pelo PDR2020 e cofinanciada pelo FEADER, Portugal 2020. Este trabalho foi também parcialmente financiado pelo CIMO UID/AGR/00690/2019) através do FEDER no âmbito do PT2020.





## Agradecimentos

É com grande orgulho e satisfação que ao concluir esta dissertação, finalizo mais uma etapa da minha vida. Deste modo, não posso deixar de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para esta concretização.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Miguel Vilas Boas, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, pelo tema que me propôs desenvolver, tendo sido incansável na orientação, por toda a disponibilidade permanente, pelo conhecimento transmitido, assim como todas as críticas, correções e sugestões relevantes, pela paciência, dedicação e amizade.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Vítor Martins, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, pela disponibilidade, correções e conhecimentos transmitidos.

À minha cunhada, Mestre Andreia, agradeço pelo incentivo incansável ao término desta etapa. Agradeço ainda todo o auxílio dispensado no laboratório, todas as sugestões feitas, pelos conselhos e companhia, paciência, carinho, amizade e conhecimento transmitido.

Ao professor Doutor Paulo Russo, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, pelas análises efetuadas às amostras de pólen e pão de abelha, disponibilidade e atenção dispensada.

Ao Doutor Márcio Carochó, pela ajuda sempre presente, disponibilidade e paciência, por tudo que me ensinou e conselhos que transmitiu.

A todos os provadores que participaram na análise sensorial, agradeço-lhes toda a disponibilidade. Sem vocês, este trabalho não teria sido concluído com sucesso. Agradeço, também, a todos os que durante este tempo partilharam comigo o laboratório, pelo espírito de equipa e boa disposição.

À Nágila, pelo companheirismo e amizade ao longo desta jornada, que entre altos e baixos sempre nos ajudamos e apoiamos uma à outra.

Ao meu irmão, Filipe Vilares, pela paciência em me aturar, carinho, amizade e compreensão. Pelos conselhos e companhia, pelas noites pouco dormidas, por me animar em todos os momentos e me ter ajudado quando mais precisei, por ser o meu braço direito.

Ao meu amor, André Teixeira, pela pessoa que é. O teu carinho, amizade, amor, paciência, compreensão, motivação e companheirismo foram o pilar para que eu

ultrapassasse todos os medos, ansiedade e dificuldades que esta tese exigiu. Por nunca me deixares desistir. Enfim, por estares incessantemente ao meu lado.

Aos meus compadres Sónia e Bruno Sobrinho, agradeço a constante motivação e apoio para que não desistisse. Por estarem sempre lá para me ouvirem quando mais precisei, pelos choros e risos, pelo carinho e amizade.

Aos que aqui não mencionei, mas que direta ou indiretamente me acompanharam, aconselharam, auxiliaram, torceram por mim e estão felizes por esta minha conquista, o meu sincero obrigado.

Por fim, mas nunca em último, um agradecimento especial aos meus pais Zita Vilarés e João Vilarés, pelo esforço realizado, por serem o meu molde de coragem, constante apoio e motivação, pela paciência, carinho e amor incondicional, sem os quais não me permitiria que eu chegasse aqui. Por terem feito de mim o que sou hoje. A eles dedico este trabalho. Aos meus avôs (*in memoriam*).

Muito obrigado a todos!!!!

## Resumo

O pólen apícola e o pão de abelha são dois produtos da colmeia que podem ser considerados valiosos suplementos alimentares devido ao seu elevado valor nutricional, resultado da presença de proteínas, aminoácidos, ácidos gordos, hidratos de carbono, vitaminas, sais minerais e compostos fenólicos (antioxidantes naturais). O valor destes produtos como suplementos nutricionais depende da composição físico-química, a qual varia diretamente com a flora da região e com o período de pastoreio por parte das abelhas.

Com este trabalho, pretendeu-se avaliar as potencialidades nutricionais do pólen e do pão de abelha no desenvolvimento de barras energéticas dirigidas particularmente para indivíduos que praticam exercício físico intenso. Em situações de esforço, estes consumidores necessitam de alimentos de rápida assimilação e de uma fonte concentrada em energia. Para complemento da formulação das barras energéticas, para além dos produtos da colmeia, introduziram-se frutos secos típicos da região de Trás-os-Montes (amêndoa, nozes, avelãs) e cereais/sementes como sésamo, quinoa e flocos de aveia.

O estudo incidiu na elaboração de diferentes formulações de barras energéticas com variação composicional de pólen e pão de abelha, identificando-se as características da matéria-prima, bem como dos produtos finais, quer em termos nutricionais e sensoriais.

Os resultados da análise polínica da amostra de pólen apícola, identificou a família *Fabaceae* como origem predominante (21%) enquanto no pão de abelha a sua origem floral predominante foi a família *Fagaceae* (39%). Complementarmente, ambas as amostras apresentaram uma diversidade de pólenes de outras famílias representativas da diversidade em redor do local e época de recolha.

No que diz respeito à análise nutricional das matérias-primas, o pólen apícola apresentou maior teor em humidade, proteínas, gordura e energia comparativamente ao pão de abelha. Contrariamente, o pão de abelha apresentou maior teor em cinza, fibra e hidratos de carbono. Ao nível do perfil de açúcares, a pão de abelha evidenciou-se pelo elevado teor de frutose.

Os frutos secos utilizados apresentaram características distintas, destacando-se a noz com um elevado teor de gorduras, enquanto a amêndoa apresentou elevados teores de proteína e hidratos de carbono. Já a avelã caracterizou-se pela composição rica em fibra, apresentando também elevados valores de sacarose. Relativamente às sementes, o sésamo

destacou-se em todos os parâmetros com exceção dos hidratos de carbono, onde o maior valor foi encontrado para a quinoa. Já os flocos de aveia apresentaram teor mais elevado em cinza.

As barras contendo sementes de sésamo, apresentam teores mais elevados, comparativamente às barras contendo grãos de quinoa branca, em proteína, gordura, cinza, fibras e energia, de 16,1-20,0%, 37,1-44,5%, 3,1-3,9%, 4,7-7,7% e 364,5-375,0 kcal/100g produto, respetivamente. Contrariamente, as barras com grãos de quinoa branca apresentaram teores elevados em humidade, açúcares redutores e hidratos de carbono, de 9,5-11,9%, 4,0-11,1% e 71,5-78,4%, respetivamente.

Ao nível das propriedades físicas, as barras contendo quinoa branca foram aquelas que se apresentaram mais duras e mais fáceis de mastigar, mais adesivas no ato de mastigar, menos elásticas e menos coesas. Contrariamente, as barras contendo sementes de sésamo apresentaram-se como sendo as barras menos duros e mais difíceis de mastigar, menos adesivas, mais elásticas e mais coesas. Relativamente à cor as barras com sementes de sésamo apresentaram uma coloração castanha de tom escuro, verificando-se uma tonalidade mais clara para as barras contendo sementes de quinoa.

Os resultados globais deste estudo permitiram concluir que a utilização de pólen apícola e pão de abelha como ingredientes funcionais em barras energéticas é possível obtendo-se a melhor combinação nutritiva para as formulações com sementes de sésamo, avelã e pão de abelha a 5%, no entanto, da apreciação pelo painel de provadores resulta uma preferência pelas barras contendo quinoa branca.

**Palavras-chaves:** pólen apícola, pão de abelha, suplementos nutricionais, características nutricionais, barras energéticas.

## Abstract

Bee pollen and bee bread are two beehive products that can be considered valuable dietary supplements because of their high nutritional value, result of the presence of proteins, amino acids, fatty acids, carbohydrates, vitamins, minerals and phenolic compounds (natural antioxidants). The application of these products as nutritional supplements depends on the physicochemical composition, which varies directly with the flora of the region and the period of harvesting by the bees.

This work aims to evaluate the nutritional inputs of pollen and bee bread as active ingredient in the development of energy bars. Energy bars are foods of high nutritional content and energy value, which are usually taken by consumers of dietary supplements, particularly individuals who practice intense physical exercise. In stressful situations, these consumers need fast food assimilation and a concentrated energy source. As a complement for the formulation of energy bars, and besides the products of the hive, some other products were used, such as nuts typical from the region of Trás-os-Montes (almond, walnuts, hazelnuts) and ingredients, such as white quinoa, sesame seeds and oat flakes.

The study focused on the elaboration of different formulations of energy bars with compositional variation of pollen and bee bread, with a survey on the characteristics of the raw material, as well as the final products, both in nutritional and sensory terms.

The results of the pollen analysis of the bee pollen sample, identified the *Fabaceae* family as the predominant origin (21%) while in bee bread its predominant floral origin was the *Fagaceae* family (39%). Besides, both samples showed a diversity of complementary pollens from other botanical family's representative of the diversity around the apiarie and time of collection.

In respect to the nutritional analysis of raw materials, bee pollen showed a higher content of moisture, proteins, fat and energy when compared to bee bread. In opposition, the bee bread had a higher content of ash, fiber and carbohydrates. In terms of the sugar profile, bee bread was evidenced by its high fructose content.

The dried fruits revealed different characteristics, with the walnuts showing a high fat content, while almonds have presented high levels of protein and carbohydrates. The hazelnut, on the other hand, was characterized by its rich fiber composition, besides the high sucrose content. Regarding seeds, the sesame stood out in all parameters except for

carbohydrates, where the highest value was found for white quinoa. Oat flakes had a higher ash content.

The bars containing sesame seeds have higher levels, compared to bars containing white quinoa grains, in protein, fat, ash, fibers and energy, from 16.1-20.0%, 37.1-44.5%, 3.1-3.9%, 4.7-7.7% and 364.5-375.0 kcal/100g, respectively. In opposition, the bars with white quinoa grains showed high levels of humidity, reducing sugars and carbohydrates, from 9.5-11.9%, 4.0-11.1% and 71.5-78.4%, respectively.

In terms of physical properties, the bars containing white quinoa were those that were harder and easier to chew, more adhesive when chewing, less elastic and less cohesive. Otherwise, the bars containing sesame seeds were found to be less hard and more difficult to chew, less sticky, more elastic and more cohesive. Regarding the color, the bars with sesame seeds showed a dark brown color, with a lighter shade for bars containing quinoa seeds.

The overall results of this study, allowed us to conclude that the used of bee pollen and bee bread as functional ingredients in energy bars is feasible, with the best nutritional combination for formulations with sesame seeds, hazelnut and 5% of bee bread, however, appreciation by the panel of tasters results in a preference for bars containing white quinoa.

**Keywords:** bee pollen, bee bread, energetic bars, nutritional value, sensorial analysis.

# Índice

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
Índice de figuras.....	xiii
Índice de tabelas.....	xv
Lista de acrónimos e abreviaturas.....	xviii
Capítulo 1.....	1
1. Introdução.....	2
1.1. Barras energéticas.....	3
1.2. Pólen.....	4
1.2.1. Composição química do pólen.....	5
1.2.1.1. Proteínas e aminoácidos.....	6
1.2.1.2. Hidratos de Carbono.....	7
1.2.1.3. Lípidos.....	7
1.2.1.4. Sais Minerais.....	7
1.2.1.5. Compostos fenólicos.....	8
1.2.1.6. Vitaminas.....	8
1.2.1.7. Água.....	9
1.2.2. Aplicações do pólen.....	9
1.3. Pão de abelha.....	10
1.3.1. Composição química do pão de abelha.....	11
1.3.2. Principais diferenças entre a composição do pão de abelha e o pólen	12
1.4. Frutos Secos.....	12
1.5. Cereais/sementes.....	14
1.6. Fabrico de barras energéticas.....	16
1.7. Plano de trabalho.....	17
Capítulo 2.....	18
2. Material e Métodos.....	19
2.1. Matérias-primas.....	19
2.2. Solventes e Reagentes.....	19

2.3. Análise polínica.....	20
2.4. Análise nutricional .....	20
2.4.1. Teor de humidade.....	20
2.4.2. Teor de cinzas.....	21
2.4.3. Teor de gorduras.....	22
2.4.4. Proteínas .....	22
2.4.5. Hidratos de Carbono e Valor Energético .....	23
2.4.6. Fibras .....	24
2.4.7 Açúcares .....	24
2.4.7.1. Preparação das amostras.....	24
2.4.7.2. Condições Cromatográficas .....	25
2.5. Barras energéticas .....	26
2.5.1. Confeção.....	26
2.5.2. Formulações .....	27
2.6. Análise Sensorial.....	28
2.6.1. Cor.....	28
2.6.2. Textura.....	29
2.6.3. Painel de provadores .....	29
Capítulo 3.....	31
3.1. Análise das matérias-primas .....	32
3.1.1. Análise polínica.....	32
3.1.2. Humidade .....	34
3.1.3. Cinzas .....	36
3.1.4. Gorduras totais .....	37
3.1.5. Proteínas brutas .....	39
3.1.6. Hidratos de carbono.....	40
3.1.7. Valor Energético.....	42
3.1.8. Fibras .....	43
3.1.9. Perfil de açúcares.....	45
3.2. Análise sensorial preliminar das barras energéticas.....	48
3.3. Caracterização química e sensorial das barras energéticas .....	53

3.3.1 Caracterização química .....	53
3.3.1.1 Humidade .....	53
3.3.1.2 Cinzas .....	55
3.3.1.3 Gordura.....	56
3.3.1.4 Proteína.....	58
3.3.1.5 Hidratos de carbono.....	59
3.3.1.6 Valor energético .....	60
3.3.1.7 Fibra.....	62
3.3.1.8 Perfil de açúcares.....	63
3.3.2 Caracterização sensorial .....	66
3.3.2.1 Cor.....	66
3.3.2.2 Análise de textura.....	68
3.3.2.3. Prova Sensorial.....	79
Capítulo 4 .....	82
4. Conclusão .....	83
Referências bibliográficas .....	86
<i>ANEXOS</i> .....	99

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Pólen apícola</i> .....	5
<b>Figura 2.</b> <i>Pão de abelha no interior do favo.</i> .....	10
<b>Figura 3.</b> <i>Pão de abelha.</i> .....	12
<b>Figura 4.</b> <i>Percentagem da produção de frutos secos de casca rija por localização geográfica.</i> .....	13
<b>Figura 5.</b> <i>Fluxograma do processo de produção das barras energéticas.</i> .....	16
<b>Figura 6.</b> <i>Balança de infravermelho.</i> .....	21
<b>Figura 7.</b> <i>Mufla com os cadinhos para o procedimento de incineração.</i> .....	21
<b>Figura 8.</b> <i>Soxhlet</i> .....	22
<b>Figura 9.</b> <i>Digestor de proteínas.</i> .....	22
<b>Figura 10.</b> <i>Reação de oxidação.</i> .....	23
<b>Figura 11.</b> <i>Destilador de azoto.</i> .....	23
<b>Figura 12.</b> <i>HPLC – RI.</i> .....	25
<b>Figura 13.</b> <i>Ilustração da confeção das barras energéticas. (a) grãos de quinoa branca (b) sementes de sésamo (c) flocos de aveia.</i> .....	27
<b>Figura 14.</b> <i>Texturómetro.</i> .....	29
<b>Figura 15.</b> <i>Ilustração do painel de provadores</i> .....	30
<b>Figura 16.</b> <i>Fotografias microscópicas dos tipos polínicos das amostras de pólen e pão de abelha. (a) Rubus – Rosaceae; (b) Castanea – Fagaceae; (c) Trifolium – Fabaceae; (d) Cytisus – Fabaceae; (e) Erica – Ericaceae.</i> .....	34
<b>Figura 17.</b> <i>Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de flocos de aveia com pólen e os três diferenciados frutos secos.</i> .....	49
<b>Figura 18.</b> <i>Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de flocos de aveia com pão de abelha e os três diferenciados frutos secos.</i> .....	49
<b>Figura 19.</b> <i>Distribuição da apreciação dos provadores, com base na escala hedónica (1 a 9), às barras de sementes de sésamo com pólen e os três diferenciados frutos secos.</i> .....	50
<b>Figura 20.</b> <i>Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de sementes de sésamo com pão de abelha e os três diferenciados frutos secos.</i> .....	51
<b>Figura 21.</b> <i>Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de grãos de quinoa branca com pólen e os três diferenciados frutos secos</i> .....	52

<b>Figura 22.</b> Distribuição da apreciação dos provadores às barras de grãos de quinoa branca com pão de abelha e os três diferenciados frutos secos .....	52
<b>Figura 23.</b> Cor obtida a partir do conversor de cores CIELab para as barras contendo sementes de sésamo. (a) SCA2; (b) SP5A2; (c) SBB5A2; (d) SCA3; (e) SP3A3; (f) SBB3A3. ....	67
<b>Figura 24.</b> Cor obtida a partir do conversor de cores CIELab para as barras contendo sementes de quinoa branca. (a) QCA2; (b) QP5A2; (c) QBB5A2; (d) QCA3; (e) QP3A3; (f) QBB3A3. ....	68
<b>Figura 25.</b> Análise de corte na barra de sementes de sésamo.....	71
<b>Figura 26.</b> Análise de dobragem na barra de sementes de sésamo.....	73
<b>Figura 27.</b> Análise de TPA na barra de grãos de quinoa branca. ....	74

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1.</b> <i>Composição química do pólen, com diferentes origens florais.</i> .....	5
<b>Tabela 2.</b> <i>Proporção dos ingredientes secos e ingrediente de aglutinação para as formulações das barras energéticas.</i> .....	28
<b>Tabela 3.</b> <i>Análise polínica das amostras de pólen apícola e pão de abelha, expressa em percentagem).</i> .....	32
<b>Tabela 4.</b> <i>Teor em humidade das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	34
<b>Tabela 5.</b> <i>Teor em cinza das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	36
<b>Tabela 6.</b> <i>Teor em gordura total das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	38
<b>Tabela 7.</b> <i>Teor em proteínas das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	39
<b>Tabela 8.</b> <i>Teor em hidratos de carbono das matérias primas (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	41
<b>Tabela 9.</b> <i>Valor energético (em kcal/100g) das matérias-primas, em base seca.</i> .....	42
<b>Tabela 10.</b> <i>Teor em fibras das matérias-primas utilizadas para a formulação das barras energéticas (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	44
<b>Tabela 11.</b> <i>Perfil de açúcares das matérias-primas utilizadas para a preparação das barras energéticas (valores expressos em percentagem em base seca).</i> .....	47
<b>Tabela 12.</b> <i>Resultados da análise estatística descritiva das barras com flocos de aveia, pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos. Avaliação global.</i> .....	48
<b>Tabela 13.</b> <i>Resultados da análise estatística descritiva das barras de sementes de sésamo, pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos. Avaliação global</i> .....	50
<b>Tabela 14.</b> <i>Resultados da análise estatística descritiva das barras de grãos de quinoa branca, pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos. Avaliação global.</i> ....	51
<b>Tabela 15.</b> <i>Teor em humidade das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> ....	54
<b>Tabela 16.</b> <i>Teor em cinzas das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).</i> .....	55

<b>Tabela 17.</b> Teor em gordura total das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca). 57	57
<b>Tabela 18.</b> Teor em proteína bruta das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca). 58	58
<b>Tabela 19.</b> Hidratos de carbono das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca). ..... 60	60
<b>Tabela 20.</b> Valor energético das barras energéticas de sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em kcal/100g, em base seca). ..... 61	61
<b>Tabela 21.</b> Teores de fibra das barras energéticas de sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca). ..... 62	62
<b>Tabela 22.</b> Perfil de açúcares referentes às barras energéticas com sementes de sésamo (valores expressos em percentagem, em base seca). ..... 63	63
<b>Tabela 23.</b> Açúcares referentes às barras energéticas com grãos de quinoa branca (valores expressos em percentagem, em base seca). ..... 64	64
<b>Tabela 24.</b> Parâmetros L*, a*, b* referentes à cor das barras energéticas contendo sementes de sésamo. .... 66	66
<b>Tabela 25.</b> Parâmetros L*, a*, b* referentes à cor das barras energéticas contendo grãos de quinoa branca. .... 67	67
<b>Tabela 26.</b> Parâmetro de dureza das barras contendo sementes de sésamo, na análise de corte, expresso em quilogramas. .... 69	69
<b>Tabela 27.</b> Parâmetro de dureza das barras contendo grãos de quinoa branca, na análise de corte, expresso em quilogramas. .... 70	70
<b>Tabela 28.</b> Parâmetro de dureza e fraturabilidade das barras energéticas de sementes de sésamo, na análise de dobragem, expresso em gramas e milímetros, respetivamente. . 71	71
<b>Tabela 29.</b> Parâmetro de dureza e fraturabilidade das barras energéticas de grãos de quinoa branca, na análise de dobragem, expresso em gramas e milímetros, respetivamente. .... 73	73
<b>Tabela 30.</b> Parâmetros da análise TPA nas barras contendo sementes de sésamo. .... 76	76
<b>Tabela 31.</b> Parâmetros da análise TPA nas barras contendo grãos de quinoa branca. 78	78
<b>Tabela 32.</b> Resultados da análise estatística descritiva relativa à apreciação global por parte dos provadores, das barras de sementes de sésamo (S), com as diferentes	

*concentrações (1%, 3% e 5%) de pólen (P) ou pão de abelha (BB) e com avelã (A2) ou amêndoa (A3). ..... 79*

***Tabela 33.*** *Resultados da análise estatística descritiva relativa à apreciação global por parte dos provadores, das barras de grãos de quinoa branca (Q), com as diferentes concentrações (1%, 3% e 5%) de pólen (P) ou pão de abelha (BB) e com avelã (A2) ou amêndoa (A3). ..... 80*

## Lista de acrónimos e abreviaturas

**EtOH** – solução de etanol

**EtOH/H<sub>2</sub>O** – solução de etanol-água (80:20) (v/v)

**HCl** – ácido clorídrico

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** – ácido sulfúrico

**H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>** – ácido bórico

**HPLC** – cromatografia líquida de alta eficiência

**HPLC-RI** – cromatografia líquida de alta eficiência, acoplado a um detetor de índice de refração

**NaOH** – hidróxido de sódio

**Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>** – fosfato dissódico anidro

**NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>** – fosfato dissódico monobásico mono-hidratado

# Capítulo 1

## *Introdução*



## 1. Introdução

A apicultura é uma atividade integrada na zootecnia, direcionada para a gestão e criação de abelhas (*Apis mellifera*). As abelhas são um elemento importante dos ecossistemas, uma vez que desempenham um papel relevante como polinizadores naturais. Estas, interagindo com o ambiente em redor da colmeia produzem e coletam uma diversidade de produtos, tais como: o mel, o pólen, o pão de abelha, a cera, a geleia real, o veneno (apitoxina) e a própolis (Abrol, 2010).

O mel é o produto apícola primário mais importante da apicultura, sendo muito apreciado desde a antiguidade, pelas suas características nutricionais, propriedades terapêuticas e como um excelente adoçante natural (Rocha, 2008).

A cera, um produto de origem animal, é outro dos produtos apícolas com utilização longínqua, e ingrediente comum na indústria cosmética e farmacêutica. É um produto de cor branca, produzido nas glândulas ceríferas localizadas no abdómen das abelhas e usada para a construção dos favos. É composta maioritariamente por uma mistura de ácidos gordos, ceroleína, vitamina A e outras substâncias com diferentes propriedades bactericidas, emolientes, cicatrizantes e anti-inflamatórias (D'ettore et al., 2006).

A própolis é também um dos produtos elaborados pelas abelhas através da recolha de resinas presentes em exsudados de plantas e utilizadas com o fim de selar as fissuras das colmeias, mas também para controlar a contaminação biológica no interior da colónia. Esta mistura resinosa apresenta diversas atividades biológicas como anti-hepatotóxico, anti-tumoral, antioxidante, antimicrobiano, anti-inflamatório (Bankova, 2005; Casaca, 2010).

A geleia real, também um produto de origem animal, é uma secreção amarelada e cremosa produzida pelas abelhas obreiras e utilizado na nutrição das larvas de abelhas e em particular na abelha rainha. Este produto apícola tem na sua constituição água, proteínas, hidratos de carbono, ácidos gordos, vitaminas, aminoácidos livres e sais minerais. Possui inúmeras aplicações em dietética, cosmética, produtos farmacêuticos e alimentos saudáveis (Wytrychowski et al., 2013).

A apitoxina (veneno de abelha) detém diversas atividades biológicas e farmacológicas, estando demonstrada a sua eficácia no tratamento de condições patológicas (Matysiak et al., 2011). No entanto, porque o veneno de abelha é uma toxina, e a fim de desenvolver formulações farmacêuticas para a sua administração segura, é

necessária uma informação detalhada sobre a sua toxicologia, os efeitos colaterais e a sua composição química (Caveiro, 2017).

O pólen apícola e o pão de abelha são dois produtos da colmeia com a mesma origem, o pólen das flores, e que apresentam um elevado teor proteico, ricos em açúcares, vitaminas, aminoácidos e sais minerais. O pão de abelha, em particular, e por sofrer um processo de fermentação no interior da colmeia, apresenta uma elevada biodisponibilidade, com a presença dos monossacarídeos frutose e glucose, dois açúcares de rápida degradação e de aminoácidos essenciais. Estas características nutricionais são de extrema importância para os consumidores de suplementos alimentares, e que procuram na ingestão de barras energéticas uma forma de obter uma fonte concentrada de energia.

Este trabalho tem por finalidade explorar as características nutricionais do pólen apícola e do pão de abelha no desenvolvimento de suplementos alimentares de alta energia através da sua inclusão na preparação de barras energéticas. Complementarmente, e de modo a potenciar a palatabilidade das barras energéticas, para além dos produtos da colmeia, são introduzidos frutos secos típicos da região de Trás-os-Montes (amêndoa, nozes, avelãs) e algumas sementes/cereal/pseudocereal, como sésamo, flocos de aveia e quinoa branca.

### 1.1. Barras energéticas

As barras energéticas são produtos alimentares de elevado valor energético e nutricional, com elevados índices de consumo nos dias de hoje. Devido à sua versatilidade, podem ser consumidas por indivíduos que pratiquem exercício físico, pessoas em dieta e/ou com refeições irregulares/problemas nutricionais. Por norma, são adquiridas por consumidores de suplementos alimentares, particularmente, por atletas em situações de esforço, que necessitam de alimentos de rápida assimilação e de uma fonte concentrada em energia. Estas barras são normalmente resultado da prensagem de misturas de cereais, fruta e frutos secos, os quais são agregados através de um xarope de glucose e mel, entre outros (Aleksejeva et al., 2017).

O objetivo deste trabalho focou-se no desenvolvimento de diferentes formulações de barras energéticas que incorporem na sua composição produtos apícolas com características que respondam às necessidades nutricionais de consumidores em situações

de esforço físico intenso, integrando elevados conteúdos de proteína e hidratos de carbono de rápida assimilação, como sejam o pólen apícola e o pão de abelha, ricos em proteínas e fibras, e o mel, rico em frutose e glucose. De seguida, efetua-se uma descrição mais pormenorizada sobre as características destes produtos apícolas, bem como das sementes/cereais/pseudocereais e frutos secos que se pretende integrar complementarmente na composição das barras energéticas.

## 1.2. Pólen

O pólen e o néctar são as principais fontes alimentares das abelhas, e por este motivo elas possuem órgãos específicos de recolha para estes dois substratos.

Os grãos de pólen, ilustrados na **Figura 1**, são estruturas microscópicas, que advêm do pólen recolhido a partir das anteras dos estames de plantas, e constituem as células reprodutivas masculinas nas plantas (Cardoso & Silva, 2016). O pólen recolhido nas flores pelas abelhas melíferas é misturado por estas com néctar e algumas substâncias salivares originando um grânulo ou carga que as mesmas transportam com as patas traseiras até à colmeia, onde com recurso às suas características físicas – pentes e pelos espalhados pelo corpo – depositam nos alvéolos (Mutsaers et al., 2006; Nogueira, 2012). A captura do pólen que as abelhas transportam é possível através de um dispositivo denominado de “caça-pólen”, que se coloca na entrada da colmeia. Deste modo, as abelhas são forçadas a entrar para a colmeia passando por uma rede com orifícios de tamanhos ligeiramente superiores ao do seu corpo, provocando a queda das cargas polínicas transportadas nas suas patas. Contudo, este dispositivo não impede que parte da colheita de pólen seja levada para dentro da colmeia, garantindo o mínimo de fonte de proteínas para a alimentação das abelhas e das suas larvas (Frigerio, 2009).

O pólen apícola apresenta uma imensa diversidade de cor e forma, variando entre 6 a 200 µm de diâmetro, sendo que cada espécie de planta produz o seu próprio tipo de pólen (Abrol, 2010; Krell, 1996). Assim, a composição do pólen está estritamente dependente da origem botânica, das condições climáticas, do tipo de solo e da época de recolha (Caldas et al., 2018; Mutsaers et al., 2006).

Uma vez que são reconhecidas ao pólen propriedades que estimulam o organismo, considera-se este produto como um fortificante natural e o seu habitual consumo pode ser muito benéfico, prevenindo infeções bacterianas, regularizando funções fisiológicas que contribuem para o reequilíbrio do metabolismo e promovendo a regularização do

aparelho intestinal. É também recomendado em estados de anemia, fadiga intelectual, descalcificação e raquitismo, reduzindo estados de impotência sexual e combatendo o envelhecimento prematuro (Casaca, 2010).



**Figura 1.** *Pólen apícola*

### 1.2.1. Composição química do pólen

A composição química do pólen apícola apresenta-se descrita na **Tabela 1** e baseia-se em proteínas, aminoácidos, lípidos, açúcares (redutores e não redutores), água, sais minerais, vitaminas e fibras (Abrol, 2010).

**Tabela 1.** *Composição química do pólen, com diferentes origens florais.*

Componentes	(%)	Origem floral	Referências
<b>Proteínas</b>	17,0 – 25,0	<i>Arecaceae, Asteraceae e Myrtaceae</i>	Li et al., 2018
	25,5 – 28,7	<i>Castanea, Cistus, Rubus</i>	
<b>Lípidos</b>	5,0 – 9,0	<i>Arecaceae, Asteraceae e Myrtaceae</i>	
	1,7 – 3,0	<i>Castanea, Cistus, Rubus</i>	
	1,3 – 6,8	<i>Brassicaceae, Fabaceae, Ranunculaceae</i>	
<b>Hidratos de carbono</b>	52,7 – 59,9	<i>Castanea, Cistus, Rubus</i>	
	64,4 – 81,8	<i>Brassicaceae, Fabaceae, Ranunculaceae</i>	
<b>Vitaminas</b>	<b>mg/100g</b>		
<b>Vitamina A</b>	até 1,5		
<b>Vitamina B1</b>	0,2 – 0,9		
<b>Vitamina B2</b>	0,5 – 2,4	<i>Zea mays L.</i>	
<b>Vitamina B</b>	vestígios		
<b>Vitamina C</b>	vestígios		

Tabela 1. (continuação).

Componentes	(%)	Origem floral	Referências
<b>Minerais</b>	<b>mg/g</b>		
<b>Potássio</b>	2,5– 20,0		
<b>Magnésio</b>	0,2 – 4,7	<i>Brassicaceae , Fabaceae , Rosaceae,</i>	
<b>Cálcio</b>	0,2 – 5,8	<i>Brassica napus L., Salix,</i>	
<b>Fósforo</b>	0,8 – 9,6		
<b>Compostos fenólicos</b>	<b>µg/g</b>		Li et al., 2018
<b>kaempferol</b>	Vestígios a 8		
<b>ácido gálico</b>	Vestígios a 32	<i>Zea mays</i>	
<b>quercetina</b>	21	<i>Brassica</i>	

A maioria das proteínas presentes no pólen são aminoácidos essenciais (não sintetizáveis pelo ser humano), tais como a lisina, triptofano, histidina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, mas também aminoácidos promotores (impulsionadores) do crescimento, como a arginina, cistina e tirosina (Casaca, 2010), o que faz do pólen um alimento completo para consumo como suplemento alimentar. No entanto, a composição do pólen varia significativamente dependendo origem floral, apontando alguns estudos para teor de proteínas entre 5% a 30%, hidratos de carbono entre 10% a 40% e os lípidos entre 1% a 5% (Estevinho et al., 2012).

#### 1.2.1.1. Proteínas e aminoácidos

O pólen possui um conjunto diversificado de proteínas como albuminas (35%), globulinas (19%), glutelinas (19%), prolaminas (22%) e outras (incluindo enzimas - 5%) (Kieliszek et al., 2018) que contribuem para o seu conteúdo proteico, mas apresenta também uma parte sob a forma de aminoácidos livres (Monsanto, 2013). É reconhecido como um dos poucos alimentos que possui todos os aminoácidos essenciais, tais como, arginina, fenilalanina, histidina, ácido glutâmico, metionina, triptofano, cistina, isoleucina, valina, lisina, trionina e leucina (Ribeiro & Silva, 2007).

De referir que a quantidade de proteínas presentes num dado tipo de pólen, varia consoante a sua origem botânica, condições climáticas e época de colheita. Segundo a

literatura, as espécies (origem floral) *Arecaceae*, *Asteraceae* e *Myrtaceae* de origem geográfica do Sul do Brasil contém entre 17 a 25%, enquanto a *Castanea*, *Cistus*, *Rubus* de origem da Italiana contém 26 a 29% (Li et al., 2018). Outros trabalhos realizados em Portugal referem que o teor de proteína não difere estatisticamente, variando de 24% a 34% dependendo da localidade de recolha (Estevinho et al., 2012).

#### 1.2.1.2.Hidratos de Carbono

Os hidratos de carbono estão presentes em maior quantidade no pólen, incluindo-se principalmente monossacarídeos, como a frutose e a glucose, e dissacarídeos, como é o caso da sacarose e da maltose, para além de trissacarídeos e polissacarídeos (como pectinas), embora em percentagem pouco significativa (Kieliszek et al., 2018; Martins, 2010).

De acordo com dados científicos, as espécies *Castanea*, *Cistus*, *Rubus* contém 53 a 60% em hidratos de carbono, enquanto as espécies *Brassicaceae*, *Fabaceae* e *Ranunculaceae*, contém valores superiores que podem atingir 82% (Li et al., 2018).

#### 1.2.1.3.Lípidos

A quantidade de lípidos presente no pólen, tal como as proteínas e hidratos de carbono, é variável dependendo da espécie botânica. Na literatura, verifica-se uma variabilidade de valores correspondente ao conteúdo lipídico, variando entre 1 a 20% (Kieliszek et al., 2018; Martins, 2010).

A composição lipídica é constituída por ácidos gordos saturados (ácido palmítico, ácido mirístico e ácido esteárico) e ácidos gordos insaturados (ácido oleico, ácido linoleico e  $\alpha$ -linolénico). Segundo a literatura, os ácidos gordos saturados correspondem a 38% e os ácidos gordos insaturados 62% (Kieliszek et al., 2018).

Para espécies de pólen de *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Myrtaceae* estão descritos teores de lípidos entre 5 e 9%, por outro lado nas espécies *Cistus*, *Castanea*, *Rubus* apenas apresentam 2 a 3% e as espécies *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Ranunculaceae* exibem valores entre 1 e 7% (Li et al., 2018).

#### 1.2.1.4.Sais Minerais

A quantidade de minerais que integram a composição do pólen, depende da sua origem floral. Os principais minerais são o potássio, o magnésio, o sódio, o cálcio. Os

elementos fósforo e o enxofre, também estão presentes no pólen, porém em menor quantidade (Casaca, 2010; Monsanto, 2013).

De acordo com a literatura, as espécies *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Brassica napus L.*, *Salix*, entre outras, apresentam valores de potássio entre 2 e 20 mg, magnésio entre 0,2 e 5 mg, cálcio entre 0,2 e 6 mg, e fosforo até 10mg/g pólen (Li et al., 2018).

#### 1.2.1.5. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, flavonoides e ácidos fenólicos, são responsáveis pela cor dos grãos de pólen (amarelo, cinza, vermelho, laranja, marrom, entre outros) e conferem-lhe um sabor amargo (Kieliszek et al., 2018).

Estes compostos, considerados metabolitos secundários, integram uma classe importante de substâncias bioativas, conhecidas pelas suas propriedades ao nível da redução de fenómenos de oxidação lipídica. Esta capacidade antioxidante está correlacionada com a estrutura química dos compostos. Nos flavonoides, depende do número e posição do(s) grupo(s) hidroxilo(s) presente(s) na molécula, sendo que a presença de certos grupos hidroxilo nos anéis flavonoides aumenta a sua atividade (Kähkönen et al., 1999; Silva et al., 2016). Verifica-se que a atividade antioxidante do pólen apícola é específica segundo uma dada espécie e independente da origem geográfica (Bogdanov, 2011).

De acordo com estudos anteriores, o kaempferol (0,7 mg/g pólen) é o flavonóide mais abundante no extrato liofilizado de pólen apícola, seguido pela quercetina (0,3 mg/g pólen). Relativamente aos ácidos fenólicos, o ácido *trans*-cinâmico (0,3 mg/g pólen) e o ácido *p*-cumárico (0,2 mg/g pólen), são os predominantes (Almeida et al., 2017).

Para o pólen de *Zea mays*, o ácido gálico pode também ser encontrado até 0,032 mg/g de pólen, juntamente com o kaempferol até 0,008 mg/g de pólen. Para a espécie *Brassica*, a quercetina é um dos flavonóides descritos com valores até 0,021 mg/g de pólen (Li et al., 2018).

#### 1.2.1.6. Vitaminas

A maioria das vitaminas que se encontram no pólen apresentam uma contribuição nutricional significativa, como é o caso da vitamina E (tocoferol) e o grupo das vitaminas B – tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), biotina (B8), ácido fólico (B9), C e D, e

provitamina A. Também os carotenoides, principalmente  $\beta$ -caroteno, podem surgir em quantidades consideráveis no pólen, dependendo maioritariamente da sua origem botânica (Bogdanov, 2016; Casaca, 2010; Silva et al., 2016).

Devido à presença destas vitaminas no pólen com valores que podem variar entre 0,02 a 0,7%, designa-se que o mesmo contém uma “bomba de vitaminas”, sendo possível distingui-las em vitaminas lipossolúveis – vitaminas A, E e D, e em vitaminas hidrossolúveis – vitaminas B e C (Kieliszek et al., 2018).

De acordo com dados bibliográficos, a espécie *Zea mays* apresenta até 1,5 mg vitamina A/100g pólen, 0,2-0,9 mg vitamina B1/100 g pólen, 0,5-2,4 mg vitamina B2/100 g pólen e vestígios de vitamina B9 e C (Li et al., 2018).

#### 1.2.1.7. Água

As cargas frescas de pólen possuem uma percentagem de água que oscila entre 21% a 30%, dependendo, uma vez mais, da época de recolha, do clima e do maneiço do pólen.

O conteúdo de água no pólen é um parâmetro analítico essencial para a determinação das quantidades de todos os outros componentes presentes neste produto, assim como é um fator que influencia a capacidade de conservação. Para evitar o crescimento de fungos, a presença de água no pólen para fins comerciais não deve ser superior a 6-8% (Kieliszek et al., 2018).

#### 1.2.2. Aplicações do pólen

Segundo a literatura disponível, o pólen apícola, devido à sua composição, considera-se um alimento nutritivo funcional, observando-se a sua utilização em formulação de biscoitos, como substituição da farinha de trigo (Conte et al., 2018). A aplicação do pólen como antioxidante natural, combinado com o armazenamento a temperaturas de refrigeração, demonstrou ser eficaz para retardar a oxidação lipídica na linguiça de porco e na “morcela de assar” (Almeida et al., 2017; Anjos et al., 2019).

Para além da aplicação como suplemento alimentar, o pólen é também usado noutros sectores tais como: farmacologia – utilizado como ingrediente em produtos apifito-aromáticos; em cosméticos – máscaras, cremes, batons, sabonetes, shampoos, entre outros; na atividade apícola – como alimento para as abelhas nos períodos de escassez; na monitorização da poluição ambiental, entre outros (Ribeiro & Silva, 2007).

### 1.3. Pão de abelha

O pão de abelha, apresentado na **Figura 2**, é um produto da colmeia ainda pouco explorado e com origem também no pólen recolhido nas flores, transportado pelas abelhas para o interior da colmeia. Já no interior, as abelhas adicionam-lhe mel e enzimas digestivas, sendo armazenado e compactado nos favos. Durante este processo de armazenamento do pólen ocorre uma fermentação láctica que lhe concede maior poder de conservação (Ivanišová et al., 2015). Este produto é a fonte principal de proteínas da colmeia, e essencial na alimentação das larvas e abelhas produtoras de geleia real (Bakour et al., 2019). O pão de abelha é de digestão mais fácil que o pólen apícola devido à fermentação ocorrida que destrói parcialmente a estrutura do grão de pólen, mas para a sua exploração comercial é necessário um conhecimento específico por parte do apicultor. Assim, para produzir pão de abelha em grandes quantidades, é necessário condicionar a presença da rainha numa parte da colmeia, de modo a evitar a presença de criação que consuma o pão de abelha, produzindo-se uma quantidade excedentária. Deste modo, pode-se colher facilmente os favos em que o pão de abelha está maduro, sem condicionar o desenvolvimento da colónia.

O pão de abelha pode depois ser retirado do interior do favo com instrumentos adequados como os furadores, por trituração do favo congelado ou através de um processo mecanizado. A sua conservação, apesar de mais fácil que o pólen, requer também uma secagem para a redução do teor de humidade, evitando-se assim o eventual desenvolvimento de bolores.



*Figura 2. Pão de abelha no interior do favo.*

O pão de abelha pode ser considerado um valioso suplemento alimentar devido ao seu elevado teor nutricional. A contribuição para este elevado valor nutricional deve-se à presença de proteínas, aminoácidos, ácidos gordos, hidratos de carbono, vitaminas, sais

minerais e compostos fenólicos (antioxidantes naturais). É de reter que, à semelhança do pólen, a potencial aplicação deste produto como suplemento nutricional depende da composição físico-química, a qual varia diretamente com a flora da região e com a época de recolha por parte das abelhas (Ivanišová et al., 2015; Urcan et al., 2017). O seu valor nutricional é maior quando comparado ao pólen, uma vez que apresenta uma melhor digestibilidade, devido à presença de maior teor de aminoácidos livres e açúcares (glucose e frutose) de rápida decomposição (Bakour et al., 2019; Kieliszek et al., 2018).

O consumo de pão de abelha produz benefícios tais como o fortalecimento do sistema imunológico, melhoria na concentração e memória, regulação do nível de colesterol no sangue, assim como demonstra uma atividade antienvhecimento, devido à presença de antioxidantes, regenerando as células do corpo (Kieliszek et al., 2018).

### 1.3.1. Composição química do pão de abelha

A composição química do pão de abelha, ilustrado na **Figura 3**, é semelhante à do pólen apícola e constituída por proteínas, aminoácidos livres, lípidos, açúcares, sais minerais, fibras, vitaminas (C, B, K, P e E), pigmentos e água (Khalifa et al., 2019).

O seu valor nutricional é comparativamente mais elevado, sendo rico em compostos fenólicos, vitaminas e sais minerais essenciais (cálcio, potássio e zinco) (Khalifa et al., 2019). No que diz respeito ao teor de proteínas, contém menos proteínas, porém são mais facilmente absorvidas, devido à presença de um maior teor em aminoácidos livres (Bakour et al., 2019; Mutsaers et al., 2006). Além disso, possui propriedades probióticas, resultantes do processo de fermentação anaeróbica, sendo melhor absorvido pelo organismo humano (Kieliszek et al., 2018). Este processo de fermentação conduz também a um valor de pH baixo, entre 3,8 a 4,3 (Ivanišová et al., 2015; Khalifa et al., 2019).

Em termos de conteúdo mineral no pão de abelha, é também afetado pelas condições geográficas e solo, sendo que se encontram os mesmos elementos descritos para o pólen como cálcio, magnésio, fósforo, ferro, sódio, manganês, enxofre, zinco e cobre.



**Figura 3.** *Pão de abelha.*

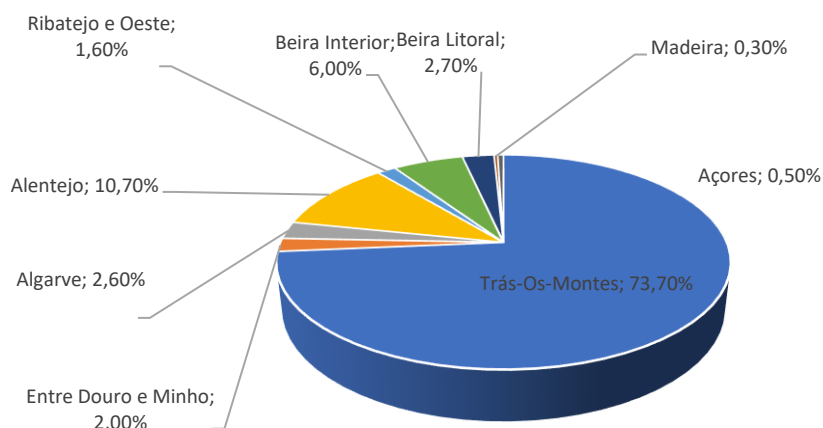
### 1.3.2. Principais diferenças entre a composição do pão de abelha e o pólen

O pão de abelha tem o pólen como ingrediente principal, porém apresenta algumas características que os diferem. A adição de mel na sua elaboração proporciona uma maior diversidade de açúcares, e aumenta o seu conteúdo em açúcares redutores comparativamente ao pólen. Por outro lado, o teor em proteínas e gorduras é menor que no pólen, mas possui ácido láctico em abundância (Khalifa et al., 2019). Esta abundante quantidade em ácido láctico, aproximadamente seis vezes mais comparativamente ao pólen, confere um elevado grau de acidez e conseqüentemente um valor de pH mais baixo (Tomás, 2013). Por outro lado, a redução do pH no pão de abelha, confere-lhe maior capacidade de autoconservação, uma vez que inibe o crescimento de bolores e outros microrganismos. O mesmo não acontece com o pólen, pelo para a sua conservação necessita de uma secagem imediata após a sua recolha para evitar a sua degradação (Tomás, 2013).

### 1.4. Frutos Secos

Os frutos secos subentendem-se como sendo sementes comestíveis ou sementes oleaginosas, consumidos efetivamente no seu estado seco, como é o caso das nozes, das amêndoas, das avelãs, dos amendoins, dos pinhões, dos cajus, entre outros.

A produção de frutos secos em Portugal, encontra-se maioritariamente na região Norte de Portugal, em Trás-Os-Montes, no Alentejo e na Beira Interior, como ilustra a **Figura 4**, destacando-se a amêndoa e a castanha, seguido da avelã e noz em menor quantidade (Opinião, 2014).



**Figura 4.** Percentagem da produção de frutos secos de casca rija por localização geográfica.

(Fonte: Ramalhosa et al., 2018 (adaptado)).

Os frutos secos são alimentos que possuem um alto teor de gordura e baixo teor em humidade, o que faz com que estejam sujeitos à rancificação de gorduras devido ao aumento de humidade, aquando do seu armazenamento.

A ingestão de frutos oleaginosos, como as nozes, amêndoas e avelãs, fornece-nos ácidos gordos, proteína vegetal, minerais, fibra e vitaminas (Opinião, 2014). Na sua composição, os frutos secos são pobres em ácidos gordos saturados e ricos em ácidos gordos monoinsaturados e poliinsaturados (gordura considerada “mais saudável”), sendo estes benéficos ao organismo humano (Fernandes, 2017). Os ácidos gordos saturados, são considerados prejudiciais para a saúde humana, uma vez que ampliam o risco de doenças cardiovasculares e aumento do colesterol (Rebelo, 2017).

Os frutos secos são também uma excelente fonte de vitaminas, hidratos de carbono, proteínas e minerais – cálcio, magnésio, fósforo, potássio, zinco e ferro, proporcionando o seu consumo, inúmeros benefícios para a saúde humana. Por todos estes motivos, tornam-se uma alternativa viável e saudável para os atletas de alta competição, os quais necessitam de alimentos de rápida assimilação e conversão energética (Rebelo, 2017).

As nozes são uma fonte de nutrientes ricas em vitaminas (B1, B6, B9 e E), micronutrientes (magnésio, fósforo, cobre, zinco, cálcio e ferro), lípidos e particularmente

ômega 3. Este ácido gordo insaturado surge em quantidade significativa nas nozes, contribuindo o seu consumo para a prevenção de doenças cardiovasculares e sistema neurológico. Há inclusive alguns estudos que comprovam que o seu consumo proporciona melhorias significativas na memória em doentes de Alzheimer (Alasalvar & Shahidi, 2009; Fernandes, 2017).

As amêndoas são uma fonte de nutrientes, ricas em vitamina E (tocoferóis), cálcio, fósforo, potássio, magnésio e zinco. A presença de compostos biologicamente ativos na sua composição, tais como: ácidos gordos (monoinsaturados e polinsaturados), ácidos fenólicos, fitoesteróis e compostos polifenólicos, confere-lhe propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Alasalvar & Shahidi, 2009; O'Neil et al., 2016).

As avelãs são também caracterizadas pelo elevado teor em gordura, sendo uma extraordinária fonte de energia. À semelhança dos restantes frutos secos referidos, a sua composição agrega hidratos de carbono, proteínas, lípidos, aminoácidos, sais minerais e vitaminas. No que diz respeito às características lipídicas da avelã, o óleo de avelã serve como uma fonte rica em antioxidantes e bioativos naturais, refletindo-se no seu conteúdo nutracêutico nas variadas aplicações alimentares (Alasalvar & Shahidi, 2009).

Os ácidos gordos insaturados mais comuns nas amêndoas e avelãs são o ácido oleico ( $\omega$  9) e o ácido linoleico ( $\omega$  6), já nas nozes são os ácidos linoléico (18: 2 $\omega$ 6) e  $\alpha$ -linolênico (18: 3 $\omega$ 3). Por outro lado, os ácidos gordos saturados predominantes, embora em níveis baixos, nas amêndoas, avelãs e nozes são os ácidos palmítico e esteárico (Gorji et al., 2018).

## 1.5. Cereais/sementes

Os cereais/sementes são também integrados com frequência na preparação de barras energéticas. Neste trabalho foram utilizados grãos de quinoa branca, sementes de sésamo e flocos de aveia, pelo que se descreve para estes três ingredientes um pouco das suas características nutricionais.

A quinoa é um pseudocereal, um grão sem glúten com elevado valor nutricional. As sementes de quinoa são um excelente exemplo de alimentos funcionais, considerando a sua composição rica em fibras, minerais, ácidos gordos e vitaminas, sendo uma fonte alimentar nutritiva, de particular destaque para pessoas com intolerância ao glúten, nomeadamente com doença celíaca (Bhathal et al., 2017; Pereira et al., 2019). Possui

também uma grande quantidade de hidratos de carbono, ácidos gordos, vitaminas (B, C e E), fibras, diversos micronutrientes (cálcio, ferro, zinco, cobre e manganês) e um elevado valor proteico, comparativamente ao arroz, trigo e cevada, sendo particularmente rica em aminoácidos essenciais (lisina e metionina). Contém também polifenóis, fitoesteróis e flavonoides que auxiliam na melhoria e prevenção da osteoporose, sendo a quercetina e kaempferol os principais flavonoides com papel antioxidante (Bhathal et al., 2017).

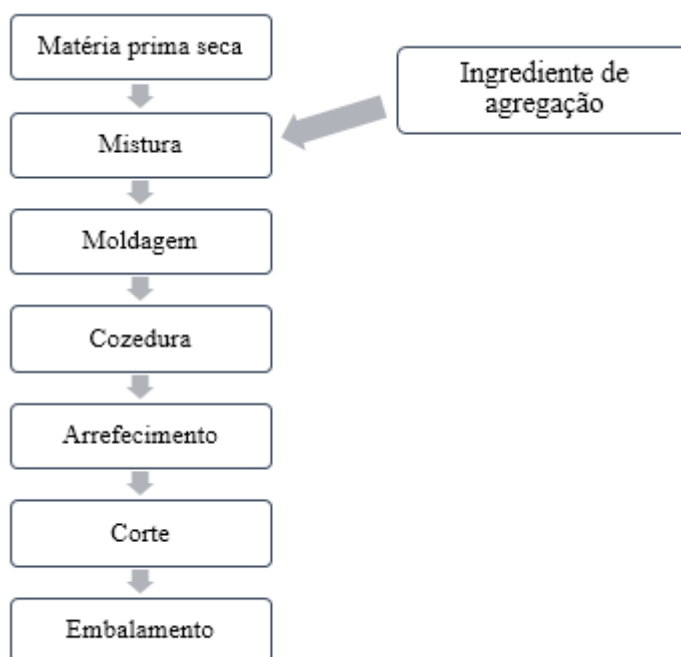
A aveia (*Avena sativa L.*) é cultivada em países americanos e europeus, principalmente Rússia, Canadá e Estados Unidos da América. O grão de aveia é uma excelente fonte de proteínas (albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas), hidratos de carbono, aminoácidos, lípidos (ácidos gordos insaturados), minerais (cálcio e ferro), compostos fenólicos, vitaminas (tiamina, riboflavina e niacina) e fibras alimentares ( $\beta$ -glucano) (Head et al., 2010; Rasane et al., 2015).

O sésamo (*Sesamum indicum L.*) é uma cultura herbácea pertencente à família *Pedaliaceae*, originária da Índia. É das mais importantes e mais antiga cultura de sementes oleaginosas do mundo, usada extensivamente para óleo comestível, pastas, bolos, confeitaria e farinha, com um elevado grau de resistência à oxidação e rancidez. As sementes de sésamo são altamente nutritivas e energéticas, contendo um teor em óleo altamente estável e de excelente qualidade (44-58%), proteína (18-25%) (rica em metionina, triptofano e valina), quantidades significativas de fenólicos, flavonoides, vitaminas e minerais (ferro, fósforo, sódio, cálcio, magnésio, selénio e zinco), que podem atuar como antioxidantes, sendo que a sua ingestão pode ser potencialmente protetora contra diversas doenças (Dravie et al., 2020).

## 1.6. Fabrico de barras energéticas

O fabrico de barras energéticas tem por base dois grupos de ingredientes, líquidos e sólidos. Os ingredientes líquidos correspondem aos xaropes de aglutinação, que tem como função adoçar o produto e aglutinação dos cereais, sementes e frutos secos. Como exemplo temos o mel, xarope de glicose, gordura vegetal, entre outros. Por outro lado, os ingredientes secos englobam os ingredientes funcionais, neste caso o pólen e o pão de abelha, os cereais/sementes e os frutos secos, como é o caso dos grãos de quinoa, sementes de sésamo, flocos de aveia, nozes, amêndoas e avelãs.

O processamento tem por base a mistura de todas as matérias-primas e posterior agregação com recurso ao xarope de aglutinação, de maneira a tornar a barra homogénea. Posteriormente, segue-se a moldagem do produto e condicionamento a uma determinada temperatura, sendo que as condições diferem segundo as características específicas do produto acabado. Por fim, há uma fase de arrefecimento, para depois desenformar as barras e cortar nos tamanhos e formatos desejados. Na **Figura 5**, apresenta-se um fluxograma representativo do processo de produção.



**Figura 5.** Fluxograma do processo de produção das barras energéticas.

## 1.7. Plano de trabalho

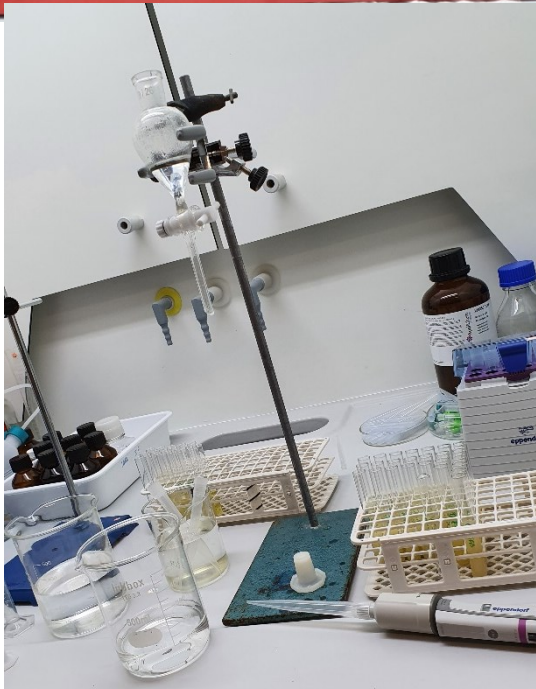
Este trabalho foca-se no desenvolvimento de barras energéticas que integram na sua composição produtos apícolas – como é o caso do pólen, pão de abelha e o mel, cereais/sementes e pseudocereais – como a aveia (flocos), sementes de sésamo e grãos de quinoa branca, e frutos secos – amêndoas, avelãs e nozes.

Todas as matérias-primas foram avaliadas individualmente ao nível do seu valor nutricional, através dos diversos parâmetros: proteínas, gorduras, cinzas, humidade, açúcares, hidratos de carbono, energia e fibras. Dadas as particularidades da matéria-prima, foi também efetuada a caracterização polínica do pólen apícola e do pão de abelha.

Após a identificação das características da matéria-prima, procedeu-se às diferentes formulações das barras energéticas com combinação de diferentes proporções dos ingredientes e variação das metodologias de preparação, até se encontrar um produto final com as características pretendidas. As barras assim obtidas foram caracterizadas relativamente ao seu valor nutricional, bem como à sua análise de textura e análise sensorial.

# Capítulo 2

## *Material e Métodos*



## 2. Material e Métodos

Neste capítulo encontra-se descrito as matérias-primas, o desenvolvimento experimental das diferentes formulações de barras energéticas, os reagentes e os solventes utilizados no decorrer deste trabalho, bem como todos os procedimentos e as condições experimentais.

### 2.1. Matérias-primas

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi coletada uma amostra de pólen apícola e outra amostra de pão de abelha, provenientes da região de Bragança. Após a recolha da amostra do pão de abelha, procedeu-se à sua remoção do interior do favo, seguido da sua limpeza. Ambos os produtos apícolas foram sujeitos a trituração, homogeneização, liofilização e por fim, conservados em vácuo.

As matérias-primas utilizadas no decorrer deste trabalho, como a avelã, grãos de quinoa branca, sementes de sésamo e flocos de aveia foram adquiridos no comércio local. O xarope de glucose foi adquirido à empresa Food Colours, Valongo – Portugal. Por fim, o mel foi gentilmente cedido pela Casa do Mel – Bragança, e a amêndoa e noz por produtores da região do Nordeste Transmontano.

### 2.2. Solventes e Reagentes

Para a execução experimental deste trabalho, utilizou-se como solventes o éter de petróleo, etanol, éter dietílico e acetonitrilo (qualidade HPLC) adquiridos à empresa Fisher Scientific (Pittsburgh, PA).

Como reagentes utilizaram-se o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), ácido clorídrico (HCl), fosfato dissódico anidro ( $Na_2HPO_4$ ) e fosfato dissódico monobásico mono-hidratado ( $NaH_2PO_4$ ) adquiridos à Fisher Scientific (Pittsburgh, PA). A acetona, o hidróxido de sódio, o indicador verde bromocresol e vermelho de metilo e as pastilhas catalisadoras metálicas foram adquiridos à Panreac (Barcelona, ES).

Os padrões utilizados para a quantificação de açúcares, tais como a glucose, frutose, sacarose, turanose, trealose, maltose, maltulose foram adquiridos à Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA) e o padrão interno xilose adquirido à Fisher Scientific (Pittsburgh, PA). As enzimas e a celite para a determinação de fibras foram adquiridas da Megazyme (Irlanda).

### 2.3. Análise polínica

O grão de pólen possui parede externa quimicamente estável e morfologicamente variada, permitindo através da análise palinológica das cargas de pólen recolhidas pelas abelhas, a identificação dos diversos tipos polínicos constituintes, a verificação dos períodos de produção e a determinação da origem botânica e geográfica das amostras (Modro et al., 2009).

O método utilizado para a identificação dos pólenes foi o método acetolítico. Num tubo, colocou-se aproximadamente 1g de pólen/pão de abelha, previamente homogeneizado com recurso ao almofariz, adicionando água destilada de modo a amolecer um pouco, e agitou-se vigorosamente num vortex. De imediato, foram retirados 200µL desta mistura, colocados num outro tubo e submetidos a uma centrifugação de 1000g durante 5 minutos. O sedimento resultante foi sujeito a acetólise (Louveaux et al., 1978), com as modificações recomendadas (Von Der Ohe et al., 2004).

Procedeu-se à identificação e contagem polínica num microscópio ótico com objetiva de imersão. Foram contados mais de 1200 grãos por preparação (Vergeron, 1964). Esta análise foi realizada com o apoio do *LabApis*<sup>UTAD</sup>.

### 2.4. Análise nutricional

#### 2.4.1. Teor de humidade

O teor de humidade foi determinado com recurso a uma balança de infravermelho a 105°C (Adam), ilustrada na **Figura 6**, utilizando-se 2g de amostra. Este procedimento foi efetuado em triplicado e os resultados estão expressos em percentagem (Helrich, 1990; Tomás et al., 2017).

Para a amostra de mel o teor de humidade foi medido diretamente por refratometria.



*Figura 6. Balança de infravermelho.*

#### 2.4.2. Teor de cinzas

A determinação do teor de cinzas foi realizada por um método gravimétrico após incineração. Pesou-se 1 g de amostra liofilizada para um cadinho de porcelana e colocou-se na mufla, **Figura 7**, a 550°C, durante 4 horas. Após arrefecimento, o cadinho foi pesado de modo a determinar a quantidade de cinzas remanescentes. Este procedimento foi repetido até peso constante, efetuado em triplicado e os resultados expressos em percentagem (Helrich, 1990; Tomás et al., 2017).

Para a amostra de mel, o teor em cinza foi determinado indiretamente através do seu cálculo com recurso à condutividade, através da seguinte equação [1]: (Sancho et al., 1992)

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{\left(\frac{\text{Condutividade}}{1000}\right) - 0,14}{1,74} \quad [1]$$



*Figura 7. Mufla com os cadinhos para o procedimento de incineração.*

### 2.4.3. Teor de gorduras

A determinação da percentagem de gordura foi efetuada por uma extração sólido-líquido utilizando-se como solvente extrator, o éter de petróleo. O processo de extração foi realizado num sistema de Soxhlet, **Figura 8**, durante 4 horas, utilizando uma quantidade de amostra liofilizada de aproximadamente 2g. Após a extração, a solução foi levada à secura num evaporador rotativo, pesando-se de seguida a gordura obtida. Os resultados apresentam-se em percentagem de gordura e todos os ensaios foram realizados em triplicado (Helrich, 1990; Tomás et al., 2017).



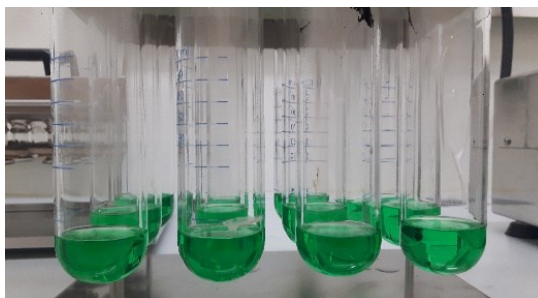
*Figura 8. Soxhlet*

### 2.4.4. Proteínas

O teor de proteína bruta foi obtido pelo método de Kjeldahl, desenvolvido por Johann Kjeldahl em 1883. Foi pesada 1g de amostra para os tubos de determinação de proteínas, onde se adiciona 15mL de ácido sulfúrico concentrado e 1g do catalisador metálico. Os tubos foram transferidos para o digestor de proteínas, **Figura 9**, onde permaneceram até alcançar a temperatura de 400°C, aguardando-se a reação de oxidação indicada pelo aparecimento da coloração verde, como se pode observar na ilustração da **Figura 10**.



*Figura 9. Digestor de proteínas.*



**Figura 10.** *Reação de oxidação.*

Após a digestão os tubos foram arrefecidos à temperatura ambiente e seguiram para o destilador de azoto, **Figura 11**. Inicialmente a amostra foi diluída com água destilada, o excesso de ácido sulfúrico neutralizado com hidróxido de sódio a 40% e o azoto total, destilado na forma de amónia, foi misturado com 10 mL de ácido bórico a 0,5% (v/v) com indicador misto, verde de bromocresol e vermelho de metilo. Na sequência, a solução obtida foi titulada com HCl a 0,5 mol/L até atingir o ponto de viragem identificado pela passagem de coloração azul para a rosada. Para a conversão do teor de azoto em proteína total foi utilizado um fator de 6,25, exprimindo-se os resultados em percentagem de proteína (Helrich, 1990; Tomás et al., 2017).



**Figura 11.** *Destilador de azoto.*

#### 2.4.5. Hidratos de Carbono e Valor Energético

A determinação da quantidade de hidratos de carbono totais presentes nas amostras foi obtida por diferença, aplicando-se a seguinte equação [2], expressa em percentagem em peso seco: (Helrich, 1990; Tomás et al., 2017)

$$\text{Hidratos de carbono (\%)} = 100 - (\% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lípidos}) \quad [2]$$

Para a determinação do valor energético aplicou-se a equação [3], apresentando-se os resultados em kcal/100g produto, em peso seco: (Tomás et al., 2017)

$$\text{Energia (kcal/100g)} = 4 \times (\% \text{ proteínas} + \% \text{ hidratos de carbono}) + 9 \times (\% \text{ lípidos})$$

[3]

#### 2.4.6. Fibras

A quantificação da fibra dietética total foi avaliada através da aplicação de um método enzimático-gravimétrico de acordo com as metodologias da Megazyme. Para um copo pesou-se 0,5g de amostra e adicionou-se 25mL do tampão fosfato a pH 6,0. A digestão iniciou-se com a adição de 25µL da solução de  $\alpha$ -amílase, mantendo-se o copo fechado, em banho-maria a 98-100°C, durante 15 minutos e sob agitação suave. Terminado este período, e após arrefecimento da solução à temperatura ambiente, adicionou-se 5mL de solução de NaOH a 0,275 mol/L, ajustando o pH a 7,5, seguindo-se a adição de 50µL de solução de protéase. Após esta adição, o copo foi novamente fechado, e colocado num banho a 60°C por 30 minutos. Após arrefecimento, adicionou-se 5mL de solução de HCl a 0,325mol/L, ajustando o pH a 4,5. Por fim, adicionou-se 100µL de solução de amiloglicosidase e sujeitou-se a um banho a 60°C por 30 minutos adicionais.

Após a digestão da amostra, foram adicionados 140 mL de etanol a 95%, pré-aquecido a 60°C, de modo a promover a precipitação das fibras, deixando formar-se o precipitado, à temperatura ambiente, por 60 minutos.

Posteriormente, pesou-se o cadinho contendo 0,1g de celite e humedeceu-se o leito com etanol a 78%. As amostras foram filtradas, os resíduos foram lavados com etanol a 78% (10mL x 3), etanol 95% (5mL x 2) e acetona (5mL x 2). De seguida, colocou-se os resíduos na estufa a 105°C durante a noite. Deixou-se arrefecer e pesou-se o resíduo para a determinação de cinza e determinação de proteína. Os resultados foram expressos em percentagem de fibra (Megazyme, 2016).

#### 2.4.7 Açúcares

##### 2.4.7.1. Preparação das amostras

A determinação de açúcares livres foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência, acoplado a um detetor de índice de refração (HPLC-RI), ilustrado na **Figura**

12. Previamente foi necessário proceder-se a uma extração, pesando-se 1g de amostra e adicionando-se 40mL de uma solução EtOH/H<sub>2</sub>O (80:20), 1mL de padrão interno (xilose, 30mg/mL). Esta mistura foi colocada num banho a 80°C durante 90 minutos, com agitação. Posteriormente, levou-se as amostras a centrifugar a 3500 rpm durante 5 minutos e em seguida, filtrou-se a mistura com papel de filtro para um balão de fundo redondo, evaporando-se o EtOH com recurso ao evaporador rotativo a 40°C. Depois, transferiu-se a mistura para uma ampola de decantação e lavou-se com éter dietílico (3 x 10mL). Após a lavagem, centrifugou-se a 5000 rpm durante 10 minutos, transferindo-se a fase inferior para um balão volumétrico de 5mL e completando o volume com água destilada. Por fim, a amostra foi filtrada através de filtros millipore, 0,20µm, para um vial. O volume utilizado para injeção no cromatógrafo foi de 20µL (Barros et al., 2013).



**Figura 12.** HPLC – RI.

#### 2.4.7.2. Condições Cromatográficas

A quantificação dos açúcares foi realizada num cromatógrafo integrado com uma bomba (Knauer, sistema Smartline 1000), um desgaseificador (Smartline 5000), um amostrador automático (AS-2057 Jasco) e um detetor de RI (Knauer Smartline 2300). Os dados foram analisados usando o software Clarity 2.4 (DataApex). Para a separação cromatográfica foi usada uma coluna 100-5 NH<sub>2</sub> Eurospher (4,6 x 250mm, 5mm, Knauer) operando a 35°C (forno Grace 7971 R). A fase móvel foi uma mistura de acetonitrilo/água 80:20 (v/v), com um caudal de 1,3mL/min (Tomás et al., 2017). A identificação e quantificação dos açúcares foi obtida por comparação dos tempos de

retenção dos picos das amostras com os dos padrões, nomeadamente frutose, glucose, sacarose, turanose e trealose

A reta de calibração foi estimada pelo método de padrão interno, utilizando-se numa gama de concentrações de 0,4 a 40mg/mL para os padrões frutose ( $y=1,7465x + 0,6437$ ;  $R^2 = 0,996$ ), glucose ( $y=1,5499x + 0,4068$ ;  $R^2 = 0,999$ ) e sacarose ( $y=1,8431x + 0,3705$ ;  $R^2 = 0,999$ ), 0,2 a 20mg/mL para o padrão da trealose ( $y=1,7372x + 0,1899$ ;  $R^2 = 0,9991$ ) e para a turanose ( $y=1,4418x + 0,1113$ ;  $R^2 = 0,999$ ) as concentrações variaram de 0,2 a 2,8mg/mL. A análise foi realizada em triplicado e os resultados apresentam-se expressos em percentagem.

## 2.5. Barras energéticas

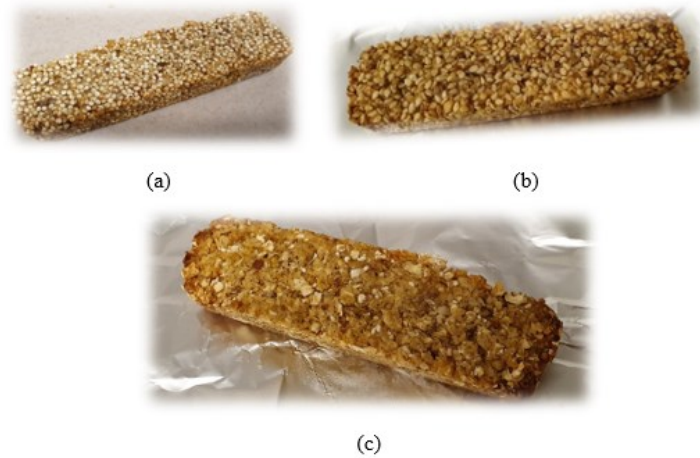
O processo de preparação das barras energéticas foi realizado de forma idêntica para todos os ensaios, variando-se as percentagens dos diferentes ingredientes. Para a definição das formulações finais foi realizado um estudo preliminar para redução de variáveis, com base na apreciação sensorial de um painel de provadores. Para a identificação das diferentes barras utilizou-se uma codificação, do tipo QBB1A2, em que a primeira letra refere-se ao cereal ou semente (Q – quinoa; S – sésamo) a segunda/terceira letra ao ingrediente diferenciador (BB – pão de abelha; P – pólen; C – controlo), o número refere-se à percentagem do ingrediente diferenciador (1%, 3% ou 5%) e a última letra/número ao fruto seco (A2 – Avelã; A3 – Amêndoa).

### 2.5.1. Confeção

Para a preparação de barras com 40g foram usadas as seguintes proporções de ingredientes: 22g de cereal/sememente (sésamo, aveia ou quinoa), 8g de fruto seco (noz, amêndoa ou avelã), 2g de mel e 8g de xarope de glucose, às quais foram adicionadas proporções variáveis de pólen apícola ou pão de abelha, num intervalo de 1 a 5%.

Todos os ingredientes foram envolvidos em simultâneo num recipiente até que a massa adquirisse uma consistência agregadora, transferindo-a para formas de silicone, em formato de barras, aproximadamente 40g. Após enchimento, as formas foram colocadas num forno a 180°C durante 15 minutos. Findo o tempo, e após arrefecimento à temperatura ambiente, procedeu-se à remoção das barras e armazenamento para os estudos posteriores.

Na **Figura 13** estão ilustrados os exemplares de barras energéticas com os três cereais/sementes – quinoa branca, sésamo e flocos de aveia.



**Figura 13.** Ilustração da confeção das barras energéticas. (a) grãos de quinoa branca (b) sementes de sésamo (c) flocos de aveia.

### 2.5.2. Formulações

Após a escolha dos diferentes conjuntos de ingredientes para o estudo (cereais/sementes, frutos secos), e dada a dimensão de combinações possíveis entre ingredientes, foi decidido preparar 18 protótipos de barras, com os flocos de aveia, sementes de sésamo e grãos de quinoa branca e os respetivos frutos secos, noz, amêndoa e avelã, com adição dos ingredientes diferenciadores como o pólen apícola e pão de abelha, a uma percentagem fixa de 3%. Com estes protótipos pretendeu-se efetuar uma pré-seleção de formulações, recorrendo a um ensaio preliminar de análise sensorial para identificar os cereais/frutos mais apreciados/pontuados pelo consumidor, e consequentemente reduzir a amplitude dos ensaios.

Da avaliação do ensaio preliminar do painel de provadores, resultou a exclusão do pseudocereal (flocos de aveia) e de um fruto seco (noz) pelo que foram assim definidas quatro formulações padrão combinando, sésamo/avelã, sésamo/amêndoa, quinoa/avelã e quinoa/amêndoa. Com esta base, foi elaborado um conjunto de vinte e quatro combinações distintas, através da inclusão de percentagens de pólen/pão de abelha a 1%, 3% e 5%. Foram também analisadas as combinações sem adição de pólen ou pão de abelha (controlo).

Na **Tabela 2**, apresenta-se as proporções de todos os ingredientes para a elaboração final das barras.

**Tabela 2.** *Proporção dos ingredientes secos e ingrediente de aglutinação para as formulações das barras energéticas.*

	<b>Controlo</b>	<b>Pólen/ Pão de abelha a 1%</b>	<b>Pólen/ Pão de abelha a 3%</b>	<b>Pólen/ Pão de abelha a 5%</b>
<b>Sésamo / Quinoa</b>	55	54	52	50
<b>Amêndoa / Avelã</b>	20	20	20	20
<b>Mel</b>	5	5	5	5
<b>Xarope glucose</b>	20	20	20	20
<b>Pólen / Pão de abelha</b>	-	1	3	5

Nestas barras energéticas para além das análises nutricionais já descritas nos pontos anteriores relativos, foi efetuada uma análise de características sensoriais, recorrendo à análise da textura, da cor e apreciação por um painel de provadores.

## 2.6. Análise Sensorial

A análise sensorial das barras energéticas foi realizada através da avaliação da sua cor e textura, e através da avaliação da preferência por um painel de provadores. De seguida são descritos os procedimentos aplicados nesta avaliação.

### 2.6.1. Cor

A cor das formulações finais das barras, foi analisada através de um colorímetro portátil CR400 (Konica Minolta), com recurso ao iluminante D65, um padrão da Comissão Internacional de Iluminação (CIE) representando a luz do meio-dia na Europa. Utilizou-se o espaço de cor CIE, no qual a uniformidade da cor é expressa através de um sistema tridimensional constituído por três coordenadas ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), em que  $L^*$  representa a claridade e varia de 0 (preto) a 100 (branco),  $a^*$  é uma medida que representa a intensidade de vermelho (vermelho é identificado como  $+a$  e o verde como  $-a$ ) e o  $b^*$  representa a intensidade de amarelo (amarelo é identificado como  $+b$  e o azul como  $-b$ ) (Carocho et al., 2020; Florowski et al., 2019).

O ensaio foi realizado em triplicado para cada amostra e os resultados expressos em  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

### 2.6.2. Textura

A análise do perfil de textura das barras, foi realizada com recurso a um texturómetro (TA. XT Plus – Stable Micro Systems<sup>TM</sup>), ilustrado na **Figura 14**, com célula de carga de 30 kg.

Primeiramente executou-se a análise do perfil de textura (TPA), um teste típico no qual se simula a mastigação da boca humana realizando duas compressões da matriz, com recurso à sonda *P/35 Cylinder aluminium 35mm*. Para avaliar a força de corte utilizou-se a sonda *Blade set with knife*, e por fim, recorreu-se ao uso da sonda *Three point bend rig* para avaliar o perfil de dobragem. Para cada amostra, executou-se a análise em triplicado.

Os resultados foram combinados e processados através de uma macro para alcançar todas as dimensões da textura, nomeadamente dureza, fraturabilidade, adesividade, flexibilidade, coesividade, viscosidade e resiliência. A análise dos resultados foi efetuada com recurso ao software *Exponent*.



**Figura 14.** *Texturómetro.*

### 2.6.3. Painel de provadores

Para complementar os parâmetros analíticos anteriores foi realizado um estudo de com recurso a um painel de 10 provadores não treinados, recrutados aleatoriamente, **Figura 15**. Durante as provas, forneceu-se aos provadores, num prato descartável, seis amostras distintas e devidamente codificadas, um copo com água, um guardanapo, um pedaço de maçã verde e a folha de prova. A folha de prova consistiu numa escala hedônica estruturada de 9 pontos, para avaliação dos atributos de aparência, cor, dureza, coesividade, mastigabilidade, adesividade, sabor e avaliação global (anexo 6.1). Deste

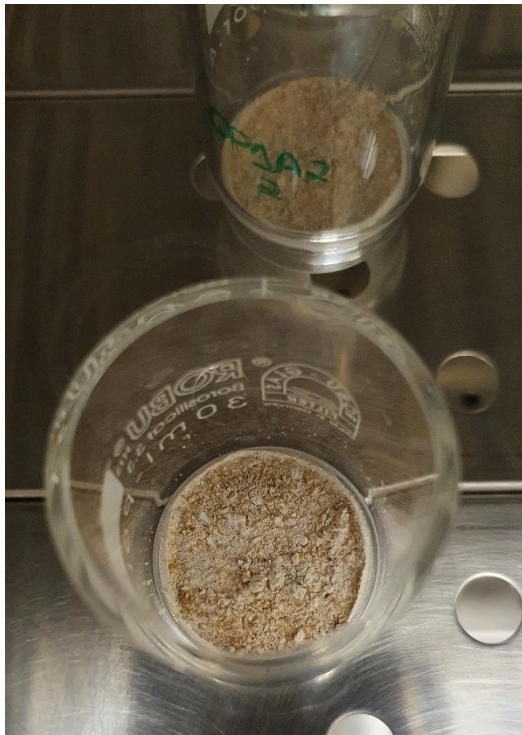
modo, o provador expressa o seu grau de satisfação em relação a cada atributo e de forma global. Esta análise foi utilizada de modo preliminar para a pré-seleção dos cereais/sementes e frutos secos mais apreciados, e para a avaliação das formulações finais do estudo.



*Figura 15. Ilustração do painel de provadores*

# Capítulo 3

*Resultados e Discussão*



### 3. Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer deste trabalho, nomeadamente no que diz respeito à caracterização das matérias primas, onde se incluiu a análise palinológica do pólen e do pão de abelha, bem como os parâmetros nutricionais. Para as barras energéticas, e para além dos parâmetros nutricionais, apresentam-se também os resultados da análise preliminar do painel de provadores para seleção dos ingredientes, bem como a análise sensorial das barras finais através da avaliação da cor, perfil de textura e apreciação do painel de provadores.

#### 3.1. Análise das matérias-primas

##### 3.1.1. Análise polínica

A caracterização palinológica do pólen e pão de abelha, possibilita a identificação das diferentes espécies botânicas e assim caracterizar a sua origem floral.

Na **Tabela 3**, apresentam-se os resultados segundo os diversos tipos de pólen identificados e a sua frequência nas amostras. Perante os resultados, denota-se que as amostras de pólen apícola e pão de abelha apresentam características multiflorais, conseguindo identificar-se pólenes originários de 26 famílias.

**Tabela 3.** Análise polínica das amostras de pólen apícola e pão de abelha, expressa em percentagem).

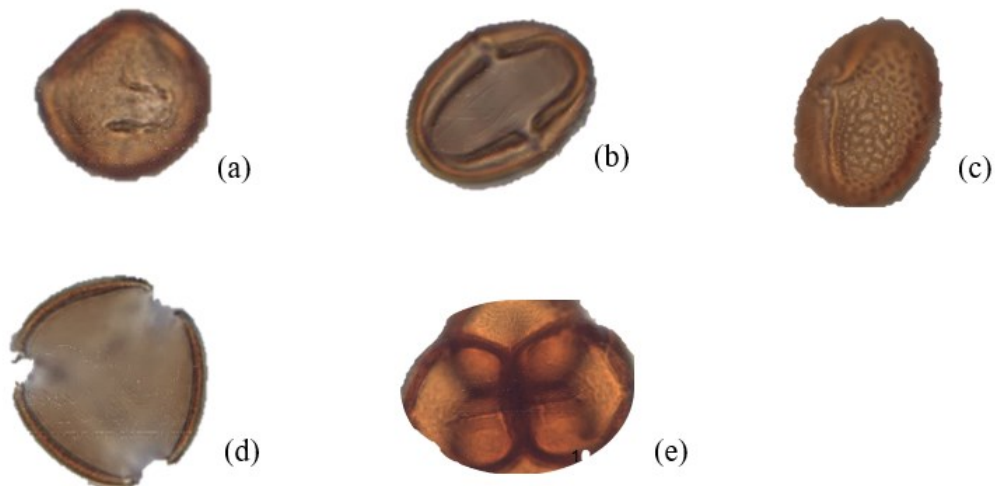
Família	Amostras	
	Pólen apícola	Pão de abelha
<i>Aceraceae</i>	0,42	-
<i>Amaranthaceae</i>	1,70	-
<i>Apiaceae</i>	0,85	0,11
<i>Asteraceae</i>	17,54	5,28
<i>Boraginaceae</i>	0,57	3,41
<i>Brassicaceae</i>	0,85	4,29
<i>Campanulaceae</i>	-	6,38
<i>Cistaceae</i>	0,84	0,22
<i>Crassulaceae</i>	-	2,31
<i>Ericaceae</i>	11,32	-

Tabela 3. (continuação).

Família	Amostras	
	Pólen apícola	Pão de abelha
<i>Fabaceae</i>	20,93	11,44
<i>Fagaceae</i>	1,41	38,94
<i>Hippocastaneaceae</i>	0,14	-
<i>Lamiaceae</i>	0,14	1,43
<i>Liliaceae</i>	1,70	4,51
<i>Myrtaceae</i>	4,67	-
<i>Oleaceae</i>	0,28	-
<i>Papaveraceae</i>	3,11	-
<i>Plantaginaceae</i>	8,49	1,87
<i>Poaceae</i>	0,71	-
<i>Polygonaceae</i>	0,85	-
<i>Resedaceae</i>	0,85	-
<i>Rosaceae</i>	5,38	17,60
<i>Salicaceae</i>	9,19	1,32
<i>Thymelaeaceae</i>	0,14	-
<i>Vitaceae</i>	4,95	-
<b>Outros</b>	2,97	0,88

Na amostra de pólen apícola, a família *Fabaceae* é o pólen maioritário (21%), seguindo-se *Asteraceae* (18%) e *Ericaceae* (11%). Os restantes pólenes aparecem em quantidades mais reduzidas (0 a 10%), contudo não deixam de ser menos importantes, uma vez que na maioria dos casos, tratam-se de plantas que produzem pólen em quantidades minoritárias. Por outro lado, na amostra de pão de abelha, o pólen predominante é da família *Fagaceae* (39%), surgindo também a família *Rosaceae* (18%) e *Fabaceae* (11%) com percentagens consideráveis.

Na **Figura 16**, estão apresentados alguns dos tipos polínicos presentes nas amostras de pólen e pão de abelha utilizadas na formulação das barras.



**Figura 16.** Fotografias microscópicas dos tipos polínicos das amostras de pólen e pão de abelha. (a) *Rubus* – Rosaceae; (b) *Castanea* – Fagaceae; (c) *Trifolium* – Fabaceae; (d) *Cytisus* – Fabaceae; (e) *Erica* – Ericaceae.

### 3.1.2. Humidade

Na **Tabela 4** apresentam-se os valores de humidade das diversas matérias-primas usadas na formulação das barras energéticas. É possível observar que existe uma grande variabilidade entre os valores para o teor de humidade, compreendidos entre os 3,14 e 20,30%.

**Tabela 4.** Teor em humidade das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Humidade (%)</b>
<b>Noz</b>	4,40 ± 0,23
<b>Avelã</b>	3,14 ± 0,43
<b>Amêndoa</b>	4,17 ± 0,39
<b>Flocos de Aveia</b>	12,20 ± 0,10
<b>Grãos de quinoa branca</b>	11,59 ± 0,04
<b>Sementes de Sésamo</b>	4,56 ± 0,11
<b>Xarope de glucose</b>	20,30 ± 0,59
<b>Mel</b>	14,50 ± 0,00
<b>Pólen</b>	14,87 ± 0,36
<b>Pão de abelha</b>	13,03 ± 0,52

A humidade sendo um parâmetro quantitativo que representa a água presente num alimento, é um parâmetro de extrema relevância, com reflexo direto na qualidade do alimento, uma vez que tem influência no decurso de reações químicas ou enzimáticas que possam ocorrer durante o armazenamento.

Tendo em conta a **Tabela 4**, na noz obteve-se um teor em água de cerca de 4,40%, seguido da amêndoa com 4,17% e por fim a avelã com 3,14%. Segundo o que está descrito na literatura, a noz contém cerca de 4,5% (Sousa, 2001), a amêndoa entre 3 a 9% (Barros et al., 2016) e a avelã possui um teor de humidade que varia entre 4 a 6% (Silva et al., 2003). Comparando estes valores, com os valores obtidos, para a noz e a amêndoa os resultados encontram-se em conformidade. Contudo, no caso da avelã, o valor obtido é ligeiramente inferior ao valor descrito na literatura, podendo ser justificado pelo facto de já ter sido submetida a algum processamento de secagem, de modo a reduzir o seu teor em água e assim prolongar o seu prazo de conservação de venda ao público, bem como a variedade do fruto e metodologia empregue, ser distinta. Verificou-se ainda que o teor de humidade das várias amostras de frutos secos é inferior a 5%, um valor que é aceite como uma referência para o controlo do ranço provocado pelo aumento dos ácidos gordos livres e do crescimento de microrganismos (Silva et al., 2003).

No que diz respeito ao cereal, pseudocereal e sementes analisadas, os flocos de aveia apresentaram o teor em humidade mais elevado (12,20%), seguido dos grãos de quinoa branca (11,59%) e por fim as sementes de sésamo (4,56%). Segundo a literatura, os flocos de aveia apresentam cerca de 11% (Anthero, 2017), assim como os grãos de quinoa branca (Lopes et al., 2010) e as sementes de sésamo 5-6%, dependendo da variedade (Queiroga et al., 2010), o que está de acordo com os resultados obtidos neste trabalho.

A amostra de xarope de glucose expressou um teor em água de 20,30%. De acordo com o Decreto-Lei n° 290/2003, o valor máximo para o teor em água é de 30% (limite mínimo de 70% de matéria seca) (Decreto Lei n° 290/2003 de 15 novembro do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 2003). Deste modo, o valor obtido é inferior, comprovando que esta matéria-prima se encontra em conformidade para a sua utilização na preparação das barras.

Para a amostra de mel resultou um valor de 14,50%. Por vezes, este valor tende a aumentar durante as condições de armazenamento inadequadas, uma vez que o mel sendo

higroscópico tem a capacidade de absorver a humidade atmosférica (Olaitan et al., 2007). Contudo, é um valor que se mantém dentro de conformidade com Decreto-Lei nº 214/2003, que estabelece teor em água máximo de 20% (Decreto Lei nº 214/2003 de 18 setembro do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 2003).

No que diz respeito às amostras de pólen e pão de abelha, registaram-se valores de humidade de 14,87% e 13,03%, respetivamente. De acordo com Caminha (2014), o pólen fresco poderá apresentar um teor de humidade até 30% que, após secagem, pode ser reduzido para valores compreendidos entre 4 e 10% (Campos et al., 2008; Tomás et al., 2017). No caso do pão de abelha, segundo estudos anteriores, os valores de humidade podem oscilar entre 9-19%, sem qualquer tipo de tratamento de secagem (Tomás et al., 2017).

### 3.1.3. Cinzas

Na **Tabela 5** apresentam-se os valores de teor em cinza das matérias-primas.

**Tabela 5.** Teor em cinza das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Cinzas (%)</b>
<b>Noz</b>	1,95 ± 0,21
<b>Avelã</b>	2,18 ± 0,02
<b>Amêndoa</b>	3,57 ± 0,06
<b>Flocos de Aveia</b>	2,25 ± 0,06
<b>Grãos de quinoa branca</b>	2,60 ± 0,15
<b>Sementes de Sésamo</b>	6,20 ± 0,08
<b>Xarope de glucose</b>	0,81 ± 0,00
<b>Mel</b>	0,30 ± 0,00
<b>Pólen</b>	2,64 ± 0,03
<b>Pão de abelha</b>	2,76 ± 0,00

De acordo com os frutos secos descritos na **Tabela 5**, a noz apresentou um teor em cinza de 1,95%, a avelã de 2,18% e a amêndoa de 3,57%. Os valores observados na literatura para estes frutos são semelhantes oscilando para a noz entre 3,3–4,3% (Pereira et al., 2008), para a avelã 2,6–4,1% (Hosseinpour et al., 2013) e para a amêndoa 3,0 a

4,5% (Socias et al., 2010). As ligeiras diferenças observadas, cerca 1%, poderão estar associadas a diferentes variedades dos frutos secos, bem como à metodologia aplicada para a determinação do referido parâmetro nutricional.

Para a amostra dos flocos de aveia obteve-se um teor de cinza de 2,25%, o que está de acordo com o valor de 2,9%, reportado por Welch para o farelo de aveia (Welch, 2011). O mesmo se observa para os grãos de quinoa branca analisada onde o valor de 2,60% de cinzas se enquadra nos teores descritos na literatura entre 2,6–3,8% (Pereira et al., 2019; Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017). Para as sementes de sésamo, obteve-se uma percentagem de 6,20% de cinzas, que vai também ao encontro dos valores mencionados por outros autores, em que o sésamo apresenta cerca de 1,5 a 9% (Gharby et al., 2017).

O teor de cinzas para o xarope de glucose foi de 0,81%, inferior ao referido no Decreto-Lei nº 290/2003, que estipula um limite máximo de 1,0%, evidenciando a conformidade desta matéria-prima utilizada na preparação das barras energéticas.

No mel, o teor em cinza é indicativo da origem geográfica/botânica, assim como da poluição ambiental. Na amostra analisada, com recurso à equação [1], apresentada na **Seção 2.3.3**, obteve-se um teor de cinza de 0,30%, sendo que a legislação regula um valor máximo de 0,6% para mel de néctar e 1% para mel de melada (Caveiro, 2017; Estevinho et al., 2012).

Para as amostras de pólen e pão de abelha os teores em cinza apresentaram-se muito idênticos, cerca de 2,64% e 2,67%, respetivamente. Os valores descritos na literatura referem que estes produtos apícolas apresentam uma quantidade de cinzas na faixa de 2–4%, recomendando que não deve ultrapassar os 6% (Tomás et al., 2017). Deste modo, os valores obtidos para os produtos apícolas, estão de acordo com os dados reportados na literatura.

#### 3.1.4. Gorduras totais

Na **Tabela 6** apresentam-se os valores relativos ao teor de gordura total das matérias-primas. Dos três frutos secos analisados, a noz foi aquela que apresentou maior teor em gordura de 66,88%, seguindo da avelã com 65,17% e por fim, a amêndoa com 52,86%. De acordo com valores reportados por outros autores, o teor em gordura, no caso das nozes compreende valores entre 51% e 69% (Sousa, 2001), as avelãs podem variar entre os 50–70% (Silva et al., 2003) e as amêndoas na faixa 42–57% (Barros et al., 2016). Deste modo, os resultados obtidos vão de encontro aos valores da literatura. Sendo os

lípidos os principais constituintes dos frutos secos, este teor é varia consoante a espécie bem como a época de colheita, ou seja, quando a colheita é tardia os frutos apresentam um elevado teor em gordura comparativamente aos colhidos mais cedo, resultado da produção de óleo e da perda de água que se pode observar durante o tempo em que o fruto permanece na árvore (Ramalhosa et al., 2017).

**Tabela 6.** Teor em gordura total das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Gorduras (%)</b>
<b>Noz</b>	66,88 ± 0,18
<b>Avelã</b>	65,17 ± 0,11
<b>Amêndoa</b>	52,86 ± 0,79
<b>Flocos de Aveia</b>	7,47 ± 0,52
<b>Grãos de quinoa branca</b>	7,31 ± 0,52
<b>Sementes de Sésamo</b>	52,79 ± 0,44
<b>Xarope de glucose</b>	0,63 ± 0,07
<b>Mel</b>	NA
<b>Pólen</b>	4,88 ± 0,49
<b>Pão de abelha</b>	3,94 ± 0,27

NA – Não Aplicável

As sementes de sésamo apresentaram elevados teores lipídicos de 52,79%, que está de acordo com o autor Gharby, que menciona que dependendo da origem geográfica das sementes de sésamo, estas apresentam um teor em gordura na faixa de 30 a 60% (Gharby et al., 2017). Para os flocos de aveia e os grãos de quinoa branca, obtiveram-se valores semelhantes, de 7,47% e 7,31%, respetivamente. Estes são resultados aceitáveis e esperados, uma vez que de acordo com a bibliografia, os flocos de aveia podem apresentar teores em gordura de 5 a 9% (Rasane et al., 2015) e os grãos de quinoa branca de 5,5 a 7,4% (Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017).

Para a amostra de xarope de glucose obteve-se um valor mínimo de 0,63% em gorduras. Já para o pólen o valor foi de 4,88% e 3,94% para o pão de abelha. No caso dos produtos apícolas, o conteúdo lipídico é influenciado pela origem botânica das amostras. Assim, estudos anteriores descrevem teores em gordura na gama 4-17% para pão de abelha e 1-13% para o pólen (Tomás et al., 2017). Deste modo, os valores obtidos neste

estudo estão em conformidade com os valores reportados em estudos encontrados na bibliografia.

### 3.1.5. Proteínas brutas

Na **Tabela 7** apresentam-se os valores relativos ao teor proteico bruto das matérias-primas.

**Tabela 7.** Teor em proteínas das amostras referentes às matérias-primas (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Proteínas (%)</b>
<b>Noz</b>	19,65 ± 0,03
<b>Avelã</b>	16,82 ± 1,29
<b>Amêndoa</b>	24,37 ± 0,08
<b>Flocos de Aveia</b>	14,83 ± 0,45
<b>Grãos de quinoa branca</b>	14,70 ± 0,42
<b>Sementes de Sésamo</b>	20,96 ± 0,34
<b>Xarope de glucose</b>	0,12 ± 0,03
<b>Mel</b>	0,72 ± 0,08
<b>Pólen</b>	21,83 ± 0,30
<b>Pão de abelha</b>	21,21 ± 0,74

Tendo em conta os resultados da **Tabela 7**, a noz apresentou um teor proteico de 19,6%, a avelã de 16,8% e a amêndoa de 24,4%. Segundo outros autores, as nozes apresentam um teor em proteínas que varia de 11 a 19,6% (Sousa, 2001), as avelãs um teor compreendido entre 10-20% (Silva et al., 2003) e as amêndoas cerca de 25% (Barreca et al., 2020). Assim, os valores de proteína obtidos neste presente trabalho, vão de encontro aos resultados reportados na bibliografia.

Relativamente ao cereal e pseudocereal analisados, apresentaram valores de proteína semelhantes de 14,83% e 14,70%, respetivamente. Já as sementes oleaginosas apresentaram 20,96% em teor proteico. Com base na bibliografia, os flocos de aveia contêm 11–15% de teor proteico (Rasane et al., 2015), os grãos de quinoa branca apresentam 13 a 17% (Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017) e as sementes de sésamo contêm 19 a 34% (Gharby et al., 2017). Logo, os valores de proteína obtidos estão de acordo com os valores reportados por outros autores, sendo que as sementes de sésamo

são as que apresentam maior teor em proteína bruta, seguido dos grãos de quinoa branca e por fim, os flocos de aveia.

O xarope apresentou cerca de 0,12% em proteínas. Não havendo valores de referência na literatura, é um valor esperado, tendo em consideração que se trata de um xarope de glucose, no qual é obtido a partir da hidrólise do amido, um hidrato de carbono.

Para a amostra de mel, obteve-se 0,70% de teor em proteínas. De acordo com o que é reportado por Silva, o teor em proteína no mel, varia consoante a espécie de abelha, sendo que o mel da *Apis mellífera* contém cerca de 0,2-1,6% (Silva et al., 2016), assim como a origem botânica do néctar também influencia a quantidade de proteínas presentes num dado tipo de mel.

O resultado obtido de proteínas no pólen e no pão de abelha é muito semelhante, cerca de 21,83% e 21,21%, respetivamente. As proteínas no pólen são um dos constituintes maioritários, numa gama de 7–40% (Conte et al., 2018; Kieliszek et al., 2018; Pascoal et al., 2014), já no que diz respeito ao pão de abelha, este contém 14–37% (Kieliszek et al., 2018). Deste modo, os valores obtidos vão de encontro com o que está reportado na literatura. No entanto, aquando do consumo destes produtos apícolas, a absorção de proteínas tornar-se-á mais eficaz pela ingestão do pão de abelha, resultado do processo de fermentação láctica que o torna num suplemento alimentar mais biodisponível.

### 3.1.6. Hidratos de carbono

Na **Tabela 8** apresentam-se os resultados referentes ao conteúdo em hidratos de carbono das matérias primas, calculados com recurso à equação [2] (**Seção 2.3.8**).

Dos frutos secos, a amêndoa foi aquele que apresentou conteúdo em hidratos de carbono mais elevados (19,21%), seguido da avelã (17,14%) e por fim a noz (9,28%). Em estudos anteriores, reportam cerca de 13,71% de teor em hidratos de carbono nas nozes (Li et al., 2012). Este é um valor que se apresenta ligeiramente superior ao valor obtido para a amostra de noz analisada, sendo que a espécie do fruto seco e a metodologia usada são fatores que podem influenciar. No caso da avelã, os resultados obtidos neste presente trabalho, estão em conformidade, com estudos anteriores no qual demonstraram que dependendo da cultivar em estudo, apresentaram cerca de 14,4–19,9% em hidratos de carbono (Oliveira et al., 2008). O resultado obtido para a amostra de amêndoa, é inferior

aos valores reportados na literatura, onde se descreve níveis de 23,6, 25,0 e 27,0 g/100g, para três diferentes variedades deste fruto: Mission, Carmel, e Nonpareil, respetivamente.

**Tabela 8.** Teor em hidratos de carbono das matérias primas (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Hidratos de carbono (%)</b>
<b>Noz</b>	9,28 ± 0,38
<b>Avelã</b>	17,14 ± 0,46
<b>Amêndoa</b>	19,21 ± 0,81
<b>Flocos de aveia</b>	75,46 ± 0,61
<b>Grãos de quinoa branca</b>	75,58 ± 0,92
<b>Sementes de sésamo</b>	20,06 ± 0,29
<b>Xarope de glucose</b>	98,75 ± 0,59
<b>Mel</b>	84,50 ± 0,08
<b>Pólen</b>	70,36 ± 0,08
<b>Pão de abelha</b>	72,07 ± 0,46

Os grãos de quinoa branca e os flocos de aveia apresentaram teores em hidratos de carbono semelhantes, 75,58% e 75,46% respetivamente, e as sementes de sésamo apresentaram um conteúdo em hidratos de carbono cerca de 20,06%. Tendo em conta os valores descritos na literatura, os flocos de aveia apresentam resultados semelhantes, sendo que obtiveram um conteúdo de hidratos de carbono para flocos de aveia de 79,3% (Omran, 2018), e os grãos de quinoa branca apresentaram valores de 77,0% (Pereira et al., 2019). Os resultados obtidos para o teor em hidratos para a amostra de quinoa, está em conformidade com os dados reportados na literatura. Relativamente aos hidratos de carbono nas sementes de sésamo, com base em estudos anteriores, reportam um valor de 7,06 g/kg para grãos integrais de gergelim creme (Silva et al., 2011) e 8.3% - 11.69% (Zebib et al., 2015). Os resultados obtidos neste trabalho, são superiores a estes estudos, contudo fatores como a espécie do grão em estudo, assim como uso de diferentes metodologias podem levar a obtenção de resultados ligeiramente diferentes.

Para o xarope de glucose obteve-se conteúdo em hidratos de carbono de cerca de 98,75% e para o mel de 84,50%. Segundo a bibliografia, os hidratos de carbono constituem cerca de 80% da composição do mel (Wu et al., 2017). Na bibliografia não há

reporte para valores de hidratos de carbono no xarope, contudo é um valor conforme, visto tratar-se de um produto obtido industrialmente a partir da hidrólise do amido, um polissacarídeo que é classificado como um hidrato de carbono. No que diz respeito ao mel, o valor obtido está em conformidade com o que é mencionado na literatura.

Os teores em hidratos de carbono do pólen e pão de abelha obtidos são semelhantes, cerca de 70,36% e 72,07%, respetivamente. De acordo com a literatura, o conteúdo em hidratos de carbono no pólen corresponde a cerca de 69,6 –84,2%, sendo que na maioria destes hidratos provém do néctar ou do mel com o qual o pólen é misturado por ação das abelhas (Martins, 2010; Nogueira et al., 2012) e no pão de abelha cerca de 58–78% (Tomás et al., 2017). Deste modo, os resultados encontram-se coerentes com o referido por outros autores.

### 3.1.7. Valor Energético

Na **Tabela 9** encontram-se os resultados do valor energético (kcal/100g), relativo às matérias-primas, calculados de acordo com a equação [3] (**Seção 2.3.9**).

**Tabela 9.** Valor energético (em kcal/100g) das matérias-primas, em base seca.

<b>Amostras</b>	<b>Energia (kcal/100g)</b>
<b>Noz</b>	732,68 ± 8,92
<b>Avelã</b>	717,11 ± 0,65
<b>Amêndoa</b>	649,90 ± 4,10
<b>Flocos de Aveia</b>	428,36 ± 2,67
<b>Grãos de quinoa branca</b>	425,73 ± 3,86
<b>Sementes de Sésamo</b>	639,16 ± 2,45
<b>Xarope de glucose</b>	401,01 ± 1,63
<b>Mel</b>	340,80 ± 0,00
<b>Pólen</b>	415,25 ± 0,15
<b>Pão de abelha</b>	409,52 ± 1,36

Neste estudo, a noz e a avelã registaram um valor energético de 732,68 kcal/100g e 717,11 kcal/100g, respetivamente, tendo a amêndoa apresentado um nível menos calórico: 649,90 kcal/100g. Tendo em conta estudos anteriores, a noz é dos frutos secos

que fornece um teor mais elevado com cerca de 607,68 kcal, seguido da avelã com 588,06 kcal e a amêndoa com 500,31 kcal (Opinião, 2014). Os valores obtidos neste estudo são superiores aos reportados na literatura, cerca de 125 kcal a 150 kcal. O facto de o valor energético ser calculado de acordo com a equação [3] (Seção 2.3.9), bem como o uso de diferentes metodologias nos parâmetros nutricionais avaliados pela equação [3], poderá justificar as diferenças no resultado final do valor energético.

No que diz respeito aos flocos de aveia e grãos de quinoa branca apresentaram valores semelhantes, cerca de 428,36 kcal/100g e 425,73 kcal/100g, respetivamente. Já as sementes de sésamo apresentaram cerca de 639,16 kcal/100g. Na literatura, refere-se que os flocos de aveia apresentam cerca de 336 kcal (Welch, 2011), a quinoa branca cerca de 420 kcal (Pereira et al., 2019) e as sementes de sésamo 620 kcal, de acordo com a tabela da composição de alimentos do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2019). Os valores obtidos neste estudo são próximos, com exceção dos flocos de aveia, e que poderá estar associado às diferenças de processamento.

Para o xarope e o mel resultou valores calóricos de 401,01 kcal/100g e 340,80 kcal/100g, respetivamente. Este resultado obtido para a amostra de mel, vai de encontro com resultados reportados na literatura, em que estudos anteriores registaram uma faixa de 329,1–341,4 kcal (Caveiro, 2017). Relativamente ao xarope de glucose, não há muitos estudos que recaiam em estudo neste parâmetro.

Já o pólen e o pão de abelha apresentaram valores na mesma ordem, de 415,22 kcal/100g e 409,52 kcal/100g, respetivamente, sendo que estes valores vão de encontro com a bibliografia, uma vez que o pólen pode conter cerca de 400,70–411,75 kcal (Nogueira et al., 2012) e o pão de abelha 397–468 kcal (Tomás et al., 2017).

### 3.1.8. Fibras

Na **Tabela 10** são apresentados os resultados relativos à percentagem de fibra das matérias-primas, posteriormente usadas para a formulação das barras energéticas. De acordo com os resultados, dos frutos secos analisados, a avelã foi o fruto seco que apresentou maior percentagem em fibra cerca de 23,67%, seguindo-se a amêndoa com 15,78% e por fim a noz com 7,37%. Segundo a bibliografia, noz pode apresentar teores em fibra de 4,6% a 7,5% (Sousa, 2001), a avelã 13,7% (Silva et al., 2003) e a amêndoa

um conteúdo em fibra de 11-15% (Barros et al., 2016). Os valores obtidos vão de encontro aos valores reportados na literatura, com exceção aos resultados relativos à avelã, onde se observa uma diferença de cerca de 10%, o que poderá estar relacionado com diferenças nas variedades bem como a metodologia usada são fatores que podem influenciar.

**Tabela 10.** Teor em fibras das matérias-primas utilizadas para a formulação das barras energéticas (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Fibras (%)</b>
<b>Noz</b>	7,37 ± 1,06
<b>Avelã</b>	23,67 ± 2,32
<b>Amêndoa</b>	15,78 ± 1,17
<b>Flocos de aveia</b>	4,25 ± 0,86
<b>Grãos de quinoa branca</b>	3,96 ± 1,40
<b>Sementes de sésamo</b>	11,19 ± 0,64
<b>Xarope de glucose</b>	0,45 ± 0,44
<b>Mel</b>	0,69 ± 0,11
<b>Pólen</b>	3,86 ± 0,44
<b>Pão de abelha</b>	4,97 ± 0,57

No que diz respeito ao cereal e pseudocereal, os teores em fibra foram semelhantes, cerca de 4,25% e 3,96%, respetivamente. Já as sementes de sésamo, apresentam um teor em fibra superior de 11,19%. Segundo estudos anteriores, a fibra total presente na quinoa branca é de 7,0-11,7% (Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017), para o farelo de aveia cerca de 15,4% (Welch, 2011) e para as sementes de sésamo compreendido entre 2 a 20% (Antoniassi et al., 2013). Os valores obtidos para as sementes de sésamo estão de acordo com o que está reportado pelo Antoniassi, contudo o mesmo não se reflete para os flocos de aveia e grãos de quinoa branca, no qual os resultados obtidos são inferiores ao que está presente na literatura. Este facto pode ser justificado pelo uso de diferente metodologia para a determinação do teor em fibras.

O xarope de glucose, como seria de esperar pela sua composição não apresentou qualquer percentagem em fibra.

Por fim, os produtos da colmeia, como é o caso do mel, do pólen e do pão de abelha, apresentaram conteúdo em fibra de 0,69%, 3,86% e 4,97%, respectivamente. De acordo com a bibliografia, o mel contém cerca de 1,41% de teor em fibra (Ogidi & Otenep, 2020), o pólen apresenta um teor em fibras numa gama de 0,3 a 20% (Caldas et al., 2018; Conte et al., 2018; Feás et al., 2012). No caso do pão de abelha, tendo em conta estudos anteriores, as amostras de pão de abelha analisadas expressaram 8,30% de teor em fibra (Bakour et al., 2017). Assim, a amostra de pólen analisada está em conformidade com os resultados da literatura, já o mesmo não acontece com as amostras de mel e pão de abelha que apresentaram valores de conteúdo em fibra inferiores àqueles reportados na literatura. No entanto, a flora da região e a época de recolha por parte das abelhas, implica que a composição físico-química do pão de abelha (Ivanišová et al., 2015; Urcan et al., 2017), neste caso o teor em fibras, varie, assim como a origem botânica do néctar e a diferente metodologia empregue para a determinação do teor em fibras.

### 3.1.9. Perfil de açúcares

Na **Tabela 11** apresenta-se o conteúdo em açúcares das respetivas matérias-primas.

Os três frutos secos analisados apresentam apenas sacarose na sua composição, sendo que a avelã é a que contém este açúcar em maior percentagem cerca de 10,65%, seguindo-se a amêndoa com 9,44% e por fim a noz 5,59%. Segundo dados reportados na literatura, a noz apresentou cerca de 2,3% em sacarose (Li et al., 2012), assim sendo os dados obtidos neste trabalho são ligeiramente superiores a este estudo. No caso da amêndoa, na bibliografia reportam valores de teor em açúcar de 5,35–7,45% (Ahrens et al., 2005), e os valores obtidos são concordantes com este estudo.

Relativamente ao cereal, pseudocereal e sementes, também apresentaram apenas sacarose na sua composição. Os flocos de aveia com valores de 3,07%, os grãos de quinoa branca 8,08% e as sementes de sésamo 1,44% em sacarose. De acordo com dados reportados na bibliografia, o teor em sacarose nos grãos de quinoa branca é cerca de 1,4% (Pereira et al., 2019), no entanto é de destacar que a origem botânica dos grãos tem influência. Os valores obtidos para a quinoa branca, são superiores aos dados reportados na literatura, podendo ser justificado pelas diferentes condições de metodologia aplicada. Outro estudo, refere que o teor de açúcares nas sementes de sésamo é 14–16% (Pathak et al., 2014), sendo os resultados obtidos inferiores. Estudos feitos por Sangwan et al.,

(2014), reportam que o farelo de aveia apresenta na sua composição cerca de 10–50% de amido e açúcares.

O xarope de glucose apresentou como monossacarídeo maioritário a glucose (39,1%), seguido do dissacarídeo trealose (19,2%) e vestígios de frutose (0,4%), não se encontrando na literatura valores disponíveis para comparação.

A frutose e glucose foram os monossacarídeos maioritários encontrados no mel, com cerca de 48,36% e 40,54%, respetivamente, encontrando-se ainda dissacarídeos como a maltulose, maltose, turanose e trealose, com cerca de 3,50%, 4,61%, 3,51% e 1,93%, respetivamente. Efetivamente, são vários os trabalhos disponíveis na literatura em que os autores reportam os monossacarídeos frutose e glucose como maioritários, representando cerca de 85-95% dos açúcares totais (Olaitan et al., 2007). O perfil em açúcares e a origem botânica do néctar estão inteiramente relacionados, paralelamente com a ação das abelhas durante a colheita e o processo de maturação do mel na colmeia (Caveiro, 2017). Segundo o Decreto-Lei nº 214/2003, o total de teor em frutose e glucose, para um mel ser considerado mel de néctar, tem que ser no mínimo 60% (Decreto Lei nº 214/2003 de 18 setembro do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 2003). Deste modo, o mel utilizado pode ser classificado como um mel de néctar. No que diz respeito ao teor em sacarose, o Decreto-Lei nº 214/2003 tem estipulado um valor máximo de 5% no geral, havendo exceções para méis devidamente caracterizados quanto à sua origem botânica (Decreto Lei nº 214/2003 de 18 setembro do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 2003). Contudo, a amostra de mel analisada não possui qualquer teor de sacarose, o que é um aspeto positivo a destacar, uma vez que, a sua presença em elevados teores traduz uma adulteração do mel.

O pólen apícola apresentou como açúcares maioritários a frutose (37,69%), glucose (26,89%) e sacarose (18,15%), mas também vestígios de turanose (1,52%) e trealose (0,81%). De acordo com Monsanto (2013), em geral a composição em açúcares no pólen varia de 15-50%. Em outros estudos, reportam 13–24% em frutose e 7–22% em glucose (Martins et al., 2011). Comparativamente, a quantidade de açúcares neste trabalho é superior aos dados reportados nestes trabalhos.

**Tabela 11.** Perfil de açúcares das matérias-primas utilizadas para a preparação das barras energéticas (valores expressos em percentagem em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Frutose (%)</b>	<b>Glucose (%)</b>	<b>Sacarose (%)</b>	<b>Trealose (%)</b>	<b>Turanose (%)</b>	<b>Maltulose (%)</b>	<b>Maltose (%)</b>
<b>Noz</b>	n/d	n/d	5,59 ± 0,28	n/d	n/d	n/d	n/d
<b>Avelã</b>	n/d	n/d	10,65 ± 0,70	n/d	n/d	n/d	n/d
<b>Amêndoa</b>	n/d	n/d	9,44 ± 0,30	n/d	n/d	n/d	n/d
<b>Flocos de aveia</b>	n/d	n/d	3,07 ± 0,14	n/d	n/d	n/d	n/d
<b>Grãos de quinoa branca</b>	n/d	n/d	8,08 ± 0,75	n/d	n/d	n/d	n/d
<b>Sementes de sésamo</b>	n/d	n/d	1,44 ± 0,01	n/d	n/d	n/d	n/d
<b>Xarope de glucose</b>	0,41 ± 0,00	39,12 ± 0,00	n/d	19,19 ± 0,00	n/d	n/d	n/d
<b>Mel</b>	48,36 ± 0,20	40,54 ± 0,17	n/d	1,93 ± 0,09	3,51 ± 0,70	3,50 ± 0,53	4,61 ± 0,80
<b>Pólen</b>	37,69 ± 0,16	26,89 ± 0,37	18,15 ± 0,09	0,81 ± 0,18	1,52 ± 0,11	n/d	n/d
<b>Pão de abelha</b>	41,45 ± 0,08	20,28 ± 0,31	2,30 ± 0,19	n/d	n/d	n/d	n/d

n/d – Não detetado

No que diz respeito ao pão de abelha, este apresentou frutose como açúcar maioritário (41,45%), seguido da glicose (20,28%) e alguns vestígios de sacarose (2,30%). Estudos feitos por Tomás et al., 2017, reportam teores de açúcares inferiores aos registados no presente estudo, de entre 17 amostras: mínimo de 94 mg/g a um máximo de 264 mg/g de frutose, mínimo de 67 mg/g a um máximo de 173 mg/g de glicose e arabinose (30 mg/g e 45 mg/g). Estas diferenças poderão estar relacionadas com a origem botânica das amostras.

### 3.2. Análise sensorial preliminar das barras energéticas

Esta análise sensorial preliminar consistiu em avaliar a apreciação global dos provadores às diferentes formulações apresentadas, de maneira a efetuar uma pré-seleção de formulações, para identificar o cereal/semente e frutos secos mais apreciados/pontuados pelo consumidor, e conseqüentemente reduzir a amplitude dos ensaios através da eliminação de alguns ingredientes do estudo.

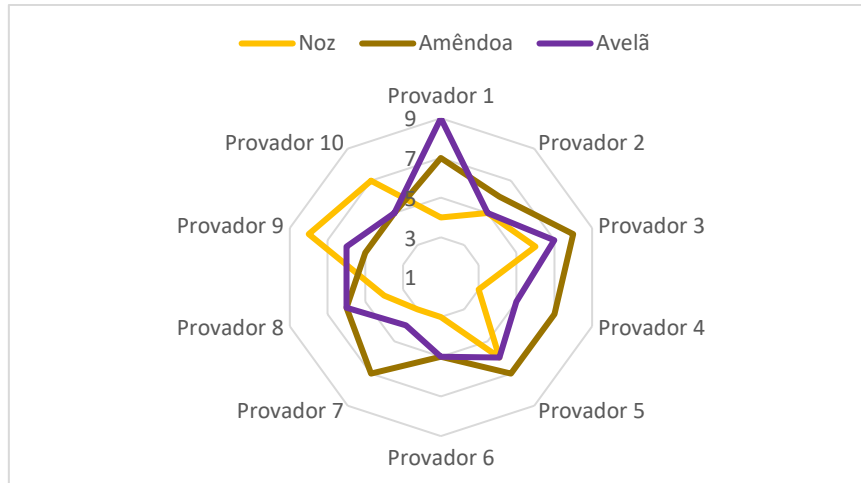
Na **Tabela 12**, apresentam-se os resultados da análise estatística descritiva das formulações de aveia com pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos, relativamente à apreciação global.

**Tabela 12.** Resultados da análise estatística descritiva das barras com flocos de aveia, pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos. Avaliação global.

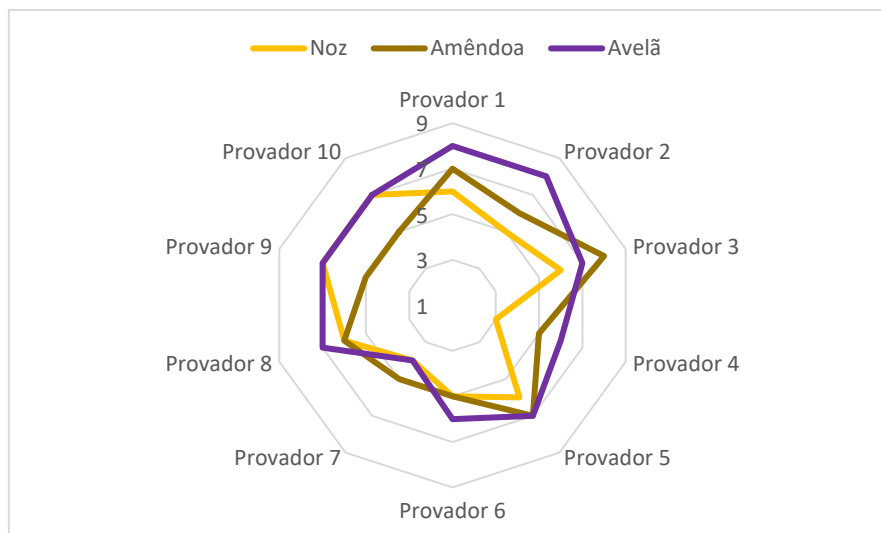
<b>Formulações</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>
<b>Flocos de aveia + Pólen + Noz</b>	10	3	8	4,9
<b>Flocos de aveia + Pólen + Avelã</b>	10	4	9	5,8
<b>Flocos de aveia + Pólen + Amêndoa</b>	10	5	8	6,3
<b>Flocos de aveia + Pão de abelha + Noz</b>	10	3	7	5,5
<b>Flocos de aveia + Pão de abelha + Avelã</b>	10	4	8	6,7
<b>Flocos de aveia + Pão de abelha + Amêndoa</b>	10	5	8	5,9

Com base na **Tabela 12**, verificamos que as formulações de flocos de aveia que incluem noz e pólen ou noz e pão de abelha, são as que apresentam menor apetência por parte dos provadores, com valores médios de 4,9 e 5,5, respetivamente. De um modo geral, a melhor apreciação recaiu na formulação que contém flocos de aveia, com pão de abelha e avelã, com uma média de 6,7.

As **Figura 17** e **Figura 18**, ilustram a distribuição dos provadores, com base na escala hedónica (1 a 9), no que se refere às barras de flocos de aveia com pólen ou pão de abelha e os três frutos secos. É evidente na primeira figura a apetência da generalidade dos provadores pela avelã e amêndoa, enquanto na **Figura 18**, a avelã é claramente apreciada preferencialmente por quase todos os provadores.



**Figura 17.** Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de flocos de aveia com pólen e os três diferenciados frutos secos.



**Figura 18.** Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de flocos de aveia com pão de abelha e os três diferenciados frutos secos.

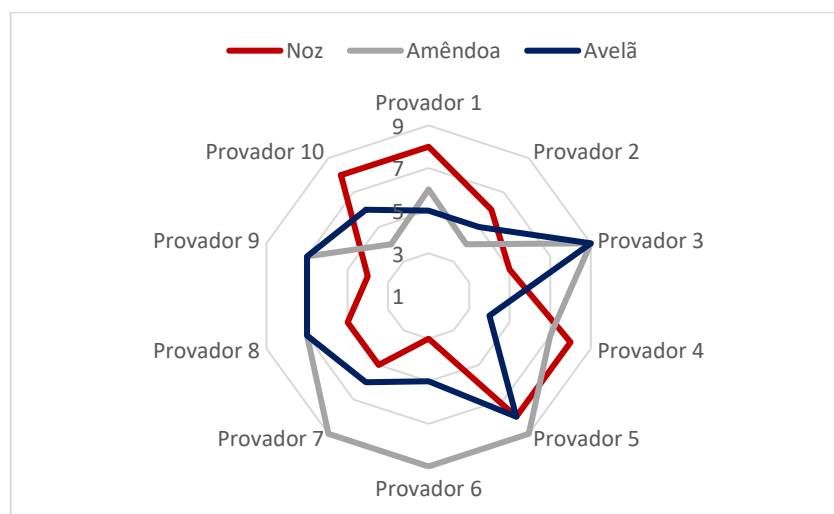
Na **Tabela 13**, apresenta-se os resultados da estatística descritiva das formulações de sementes de sésamo com pólen ou pão de abelha e os respetivos frutos secos. Tendo

em conta os resultados, as formulações referentes às sementes de sésamo com pólen e noz, e com pólen e avelã, apresentaram uma menor apreciação por parte dos provadores, com valores médios de 6,0 e 6,2, respectivamente. Relativamente às formulações que incluem pão de abelha, as que contêm noz e amêndoa, são também as que tem pontuação mais baixa, ambas com uma média de 6,4. No geral, a melhor avaliação foi de 7,1, relativo à formulação de sementes de sésamo, com pólen e amêndoa.

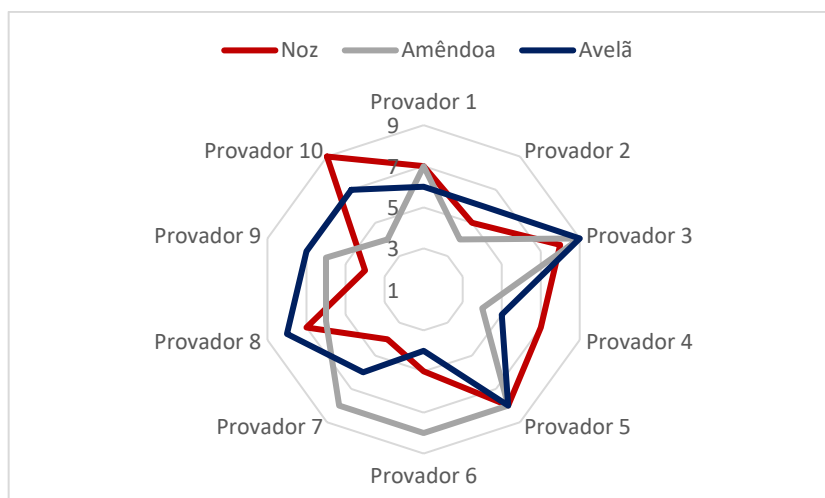
**Tabela 13.** Resultados da análise estatística descritiva das barras de sementes de sésamo, pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos. Avaliação global

Formulações	N	Mínimo	Máximo	Média
Sementes de sésamo + Pólen + Noz	10	3	8	6,0
Sementes de sésamo + Pólen + Avelã	10	4	9	6,2
Sementes de sésamo + Pólen + Amêndoa	10	4	9	7,1
Sementes de sésamo + Pão de abelha + Noz	10	4	9	6,4
Sementes de sésamo + Pão de abelha + Avelã	10	4	9	6,6
Sementes de sésamo + Pão de abelha + Amêndoa	10	4	9	6,4

Nas **Figura 19** e **Figura 20**, ilustra a distribuição dos provadores, com base na escala hedónica (1 a 9), às barras de sementes de sésamo com pólen ou pão de abelha e os três diferenciados frutos secos.



**Figura 19.** Distribuição da apreciação dos provadores, com base na escala hedónica (1 a 9), às barras de sementes de sésamo com pólen e os três diferenciados frutos secos.



**Figura 20.** Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de sementes de sésamo com pão de abelha e os três diferenciados frutos secos

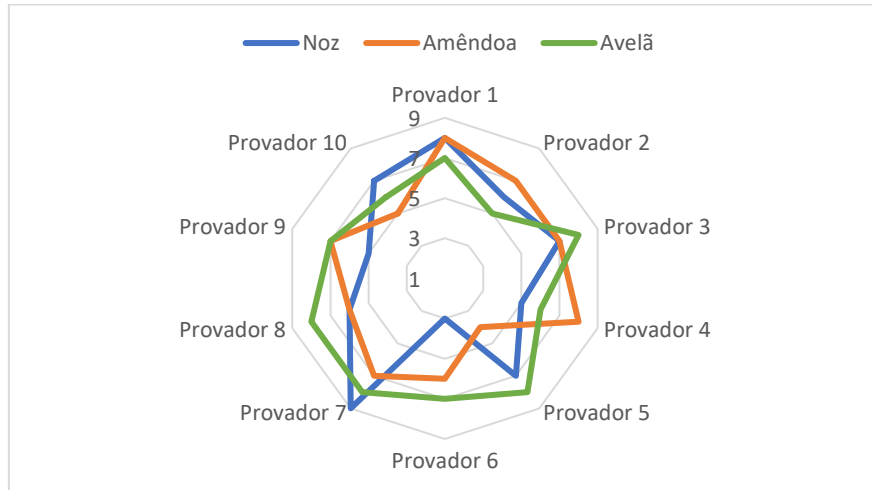
Os resultados da avaliação sensorial preliminar das formulações de grãos de quinoa branca com pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos são apresentados na **Tabela 14**.

**Tabela 14.** Resultados da análise estatística descritiva das barras de grãos de quinoa branca, pólen ou pão de abelha e os três diferentes frutos secos. Avaliação global.

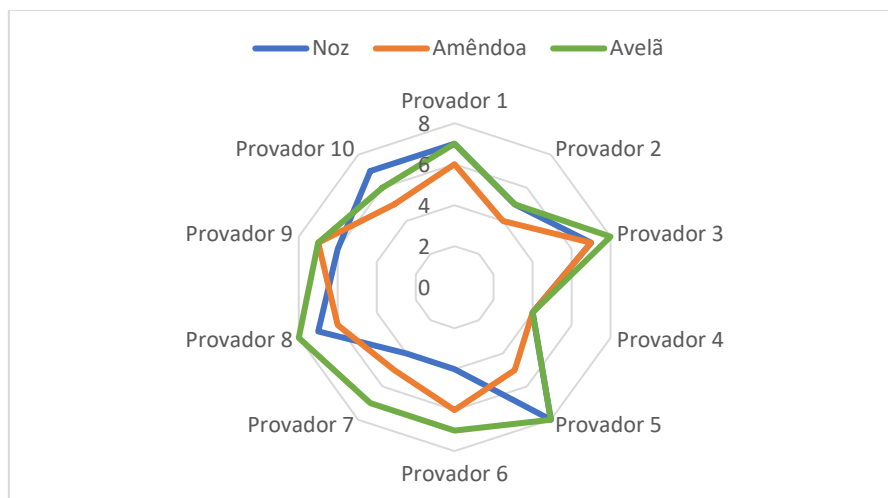
<b>Formulações</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>
<b>Grãos de quinoa + Pólen + Noz</b>	10	3	9	6,3
<b>Grãos de quinoa + Pólen + Avelã</b>	10	5	8	7,0
<b>Grãos de quinoa + Pólen + Amêndoa</b>	10	4	8	6,5
<b>Grãos de quinoa + Pão de abelha + Noz</b>	10	4	8	5,9
<b>Grãos de quinoa + Pão de abelha + Avelã</b>	10	4	8	6,7
<b>Grãos de quinoa + Pão de abelha + Amêndoa</b>	10	4	7	5,5

De acordo com a **Tabela 14**, a formulação com grão de quinoa branca, pólen e noz é a que apresenta apreciação global inferior de entre todas as barras com pólen, com uma média de 6,3. Já respeitante à formulação com pão de abelha, a que inclui a amêndoa como fruto seco, é a que possui menor pontuação, com média de 5,5.

Na **Figura 21** e **Figura 22**, mostra a distribuição dos provadores, com base na escala hedônica (1 a 9), às barras de grãos de quinoa branca com pólen ou pão de abelha e os três diferenciados frutos secos.



**Figura 21.** Distribuição da apreciação dos provadores, às barras de grãos de quinoa branca com pólen e os três diferenciados frutos secos



**Figura 22.** Distribuição da apreciação dos provadores às barras de grãos de quinoa branca com pão de abelha e os três diferenciados frutos secos

De uma maneira geral, analisando as **Figuras 17 a 22** é possível verificar que, fixando o fruto seco e avaliando apenas o cereal/semente, houve mais provadores a gostarem dos grãos de quinoa (43) e das sementes de sésamo (40) do que dos flocos de aveia (36). Por esta razão, foi decidido excluir este ingrediente nos estudos seguintes. Por outro lado, se fixarmos o cereal/semente e avaliarmos a apreciação ao fruto seco, é possível verificar que no universo dos provadores, a noz é a que possui um maior número

de provadores (15) a atribuírem pontuações abaixo de 5, seguindo-se a amêndoa (8) e por fim a avelã (5). Do mesmo modo, sendo a noz, o fruto seco que transmitiu maior desagrado por parte dos provadores foi removido dos estudos subsequentes.

Em suma, esta análise sensorial preliminar permitiu fazer uma avaliação da apreciação global dos provadores às diferentes formulações apresentadas, tendo resultado a exclusão dos flocos de aveia e da noz como ingredientes ao desenvolvimento das barras energéticas. Assim, prosseguiu-se o presente trabalho com as sementes de sésamo e os grãos de quinoa branca, e com os frutos secos – avelã e amêndoa

### 3.3. Caracterização química e sensorial das barras energéticas

Ao longo desta seção, serão apresentados os resultados relativos à caracterização química das barras energéticas com as formulações mais apreciadas, tendo em consideração os resultados da análise sensorial preliminar, apresentados na seção anterior. Assim, na **Seção 3.3.1** serão apresentados e discutidos os teores de humidade, cinzas, gordura total, proteína bruta, hidratos de carbono, valor energético, teor de fibra e perfil de açúcares. A **Seção 3.3.2** irá apresentar os resultados relativos à avaliação da componente sensorial, nomeadamente cor, textura e prova sensorial.

#### 3.3.1 Caracterização química

##### 3.3.1.1 Humidade

Na **Tabela 15**, estão apresentados os valores relativos ao teor em humidade, para cada formulação de barras contendo sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca com avelã e sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca com amêndoa, incluindo pólen (P) ou pão de abelha (BB) em diferentes concentrações (1%, 3% e 5%). Adicionalmente, apresentam-se as barras de controlo (sem pólen/pão de abelha).

No que diz respeito ao teor de humidade para as barras energéticas contendo sementes de sésamo com avelã ou amêndoa, os valores compreendem-se entre 7,29% para a formulação controlo (SCA2) e 9,86% para a formulação com a concentração máxima de pólen a 5% (SP5A2). Embora ligeiramente inferiores, os resultados obtidos neste trabalho, vão ao encontro dos resultados obtidos num estudo anterior, onde se elaboraram barra de cereais (flocos de arroz, farelo, flocos de aveia) com frutas secas

(banana-passa e/ou murici-passa), tendo-se registado teores médios de humidade de 10% (Guimarães & Silva, 2009).

**Tabela 15.** Teor em humidade das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Humidade (%)</b>	<b>Amostras</b>	<b>Humidade (%)</b>
<b>SCA2</b>	7,29 ± 0,79	<b>QCA2</b>	10,81 ± 0,35
<b>SP1A2</b>	7,95 ± 0,31	<b>QP1A2</b>	10,34 ± 0,45
<b>SP3A2</b>	8,93 ± 0,24	<b>QP3A2</b>	11,66 ± 0,06
<b>SP5A2</b>	9,86 ± 0,15	<b>QP5A2</b>	11,91 ± 0,32
<b>SBB1A2</b>	8,79 ± 0,24	<b>QBB1A2</b>	11,90 ± 0,30
<b>SBB3A2</b>	9,30 ± 0,46	<b>QBB3A2</b>	9,89 ± 0,56
<b>SBB5A2</b>	9,02 ± 0,18	<b>QBB5A2</b>	11,60 ± 0,68
<b>SCA3</b>	7,87 ± 0,32	<b>QCA3</b>	9,46 ± 0,58
<b>SP1A3</b>	7,31 ± 0,06	<b>QP1A3</b>	10,59 ± 0,06
<b>SP3A3</b>	8,44 ± 0,01	<b>QP3A3</b>	11,74 ± 0,19
<b>SP5A3</b>	7,97 ± 0,30	<b>QP5A3</b>	10,19 ± 0,42
<b>SBB1A3</b>	8,18 ± 0,20	<b>QBB1A3</b>	10,01 ± 0,38
<b>SBB3A3</b>	8,95 ± 0,41	<b>QBB3A3</b>	10,25 ± 0,34
<b>SBB5A3</b>	7,74 ± 0,06	<b>QBB5A3</b>	9,88 ± 0,53

Por outro lado, as barras de grãos de quinoa branca e avelã apresentaram teores em humidade compreendidos entre mínimo 9,89% para a amostra contendo 3% de pão de abelha (QBB3A2) a um máximo de 11,91% para a amostra contendo 5% de pólen (QP5A2). Já as barras de grãos de quinoa com amêndoa apresentaram teores entre um mínimo de 9,46 para a amostra controlo (QCA3) para um máximo de 11,74% referente à amostra contendo 3% de pólen (QP3A3). De acordo com estudos anteriores, no qual foi elaborada uma barra de cereal de quinoa, na sua análise nutricional obteve um teor em humidade de 10,13% (Silva et al., 2009). Comparando os resultados deste estudo anteriormente mencionado, com os resultados obtidos neste trabalho (**Tabela 15**), o teor em água das barras de grãos de quinoa com avelã (QA2) ou barras de grãos de quinoa com amêndoa (QA3) é semelhante.

De um modo geral, é possível verificar que a inclusão dos produtos apícolas leva a um ligeiro aumento no teor em água das barras energéticas. Esta tendência poderá ser explicada pelo facto de os produtos apícolas serem as matérias-primas que apresentam os maiores teores de humidade, tal como se mostra na **Tabela 4**, apresentada na **Seção 3.1.2**. Outro facto é que as barras que contêm sementes de sésamo, apresentaram menor teor em água comparativamente às barras de grãos de quinoa branca, o que era expectável, uma vez que de modo individual, a quinoa apresentou teores mais elevados do que as sementes oleaginosas (**Tabela 4**, apresentada na **Seção 3.1.2**).

### 3.3.1.2 Cinzas

Na **Tabela 16** estão apresentados os valores nutricionais relativos ao teor em cinza, referentes a cada formulação de barras contendo sementes de sésamo/grãos de quinoa branca com avelã e sementes de sésamo/grãos de quinoa branca com amêndoa, incluindo pólen (P) ou pão de abelha (BB) em diferentes concentrações (1%, 3% e 5%). Adicionalmente, apresentam-se as barras de controlo (sem pólen/pão de abelha).

**Tabela 16.** Teor em cinzas das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Amostras</b>	<b>Cinzas (%)</b>
<b>SCA2</b>	3,43 ± 0,01	<b>QCA2</b>	2,26 ± 0,10
<b>SP1A2</b>	3,58 ± 0,23	<b>QP1A2</b>	2,16 ± 0,11
<b>SP3A2</b>	3,09 ± 0,05	<b>QP3A2</b>	2,08 ± 0,04
<b>SP5A2</b>	3,57 ± 0,03	<b>QP5A2</b>	2,04 ± 0,06
<b>SBB1A2</b>	3,13 ± 0,02	<b>QBB1A2</b>	1,99 ± 0,13
<b>SBB3A2</b>	3,33 ± 0,01	<b>QBB3A2</b>	2,34 ± 0,04
<b>SBB5A2</b>	3,26 ± 0,05	<b>QBB5A2</b>	2,08 ± 0,222
<b>SCA3</b>	3,64 ± 0,05	<b>QCA3</b>	2,45 ± 0,12
<b>SP1A3</b>	3,66 ± 0,07	<b>QP1A3</b>	2,20 ± 0,23
<b>SP3A3</b>	3,66 ± 0,26	<b>QP3A3</b>	2,28 ± 0,04
<b>SP5A3</b>	3,33 ± 0,08	<b>QP5A3</b>	2,13 ± 0,16
<b>SBB1A3</b>	3,73 ± 0,07	<b>QBB1A3</b>	2,44 ± 0,19
<b>SBB3A3</b>	3,92 ± 0,05	<b>QBB3A3</b>	2,48 ± 0,06
<b>SBB5A3</b>	3,49 ± 0,14	<b>QBB5A3</b>	2,32 ± 0,27

A cinza de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a combustão da matéria orgânica, que é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>. A cinza obtida não tem necessariamente a mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento, pois pode haver perda por volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra (Martins, 2016).

De acordo com a **Tabela 16**, verifica-se que as barras contendo sementes de sésamo com avelã ou amêndoa apresentaram teores em cinza de 3,09% (SP3A2) a 3,92% (SBB3A3), já as barras de grãos de quinoa branca com avelã ou amêndoa apresentaram valores num mínimo de 1,99% (QBB1A2) a um máximo de 2,48% (QBB3A3). Com base em estudos anteriores, onde se desenvolveram barras de cereais com flocos de arroz e sementes de linhaça são reportados valores de cinzas de aproximadamente 1%–2% (Guimarães & Silva, 2009) e do mesmo modo, para barras de cereais com aveia e flocos de arroz (Covino et al., 2015), no qual também se registaram os mesmos teores de cinza. Assim, os resultados por nós obtidos estão de acordo com os valores obtidos em alguns estudos reportados na bibliografia. Ressalva-se que as barras com grãos de quinoa branca apresentaram teores mais baixos em cinza relativamente às barras com sementes de sésamo, estando em concordância com os resultados da análise nutricional individual das matérias-primas, apresentada na **Tabela 5 (Seção 3.1.3)**.

### 3.3.1.3 Gordura

Na **Tabela 17** estão apresentados os valores nutricionais relativos ao teor em gordura total, referentes a cada formulação de barras contendo sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca com avelã ou e sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca com amêndoa, incluindo pólen (P) ou pão de abelha (BB) em diferentes concentrações (1%, 3% e 5%). Adicionalmente, apresentam-se as barras de controlo (sem pólen/pão de abelha).

**Tabela 17.** Teor em gordura total das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Gorduras (%)</b>	<b>Amostras</b>	<b>Gorduras (%)</b>
<b>SCA2</b>	41,31 ± 0,43	<b>QCA2</b>	17,25 ± 0,24
<b>SP1A2</b>	41,14 ± 0,31	<b>QP1A2</b>	16,12 ± 0,17
<b>SP3A2</b>	41,75 ± 0,25	<b>QP3A2</b>	17,34 ± 0,24
<b>SP5A2</b>	40,14 ± 0,02	<b>QP5A2</b>	13,50 ± 0,46
<b>SBB1A2</b>	44,47 ± 0,14	<b>QBB1A2</b>	16,88 ± 0,47
<b>SBB3A2</b>	40,43 ± 0,22	<b>QBB3A2</b>	17,00 ± 0,54
<b>SBB5A2</b>	41,30 ± 0,58	<b>QBB5A2</b>	16,35 ± 0,61
<b>SCA3</b>	39,58 ± 0,02	<b>QCA3</b>	15,44 ± 0,06
<b>SP1A3</b>	38,64 ± 0,47	<b>QP1A3</b>	14,5 ± 0,12
<b>SP3A3</b>	39,76 ± 0,18	<b>QP3A3</b>	15,43 ± 0,51
<b>SP5A3</b>	36,04 ± 0,14	<b>QP5A3</b>	15,69 ± 0,33
<b>SBB1A3</b>	39,22 ± 0,51	<b>QBB1A3</b>	15,84 ± 0,17
<b>SBB3A3</b>	37,65 ± 0,37	<b>QBB3A3</b>	16,56 ± 0,33
<b>SBB5A3</b>	37,09 ± 0,45	<b>QBB5A3</b>	15,39 ± 0,13

Respeitante ao teor em gordura total, as barras energéticas contendo sementes de sésamo com avelã ou amêndoa, apresentaram valores na faixa 36,04–44,47%, já as barras contendo grãos de quinoa com avelã ou amêndoa os valores foram inferiores 13,50–17,34%. De acordo com um estudo no qual foi elaborada uma barra de cereal de quinoa, na sua análise nutricional obteve um teor em gordura de 7,64% (Silva et al., 2011). Os resultados obtidos no presente trabalho, são superiores a este estudo, podendo ser justificado pela utilização de diferentes ingredientes além do grão, como é o caso dos frutos secos (avelã e amêndoa), pólen e pão de abelha, que refletem o seu contributo na análise nutricional das barras. É também de salientar que a percentagem em gordura é mais acentuada nas barras que contém as sementes de sésamo comparativamente às barras com grãos de quinoa branca. Assim, considerando que o sésamo e a quinoa branca são os ingredientes maioritários das formulações, estes resultados vão de encontro com os resultados obtidos nas matérias primas, apresentada na **Tabela 6 (Seção 3.1.4)**, sendo a

diferença explicada pelas características oleaginosas das sementes de sésamo sendo uma semente oleaginosa.

### 3.3.1.4 Proteína

Na **Tabela 18** estão apresentados os valores nutricionais relativos ao teor em gordura total, referentes a cada formulação de barras contendo sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca com avelã ou e sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca com amêndoa, incluindo pólen (P) ou pão de abelha (BB) em diferentes concentrações (1%, 3% e 5%). Adicionalmente, apresentam-se as barras de controlo (sem pólen/pão de abelha).

**Tabela 18.** Teor em proteína bruta das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).

Amostras	Proteínas (%)	Amostras	Proteínas (%)
SCA2	18,76 ± 0,46	QCA2	12,59 ± 0,43
SP1A2	16,23 ± 0,26	QP1A2	12,04 ± 0,43
SP3A2	18,61 ± 0,30	QP3A2	11,51 ± 0,33
SP5A2	16,10 ± 0,18	QP5A2	14,25 ± 0,22
SBB1A2	18,67 ± 0,07	QBB1A2	11,91 ± 0,05
SBB3A2	18,62 ± 0,08	QBB3A2	11,28 ± 0,07
SBB5A2	18,95 ± 0,18	QBB5A2	12,09 ± 0,14
SCA3	17,12 ± 0,51	QCA3	13,97 ± 0,53
SP1A3	16,66 ± 0,28	QP1A3	12,12 ± 0,06
SP3A3	16,35 ± 0,16	QP3A3	12,98 ± 0,50
SP5A3	19,34 ± 0,70	QP5A3	14,04 ± 0,12
SBB1A3	20,02 ± 0,07	QBB1A3	13,69 ± 0,34
SBB3A3	18,85 ± 0,28	QBB3A3	13,28 ± 0,30
SBB5A3	19,17 ± 0,12	QBB5A3	14,54 ± 0,48

De entre as barras que incluem o sésamo, obteve-se um valor mínimo de 16,10% (SP5A2) e um valor máximo de 20,02% (SBB1A3). Sendo que o que difere uma amostra da outra é a sua composição em pólen e avelã (SP5A2), ou pão de abelha e amêndoa (SBB1A3), estes resultados encontram-se coerentes, uma vez que a amêndoa e o pão de abelha com contributo de 3%, são os ingredientes diferenciadores e que possuem elevado

teor proteico (**Tabela 7** apresentada na **Seção 3.1.5**), refletindo-se no valor total de proteína da barra respectiva. Nas barras que contêm a quinoa branca, obteve-se um valor mínimo de 11,28% (QBB3A2) e um valor máximo de 14,54% (QBB5A3).

Em estudos anteriores, no qual foi elaborada uma barra de cereal de quinoa, na sua análise nutricional obteve-se um teor em proteínas de 7,70% (Silva et al., 2011), em barra de cereais com resíduo industrial de maracujá um teor proteína de 4,3–7,4% (Silva et al., 2009) e no desenvolvimento de uma barra de cereais com alto teor de fibra alimentar, ferro, vitaminas A e vitamina E, um teor proteico de 6,1–6,6% (Covino et al., 2015). Os resultados obtidos no presente trabalho, são superiores a estes estudos, podendo ser justificado pelo contributo individual dos frutos secos (avelã e amêndoa), assim como do pólen e pão de abelha, uma vez que são matérias-primas diferenciadoras, e que por sua vez apresentaram um elevado teor proteico (**Tabela 7** apresentada na **Seção 3.1.5**).

### 3.3.1.5 Hidratos de carbono

Na **Tabela 19** estão apresentados os resultados relativos aos valores de hidratos de carbono calculados para as barras energéticas com sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca, com recurso à equação [2] apresentada na **Seção 2.3.6**. As barras energéticas contendo as sementes oleaginosas, apresentaram um mínimo de 33,71% (SBB1A3) e um máximo de 41,98% (SP3A3) em hidratos de carbono. Por outro lado, as barras energéticas contendo quinoa, apresentaram um mínimo de 67,68% (QCA2) e um máximo de 71,19% (QP1A2). Com base os resultados obtidos, destaca-se que o teor em hidratos de carbono é superior nas barras contendo quinoa branca do que nas barras contendo sésamo.

Na bibliografia foi possível encontrar um estudo onde se prepararam barras de cereais com flocos de arroz e sementes de linhaça, no qual apresentaram teores em hidratos de carbono de 75,56%–77,12% (Guimarães & Silva, 2009). Também Covino e seus colaboradores (2015) desenvolveram uma barra de cereais com alto teor de fibra alimentar, ferro, vitaminas A e vitamina E, com teor em hidratos de carbono de 51,07–55,59% (Covino et al., 2015). Conclui-se que os resultados obtidos no presente trabalho, estão em conformidade com os resultados dos estudos mencionados anteriormente.

**Tabela 19.** Hidratos de carbono das barras energéticas contendo sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).

Amostras	Hidratos de carbono (%)	Amostras	Hidratos de carbono (%)
SCA2	36,69 ± 0,05	QCA2	67,68 ± 1,15
SP1A2	38,92 ± 0,57	QP1A2	71,19 ± 0,33
SP3A2	36,65 ± 0,14	QP3A2	69,35 ± 0,15
SP5A2	40,44 ± 0,47	QP5A2	71,03 ± 0,83
SBB1A2	33,71 ± 0,08	QBB1A2	68,03 ± 1,15
SBB3A2	37,42 ± 0,40	QBB3A2	69,50 ± 0,47
SBB5A2	36,51 ± 0,91	QBB5A2	69,27 ± 0,84
SCA3	39,12 ± 1,39	QCA3	67,89 ± 0,73
SP1A3	41,04 ± 0,36	QP1A3	70,95 ± 0,14
SP3A3	41,98 ± 1,65	QP3A3	69,24 ± 1,26
SP5A3	41,13 ± 0,58	QP5A3	68,85 ± 0,43
SBB1A3	37,37 ± 0,38	QBB1A3	67,93 ± 0,49
SBB3A3	40,08 ± 0,59	QBB3A3	68,19 ± 0,85
SBB5A3	39,89 ± 0,54	QBB5A3	68,13 ± 0,63

### 3.3.1.6 Valor energético

Na **Tabela 20** apresentam-se os resultados do valor energético relativos às barras energéticas com sementes de sésamo ou grãos de quinoa branca, com recurso à equação [3] apresentada na **Seção 2.3.6**. De acordo com os resultados, as barras energéticas contendo sésamo, independentemente do fruto seco, apresentaram um mínimo de 566,9 kcal/100g para a amostra SP5A3, e um máximo de 609,9 kcal/100g para a amostra SBB1A2. Por outro lado, as barras energéticas contendo quinoa, independentemente do fruto seco, apresentaram um mínimo de 459,44 kcal/100g para a amostra QP5A2 e um máximo de 484,12 kcal/100g para a amostra QBB1A2. Assim, destaca-se que o teor energético é ligeiramente superior nas barras contendo sésamo do que nas barras contendo quinoa, o que estará relacionado com o maior teor de gordura apresentado pelo sésamo relativamente aos grãos de quinoa: 7,3% e 52,8%, respetivamente, tal como anteriormente mostrado na **Tabela 6 (Seção 3.1.4)**. Logo o contributo lipídico das matérias primas trará

um acréscimo no valor energético das barras, estando em conformidade com os resultados obtidos.

**Tabela 20.** Valor energético das barras energéticas de sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em kcal/100g, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Energia (kcal/100g)</b>	<b>Amostras</b>	<b>Energia (kcal/100g)</b>
<b>SCA2</b>	592,39 ± 2,84	<b>QCA2</b>	476,54 ± 0,57
<b>SP1A2</b>	590,5 ± 0,68	<b>QP1A2</b>	479,51 ± 2,37
<b>SP3A2</b>	596,5 ± 1,23	<b>QP3A2</b>	478,48 ± 1,18
<b>SP5A2</b>	586,4 ± 0,09	<b>QP5A2</b>	459,44 ± 1,99
<b>SBB1A2</b>	609,9 ± 0,75	<b>QBB1A2</b>	484,12 ± 1,93
<b>SBB3A2</b>	588,8 ± 1,06	<b>QBB3A2</b>	478,04 ± 1,11
<b>SBB5A2</b>	593,5 ± 2,63	<b>QBB5A2</b>	472,79 ± 2,76
<b>SCA3</b>	583,40 ± 0,12	<b>QCA3</b>	466,52 ± 1,18
<b>SP1A3</b>	579,9 ± 0,56	<b>QP1A3</b>	463,24 ± 0,75
<b>SP3A3</b>	581,4 ± 3,82	<b>QP3A3</b>	467,97 ± 2,37
<b>SP5A3</b>	566,9 ± 1,16	<b>QP5A3</b>	469,45 ± 1,51
<b>SBB1A3</b>	580,6 ± 0,47	<b>QBB1A3</b>	469,04 ± 0,59
<b>SBB3A3</b>	573,0 ± 2,60	<b>QBB3A3</b>	472,78 ± 1,56
<b>SBB5A3</b>	570,5 ± 0,72	<b>QBB5A3</b>	467,65 ± 0,41

Tendo por base estudos anteriores, no qual se desenvolveram barras de cereais com flocos de arroz e sementes de linhaça, os valores energéticos observados fora aproximadamente 349,61–358,77 kcal (Guimarães & Silva, 2009) e no desenvolvimento de uma barra de cereais com alto teor de fibra alimentar, ferro, vitaminas A e vitamina E, o teor em energia foi de 311,19–328,27 kcal (Covino et al., 2015). Deste modo, o conteúdo energético das barras desenvolvidas neste presente trabalho, é superior aos estudos anteriormente mencionados, o que confirma o seu potencial de consumo por atletas de alto rendimento.

### 3.3.1.7 Fibra

A **Tabela 21** apresenta o conteúdo em fibra das barras energéticas de sementes de sésamo com avelã e amêndoa e das barras energéticas com sementes de quinoa com avelã e amêndoa.

**Tabela 21.** Teores de fibra das barras energéticas de sementes de sésamo (S) e grãos de quinoa branca (Q) (valores expressos em percentagem, em base seca).

<b>Amostras</b>	<b>Fibras (%)</b>	<b>Amostras</b>	<b>Fibras (%)</b>
<b>SCA2</b>	6,29 ± 0,66	<b>QCA2</b>	5,41 ± 0,21
<b>SP1A2</b>	5,66 ± 0,21	<b>QP1A2</b>	5,40 ± 0,78
<b>SP3A2</b>	6,59 ± 0,13	<b>QP3A2</b>	5,49 ± 0,87
<b>SP5A2</b>	5,63 ± 0,89	<b>QP5A2</b>	4,75 ± 0,08
<b>SBB1A2</b>	5,14 ± 1,53	<b>QBB1A2</b>	5,85 ± 0,86
<b>SBB3A2</b>	4,99 ± 0,41	<b>QBB3A2</b>	4,41 ± 0,04
<b>SBB5A2</b>	6,80 ± 1,18	<b>QBB5A2</b>	3,65 ± 0,84
<b>SCA3</b>	5,97 ± 1,90	<b>QCA3</b>	4,57 ± 0,70
<b>SP1A3</b>	6,70 ± 0,55	<b>QP1A3</b>	4,36 ± 0,19
<b>SP3A3</b>	6,17 ± 2,13	<b>QP3A3</b>	5,07 ± 1,76
<b>SP5A3</b>	6,48 ± 1,48	<b>QP5A3</b>	4,13 ± 1,19
<b>SBB1A3</b>	7,19 ± 2,03	<b>QBB1A3</b>	3,57 ± 0,66
<b>SBB3A3</b>	4,69 ± 0,76	<b>QBB3A3</b>	3,84 ± 1,30
<b>SBB5A3</b>	7,70 ± 1,80	<b>QBB5A3</b>	4,06 ± 1,63

Tendo em conta a **Tabela 21**, as barras com sementes de sésamo e avelã apresentam um valor mínimo de fibra de 4,99% (SBB3A2) e um máximo de 6,80% (SBB5A2). Já para as barras com sementes de sésamo e amêndoa, o teor mínimo de fibra de 4,69% (SBB3A3) e o máximo de 7,70% (SBB5A3). De reter, que as barras de sésamo, com concentração máxima de pão de abelha (5%) são aquelas que apresentam conteúdo em fibra mais elevado, apesar da diferença não exceder os 2%. No que diz respeito às barras com grãos de quinoa e avelã, apresentam um mínimo de 3,65% (QBB5A2) e um máximo de 5,85% (QBB1A2). E as barras com grãos de quinoa e amêndoa exibem um teor mínimo de 3,57% (QBB1A3) e um máximo de 5,07% (QP3A3). De entre as barras que contém grãos de quinoa branca, aquelas que contém a avelã como fruto seco, são as que

apresentam teor em fibra ligeiramente mais elevado, comparativamente às barras de quinoa com amêndoa.

De um modo geral, as barras com sementes de sésamo apresentam teor em fibra mais elevado, comparativamente às barras com grãos de quinoa, encontrando-se dentro do expectável, tendo em conta os valores relativos às matérias-primas de modo individual (**Tabela 10** apresentada na **Seção 3.1.8**): 11,19% e 3,96% para as sementes de sésamo e grãos de quinoa branca, respetivamente. De acordo com estudos anteriores, no qual desenvolveram barras de cereais com flocos de arroz e sementes de linhaça, apresentou valores em teor de fibra de aproximadamente 4,77%–7,40% (Guimarães & Silva, 2009). Assim, os valores obtidos são semelhantes, aos valores reportados na literatura.

### 3.3.1.8 Perfil de açúcares

A **Tabela 22** apresenta o conteúdo em açúcares das barras energéticas contendo sementes de sésamo e os frutos secos – avelã e amêndoa.

**Tabela 22.** Perfil de açúcares referentes às barras energéticas com sementes de sésamo (valores expressos em percentagem, em base seca).

Amostras	Frutose (%)	Glucose (%)	Sacarose (%)	Trealose (%)	Total de açúcares (%)
SCA2	0,59 ± 0,08	0,91 ± 0,08	0,17 ± 0,08	3,39 ± 0,27	5,06
SP1A2	1,03 ± 0,08	1,37 ± 0,08	0,20 ± 0,01	3,87 ± 0,09	6,48
SP3A2	1,39 ± 0,06	1,86 ± 0,16	0,30 ± 0,03	3,97 ± 0,03	7,51
SP5A2	1,78 ± 0,08	2,01 ± 0,09	0,34 ± 0,02	4,66 ± 0,07	8,79
SBB1A2	0,99 ± 0,08	1,35 ± 0,07	0,14 ± 0,04	4,11 ± 0,09	6,59
SBB3A2	1,30 ± 0,04	1,50 ± 0,06	0,08 ± 0,05	3,70 ± 0,03	6,58
SBB5A2	1,70 ± 0,08	1,85 ± 0,07	n/d	3,87 ± 0,19	7,43
SCA3	0,79 ± 0,05	0,92 ± 0,05	0,21 ± 0,16	3,78 ± 0,35	5,70
SP1A3	1,09 ± 0,06	1,23 ± 0,08	0,19 ± 0,04	3,66 ± 0,06	6,16
SP3A3	1,43 ± 0,12	1,39 ± 0,06	0,37 ± 0,02	4,06 ± 0,16	7,26
SP5A3	1,69 ± 0,05	1,65 ± 0,04	0,60 ± 0,02	3,80 ± 0,06	7,75
SBB1A3	0,88 ± 0,13	1,16 ± 0,16	0,24 ± 0,09	4,20 ± 0,09	6,48
SBB3A3	1,63 ± 0,08	1,58 ± 0,12	0,26 ± 0,13	3,49 ± 0,09	6,96
SBB5A3	1,72 ± 0,00	1,60 ± 0,01	0,25 ± 0,13	4,28 ± 0,17	7,84

Tendo em conta a **Tabela 22**, os monossacarídeos frutose e glucose apresentam uma tendência crescente à medida que a concentração em pólen ou em pão de abelha aumenta, independentemente do fruto seco. O dissacarídeo, sacarose, apresenta-se num mínimo de 0,08% a um máximo de 0,60% e destaca-se que nas formulações contendo pão de abelha, são aquelas que apresentam teores em sacarose mais reduzidos. A trealose também apresenta teores crescentes à medida que se aumenta a concentração do pólen e pão de abelha. De uma forma geral, o teor total de açúcares, têm uma tendência crescente tanto nas barras contendo sésamo e avelã como nas barras contendo sésamo e amêndoa, à medida que se aumenta a concentração de pólen e pão de abelha.

A **Tabela 23** mostra o conteúdo em açúcares das barras energéticas contendo grãos de quinoa e os frutos secos – avelã e amêndoa.

**Tabela 23.** Açúcares referentes às barras energéticas com grãos de quinoa branca (valores expressos em percentagem, em base seca).

Amostras	Frutose (%)	Glucose (%)	Sacarose (%)	Turanose (%)	Trealose (%)	Total de açúcares (%)
<b>QCA2</b>	1,25 ± 0,15	1,69 ± 0,12	1,29 ± 0,00	3,74 ± 0,20	2,11 ± 0,09	10,08
<b>QP1A2</b>	1,23 ± 0,21	1,69 ± 0,21	1,16 ± 0,11	3,95 ± 0,29	2,15 ± 0,16	10,19
<b>QP3A2</b>	1,55 ± 0,04	1,94 ± 0,03	1,10 ± 0,14	4,04 ± 0,25	2,13 ± 0,59	10,75
<b>QP5A2</b>	0,68 ± 0,06	0,78 ± 0,05	0,39 ± 0,02	1,38 ± 0,12	0,78 ± 0,04	4,02
<b>QBB1A2</b>	1,18 ± 0,05	1,65 ± 0,08	0,88 ± 0,07	4,16 ± 0,18	2,28 ± 0,01	10,14
<b>QBB3A2</b>	1,43 ± 0,14	1,49 ± 0,17	0,76 ± 0,06	3,85 ± 0,17	2,06 ± 0,11	9,60
<b>QBB5A2</b>	2,11 ± 0,19	2,09 ± 0,17	0,78 ± 0,14	4,02 ± 0,32	2,10 ± 0,07	11,11

Tabela 23. (continuação).

Amostras	Frutose (%)	Glucose (%)	Sacarose (%)	Turanose (%)	Trealose (%)	Total de açúcares (%)
<b>QCA3</b>	1,08 ± 0,18	1,42 ± 0,36	1,10 ± 0,53	3,80 ± 0,57	2,43 ± 0,13	9,83
<b>QP1A3</b>	1,41 ± 0,08	1,72 ± 0,11	1,04 ± 0,08	3,80 ± 0,00	2,04 ± 0,05	10,01
<b>QP3A3</b>	1,19 ± 0,05	1,63 ± 0,12	0,90 ± 0,08	3,96 ± 0,09	2,19 ± 0,03	9,87
<b>QP5A3</b>	1,63 ± 0,20	1,78 ± 0,32	1,27 ± 0,11	3,86 ± 0,10	2,12 ± 0,05	10,65
<b>QBB1A3</b>	1,07 ± 0,10	1,48 ± 0,18	0,92 ± 0,22	3,91 ± 0,08	2,13 ± 0,04	9,52
<b>QBB3A3</b>	1,68 ± 0,30	2,04 ± 0,36	0,93 ± 0,21	3,47 ± 0,27	2,30 ± 0,36	10,43
<b>QBB5A3</b>	2,02 ± 0,14	1,97 ± 0,24	0,85 ± 0,07	3,72 ± 0,14	2,26 ± 0,10	10,82

De acordo com a **Tabela 23**, as barras energéticas contendo quinoa e avelã, apresentaram um teor total em açúcar, mínimo de 4,02% para a amostra QP5A2 e um máximo de 11,11% para a amostra QBB5A2. Repara-se também numa tendência crescente, relativa ao monossacarídeo frutose, à medida que a concentração em pão de abelha aumenta. Já as barras energéticas contendo quinoa e amêndoa, apresentaram um teor total em açúcar, mínimo de 9,52% para a amostra QBB1A3 e um máximo de 10,82% para a amostra QBB5A3. Também se verifica uma tendência crescente, relativa ao monossacarídeo frutose bem como no teor total de açúcares, à medida que se aumenta a concentração em pão de abelha.

### 3.3.2 Caracterização sensorial

Nas seguintes seções serão apresentados e discutidos os resultados relativos à avaliação da componente sensorial das barras energéticas preparadas, nomeadamente a cor (**Seção 3.3.2.1**), análise de textura (**Seção 3.3.2.2**) e prova sensorial (**Seção 3.3.2.3**).

#### 3.3.2.1 Cor

As **Tabelas 24** e **25** abaixo apresentadas, ilustram os resultados relativos à cor das barras de sementes de sésamo e às barras de grãos de quinoa, respetivamente.

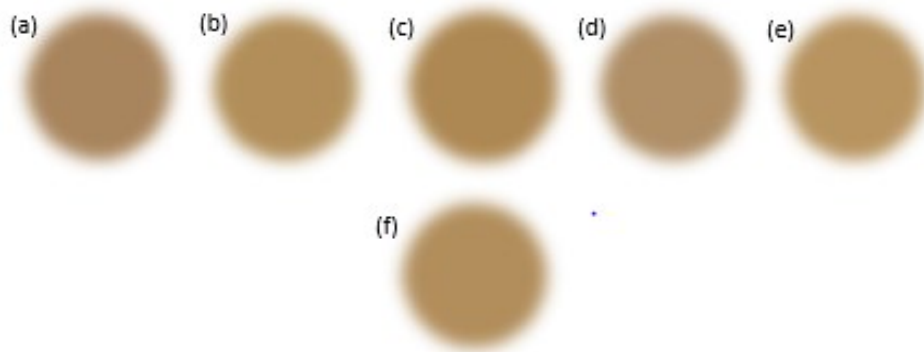
**Tabela 24.** *Parâmetros L\*, a\*, b\* referentes à cor das barras energéticas contendo sementes de sésamo.*

<b>Amostras</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<b>SCA2</b>	57,97 ± 1,74 <sup>a</sup>	8,61 ± 0,61 <sup>d</sup>	26,93 ± 1,84 <sup>ab</sup>
<b>SP1A2</b>	61,79 ± 0,91 <sup>abc</sup>	6,81 ± 0,06 <sup>abc</sup>	27,47 ± 0,54 <sup>ab</sup>
<b>SP3A2</b>	60,83 ± 1,66 <sup>abc</sup>	7,09 ± 0,44 <sup>abc</sup>	31,07 ± 0,88 <sup>cde</sup>
<b>SP5A2</b>	61,61 ± 0,71 <sup>abc</sup>	6,05 ± 0,36 <sup>a</sup>	33,30 ± 0,67 <sup>e</sup>
<b>SBB1A2</b>	59,46 ± 1,36 <sup>abc</sup>	7,81 ± 0,64 <sup>bcd</sup>	27,32 ± 0,29 <sup>ab</sup>
<b>SBB3A2</b>	61,97 ± 0,29 <sup>abc</sup>	7,10 ± 0,19 <sup>abc</sup>	31,45 ± 0,33 <sup>de</sup>
<b>SBB5A2</b>	59,21 ± 0,51 <sup>ab</sup>	7,89 ± 0,09 <sup>cd</sup>	33,72 ± 0,03 <sup>e</sup>
<b>SCA3</b>	61,50 ± 2,87 <sup>abc</sup>	7,23 ± 0,50 <sup>abc</sup>	25,83 ± 0,29 <sup>a</sup>
<b>SP1A3</b>	66,46 ± 0,98 <sup>d</sup>	6,22 ± 0,36 <sup>a</sup>	28,36 ± 0,22 <sup>abc</sup>
<b>SP3A3</b>	63,62 ± 0,86 <sup>cd</sup>	6,56 ± 0,41 <sup>ab</sup>	32,63 ± 1,66 <sup>e</sup>
<b>SP5A3</b>	62,92 ± 2,33 <sup>bcd</sup>	6,74 ± 0,48 <sup>abc</sup>	33,69 ± 1,16 <sup>e</sup>
<b>SBB1A3</b>	62,55 ± 0,94 <sup>bcd</sup>	7,34 ± 0,61 <sup>abcd</sup>	29,40 ± 1,25 <sup>bcd</sup>
<b>SBB3A3</b>	62,90 ± 1,71 <sup>bcd</sup>	6,56 ± 0,53 <sup>ab</sup>	32,42 ± 0,76 <sup>e</sup>
<b>SBB5A3</b>	61,44 ± 0,12 <sup>abc</sup>	7,03 ± 0,35 <sup>abc</sup>	32,16 ± 1,13 <sup>de</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

A análise dos resultados evidencia que existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para os parâmetros L\*, a\* e b\* (**Tabela 24**), em que L\* representa a claridade e varia de 0 (preto) a 100 (branco), a\* é uma medida que representa a vermelhidão (vermelho – a positivo e verde – a negativo) e o b\* representa o amarelo (amarelo – b positivo e azul – b negativo) (Carocho et al., 2020; Florowski et al., 2019). Segundo o conversor de cores

CIELab, as barras de sésamo apresentam uma cor escura no tom do castanho. No geral, a cor das barras, não apresenta diferenças drásticas, apenas uma ligeira diferença dependendo da concentração em pólen ou pão de abelha (ilustrada na **Figura 23**).



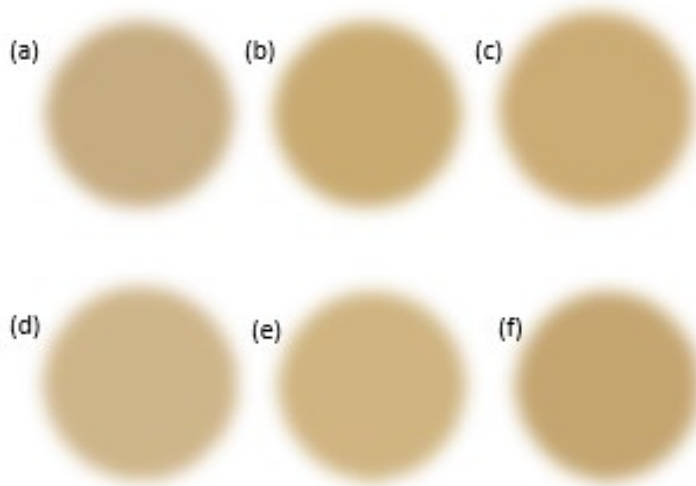
**Figura 23.** Cor obtida a partir do conversor de cores CIELab para as barras contendo sementes de sésamo. (a) SCA2; (b) SP5A2; (c) SBB5A2; (d) SCA3; (e) SP3A3; (f) SBB3A3.

**Tabela 25.** Parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  referentes à cor das barras energéticas contendo grãos de quinoa branca.

Amostras	$L^*$	$a^*$	$b^*$
QCA2	71,58 ± 0,25 <sup>abc</sup>	3,59 ± 0,14 <sup>cdef</sup>	25,56 ± 0,34 <sup>a</sup>
QP1A2	73,34 ± 0,83 <sup>bcd</sup>	3,46 ± 0,54 <sup>bcdef</sup>	26,79 ± 1,09 <sup>a</sup>
QP3A2	74,21 ± 0,25 <sup>cd</sup>	2,92 ± 0,13 <sup>abc</sup>	29,22 ± 0,76 <sup>b</sup>
QP5A2	71,28 ± 0,62 <sup>ab</sup>	3,17 ± 0,36 <sup>abcd</sup>	33,26 ± 0,73 <sup>de</sup>
QBB1A2	72,61 ± 1,42 <sup>bcd</sup>	4,03 ± 0,19 <sup>def</sup>	26,93 ± 0,29 <sup>a</sup>
QBB3A2	72,92 ± 0,50 <sup>bcd</sup>	4,04 ± 0,21 <sup>def</sup>	29,95 ± 0,04 <sup>b</sup>
QBB5A2	71,87 ± 0,68 <sup>abc</sup>	4,26 ± 0,46 <sup>ef</sup>	32,26 ± 0,45 <sup>cd</sup>
QCA3	74,84 ± 0,73 <sup>d</sup>	3,35 ± 0,05 <sup>abcde</sup>	25,52 ± 0,16 <sup>a</sup>
QP1A3	78,04 ± 1,85 <sup>e</sup>	2,49 ± 0,24 <sup>a</sup>	25,57 ± 0,60 <sup>a</sup>
QP3A3	74,87 ± 1,67 <sup>d</sup>	2,60 ± 0,18 <sup>ab</sup>	29,78 ± 0,31 <sup>b</sup>
QP5A3	69,03 ± 0,68 <sup>a</sup>	3,74 ± 0,46 <sup>cdef</sup>	35,29 ± 0,32 <sup>f</sup>
QBB1A3	71,38 ± 1,11 <sup>abc</sup>	3,58 ± 0,09 <sup>cdef</sup>	28,86 ± 0,32 <sup>b</sup>
QBB3A3	69,71 ± 0,63 <sup>a</sup>	4,26 ± 0,25 <sup>ef</sup>	31,64 ± 0,28 <sup>c</sup>
QBB5A3	71,05 ± 0,10 <sup>ab</sup>	4,32 ± 0,48 <sup>f</sup>	34,67 ± 0,77 <sup>ef</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

Perante os resultados dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (**Tabela 25**), os valores diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). E segundo o conversor de cores CIELab, as barras de grãos de quinoa branca apresentam uma cor clara no tom castanho (ilustrada na **Figura 24**), apresentando uma ligeira diferença dependendo da concentração em pólen ou pão de abelha.



**Figura 24.** Cor obtida a partir do conversor de cores CIELab para as barras contendo sementes de quinoa branca. (a) QCA2; (b) QP5A2; (c) QBB5A2; (d) QCA3; (e) QP3A3; (f) QBB3A3.

Em resumo, a cor clara e cor escura no tom castanho, estão relacionadas com o aspeto visual das matérias-primas maioritariamente presentes na formulação das barras, quinoa e sésamo, respetivamente. Assim sendo, visualmente é perceptível diferenciar as barras que contêm sésamo das que contêm quinoa, não só pelo aspeto/formato das sementes ou grãos, como também pela sua coloração.

### 3.3.2.2 Análise de textura

Nas **Tabelas 26 e 27** apresentam-se os resultados da análise de corte, para as barras contendo sementes de sésamo e sementes de quinoa branca, respetivamente. Desta análise com recurso ao programa *Exponent*, resultou uma macro com o parâmetro de dureza (kg). De forma a manter a homogeneidade entre as diferentes barras, a análise foi realizada em triplicado e na zona central das barras, com largura definida de 55 mm e 15 mm de espessura.

**Tabela 26.** Parâmetro de dureza das barras contendo sementes de sésamo, na análise de corte, expresso em quilogramas.

<b>Amostras</b>	<b>Dureza (kg)</b>
<b>SCA2</b>	5,82 ± 1,40 <sup>abc</sup>
<b>SP1A2</b>	6,97 ± 1,43 <sup>bcd</sup>
<b>SP3A2</b>	5,05 ± 1,56 <sup>abc</sup>
<b>SP5A2</b>	4,48 ± 1,27 <sup>abc</sup>
<b>SBB1A2</b>	5,02 ± 1,07 <sup>abc</sup>
<b>SBB3A2</b>	3,76 ± 0,21 <sup>a</sup>
<b>SBB5A2</b>	4,17 ± 0,77 <sup>ab</sup>
<b>SCA3</b>	4,26 ± 0,27 <sup>abc</sup>
<b>SP1A3</b>	12,59 ± 0,19 <sup>e</sup>
<b>SP3A3</b>	7,16 ± 0,67 <sup>cd</sup>
<b>SP5A3</b>	3,94 ± 0,53 <sup>a</sup>
<b>SBB1A3</b>	5,37 ± 1,00 <sup>abc</sup>
<b>SBB3A3</b>	3,40 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>SBB5A3</b>	9,65 ± 1,51 <sup>de</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

A dureza é definida pela força que os dentes molares têm que exercer sobre o alimento (Carocho et al., 2020; Paula & Conti-Silva, 2014). Perante os resultados apresentados na **Tabela 26**, verifica-se que diferem e compreendem-se entre o mínimo de 3,40kg (SBB3A3) e o máximo de 12,59kg (SP1A3). A barra SP1A3 foi a que apresentou valor de dureza mais elevado e por consequente é necessária uma maioria energia para ser consumida. É também possível observar algumas tendências relacionadas com a influência da incorporação dos produtos apícolas na dureza das barras energéticas. No caso do pólen, verifica-se que o aumento da percentagem incorporada na fórmula provoca uma diminuição na dureza das barras energéticas, independentemente do tipo de fruto seco usado: 6,97kg, 5,05kg e 4,48kg, para as amostras com sésamo e avelã SP1A2, SP3A2 e SP5A2, respetivamente; 12,59kg, 7,16kg e 3,94kg, para as amostras com sésamo e amêndoa SP1A3, SP3A3 e SP5A3, respetivamente. Relativamente ao pão de abelha, não se observa uma tendência decrescente na dureza das barras à medida que se aumenta

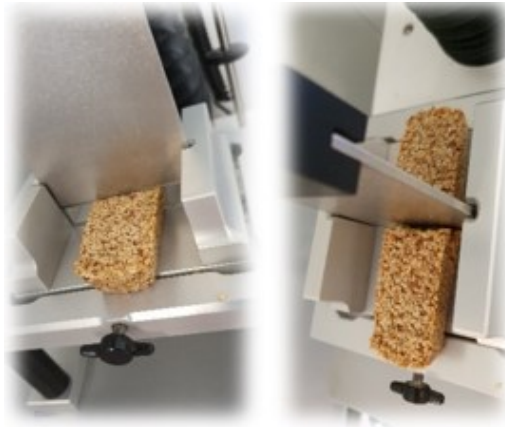
a concentração na formulação independentemente do tipo de fruto seco usado: 5,02kg, 3,76kg e 4,17kg, para as amostras com sésamo e avelã SBB1A2, SBB3A2 e SBB5A2, respectivamente; e 5,37kg, 3,40kg e 9,65kg, para as amostras com sésamo e amêndoa SBB1A3, SBB3A3 e SBB5A3, respectivamente. Em suma, as barras que apresentam na sua formulação o pão de abelha, apresentam valores de dureza mais baixos, comparativamente com as formulações que contêm pólen.

**Tabela 27.** Parâmetro de dureza das barras contendo grãos de quinoa branca, na análise de corte, expresso em quilogramas.

<b>Amostras</b>	<b>Dureza (kg)</b>
<b>QCA2</b>	1,31 ± 0,30 <sup>a</sup>
<b>QP1A2</b>	2,09 ± 0,69 <sup>ab</sup>
<b>QP3A2</b>	0,99 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>QP5A2</b>	1,47 ± 0,19 <sup>a</sup>
<b>QBB1A2</b>	4,85 ± 0,39 <sup>bc</sup>
<b>QBB3A2</b>	8,42 ± 1,71 <sup>d</sup>
<b>QBB5A2</b>	1,73 ± 0,88 <sup>a</sup>
<b>QCA3</b>	7,27 ± 1,97 <sup>cd</sup>
<b>QP1A3</b>	3,43 ± 0,44 <sup>abcd</sup>
<b>QP3A3</b>	1,33 ± 0,26 <sup>a</sup>
<b>QP5A3</b>	6,98 ± 1,46 <sup>cd</sup>
<b>QBB1A3</b>	2,88 ± 0,54 <sup>ab</sup>
<b>QBB3A3</b>	3,43 ± 0,68 <sup>ab</sup>
<b>QBB5A3</b>	9,31 ± 0,96 <sup>d</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

De acordo com **Tabela 27**, os resultados referentes às barras de quinoa e avelã compreendem-se entre o mínimo de 0,99kg e o máximo de 8,42kg. Já as barras de quinoa e amêndoa, apresentaram um mínimo 1,33kg e um máximo de 9,31kg. A barra contendo quinoa, amêndoa e percentagem máxima de pão de abelha, apresentou ser a mais dura, o que implica que seja necessário exercer mais energia para ser consumida. A **Figura 25** ilustra a análise de corte às barras com sementes de sésamo.



**Figura 25.** Análise de corte na barra de sementes de sésamo

As **Tabelas 28 e 29** mostram os resultados da análise de dobragem, resultando uma macro com o parâmetro de dureza (g) e fraturabilidade (mm). Esta análise foi realizada em triplicado e na zona central das barras, com largura definida de 25 mm e 15 mm de espessura.

**Tabela 28.** Parâmetro de dureza e fraturabilidade das barras energéticas de sementes de sésamo, na análise de dobragem, expresso em gramas e milímetros, respectivamente.

<b>Amostras</b>	<b>Dureza (g)</b>	<b>Fraturabilidade (mm)</b>
<b>SCA2</b>	732 ± 153 <sup>abcd</sup>	99,67 ± 1,43 <sup>bc</sup>
<b>SP1A2</b>	1563 ± 218 <sup>ef</sup>	98,71 ± 0,09 <sup>abc</sup>
<b>SP3A2</b>	337 ± 31 <sup>ab</sup>	98,76 ± 0,57 <sup>bc</sup>
<b>SP5A2</b>	154 ± 22 <sup>a</sup>	96,54 ± 1,10 <sup>a</sup>
<b>SBB1A2</b>	385 ± 15 <sup>abc</sup>	98,74 ± 0,88 <sup>abc</sup>
<b>SBB3A2</b>	286 ± 51 <sup>ab</sup>	98,24 ± 0,36 <sup>ab</sup>
<b>SBB5A2</b>	181 ± 5 <sup>a</sup>	98,50 ± 0,78 <sup>abc</sup>
<b>SCA3</b>	1045 ± 404 <sup>de</sup>	99,33 ± 0,30 <sup>bc</sup>
<b>SP1A3</b>	979 ± 66 <sup>cde</sup>	99,43 ± 0,30 <sup>bc</sup>
<b>SP3A3</b>	848 ± 18 <sup>bcd</sup>	99,51 ± 0,39 <sup>bc</sup>
<b>SP5A3</b>	370 ± 29 <sup>abc</sup>	99,51 ± 0,99 <sup>bc</sup>
<b>SBB1A3</b>	1573 ± 569 <sup>ef</sup>	100,68 ± 1,00 <sup>c</sup>
<b>SBB3A3</b>	394 ± 66 <sup>abc</sup>	100,37 ± 0,43 <sup>bc</sup>
<b>SBB5A3</b>	1765 ± 191 <sup>e</sup>	99,66 ± 0,24 <sup>bc</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

No que diz respeito à análise de dobragem, a dimensão de dureza para as barras de sésamo (**Tabela 28**), apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Os resultados compreendem-se entre um valor mínimo de 154g correspondente à barra SP5A2 e um valor máximo de 1765g para a barra SBB5A3. Também se observa algumas tendências relacionadas com a influência da incorporação dos produtos apícolas na dureza das barras energéticas na análise de dobragem. No caso do pólen, verifica-se que o aumento da percentagem incorporada na formulação, provoca uma diminuição na dureza das barras energéticas, independentemente do tipo de fruto seco usado: 1563g, 337g e 153g para as amostras com sésamo e avelã SP1A2, SP3A2 e SP5A2, respetivamente; 979g, 848g e 370g, para as amostras com sésamo e amêndoa SP1A3, SP3A3 e SP5A3, respetivamente. Relativamente ao pão de abelha, apenas se observa uma tendência decrescente na dureza das barras à medida que se aumenta a concentração na formulação das barras com sésamo e avelã, de 385g, 286g e 181g para as amostras SBB1A2, SBB3A2 e SBB5A2, respetivamente. Contrariamente, nas barras contendo sésamo e amêndoa, não se verifica nenhuma tendência nos resultados obtidos.

A dimensão de fraturabilidade é definida pela capacidade de quebrar o alimento em pedaços quando ele é mordido (Paula & Conti-Silva, 2014). De acordo com os resultados obtidos, estes apresentam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), com um valor mínimo de 96,54mm para a barra SP5A2 e um valor máximo de 100,68mm para a amostra SBB1A3. De um modo geral, quanto maior for o valor da dureza, mais difícil se torna a fratura da barra, consequentemente maior valor de fraturabilidade.

De acordo com a **Tabela 29**, o parâmetro de dureza relativo às barras energéticas de grãos de quinoa branca, exhibe diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), independentemente do fruto seco. As barras contendo a percentagem intermédia de pólen, independentemente do fruto seco, foram as que apresentaram menor valor de dureza, 129g para QP3A2 e QP3A3. Já a barra contendo percentagem máxima de pão de abelha e avelã foi aquela que se apresentou como a mais dura, com valor de dureza de 1414g. Contrariamente, a dimensão de fraturabilidade não apresenta quaisquer diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), sendo que todas as barras se encontram homogêneas no que diz respeito à capacidade de se quebrarem em pedaços no ato de mordida, durante a mastigação.

**Tabela 29.** Parâmetro de dureza e fraturabilidade das barras energéticas de grãos de quinoa branca, na análise de dobragem, expresso em gramas e milímetros, respectivamente.

Amostras	Dureza (g)	Fraturabilidade (mm)
QCA2	245 ± 36 <sup>ab</sup>	99,00 ± 0,53 <sup>a</sup>
QP1A2	243 ± 37 <sup>ab</sup>	99,36 ± 0,26 <sup>a</sup>
QP3A2	129 ± 4 <sup>a</sup>	98,96 ± 0,39 <sup>a</sup>
QP5A2	263 ± 15 <sup>ab</sup>	99,34 ± 0,46 <sup>a</sup>
QBB1A2	376 ± 20 <sup>ab</sup>	99,13 ± 0,56 <sup>a</sup>
QBB3A2	795 ± 66 <sup>cd</sup>	99,40 ± 0,27 <sup>a</sup>
QBB5A2	1414 ± 111 <sup>f</sup>	99,80 ± 0,04 <sup>a</sup>
QCA3	1116 ± 252 <sup>ef</sup>	98,92 ± 0,15 <sup>a</sup>
QP1A3	342 ± 24 <sup>ab</sup>	99,53 ± 0,60 <sup>a</sup>
QP3A3	129 ± 4 <sup>a</sup>	98,89 ± 0,40 <sup>a</sup>
QP5A3	530 ± 95 <sup>bc</sup>	99,05 ± 0,35 <sup>a</sup>
QBB1A3	697 ± 94 <sup>c</sup>	98,91 ± 0,45 <sup>a</sup>
QBB3A3	1128 ± 42 <sup>ef</sup>	99,18 ± 0,55 <sup>a</sup>
QBB5A3	1069 ± 211 <sup>de</sup>	98,84 ± 0,62 <sup>a</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

A **Figura 26** ilustra esta análise de dobragem, usando uma barra de sementes de sésamo.



**Figura 26.** Análise de dobragem na barra de sementes de sésamo.

Por fim, efetuou-se a análise de perfil de textura (TPA's), no qual é exercida duas compressões, de modo a imitar a ação de mordida, realizada em cada barra em triplicado, sendo que esta foi executada na zona central da barra, com largura definida de 30 mm e 15 mm de espessura. Após executar uma macro, permitiu obter as seis dimensões exibidas nas **Tabelas 30 e 31** (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, viscosidade e resiliência).

Na **Figura 27** está ilustrada a análise de TPA numa barra de sementes de quinoa.



**Figura 27.** *Análise de TPA na barra de grãos de quinoa branca.*

Com base na **Tabela 30**, a dureza medida em gramas, é definida pela força que os dentes molares têm que exercer sobre o alimento (Carocho et al., 2020; Paula & Conti-Silva, 2014). Verifica-se que os resultados diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). A amostra controlo com avelã é aquela que apresenta um maior valor e mais discrepante, comparativamente às restantes barras. Este facto pode dever-se ao tempo de cozedura das barras, em que estas tenham passado ligeiramente o tempo e terem ficado “mais cozidas” e aí reflete-se a sua dureza. Por outro lado, a barra SP5A2 é a que apresenta menor valor de dureza. Outra dimensão é a adesividade, um parâmetro relacionado com a dureza, e define-se pela capacidade que o alimento tem em aderir aos dentes durante o ato de o mastigar, expresso em gramas por segundo (Carocho et al., 2020; Paula & Conti-Silva, 2014). Os resultados apresentam-se em valores negativos, uma vez que no texturómetro a força de medição é exercida de baixo para cima, e diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). No caso das barras de sésamo com amêndoa, repara-se que à medida que se aumenta a concentração de pão de abelha, o valor de adesividade diminui. Esta tendência não se

verifica nas barras com sésamo e avelã, como também não se confirma nas barras contendo pólen independentemente do fruto seco.

A elasticidade é traduzida pela taxa na qual o alimento deformado volta ao seu estado normal após remover a força deformante, expressa em percentagem (Carocho et al., 2020). Os valores diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) e compreendem-se entre o mínimo de 0,40% e o máximo de 0,84%. De um modo geral, as barras de sésamo independentemente do fruto seco, são ligeiramente menos elásticas quando apresentam pólen na sua composição, comparativamente às barras que possuem pão de abelha. Outra dimensão é a coesividade, definida pelo alimento sustentar uma segunda deformação, relativamente à sua resistência à primeira deformação (Carocho et al., 2020). As amostras variaram num intervalo entre os 0,43% e 0,84%, sendo que a barra controlo com avelã, foi a que apresentou maior valor de coesão, demonstrando ter maior capacidade para quebrar. Contrariamente, as restantes barras apresentaram valores mais baixos, mostrando serem menos coesas.

Do produto da dureza pela elasticidade e pela coesividade, resulta a mastigabilidade que é definida pela energia necessária para mastigar um alimento até a um estado de prontidão para engolir (Carocho et al., 2020). Os valores de mastigabilidade diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). De um modo geral, as barras que se apresentam ser as mais duras, são aquelas que se apresentam mais difíceis de mastigar. Contrariamente, as mais fáceis de mastigar são aquelas que se apresentam ser menos duras. Por fim, a resiliência é definida pelo retorno do alimento ao seu estado indeformado, aquando a força de deformação é removida, expressa em percentagem (Carocho et al., 2020). Os resultados diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) e compreendem-se entre o mínimo de 0,13% (SP5A2) e o máximo de 0,62% (SCA2).

Tabela 30. Parâmetros da análise TPA nas barras contendo sementes de sésamo.

Amostras	Dureza (g)	Adesividade (g/s)	Elasticidade (%)	Coabilidade (%)	Mastigabilidade	Resiliência (%)
<b>SCA2</b>	18423 ± 963 <sup>f</sup>	-0,44 ± 0,07 <sup>f</sup>	0,84 ± 0,07 <sup>c</sup>	0,84 ± 0,03 <sup>c</sup>	15181 ± 842 <sup>g</sup>	0,62 ± 0,02 <sup>c</sup>
<b>SP1A2</b>	470 ± 9 <sup>a</sup>	-0,73 ± 0,39 <sup>ef</sup>	0,49 ± 0,07 <sup>ab</sup>	0,51 ± 0,10 <sup>ab</sup>	230 ± 38 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,08 <sup>ab</sup>
<b>SP3A2</b>	4316 ± 846 <sup>bc</sup>	-14,19 ± 3,27 <sup>de</sup>	0,40 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,05 <sup>ab</sup>	2369 ± 277 <sup>bcde</sup>	0,29 ± 0,05 <sup>ab</sup>
<b>SP5A2</b>	279 ± 10 <sup>a</sup>	-4,61 ± 1,87 <sup>def</sup>	0,40 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,43 ± 0,03 <sup>a</sup>	117 ± 4 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,04 <sup>a</sup>
<b>SBB1A2</b>	1447 ± 305 <sup>a</sup>	-7,10 ± 2,51 <sup>def</sup>	0,53 ± 0,18 <sup>abc</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>ab</sup>	680 ± 105 <sup>abc</sup>	0,17 ± 0,02 <sup>ab</sup>
<b>SBB3A2</b>	7989 ± 659 <sup>d</sup>	-41,21 ± 4,61 <sup>ab</sup>	0,56 ± 0,12 <sup>abc</sup>	0,52 ± 0,03 <sup>ab</sup>	4078 ± 208 <sup>de</sup>	0,24 ± 0,01 <sup>ab</sup>
<b>SBB5A2</b>	4963 ± 206 <sup>c</sup>	-16,64 ± 10,40 <sup>cd</sup>	0,47 ± 0,05 <sup>ab</sup>	0,49 ± 0,03 <sup>ab</sup>	2427 ± 67 <sup>bcde</sup>	0,20 ± 0,02 <sup>ab</sup>
<b>SCA3</b>	1977 ± 146 <sup>ab</sup>	-8,33 ± 2,30 <sup>def</sup>	0,60 ± 0,09 <sup>abc</sup>	0,56 ± 0,04 <sup>ab</sup>	6138 ± 1953 <sup>f</sup>	0,29 ± 0,03 <sup>b</sup>
<b>SP1A3</b>	12174 ± 1686 <sup>c</sup>	-27,96 ± 6,40 <sup>bc</sup>	0,50 ± 0,03 <sup>abc</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>ab</sup>	4235 ± 689 <sup>ef</sup>	0,22 ± 0,04 <sup>ab</sup>
<b>SP3A3</b>	8538 ± 1012 <sup>d</sup>	-3,59 ± 0,79 <sup>def</sup>	0,51 ± 0,05 <sup>abc</sup>	0,48 ± 0,02 <sup>ab</sup>	2089 ± 69 <sup>abcd</sup>	0,19 ± 0,01 <sup>ab</sup>
<b>SP5A3</b>	4451 ± 287 <sup>bc</sup>	-5,50 ± 0,12 <sup>def</sup>	0,58 ± 0,17 <sup>abc</sup>	0,57 ± 0,05 <sup>ab</sup>	1088 ± 130 <sup>abc</sup>	0,25 ± 0,07 <sup>ab</sup>
<b>SBB1A3</b>	4282 ± 218 <sup>bc</sup>	-0,31 ± 0,02 <sup>f</sup>	0,58 ± 0,10 <sup>abc</sup>	0,55 ± 0,11 <sup>ab</sup>	2609 ± 308 <sup>cde</sup>	0,25 ± 0,10 <sup>ab</sup>
<b>SBB3A3</b>	9880 ± 1952 <sup>de</sup>	-2,43 ± 0,61 <sup>ef</sup>	0,64 ± 0,02 <sup>abc</sup>	0,52 ± 0,08 <sup>ab</sup>	5605 ± 1348 <sup>f</sup>	0,23 ± 0,10 <sup>ab</sup>
<b>SBB5A3</b>	1160 ± 356 <sup>a</sup>	-42,20 ± 9,65 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,22 <sup>bc</sup>	0,65 ± 0,09 <sup>b</sup>	392 ± 185 <sup>ab</sup>	0,19 ± 0,05 <sup>ab</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,

Com base na **Tabela 31**, verifica-se que todos os resultados de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

De acordo com as barras de grãos de quinoa branca com avelã, a que contém percentagem intermédia de pão de abelha foi a que se apresentou ser mais dura, por sua vez é a menos adesiva, menos elástica, mais coesa, menos mastigável e menos resiliente. Contrariamente, a que contém percentagem intermédia de pólen é a barra menos dura, sendo naturalmente também a mais adesiva, mais elástica, menos coesa, mais mastigável e mais resiliente.

Relativamente às barras de quinoa branca com amêndoa, a barra controlo e a barra que contém percentagem máxima de pão de abelha foram aquelas que se apresentam ser mais duras, por consequente são as menos adesivas, menos elásticas, mais coesas, menos mastigáveis e menos resilientes. As restantes barras sendo as menos duras, consequentemente apresentaram ser mais adesivas, mais elásticas, menos coesas, mais mastigáveis e mais resilientes.

Tabela 31. Parâmetros da análise TPA nas barras contendo grãos de quinoa branca.

Amostras	Dureza (g)	Adesividade (g/s)	Elasticidade (%)	Coesividade (%)	Mastigabilidade	Resiliência (%)
<b>QCA2</b>	5034 ± 448 <sup>abc</sup>	-18,19 ± 2,66 <sup>cd</sup>	0,43 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,03 <sup>ab</sup>	2021 ± 121 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,02 <sup>a</sup>
<b>QP1A2</b>	8045 ± 1871 <sup>cd</sup>	-3,35 ± 0,73 <sup>e</sup>	0,51 ± 0,03 <sup>abc</sup>	0,47 ± 0,08 <sup>ab</sup>	3381 ± 606 <sup>abc</sup>	0,23 ± 0,08 <sup>ab</sup>
<b>QP3A2</b>	3487 ± 229 <sup>a</sup>	-62,47 ± 4,85 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,05 <sup>ab</sup>	1418 ± 123 <sup>a</sup>	0,14 ± 0,00 <sup>a</sup>
<b>QP5A2</b>	5789 ± 294 <sup>abc</sup>	-46,12 ± 5,16 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,34 ± 0,02 <sup>a</sup>	2009 ± 10 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,02 <sup>a</sup>
<b>QBB1A2</b>	7068 ± 1783 <sup>bc</sup>	-8,70 ± 1,39 <sup>de</sup>	0,56 ± 0,07 <sup>abc</sup>	0,40 ± 0,05 <sup>ab</sup>	2788 ± 1010 <sup>ab</sup>	0,17 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>QBB3A2</b>	15967 ± 1944 <sup>e</sup>	-1,33 ± 0,07 <sup>e</sup>	0,63 ± 0,07 <sup>c</sup>	0,55 ± 0,10 <sup>bc</sup>	7530 ± 1262 <sup>d</sup>	0,34 ± 0,08 <sup>bc</sup>
<b>QBB5A2</b>	5575 ± 1071 <sup>abc</sup>	-1,96 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,52 ± 0,07 <sup>abc</sup>	0,54 ± 0,02 <sup>bc</sup>	3038 ± 496 <sup>abc</sup>	0,25 ± 0,03 <sup>ab</sup>
<b>QCA3</b>	23057 ± 1583 <sup>f</sup>	-1,39 ± 0,18 <sup>e</sup>	0,61 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,66 ± 0,12 <sup>c</sup>	16852 ± 844 <sup>e</sup>	0,46 ± 0,13 <sup>c</sup>
<b>QP1A3</b>	3774 ± 605 <sup>ab</sup>	-26,62 ± 9,90 <sup>c</sup>	0,39 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,02 <sup>ab</sup>	2494 ± 839 <sup>a</sup>	0,14 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>QP3A3</b>	5290 ± 723 <sup>abc</sup>	-65,00 ± 1,39 <sup>a</sup>	0,41 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,06 <sup>ab</sup>	1917 ± 196 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>QP5A3</b>	10793 ± 966 <sup>d</sup>	-7,97 ± 2,23 <sup>de</sup>	0,56 ± 0,07 <sup>abc</sup>	0,41 ± 0,04 <sup>ab</sup>	4747 ± 550 <sup>bc</sup>	0,20 ± 0,06 <sup>ab</sup>
<b>QBB1A3</b>	10982 ± 1278 <sup>d</sup>	-46,83 ± 8,65 <sup>b</sup>	0,52 ± 0,08 <sup>abc</sup>	0,47 ± 0,05 <sup>ab</sup>	4838 ± 594 <sup>c</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>ab</sup>
<b>QBB3A3</b>	6893 ± 760 <sup>abc</sup>	-58,65 ± 7,62 <sup>ab</sup>	0,56 ± 0,10 <sup>abc</sup>	0,44 ± 0,07 <sup>ab</sup>	2620 ± 940 <sup>a</sup>	0,20 ± 0,08 <sup>ab</sup>
<b>QBB5A3</b>	23647 ± 919 <sup>f</sup>	-7,18 ± 2,05 <sup>de</sup>	0,68 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,69 ± 0,03 <sup>c</sup>	16600 ± 285 <sup>e</sup>	0,49 ± 0,04 <sup>c</sup>

Cada letra em cada coluna representa uma diferença significativa entre as amostras, obtida pelo teste de Tukey com intervalo de significância de 0,05.

### 3.3.2.3. Prova Sensorial

Esta segunda análise sensorial permitiu saber a preferência dos consumidores tendo em consideração as concentrações (1%, 3% e 5%) de pólen e pão de abelha introduzidas nas barras energéticas.

Na **Tabela 32** apresentam-se os resultados da análise estatística descritiva das formulações de sementes de sésamo (S), com as diferentes concentrações (1%,3% e 5%) de pólen (P) ou pão de abelha (BB) e com avelã (A2) ou amêndoa (A3). De acordo com os resultados, as barras controlo de sementes de sésamo com avelã (SCA2) ou amêndoa (SCA3) em termos de avaliação global apresentaram uma média de 5,1 e 4,8, respetivamente. No caso do pólen, verifica-se que o aumento da percentagem incorporada na formulação, provoca um agrado por parte dos consumidores, com o fruto seco amêndoa: 5,1, 5,1 e 5,5 para as amostras SP1A3, SP3A3 e SP5A3, respetivamente.

**Tabela 32.** Resultados da análise estatística descritiva relativa à apreciação global por parte dos provadores, das barras de sementes de sésamo (S), com as diferentes concentrações (1%, 3% e 5%) de pólen (P) ou pão de abelha (BB) e com avelã (A2) ou amêndoa (A3).

Formulações	N	Mínimo	Máximo	Média
<b>SCA2</b>	10	2	8	5,1
<b>SP1A2</b>	10	3	8	5,5
<b>SP3A2</b>	10	3	9	4,9
<b>SP5A2</b>	10	3	8	5,5
<b>SBB1A2</b>	10	3	9	6,1
<b>SBB3A2</b>	10	3	9	5,0
<b>SBB5A2</b>	10	4	9	6,4
<b>SCA3</b>	10	2	8	4,8
<b>SP1A3</b>	10	1	9	5,1
<b>SP3A3</b>	10	3	9	5,1
<b>SP5A3</b>	10	1	9	5,5
<b>SBB1A3</b>	10	1	9	5,5
<b>SBB3A3</b>	10	2	9	5,3
<b>SBB5A3</b>	10	2	9	6,0

Para as amostras com avelã, há um ligeiro desagrado da percentagem intermédia comparativamente às restantes, de 5,5, 4,9 e 5,5 para SP1A2, SP3A2 e SP5A2, respetivamente. Relativamente ao pão de abelha, verifica-se que a percentagem mínima e máxima incorporada na fórmula é mais agradável para os provadores, independentemente do tipo de fruto seco usado: 6,1, 5,0 e 6,4, para as amostras com sésamo e avelã SBB1A2, SBB3A2 e SBB5A2, respetivamente; 5,5, 5,3 e 6,0, para as amostras com sésamo e amêndoa SBB1A3, SBB3A3 e SBB5A3, respetivamente.

No geral, independentemente do fruto seco, os provadores têm uma aceitação similar das barras contendo pólen ou pão de abelha, contudo a maior preferência reflete-se nas barras que contém incorporação máxima de pão de abelha (BB5).

Na **Tabela 33** apresentam-se os resultados da análise estatística descritiva das formulações de grãos de quinoa branca (Q), com as diferentes concentrações (1%,3% e 5%) de pólen (P) ou pão de abelha (BB) e com avelã (A2) ou amêndoa (A3).

**Tabela 33.** Resultados da análise estatística descritiva relativa à apreciação global por parte dos provadores, das barras de grãos de quinoa branca (Q), com as diferentes concentrações (1%, 3% e 5%) de pólen (P) ou pão de abelha (BB) e com avelã (A2) ou amêndoa (A3).

Formulações	N	Mínimo	Máximo	Média
QCA2	10	3	8	5,7
QP1A2	10	4	8	6,0
QP3A2	10	4	8	5,6
QP5A2	10	4	8	6,2
QBB1A2	10	4	8	6,5
QBB3A2	10	3	9	6,0
QBB5A2	10	3	9	6,6
QCA3	10	4	8	6,0
QP1A3	10	5	8	6,3
QP3A3	10	5	8	6,3
QP5A3	10	5	8	6,2
QBB1A3	10	5	9	6,9
QBB3A3	10	5	8	6,5
QBB5A3	10	5	9	6,7

Com base na **Tabela 33**, as barras controlo de grãos de quinoa branca com avelã (QCA2) ou amêndoa (QCA3) apresentaram uma média em termos de avaliação global de 5,7 e 6,0, respetivamente. Nas formulações que contêm o pólen e avelã como fruto seco, há um ligeiro desagrado da percentagem intermédia comparativamente às restantes, de 6,0, 5,6 e 6,2 para QP1A2, QP3A2 e QP5A2, respetivamente. Para as que contêm pólen com o fruto seco amêndoa, verifica-se uma constância da apreciação por parte dos consumidores: 6,3, 6,3 e 6,2 para as amostras QP1A3, QP3A3 e QP5A3, respetivamente. De acordo com a incorporação do pão de abelha, verifica-se que a percentagem mínima e máxima incorporada na fórmula demonstrou ser mais agradável, na opinião dos provadores, independentemente do tipo de fruto seco usado: 6,5, 6,0 e 6,6, para as amostras com quinoa e avelã QBB1A2, QBB3A2 e QBB5A2, respetivamente; 6,9, 6,5 e 6,7, para as amostras com quinoa e amêndoa SBB1A3, SBB3A3 e SBB5A3, respetivamente.

Em síntese, comparando os resultados das barras de grãos de quinoa branca com as de sementes de sésamo, verifica-se que os provadores tiveram uma maior preferência pelas barras de quinoa, independentemente do fruto seco ou dos produtos da colmeia, pólen e pão de abelha, nas suas concentrações distintas.

# Capítulo 4

*Conclusão*



## 4. Conclusão

As barras de cereais são um alimento nutritivo de sabor adocicado e agradável, e são géneros alimentícios de elevado teor nutricional e energético. São de fácil consumo e requerem pouca ou nenhuma preparação por parte do consumidor, sendo uma alternativa aos biscoitos e aos produtos de confeitaria industrializados. São um produto obtido pela mistura ou combinação de três ou mais matérias-primas, com valores nutritivos específicos e sabores característicos, e de um agente ligante que lhe confere a textura, representando uma alternativa de complemento alimentar tendo como base nutricional hidratos de carbono, proteínas e fibras.

Neste deste trabalho procurou-se desenvolver novas barras energéticas combinando dois produtos da colmeia com alto teor proteico e alto teor energético, como o pólen apícola e o pão de abelha, proporcionando alternativas de elevado valor nutricional.

Os resultados evidenciaram que as barras de sementes de sésamo apresentam um elevado teor proteico (16,1–20,0%), teor lipídico (37,1–44,5%), teor em cinza (3,1–3,9% e fibras (4,7–7,7%) resultando num valor energético bastante mais elevado (459,4–609,9 kcal/100g) comparativamente às barras de sementes de quinoa. Já as barras contendo grãos de quinoa branca apresentaram os teores mais elevados em humidade (9,5–11,9%), açúcar (4,0–11,1%) e hidratos de carbono (67,7–71,0%) relativamente às barras de sementes de sésamo.

Comparativamente com barras de sementes de sésamo existentes no mercado, estas novas formulações apresentaram uma maior quantidade de proteínas e energia, tanto com a amêndoa como com a avelã, sendo que as que têm na sua composição pão de abelha, apresentam melhores resultados para estes parâmetros. O mesmo acontece para as barras de quinoa que apresentam uma maior quantidade de proteína e energia comparando com barras existentes no mercado.

Através da análise do perfil de textura, as barras contendo grãos de quinoa branca foram aquelas que se apresentaram mais duras e mais difíceis de mastigar, menos adesivas no ato de mastigar, menos elásticas, mais coesas e menos resilientes. Contrariamente, as barras contendo sementes de sésamo apresentaram-se como sendo as barras menos duras e mais fáceis de mastigar, mais adesivas, mais elásticas, menos coesas e mais resilientes. Relativamente à cor as barras com sementes de sésamo apresentaram uma coloração castanha de tom escuro clareando esse tom com a substituição por grãos de quinoa.

No que diz respeito à apreciação sensorial pelo painel de provadores, as barras com grãos de quinoa e avelã e com teores elevados de pólen ou pão de abelha foram as preferidas. Já nas barras de quinoa e amêndoa, de entre aquelas que contêm pólen a aceitação é similar independentemente da proporção deste ingrediente funcional enquanto para as barras com pão de abelha, a melhor aceitação verificou-se para as formulações com 1% e 5%. Nas barras com sementes de sésamo e avelã, os provadores deram avaliação mais elevada na presença de 5% de pão de abelha enquanto com pólen apreciaram de igual modo as concentrações de 1% e 5%. Por fim, nas barras de sementes de sésamo e amêndoa, os provadores mantêm a apreciação máxima pela concentração de 5% de pão de abelha e 5% de pólen. De um modo geral, independentemente do fruto seco ou do cereal, a nível da incorporação do pão de abelha nas barras, os provadores apreciam a concentração máxima de do mesmo, já a nível da incorporação do pólen preferem entre as concentrações de 1% ou 5%.

Comparando todas as formulações realizadas, as barras que obtiveram melhores resultados nutricionais foram as de sésamo, com o fruto seco avelã e pão de abelha, no entanto, da apreciação pelo painel de provadores resulta uma preferência pelas barras contendo quinoa.

Assim, podemos concluir com este trabalho que as barras energéticas com pólen e pão de abelha, podem ser consumidas de modo a atender às necessidades e particularidades dos consumidores de suplementos alimentares.

**Sugestões de trabalho futuro:**

- ❖ Utilizar novos cereais e novas sementes de forma a obter uma barra de cereal mais nutritiva e saborosa;
- ❖ Modificar as percentagens e os tipos de edulcorantes utilizados de forma a estudar como estes influenciam a estrutura da barra de cereal;
- ❖ Avaliar de que forma a formulação das barras energéticas poderá afetar a respetiva estabilidade química;
- ❖ Apresentar as nossas barras a uma empresa para que possam ingressar no mercado, e assim dar a conhecer ao público os produtos da colmeia.

## Referências bibliográficas

- Abrol, D. P. (2010). *Beekeeping: A comprehensive guide on bees and beekeeping*. Scientific Publishers (India).
- Ahrens, S., Venkatachalam, M., Mistry, A. M., Lapsley, K., & Sathe, S. K. (2005). Almond (*Prunus dulcis* L.) Protein Quality. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60(3), 123–128.
- Alasalvar, C., & Shahidi, F. (Eds.). (2009). *Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects*. CRC Press.
- Aleksejeva, S., Sikсна, I., & Rinkule, S. (2017). Composition of cereal bars. *Journal of Health Science*, 5(3), 139–145.
- Almeida, J. de F., Reis, A. S. dos, Heldt, L. F. S., Pereira, D., Bianchin, M., Moura, C. de, Plata-Oviedo, M. V., Haminiuk, C. W. I., Ribeiro, I. S., Luz, C. F. P. da, & Carpes, S. T. (2017). Lyophilized bee pollen extract: A natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in refrigerated sausages. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 299–305.
- Anjos, O., Fernandes, R., Cardoso, S. M., Delgado, T., Farinha, N., Paula, V., Estevinho, L. M., & Carpes, S. T. (2019). Bee pollen as a natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in black pudding. *LWT - Food Science and Technology*, 111, 869–875.
- Anthero, A. G. da S. (2017). *Estudo do processo de malteação da aveia (Avena sativa)*. Universidade Federal do Paraná.
- Antoniassi, R., Arriel, N. H. C., Gonçalves, E. B., Freitas, S. C. de, Zanotto, D. L., & Bizzo, H. R. (2013). Influência das condições de cultivo na composição da semente e do óleo de gergelim. *Rev. Ceres, Viçosa*, 60(3), 301–310.

- Bakour, M., Al-Waili, N. S., El Menyiy, N., Imtara, H., Figuira, A. C., Al-Waili, T., & Lyoussi, B. (2017). Antioxidant activity and protective effect of bee bread (honey and pollen) in aluminum-induced anemia, elevation of inflammatory makers and hepato-renal toxicity. *Journal of Food Science and Technology*, 54(13), 4205–4212.
- Bakour, M., Fernandes, Â., Barros, L., Sokovic, M., Ferreira, I. C. F. R., & Badiia lyoussi. (2019). Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT - Food Science and Technology*, 109, 276–282.
- Bankova, V. (2005). Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1–2), 114–117.
- Barreca, D., Nabavi, S. M., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A. S., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G. C., Süntar, İ., & Mandalari, G. (2020). Almonds (*Prunus Dulcis* Mill. D. A. Webb): A Source of Nutrients and Health-Promoting Compounds. *Nutrients*, 12(3), 672.
- Barros, L., Barreira, J. C. M., Heleno, S. A., Pires, J., Fernandes, Â., Dias, M. I., Pinela, J., Caleja, C., Pereira, E., Carrocho, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Valorização de produtos de montanha do ponto de vista nutricional e bioativo: Estudos de caso em plantas, cogumelos e frutos secos. Em *Sustentabilidade da Montanha Portuguesa: Realidades e Desafios*. Instituto Politécnico de Bragança.
- Barros, L., Pereira, E., Calhelha, R. C., Dueñas, M., Carvalho, A. M., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. F. R. (2013). Bioactivity and chemical characterization in hydrophilic and lipophilic compounds of *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1732–1740.

- Bhathal, S. K., Kaur, N., & Gill, J. (2017). Effect of processing on the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Agricultural Research Journal*, 54(1), 90–93.
- Bogdanov, S. (2011). Functional and biological properties of the bee products: A review. *Bee Product Science*, 12.
- Bogdanov, S. (2016). *Pollen: Nutrition, Functional Properties, Health: Vol. Chapter 2*. Bee Product Science.
- Caldas, F., Augusto Filho, F., Facundo, H., Alves, R., Santos, F., Silva, G., Camara, C., & Silva, T. (2018). Composição química, atividade antirradicalar e antimicrobiana do pólen apícola de Fabaceae. *Química Nova*, 42(1), 49–56.
- Caminha, E. C. F. (2014). *A recolha de pólen e o impacto na produção de mel na região de Trás-os-Montes e Alto Douro* [Mestrado]. Escola Superior Agrária.
- Campos, M. G. R., Bogdanov, S., de Almeida-Muradian, L. B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferreira, F. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 47(2), 154–161.
- Cardoso, S. M., & Silva, A. M. S. (2016). *Chemistry, biology and potential applications of honeybee plant-derived products*. Bentham Science Publishers.
- Carocho, M., Morales, P., Ciudad-Mulero, M., Fernández-Ruiz, V., Ferreira, E., Heleno, S., Rodrigues, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters. *Food Chemistry*, 310, 125954.
- Casaca, J. D. (2010). *Manual de Produção de Pólen e Propolis*. FNAP - Federação Nacional dos Apicultores de Portugal. [www.fnap.pt/](http://www.fnap.pt/)

- Caveiro, E. M. S. (2017). *Caracterização de méis comerciais rotulados com a designação de mel de urze* [Dissertação de Mestrado]. Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária.
- Conte, P., Del Caro, A., Balestra, F., Piga, A., & Fadda, C. (2018). Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physical-chemical, technological and sensory approach. *LWT - Food Science and Technology*, *90*, 1–7.
- Covino, R., Monteiro, A. R. G., Scapim, M. R. S., Marques, D. R., Benossi, L., & Monteiro, C. C. F. (2015). Manufacturing cereal bars with high nutritional value through experimental design. *Acta Scientiarum. Technology*, *37*(1), 149.
- Decreto Lei nº 214/2003 de 18 setembro do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 216, Diário da República, I Diário da República 6057/6060 (2003). [www.dre.pt](http://www.dre.pt)
- Decreto Lei nº 290/2003 de 15 novembro do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 265, Diário da República, I Diário da República 7825/7853 (2003). [www.dre.pt](http://www.dre.pt)
- D'ettorre, P., Wenseleers, T., Dawson, J., Hutchinson, S., Boswell, T., & Ratnieks, F. L. W. (2006). Wax combs mediate nestmate recognition by guard honeybees. *Animal Behaviour*, *71*(4), 773–779.
- Dravie, E. E., Kortei, N. K., Essuman, E. K., Tettey, C. O., Boakye, A. A., & Hunkpe, G. (2020). Antioxidant, phytochemical and physicochemical properties of sesame seed (*Sesamum indicum* L). *Scientific African*, *8*, e00349.
- Estevinho, L. M., Feás, X., Seijas, J. A., & Pilar Vázquez-Tato, M. (2012). Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological,

- microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 258–264.
- Estevinho, L. M., Rodrigues, S., Pereira, A. P., & Feás, X. (2012). Portuguese bee pollen: Palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(2), 429–435.
- Feás, X., Vázquez-Tato, M. P., Estevinho, L., Seijas, J. A., & Iglesias, A. (2012). Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. *Molecules*, 17(7), 8359–8377.
- Fernandes, J. I. G. (2017). *Qualidade, Segurança e Inovação numa indústria de frutos secos* [Dissertação de Mestrado]. Politécnico de Coimbra - Escola Superior Agrária.
- Florowski, T., Florowska, A., Chmiel, M., Dasiewicz, K., Adamczak, L., & Pietrzak, D. (2019). The effect of nuts and oilseeds enriching on the quality of restructured beef steaks. *LWT*, 104, 128–133.
- Frigerio, C. (2009). *Otimização e influência na bioatividade do processo de secagem por radiação infravermelha de amostras de pólen apícola* [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto.
- Gharby, S., Harhar, H., Bouzoubaa, Z., Asdadi, A., El Yadini, A., & Charrouf, Z. (2017). Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(2), 105–111.
- Gorji, N., Moeini, R., & Memariani, Z. (2018). Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*, 129, 115–127.

- Guimarães, M. M., & Silva. (2009). Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 426–433.
- Head, D. S., Cenkowski, S., Arntfield, S., & Henderson, K. (2010). Superheated steam processing of oat groats. *LWT - Food Science and Technology*, 43(4), 690–694.
- Helrich, K. (Ed.). (1990). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15th. ed). AOAC.
- Hosseinpour, A., Seifi, E., Javadi, D., Ramezanzpour, S. S., & Molnar, Thomas. J. (2013). Nut and kernel characteristics of twelve hazelnut cultivars grown in Iran. *Scientia Horticulturae*, 150, 410–413.
- Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. (2019). *Tabela da Composição de Alimentos*. [Ficheiro em excel com tabela da composição de alimentos].
- Ivanišová, E., Kačániová, M., Frančáková, H., Petrová, J., Hutková, J., Brovarskyi, V., Velychko, S., Adamchuk, L., Schubertová, Z., & Musilová, J. (2015). Bee bread—Perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinarstvo*, 9(1), 592–598.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 3954–3962.
- Khalifa, S. A. M., Elashal, M., Kieliszek, M., Ghazala, N. E., Farag, M. A., Saeed, A., Sabir, J. S. M., Battino, M., Xiao, J., Zou, X., Khatib, A., & El-Seedi, H. R. (2019). Recent insights into chemical and pharmacological studies of bee bread. *Trends in Food Science & Technology*, 1–49.

- Kieliszek, M., Piwowarek, K., Kot, A. M., Błażej, S., Chlebowska-Śmigiel, A., & Wolska, I. (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *71*, 170–180.
- Krell, R. (1996). *Value-added products from beekeeping*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Li, Q.-Q., Wang, K., Marcucci, M. C., Sawaya, A. C. H. F., Hu, L., Xue, X.-F., Wu, L.-M., & Hu, F.-L. (2018). Nutrient-rich bee pollen: A treasure trove of active natural metabolites. *Journal of Functional Foods*, *49*, 472–484.
- Li, Y., Ma, S., Wang, Y., Xuan, X., Hou, L., Sun, Q., & Yang, K. (2012). The dynamics of fat, protein and sugar metabolism during walnut (*Juglans regia L.*) fruit development. *African Journal of Biotechnology*, *11*(5), 1267–1276.
- Lopes, C. de O., Dessimoni, G. V., Silva, M. C. da, Vieira, G., & Pinto, N. A. V. D. (2010). Aproveitamento, composição nutricional e anti nutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Alimentos e Nutrição*, 669–675.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, *59*(4), 139–157.
- Martins, Márcia C. T. (2010). *Pólen apícola brasileiro: Valor nutritivo e funcional, qualidade e contaminantes inorgânicos* [Tese de Doutorado]. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- Martins, Marcia C. T., Morgano, M. A., Vicente, E., Baggio, S. R., & Rodriguez-Amaya, D. B. (2011). Physicochemical composition of bee pollen from eleven Brazilian states. *Journal of Apicultural Science.*, *55*(2), 107–116.
- Martins, V. S. P. (2016). *Desenvolvimento e otimização de uma barra de cereais sem glúten, sem lactose e sem açúcar adicionado* [Dissertação para obtenção do grau

- de Mestre em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar]. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Matysiak, J., Schmelzer, C. E. H., Neubert, R. H. H., & Kokot, Z. J. (2011). Characterization of honeybee venom by MALDI-TOF and nanoESI-QqTOF mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 54(2), 273–278.
- Megazyme. (2016). *Total dietary fiber* [Protocolo experimental].
- Modro, A. F. H., Maia, E., Silva, I. C. da, Luz, C. F. P. da, & Message, D. (2009). Subamostragem de pólen apícola para análise melissopalínológica. *Hoehnea*, 36(4), 709–714.
- Monsanto, M. G. (2013). *Caracterização de compostos fenólicos e de minerais em alguns pólenes apícolas* [Dissertação de Mestrado]. Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária.
- Mutsaers, M., Blitterswijk, H. van, Leven, L. van't, Kerkvliet, J., & Waerdt, J. van de. (2006). *Produtos apícolas: Propriedades, processamento e comercialização* (M. Mutsaers, Ed.; L. de Araújo, Trad.; 1.<sup>a</sup> ed.). Agromisa ; CTA.
- Nogueira, C. (2012). *Estudo do polén apícola comercial* [Dissertação de Mestrado]. Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária.
- Nogueira, C., Iglesias, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2012). Commercial Bee Pollen with Different Geographical Origins: A Comprehensive Approach. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(9), 11173–11187.
- Ogidi, O. I., & Otene, E. J. (2020). Determination of nutritional properties of honey from *Apis mellifera*. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 5(1), 23–26.

- Olaitan, P. B., Adeleke, O. E., & Ola, I. O. (2007). Honey: A reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African Health Sciences*, 7(3), 159–165.
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J. S., Ferreira, I. C. F. R., Bento, A., Estevinho, L., & Pereira, J. A. (2008). Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(5), 1801–1807.
- Omran, A. (2018). Enhancing the Nutritional Value of Oat Bars. *American Journal of Food Science and Technology*, 6(4), 151–160.
- O’Neil, C. E., Nicklas, T. A., & Fulgoni III, V. L. (2016). Almond consumption is associated with better nutrient intake, nutrient adequacy, and diet quality in adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2010. *Food and Nutrition Sciences*, 07(07), 504–515.
- Opinião, A. I. B. (2014). *Avaliação da qualidade em frutos oleaginosos sujeitos a diferentes processos de transformação* [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências e Tecnologias - Universidade Nova de Lisboa.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233–239.
- Pathak, N., Rai, A. K., Kumari, R., & Bhat, K. V. (2014). Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability. *Pharmacognosy Reviews*, 8(16), 147–155.
- Paula, A. M., & Conti-Silva, A. C. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering*, 121, 9–14.

- Pereira, E., Encina-Zelada, C., Barros, L., Gonzales-Barron, U., Cadavez, V., & C.F.R. Ferreira, I. (2019). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa Willd* (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chemistry*, 280, 110–114.
- Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C. F. R., Bento, A., & Estevinho, L. (2008). Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2103–2111.
- Queiroga, V. de P., Borba, F. G., Almeida, K. V. de, Sousa, W. J. B. de, Jerônimo, J. F., & Queiroga, D. A. N. (2010). Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. *Revista Agro@ambiente*, 4(1), 27–33.
- Ramalhosa, E. C. D., Magalhães, A., & Pereira, J. A. (2017). *Amendoeira: Estado de transformação*. Editor CNCFS.
- Ramalhosa, E., Cabo, P., Correia, P., & Ribeiro, C. (2018). Frutos secos de casca rijá: Valorização, enquadramento e perspetivas. *Publindústria, Lda., 3º Trimestre 2018*(28), 63–65.
- Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., & Unnikrishnan, V. S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods—A review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 662–675.
- Rebelo, I. A. G. A. (2017). *A utilização de frutos secos portugueses na produção de gelados artesanais* [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Ribeiro, J. B., & Silva, R. A. (2007). Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de

- marca comercial através de análises físico-químicas. *Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável*, 33–47.
- Rocha, J. S. (2008). *Apicultura* (Vol. 05). Programa Rio Rural.
- Sancho, M. T., Muniategui, S., Sánchez, P., Huidobro, J. F., & Simal-Lozano, J. (1992). Evaluating soluble and insoluble ash, alkalinity of soluble and insoluble ash and total alkalinity of ash in honey using electrical conductivity measurements at 20°C. *Apidologie*, 23(4), 291–297.
- Sangwan, S., Singh, R., & Tomar, S. K. (2014). Nutritional and Functional Properties of Oats: An Update. *Journal of Innovative Biology*, 1(1), 1–12.
- Silva, A. P. C. M. da, Santos, F. A. dos, Santos, A. da S. Á. dos, Sousa, V. de S. e, Lopes, A. D., Assunção, A. V., Mota, B. dos S., Carvalho, J. L. R. S. de, & Borges, O. M. P. (2003). *A avelã na sua alimentação*. João Azevedo Editor.
- Silva, E. R. da, Martino, H. S. D., Moreira, A. V. B., Arriel, N. H. C., Silva, A. C., & Ribeiro, S. M. R. (2011). Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(7), 736–742.
- Silva, F. D. da, Pante, C. F., Prudêncio, S. H., & Ribeiro, A. B. (2011). Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. *Alimentos e Nutrição*, 22(1), 63–69.
- Silva, I. Q. da, Oliveira, B. C. F. de, Lopes, A. S., & Pena, R. da S. (2009). Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. *Alimentos e Nutrição*, 20(2), 321–329.
- Silva, P. M. da, Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309–323.

- Socias, i C. R., Kodad, O., Alonso, J. M., & Font-Forcada, C. (2010). *Fruit quality in almond: Chemical aspects for breeding strategies*. 235–243.
- Sousa, M. da M. de D. P. R. de. (2001). *Estudo de conservação do miolo de noz* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Técnica de Lisboa.
- Tomás, A., Falcão, S. I., Russo-Almeida, P., & Vilas-Boas, M. (2017). Potentialities of beebread as a food supplement and source of nutraceuticals: Botanical origin, nutritional composition and antioxidant activity. *Journal of Apicultural Research*, 56(3), 219–230.
- Tomás, A. V. F. (2013). «Pão de abelha» do Nordeste Transmontano: *Caracterização química, nutricional e actividade antioxidante*. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária e Universidade de Salamanca.
- Urcan, A. C., Marghitas, L. A., Dezmiorean, D. S., Bobis, O., Bonta, V., Muresan, C. I., & Margaoan, R. (2017). Chemical composition and biological activities of beebread – Review. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 74(1), 6–14.
- Vergeron, Ph. (1964). Interprétation statistique des résultats en matière d'analyse pollinique des miels. *Annales de l'Abeille*, 7(4), 349–364.
- Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1–6.
- Von Der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S18–S25.
- Welch, R. W. (2011). Nutrient composition and nutritional quality of oats and comparisons with other cereals. Em *Oats: Chemistry and technology: Vol.*

- Chapter 6* (2nd ed, pp. 95–107). American Association of Cereal Chemists International.
- Wu, L., Du, B., Vander Heyden, Y., Chen, L., Zhao, L., Wang, M., & Xue, X. (2017). Recent advancements in detecting sugar-based adulterants in honey – A challenge. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 86, 25–38.
- Wytrychowski, M., Chenavas, S., Daniele, G., Casabianca, H., Batteau, M., Guibert, S., & Brion, B. (2013). Physicochemical characterisation of French royal jelly: Comparison with commercial royal jellies and royal jellies produced through artificial bee-feeding. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29(2), 126–133.
- Zebib, H., Bultosa, G., & Abera, S. (2015). Physico-chemical Properties of Sesame (&lt;i>Sesamum indicum&lt;/i> L.) Varieties Grown in Northern Area, Ethiopia. *Agricultural Sciences*, 06(02), 238–246.

*ANEXOS*

---

## ANEXO 1. Folha de prova para análise sensorial



### Folha de prova para análise sensorial de barras energéticas

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

---

Caro provador, esta folha de prova foi elaborada segundo o desenvolvimento de barras energéticas com pólen apícola e pão de abelha, solicita-se a sua colaboração no preenchimento da mesma. Este estudo é desenvolvido no âmbito do Mestrado de Qualidade e Segurança Alimentar da Escola Superior Agrária de Bragança.

Agradeço desde já a sua colaboração!

---

Segundo uma escala hedónica (1 a 9), avalie a amostra de acordo com cada atributo.

**Amostra:** \_\_\_\_\_

#### Aparência

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Desgostei extremamente Gostei extremamente

#### Cor

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Extremamente claro Extremamente escuro

#### Dureza

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Extremamente macio Extremamente crocante

**Coesividade**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Extremamente desagregado Extremamente coeso

**Mastigabilidade**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Extremamente mole Extremamente duro

**Adesividade**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nada aderente Extremamente aderente

**Sabor**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Extremamente desagradável Extremamente agradável

**Avaliação global**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Desgostei extremamente Gostei extremamente

Obs:

---

---

---

---

---

### **Dureza**

A dureza é uma propriedade mecânica relacionada com a força necessária para obter a deformação do produto, avalia-se na força exercida para comprimir o produto entre os dentes até à sua rutura.

### **Coesividade**

A coesividade é um atributo mecânico relacionado com o nível até ao qual um produto pode ser deformado antes da sua rutura.

### **Mastigabilidade**

A mastigabilidade é uma propriedade mecânica relativa à coesividade, ou seja, relaciona-se com o número de movimentos dos maxilares necessários para que um produto possa ser deglutido.

### **Adesividade**

A adesividade é uma propriedade mecânica relacionada com força necessária para descolar o produto que adere ao interior da cavidade bucal durante o processo de mastigação.