

Desenvolvimento de *snacks* à base de fruta

Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar

Filomena Bárbara da Conceição Ramos

Orientadores

Fernanda Maria Grácio Delgado Ferreira de Sousa

Cristina José Miguel Pintado

Dissertação apresentado à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar, realizada sob a orientação científica da Professora Adjunta Fernanda Maria Grácio Delgado Ferreira de Sousa, do Instituto Politécnico de Castelo Branco, e da Doutora Cristina José Miguel Pintado, Responsável Técnica do Laboratório de Microbiologia e do Laboratório de Análise Sensorial, do Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar (CATAA).

Julho 2021

Agradecimentos

A realização desta importante etapa da minha vida foi possível graças ao contributo de um conjunto de entidades e pessoas, a quem deixo o meu grato reconhecimento.

Ao Instituto Politécnico de Castelo Branco, particularmente à Escola Superior Agrária (ESACB).

Ao CATAA - Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar de Castelo Branco, pela oportunidade concedida para realizar este estágio e pelo apoio dos seus técnicos indispensáveis para a realização deste trabalho.

Ao Projeto INNOACE – Inovação Aberta e Inteligente na EUROACE, cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, através do Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020, pelo financiamento.

À Professora Doutora Fernanda Maria Grácio Delgado Ferreira de Sousa, pela oportunidade de participar neste projeto e por todo o apoio e orientação.

À Doutora Cristina José Miguel Pintado, pela total disponibilidade, apoio, paciência, conselhos e por todo o incentivo, pois sem ela este trabalho não seria possível.

Um especial agradecimento a toda a equipa dos laboratórios de Físico-química, de Microbiologia e de Análise Sensorial do CATAA, principalmente à Engenheira Mafalda Resende, à Engenheira Ana Riscado e ao Senhor José do laboratório de Nutrição Animal da ESACB.

Ao Mário, um enorme obrigada por ter caminhado ao meu lado, pela sua compreensão, paciência e ajuda durante a elaboração deste trabalho. Agradeço toda a força, insistência, coragem e apoio que me deu durante este período.

À minha madrinha Susana, por acreditar em mim e me guiar sempre pelo melhor caminho.

Aos meus amigos, Ana, Ana Maria, Andreia, Bruna, Bárbara, Catarina, Cláudia, Cláudio, Daniela, Francisco, Luís, Inês, Isabel, João Pedro e Micaela, pela amizade, apoio e disponibilidade ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais por estarem sempre presentes e disponíveis para ajudar.

A todos o meu muito obrigado!

O presente trabalho foi financiado pelo Projeto Inovação Aberta e Inteligente na EUROACE – INNOACE, cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, através do programa INTERREG V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020.



Resumo

A vida agitada nos centros urbanos faz com que os consumidores optem por produtos saborosos, previamente preparados, fáceis de consumir e a preços acessíveis.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de fruta em pó, à base de medronho e dióspiro cv. *Rojo Brillante* e cv. *Fau fau*. *Snacks* e goma de dióspiro cv. *Rojo Brillante*, com a finalidade de possibilitar o consumo destas frutas sazonais, subaproveitadas na região de Castelo Branco, criando produtos saudáveis e evitando o desperdício alimentar.

Os frutos foram desidratados por convecção a 60 °C e com uma velocidade do ar de 1,2 m s⁻¹, alcançando humidade final de 1 % no medronho em pó, 3 % no dióspiro em pó. Nos *snacks* 1,52 % na rodela, 1,60 % no palito, 3,23 % no cubo e 14 % na goma. Sendo estudada a sua cinética através de curvas de desidratação. A qualidade destes produtos foi avaliada através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Os frutos em fresco e desidratados foram avaliados nutricionalmente, realçando no medronho o perfil de ácidos gordos, destacando-se o ácido linolénico (C18:3) (29,38 % em medronho fresco e 31,17 % e 21,19 % em medronho desidratado lote 1 e 2, respetivamente), ácido oleico (C18:1) (27,67 % em medronho fresco e 27,42 % e 30,26 % em medronho desidratado lote 1 e 2, respetivamente) e ácido linoleico (C18:2) (20,19 % em medronho fresco e 22,54 % e 20,77 % em medronho desidratado lote 1 e 2, respetivamente). Quanto ao dióspiro os predominantes foram o ácido palmítico (C16:0) (26,01 % e 21,69 % no dióspiro em pó e goma, respetivamente) e o ácido oleico (C18:1) (18,70 % e 25,88 % no dióspiro em pó e goma, respetivamente).

Os *snacks* (rodela, palito e cubo) de dióspiro foram avaliados sensorialmente por um painel de 60 provadores não treinados, através do teste de ordenação, atribuindo a pontuação entre 1 a 3 pontos, segundo a sua preferência, sendo o *snack* rodela o mais apreciado com uma aprovação de 47 %. De seguida, realizou-se o teste de aceitação, aos *snacks* de dióspiro (rodela, palito, cubo) e goma, onde foram consideradas as variáveis sensoriais definindo como limite de aceitação 5,0 pontos, numa escala de 1 a 9. Todos foram aceites, com pontuações compreendidas entre 5,15 e 7,33 pontos.

Palavras chave

Medronho, dióspiro, *snack*, fruta em pó e desidratação.

Abstract

The type of living in an urban environment makes consumers choose tasty products, that were previously prepared, easy to consume and at affordable prices.

This work aimed to the development of powdered fruit, based on strawberry tree fruit and persimmon of cultivar(cv) *Rojo Brillhante* and cv. *Fau fau*. *Snacks* and a gum of cv. *Rojo Brillhante*, whith this enabling the consumption of these seasonal fruits, which are underused in the region of Castelo Branco and creating healthy products whith the plus of avoiding waste of food.

The fruits were dehydrated by convection at 60 °C and with an air velocity of 1.2 m s⁻¹, reaching a final moisture of 1 % in powdered strawberry tree fruit, 3 % in powdered persimmon. In *snacks* 1.52 % in the slice, 1.60 % in the chip, 3.23 % in the cube and 14% in the gum. Its kinetics are demonstraded through dehydration curves. The quality of these products was evaluated through physical-chemical and microbiological parameters.

Fresh and dehydrated fruits were nutritionally evaluated, enhancing the fatty acid profile in strawberry tree fruit, highlighting linolenic acid (C18:3) (29.38 % in fresh arbutus and 31.17 % and 21.19 % in strawberry tree fruit dehydrated batch 1 and 2), oleic acid (C18:1) (27.67 % in fresh strawberry tree fruit and 27.42 % and 30.26 % in dehydrated strawberry tree fruit, batch 1 and 2) and linoleic acid (C18: 2) (20.19 % in fresh arbutus and 22.54 % and 20.77 % in dehydrated strawberry tree fruit, batch 1 and 2). As for persimmon, the predominant were palmitic acid (C16:0) (26.01 % and 21.69 % in persimmon powder and gum) and oleic acid (C18:1) (18.70 % and 25, 88 % in persimmon powder and gum).

Persimmon *snacks* (slice, chip and cube) were sensory evaluated by a panel of 60 untrained tasters, through a ranking test, attributing a score between 1 and 3 points, according to their preference, with the slice *snack* being the most appreciated with an approval of 47%. Was carried too for persimmon *snacks* (slice, chip, cube) and gum a acceptance test, defining 5.0 points as the acceptance limit, on a scale from 1 to 9. All were accepted, with scores ranging between 5.15 and 7.33 points.

Keywords

Strawberry tree fruit, persimmon, *snack*, powdered fruit and dehydration.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico.....	2
2.1. Snacks.....	2
2.2. Medronho.....	4
2.3. Dióspiro	8
2.4. Desidratação.....	13
3. Material e Métodos	24
3.1. Material vegetal.....	24
3.2. Obtenção de novos produtos.....	24
3.2.1. Procedimento prévio à desidratação.....	24
3.2.2. Desidratação	26
3.3. Metodologia para avaliação de qualidade.....	27
3.3.1. Determinações físico-químicas.....	27
3.3.2. Determinações microbiológicas	31
3.3.3. Análise sensorial.....	32
3.3.4. Tratamento estatístico	33
4. Resultados e Discussão	34
4.1. Medronho.....	34
4.1.1. Curvas de desidratação.....	34
4.1.2. Composição nutricional do medronho fresco e desidratado.....	35
4.1.3. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em medronho desidratado	38
4.1.4. Parâmetros microbiológicos em medronho desidratado.....	39
4.2. Dióspiro	40
4.2.1. Curvas de desidratação.....	40
4.2.2. Composição nutricional de dióspiro fresco e de produtos desidratados de dióspiro.....	43
4.2.3. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em dióspiro desidratado	49
4.2.4. Parâmetros microbiológicos nos produtos obtidos.....	50
4.2.5. Análise sensorial snacks de dióspiro e goma	52
5. Considerações Finais.....	55
6. Referências Bibliográficas.....	56

Índice de Figuras

Figura 2.1. Informação nutricional por 100 g de alimento associada ao Semáforo Nutricional.....	4
Figura 2.2. Distribuição geográfica do medronheiro.....	5
Figura 2.3. Diferentes estados de maturação do medronho.....	6
Figura 2.4. Forma dos frutos: esférica (A), achatada (B) e oblonga (C).....	10
Figura 2.5. Curva cinética de desidratação com a velocidade de desidratação em função da humidade e temperatura do produto.....	16
Figura 3.1. Processo de obtenção de fruta em pó a partir de medronho e dióspiro...	25
Figura 3.2. Processo de obtenção de <i>snacks</i> desidratados a partir de dióspiro.....	25
Figura 3.3. Processo de obtenção de goma a partir de dióspiro.	26
Figura 3.4. Desidratador direto e descontínuo.....	27
Figura 3.5. Disposição das caixas com dióspiro cortado para monitorização da humidade durante a desidratação. A- 6 tabuleiros de <i>snacks</i> em forma de fatias; B- 4 tabuleiros de <i>snacks</i> em forma de palito; C- 2 tabuleiros de <i>snacks</i> em forma de cubo.	28
Figura 3.6. Amostras codificadas de <i>snacks</i> de dióspiro.....	32
Figura 4.1. Curvas de desidratação de medronho.....	34
Figura 4.2. Curva de desidratação de dióspiro cv. <i>Rojo Brillhante</i> e <i>Fau fau</i>	40
Figura 4.3. Curva de desidratação de <i>snacks</i> de dióspiro.....	41
Figura 4.4. Curva de desidratação do puré de dióspiro cv. <i>Rojo Brillhante</i> para obtenção de goma.....	42
Figura 4.5. Semáforo nutricional por 100g de <i>snack</i> e goma de dióspiro.	48
Figura 4.6. Pontuação de 3 pontos em cada <i>snack</i>	52
Figura 4.7. Intenção de compra dos <i>snacks</i> e goma de dióspiro.	53

Lista de Tabelas

Tabela 2.1. Classificação de snacks em recomendados e não recomendados.....	2
Tabela 2.2. Composição nutricional do medronho por 100g de alimento.....	7
Tabela 2.3. Produção, área e produtividade dos principais países produtores do dióspiro em 2017.....	9
Tabela 2.4. Produção, área e produtividade do dióspiro em Portugal desde 2011 a 2018.	9
Tabela 2.5. Classificação do dióspiro relativamente a adstringência e polinização....	11
Tabela 2.6. Composição nutricional do dióspiro por 100g de alimento.....	13
Tabela 2.7. Exemplos desidratação por convecção de frutos variados.....	18
Tabela 2.8. Exemplos de desidratação por convecção no medronho.	21
Tabela 2.9 - Exemplos de desidratação do dióspiro.	23
Tabela 3.1 - Critérios microbiológicos para fruta desidratada.	31
Tabela 4.1. Composição nutricional de medronho e de medronho em pó.	35
Tabela 4.2. Perfil de ácidos gordos em medronho e medronho em pó.....	37
Tabela 4.3. Açúcares em medronho e medronho em pó.....	38
Tabela 4.4. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em medronho em pó.....	39
Tabela 4.5. Parâmetros microbiológicos em medronho em pó.	39
Tabela 4.6. Composição nutricional de dióspiro fresco e de produtos de dióspiro desidratado.	43
Tabela 4.7. Perfil de ácidos gordos de dióspiro cv. <i>Fau fau</i> em pó e goma de dióspiro cv. <i>Rojo Brilhante</i>	46
Tabela 4.8. Açúcares em dióspiro fresco e em produtos de dióspiro desidratado.....	48
Tabela 4.9. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em produtos de dióspiro desidratado.	49
Tabela 4.10. Parâmetros microbiológicos em dióspiro desidratado.....	51
Tabela 4.11. Resultados obtidos na prova de ordenação dos <i>snacks</i> de dióspiro cv. <i>Rojo Brilhante</i> , segundo a preferência dos consumidores.....	52
Tabela 4.12. Pontuação de aceitação dos <i>snacks</i> e goma de dióspiro.....	53
Tabela 4.13. Classificação dos consumidores sobre o que gostaram mais e menos nos <i>snacks</i> e goma de dióspiro.	54

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

CATAA	Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar
DDR	Dose Diária Recomendada
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
CV	Cultivar
SFA	Ácidos gordos saturados
MUFA	Ácidos gordos monoinsaturados
PUFA	Ácidos gordos polinsaturados

1. Introdução

Existe uma crescente preocupação com os alimentos que ingerimos tendo em conta os seus malefícios e benefícios para a saúde. É importante alterar a visão da sociedade em relação aos seus hábitos alimentares e para essa mudança é necessário apresentar novas perspetivas aos consumidores e, sobretudo, levá-los a querer mudar a sua postura relativamente a uma alimentação saudável e equilibrada (Huseinovic et al., 2016; de Vlieger et al., 2017; Potter et al., 2018).

As restrições de tempo e comodidade fazem com que os consumidores optem por produtos saborosos, de conveniência e a preços acessíveis, como é o caso dos *snacks*, que são alimentos consumidos entre as refeições e quase sempre fora de casa (Mattes, 2018).

A fruta desidratada é considerada um *snack* saudável, pois não tem qualquer adição de açúcares, corantes ou conservantes, sendo também uma fonte de nutrientes, vitaminas e minerais (Méndez-Lagunas et al., 2017). Os excedentes de produção da fruta que não apresentam características de qualidade necessárias à sua comercialização em fresco, como calibres reduzidos e defeitos, são canalizados para a indústria agroalimentar para serem valorizados (Dias, 2017; Santos, 2017). Uma forma de incrementar o seu consumo é recorrer a tecnologias de transformação, como por exemplo a desidratação, proporcionando uma outra opção de consumo de fruta e colocando no mercado novos produtos (Ertekin e Firat, 2017; Takougnadi et al., 2020).

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de fruta em pó e *snacks* à base de fruta, aplicando a desidratação por convecção, com a finalidade de possibilitar o consumo das frutas sazonais subaproveitadas na região, dióspiro e medronho, durante todo o ano, evitando o desperdício alimentar e criando novos produtos.

Este estágio curricular, integrado no Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar, da ESA, foi realizado na CATAA, no âmbito do projeto “Inovação Aberta e Inteligente na Euroace – INNOACE” -, co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, através do Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020.

2. Enquadramento teórico

2.1. Snacks

O *snack* é uma pequena porção de alimento sólido ou líquido, que pode ser ingerido com a intenção de saciar a fome entre as refeições (Potter et al., 2018; Phan, 2019). Em países europeus, o seu consumo representa 4,9 a 7,0 porções de *snacks*/dia (Huseinovic et al., 2016). Nos países do Mediterrâneo, nórdicos e da Europa Central, os *snacks* contribuíram para 14 %, 29 % e 31 % da energia diária, respetivamente (Mattes, 2018).

Segundo De Vlieger et al. (2017) e Potter et al. (2018), os *snacks* podem ser classificados em recomendados e não recomendados (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Classificação de *snacks* em recomendados e não recomendados.

<i>Snacks</i>	Exemplos	
Recomendados	Frutas e legumes:	frescos e desidratados.
	Lacticínios:	iogurtes, queijo e leite.
	Ricos em amido:	pão, leguminosas, bolachas, bolos e pipocas.
	Misturas:	iogurtes com frutas e cereais com leite.
	Outros:	frutos secos e sementes.
Não recomendados	Ricos em gorduras e/ou com elevado teor de sódio:	batatas fritas e amendoins salgados.
	Ricos em gorduras e/ou com elevado teor de açúcares:	bolos, doces, chocolates e refrigerantes.

Adaptado de Vlieger et al. (2017) e Potter et al. (2018).

Os *snacks* de produtos hortofrutícolas são cada vez mais uma tendência (Monteiro, 2016; Morais et al., 2018). Os jovens adultos, com idades compreendidas entre os 18-36 anos, não ingerem a quantidade mínima de fruta recomendada e, por essa razão, uma escolha de *snacks* nutritivos contribui para uma alimentação mais saudável (de Vlieger et al., 2017). Cada vez mais, existe preocupação com a saúde, bem-estar e consumo de alimentos naturais, saborosos e sem corantes nem conservantes (Opara et al., 2009; Adeeko, 2016; Monteiro, 2016; Morais et al., 2018).

O consumo de fruta, enquadrado num estilo de vida saudável, garante o aporte de nutrientes, como a vitamina C, que apresenta propriedades antimicrobianas (Opara et

al., 2009), os minerais, como magnésio e potássio, associados ao controlo da hipertensão (Zhang et al., 2012), a fibra, associada à diminuição de doenças cardiovasculares (Pereira et al., 2004), os compostos fenólicos, com atividade antioxidante (Sreeramulu e Raghunath, 2010) e antivírica (Ryu et al., 2010) e os carotenoides, que diminuem o risco de diabetes tipo 2 (Ylönen et al., 2003).

Como a produção frutícola é sazonal, a fruta não está disponível para os consumidores durante todo o ano (Donno et al., 2019). A fruta pode apresentar calibres reduzidos e defeitos externos, o que leva a que seja rejeitada pelo mercado (Rodrigues, 2017). A economia circular potencia a colocação no mercado de um novo produto originário desta fruta não aproveitada, com qualidade e valor económico (Rodrigues, 2017), devolvendo valor à cadeia e diminuindo o desperdício alimentar (Santos, 2017).

Os *snacks* de fruta desidratada promovem o seu consumo em qualquer altura e lugar (Méndez-Lagunas et al., 2017), pois a desidratação é considerada um dos melhores métodos para preservar e prolongar a vida útil (Mphahlele et al., 2019). A fruta desidratada pode ser facilmente armazenada e distribuída durante todo o ano e é considerada como uma alternativa mais saudável, quando comparada com outros *snacks* com elevado teor em sódio e açúcares (Donno et al., 2019).

Estes *snacks* são na sua maioria, barritas, bolachas (Carunchia et al., 2015), mistura de cereais com fruta (Kurtzman e James, 2006), *fruit leather*, sumos naturais ou processados (Wellard et al. 2014), fruta com diferentes formatos, como morangos em cubos (Méndez-Lagunas et al., 2017), cascas de romã (Mphahlele et al., 2019), bananas laminadas (Takounadi et al., 2020), medronhos (Orak et al., 2012; Aktas et al., 2013), dióspiros em fatias (Senadeera et al., 2020), *chips* (Jia et al., 2019), cubos (Bozkir et al., 2019) e rodela (Bölek e Obuz, 2014). O dióspiro em pó (Karaman et al., 2014) e ameixa em pó (Michalska et al., 2016) podem ser utilizados na indústria da pastelaria (Salehi e Aghajanzadeh, 2020).

Adeeko (2016) concluiu que as motivações na escolha de *snacks* de frutas eram carácter saudável (70%), conveniência (44%) e sabor (21%). A indústria alimentar, tendo em conta a mudança de cultura, em que comer em horários e locais não tradicionais ganhou aceitação social, respondeu com produtos de conveniência e preços acessíveis (Mattes, 2018). Sabendo que a hora do dia desempenha um papel importante na escolha dos alimentos, esta pode ser utilizada como uma nova oportunidade para conduzir o consumidor a fazer escolhas mais saudáveis (Phan, 2019).

Os perfis nutricionais destinam-se a evitar situações em que as alegações nutricionais ou de saúde escondam o estatuto nutricional geral de um alimento, o que pode induzir os consumidores em erro ao tentarem efetuar escolhas saudáveis no contexto de um regime alimentar equilibrado (CE, 2006). Uma das formas de contribuir para escolhas mais saudáveis no momento da compra é através da interpretação da informação nutricional que consta no rótulo. O Semáforo Nutricional

(TLL, *Traffic Light Labeling*) inicialmente desenvolvido pela *Food Standards Agency*, do Reino Unido, mostrou ser um método intuitivo e prático, que permite a comparação com outros produtos (Cordeiro et al., 2010), este consiste na aplicação de um código de três cores (verde, amarelo e vermelho) nos rótulos alimentares, facilitando a leitura da quantidade de nutrientes, designadamente gordura, gordura saturada, açúcares e sal (Figura 2.1). O vermelho significa que o alimento tem excesso de determinado nutriente e só devemos consumi-lo ocasionalmente ou em pequenas quantidades, a cor amarela revela uma concentração moderada, portanto é uma escolha aceitável, contudo deve ser consumido com moderação, e, por último, o verde indica uma concentração baixa e é uma opção saudável, pode ser consumido regularmente (Cosgrove et al., 2018).

	GORDURA (Lípidos)	GORDURA SATURADA	AÇÚCARES	SAL
ALTO	mais de 17,5g	mais de 5g	mais de 22,5g	mais de 1,5g
MÉDIO	entre 3 e 17,5g	entre 1,5 e 5g	entre 5 e 22,5g	entre 0,3 e 1,5g
BAIXO	3g ou menos	1,5g ou menos	5g ou menos	0,3g ou menos

Figura 2.1. Informação nutricional por 100 g de alimento associada ao Semáforo Nutricional. Fonte: Direção Geral de Saúde (2017).

Uma das novas tendências de 2020 foi a *snackification*, que consiste em oferecer produtos de conveniência saudáveis, de uma maneira fácil e rápida, através de *snacks*. As empresas nacionais que apostem na diferenciação, em conhecer melhor os mercados, as tendências, a distribuição, a logística e os padrões de consumo, com o intuito de aumentar os seus lucros, melhorarem os níveis de notoriedade e reconhecimento, angariarem novos consumidores, reforçarem a presença nos mercados em que atuam e expandirem-se para outros, podem obter resultados de mercado mais viáveis (Tecnoalimentar, 2020).

Uma das tendências de 2021 é o consumo de frutas sazonais e locais devido ao benefício que estas aportam para saúde e meio ambiente (Tecnoalimentar, 2021).

2.2. Medronho

O medronheiro é uma planta mediterrânea, predominante em Portugal, Espanha, França, Itália e Grécia (Figura 2.2) (Molina et al., 2011; Ribeiro, 2016), bem como noutras regiões com verões quentes e invernos chuvosos (Morgado et al., 2018).

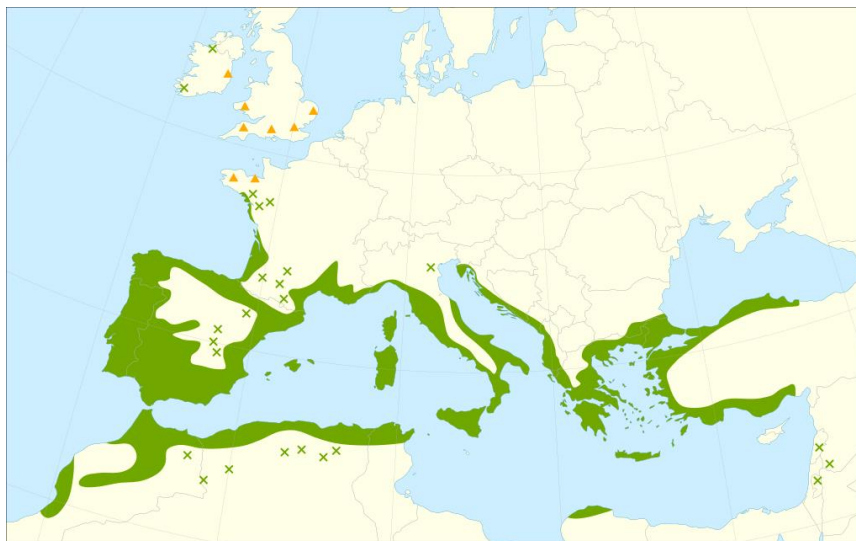


Figura 2.2. Distribuição geográfica do medronheiro. Fonte: Gomes et al. (2019).

Está disperso por todo o território português, nomeadamente no centro norte e no sul, podendo também ser encontrado em grandes plantações em Oleiros e Pampilhosa da Serra, com uma área de produção de 15 a 36 ha, respetivamente (Fonseca, 2014).

Na década de 70 do século XX, a produção anual de medronho a nível nacional era cerca de 13000 toneladas (t), porém com o abandono no sector agrícola, sobretudo na zona das serras algarvias, devido à alteração do estilo de vida e da emigração rural, verificou-se uma diminuição muito significativa da produção deste fruto. Em 2005, terá atingido aproximadamente 3000 t (Ribeiro, 2016).

O medronheiro (*Arbutus unedo* L.) pertence à família *Ericaceae* e ao género *Arbutus*. Na região do Mediterrâneo nascem espontaneamente três espécies deste género, designadamente *A. unedo*, *A. andrachne* e *A. x andrachnoides* (hibrido dos primeiros) (Anastácio, 2014).

Este arbusto de folha perene, é muito rústico, vivendo em terrenos pobres e com deficiência de água e possui um período reprodutivo longo. As condições climáticas podem afetar a produção e a composição nutricional dos frutos (Anastácio, 2014). A sua copa é arredondada e irregular, possui tronco tortuoso e ritidoma (casca) fendilhado, geralmente acastanhado (Alves, 2012). Os ramos são eretos, quando jovens são avermelhados (Fonseca, 2014). As folhas são verdes, simples, alternadas e de margem serrada, com cerca de 8 x 3 cm, coriáceas, lanceoladas ou oblongas e com um brilho ceroso na página superior (Fonseca, 2014), de cor verde-claro quando jovens e verde-escuro intenso quando adultas (Figueiredo, 2017). As flores são hermafroditas, com inflorescências pendentes de 4 a 5 cm, apresentam cor rosa esbranquiçada, o cálice tem forma de campânula (Alves, 2012), a corola é urceolada, com cinco pétalas esbranquiçadas ou ligeiramente rosadas (Figueiredo, 2017). A floração ocorre todos os anos durante o inverno (Fonseca, 2014).

O medronho é um fruto do tipo indeiscente e subtipo baga, pois apresenta uma forma arredondada (Tola, 1997), epicarpo com saliências piramidais vermelhas escuras quando maduro, mesocarpo carnudo e succulento amarelado e várias sementes (Figueiredo, 2017) e pode apresentar 2,5 a 19,5 g (Gomes et al., 2019). Estes frutos demoram um ano para amadurecer, sendo possível encontrar, na mesma árvore, simultaneamente flores e frutos, estes apresentam uma cor inicial verde que ao longo da maturação passa pelo amarelo até atingir o vermelho (maduro) (Figueiredo, 2017), como podemos observar na Figura 2.3.



Figura 2.3. Diferentes estados de maturação do medronho.

Este é um fruto climatérico e no processo de maturação ocorre a degradação das clorofilas e um aumento de antocianinas e carotenoides, provocando a alteração na pigmentação do epicarpo, o estreitamento das paredes celulares, a dissolução da lamela média e a perda de turgescência, leva ao amolecimento do fruto. A alteração do sabor ocorre devido à produção de uma complexa mistura de compostos voláteis que interagem com a produção de açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos (Anastácio, 2014). Em estado de maturação avançado, os frutos apresentam coloração vermelha escura na superfície e polpa amarelo-laranja. Os frutos podem começar a fermentar na árvore, atingindo um teor alcoólico de cerca de 0,02-0,5% (Fonseca, 2014).

O fruto do medronheiro é sazonal, disponível durante um curto período ótimo de consumo, de setembro a dezembro, o que limita a sua comercialização (Gomes et al., 2019). É muito perecível, exigindo um transporte cuidadoso (Molina et al., 2011) e refrigeração 2-6 °C (Gomes et al., 2019). Durante a pós-colheita ocorrem perdas de peso e modificações de cor e de textura, que podem comprometer a qualidade do produto fresco (Guerreiro et al., 2013; Anastácio, 2014).

Como mostra a Tabela 2.2, o medronho é constituído essencialmente por água (Alves, 2012; Guerreiro et al., 2013), apresenta um elevado teor de hidratos de carbono (9 % DDR) (Barros et al., 2010), como monossacarídeos (frutose e glicose) (Vidrih et al., 2013; Morgado et al., 2018) e polissacarídeos (celulose e amido) (Morgado et al., 2018), proteína (2 % DDR), minerais, predominando o magnésio (81 % DDR), o fósforo (24 % DDR) e o cálcio (13% DDR) (Özcan e Hacisferogullan, 2007; Alves, 2012). Tem vitamina C (60 % DDR) e é rico em fibras (17 % DDR) (Ruiz-Rodríguez et al., 2011), que se dividem em duas categorias: as solúveis e as insolúveis. As fibras solúveis dissolvem-se em água e formam um gel no intestino, dificultando a

absorção de compostos tais como, os glúcidos simples, os lípidos e o colesterol, assim, a absorção destes compostos é mais lenta, que resulta na manutenção dos níveis de glicemia. As fibras insolúveis não se misturam em água retendo substâncias tóxicas ingeridas e produzidas ao longo do trato intestinal, tornando o movimento dos alimentos pelo organismo mais lento aumentando o volume fecal e estimulando a motilidade intestinal pela distensão do cólon (Wong et al., 2017).

Tabela 2.2. Composição nutricional do medronho por 100 g de alimento.

Composição nutricional	100 g de parte edível	% DDR*
Energia	161,20 kcal	8
	674,91 kJ	
Lípidos	0,60 g	1
Dos quais saturados	0,12 g	
Hidratos de carbono	23,55 g	9
Dos quais açúcares	16,21 g	18
Proteínas	1,02 g	2
Fibra	6,40 g	17
Sódio	7,52 mg	5
Cálcio	101,19 mg	13
Ferro	5,11 mg	37
Potássio	99,43 mg	5
Fósforo	169,78 mg	24
Magnésio	302,91 mg	81
Zinco	3,00 mg	30
Manganês	0,90 mg	45
Cobre	0,82 mg	82
Vitamina A (Retinol)	0,30 mg	38
Vitamina C (Ácido ascórbico)	48,19 mg	60
Vitamina E (Tocoferol)	0,32 mg	3

*DDR (Dose Diária Recomendada) do nutriente que é satisfeita por uma porção de 100 g do alimento, tendo como referência uma ingestão diária de 2000 kcal, segundo o Regulamento (UE) nº 1169/2011. Adaptado de Barros et al. (2010); Salem et al. (2018) e Ruiz-Rodríguez et al. (2011).

O medronho apresenta elevado interesse nutricional, devido ao baixo teor em lípidos (1 % DDR) e elevado conteúdo de ácidos gordos polinsaturados, ácido linolénico e ácido linoleico e monoinsaturados, ácido oleico. Sendo estes ácidos gordos essenciais, ómega-3, ómega-6 e ómega-9 respetivamente que não sendo sintetizados pelo organismo humano, existe a necessidade de o obter através alimentação (Barros et al., 2010; Alves, 2012).

O medronho apresenta uma elevada atividade antioxidante, que é atribuída ao elevado teor de flavonoides, ácido elágico, vitaminas C, E e carotenoides (Pallauf et al.,

2008). No que se refere ao efeito destes nutrientes na saúde, são necessárias mais pesquisas de forma a demonstrar a sua importância. Também é necessário validar a bioatividade demonstrada *in vitro* e pré-clinicamente, nos modelos de doenças humanas em culturas celulares através de ensaios clínicos (Morgado et al., 2018).

O medronheiro é uma espécie com importância ecológica, ornamental, económica, alimentar e medicinal. A nível ecológico, desempenha funções na proteção da fauna e na preservação dos solos, pois encontra-se em solos pobres, irregulares, rochosos, alcalinos ou ácidos. É considerada uma espécie ornamental, pois os seus ramos são utilizados para arranjos florais e a planta é utilizada como arbusto ornamental em espaços verdes. A nível económico e alimentar, o fruto é utilizado em culinária e pastelaria (Alves, 2012) e pode ser transformado em vários produtos, como por exemplo, compotas (Molina et al., 2011), aguardente (Figueiredo, 2017), licor, vinagre, medronho em calda, gelados, pão, bombons (Martins et al., 2014), sidra (Pallauf et al., 2008), gomas, preparados de fruta, *snacks* de fruta desidratada e produtos de pastelaria (Gomes et al., 2019). O mel uni floral de medronho também é muito conhecido nas regiões mediterrâneas e muito apreciado por *foddies* e especialistas em mel (Afrin et al., 2019). A nível medicinal, este fruto apresenta efeitos benéficos para a saúde que são conhecidos desde os tempos da Grécia Antiga (Ruiz-Rodríguez et al., 2011) e estão relacionadas com a presença de compostos polifenólicos na sua composição (Morgado et al., 2018; Afrin et al., 2019). Este fruto é utilizado no desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de doenças neurodegenerativas, oncológicas (Morgado et al., 2018), doenças renais (El-Hilaly et al., 2003), gastrites (Cornara et al., 2009), gastrointestinais, dermatológicas, cardiovasculares, urológicas (Leonti et al., 2009). Apresenta efeito diurético (González et al., 2010) e atividade antimicrobiana (Salem et al., 2018).

2.3. Dióspiro

O dióspiro é originário da China, mas rapidamente se disseminou pelo Japão e Coreia (Regato e Guerreiro, 2013) e tornou-se numa cultura promissora no Brasil e em alguns países do Mediterrâneo, como Portugal, Espanha e Itália (Bubba et al., 2009).

Em 2016, o dióspiro tinha uma produção mundial de aproximadamente 5 milhões de t, correspondendo a 0,75 % do total da produção de fruta (Direito, 2019). Em 2017, na Ásia produziram-se cerca de 5,1 milhões t, seguida pela Europa com 455 mil t e pela América com 181 mil t. Relativamente à área, temos a Ásia, Europa e América, com aproximadamente 1 milhão, 21,4 mil e 8,2 mil ha, respetivamente.

A Tabela 2.3 mostra a produção, a área e a produtividade dos maiores produtores de dióspiro. Apesar de a China ser o maior produtor, tem menor produtividade comparado com os outros, o Brasil tem o maior rácio de produtividade (Matheus et al., 2020).

Tabela 2.3. Produção, área e produtividade dos principais países produtores do dióspiro em 2017.

Região/País	Produção (t)	Área (ha)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Mundo	5750368	1074793	5350
China	4154809	976210	4256
Espanha	404131	18256	21814
República Checa	378991	26321	14399
Japão	225300	19800	11379
Brasil	180800	8061	22429
Azerbaijão	147219	9835	14969

Adaptado de Matheus et al. (2020).

É uma cultura muito antiga em Portugal, assumindo inicialmente maior produção a norte do país. Durante muitos anos a produção de dióspiro era bastante escassa e predominavam os frutos com elevada adstringência. Contudo, a situação modificou-se quando começaram a aparecer novas cultivares, oriundas de Espanha e de Itália (Regato e Guerreiro, 2013). Em 2018, a produção deste fruto foi de 4352 t ano⁻¹, como podemos ver na Tabela 2.4 de 2011 até 2018, a produção nacional aumentou cerca de uma tonelada.

Tabela 2.4. Produção, área e produtividade do dióspiro em Portugal desde 2011 a 2018.

Anos de Produção	Produção (t)	Área (ha)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
2011	3434	110	17 343
2012	3479	115	16 786
2013	3497	120	16 531
2014	3969	130	17 982
2015	4097	133	17 915
2016	4317	137	17 513
2017	4375	140	17 779
2018	4352	140	16 725

Adaptado de INE 2011 a 2018.

A cultura do diospireiro, em Portugal, localiza-se principalmente no litoral, no Algarve e entre os rios Douro e Vouga (Anacleto, 2013; Regato e Guerreiro, 2013; Soares, 2016).

Em Castelo Branco, esta cultura já existe há algumas décadas. Inicialmente, os habitantes da freguesia do Ladoeiro produziam grandes quantidades de dióspiro, devido à elevada procura. Os interessados compravam os frutos ainda verdes e aguardavam o seu amadurecimento pós-colheita, mas o consumo foi diminuindo ao longo dos anos. Mais tarde, foram plantados pomares com maior aptidão para o mercado, com a disseminação da cultivar (cv.) *Rojo Brilhante* (Soares, 2016).

O dióspiro pertence à família botânica *Ebanaceae* e ao género *Diospyros*, que possui mais de 2000 espécies de interesse comercial, como extração de madeira (*Diospyros ebenum*), paisagismo (*Diospyros incostans* e *Diospyros rhombifolia*), extração de taninos (*Diospyros oleifera*) e produção frutícola (*Diopyros kaki*) (Kluge e Tessmer, 2018).

O diospireiro (*Diospyros kaki* Thumb.) é uma árvore de crescimento muito lento que não ultrapassa 10 m de altura. O tronco é geralmente torcido, curto, apoiando uma copa muito ramificada e aberta (Soares, 2016). As flores ocorrem na axila das folhas de ramos de crescimento do ano e estas podem ser masculinas, femininas ou hermafroditas. As flores femininas são brancas e aparecem isoladas, enquanto que as masculinas aparecem em grupos de três e têm tonalidade rosada. Muitas cultivares são partenocárpicas, não havendo necessidade de polinização da flor para a ocorrência de fruto, que nestes casos se desenvolve sem sementes. Quando as flores são polinizadas, os frutos podem conter até oito sementes (Kluge e Tessmer, 2018). Trata-se de um fruto do tipo indeiscente e subtipo baga, com epicarpo membranoso, mesocarpo carnudo e suculento e endocarpo delgado, englobando os dois últimos a semente (Tola, 1997) e pode apresentar 250-350 g (Kluge e Tessmer, 2018).

É um fruto climatério, em que, ao longo da maturação, ocorre a degradação das clorofilas e o aumento de carotenoides, provocando uma alteração na pigmentação, a cor inicial verde, quando madura evolui para próxima do laranja, laranja avermelhada ou vermelha (Matheus et al., 2020). A polpa é viscosa vermelho-alaranjada, consoante o teor em taninos, é constituída principalmente por mucilagem e pectina, que lhe conferem a sua textura característica. Quanto à forma, existem cultivares com frutos esféricos (*Fau fau*), achatados (*Coroa de Rei*) e oblongos (*Rojo Brillhante*) (Figura 2.4) (Alves, 2012; Direito, 2019).

No processo de maturação, ocorrem alterações na cor, textura, condensação dos taninos, degradação dos hidratos de carbono e ácidos orgânicos (Salvador et al., 2007; Kluge e Tessmer, 2018).

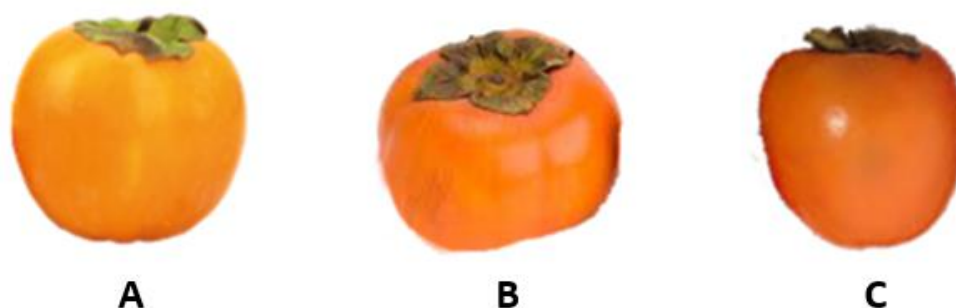


Figura 2.4. Forma dos frutos: esférica (A), achatada (B) e oblonga (C).

É uma fruta de carácter sazonal, sendo a sua comercialização realizada maioritariamente nas zonas de produção. Em Portugal, a comercialização decorre entre outubro e dezembro (Anacleto, 2013). Os dióspiros são muito perecíveis e requerem manipulação, transporte e armazenamento muito cuidadosos (Jia et al., 2019; Senadeera et al., 2020).

As cultivares de dióspiro podem ser adstringentes ou não (Tessmer et al., 2016; Kluge e Tessmer, 2018) e cada uma delas é ainda dividida em dois subtipos, variável ou constante, dependendo da presença de sementes e da cor da polpa (Yamada e Sato, 2002) (Tabela 2.5).

Tabela 2.5. Classificação do dióspiro relativamente a adstringência e polinização.

Sigla	Definição	Exemplos de cultivares
Não adstringente, polinização constante (PCNA)	Não adstringentes Com ou sem sementes. Polpa laranja clara.	<i>Cal Fuyu, Hana Fuyu, Jiro O Goshō e Tenjin O Goshō</i>
Adstringente, polinização constante (PCA)	Adstringentes Com ou sem sementes. Polpa laranja clara.	<i>Taubaté, Hachiya, Pomelo Rubi e Fuji.</i>
Não adstringente, polinização variável (PVNA)	Não adstringentes, Se apresentarem sementes. Polpa laranja escura.	<i>Zenjimarū, Shogatsu, Mizushima, Fau fau Amankaki, Tipo, Thiene, Nishimurawase e Akagaki.</i>
Adstringente, polinização variável (PVA)	Adstringentes, Com ou sem sementes. Polpa laranja escura ao redor das sementes.	<i>Aizumishirazu, Rama Forte, Giombo, Rojo Brilhante, Tome Wase e Triumph.</i>

Adaptado de Yamada e Sato (2002); Veberic et al. (2010); Tessmer et al. (2016); Verdú (2017).

Os taninos interagem com enzimas presentes na saliva, principalmente a amilase, provocando uma sensação de secura no palato, caracterizando a adstringência indesejável (Liu et al., 2019). Nas cultivares não adstringentes a produção de acetaldeído pelas sementes leva à insolubilização dos taninos presentes na fruta, isto não acontece nas PCA pois a produção de compostos voláteis pelas sementes é praticamente nula. Nas PCNA a diminuição ocorre mesmo sem a presença de sementes, devido ao desenvolvimento dos taninos ser interrompido precocemente (Tessmer et al., 2016).

As cultivares não adstringentes podem ser consumidas imediatamente, enquanto que as adstringentes amadurecem normalmente ou necessitam de um tratamento pós-colheita, como aplicação de dióxido de carbono ou de etanol para remover a adstringência (Yamada and Sato, 2002; Bubba et al., 2009; Kluge e Tessmer, 2018) como por exemplo, a exposição de frutas a altas concentrações de dióxido de carbono (95% - 98%) por 24 a 36 h (Munera et al., 2017) e aplicação de etanol durante 48 h

(Yamasaki et al., 2017). Estes tratamentos pós-colheita promovem um aumento de acetaldeído na polpa dos frutos, o que provoca a polimerização das moléculas de taninos solúveis, transformando-os num composto com consistência gelatinosa, insolúvel e não adstringente (Munera et al., 2017).

O fruto na sua composição nutricional (Tabela 2.7), contém como principais constituintes, hidratos de carbono (7 % DDR), na sua maioria açúcares (14 % DDR) mono e dissacarídeos, representados por glicose, frutose e sacarose, água, minerais predominando potássio (12 % DDR), fósforo (2 % DDR) e cálcio (2 % DDR), vitamina A (20 % DDR) e fibra (4 % DDR) (Matheus et al., 2020).

A ingestão diária de fibra recomendada é de 38 g (NIHO, 2020), o dióspiro, apresenta um teor de fibra (4 % DDR), que é influenciado pela ingestão da casca, local onde se verifica maior concentração. A casca do dióspiro é uma fonte importante de fibra alimentar (40,35 g 100 g⁻¹), vitamina C, compostos fenólicos (160–250 mg) e carotenoides (2 mg 100 g⁻¹), que apresentam elevada capacidade antioxidante, níveis mais altos de alguns minerais do que a polpa, como potássio, magnésio, manganês, cobre e zinco. A polpa também é uma fonte de vitaminas C e A, minerais como cálcio e ferro, além de compostos fenólicos como os carotenoides (Yaquub et al., 2016). O dióspiro apresenta baixo teor em lípidos e elevado conteúdo de ácidos gordos monoinsaturados, ácido palmítico e oleico (Kim et al., 2018).

Tabela 2.6. Composição nutricional do dióspiro por 100 g de alimento.

Composição nutricional	100 g da parte edível	% DDR*
Energia	65/274 kcal/kJ	3
Lípidos	0,19 g	0
Dos quais saturados	0,02 g	0
Hidratos de carbono	18,59 g	7
Dos quais açúcares	12,53 g	14
Proteínas	0,60 g	1
Fibra	1,50 g	4
Sódio	5,00 mg	0
Cálcio	10,00 mg	1
Ferro	0,20 mg	1
Potássio	230,00 mg	12
Fósforo	13,00 mg	2
Magnésio	7,00 mg	2
Zinco	0,10 mg	1
Vitamina A (Retinol)	0,18 mg	20
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,05 mg	4
Vitamina C (Ácido ascórbico)	3,00 mg	3

*DDR (Dose Diária Recomendada) do nutriente que é satisfeita por uma porção de 100 g do alimento, tendo como referência uma ingestão diária de 2000 kcal, segundo o Regulamento (UE) nº 1169/2011. INSA (2010) e Yaqub et al. (2016).

O dióspiro apresenta, atividade antioxidante, antimicrobiana (Liu et al., 2019) e propriedades anti tumorais (Kawase et al., 2003; Alasalvar and Shahidi, 2013) e também é utilizado no tratamento de doenças como, a hipertensão, hemorragias (Uchida et al., 1995), colesterol elevado (Matsumoto et al., 2006) e diabetes (Lee et al., 2006).

Devido às suas propriedades bioativas, é um fruto com potencial para o desenvolvimento de novos produtos alimentares (Karaman et al., 2014). Existem no mercado vários produtos com dióspiro, tais como gelados (Vital et al., 2018), iogurtes (Karaca et al., 2019), compotas, geleias (Shinwari e Rao, 2018), vinagre (Zou et al., 2017) e *snacks* desidratados (Senadeera et al., 2020).

2.4. Desidratação

A desidratação é uma das técnicas mais antigas para preservar alimentos por um período prolongado (Ertekin e Firat, 2017; Boyer e Huff, 2018) Este processo é um fenómeno físico muito complexo, devido à ocorrência simultânea de transferência de energia sob a forma de calor, evaporando a água presente na superfície do produto, e consequente transferência da água interna até à sua superfície facilitando a

evaporação. Ou seja, este processo combina transferência de calor (aquecimento do produto) e de massa (remoção de água). A transferência de calor pode ser realizada por convecção, condução e radiação (Maisnam et al., 2017). Por esse motivo, o estudo da cinética de secagem utiliza uma abordagem empírica, que consiste em acompanhar a evolução da humidade do produto ao longo do processo (Takougnadi et al., 2020).

Os métodos de desidratação podem ser classificados em naturais e artificiais. Os métodos naturais, em que se utiliza a radiação solar para remover a água dos alimentos, têm como desvantagens a dependência das condições climáticas e o baixo rendimento. Os métodos artificiais utilizam desidratadores, sendo os mais comuns os de tabuleiro por convecção de ar quente, de túnel, de tambor, a vácuo, liofilizadores e *spray dryers*, que possuem a capacidade de remover grande quantidade de água e com eficiência (Maisnam et al., 2016).

Os desidratadores podem ser classificados, segundo o fluxo do produto, em contínuos, em que a entrada e saída de produto durante um ciclo é contínua, e descontínuos, em que o produto é desidratado por ciclos de tempo. Relativamente ao modo como operam, os desidratadores podem ser diretos, em que o produto é desidratado por contacto com superfícies aquecidas, ou indiretos, em que o calor é fornecido ao produto através de uma corrente de ar quente (Dias, 2017).

O processo de desidratação reduz os custos de embalagem, armazenamento e transporte devido à diminuição do peso e volume. Apresenta custos reduzidos e um impacto ambiental mínimo (Dias, 2017; Asioli et al., 2019). Também é utilizado para modificar o sabor e textura para atender às preferências dos consumidores e aumentar o valor de mercado do produto (Castro, 2013; Takougnadi et al., 2020). Por exemplo, a fruta desidratada é uma alternativa aos *snacks* com elevado teor em sal ou açúcar, devido ao seu sabor e benefícios que apresenta para a saúde (Morais et al., 2018), é rica em nutrientes (proteínas, hidratos de carbono, fibras e minerais) e fitoquímicos, como os polifenóis, na sua maioria catequinas de rápida absorção e elevada biodisponibilidade (Alasalvar e Shahidi, 2013).

A maioria dos alimentos são desidratados por convecção (Castro et al., 2018). As frutas podem ser desidratadas com ou sem casca (pois esta pode diminuir a permeabilidade) e em vários formatos (inteiras, fatiadas e puré) (Duarte, 2012).

A desidratação apresenta como principal característica a redução da atividade de água, que representa a água livre presente no produto e que está disponível para reações enzimáticas e químicas de degradação, bem como para o desenvolvimento microbiano (leveduras, fungos e bactérias), (Jangam et al., 2010; Dias, 2017). Os valores de atividade da água inferiores a 0,6 limitam o crescimento da maioria dos microrganismos causadores de deterioração e retardam as reações enzimáticas (Singh e Heldman, 2009; Boyer e Huff, 2018), prologando o tempo de prateleira por um período superior ao dos produtos frescos (Maisnam et al., 2016). Alimentos que contêm proteínas e hidratos de carbono, são propensos a reações de escurecimento não enzimático, reações de Maillard, que promovem o desenvolvimento de uma

coloração acastanhada, de aromas característicos e também podem provocar diminuição da solubilidade das proteínas, alteração de textura e aparecimento de gosto amargo. A reação de Maillard atinge o máximo de velocidade para atividade da água entre 0,6 e 0,8 (Kong e Singh, 2016).

O processo de desidratação pode ser monitorizado através da humidade do produto em função do tempo. Na Figura 2.5 estão representadas três curvas e três fases distintas de desidratação (Takounadi et al., 2020).

A curva (a) representa a variação da temperatura do produto durante a desidratação.

A curva (b) representa a diminuição do teor de água do produto durante o processo.

A curva (c) representa a velocidade de desidratação do produto.

(1) A fase inicial, aquecimento do produto (Takounadi et al., 2020), o ar quente provoca um aumento gradual da temperatura do produto (Pereira, 2017) e, por consequência, aumenta a evaporação de água. Esta fase geralmente é muito curta em comparação com o tempo total de desidratação (Takounadi et al., 2020).

(2) Seguidamente, na fase de cinética de desidratação constante (Takounadi et al., 2020), ocorre um movimento rápido da água livre por ação capilar do interior do produto para a sua superfície, resultando numa perda de humidade gradual (Takounadi et al., 2020), ao longo deste período o movimento é suficiente para acompanhar a perda de água por evaporação na superfície (Pereira, 2017), mantendo a cinética de desidratação e a temperatura do produto (Castro, 2013). Durante esta fase, a taxa de desidratação não depende da natureza do produto, mas apenas das condições de desidratação (Takounadi et al., 2020).

(3) Nesta fase, ocorre um decréscimo da velocidade de desidratação (Takounadi et al., 2020), sendo menos acentuada no final do processo, pois a água neste período encontra-se fortemente ligada aos componentes do alimento, dificultando assim a sua deslocação para a superfície do produto, levando ao aumento exponencial da sua temperatura (Castro, 2013). O produto no fim deste processo apresenta um baixo teor de água e uma elevada concentração em açúcares redutores (Pereira, 2017).

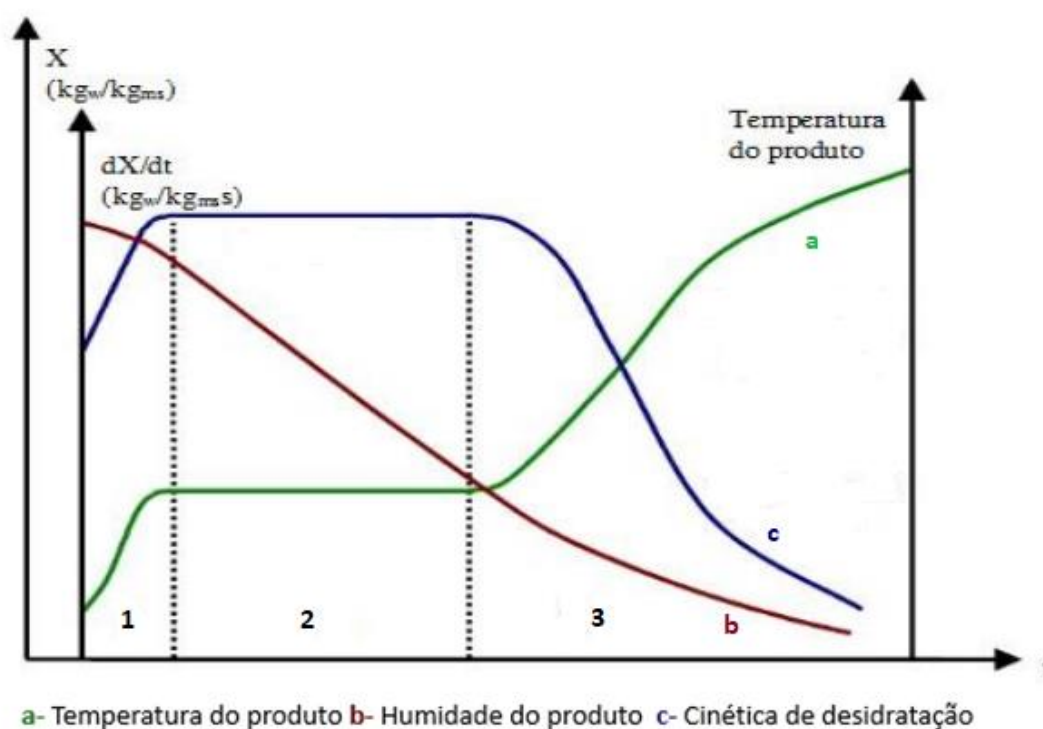


Figura 2.5. Curva cinética de desidratação com a velocidade de desidratação em função da umidade e temperatura do produto (Adaptado de Pereira, 2017)

As variáveis do processo a considerar são a temperatura, velocidade de circulação do ar, forma, tamanho e superfície do produto (Takougnadi et al., 2020).

A Tabela 2.7 resume estudos de desidratação por convecção em várias frutas, em que a velocidade de circulação do ar varia entre 0,8 e 2,8 m s⁻¹ e a temperatura entre 40 e 70 °C.

Nos exemplos apresentados, o único pré-tratamento utilizado foi a imersão de morangos em cloreto de cálcio a 1 % a 25 °C por 15 min para evitar a degradação das antocianinas (Méndez-Lagunas et al., 2017). Takougnadi et al. (2020) para desidratação de bananas refere que a temperatura de 65 °C, revelou melhor eficiência energética, qualidade organoléptica e escurecimento enzimático limitado, quando comparada com outras temperaturas. A temperatura de 50 °C é a que mantém melhor a atividade antioxidante nos morangos (Méndez-Lagunas et al., 2017), nos mirtilos Martín-Gómez et al. (2020) também demonstrou que esta temperatura é a que melhor preserva os compostos fenólicos e nas ameixas Michalska et al. (2016) refere que 70 °C foi a que obteve melhores resultados neste parâmetro.

O tempo de desidratação está relacionado com a temperatura utilizada, ou seja, quanto mais elevada for a temperatura menor é o tempo de secagem (Méndez-Lagunas et al., 2017; Mphahlele et al., 2019; Martín-Gómez et al., 2020). Alguns autores definiram um determinado valor de umidade como critério para o término

da desidratação (Michalska et al., 2016; Martín-Gómez et al., 2020; Takougnadi et al., 2020) e outros selecionaram a humidade de equilíbrio (Mphahlele et al., 2019).

Quando comparados no que diz respeito à obtenção de produtos de alta qualidade, o método de liofilização é considerado o melhor, pois permite a maior retenção de compostos bioativos durante a desidratação. A desidratação a vácuo e micro-ondas apresenta um tempo de desidratação mais curto. A desidratação convectiva apresentou uma diminuição da atividade antioxidante. A combinação da desidratação convectiva com micro-ondas e desidratação a vácuo e micro-ondas permitem uma melhor preservação dos compostos fenólicos (Michalska et al., 2016).

Tabela 2.7. Exemplos desidratação por convecção de frutos variados.

Produto e sua preparação	Condições de desidratação		Tempo (min)	Humidade				Referência bibliográfica
	Velocidade do ar (m s ⁻¹)	Temperatura (°C)		Inicial		Final		
				Base húmida (%)	Base seca (g g ⁻¹)	Base húmida (%)	Base seca (g g ⁻¹)	
Ameixas								
(<i>Prunus domestica</i> L. cv. Valor)	0,8	60	3240	85,34	5,82	8,30	0,09	Michalska et al. (2016)
Descaroçadas e cortadas em metades		70				8,00	0,08	
Morango								
(<i>Fragaria ananassa</i> L. cv. Diamante)	1,5	50	360	—		13,79	0,16	Méndez-Lagunas et al. (2017)
Cubos (10 mm de aresta)		60	300			8,26	0,09	
Romã								
(<i>Punica granatum</i> L. cv. Wonderful)	1,0	40	1320	70,30	2,37	8,51	0,093	Mphahlele et al. (2019)
Casca (20x20x5mm)		50	1020			8,59	0,094	
		60	720			8,76	0,096	

Tabela 2.7. Continuação

Bananas		45	190			10,15	0,11	
(<i>Musa acuminata</i> Cavendish)				73,11	2,72	9,07	0,10	Takounadi et al. (2020)
Descascadas e laminadas (5 mm)	—	65	160			5,69	0,06	
						6,06	0,06	
Mirtilo								
(<i>Vaccinium corymbosum</i>)		30	1920					
Frutos inteiros	—			85,44	5,87	74,62	2,94	Martín-Gómez et al. (2020)
		40	1440					
		50	840					

Na Tabela 2.8. estão representados estudos de desidratação por convecção no medronho. Os pré-tratamentos utilizados para aumentar a permeabilidade dos frutos e diminuir o tempo de desidratação foram a imersão em oleato de etilo a 2 % e carbonato de potássio a 4 %, durante 1 minuto e o branqueamento que em água a 80°C durante 1 minuto (Orak et al., 2012; Aktas et al., 2013). A velocidade do ar aplicada foi de 1,5 m s⁻¹ em todos os estudos e a temperatura mais utilizada foi 60 °C. Aktas et al. (2013) concluiu que os frutos cortados ao meio, com aplicação de branqueamento e desidratação a 60 °C apresentaram melhor qualidade organoléptica (Aktas et al., 2013).

Comparativamente com a desidratação por convecção a liofilização preserva melhor a atividade antioxidante, características nutricionais e cor dos frutos. (Orak et al., 2012).

Tabela 2.8. Exemplos de desidratação por convecção no medronho.

Medronho (<i>Arbutus unedo</i> L.)	Condições de desidratação		Tempo (min)	Humidade				Referência bibliográfica
	Velocidade do ar (m s ⁻¹)	Temperatura (°C)		Inicial		Final		
				Base húmida (%)	Base seca (g g ⁻¹)	Base húmida (%)	Base seca (g g ⁻¹)	
Frutos inteiros	1,5	50	1800			0,32	0,003	Aktas et al. (2013)
		60	2190	—		0,36	0,004	
		70	660			0,32	0,003	
Cortados em metades	1,5	50	1320			0,13	0,001	
		60	1380	—		0,36	0,003	
		70	420			0,17	0,002	
Cortados em metades	1,5	65	720	56,16	1,28	11,75	0,13	Orak et al. (2012)

Na Tabela 2.9 estão representados alguns estudos de desidratação por convecção de dióspiro. O único pré-tratamento eficaz consistiu numa imersão em ácido ascórbico a 3% durante 5s para aumentar a firmeza. Os dióspiros sem pré-tratamentos apresentaram um sabor mais agradável (Bölek e Obuz 2014).

Relativamente às condições de desidratação, a velocidade de circulação do ar variou entre 1,0 e 2,3 m s⁻¹ e a temperatura mais utilizada foi 60 °C. Jia et al. (2019) demonstrou que a temperatura de 70°C foi a que apresentou melhor cinética de desidratação, a 65 °C os frutos apresentaram melhor aspeto e menor escurecimento enzimático (Bölek e Obuz, 2014; Senadeera et al., 2020).

Alguns autores definiram um valor de humidade como critério para o término da desidratação (Bölek and Obuz, 2014; Karaman et al., 2014; Kayacan et al., 2020) e outros concluíram o processo de desidratação quando a humidade de equilíbrio foi alcançada (Bozkir et al., 2019; Senadeera et al., 2020).

Quando comparados, no que diz respeito à obtenção de um produto final de grande qualidade, o método de liofilização é considerado o melhor, pois permite a maior retenção de compostos bioativos durante a desidratação, enquanto que, a desidratação convectiva apresenta perdas na cor e uma diminuição da atividade antioxidante (Karaman et al., 2014; Jia et al., 2019; Kayacan et al., 2020), à semelhança do medronho.

Tabela 2.9. Exemplos de desidratação do dióspiro.

Dióspiro (<i>Diospyros kaki</i> Thumb.)	Condições de desidratação			Humidade				Referência bibliográfica
	Velocidade do ar (m s ⁻¹)	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Inicial		Final		
				Base húmida (%)	Base seca (g g ⁻¹)	Base húmida (%)	Base seca (g g ⁻¹)	
Pedaços com casca (2x50 mm)	2,0	55	742	—	—	16,67	0,2	Kayacan et al. (2020)
Laminados sem casca (1 mm)	1,0	60	295	83,37	5,01	—	—	Jia et al. (2019)
		70	190					
Cubos sem casca (12 mm de aresta)	1,5	80	160	49-51	0,96-1,04	29,78	0,42	Bozkir et al. (2019)
		60	157					
Rodelas sem casca e sem centro (5 mm)	—	50	360	—	—	19	0,23	Bölek e Obuz (2014)
		65	240					
Triturados sem casca e sementes	—	80	180	81	4,26	16,2	0,19	Karaman et al. (2014)
		—	—					
Rodelas sem casca (30x6 mm)	2,3	45	540	83,94	5,23	3,85	0,04	Senadeera et al. (2020)
		50	465					
		55	420					
		60	360					
		65	320					

3. Material e Métodos

Este estudo tem como objetivo obter produtos desidratados, designadamente fruta em pó a partir de medronho e de dióspiro e diversos *snacks* de dióspiro.

3.1. Material vegetal

Os frutos escolhidos para a realização deste trabalho foram o medronho (*Arbutus unedo* L.) e o dióspiro (*Diospyros Kaki* Thumb.).

A colheita de medronho foi realizada na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, a 18 de janeiro de 2020. Os frutos foram colhidos em diferentes estados de maturação e divididos em dois lotes. O lote 1 com frutos maduros e o lote 2 com os não maduros. Estes permaneceram em condições de temperatura ambiente (22-25 °C) sendo apenas desidratados após atingirem a maturação.

Foram utilizadas duas cultivares de dióspiro, cv. *Rojo Brillhante*, adquirida localmente nos dias 9 de janeiro e 4 de fevereiro de 2020 e cv. *Fau Fau*, oferecida por um produtor de Freixo de Espada à Cinta no dia 20 de janeiro de 2020. As duas cultivares de dióspiro diferem a nível da adstringência, dado que a *Rojo Brillhante* é adstringente, com polinização variável e a cv. *Fau fau* é não adstringente, com polinização variável.

Através da desidratação destes frutos, foi realizada fruta em pó de medronho e de dióspiro das cv. *Rojo Brillhante* e cv. *Fau fau*. Também da cv. *Rojo Brillhante* foram elaborados *snacks* com diferentes formatos (rodela, palito, cubo e goma).

3.2. Obtenção de novos produtos

3.2.1. Procedimento prévio à desidratação

Os frutos foram pesados (*Ohaus*, Defender 3000), removidos pedúnculos, folhas e lavados com água potável e os que apresentavam danos foram eliminados.

A fruta foi triturada numa *Bimby* (*Vorwerk*) para obtenção de um puré, que de seguida foi colocado em tabuleiros perfurados e forrados com papel vegetal. Para manter a espessura do puré uniforme, independentemente da quantidade espalhada no tabuleiro, utilizou-se uma moldura (15x590x79 mm) e uma barra de silicone alimentar (Figura 3.1).



Figura 3.1. Processo de obtenção de fruta em pó a partir de medronho e dióspiro.

Relativamente aos *snacks* desidratados, os dióspiros da cv. *Rojo Brillante* foram cortados com uma laminadora (*STI, Filmar TV2000R*), utilizando o disco E2, corte de 2 mm de espessura para as rodelas e o disco H10, corte de 10 mm de espessura para os palitos, enquanto que os cubos foram cortados manualmente com uma faca por forma a apresentarem aproximadamente 10 mm de aresta (Figura 3.2).

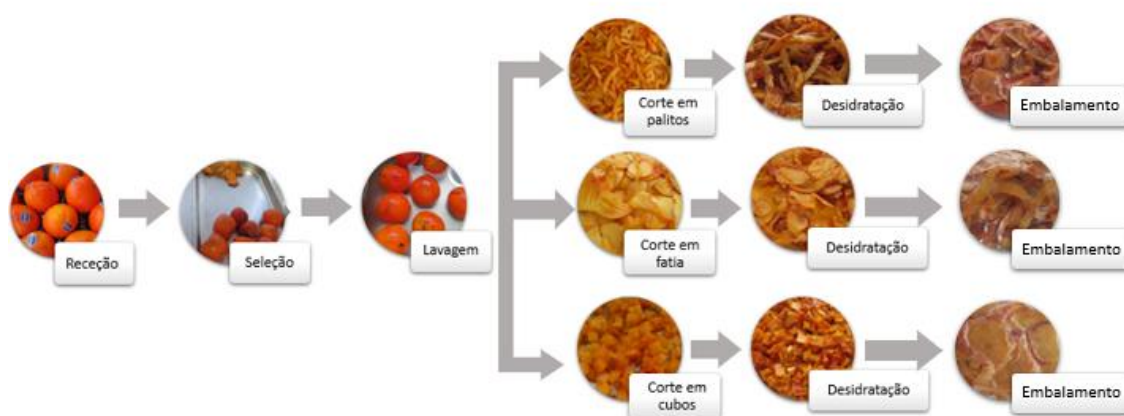


Figura 3.2. Processo de obtenção de *snacks* desidratados a partir de dióspiro.

De forma a evitar o desperdício alimentar foi elaborada uma goma, em que se transformou a casca e o remanescente do corte dos *snacks* num puré. Primeiramente, o puré foi desidratado até a obtenção de uma massa granulada com consistência firme e fácil de moldar (29,8 % humidade) e posteriormente procedeu-se à homogeneização da massa e moldagem. Para este efeito, utilizou-se um molde de silicone alimentar com alvéolos paralelepípedicos (54x28x12 mm) e cada uma das porções foi dividida em 4 partes iguais (13,5x7x12 mm). Por fim, foram dispostas num tabuleiro perfurado com um tapete de silicone alimentar e desidratadas até atingirem a humidade final de 14,35% (Figura 3.3).

3.2.2. Desidratação

A desidratação ocorreu na Unidade Piloto Hortofrutícola do CATAA, num desidratador do tipo direto e descontínuo (Figura 3.4), que permite o processamento de diferentes produtos com o controlo da velocidade do ar e temperatura (Valentas et al., 1997).



Figura 3.1. Processo de obtenção de goma a partir de dióspiro.

Os produtos foram desidratados por convecção a 60 °C num desidratador industrial (STI) com a dimensão de 2mx1mx2m, de recirculação de ar quente. O fluxo de ar de 1,2 m s⁻¹ foi fornecido por dois ventiladores, equipados com três resistências (1 kW) por ventilador.

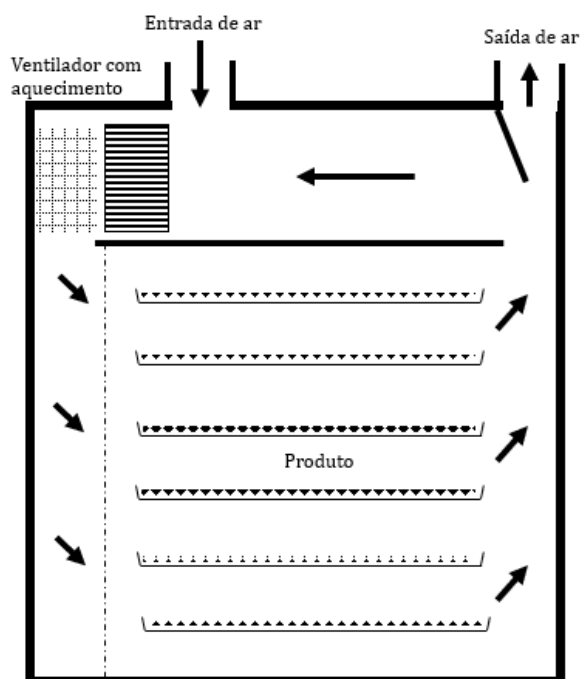


Figura 3.2. Desidratador direto e descontínuo (adaptado de Valetas et al. (1997).

Após a desidratação e arrefecimento, os produtos obtidos foram pesados (*Sartorius*, TE1502S), embalados a vácuo e armazenados à temperatura ambiente (20-22 °C), ao abrigo da luz, com exceção das gomas que foram refrigeradas a 3 ± 2 °C.

A partir das medições de humidade efetuadas ao longo do processo de desidratação dos produtos, foram elaboradas curvas de cinética.

3.3. Metodologia para avaliação de qualidade

3.3.1. Determinações físico-químicas

3.3.1.1. Humidade

De forma a obter o teor de humidade da fruta em pó e goma, ao longo do processo de desidratação recolheram-se 5 amostras de cada tabuleiro por hora. De seguida as amostras foram colocadas num exsiccador até arrefecerem e a humidade foi quantificada numa balança (*Ohaus*, MB35) que através da lâmpada de halógeno a 160 °C provoca a perda de água da amostra. O seu *software* analisa a variação de peso ao longo do processo e no fim da análise apresenta o valor de humidade em %. Repetiu-se este processo até atingir a humidade de equilíbrio na fruta em pó e 14,35% na goma. Com esta informação foi possível realizar as curvas de desidratação.

No processo de desidratação de dióspiro cortado para obtenção de *snacks*, foram colocadas em pontos diferentes de cada tabuleiro caixas perfuradas ($n=21$) com 100 g de produto fresco, nas mesmas condições dos restantes *snacks* do tabuleiro. A evolução da humidade foi monitorizada pesando (*Ohaus*, FDseries)

cada caixa de amostra, de duas em duas horas (Figura 3.5). Repetiu-se este processo até atingir a humidade de equilíbrio, calculada através da correlação de pesos no final da desidratação.

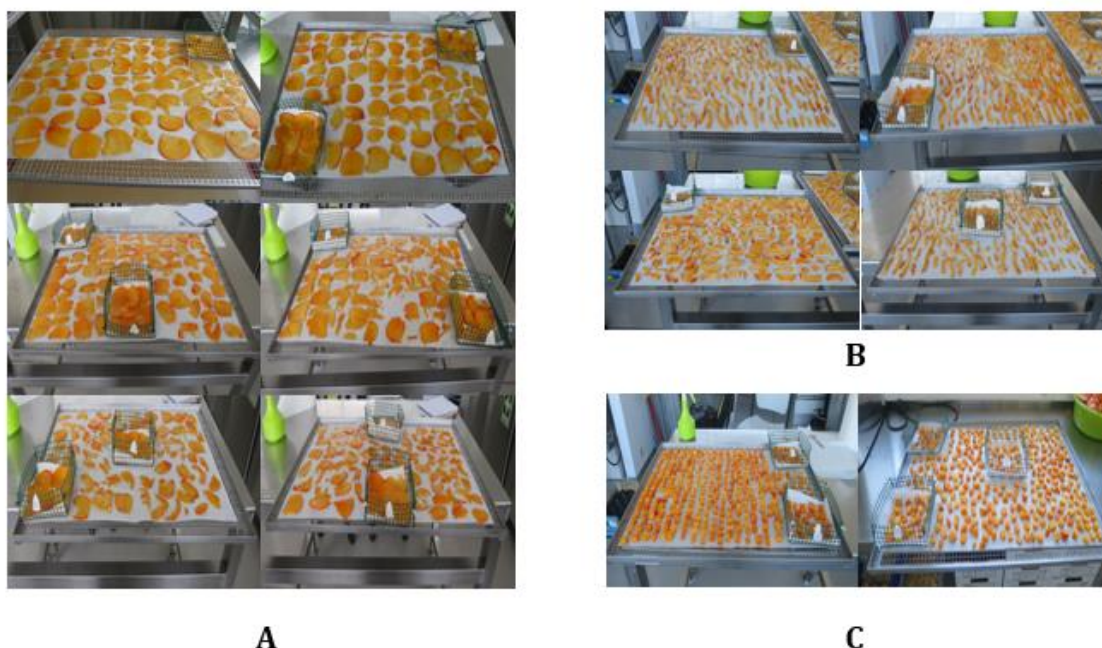


Figura 3.3. Disposição das caixas com dióspiro cortado para monitorização da humidade durante a desidratação. A- 6 tabuleiros de *snacks* em forma de fatias; B- 4 tabuleiros de *snacks* em forma de palito; C- 2 tabuleiros de *snacks* em forma de cubo.

O teor de humidade foi analisado em três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro, através do método gravimétrico, que consiste na secagem das amostras a $70\pm 3^\circ\text{C}$ (sob vácuo) durante 4 hora, até peso constante, com recurso da estufa (*Blinder*, VDL 115).

O teor de humidade é obtido através da equação (1):

$$\text{Teor de humidade} = \frac{m_{\text{amostra}} + m_{\text{cadinho}} - m_{\text{seca final}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (1)$$

m_{amostra} – massa da amostra a analisar (g)

m_{cadinho} – massa inicial do cadinho (g)

$m_{\text{seca final}}$ – massa da amostra e do cadinho, após secagem (g)

3.3.1.2. Atividade da água

A determinação da atividade da água realizou-se com recurso ao higrómetro HygroPalm (HP 23, Rotronic), previamente calibrado a 25°C . Consiste na razão entre a pressão de vapor de água do produto e a pressão de vapor da água pura a uma dada temperatura. Foram analisadas três amostras de todos os produtos desidratados. Os resultados são expressos numa escala de 0 a 1, onde 1 representa a água pura.

3.3.1.3. pH e acidez

Para a determinação do pH e acidez, pesou-se 3g da amostra numa balança de precisão (Sartorius, TE1502S). Adicionou-se 20 mL de água destilada e procedeu-se à agitação durante 1 h (Heidolph Multi Reax). O pH foi avaliado com o potenciômetro (Consort C861), munido de um eletrodo Consort EE9 e com a sonda de temperatura Consort DD6. A acidez foi determinada por titulação com NaOH ($0,1 \text{ mol dm}^{-3}$) até pH final de 8,1. Foram analisadas três amostras de todos os produtos desidratados. Os resultados foram expressos em mEq 100 g^{-1} .

3.3.1.4. Atividade antioxidante

Para determinar a atividade antioxidante o radical livre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH), de cor violeta, reagiu com os compostos antioxidantes da amostra, originando a 2,2-difenil-1-picril-hidrazina, de cor amarelo pálido, que leva a uma diminuição na absorvância (Brand-Williams et al., 1995).

A extração realizou-se em solução metanólica (70%), sob a agitação durante 24 h (Agitador orbital VWR, Advanced Digital Shaker) a $20\text{-}22 \text{ }^\circ\text{C}$, ao abrigo da luz. A centrifugação (Centrifuga Thermo Scientific, Heraeus Biofuge Primor R) foi realizada a 3500 rpm durante 5 min. De seguida, adicionou-se 0,1 mL do extrato metanólico da amostra a 3,9 mL de solução metanólica de DPPH ($6,0 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$). A absorvância foi lida a 516 nm, usando um espectrofotômetro (Cintra 202, GBC), com um percurso ótico de 1 cm. Foram analisadas três amostras de todos os produtos desidratados. Os resultados foram expressos em mg TE kg^{-1} .

3.3.1.5. Composição nutricional

O **valor energético** foi calculado tendo em conta os teores de lípidos (9 kcal g^{-1} – 37 kJ g^{-1}), de hidratos de carbono (4 kcal g^{-1} – 17 kJ g^{-1}) e de proteína (4 kcal g^{-1} – 17 kJ g^{-1}) (UE, 2011), de acordo com as equações (2 e 3):

Valor energético em kcal = $9 \times \text{Gordura} + 4 \times \text{Hidratos de carbono} + 4 \times \text{Proteína}$
(2)

Valor energético em kJ = $37 \times \text{Gordura} + 17 \times \text{Hidratos de carbono} + 17 \times \text{Proteína}$
(3)

Os resultados foram expressos em kJ e kcal por 100 g de produto.

O método utilizado para quantificar o teor de **lípidos** baseia-se na hidrólise com uma solução de ácido clorídrico em ebulição, seguindo-se filtração e lavagem (Soxcap, FOSS). Posteriormente, extraiu-se a gordura total com éter de petróleo (Soxtec System 2047, FOSS). Por último, procedeu-se à eliminação do solvente por evaporação, secagem e pesagem do extrato. Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro. Os resultados foram expressos em g 100 g^{-1} .

Para determinar a fração de **ácidos gordos** saturados, efetuou-se uma extração lipídica, seguida de metilação básica, identificação e quantificação por cromatografia gasosa com detetor de ionização de chama (GC-FID 7890 A Agilent

Technologies). Utilizou a coluna DBWAXetr (30 m, 0,25 mm, 0,25 μm), o injetor 7683 B, modo split, temperatura do injetor 260 $^{\circ}\text{C}$ e 1 μL de volume de injeção. Quando o teor de lípidos foi superior a 0,2g 100g⁻¹ procedeu-se à quantificação do perfil de ácidos gordos. Foram analisadas três amostras de medronho em pó, de dióspiro em pó cv. *Fau fau* e goma de dióspiro.

A quantificação do valor de **hidratos de carbono** é efetuada segundo o Regulamento (UE) N.º.1169/2011, expresso em % (m/m), segundo a equação (4):

Hidratos de carbono = 100 – Humidade (%) – Gordura (%) – Proteína (%) – Cinzas (%) (4)

Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro.

Para a quantificação de **açúcares (glucose, frutose e sacarose)** realizou-se uma extração com água, seguida de centrifugação e remoção de interferentes numa coluna de extração em fase sólida (*SPE-C18*, 500 mg 10 mL⁻¹). Quantificaram-se por cromatografia iónica (*ICS-3000*, *Dionex*), com detetor eletroquímico e *software Chromeleon*. Utilizou-se uma coluna *CarboPac PA20* (3×150 mm), uma *pré-coluna CarboPacGuard* (3×30 mm), um fluxo 0,5 mL min⁻¹ e duas fases móveis (200 mM de NaOH e 15 mM de NaOH). Foram quantificadas a glucose, frutose e sacarose. Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro. Os resultados foram expressos em g 100 g⁻¹.

A determinação do teor de **fibra** foi efetuada no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da Escola Superior Agrária, segundo o método gravimétrico (NP 2029, 1983), utilizando o equipamento *Fibertec System M* (*Tecator*). Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro. Os resultados foram expressos em g 100 g⁻¹.

A **proteína** foi determinada a partir do azoto total, obtido pelo método de *Kjeldahl*, que consiste na mineralização da amostra em meio ácido, a quente, na presença de uma mistura catalisadora (*Kjel tabs Cu/3,5*). Esta digestão conduz à conversão do azoto orgânico em ião amónio e, posteriormente, em amoníaco, por adição de hidróxido de sódio. De seguida, foi destilado em corrente de vapor e recolhido numa solução de ácido bórico, onde foi quantificado por titulação, com ácido clorídrico de concentração conhecida (*Kjeltec 8400*, *FOSS*). Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro. O teor de proteína foi calculado utilizando o fator de conversão 6,25 e expresso em g 100 g⁻¹.

O teor de **cinzas** foi obtido por secagem, carbonização e incineração a 550±25 $^{\circ}\text{C}$ (Mufla *Lenton SAF11/1*), seguidas de gravimetria. Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro. Os resultados foram expressos em g 100 g⁻¹.

Para a determinação do **sódio**, a amostra foi digerida no micro-ondas (*Ethos One*, *Milestone*), por espectroscopia de absorção atómica (*ICE3000 Thermo*

Scientific com *software SOLLAR M*). A amostra foi atomizada e os átomos no estado gasoso foram expostos a radiação eletromagnética de 589 nm. Foram analisadas três amostras de fruta fresca e desidratada de medronho e dióspiro. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹.

3.3.2. Determinações microbiológicas

Foram analisadas 3 amostras com 5 g cada, de todos os produtos desidratados em assepsia, para um copo esterilizado. Adicionou-se água peptonada tamponada, para obter uma proporção de 1/10 e de seguida colocou-se num homogeneizador peristáltico Stomacher 400 circulator, a 230 rpm durante 1 min.

Foram realizadas contagens de microrganismos a 30 °C, bactérias coliformes, *Escherichia coli* e bolores e leveduras, de acordo com metodologias definidas pela *International Organization for Standardization* (ISO). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias (UFC g⁻¹) e posteriormente transformados em logaritmo de base decimal.

A contagem destes parâmetros microbiológicos constitui um indicador de qualidade e higiene do alimento. O Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge estabelece valores guia para avaliação da qualidade microbiológica nos alimentos, classificando os alimentos em quatro grupos. Para avaliar a qualidade microbiológica dos *snacks*, foram utilizados os valores guia definidos no grupo 1 – alimentos que sofreram tratamento térmico, classificando-os em satisfatório, questionável e não satisfatório (INSA, 2019).

Tabela 3.1. Critérios microbiológicos para fruta desidratada.

Microrganismos	Resultado Contagens (ufc g ⁻¹)		
	Satisfatório	Questionável	Não satisfatório
Microrganismos a 30 °C	<10 ³	10 ³ - ≤10 ⁴	>10 ⁴
Bactérias coliformes	<10 ²	10 ² - ≤10 ³	>10 ³
<i>Escherichia coli</i>	<10 (Não detetado)	Não aplicável	≥10
Bolores	<5x10 ²	<5x10 ² - ≤10 ³	>10 ³
Leveduras	<10 ³	10 ³ - ≤10 ⁴	>10 ⁴

Adaptado de INSA (2019).

A contagem de microrganismos a 30 °C foi efetuada de acordo com a ISO 4833-1:2013, em que o meio de cultura empregue foi *Plate Count Agar* e as condições de incubação foram 30±1°C durante 72±3 h.

A contagem de coliformes foi realizada de acordo com a norma ISO 9308-1:2014, utilizando o meio de cultura *Violet Red Bile Lactose*, com inoculação em dupla camada e incubação a 37±1°C durante 24±2 h.

A contagem de *Escherichia coli* foi realizada de acordo com a norma ISO 16649-2:2001, utilizando o meio de cultura *Tryptone Bile X-glucuronide*, com inoculação por incorporação e incubação a 44±1°C durante 18-24 h.

A contagem de bolores e de leveduras foi efetuada de acordo com a norma ISO 21527-2:2008, utilizando o meio de cultura *Dichloran Glycerol* 18, com inoculação por espalhamento à superfície e incubação a $25\pm 1^\circ\text{C}$ durante sete dias.

3.3.3. Análise sensorial

Para avaliar a aceitação dos *snacks* de dióspiro foram realizados testes de ordenação por preferência e testes de aceitação (Alvelos, 2020).

Os quatro *snacks* de dióspiro foram avaliados por um painel de 60 provadores não treinados, de ambos os gêneros (66 % feminino e 34 % masculino) e com idades compreendidas entre 19 e 67 anos. As provas sensoriais tiveram lugar no Laboratório de Análise Sensorial do CATAA, concebido de acordo com as especificações definidas na ISO 8589 (2007/Amd 1 2014), utilizando luz branca e disponibilizando um copo de água e um guardanapo.

As amostras foram apresentadas de forma aleatória aos elementos do painel, codificadas com três dígitos, tendo sido exibidas a todos os provadores (Figura 3.6).

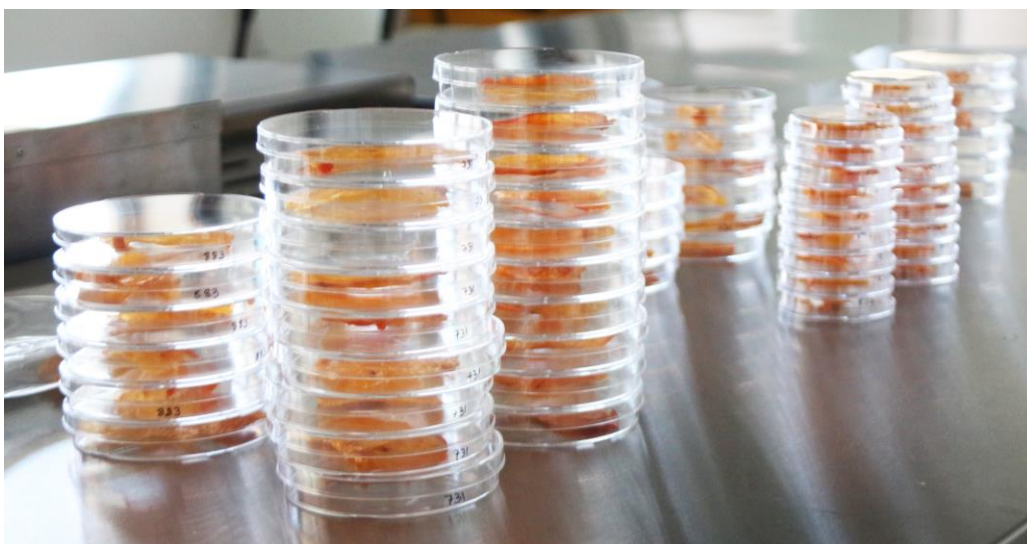


Figura 3.4. Amostras codificadas de *snacks* de dióspiro.

Iniciou-se a prova com o teste de ordenação por preferência, com apresentação simultânea de três amostras de *snacks* de dióspiro (rodela, palito e cubo). Foi solicitada a ordenação das mostras, atribuindo três pontos à que gostavam mais e um ponto à que gostavam menos.

De seguida, realizou-se o teste de aceitação, com apresentação monádica dos *snacks* de dióspiro (rodela, palito, cubo) e goma, onde foram avaliados Aspeto, Textura, Sabor e Apreciação global, usando uma escala hedónica com 9 pontos, que é uma das mais utilizadas (Lim, 2011). Esta escala apresenta os extremos, 1-Extremamente desagradável a 9-Extremamente agradável, com um ponto central, 5-Indiferente (Schutz e Cardell, 2001).

Os provadores foram ainda questionados sobre o que gostaram mais e menos no produto e a intenção de compra destes *snacks* de dióspiro.

3.3.4. Tratamento estatístico

Para as variáveis de resposta foram calculados o valor médio e desvio padrão. Utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste post-hoc de Tukey, para comparar a composição nutricional dos frutos frescos e desidratados, a atividade da água, o pH, a acidez, a atividade antioxidante, parâmetros microbiológicos, Aspeto, Textura, Sabor e Apreciação Global, considerando um nível de significância de 0,05. Foi também realizado o Teste de Friedman para avaliação da preferência dos *snacks* de dióspiro, considerando um nível de significância de 0,05. O tratamento estatístico dos dados foi efetuado com recurso ao *software IBM SPSS Statistics 21*.

4. Resultados e Discussão

Neste capítulo estão apresentados os resultados obtidos no trabalho e a sua discussão. Que se dividem, nas curvas de desidratação de ambos os frutos, composição nutricional desde o fruto em fresco até aos seus produtos desidratados, qualidade dos produtos e a análise sensorial dos *snacks* e goma de dióspiro.

Todos os produtos apresentaram um aumento de humidade no final do processo de desidratação, devido a ocorrer uma ligeira reidratação dos produtos durante o período de arrefecimento prévio ao embalamento em vácuo (Gonçalves, 2015).

Ao longo da desidratação existe perda de água do produto, levando a que as amostras revelem uma maior concentração dos parâmetros analisados na composição nutricional (Guiné, 2010; Resende et al., 2019).

4.1. Medronho

4.1.1. Curvas de desidratação

A Figura 4.1 mostra a curva de desidratação dos purés de medronho, utilizando o processo de desidratação convectiva (60 °C e velocidade de circulação do ar de 1,2 m s⁻¹).

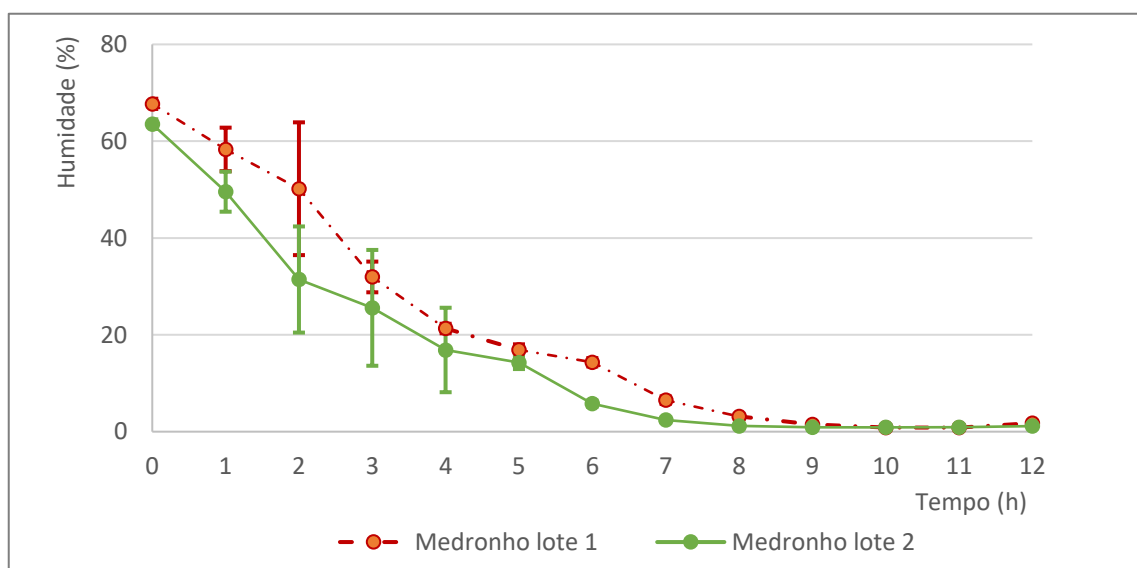


Figura 4.1. Curvas de desidratação de medronho.

Inicialmente, os purés de medronho possuíam 68 % e 64 % (lote 1 e lote 2) de humidade. Os purés apresentaram curvas de desidratação similares, com uma maior perda de água na fase inicial e, posteriormente, um abrandamento dessa mesma, alcançado ambos a humidade de equilíbrio (aproximadamente 1 %) após um período de desidratação de 12h (Figura 4.1), tal como no estudo desenvolvido por Orak et al. (2012), que utilizou o processo de desidratação convectiva (65 °C e velocidade de circulação do ar de 1,5 m s⁻¹).

Na primeira fase do processo ocorreu uma maior perda de água, devido ao aquecimento do produto, ter originado uma evaporação rápida da água à superfície (Takounadi et al., 2020), como podemos observar entre as 0 e as 2h. Na fase seguinte entre as 2h e as 6h ocorreu um abrandamento de velocidade, um movimento rápido da água livre por ação capilar do interior do produto para a sua superfície, resultando numa perda de água gradual (Takounadi et al., 2020). Seguida da terceira fase, onde existiu uma estabilização da velocidade de desidratação, pois a água neste período encontrava-se fortemente ligada aos componentes do alimento, o que dificultou a sua deslocação para a superfície do produto até alcançar a humidade de equilíbrio (Takounadi et al., 2020).

O desvio padrão associado ao valor médio de humidade deve-se, em parte, à localização da amostra, dado que as alíquotas recolhidas nos extremos do tabuleiro apresentaram uma maior perda de água do que aquelas que foram retiradas do centro (Michalska et al., 2016).

4.1.2. Composição nutricional do medronho fresco e desidratado

A Tabela 4.1 mostra a composição nutricional e teor de água do medronho em fresco e desidratado.

Tabela 4.1. Composição nutricional de medronho e de medronho em pó.

	Unidades	Medronho	Medronho em pó	
			Lote 1	Lote 2
Energia	kcal	110,53 ^c ±1,83 (6%)	350,84 ^b ±2,69 (18%)	357,99 ^a ±1,02 (18%)
	kJ	472,07 ^c ±7,59 (5%)	1497,67 ^b ±11,34 (18%)	1526,09 ^a ±4,1 (18%)
Água	g	69,33 ^a ±0,21	3,38 ^b ±0,31	2,81 ^c ±0,09
Lípidos				
Ácidos gordos saturados	g	0,40 ^b ±0,10 (1%)	1,41 ^a ±0,41 (2%)	1,16 ^a ±0,25 (2%)
	g	<0,2	0,30±0,10 (2%)	0,30±0,10 (2%)
Hidratos de carbono	g	22,85 ^c ±0,36 (9%)	73,01 ^b ±1,81 (28%)	76,86 ^a ±0,38 (30%)
Açúcares totais	g	11,10±0,07 (12%)	27,11±4,78 (30%)	26,14±1,01 (29%)
Proteína	g	1,05 ^c ±0,05 (2%)	3,14 ^b ±0,04 (6%)	3,92 ^a ±0,03 (8%)
Fibra	g	5,67 ^c ±0,15 (15%)	16,76 ^a ±0,78 (44%)	12,21 ^b ±0,19 (32%)
Cinzas	g	0,71 ^c ±0,06	2,30 ^b ±0,34	3,04 ^a ±0,04
Sódio	mg	2,22 ^c ±0,21 (0%)	8,92 ^b ±0,13 (0%)	13,59 ^a ±0,09 (0%)

Média ± desvio padrão (N=3). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey. Entre parêntesis indica-se a percentagem da DDR (Dose Diária Recomendada) do nutriente que é satisfeita por uma porção de 100 g do alimento.

Para o medronho em fresco, ao comparar os resultados obtidos neste estudo com os apresentados na revisão bibliográfica (Tabela 2.2), é possível verificar algumas diferenças e também semelhanças. O valor energético (161,20 kcal/674,91 kJ), açúcares (16,21 g 100 g⁻¹) e teor de sódio (7,52 mg 100 g⁻¹),

exibiram valores superiores aos descritos (110,53 kcal/472,07 kJ, 11,10 g 100 g⁻¹ e 2,22 g 100 g⁻¹ respetivamente). Por sua vez os valores médios obtidos de lípidos (0,60 g 100 g⁻¹), hidratos de carbono (23,55 g 100 g⁻¹) e proteína (1,02 g 100 g⁻¹) são semelhantes aos apresentados na Tabela 4.1 (0,40 g 100 g⁻¹, 22,85 g 100 g⁻¹ e 1,05 g 100 g⁻¹ respetivamente). As diferenças de heterogeneidade dos resultados está relacionada com alguns fatores, tais como, características do solo, clima, exposição solar e estado de maturação da fruta (Ruiz-Rodríguez et al., 2011).

Comparando o medronho desidratado dos dois lotes com o estudo desenvolvido por Nunes (2017), os valores de proteína (1,88 g 100 g⁻¹ e gordura (2,12 g 100 g⁻¹), foram inferiores aos apresentados na Tabela 4.1 (3,14 g 100 g⁻¹ e 1,41 g 100 g⁻¹ respetivamente), quanto aos hidratos de carbono (93,87 g 100 g⁻¹) apresentados pelo autor estes foram superiores aos descritos (73,01 g 100 g⁻¹).

Relativamente ao teor de lípidos, do medronho em pó (lote 1 e 2), não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si.

O medronho em pó lote 1 e 2 apresentaram um alto teor em fibra (16,76 g 100 g⁻¹ e 12,21 g 100 g⁻¹, respetivamente), superior a 6 g 100 g⁻¹ e o medronho em fresco é uma fonte de fibra uma vez que apresentou (5,67 g 100 g⁻¹) valores superiores a 3 g 100 g⁻¹ (CE, 2006).

Na Tabela 4.2 encontra-se o perfil de ácidos gordos, do medronho em fresco e do medronho desidratado, agrupados nas três classes principais, nomeadamente ácidos gordos saturados (SFA), ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) e ácidos gordos polinsaturados (PUFA).

Tabela 4.2. Perfil de ácidos gordos em medronho e medronho em pó.

Ácidos gordos (%)	Medronho	Medronho em pó	
		Lote 1	Lote 2
Ácido butírico (C4:0)	nd	nd	nd
Ácido capróico (C6:0)	nd	nd	nd
Ácido caprílico (C8:0)	0,17±0,00	0,02±0,04	nd
Ácido cáprico (C10:0)	0,36±0,17	0,05±0,08	0,27±0,07
Ácido láurico (C12:0)	1,20±0,10	0,45±0,21	0,74±0,15
Ácido mirístico (C14:0)	1,76±0,30	1,38±0,49	2,29±0,37
Ácido pentadecanóico (C15:0)	0,38±0,05	0,04±0,07	0,29±0,28
Ácido palmítico (C16:0)	13,70±0,22	12,45±1,11	18,16±2,26
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,19±0,19	0,10±0,17	nd
Ácido margárico (C17:0)	nd	nd	nd
Ácido esteárico (C18:0)	nd	4,39±0,45	6,03±1,58
Ácido oleico (C18:1)	27,67±3,82	27,42±4,78	30,26±3,54
Ácido linoleico (C18:2)	20,19±0,91	22,54±1,96	20,77±1,61
Ácido linolénico (C18:3)	29,38±2,95	31,17±2,25	21,19±5,79
Ácido estearidónico (C18:4)	nd	nd	nd
Ácido araquídico (C20:0)	nd	nd	nd
Ácido eicosenóico (C20:1)	nd	nd	nd
Ácido eicosadienóico (C20:2)	nd	nd	nd
Ácido eicosatrienóico (C20:3)	nd	nd	nd
Ácido eicosatetraenóico (C20:4 (n-6))	nd	nd	nd
Ácido eicosatetraenóico (C20:4 (n-3))	nd	nd	nd
Ácido eicosapentaenóico (C20:5)	nd	nd	nd
Ácido beénico (C22:0)	nd	nd	nd
Ácido docosadienóico (C22:2)	nd	nd	nd
Ácido docosapentaenóico (C22:5)	nd	nd	nd
Ácido lignocérico (C24:0)	nd	nd	nd
Ácido docosaheptaenóico (C22:6)	nd	nd	nd
Ácido nervónico (C24:1)	nd	nd	nd
Saturados	17,59±0,61	18,77±1,22	27,79±4,30
Monoinsaturados	27,86±3,98	27,51±4,94	30,26±3,54
Polinsaturados	49,57±3,40	53,71±3,82	41,96±7,28

Média ± desvio padrão. N=3. nd - não detetado.

No total, foram quantificados dez ácidos gordos, destacando-se o ácido linolénico (C18:3) (29,38 % em medronho fresco e 31,17 % e 21,19 % em medronho desidratado lote 1 e 2, respetivamente), ácido oleico (C18:1) (27,67 % em medronho fresco e 27,42 % e 30,26 % em medronho desidratado lote 1 e 2, respetivamente) e ácido linoleico (C18:2) (20,19 % em medronho fresco e 22,54 % e 20,77 % em medronho desidratado lote 1 e 2, respetivamente), tal como referido por outros autores (Barros et al. 2010; Alves, 2012; Morgado, 2018). Devido a encontrarem-se na mesma fase de maturação (Morgado, 2018), o medronho em fresco e o medronho em pó desidratado lote 1, apresentaram um

elevado conteúdo de PUFA, com 49,57 % e 53,71 % respectivamente. Quanto ao medronho em pó desidratado do lote 2, o conteúdo de PUFA foi inferior 41,96 %, pois encontrava-se num estado de maturação menos avançado (Morgado et al., 2018). Barros et al. (2010) sublinha ainda que este fruto constitui uma fonte de ácidos gordos essenciais, ómega 3, 6 e 9, que reduzem os teores de colesterol no sangue e o risco de doenças cardiovasculares.

Comparando os ácidos gordos com mais relevância dos dois lotes de medronho em pó apresentados na Tabela 4.2 com os dados referidos por Nunes (2017), o ácido oleico (27,42 % e 30,26 %, lote 1 e lote 2) revelou uma menor concentração (24,43 %) os restantes, ácido linoleico (22,54 % e 20,77 %, lote 1 e lote 2) e linoleico (31,17 e 21,19 %, lote 1 e lote 2) apresentam valores superiores (25,38 % e 36,94 % respectivamente).

No que concerne aos açúcares, representados na Tabela 4.3, em medronho foram quantificadas a glucose e a frutose, como referiram em estudos anteriores Vidrih et al. (2013), Morgado et al. (2018) e Ruiz-Rodríguez et al. (2011). Para o fruto em fresco (7,15 g 100 g⁻¹) e desidratado em pó lote 1 e 2 (19,14 g 100 g⁻¹ e 22,37 g 100 g⁻¹, respetivamente) o açúcar presente em maior concentração foi a frutose, como mencionado por Ruiz-Rodríguez et al. (2011) (12,69 g 100 g⁻¹) e Vidrih et al. (2013) (16,62 g 100 g⁻¹).

Tabela 4.3. Açúcares em medronho e medronho em pó.

Açúcares (g 100 g ⁻¹)	Medronho	Medronho em pó	
		Lote 1	Lote 2
Frutose	7,15 ^c ±0,08	19,14 ^b ±1,55	22,37 ^a ±0,26
Glucose	3,95 ^a ±0,04	7,96 ^a ±3,23	3,77 ^a ±0,75
Sacarose	nd	nd	nd

Média ± desvio padrão (N=3). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey. nd - não detetado.

Os valores da frutose são semelhantes aos apresentados por Morgado et al. (2018) 8,77 g 100 g⁻¹ embora inferiores aos descritos por Ruiz-Rodríguez et al. (2011) 12,34 g 100 g⁻¹, e Vidrih et al. (2013) 16,62 g 100 g⁻¹. O mesmo ocorreu na glucose com os autores Ruiz-Rodríguez et al. (2011) e Vidrih et al. (2013) a referirem 6,50 g 100 g⁻¹ e 5,27 g 100 g⁻¹ respetivamente.

4.1.3. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em medronho desidratado

Na Tabela 4.4, estão representados os parâmetros que avaliam a estabilidade alimentar do medronho em pó, a atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante.

Tabela 4.4. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em medronho em pó.

Parâmetros	Medronho em pó	
	Lote 1	Lote 2
Atividade da água	0,285 ^a ±0,03	0,240 ^a ±0,02
pH	4,58 ^a ±0,06	3,68 ^a ±0,00
Acidez (mEq 100 g ⁻¹)	17,25 ^a ±15,46	37,92 ^a ±1,85
Atividade antioxidante (mg TE kg ⁻¹)	15827,80 ^a ±20016,24	32420,76 ^a ±639,23

Média ± desvio padrão (N=3). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey.

O medronho em pó desidratado apresentou atividade da água de valor, inferiores a 0,6 (Tabela 4.4), indicando segurança alimentar do produto pois abaixo deste valor não existe proliferação microbiológica (Singh e Heldman, 2009; Boyer e Huff, 2018)..

O valor de pH do medronho desidratado lote 1(4,58) foi superior ao descrito por Aksil e Traris (2020)(3,83), já o do lote 2 (3,68) foi ligeiramente inferior. Sendo ambos inferiores a 4,6 que significa que o produto apresenta estabilidade (Singh e Heldman, 2014).

Quanto à acidez, o medronho em pó do lote 2 (37,92 mEq 100 g⁻¹)apresenta um valor superior ao do lote 1 (17,25 mEq 100 g⁻¹), devido ao seu estado de maturação, a acidez descrita por Aksil e Traris (2020) foi de 0,21%.

Os valores da atividade antioxidante não apresentam diferenças significativas (p>0,05), contudo o medronho em pó lote 2 (32420,76 mg TE kg⁻¹), apresentou um valor superior ao do lote 1 (15827,80 mg TE kg⁻¹), devido a este se encontrar estado de maturação inferior, como demonstra o estudo feito por Oliveira et al. (2011). O elevado valor de atividade antioxidante foi atribuído ao teor de flavonoides, ácido elágico, vitaminas C, E e carotenoides presentes neste fruto (Pallauf et al., 2008).

4.1.4. Parâmetros microbiológicos em medronho desidratado

Na Tabela 4.5 estão representados os parâmetros microbiológicos avaliados no medronho em pó.

Tabela 4.5. Parâmetros microbiológicos em medronho em pó.

Parâmetros microbiológicos (log UFC g ⁻¹)	Medronho em pó*
Microrganismos a 30 °C	1,99±0,34
Bactérias coliformes	<1
<i>Escherichia coli</i>	<1
Bolores	1,86±0,30
Levedura	1,50±0,46

Média ± desvio padrão (N=3). * Amostra compósita de medronho desidratado (Lote 1 e Lote 2).

A contagem de bactérias coliformes e *Escherichia coli* foi inferior ao limite de quantificação (1 log). O medronho desidratado apresenta qualidade microbiológica satisfatória, considerando os valores guia definidos pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA, 2019).

4.2. Dióspiro

4.2.1. Curvas de desidratação

A Figura 4.2, 4.3 e 4.4 mostram as curvas de desidratação dos purés, *snacks* e goma de dióspiro, utilizando o processo de desidratação convectiva (60 °C e velocidade de circulação do ar de 1,2 m s⁻¹).

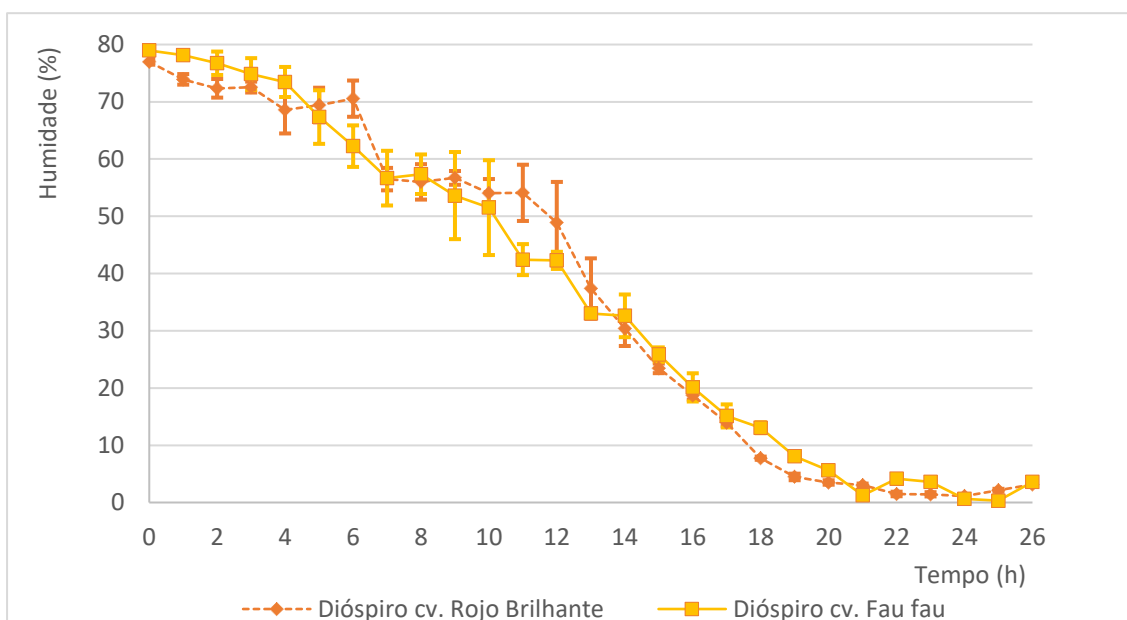


Figura 4.2. Curva de desidratação de dióspiro cv. *Rojo Brillante* e cv. *Fau fau*.

No que concerne à desidratação dos purés de dióspiro da cv. *Rojo Brillante* e cv. *Fau fau*, apresentaram inicialmente 76,98 % e 78,95 % de humidade. Os purés exibiram curvas de desidratação similares, em que após 26h alcançaram uma humidade de equilíbrio de aproximadamente 3% (Figura 4.2). No estudo de desidratação de puré de dióspiro sem casca, realizado por Karaman et al. (2014), onde a humidade inicial foi de 81% definiu como humidade final 16,2 %, superior à apresentada neste trabalho.

Na primeira fase do processo, entre as 0 e as 10h, ocorreu uma diminuição lenta de humidade. Na fase seguinte, houve uma descida acentuada entre as 10h e as 20h (Resende et al., 2019). Seguida da terceira fase, a partir das 20h onde existiu uma estabilização da velocidade de desidratação, pois a água neste período encontrava-se fortemente ligada aos componentes do alimento, o que dificultou a sua deslocação para a superfície do produto até alcançar a humidade de equilíbrio (Takounadi et al., 2020).

Relativamente, aos *snacks* de dióspiro, rodela, palitos e cubos, aparentaram uma massa inicial de 101,82 g, 102,80 g e 104,54 g, respetivamente. Os *snacks* apresentaram um decréscimo idêntico, com uma maior perda de água na fase inicial e, posteriormente, um abrandamento dessa mesma, alcançado ambos equilíbrio após um período de desidratação de 12h, com massas finais de 20,45 g, 20,45 g e 23,73 g, respetivamente (Figura 4.3).

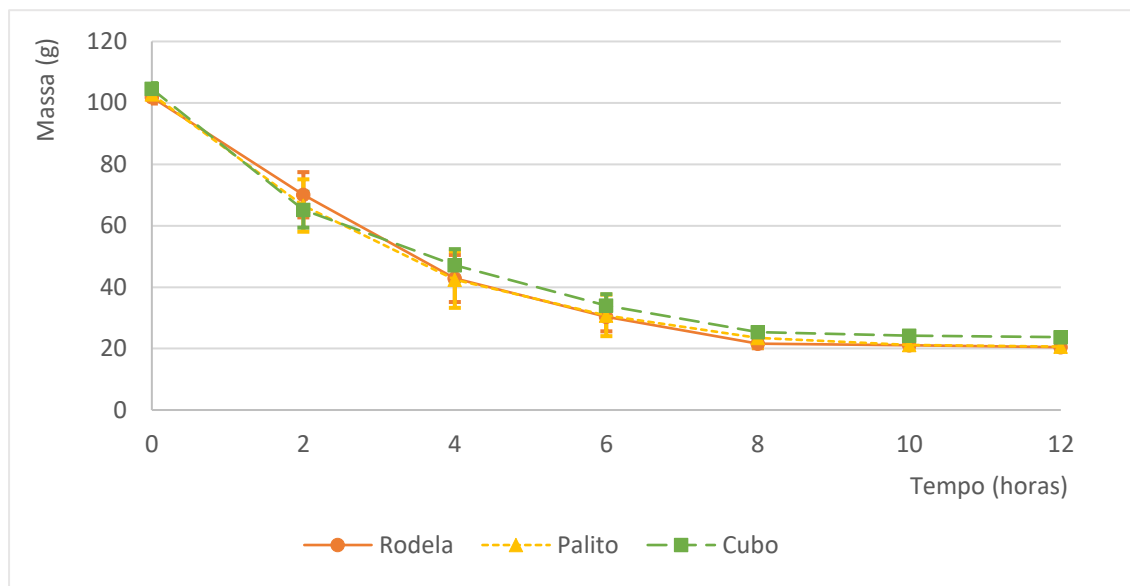


Figura 4.3. Curva de desidratação de snacks de dióspiro.

Na primeira fase do processo, entre as 0h e as 4h, ocorreu uma maior perda de água, devido ao aquecimento do produto, ter originado uma evaporação rápida da água à superfície. Na fase seguinte entre as 4h e as 8h ocorreu um abrandamento de velocidade, um movimento rápido da água livre por ação capilar do interior do produto para a sua superfície, resultando numa perda de humidade gradual. Seguida da terceira fase, entre as 8h e as 12h, onde existiu uma estabilização da velocidade de desidratação, pois a água neste período encontrava-se fortemente ligada aos componentes do alimento, o que dificultou a sua deslocação para a superfície do produto até alcançar a humidade de equilíbrio (Takougnadi et al., 2020).

No estudo de desidratação de rodela realizado por Bölek e Obuz (2014), os dióspiros foram cortados sem casca e sem centro com 5 mm de espessura e desidratados a uma temperatura de 65 °C, com o objetivo de uma humidade final de 19 %, obtida após 4h de desidratação. Comparativamente as rodela deste trabalho apresentavam casca e centro, 2 mm de espessura e a humidade final obtida após 4h foi inferior (3,18 %) à descrita. Senadeera et al. (2020), desidratou rodela de dióspiro com 6 mm de espessura, a uma temperatura de 60 °C e velocidade de circulação do ar de 2,3 m s⁻¹, com humidade inicial de 83,94 %, superior à deste estudo (79,66 %) e atingiu a humidade de equilíbrio de 3,85 % ao final 6h, sendo superior à obtida neste trabalho à mesma hora (1,72 %). A humidade de equilíbrio (1,52 %) foi atingida ao final das 12h de desidratação.

Relativamente à desidratação do *snack* palito, comparando com o estudo feito por Kayacan et al. (2020) em que o dióspiro apresentava 50 mm de espessura, a uma temperatura de 55°C e velocidade de circulação do ar de 2,0 m s⁻¹, apresentou uma humidade final de 16,62 % ao fim de aproximadamente 12h, neste trabalho este *snack* apresentava 10 mm e uma humidade final 1,60 % à mesma hora.

Quanto à desidratação do *snack* cubo, comparando com o estudo dos autores Bozkir et al. (2019), que desidrataram cubos de dióspiro sem casca com 12 mm de aresta, nas mesmas condições de desidratação deste trabalho, com uma humidade inicial de 51 %, inferior à descrita (79,66 %), a humidade de equilíbrio de 29,78% foi atingida ao final de aproximadamente 3h, enquanto neste caso 3,23 % ao final de 12h.

Na desidratação do puré de dióspiro da cv. *Rojo Brillhante* (humidade inicial de 74,11 %), foi definida uma humidade final de 14 %, para assim garantir as características organolépticas pretendidas (película exterior semi-rígida e interior suave) obtida após 12 horas.

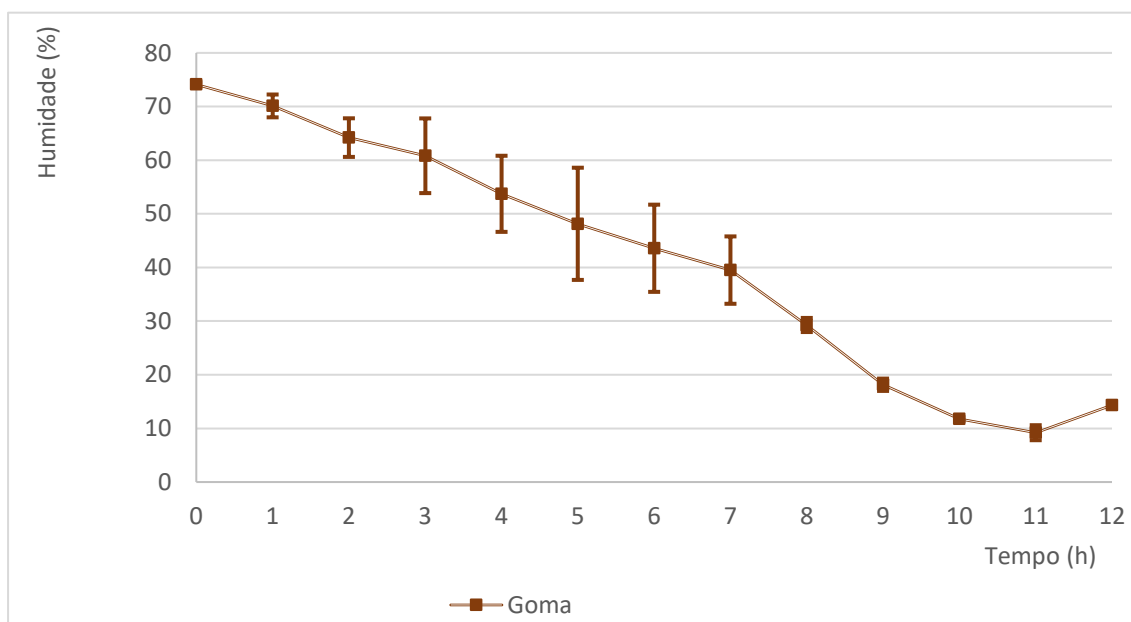


Figura 4.4. Curva de desidratação do puré de dióspiro cv. *Rojo Brillhante* para obtenção de goma.

Na primeira fase do processo, entre as 0 e as 4h, ocorreu uma diminuição lenta de humidade. Na fase seguinte, houve uma descida acentuada entre as 4h até às 11h (Resende et al., 2019).

Segundo Mphahlele et al. (2019), cascas de romã desidratadas a uma temperatura de 60 °C e velocidade de circulação do ar de 1,0 m s⁻¹, com uma humidade inicial de 70,30 %, foi obtido um produto final com 8,76 % de humidade às 12h de desidratação, inferior ao valor obtido no final do mesmo tempo na goma.

4.2.2. Composição nutricional de dióspiro fresco e de produtos desidratados de dióspiro

Na Tabela 4.6 está representada a composição nutricional e teor de água de dióspiro, em fresco e desidratado.

Tabela 4.6. Composição nutricional de dióspiro fresco e de produtos de dióspiro desidratado.

Unidades	Dióspiro fresco			Dióspiro em pó		Snacks de dióspiro			Goma de dióspiro	
	<i>cv. Rojo Brillante</i> (1)	<i>cv. Rojo Brillante</i> (2)	<i>cv. Fau-fau</i>	<i>cv. Rojo Brillante</i> (1)	<i>cv. Fau-fau</i>	Rodela	Palito	Cubo		
Energia	kcal	81,73 ^{e±} 4,00 (4%)	76,18 ^{e±} 2,77 (4%)	72,95 ^{e±} 3,45 (4%)	365,23 ^{ab±} 3,07 (18%)	375,38 ^{a±} 11,63 (19%)	363,50 ^{abc±} 2,46 (18%)	359,46 ^{bc±} 1,24 (18%)	350,31 ^{c±} 1,85 (18%)	309,45 ^{d±} 1,68 (16%)
	kJ	347,87 ^{e±} 16,98 (4%)	324,66 ^{e±} 11,77 (4%)	310,52 ^{e±} 14,68 (4%)	1554,56 ^{ab±} 12,92 (4%)	1598,10 ^{a±} 49,53 (19%)	1546,40 ^{abc±} 10,17 (18%)	1529,18 ^{bc±} 4,29 (18%)	1490,08 ^{c±} 7,57 (18%)	1317,56 ^{d±} 6,92 (16%)
Água	g	78,47 ^{b±} 0,99	79,66 ^{a±} 0,72	80,70 ^{ab±} 0,80	4,38 ^{f±} 0,20	5,14 ^{f±} 0,03	5,44 ^{ef±} 0,34	6,79 ^{e±} 0,09	9,38 ^{d±} 0,09	18,91 ^{c±} 0,21
Lípidos	g	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,24 ^{a±} 0,14 (1%)	<0,2	<0,2	<0,2	0,20 (1%)
Ácidos gordos saturados	g	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,10
Hidratos de carbono	g	18,85 ^{d±} 1,05 (7%)	17,16 ^{d±} 0,62 (7%)	16,78 ^{d±} 0,75 (7%)	86,15 ^{ab±} 0,92 (33%)	87,54 ^{a±} 3,28 (34%)	86,27 ^{ab±} 0,98 (33%)	85,44 ^{ab±} 0,65 (33%)	83,23 ^{b±} 0,70 (32%)	71,52 ^{c±} 0,66 (28%)
Açúcares totais	g	14,79 [±] 0,83 (16%)	13,38 [±] 0,50 (15%)	14,51 [±] 1,93 (16%)	54,32 [±] 6,74 (60%)	55,29 [±] 6,48 (61%)	61,75 [±] 0,44 (69%)	61,37 [±] 1,18 (68%)	63,95 [±] 0,50 (71%)	70,10 [±] 1,13 (78%)
Proteína	g	0,81 ^{d±} 0,02 (2%)	0,69 ^{d±} 0,08 (1%)	0,70 ^{d±} 0,14 (1%)	2,85 ^{bc±} 0,01(6%)	2,73 ^{c±} 0,04 (6%)	3,07 ^{ab±} 0,14 (6%)	2,94 ^{abc±} 0,08 (6%)	3,10 ^{a±} 0,08 (6%)	2,73 ^{c±} 0,02 (6%)
Fibra	g	1,24 ^{de±} 0,06 (3%)	1,94 ^{e±} 0,03 (5%)	1,14 ^{cde±} 0,08 (3%)	4,63 ^{b±} 0,32 (12%)	5,32 ^{a±} 0,55 (14%)	3,08 ^{c±} 0,58 (8%)	2,96 ^{c±} 0,67 (8%)	2,49 ^{cd±} 0,60 (7%)	6,09 ^{ab±} 0,43 (16%)
Cinzas	g	0,57 ^{c±} 0,02	0,45 ^{c±} 0,02	0,60 ^{c±} 0,08	2,00 ^{a±} 0,46	2,19 ^{a±} 0,39	2,15 ^{a±} 0,14	1,86 ^{ab±} 0,05	1,80 ^{ab±} 0,07	1,31 ^{b±} 0,07
Sódio	mg	0,25 ^{e±} 0,05 (0%)	1,25 ^{de±} 0,22 (0%)	0,14 ^{e±} 0,06 (0%)	2,57 ^{d±} 0,11 (0%)	1,64 ^{de±} 0,14(0%)	15,83 ^{a±} 1,93 (1%)	9,68 ^{b±} 0,24 (0%)	8,66 ^{b±} 0,33 (0%)	6,03 ^{c±} 0,19 (0%)

Média ± desvio padrão (N=3). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey. Entre parêntesis indica-se a percentagem da DDR (Dose Diária Recomendada) do nutriente que é satisfeita por uma porção de 100 g do alimento.

Ao comparar os resultados obtidos do dióspiro em fresco com os apresentados na revisão bibliográfica é possível verificar algumas diferenças. Os hidratos de carbono apresentaram valores superiores na cv. *Rojo Brillhante 2* e cv. *Fau fau* (17,16 g 100 g⁻¹ e 16,78 g 100 g⁻¹), e inferiores na cv. *Rojo Brillhante 1* (18,85 g 100 g⁻¹) quando comparados com a Tabela 2.6 (18,59 g 100 g⁻¹). O teor de sódio (5,00 mg 100 g⁻¹) é superior ao descrito na Tabela 4.6 em todas as cultivares (0,25 mg 100 g⁻¹, 1,25 mg 100 g⁻¹ e 0,14 mg 100 g⁻¹). Relativamente ao teor de proteína (0,60 g 100 g⁻¹), e açúcares (12,53 g 100 g⁻¹), apresentam valores inferiores aos apresentados, proteína (0,81 g 100 g⁻¹, 0,69 g 100 g⁻¹ e 0,70 g 100 g⁻¹) e açúcares (14,79 g 100 g⁻¹, 13,38 g 100 g⁻¹ e 14,51 g 100 g⁻¹). O valor da fibra (1,50 g 100 g⁻¹) é superior na cv. *Rojo Brillhante 1* e cv. *Fau fau* (1,24 g 100 g⁻¹ e 1,14 g 100 g⁻¹, respetivamente) e inferior ao da cv. *Rojo Brillhante 2* (1,94 g 100 g⁻¹). Entre estas cultivares apenas existem diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) na água, fibra e sódio.

Quanto comparados os diósperos em pó podemos verificar que a nível energético a cv. *Rojo Brillhante* (365,23 kcal/1554,56 kJ) e cv. *Fau fau* (375,38 kcal/1598,10 kJ) apresentaram valores idênticos ($p > 0,05$). Em relação aos *snacks*, a rodela (365,23 kcal/1546,10 kJ) e palito (359,46 kcal/1529,18 kJ) apresentaram valores semelhantes, contudo no cubo (350,31 kcal/1490,08 kJ) o valor foi inferior. A goma apresenta o menor valor energético dos produtos desidratados (309,45 kcal/ 1317,56 kJ).

O teor de água do dióspiro em pó da cv. *Rojo Brillhante* (4,38 g 100 g⁻¹) e cv. *Fau fau* (5,14 g 100 g⁻¹) foi semelhantes ($p > 0,05$). Os *snacks* rodela (5,44 g 100 g⁻¹) e palito (6,79 g 100 g⁻¹), apresentaram valores idênticos ($p > 0,05$), quanto ao cubo apresentou um conteúdo de água superior (9,38 g 100 g⁻¹) quando comparado com os *snacks* devido à sua dimensão. A goma de entre os produtos desidratados é a que obteve maior teor de água (18,91 g 100 g⁻¹) devido a ser um produto com mais humidade.

Apenas foi possível quantificar os lípidos presentes no dióspiro em pó cv. *Fau fau* e goma (0,24 g 100 g⁻¹ e 0,20 g 100 g⁻¹, respetivamente), pois os restantes obtiveram valores inferiores ao limite de quantificação (0,2 g 100 g⁻¹). Podemos afirmar que o dióspiro desidratado não contém gordura, pois o valor apresentado é inferior a 0,5 g 100 g⁻¹ (CE, 2006).

Os hidratos de carbono, do dióspiro em pó da cv. *Rojo Brillhante* (86,15 g 100 g⁻¹) e cv. *Fau fau* (87,54 g 100 g⁻¹) não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$). Os *snacks* rodela (86,27 g 100 g⁻¹), palito (85,44 g 100 g⁻¹) e cubo (83,23 g 100 g⁻¹) apresentaram valores idênticos ($p > 0,05$). A goma teve o valor mais baixo de hidratos de carbono (71,52 g 100 g⁻¹).

O teor de proteína presente nos produtos desidratados, foi semelhante entre a dióspiro em pó cv. *Rojo Brillhante* (2,85 g 100 g⁻¹), cv. *Fau fau* (2,73 g 100 g⁻¹) e goma (2,73 g 100 g⁻¹) ($p > 0,05$). O mesmo ocorreu entre os *snacks* rodela (3,07 g 100 g⁻¹), palito (2,94 g 100 g⁻¹) e cubo (3,10 g 100 g⁻¹) ($p > 0,05$).

Relativamente ao teor de fibra o dióspiro em pó da cv. *Rojo Brillhante* (4,63 g 100 g⁻¹), cv. *Fau fau* (5,32 g 100 g⁻¹) e goma (6,09 g 100 g⁻¹) apresentaram valores mais elevados comparativamente com os *sancks* rodela (3,08 g 100 g⁻¹), palito (2,96 g 100 g⁻¹) e cubo (2,49 g 100 g⁻¹). Este facto deve-se ao dióspiro em pó e goma terem maior presença de casca de dióspiro do que os *snacks*. Podemos afirmar, o dióspiro em pó cv. *Rojo Brillhante* e cv. *Fau fau*, *snack* rodela e goma são uma fonte de fibra, uma vez que apresentam valores superiores a 3 g 100 g⁻¹ (CE, 2006).

Na Tabela 4.7 encontra-se o perfil de ácidos gordos do dióspiro em pó cv. *Fau fau* e goma, possíveis de quantificar ($\geq 0,2$ g 100 g⁻¹). Estes estão agrupados nas três classes principais de ácidos gordos, SFA, MUFA e PUFA, no total foram quantificados nove ácidos gordos. No dióspiro em pó foi predominante o ácido palmítico (26,01 %), o ácido oleico (18,70 %), tal como descrito por Kim et al. (2018), (21,54 % e 18,95 %, respetivamente). Relativamente à goma, prevalece o ácido oleico (25,88) seguido de ácido palmítico (21,69 %), como apresentado por Kim et al. (2018)(23,22 % e 20,61%, respetivamente).

As diferenças de heterogeneidade dos resultados poderá estar relacionada com alguns fatores, tais como, características do solo, clima, exposição solar e estado de maturação da fruta e diferentes cultivares (Kim et al., 2018).

Tabela 4.7. Perfil de ácidos gordos de dióspiro cv. *Fau fau* em pó e goma de dióspiro cv. *Rojo Brilhante*.

Ácidos gordos (%)	Dióspiro em pó cv. <i>Fau fau</i>	Goma de dióspiro
Ácido butírico (C4:0)	nd	nd
Ácido capróico (C6:0)	nd	nd
Ácido caprílico (C8:0)	nd	nd
Ácido cáprico (C10:0)	0,41±0,71	0,09±0,15
Ácido láurico (C12:0)	0,50±0,86	0,70±0,28
Ácido mirístico (C14:0)	4,13±2,63	2,55±0,70
Ácido pentadecanóico (C15:0)	nd	nd
Ácido palmítico (C16:0)	26,01±7,78	21,69±2,55
Ácido palmitoleico (C16:1)	12,50±1,46	9,44±2,17
Ácido margárico (C17:0)	nd	nd
Ácido esteárico (C18:0)	8,34±4,03	8,87±3,21
Ácido oleico (C18:1)	18,70±3,69	25,88±3,54
Ácido linoleico (C18:2)	5,55±2,30	10,88±1,03
Ácido linolénico (C18:3)	11,07±15,83	17,79±4,13
Ácido estearidónico (C18:4)	nd	nd
Ácido araquídico (C20:0)	nd	nd
Ácido eicosenóico (C20:1)	nd	nd
Ácido eicosadienóico (C20:2)	nd	nd
Ácido eicosatrienóico (C20:3)	nd	nd
Ácido eicosatetraenóico (C20:4 (n-6))	nd	nd
Ácido eicosatetraenóico (C20:4 (n-3))	nd	nd
Ácido eicosapentaenóico (C20:5)	nd	nd
Ácido beénico (C22:0)	nd	nd
Ácido docosadienóico (C22:2)	nd	nd
Ácido docosapentaenóico (C22:5)	nd	nd
Ácido lignocérico (C24:0)	nd	nd
Ácido docosaheptaenóico (C22:6)	nd	nd
Ácido nervónico (C24:1)	nd	nd
Saturados	39,39±15,28	33,89±6,29
Monoinsaturados	31,19±5,09	35,33±2,22
Polinsaturados	16,62±17,99	28,67±5,15

Média ± desvio-padrão (N=3). nd - não detetado.

Os resultados da composição em açúcares do dióspiro em fresco e desidratado encontram-se resumidos na Tabela 4.8. O teor de glucose (7,60 g 100 g⁻¹ em cv. *Rojo Brilhante 1*, 7,41 g 100 g⁻¹ em cv. *Rojo Brilhante 2* e 6,33 g 100 g⁻¹ em cv. *Fau fau*) e de frutose (7,21 g 100 g⁻¹ em cv. *Rojo Brilhante 1*, 7,10 g 100 g⁻¹ em cv. *Rojo Brilhante 2* e 7,05 g 100 g⁻¹ em cv. *Fau fau*) dos frutos em fresco, foram semelhantes (p>0,05). Num estudo realizado por Matheus et al. (2020), a cv. *Rojo Brilhante* em fresco apresentou valores de glucose 5,48 g 100 g⁻¹ e frutose 6,46 g 100 g⁻¹, inferiores aos descritos neste trabalho.

Os valores de glucose, são semelhantes entre o dióspiro em pó cv. *Rojo Brilhante* (24,92 g 100 g⁻¹), cv. *Fau fau* (25,63 g 100 g⁻¹) e *snack* palito (29,95 g 100 g⁻¹) ($p>0,05$). Os *snacks* rodela (31,19 g 100 g⁻¹), palito (31,42 g 100 g⁻¹) e cubo (33,01 g 100 g⁻¹) não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$). A goma apresenta o valor mais elevado de glucose (35,16 g 100 g⁻¹). Os resultados dos açúcares do dióspiro desidratado diferem dos descritos por Karaman et al. (2014) (glucose 4,83 g 100 g⁻¹ e frutose 4,15 g 100 g⁻¹).

Tabela 4.8. Açúcares em dióspiro fresco e em produtos de dióspiro desidratado.

Açúcares (g 100 g ⁻¹)	Dióspiro fresco			Dióspiro em pó		Snack de dióspiro			Goma de dióspiro
	<i>Rojo Brillante</i> (1)	<i>Rojo Brillante</i> (2)	<i>Fau fau</i>	<i>Rojo Brillante</i>	<i>Fau fau</i>	Rodela	Palito	Cubo	
Frutose	7,21 ^c ±0,43	7,10 ^c ±0,96	7,05 ^c ±0,20	29,40 ^b ±2,45	29,66 ^b ±2,80	31,19 ^b ±0,59	31,42 ^{ab} ±0,95	33,01 ^{ab} ±0,25	35,16 ^a ±0,63
Glucose	7,60 ^d ±0,41	7,41 ^d ±0,97	6,33 ^d ±0,33	24,92 ^c ±4,31	25,63 ^{bc} ±3,70	30,55 ^{ab} ±0,05	29,95 ^{abc} ±0,26	30,94 ^{ab} ±0,25	34,94 ^a ±0,50
Sacarose	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Média ± desvio padrão (N=3). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey. nd - não detetado.

Considerando o semáforo nutricional, referido por Cordeiro et al. (2010), os *snacks* e goma de dióspiro, apresentaram baixos teores de lípidos, ácidos gordos saturados e sal e elevado teor em açúcar, contudo pode-se fazer a alegação descrita por CE (2006), “Contêm açúcares naturalmente presentes” (Tabela 4.6 e Figura 4.5).

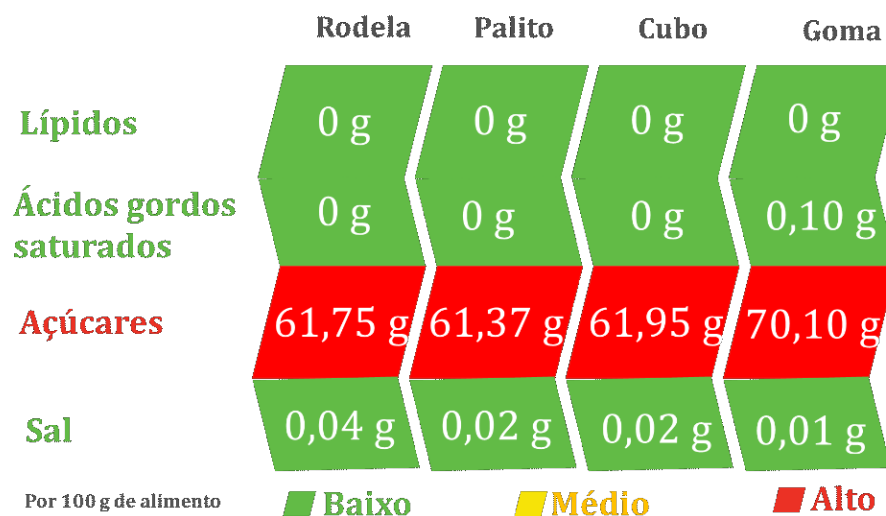


Figura 4.5. Semáforo nutricional por 100 g de *snack* e goma de dióspiro.

4.2.3. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em dióspiro desidratado

A estabilidade dos produtos desidratados de dióspiro foi avaliada, através da atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante (Tabela 4.9).

Tabela 4.9. Atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante em produtos de dióspiro desidratado.

Parâmetros	Dióspiro em pó		Snack de diospiro			Goma de diospiro
	<i>Rojo Brillante</i>	<i>Fau fau</i>	Rodela	Palito	Cubo	
Atividade da água	0,274 ^e ± 0,012	0,295 ^e ± 0,014	0,329 ^d ± 0,014	0,367 ^c ± 0,003	0,422 ^b ± 0,005	0,665 ^a ± 0,016
pH	5,09 ^b ± 0,11	5,01 ^b ± 0,08	5,86 ^a ± 0,06	5,81 ^a ± 0,01	5,75 ^a ± 0,02	5,15 ^b ± 0,06
Acidez (mEq 100 g ⁻¹)	14,83 ^b ± 0,58	8,91 ^c ± 1,03	18,72 ^a ± 0,90	18,10 ^a ± 0,73	18,31 ^a ± 0,10	8,56 ^c ± 0,12
Atividade antioxidante (mg TE kg ⁻¹)	1971,70 ^b ± 160,64	3601,44 ^a ± 1177,37	2417,87 ^{ab} ± 20,25	2159,15 ^b ± 72,88	1859,46 ^b ± 123,66	2401,33 ^{ab} ± 14,84

Média ± desvio padrão (N=3). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey.

A goma apresenta um valor significativo superior de atividade da água (0,665), quando comparada com os restantes produtos desidratados, estes apresentaram valores inferiores a 0,6 (Tabela 4.9), indicando segurança alimentar do produto (Singh e Heldman, 2009; Boyer e Huff, 2018). O dióspiro em pó cv. *Rojo Brillhante* (0,274) e cv. *Fau fau*, (0,295) apresentaram valores de atividade da água semelhantes (0,299) ou superiores (0,131) ao descrito em estudos anteriores de Resende et al. (2019) e Karaman et al. (2014).

Os valores médios de pH encontrados em dióspiro em pó cv. *Rojo Brillhante* (5,09), cv. *Fau fau* (5,01) e da goma (5,15) foram semelhantes ($p>0,05$), e inferiores aos valores dos três *snacks* (5,75 - 5,86). Também para rodela de dióspiro desidratada Ayoub et al. (2020) menciona o valor de pH de 5,9. Valores acima de 5,6 podem levar ao aumento da pericibilidade do produto, mas tal apenas ocorre quando a atividade da água é inferior a 0,920 (Singh e Heldman, 2014).

O teor de acidez entre os três *snacks* (18,10 - 18,72 mEq 100 g⁻¹) é semelhante ($p>0,05$) e superior ao dos restantes produtos desidratados (8,56 - 14,83 mEq 100 g⁻¹).

Quanto à atividade antioxidante, os valores obtidos no dióspiro em pó cv. *Rojo Brillhante* (1971,70 mg TE kg⁻¹), *snacks* rodela (2417,87 mg TE kg⁻¹), palito (1859,46 mg TE kg⁻¹), cubo (1859,46 mg TE kg⁻¹) e goma (2401,33 mg TE kg⁻¹) não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$). Os resultados apresentados foram inferiores ao valor de 3089,00 mg TE kg⁻¹ descrito por (Resende et al., 2019), exceto no caso do dióspiro em pó cv. *Fau fau* (3601,44 mg TE kg⁻¹). O elevado valor de atividade antioxidante foi atribuído ao teor em carotenoides e taninos (Karaman et al., 2014).

4.2.4. Parâmetros microbiológicos nos produtos obtidos

A contagem de bactérias coliformes e *Escherichia coli* foi inferior ao limite de quantificação (1 log), em todos os produtos, o mesmo ocorreu para bolores em dióspiro em pó, de ambas cultivares, e para leveduras em dióspiro em pó cv. *Fau Fau*. Os resultados obtidos para os restantes parâmetros microbiológicos apontam qualidade microbiológica satisfatória, considerando os valores guia definidos pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (Tabela 4.10), (INSA, 2019).

Tabela 4.10. Parâmetros microbiológicos em dióspiro desidratado.

Parâmetros microbiológicos (log UFC g ⁻¹)	Dióspiro em pó		Snack de dióspiro			Goma
	<i>Rojo Brillante</i> (1+2)	<i>Fau fau</i>	Rodela	Palito	Cubo	
Microrganismos a 30 °C	1,84 ^b ±0,20	1,60 ^b ±0,00	2,38 ^{ab} ±0,46	1,79 ^b ±0,80	1,56 ^b ±0,49	3,06 ^a ±0,20
Bactérias coliformes	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Escherichia coli</i>	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bolores	<1	<1	1,40 ^a ±0,35	1,40 ^a ±0,35	<1	1,43 ^a ±0,38
Leveduras	1,77 ^a ±0,29	<1	1,54 ^{ab} ±0,47	1,82 ^a ±0,20	1,63 ^{ab} ±0,06	1,40 ^{ab} ±0,35

Média ± desvio padrão (N=3). Resultados expresso em log₁₀ UFC g⁻¹. Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey.

Quanto aos parâmetros microbiológicos apresentaram resultados semelhantes ao estudo efetuado por Bölek e Obuz (2014), com valores médios de mesófilos compreendidos ente 1,87 e 3,46 log UFC g⁻¹ e de bolores e leveduras inferiores a 1,27 log UFC g⁻¹.

4.2.5. Análise sensorial *snacks* de dióspiro e goma

No teste de ordenação por preferência os consumidores deram a pontuação (1 a 3 pontos), atribuindo 1 à que gostavam menos e 3 à que gostavam mais. Como se pode observar na Figura 4.6 o *snack* rodela foi o favorito apresentando uma percentagem de 47%, seguido do palito com 32% e por fim o cubo com 22%.

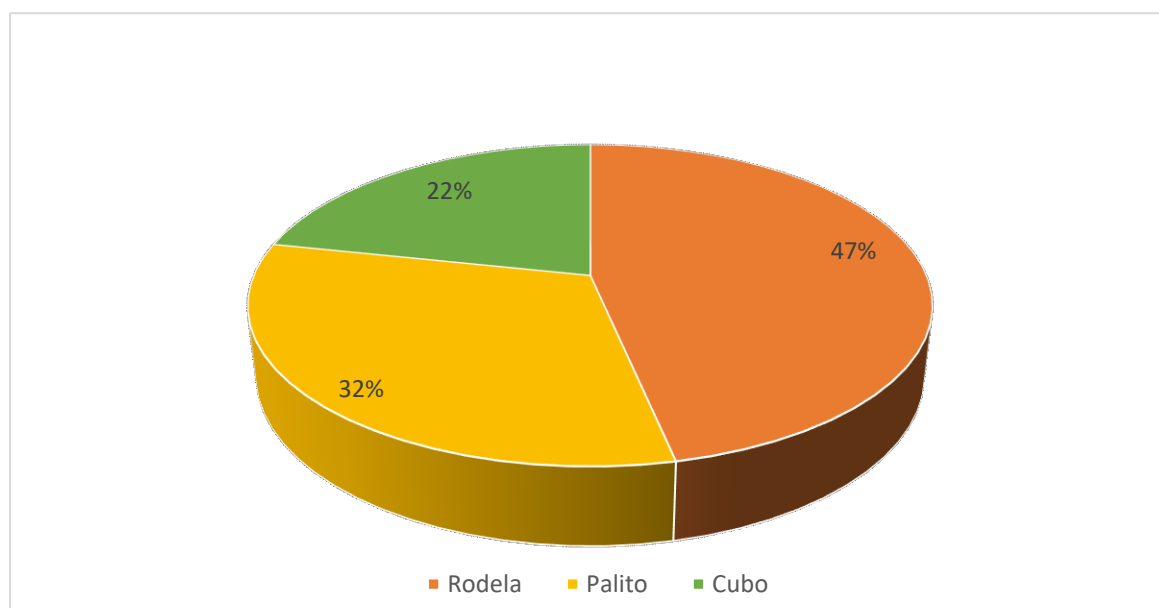


Figura 4.6. Pontuação de 3 pontos em cada *snack*. N=60. (Géneros, feminino 66 % e masculino 34 %).

Ainda relativamente à preferência, e considerando um nível de significância de 5%, os resultados do teste de Friedman mostraram que não existe diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre os *snacks* de dióspiro (Tabela 4.11).

Tabela 4.11. Resultados obtidos na prova de ordenação dos *snacks* de dióspiro cv. *Rojo Brilhante*, segundo a preferência dos consumidores.

<i>Snacks</i> de dióspiro	Pontuação média
Rodela	2,15
Palito	2,07
Cubo	1,78
Teste de Friedman	
N	60
χ^2	4,43
Graus de liberdade	2
<i>p-value</i>	0,109

Todos os *snacks* foram aceites (superiores ou iguais a 5), com pontuações compreendidas entre 5,15 e 7,33 em todos os descritores avaliados.

Os *snacks* obtiveram pontuações semelhantes (6,05 – 7,33), exceto o aspeto do Cubo (5,9) que obteve uma pontuação significativamente inferior às pontuações

outorgadas aos outros. O palito obteve a pontuação mais elevada quanto ao aspeto (6,58) e textura (6,70), relativamente ao sabor (7,33) e apreciação o global (6,87) a pontuação mais elevada foi para a rodela (Tabela 4.12).

Tabela 4.12. Pontuação de aceitação dos *snacks* e goma de dióspiro.

	Snacks de dióspiro			Goma de dióspiro
	Rodela	Palito	Cubo	
Aspeto	6,80 ^a ±1,6	6,58 ^{ab} ±1,51	5,90 ^b ±1,57	6,22 ^{ab} ±1,71
Textura	6,05 ^a ±1,84	6,70 ^a ±1,59	6,17 ^a ±1,81	5,15 ^b ±1,48
Sabor	7,33 ^a ±1,40	6,95 ^a ±1,56	7,02 ^a ±1,46	5,25 ^b ±1,58
Apreciação Global	6,87 ^a ±1,70	6,82 ^a ±1,37	6,62 ^a ±1,22	5,25 ^b ±1,45

Média ± desvio padrão (N=60). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para um nível de significância de 0,05, utilizando o teste post hoc de Tukey.

Quando questionados sobre a intenção de compra 80% dos consumidores demonstrou interesse em comprar o *snack* rodela, seguido do palito (75%) e, por último, o cubo (68%). A goma apresentou uma intenção de compra inferior a 50% (Figura 4.7).

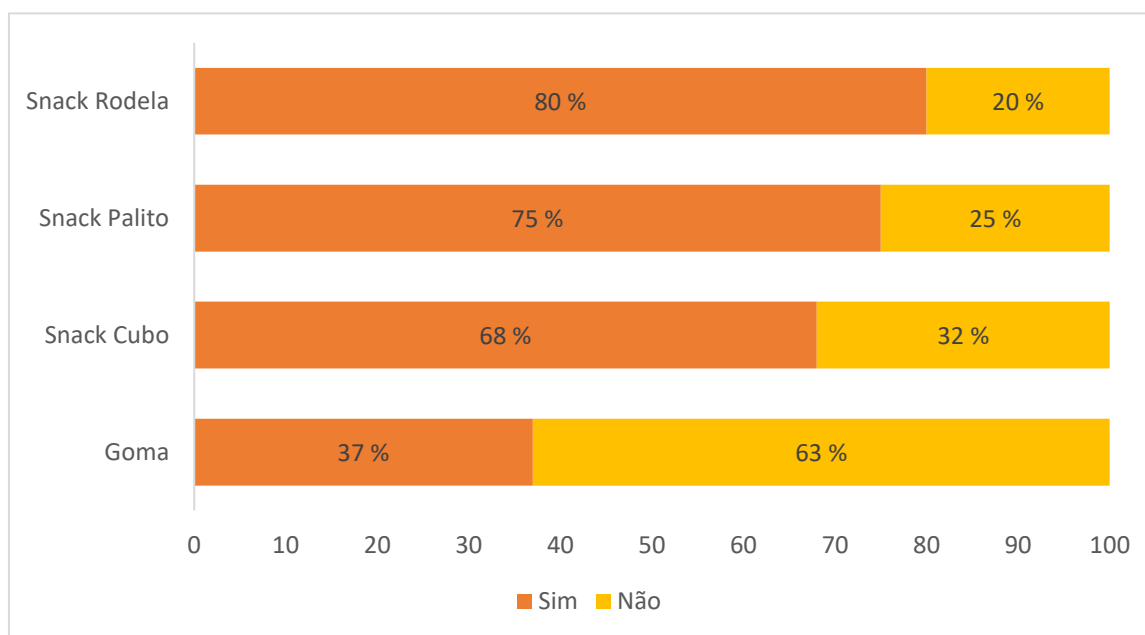


Figura 4.7. Intenção de compra dos *snacks* e goma de dióspiro.

Quando questionados sobre o que mais gostaram (Tabela 4.13) na rodela, palito e cubo os consumidores responderam o Sabor doce, 36 %, 31 % e 34 %, respetivamente. Relativamente à Textura dos *snacks*, as opiniões dividiram-se entre o que mais gostaram (13 % – 19 %) devido à crocância e o que menos gostaram (16 % – 28 %), devido a alguns *snacks* a presença de casca tornar difícil a mastigação.

Tabela 4.13. Classificação dos consumidores sobre o que gostaram mais e menos nos *snacks* e goma de dióspiro.

<i>Snack</i> de dióspiro	Aspeto (%)	Sabor (%)	Textura (%)
Rodela			
O que gostou mais	14	36	15
O que gostou menos	13	3	19
Palito			
O que gostou mais	13	31	19
O que gostou menos	13	8	16
Cubo			
O que gostou mais	11	34	13
O que gostou menos	17	8	17
Goma			
O que gostou mais	18	16	13
O que gostou menos	5	19	28

Para a goma de dióspiro foi destacada a Textura como o menos apreciado pelos consumidores (28% referiram que foi o que menos gostaram), devido a ser muito fibrosa e difícil de mastigar e 18% dos consumidores preferiu o seu Aspeto.

5. Considerações Finais

A desidratação proporciona uma excelente alternativa de conservação que permite consumo de frutas sazonais e regionais como o medronho e o dióspiro, evitando o desperdício alimentar.

O medronho em pó, os *snacks* e a goma de dióspiro apresentaram o mesmo tempo de desidratação (12h), no caso dióspiro em pó o tempo foi mais elevado (26h), devido à espessura e formato dos anteriores facilitar a remoção de água pelo processo de desidratação.

A fruta desidratada é um *snack* saudável, pois garante o aporte de nutrientes sem corantes, nem conservantes. Quanto à composição nutricional o medronho desidratado em pó apresentou alto teor em fibra e apresentou elevado teor em ácido linolénico, ácido oleico e ácido linoleico, precursores de ómega 3, 6 e 9, importantes na redução dos teores de colesterol no sangue, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares. Relativamente ao dióspiro desidratado em pó *cv. Rojo Brillante* e *cv. Fau fau*, *snack* rodela e goma são fontes de fibra. Quanto ao perfil de ácidos gordos do dióspiro *cv. Fau fau* em pó e da goma predominou o ácido palmítico e ácido oleico.

Os *snacks* (rodela, palito e cubo) foram avaliados sensorialmente através de um teste de ordenação por preferência, sendo o escolhido por 47% dos consumidores a rodela. Quanto ao teste de aceitação entre os *snacks* os resultados não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os *snacks*, excluindo a goma. Relativamente à intensão de compra 80 % dos consumidores compraria o *snack* rodela e 75 % o *snack* palito. Existe grande possibilidade para *snacks* de dióspiro terem sucesso caso sejam implementados no mercado.

Os resultados permitem também concluir que a goma é um produto de consumo direto obtido a partir de desperdício alimentar. Os desidratados em pó desenvolvidos apresentados mantêm as características de o produto fresco e podem ser utilizados para obter um produto transformado, levando à criação de novos produtos. Os *snacks* podem ser uma nova forma de transformar fruta sem qualidade de comercialização num produto de valor acrescentado.

Encontramo-nos numa fase de transição mundial, em que é necessário desenvolver soluções alimentares com produtos regionais, saudáveis e saborosos. Assim, é cada vez mais empírico o desenvolvimento de trabalhos como este que demonstrem que existem possibilidades de pensar globalmente e agir localmente, criando soluções de alimentação e inovação.

6. Referências Bibliográficas

Adeeko, D. B. (2016). Consumer perception on the healthiness of snacks in Nigeria. Universidade Católica Portuguesa Porto. Escola Superior de Biotecnologia. Dissertação para obtenção de grau Mestre em Ciências.

Afrin, S., F. Giampieri, D. Cianciosi, F. Pistollato, J. Ansary, M. Pacetti, A. Amici, P. Reboredo-Rodríguez, J. Simal-Gandara, J. L. Quiles, T. Y. Forbes-Hernández, M. Battino (2019). Strawberry tree honey as a new potential functional food. Part 1: Strawberry tree honey reduces colon cancer cell proliferation and colony formation ability, inhibits cell cycle and promotes apoptosis by regulating EGFR and MAPKs signaling pathways. *International Journal of Molecular Sciences* 57:439–452.

Aksil, T., e M. Traris (2020). Algerian strawberry tree fruit (lyophilized powder): Chemical properties and antioxidant activity. *Journal Food Technol Pres* 4:1–7.

Aktas, T., H. H. Orak, F. H. Sahin, N. Ekinici (2013). Effects of different drying methods on drying kinetics and color parameters of strawberry tree (*Arbutus Unedo L.*) *Journal of Science and Technology International* 10:1-12.

Alasalvar, C., F. Shahidi (2013). Composition, Phytochemicals, and Beneficial Health Effects of Dried Fruits: An Overview. F. Shahidi, editor, *Blackwell Publishing Ltd*, Oxford, UK.

Alvelos, H. M. P. P. D. (2020). Análise, desenvolvimento e teste de métodos e técnicas para o controlo estatístico em análise sensorial. Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Dissertação para obtenção de grau Doutor em Ciências de Engenharia.

Alves, M. J. T. (2012). Caracterização de *Arbutus unedo L.*: estudo da maturação dos frutos na composição química e atividade antioxidante. Instituto Politécnico de Bragança. Escola Superior Agrária. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar.

Anacleto, A. I. C. (2013). Culturas do Dióspiro e Maracujá no Vale do Ave: análise agronómica e económico - financeira. Universidade do Porto. Faculdade de Ciências. Dissertação para obtenção de grau Mesrtre em Engenharia Agronómica.

Anastácio, J. R. (2014). Contributo para o estudo do medronheiro (*Arbutus unedo L.*): caracterização morfológica de clones e fisiologia pós- colheita do fruto. Universidade de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Dissertação para obtenção do grau Mestre em Engenharia Agronómica.

Asioli, D., C. Rocha, R. Wongprawmas, M. Popa, F. Gogus, V. L. Almlı (2019). Microwave-dried or air-dried? Consumers' stated preferences and attitudes for organic dried strawberries. A multi-country investigation in Europe. *Food Research International* 120:763–775.

Ayoub, A., J. Singh, A. Bhat, P. K. Nayak, e P. Chhetri (2020). Effect of several packaging materials on storage stability of dried persimmon (*Diospyros kaki L.*) fruit slices. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 21:70–80.

Barros, L., A. M. Carvalho, J. S. Morais, I. C. F. R. Ferreira (2010). Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterisation in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *Food Chemistry* 120:247–254.

Bölek, S., E. Obuz (2014). Quality characteristics of Trabzon persimmon dried at several temperatures and pretreated by different methods. *Turkish Journal of*

Agriculture and Forestry 38:242–249.

Boyer, R., K. Huff (2018). Using dehydration to preserve fruits, vegetables, and meats. *Virginia Cooperative* 348-597:1-5.

Bozkir, H., A. Rayman Ergün, E. Serdar, G. Metin, T. Baysal (2019). Influence of ultrasound and osmotic dehydration pretreatments on drying and quality properties of persimmon fruit. *Ultrasonics - Sonochemistry* 54:135–141.

Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, C. Berset (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science Technology* 28:25–30.

Bubba, M., E. Giordani, L. Pippucci, A. Cincinelli, L. Checchini, P. Galvan (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis* 22:668–677.

Castro, A. M., E. Y. Mayorga, F. L. Moreno (2018). Mathematical modelling of convective drying of fruits: A review. *Journal of Food Engineering* 223:152–167.

Castro, F. D. R. (2013). Desenvolvimento de uma metodologia para a segurança alimentar e preservação das propriedades funcionais na desidratação da maçã Golden Delicious. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. Dissertação para obtenção de grau Mestre em Engenharia Biológica.

CE (2006). Regulamento (CE) Nº 1924/2006 de 20 de dezembro de 2006. *Jornal Oficial da União Europeia* nº L 404/9.

Cordeiro, T., C. Silva, A. Bento (2010). Rotulagem Nutricional, sua importância. Nº 07. Edições Universidade Fernando Pessoa.

Cornara, L., A. La Rocca, S. Marsili, M. G. Mariotti (2009). Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy). *Journal of Ethnopharmacology* 125:16–30.

Cosgrove, C., J. Crawford, H. Hegarty, A. Lawlss (2018). Exploring the option of introducing a Food Traffic Light System into HSE Sites. *Health Service Executive* 1-32.

Dias, A. M. S. M. R. (2017). Secagem solar como técnica para reduzir as perdas pós-colheita dos pequenos produtores. Universidade de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agronómica.

Direito, R. F. (2019). Avaliação do papel do extrato de *Diospyros kaki* L. (Dióspiro) na prevenção da inflamação e cancro. Universidade de Lisboa. Faculdade de Farmácia. Dissertação para obtenção de grau Doutor em Farmácia, especialidade em Bromatologia.

Direção-Geral da Saúde (2017). O semáforo nutricional no parlamento. Disponível: <https://nutrimento.pt/noticias/o-semaforo-nutricional-no-parlamento/> dgs semaforo. Acedido a: 20/05/2020.

Donno, D., M. G. Mellano, I. Riondato, M. De Biaggi, H. Andriamaniraka, G. Gamba, e G. L. Beccaro (2019). Traditional and unconventional dried fruit snacks as a source of health-promoting compounds *Antioxidants*. 8:1–15.

El-Hilaly, J., M. Hmammouchi, B. Lyoussi (2003). Ethnobotanical studies and economic evaluation of medicinal plants in Taounate province (Northern Morocco). *Journal of Ethnopharmacology* 86:149–158.

- Ertekin, C., M. Z. Firat (2017). A comprehensive review of thin-layer drying models used in agricultural products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57:701–717.
- Figueiredo, S. R. F. C. F. (2017). Processo de extração de polpa de medronho coadjuvado pela ação de enzimas carboidrases. Instituto Politécnico de Coimbra. Escola Superior Agrária de Coimbra. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Alimentar.
- Fonseca, D. S. (2014). Valorização do medronho (*Arbutus unedo* L.): Da caracterização química ao desenvolvimento de novos produtos alimentares. Universidade de Aveiro. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Bioquímica.
- Gomes, F., F. Casau, F. Melo, G. Botelho, I. Rodrigues, J. Franco, M. Henriques, P. Bingre, R. Guilherme, e R. L. Pato (2019). *Medronheiro – Manual de boas práticas para a cultura*. Edição Digital. Coimbra.
- González, J. A., M. García-Barriuso, F. Amich (2010). Ethnobotanical study of medicinal plants traditionally used in the Arribes del Duero, western Spain. *Journal of Ethnopharmacology* 131:343–355.
- Guerreiro, A. C., C. M. L. Gago, M. G. C. Miguel, M. D. C. Antunes (2013). The effect of temperature and film covers on the storage ability of *Arbutus unedo* L. fresh fruit. *Scientia Horticulturae* 159:96.
- Guiné, R (2010). Capítulo 5 - Secagem de peras num protótipo numa nova estufa solar para obtenção dum produto tradicional: alguns resultados experimentais e sugestões. In: *Secagem de peras: da tradição à ciência*. CI&DETS -. Viseu. 57–100.
- Huseinovic, E., A. Winkvist, N. Slimani, M. K. Park, H. Freisling, H. Boeing, G. Buckland, L. Schwingshackl, E. Weiderpass, A. L. Rostgaard-Hansen, A. Tjonneland, A. Affret, M. C. Boutron-Ruault, G. Fagherazzi, V. Katzke, T. Kühn, A. Naska, P. Orfanos, A. Trichopoulou, V. Pala, D. Palli, F. Ricceri, M. Santucci De Magistris, R. Tumino, D. Engeset, T. Enget, G. Skeie, A. Barricarte, C. B. Bonet, M. D. Chirlaque, P. Amiano, J. R. Quirós, M. J. Sánchez, J. A. Dias, I. Drake, M. Wennberg, J. M. A. Boer, M. C. Ocké, W. M. M. Verschuren, C. Lassale, A. Perez-Cornago, E. Riboli, H. Ward, H. B. Forsslund (2016). Meal patterns across ten European countries - Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) calibration study. *Public Health Nutrition* 19:2769–2780.
- INE (2011). Anuário Estatístico da Região Algarve 2011. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INE (2012). Anuário Estatístico da Região Algarve 2012. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INE (2012). Anuário Estatístico da Região Algarve 2013. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INE (2014). Anuário Estatístico da Região Algarve 2014. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INE (2015). Anuário Estatístico da Região Algarve 2015. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INE (2016). Anuário Estatístico da Região Algarve 2016. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.

- INE (2017). Anuário Estatístico da Região Algarve 2017. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INE (2018). Anuário Estatístico da Região Algarve 2018. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa.
- INSA, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2019. Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar - Valores-guia.
- INSA, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2019. Tabela da Composição de Alimentos, v 4.0.
- ISO 4833-1 (2013). *Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique*. International Organization for Standardization. Genebra.
- ISO 21527-2 (2008). *Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95*. International Organization for Standardization. Genebra.
- ISO 8589 (2007/Amd 1:2014). *Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms*. International Organization for Standardization. Genebra.
- ISO 16649-2 (2001). *Microbiology of food and animal feeding stuffs_ Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase-positive Escherichia coli – Part 2: Colony count technique at 44 °C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucuronidase*. International Organization for Standardization, Genebra.
- ISO 9308-1 (2014) *Water quality — Detection and enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria — Part 1: Membrane filtration method*. International Organization for Standardization, Genebra.
- Jangam, S. V., C. L. Law, and A. S. Mujumdar (2010). Drying of food, vegetables and fruits. Volume 1. Singapura.
- Jia, Y., I. Khalifa, L. Hu, W. Zhu, J. Li, K. Li, C. Li (2019). Influence of three different drying techniques on persimmon chips' characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques. *Food and Bioproducts Processing* 118:67–76.
- Karaca, O. B., İ. B. Saydam, M. Güven (2019). Physical, chemical, and sensory attributes of low-fat, full-fat, and fat-free probiotic set yogurts fortified with fiber-rich persimmon and apple powders. *Journal of Food Processing and Preservation* 43:1–13.
- Karaman, S., O. S. Toker, M. Çam, M. Hayta, M. Doğan, A. Kayacier. (2014). Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods. *Drying Technology* 32:258–267.
- Kawase, M., N. Motohashi, K. Satoh, H. Sakagami, H. Nakashima, S. Tani, Y. Shirataki, T. Kurihara, G. Spengler, K. Wolfard, J. Molnár (2003). Biological activity of persimmon (*Diospyros kaki*) peel extracts. *Phytherapy Research* 17:495–500.
- Kayacan, S., S. Karasu, P. K. Akman, H. Goktas, I. Doymaz, O. Sagdic (2020). Effect of different drying methods on total bioactive compounds, phenolic profile, in vitro bioaccessibility of phenolic and HMF formation of persimmon. *LWT - Food Science and Technology* 118:1-8.

- Kim, J. M., S. K. Park, J. Y. Kang, S. H. Park, S. Bin Park, S. K. Yoo, H. J. Han, S.-G. Lee, U. Lee, e H. J. Heo (2018). Nutritional composition, antioxidant capacity, and brain neuronal cell protective effect of cultivars of dried persimmon (*Diospyros kaki*). *Kourean Journal of Food Science and Technology* 50:225–237.
- Kluge, R. A., M. A. Tessmer (2018). Caqui— *Diospyros kaki*. *Exotic Fruits Reference Guide* 113–119.
- Kong, F., R. P. Singh (2016). The stability and shelf life of food. Capítulo 2 Chemical deterioration and physical instability of foods and beverages. *Elsevier* 43-76. ISBN: 9780081004357.
- Kurtzman, C. P., S. A. James (2006). K.V. Peter, editor, *Food Spoilage Microorganisms*. Cambridge, Inglaterra. Woodhead Publishing Limited.
- Lee, S., S. Chung, I. Lee (2006). The antidiabetic effect of dietary persimmon (*Diospyros kaki* L . cv . Sangjudungsi) peel in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Food Science* 293-298.
- Leonti, M., L. Casu, F. Sanna, L. Bonsignore (2009). A comparison of medicinal plant use in Sardinia and Sicily-De Materia Medica revisited? *Journal of Ethnopharmacology* 121:255–267.
- Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference* 22:733–747.
- Liu, M., K. Yang, J. Wang, J. Zhang, Y. Qi, X. Wei, M. Fan (2019). Young astringent persimmon tannin inhibits methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from pork. *LWT - Food Science and Technology* 100:48-55.
- Maisnam, D., P. Rasane, A. Dey, S. Kaur, C. Sarma (2016). Recent advances in conventional drying of foods. *Journal of Food Technology Preservation* 1:25–34.
- Martín-Gómez, J., M. Á. Varo, J. Mérida, M. P. Serratos (2020). Influence of drying processes on anthocyanin profiles, total phenolic compounds and antioxidant activities of blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *LWT- Food Science and Technology* 120:1-8.
- Martins, A. N., L. R. Galego, M. da G. C. Miguel, M. D. C. Antunes (2014). O Medronho e suas utilizações alimentares. Universidade do Algarve. Faro. 1-24. ISBN: 978-989-8472-34-2.
- Matheus, J. R. V., C. J. de Andrade, R. F. Miyahira, A. E. C. Fai (2020). Persimmon (*Diospyros kaki* L.): Chemical properties, bioactive compounds and potential use in the development of new products—A Review. *Food Reviews International* 00:1–18.
- Matsumoto, K., Y. Watanabe, M. A. Ohya, S. I. Yokoyama (2006). Young persimmon fruits prevent the rise in plasma lipids in a diet-induced murine obesity model. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 29:2532–2535.
- Mattes, R. D. (2018). Snacking: A cause for concern. *Physiology & Behavior* 193:279–283.
- Méndez-Lagunas, L., J. Rodríguez-Ramírez, M. Cruz-Gracida, S. Sandoval-Torres, G. Barriada-Bernal (2017). Convective drying kinetics of strawberry (*Fragaria ananassa*): Effects on antioxidant activity, anthocyanins and total phenolic content. *Food Chemistry* 230:174–181.

- Michalska, A., A. Wojdyło, K. Lech, G. P. Łysiak, A. Figiel (2016). Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies. *Food Chemistry* 207:223–232.
- Molina, M., M. Pardo-De-Santayana, L. Aceituno, R. Morales, J. Tardío (2011). Fruit production of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests. *Forestry* 84:419–429.
- Monteiro, M. I. F. T. (2016). Estratégia de marca baseada em Storytelling - Estudo caso Fruut. The Marketing School - Escola Superior do Porto. Relatório de projecto profissional.
- Morais, R. M. S. C., A. M. M. B. Morais, I. Dammak, J. Bonilla, P. J. A. Sobral, J.-C. Laguerre, M. J. Afonso, E. C. D. Ramalhosa (2018). Functional Dehydrated Foods for Health Preservation. *Journal of Food Quality* 1–29.
- Morgado, S., M. Morgado, A. I. Plácido, F. Roque, A. P. Duarte (2018). *Arbutus unedo* L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy. *Journal of Ethnopharmacology* 225:90–102.
- Mphahlele, R. R., P. B. Pathare, U. L. Opara (2019). Drying kinetics of pomegranate fruit peel (cv. Wonderful). *Scientific African* 5:e00145.
- Munera, S., C. Besada, J. Blasco, S. Cubero, A. Salvador, P. Talens, N. Aleixos (2017). Astringency assessment of persimmon by hyperspectral imaging. *Postharvest Biology and Technology* 125:35–41.
- Nunes, R (2017). Design of microencapsulated *Arbutus Unedo* leaves and fruits by spray drying for supplements and functional foods. Universidade do Algarve. Dissertação para obtenção de grau Doutor em Biotecnologia, especialidade em Biotecnologia Alimentar.
- Oliveira, I., P. Baptista, R. Malheiro, S. Casal, A. Bento, and J. A. Pereira. 2011. Influence of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit ripening stage on chemical composition and antioxidant activity. *Food Research International* 44:1401–1407.
- Opara, L. U., M. R. Al-Ani, Y. S. Al-Shuaibi (2009). Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*punica granatum* L.) *Food and Bioprocess Technology* 2:315–321.
- Orak, H. H., T. Aktas, H. Yagar, S. S. Isbilir, N. Ekinici, F. H. Sahin (2012). Effects of hot air and freeze drying methods on antioxidant activity, colour and some nutritional characteristics of strawberry tree (*Arbutus unedo* L) fruit. *Food Science and Technology International* 18:391–402.
- Özcan, M. M., H. Haciseferogullan (2007). The Strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering* 78:1022–1028.
- Pallauf, K., J. C. Rivas-Gonzalo, M. D. del Castillo, M. P. Cano, S. de Pascual-Teresa (2008). Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 21:273–281.
- Pereira, E. (2017). Instrumentação e controlo de uma estação de secagem convectiva. Universidade de Aveiro. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

- Phan, U. T. X. (2019). Meal and snack: Two different contexts for foods and drinks. *Context* 169-189.
- Potter, M., A. Vlassopoulos, U. Lehmann (2018). Snacking recommendations worldwide: A scoping review. *Advances in Nutrition* 86-98.
- Regato, M. D., I. M. Guerreiro. (2013). A cultura do diospireiro no Alentejo. *Vida Rural* 38-41.
- Resende, A., A. Riscado, A. Silveira, A. Nunes, C. Pintado, C. Caseiro, C. E. Santo, H. Beato, I. Brandão, I. André, L. Paulo, S. Martins (2019). Desidratação - uma forma de acrescentar valor aos produtos hortofrutícolas – Projeto Transfer2agro 2-7.
- Ribeiro, C. M. L. (2016). Definição da identidade da marca para o medronho. Universidade de Évora. Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Gestão da Qualidade e Marketing Agroalimentar.
- Rodrigues, M. A. F. (2017). Estudo de um pré-tratamento ao processo de secagem convencional por desidratação osmótica, no âmbito da valorização de maçã de baixo calibre. Instituto Politécnico de Santarém. Escola Superior Agrária. Dissertação para obtenção de grau Mestre na área de Tecnologia Alimentar.
- Ruiz-Rodríguez, B. M., P. Morales, V. Fernández-Ruiz, M. C. Sánchez-Mata, M. Cámara, C. Díez-Marqués, M. Pardo-de-Santayana, M. Molina, J. Tardío (2011). Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International* 44:1244-1253.
- Ryu, Y. B., J. H. Kim, S. J. Park, J. S. Chang, M. C. Rho, K. H. Bae, K. H. Park, W. S. Lee (2010). Inhibition of neuraminidase activity by polyphenol compounds isolated from the roots of *Glycyrrhiza uralensis*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 20:971-974.
- Salehi, F., S. Aghajanzadeh (2020). Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. *Trends in Food Science and Technology* 95:162-172.
- Salem, I. Ben, S. Ouesleti, Y. Mabrouk, A. Landolsi, M. Saidi, e A. Boulilla (2018). Exploring the nutraceutical potential and biological activities of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits. *Industrial Crops and Products* 122:726-731.
- Salvador, A., L. Arnal, C. Besada, V. Larrea, A. Quiles, I. Pérez-Munuera (2007). Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon fruit cv. "Rojo Brillante." *Postharvest Biology and Technology* 46:181-188.
- Santos, I. R. (2017). Marketing alimentar: estratégia de comunicação para aumentar a notoriedade da marca fruit. Escola Superior do Porto. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Gestão de Marketing.
- Schutz, H. G., A. V Cardell (2001). A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking / disliking. *Journal of Sensory Studies* 1997:117-159.
- Senadeera, W., G. Adiletta, B. Önal, M. Di Matteo, P. Russo (2020). Influence of different hot air drying temperatures on drying kinetics, shrinkage, and colour of persimmon slices. *Foods* 9:5-7.
- Shinwari, K. J., P. S. Rao (2018). Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science and Technology* 75:181-193.

- Singh, R. P., D. R. Heldman (2014). Introduction to Food Engineering. 4^o Edição. Academic Press. California, USA. 653-686. ISBN: 978-0-12-370900-4.
- Soares, S. S. (2016). Técnicas de manutenção do solo na cultura do dióspiro. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Agronómica.
- Sreeramulu, D., M. Raghunath (2010). Antioxidant activity and phenolic content of roots, tubers and vegetables commonly consumed in India. *Food Research International* 43:1017–1020.
- Takougnadi, E., T. E. T. Boroze, O. Y. Azouma (2020). Effects of drying conditions on energy consumption and the nutritional and organoleptic quality of dried bananas. *Journal of Food Engineering* 268:1–9.
- Tecnoalimentar (2020). A estratégia de internacionalização do setor agroalimentar e as novas tendências para 2020. disponível em: <http://www.tecnoalimentar.pt/noticias/a-estrategia-de-internacionalizacao-do-setor-agroalimentar-e-as-novas-tendencias-para-2020/>. Acedido a: 25/07/2020.
- Tessmer, M. A., C. Besada, I. Hernando, B. Appezzato-da-Glória, A. Quiles, A. Salvador (2016). Microstructural changes while persimmon fruits mature and ripen. Comparison between astringent and non-astringent cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 120:52–60.
- Tola, J. (1997) Grande enciclopédia das ciências. Botânica. Amadora. Ediclube Edição e Promoção do Livro, Lda. 8-24. ISBN: 84-408-0340-0
- Uchida, S., M. Ozaki, T. Akashi, K. Yamashita, M. Niwa, K. Taniyama (1995). Effects of (-)-epigallocatechin-3-O-gallate (Green Tea Tannin) on the life span of stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 22:S302–S303.
- UE (2011). Regulamento (UE) N^o 1169/2011 de 25 de outubro de 2011. *Jornal Oficial da União Europeia* n^o L 304/18.
- Valentas, K. J., E. Rotstein, R. P. Singh (1997). Handbook of food engineering practice. Capítulo 4. Design and Performance Evaluation of Dryers. CRC Press. New York, USA. ISBN: 0-8493-8694-2.
- Vidrih, R., J. Hribar, Ž. Prgomet, N. P. Ulrih (2013). The physico-chemical properties of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 5:29–33.
- Vital, A. C. P., N. W. Santos, P. T. Matumoto-Pintro, M. R. da Silva Scapim, G. S. Madrona (2018). Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants. *International Journal of Dairy Technology* 71:183–189.
- Vlieger, N. M., C. Collins, T. Bucher (2017). What is a nutritious snack? Level of processing and macronutrient content influences young adults' perceptions. *Appetite* 114:55–63.
- Wellard, L., C. Hughes, Y. W. Tsang, W. Watson, K. Chapman (2014). Investigating fruit and vegetable claims on Australian food packages. *Public Health Nutrition* 18:2729–2735.
- Wong, J. M. W., E. M. Comelli, C. W. C. Kendall, J. L. Sievenpiper, J. C. Noronha, D. J. A.

Jenkins (2017). The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology. Chapter 22. Dietary Fiber, Soluble and Insoluble, Carbohydrates, Fructose, and Lipids. *Academic Press* 189-200.

Yamada, M., A. Sato (2002). Segregation for fruit astringency type in progenies derived from crosses of “Nishimurawase” x pollination constant non-astringent genotypes in oriental persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). *Scientia Horticulturae* 92:107–111.

Yamasaki, A., H. Yakushiji, H. Iwamoto, A. Azuma, H. Sugiura (2017). Optimum conditions for on-tree ethanol-sticker treatment for astringency removal in ‘Taigetsu’ and ‘Taiten’ persimmons. *The Horticulture Journal* 463–469.

Yaqub, S., U. Farooq, A. Shafi, K. Akram, M. A. Murtaza, T. Kausar, F. Siddique (2016). Chemistry and functionality of bioactive compounds present in persimmon. *Journal of Chemistry* 1-13.

Ylönen, K., G. Alfthan, L. Groop, C. Saloranta, A. Aro, S. M. Virtanen (2003). Dietary intakes and plasma concentrations of carotenoids and tocopherols in relation to glucose metabolism in subjects at high risk of type 2 diabetes: The Botnia Dietary Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* 77:1434–1441.

Zhang, W., H. Iso, T. Ohira, C. Date, A. Tamakoshi (2012). Associations of dietary magnesium intake with mortality from cardiovascular disease: The JACC study. *Atherosclerosis* 221:587–595.

Zou, B., J. Wu, Y. Yu, G. Xiao, Y. Xu (2017). Evolution of the antioxidant capacity and phenolic contents of persimmon during fermentation. *Food Science and Biotechnology* 26:563–571.