Caracterização físico-química de diferentes variedades de amêndoa (*Prunus dulcis*) e efeito das condições de armazenamento

Francieli Graeff

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

Orientado por:

Professora Doutora Elsa Ramalhosa

Doutora Luana Fernandes

Professora Doutora Carolina Castilho Garcia

Bragança

2019

Trabalho financiado pelo Projeto ValNuts (PDR2020-101-030756), no âmbito de uma iniciativa comunitária promovida pelo PDR2020 e cofinanciada pelo FEADER, Portugal 2020. Este trabalho foi também parcialmente financiado pelo CIMO (UID/AGR/00690/2019) através do FEDER no âmbito do PT2020.

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO RURAL 2014·2020

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais

Agradecimentos

A concretização deste trabalho não seria possível sem o apoio de muitas pessoas, estando elas presentes fisicamente ou em pensamento, por isso gostaria de agradecer:

Primeiramente a Deus, pois Ele foi quem me ensinou a ter fé e acreditar que tudo é exequível.

Aos meus pais, Amauri e Claudete, irmãos, Daniele, Rafael e Emanuely, e avós, Ana, Marino, Maria e Agostinho, pelos valores transmitidos, amor incondicional e por todo o suporte fornecido ao longo dessa trajetória. Foram constantes e me permitiram realizar este sonho.

Aos meus pais de coração, Walter, Eliane, Lucilia e Venilson, por estarem presentes nesta caminhada, sempre com palavras de apoio e carinho.

A todos os meus amigos de intercâmbio, mas principalmente, ao Felipe, Francieli, Gustavo, Ighor, Lucas, Maria, Murilo e Paulo, que estiveram comigo, tanto para secar minhas lágrimas em momentos de fraqueza, quanto para brindar em momentos de euforia. Sem hesitações, o carinho e apoio expressos durante este período foi a minha maior motivação.

Aos meus amigos de longa data, nomeadamente, a Bianca, Bruno, Daniella, Geane, Gizllaine, Juan, Maria Natalia, Regiane, Renato, Sandra e Vinicios, que embora distantes sempre estiveram presentes e me encorajaram a alcançar os meus objetivos, me proferindo força para vencer os obstáculos ao longo do percurso.

Aos colegas que o crossfit me apresentou, Arthur, Éric, Kenji, Juliana e coach Pedro, pela interação e momentos de distração e formação, sempre dispondo de muita garra e alegria.

Ao meu querido amigo, Professor Doutor Alex Torquato, pelo conhecimento e credibilidade a mim conferidos.

À minha co-orientadora, Doutora Luana Fernandes, pela paciência, entusiasmo, amizade e por toda a dedicação que disponibilizou durante os trabalhos realizados no laboratório e ao longo do da elaboração da tese.

À minha orientadora, Professora Doutora Elsa Ramalhosa, pela disponibilidade, empenho, atenção e confiança prestadas, bem como pelo enriquecimento académico que me permitiu obter em simultâneo com a elaboração da tese.

À minha orientadora, Professora Doutora Carolina Garcia, pelo interesse e estímulo em me amparar na conclusão deste trabalho.

Aos colegas de laboratório, em específico à Técnica Céu Fidalgo, pela parceria e afeto demonstrado, através de conversas e conselhos.

À Escola Superior Agrária de Bragança, que em conjunto com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, me proporcionaram a realização deste mestrado.

A todos, agradeço a honra de poder contar com vocês, me considero uma pessoa de sorte.
Obrigada!

Resumo

A amendoeira (*Prunus dulcis*) é uma cultura tradicional em Portugal, estando bem representada na região de Trás-os-Montes. Com o presente trabalho pretendeu-se caracterizar alguns produtores de amêndoa em relação às variedades cultivadas, tipo de colheita e transporte aplicados e condições de armazenamento, bem como determinar os principais problemas observados durante o armazenamento do fruto. Para além disso, caracterizou-se físico-químicamente e microbiológicamente algumas dessas variedades, nomeadamente Francesas, Espanholas e Portuguesas. Adicionalmente também se realizou um ensaio de conservação de amêndoas despeladas (mistura de variedades de casca mole) com o intuito de estudar o efeito da humidade relativa (HR) (60, 70 e 80%) e temperatura constante (25°C) durante o armazenamento.

Após aplicação dos inquéritos, verificou-se que grande parte dos produtores inquiridos (42%) tem idades entre os 60 e 69 anos. Mais de metade dos produtores (63%) possui amendoais com uma área até 10 ha, sendo que 53% dos pomares tem mais de onze anos. As variedades cultivadas são de origem Espanhola, Francesa e Portuguesa, destacando-se a Ferraduel e a Ferragnès (ambas Francesas). Mais de metade dos produtores (63%) realiza colheita manual, sendo o fruto armazenado à temperatura ambiente, sem controlo de HR. Aproximadamente 53% dos produtores mencionaram não ter problemas durante o armazenamento ou não responderam à questão. Contudo, os produtores que indicaram problemas, o mais referido foi o aparecimento de pragas (26%).

Algumas diferenças significativas foram observadas nas 19 amostras analisadas, em termos fisicos (massa, dimensões, número de frutos por kg, número de miolos duplos em 25 frutos), químicos (teores de humidade, gordura, proteína, fibra bruta, cinzas e estabilidade oxidativa) e microbiológicos (microrganismos a 30 °C, bolores e leveduras, coliformes totais e *Escherichia coli*). As amostras Portuguesas quando comparadas com as estrangeiras não se destacaram. Em relação à qualidade microbiológica, a maioria das amostras apresentaram-se aceitáveis ou satisfatórias, não existindo nenhuma com um número não admissível de *E. coli*.

Relativamente, aos ensaios de conservação verificou-se que as amêndoas ao longo do armazenamento mantiveram uma aparência visual e fisica semelhante à observada no início (dia 0), independentemente da HR aplicada. Quanto à composição nutricional não se detetaram diferenças significativas, nem para o período de armazenamento, nem para

as HRs aplicadas. Os resultados indicaram que é necessário continuar o ensaio de conservação por mais tempo, com intuito de poder verificar possíveis diferenças entre as HRs e definir qual a melhor para o transporte de amêndoas despeladas.

Palavras-chave: Amêndoa, *Prunus dulcis*, variedades, propriedades nutricionais, qualidade microbiológica, conservação.

Abstract

Almond (*Prunus dulcis*) is a traditional crop in Portugal, being well represented in Trás-os-Montes region. Thus, the main objectives of the present work were to characterize some almond producers, in relation to their varieties, type of harvest and transport applied and storage conditions, as well as to determine the main problems observed during the storage. Moreover, it was also studied the physicochemical and microbiological properties of some varieties produced by them, namely: French, Spanish and Portuguese varieties. Furthermore, it was also proposed to carry out a preservation study of peeled almonds (mixture of molar varieties), where the effect of relative humidity (RH) (60, 70 and 80%) at constant temperature (25°C) was studied during the storage.

After the application surveys, it was detected that most of the producers (42%) were between 60 and 69 years old. More than half of the producers (63%) have almond groves with areas lower than 10 ha and 53% of the orchards are more than 11 years old. The origins of the cultivated varieties are Spain, France and Portugal, highlighting the Ferraduel and Ferragnès (both French). More than half of the producers (63%) do manual harvesting, and the fruit is stored at room temperature, without control of RH. Approximately 53% of the producers mentioned that they had no problems during storage or did not answer this question. However, the producers who indicated problems, the main one was the appearance of pests (26%).

Some significant differences were observed in the 19 analyzed samples, in terms of physic (mass, size, number of fruits per kg, number of double seeds in 25 fruits), chemical (moisture, fat, protein, crude fiber, ash and oxidative stability) and microbiological parameters (microrganisms at 30 °C, molds and yeasts, total coliforms and *Escherichia coli*). The Portuguese varieties when compared to the foreign ones did not stand out. Regarding the microbiological quality, the majority of the samples were acceptable or satisfactory, none with an unacceptable number of *E. coli.*

Regarding the storage trials, it was observed that throughout the storage the almonds maintained a visual and physical appearance similar to that observed at the beginning (day 0), regardless of the RH applied. Concerning the nutritional composition, no significant differences were detected either for the storage period or for the RH applied. The results indicated that it is necessary to continue the storage test for a longer period of

time, in order to be able to verify possible differences between the RHs and to define the best one for the transportation of peeled almonds.

Key words: Almond, *Prunus dulcis*, varieties, nutritional properties, microbiological quality, storage.

Índice

1. Introdução geral e objetivos **13**

2. Revisão bibliográfica **15**

2.1 Amendoeira 15

2.2 Amêndoa 18

2.3 Condições de armazenamento e conservação 23

3 Materiais e Métodos **32**

3.1. Questionários 32

3.2 Amostragem 32

3.3 Análises físicas 32

3.3.1 Massa e Dimensões 32

3.3.2 Cor 32

3.3.3 Densidade Real e Aparente, número de frutos por kg e miolos duplos 33

3.3.4 Atividade da água 33

3.4 Análises químicas 33

3.4.1 Teores de humidades e cinzas 33

3.4.2 Teor de gordura 34

3.4.3 Teor de proteína 34

3.4.4 Teor de fibra bruta 34

3.4.5 Estabilidade oxidativa 35

3.4.6 Espectrofotometria no ultravioleta 35

3.5 Análises microbiológicas 36

3.5.1 Mesófilos aeróbios 36

3.5.2 Bolores e leveduras 36

3.5.3 Coliformes totais e *Escherichia coli* 36

3.6 Ensaios de conservação 36

3.7 Análise estatística 37

4. Resultados e Discussão **38**

4.1 Inquéritos 38

4.1.1 Caracterização dos produtores inquiridos 38

4.1.2 Caracterização do pomar 39

4.1.3 Caracterização das variedades 40

4.1.4 Caracterização do tipo de colheita e das condições de armazenamento 41

4.2 Análises físicas 43
4.2.1. Aparência visual 43
4.2.2. Massas e dimensões 45
4.2.3. Cor 49
4.2.4 Densidade real e aparente 52
4.2.5 Número de frutos em 1 kg e miolos duplos 52
4.3 Análises químicas 54
4.3.1. Composição nutricional e atividade de água 54
4.3.2 Estabilidade oxidativa do fruto e do óleo 58
4.3.3 Análise espectrofotométrica no UV 60
4.4 Análises microbiológicas 61
4.5 Ensaios de conservação 63
4.5.1. Aparência visual e cor 63
4.5.2. Composição nutricional 64
4.5.3. Estabilidade oxidativa e parâmetros da análise espectrofotométrica no UV 65
4.5.4. Análises Microbiológicas 67
5. Conclusão **69**
6. Referências **71**
ANEXOS **79**

Índice de Figuras

Figura 1 - Produção média de amêndoa com casca por região entre os anos 2006 a 2016. (FAOSTAT, 2016). 15
Figura 2 - Produção mundial de amêndoa com casca, em toneladas, por ano, durante a última década (FAOSTAT, 2016). 16
Figura 3 - Produção nacional de amêndoas com casca, em toneladas, por ano, durante a última década (FAOSTAT, 2016). 16
Figura 4 - Média de produção anual. 40
Figura 5 - Ordem de importância das variedades de amêndoas em termos de produção (A), produtividade (B) e rendimento global (C). 41
Figura 6- Tempo (A) e tipo de colheita (B). 41
Figura 7 - Local de armazenamento dos frutos (A) e a forma como os armazena (B). .. 42
Figura 8 - Problemas indicados pelos produtores de amêndoa durante o armazenamento do fruto. 43
Figura 9 - Aspeto visual de 19 amostras de amêndoa com casca exterior e de miolo com película. 45
Figura 11 - Massa do fruto com casca externa. 46
Figura 12 - Massa do miolo com película. 47
Figura 13 - Massa do miolo sem película. 47
Figura 14 - Estabilidade oxidativa do miolo com película. 58
Figura 15 - Estabilidade oxidativa do miolo sem película. 59
Figura 16 - Estabilidade oxidativa do óleo do miolo com película 59
Figura 17 - Estabilidade oxidativa do óleo extraído do miolo sem película. 60
Figura 18 - Aspeto visual das amêndoas ao longo do armazenamento realizado sob humidades relativas de 60, 70 e 80%. 64

Índice de Tabelas

Tabela 1- Parâmetros físicos de amêndoas produzidas em Itália, Portugal e Califórnia.20
Tabela 2 - Composição nutricional de algumas variedades de amêndoa. 21
Tabela 3 - Métodos de armazenamento e conservação descritos na literatura para a amêndoa. 29
Tabela 4 - Habilitação literárias dos 19 produtores inquiridos..... 38
Tabela 5 - Tipo de mão-de-obra utilizada na exploração dos 19 produtores inquiridos. 38
Tabela 6 - Área total dos pomares dos 19 produtores inquiridos. 39
Tabela 7 – Variedades cultivadas pelos 19 produtores. 40
Tabela 8 - Caracterização física de 19 variedades de amêndoa. 48
Tabela 9 - Caracterização da cor da casca exterior, miolo com e sem película de 19 variedades de amêndoa 50
Tabela 10 - Densidade real e aparente do fruto com casca exterior e miolo com película, número de frutos em 1kg e número de miolos duplos em 25 frutos de 19 variedades de amêndoa. 53
Tabela 11 - Caracterização nutricional (g/100 g de matéria fresca) e atividade da água do miolo com e sem película de 19 variedades de amêndoa..... 56
Tabela 12 - Parâmetros da análise espectrofotométrica no UV do óleo obtido a partir do miolo com e sem película de 19 variedades de amêndoa..... 61
Tabela 13 - Contagem média (log ufc / g ± desvio padrão) do total de microrganismos a 30°C, leveduras, bolores, coliformes totais e *E. coli* examinadas em 19 variedades de amêndoas. 62
Tabela 14 - Caracteriação da cor do miolo sem película ao longo do armazenamento e a diferentes humidades relativas..... 63
Tabela 15- Composição nutricional (g/100 g matéria fresca) e atividade de água (A_w) do miolo sem película ao longo do armazenamento..... 65
Tabela 16 - Estabilidade oxidativa do miolo sem película, expresso em tempo de indução (horas) 66
Tabela 17 - Estabilidade oxidativa do óleo extraído do miolo sem película, expresso em tempo de indução (horas) 66
Tabela 18 - Parâmetros análise espectrofotométrica no UV 67
Tabela 19 - Contagem média (log ufc / g ± desvio padrão) do total de microrganismos a 30°C e leveduras, bolores em amêndoas armazenadas a diferentes humidades relativas 68

Lista de abreviaturas

AOAC – Métodos Oficiais de Análises de Alimentos.

a_w - Atividade de água.

FAO – Organização das Nações Unidas Para a Agricultura e Alimentação.

FAOSTAT – Estatística da FAO.

HR – Humidade relativa.

INE – Instíituto Nacional de Estatística.

MUFA – Ácidos gordos monoinsaturados.

PUFA - Ácidos gordos polinsaturados.

UV-Vis – Espectrofotometria no ultra-violeta visível.

1. Introdução geral e objetivos

A amendoeira é uma cultura tradicional em Portugal, sendo bem representada na região de Trás-os-Montes, onde existe uma ampla área de cultivo com diversas variedades. Dentro dessas variedades encontram-se as nacionais e as estrangeiras. As características de cada variedade são influenciadas por diversos fatores, tais como: condições climáticas, variabilidade genética, práticas agrícolas, período de colheita, estado de maturação, condições de armazenamento, práticas pós-colheita, entre outros. Nesse sentido, tais características vão-se refletir na qualidade final do produto, que por sua vez, é fundamental para a comercialização e transformação dos frutos. Tendo em conta este facto, o presente trabalho visou valorizar as variedades tradicionais (nacionais), através da sua caracterização físico-química e microbiológica, de forma a poder verificar se as mesmas possuem características que as distingam das estrangeiras.

Para além disso, atualmente, existe uma grande procura por parte dos consumidores, bem como pela indústria alimentar, por métodos que permitam prolongar o tempo de vida dos seus produtos. No entanto, existem inúmeros fatores que determinam a estabilidade do produto ao longo do tempo. Em particular, nos produtos ricos em óleos e gorduras, como a amêndoa, destaca-se a composição físico-química (presença de alguns compostos, como por exemplo, antioxidantes, pró-oxidantes, ácidos gordos), variedade, origem e as condições de processamento e armazenamento. A manutenção da qualidade do produto durante o armazenamento é crucial para que exista uma boa aceitação por parte dos consumidores.

Nesse sentido, os objetivos do presente trabalho foram:

- realizar um inquérito com o intuito de obter mais informação sobre as características dos produtores de amêndoa, dos amendoais, do tipo de colheita e das condições de armazenamento;

- avaliar, em termos físico-químicos e microbiológicos, diferentes variedades de amêndoa (*Prunus dulcis*), nacionais e estrangeiras, colhidas em amendoais da região de Trás-os-Montes.

- avaliar o efeito da humidade relativa e temperatura durante o armazenamento nas propriedades físico-químicas e microbiológicas de miolo de amêndoa.

De referir, que o trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto ValNuts (PDR2020-101-030756), uma iniciativa comunitária promovida pelo PDR2020 e cofinanciada pelo FEADER, Portugal 2020.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Amendoeira

A amendoeira (*Prunus dulcis*) é uma árvore, com flores de cor branca-rosada, que pertence à família Rosaceae. A semente proveniente do seu fruto é comestível, conhecida como amêndoa. Acredita-se que a cultura teve origem na Ásia do Sul e no Mediterrâneo Oriental, mas que posteriormente se espalhou por todo o mundo, principalmente na Europa pelos romanos (Baker e Ripado, 1995).

Entre 2006 e 2016, verificou-se que o continente com maior produção de amêndoa foi o constituído pelas Américas, correspondendo a 57,6% da produção mundial (Figura 1). Em segundo lugar surge a Ásia, contribuindo com uma percentagem, igual a 17,5%, semelhante à da Europa (13,5%) (FAOSTAT, 2016). Em geral, a nível mundial verificou-se que houve um aumento da produção de amêndoa (Figura 2). No entanto, o ano de 2016 foi aquele que apresentou os maiores valores de produção de amêndoa, correspondendo a aproximadamente 3,25 milhões de toneladas.

Portugal contribui com cerca de 13,5% da produção Europeia de amêndoa. Como pode ser observado na Figura 3, a produção de amêndoa em Portugal no período de 2006-2016 manteve-se entre as 7 e as 10 mil toneladas, com exceção do ano de 2013 que apresentou uma redução, chegando somente às 4,45 mil toneladas.

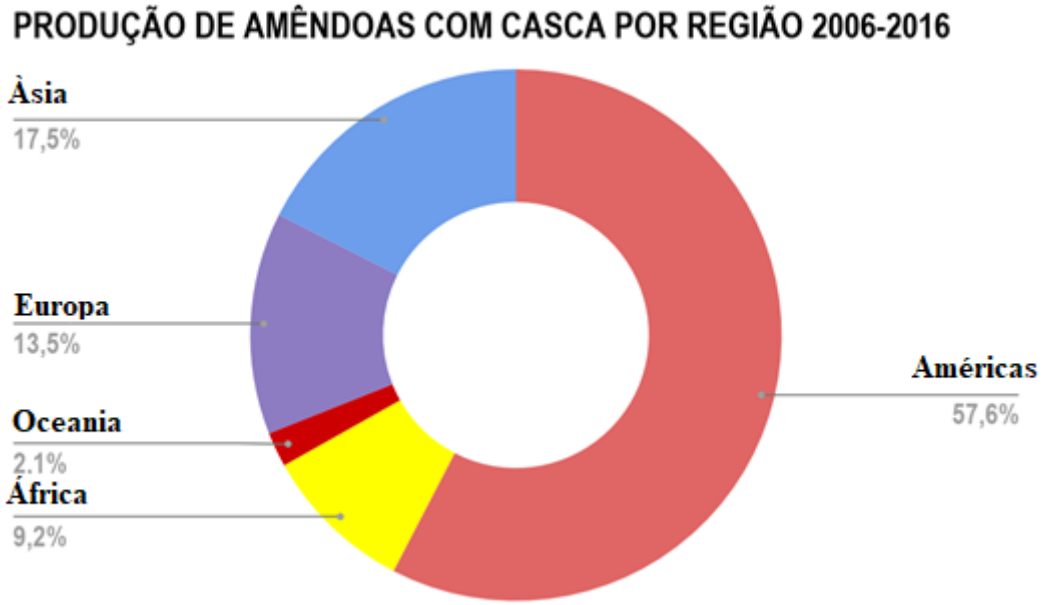


Figura 1 - Produção média de amêndoa com casca por região entre os anos 2006 a 2016. (FAOSTAT, 2016).

Figura 2 - Produção mundial de amêndoa com casca, em toneladas, por ano, durante a última década (FAOSTAT, 2016).

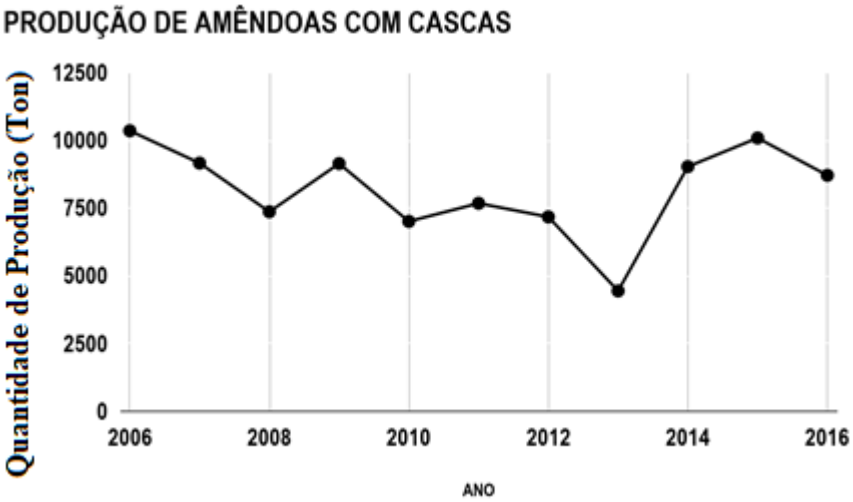


Figura 3 - Produção nacional de amêndoas com casca, em toneladas, por ano, durante a última década (FAOSTAT, 2016).

A amendoeira é uma das culturas tradicionais de Portugal. Uma das vantagens de se cultivar amendoeiras está relacionada com a possibilidade deste fruto ter diversas formas de utilização. À vista disso, é uma cultura potencialmente geradora de boa rentabilidade económica (INE, 2017).

Entre todas as espécies de *Prunus* cultivadas, as amendoeiras são tradicionalmente as primeiras a florescer. A floração ocorre quando as pétalas aparecem, mostrando os diferentes elementos florais (Felipe, 1977). A data de florescimento pode variar de ano para ano, dependendo das condições climatéricas. Em geral, nas zonas de exploração tradicional de amendoeira, o leque de variedades é bastante amplo e indefinido. Por exemplo, na região do Algarve, dentro das variedades que compõem o pomar tradicional de sequeiro, destacam-se as seguintes variedades (Tabuenca e Herrero, 1966; Rattigan e Hill, 1986):

- variedades de floração tardia - Bonita, Barrinho Grado, Ferragudo, Lourencinha, Boa Casta, Mollar Salles, Bonita de S. Brás, Rabo de Raposa;

- variedades de floração precoce - José Dias, Galamba, Ludo, Amarelo Grado, Duro Amarelo, Duro da Estrada, Mollar da Fuseta.

Em qualquer caso, a progressão do florescimento da amêndoa é determinada por características climáticas, sendo a época de colheita no final do verão (DeGrandi-Hoffman et al., 1996). A colheita deve ser realizada quando as sementes estiverem maturadas e a casca externa começar a secar e a se dividir. Quando as cascas externas abrem, a casca interna fica exposta, porém a polpa continua protegida (Duncan et al., 2011)

A colheita precoce das amêndoas pode induzir à presença de propriedades físicas indesejáveis nas sementes, como por exemplo torna-las mais frágeis, devido ao maior teor de humidade do grão, o que pode levar a um maior desenvolvimento de microrganismos. Pelo contrário, uma colheita tardia induz um maior teor de matéria seca na semente, de óleo e açúcares (Connell et al., 2000). Tradicionalmente a colheita é executada manualmente, com uma vara que serve para bater nas árvores até que as amêndoas caiam numa lona colocada sobre o chão. No entanto, este tipo de colheita só é possível se as árvores forem de pequeno porte. No caso de amendoeiras com mais de três anos, com árvores grandes e em terrenos acessíveis, é utilizada a colheita mecânica. O equipamento usado causa agitação na amendoeira, fazendo com que as amêndoas caiam para o chão. Após a colheita, seja ela manual ou mecânica, as amêndoas são empilhadas e seguem para o processo de secagem do grão (Reil et al., 1996).

Existe um grande número de variedades nacionais e estrangeiras, entre as quais se destacam as de casca mole, como Nonpareil, Carmel, Texas e Independence, e as de casca dura como as francesas Ferragnès, Ferraduel, Ferralise e Ferrastar, as italianas Tuono, Cristomorto e Filippo Ceo, e as espanholas Masbovera, Guara, Marcona e Desmayo, entre outras. Algumas destas

variedades podem ser encontradas em Portugal, particularmente nas regiões dos vales do Alto Douro e no Algarve (Grasselly e Olivier, 1976).

2.2 Amêndoa

A amêndoa é o fruto proveniente da amendoeira, classificada como drupa, e composta por três componentes principais: casca lenhificada, tegumento e o miolo (Sang et al., 2002).

Com base no sabor, as amêndoas podem ser divididas em dois subtipos: amargas e doces. As amêndoas amargas contêm quantidades significativas de amigdalina (3-9%), um diglucósido, que liberta o ácido cianídrico e o benzaldeído após hidrólise enzimática, o que lhe confere esse amargor (Wirthensohn et al., 2008). Nesse sentido, as amêndoas amargas são tóxicas devido aos glicosídeos cianogénicos, o que as torna impróprias para consumo, embora o óleo extraído delas possa ser usado como um aromatizante nas indústrias farmacêutica e cosmética (Albala, 2009). Pelo contrário, as amêndoas doces são comumente usadas na indústria alimentar ou para consumo humano sem qualquer pré-processamento. No entanto, o que pode acontecer é que algumas amêndoas amargas se misturem involuntariamente com as doces durante o processamento pós-colheita, o que pode resultar em uma experiência indesejável e perigosa para os consumidores (Volpi, 2016). Nesse sentido, é importante distinguir esses dois tipos de amêndoa devido aos riscos para a saúde e às perdas económicas associadas (Toomey et al., 2012).

A forma dos grãos é um fator importante para a qualidade das amêndoas, pois a sua forma deve atender às exigências comerciais da indústria, as quais dependem do destino do fruto (se vai ser vendido em fresco, assado, frito, etc.) e dos consumidores. Algumas variedades de amêndoa possuem uma casca dura que requer maior força física para removê-la, enquanto outras têm uma casca mole, que é facilmente removida à mão. Estas características vão depender da variedade (Gradziel et al., 2013). Além disso, as amêndoas podem ser utilizadas para diversos fins (Monteiro et al., 2003), sendo comercializadas com casca ou descascadas (cruas ou torradas, inteiras ou moídas), sendo utilizadas como componente em muitos alimentos, incluindo produtos de panificação e pastelaria, servindo também como agente aromático em bebidas e gelados (Mexis e Kontominas, 2010).

Em relação às características morfológicas, as amêndoas apresentam diferentes pesos e dimensões, dependendo das variedades. Em termos gerais, ao observar a Tabela 1, os pesos do fruto e do miolo variaram entre 3,76 e 10,53 g, e 0,94-1,78 g, respetivamente, demonstrando

que em algumas variedades a casca pode contribuir significativamente no peso do fruto. Quanto à largura, comprimento e espessura, estes parâmetros variaram entre 11,60 e 17,00, 20,0 e 32,1, e 6,6 e 9,6 mm, respetivamente, tendo em conta todos os estudos presentes na Tabela 1.

Sob o ponto de vista nutricional (Tabela 2), a amêndoa é constituída maioritariamente por gordura (entre 40 a 50%), podendo em algumas variedades ser superior (Yada et al., 2011), seguida pela proteína e hidratos de carbono. Por outro lado, os componentes em menor quantidade apresentados são as cinzas (minerais) e humidade, com valores entre 2 a 7%. É considerada um alimento com alto valor energético, também devido ao seu conteúdo lipídico, variando entre as 500 e as 700 kcal/100 g de peso fresco.

Tabela 1 - Parâmetros físicos de amêndoa produzidas em Itália, Portugal e USA referidos em alguns trabalhos publicados.

País de produção	**Variedades**	**Parâmetros físicos**					**Referências**
		Peso do fruto (g)	Peso do miolo (g)	Largura do miolo (mm)	Comprimento do miolo (mm)	Espessura do fruto (mm)	
Itália	Johnston Prolific, Texas, Filippo Ceo, Genco, Tuono, Desmayo Largueta, Marcona, Francolì, Ferragnès.	---	1,21-1,78	13,80-16,69	21,90-32,14	6,90-9,42	Summo et al. (2018)
Portugal	Casanova, Mourisca, Duro Estrada, Boa Casta, José Dias, Ferragnès, Parada, Saia Longa, Bonita, São Brás, Marcelina Grada, Bonita, Verdeal, Duro Amarelo, Gama.	3,765-10,530	1,018-1,674	11,60-17,00	20,05-31,05	6,55-9,60	Cordeiro et al. (2001)
USA (Califórnia)	Nonpareil	---	0,94	11,7	21,7	7,6	Ledbetter e Palmquist (2006)

Tabela 2 - Composição nutricional de algumas variedades de amêndoa.

País de produção	**Variedades**	**Composição nutricional**							**Referência**
		Água (%)	**Cinzas (%)**	**Proteína (%)**	**Lípidos (%)**	**Hidratos de carbono (%)**	**Fibra (%)**	**Energia (kcal/100 g peso fresco)**	
USA (Califórnia)	Butte, Carmel, Fritz, Mission, Monterey, Nonpareil e Sonora	3,9-4,7[1]	2,8-3,1	20,2-22,5	48,4-50,2	---	11,0-13,5	---	Yada et al. (2013)
Itália	Johnston Prolific, Texas, Filippo Ceo, Genco, Tuono, Desmayo Largueta, Marcona, Francolì, Ferragnès	5,3-6,53[1]	2,49-3,49	14,12-22,08	42,39-56,17	15,71-26,63	---	573,9-649,4	Summo et al. (2018)
Portugal	Casanova, Mourisca, Duro Estrada, Boa Casta, José Dias, Ferragnès, Parada, Saia Longa, Bonita São Brás, Marcelina Grada, Bonita, Verdeal, Duro Amarelo, Gama	5,03-6,76[2]	3,37- 3,93	22,54- 31,28	49,05-58,87	4,98- 7,07	5,11-11,79	---	Cordeiro et al. (2001)

[1]Valores em peso fresco. [2]Valores expressos em peso seco.

O conteúdo e a composição dos nutrientes dependem principalmente do genótipo da amêndoa, mas também podem ser afetados por condições ambientais que variam com o local do pomar e o ano de colheita. (Abdallah et al., 1998). As amêndoas doces são uma fonte de proteína, vitaminas (como por exemplo, vitamina E e riboflavina), lípidos, designadamente ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) e ácidos gordos polinsaturados (PUFA), fibra alimentar, e minerais essenciais, além de fitoesteróis e polifenóis. Devido à sua composição, as amêndoas apresentam potencial prebiótico (Bowling et al., 2010).

Em geral, os ácidos gordos insaturados mais importantes encontrados na amêndoa são os ácidos oleico e linoleico (cerca de 90%), enquanto os saturados apresentam um baixo conteúdo (<10%). Além de proteínas e gorduras, as sementes contêm açúcares, principalmente frutose e sacarose (Balta et al, 2009). Em diferentes partes do fruto podem ser encontrados esses açúcares. Nas sementes a sacarose, a rafinose também pode ter sido identificada, que é solúvel, mas indigesto, e vestígios de glucose, frutose, sorbitol e inositol. Nas peles estão presentes sacarose e alguma rafinose, assim como quantidades mensuráveis de glucose, frutose e inositol, podendo conter também arabinose e xilose (Egea et al., 2009).

Baixos níveis de amido são encontrados em amêndoas frescas, observando-se apenas vestígios em amostras com vários meses de idade (Saura-Calixto et al., 1983).

Os lípidos nas amêndoas consistem principalmente em lípidos de armazenamento, que estão presentes como gotículas intracelulares de óleo nos tecidos dos cotilédones dos grãos (Ren et al., 2001).

O teor de aminoácidos livres das amêndoas maduras é muito baixo (<200 mg/100 g de amêndoa), mas o conteúdo inicialmente aumenta em grãos em desenvolvimento, atingindo 7 g/100 g de amêndoa, em cerca de três meses após a frutificação (Soler et al., 1989).

As principais fracções proteicas presentes nas amêndoas são identificadas por serem globulinas e albuminas, sendo dominante a amandina, globulina composta por dois polipeptídeos ligados por ligações dissulfeto (Sathe, 1993).

A soma da fibra bruta e pentosanas em variedades de amêndoas foi designada por fibra alimentar por Vidal-Valverde et al. (1982), tendo sido quantificados componentes como hemiceluloses, celulose, lignina e pectina.

O conteúdo em minerais pode ser influenciado pelo solo em que é cultivada a semente, assim como da água aplicada na plantação. Fatores ambientais e práticas agronómicas, incluindo irrigação, aplicação de fertilizantes e características da árvore são fatores que afetam a composição mineral. Deste modo, os minerais mais comuns durante o crescimento e amadurecimento da amêndoa são o cálcio, cobre, ferro, potássio, fósforo, magnésio, manganês e zinco (Prats-Moya et al., 1997). Os grãos de amêndoa são ainda uma boa fonte de riboflavina (vitamina B_2), tiamina, niacina, piridoxina (B_6), ácido pantoténico, ácido fólico e biotina (Daoud et al., 1977).

Vários compostos fenólicos foram detetados na amêndoa e em extratos de pele, conhecidos por possuírem potencial antioxidante. O ácido vanílico, ácido cafeico, ácido *p*-cumárico, quercetina, campferol, isoramnetina, delfinidina e procianidinas B2 e B3 foram já determinados em extratos de sementes (Amarowicz et al., 2005).

Há um crescimento no consumo de amêndoa nos últimos anos, devido, em parte, aos relatórios que indicam os potenciais benefícios para a saúde, através da ingestão frequente de frutos secos, referidos em estudos epidemiológicos, pois podem prevenir o desenvolvimento de doenças coronárias, diabetes e morte súbita (Ros e Mataix, 2006). Tendo em conta que a vitamina E é um dos componentes da composição nutricional das sementes, o consumo de amêndoa pode estar associado à diminuição do risco de doença cardiovascular e de alguns tipos de cancro (Kamil, 2012).

2.3 Condições de armazenamento e conservação

A deterioração da amêndoa durante o seu armazenamento é provocada pela falta de controlo das condições ambientais existentes nos locais destinados a esse fim, o que pode gerar perda de peso, textura, cor, sabor, degradação microbiológica, danos através da presença de insetos e rancificação oxidativa dos grãos. O prolongamento do período de armazenamento de amêndoas com retenção da sua qualidade é um fator de grande importância para a indústria alimentar (Hardenburg et al., 1986).

A temperatura e a atividade da água (a_w) são dois fatores determinantes nos ambientes de colheita e armazenamento da amêndoa, influenciando tanto a taxa de deterioração por microrganismos, quanto a produção de esporos e micotoxinas. As fontes de contaminação em amêndoa são, em geral, o solo e várias pragas, as quais podem transportar esporos e causar danos às sementes se ocorrerem as condições ótimas do seu desenvolvimento durante o

armazenamento (Magan e Aldred, 2007). Os nutrientes disponíveis pela estrutura e composição dos grãos podem servir de substrato e ser considerados de grande importância nas condições mínimas de proliferação de fungos (Pardo et al., 2004).

O armazenamento temporário das amêndoas pode ser feito em pilhas nos pomares, antes de serem transportadas para as instalações de descasque. Antigamente, a amêndoa era sujeita a fumigação com inseticidas, sendo desta forma feito o controlo dos danos causados por insetos (Thompson et al., 1996). Contudo, atualmente esta prática não é permitida porque o uso de alguns fumigantes passou a ser proibido, resultado dos danos que estes poderiam causar no ambiente.

À chegada à unidade de descasque, folhas, paus, pedras e terra são mecanicamente/manualmente removidos. Contudo, pode acontecer que algumas amêndoas percam, em parte, as suas cascas. As cascas da amêndoa servem de barreira para as trocas de humidade e oxigénio dos grãos com o ambiente. Se a semente for descascada, existe uma maior probabilidade de surgirem alterações no teor de humidade e oxidação dos lípidos, o que pode resultar na deterioração mais rápida do que nas que ainda contém suas cascas exteriores. Por isso, a maneira clássica de armazenar as amêndoas é deixar as mesmas em suas cascas após a secagem natural, até ao seu consumo ou utilização na indústria (Zacheo et al., 2000).

Segundo estudos realizados em amêndoas, o tempo estimado de armazenamento, sem perda grave de qualidade, em condições adequadas de armazenamento, é de doze meses (Romojaro et al., 1988). Lambertini et al. (2012) também referem que amêndoas cruas podem ser armazenadas por agricultores, comerciantes e consumidores por doze meses ou mais. O grão, após ter sido colhido, tem uma composição estável e uma longa vida de prateleira, se for submetido a condições de armazenamento adequado, em ambiente refrigerado e seco, devido ao baixo teor de humidade do grão (inferior a 6%) e alto teor de antioxidantes naturais (Saura-Calixto e Cañellas, 1982).

As principais características que irão influenciar a qualidade da amêndoa armazenada são: o teor de humidade da semente, a temperatura e humidade relativa de armazenamento, o nível de oxigénio (arejamento), a embalagem e a forma como o fruto se encontra (na casca, descascado e torrado, entre outras formas), conteúdo de tocoferóis e teor de peróxidos (Kader, 1996). Outras peculiaridades que podem desempenhar um papel importante na vida de prateleira do fruto são os solos e o clima, onde as amêndoas são cultivadas, da mesma maneira que a variedade dos grãos (García-Pascual et al., 2003).

Geralmente a qualidade da amêndoa é determinada pela deteção subjetiva de *off-flavors* (odores desagradáveis), causados principalmente pela rancificação oxidativa. A rancificação é ocasionada pela reação de ácidos gordos insaturados combinados com o oxigénio e a presença de riboflavina, que age como um fotossensibilizador da foto-oxidação, o que gera degradação nas características nutricionais da semente. As amêndoas assadas são também suscetíveis à oxidação e devem ser protegidas do oxigénio (Senesi et al., 1996).

Harris et al. (1972) verificaram que o teor de humidade e a a_w não variaram significativas entre amêndoas torradas com diferentes métodos e sujeitas às mesmas condições de armazenamento. Para se avaliar a qualidade e segurança dos alimentos, dois critérios, entre outros, que se julgam importantes são a a_w e o teor de humidade, sendo que quanto mais baixos forem, mais seguro será o alimento. No entanto, existe uma preocupação considerável com alimentos com baixa a_w devida à possibilidade de contaminação por alguns microrganismos patogénicos com capacidade de sobreviver em ambientes secos, por estágios prolongados de tempo, previsto nas circunstâncias ótimas de armazenamento (Kimber et al., 2012).

Um problema grave que os produtores de amêndoa podem enfrentar são os insetos que podem causar danos significativos durante o tempo em que o fruto ainda está na árvore (Whitaker et al., 2010). Além disso, devido a surtos de contaminação causados por *Salmonella*, existem regulamentos para a amêndoa, os quais determinam a aplicação de processos de pasteurização às sementes, de modo a ocorrer uma redução do número de patogénicos a um nível aceitável (Anon, 2007). Assim diversos métodos de pasteurização têm sido desenvolvidos e executados para conservar amêndoas. Quando se pensa em pasteurização, incluem-se técnicas com água quente (Harris et al., 2012), ar quente (Yang et al., 2010), óleo quente (Du et al., 2010), vapor (Chang et al., 2010; Lee et al., 2006), aquecimento com infravermelho (Bingol et al., 2011) e alta pressão hidrostática (Goodridge et al., 2006). Safary e Chayjan (2016) estudaram a secagem de amêndoas sob vácuo-infravermelhos, sujeitas ainda a um pré-tratamento com microondas. Já ao nível da conservação têm sido referidas as seguintes técnicas: refrigeração, embalagens a vácuo ou de atmosfera em azoto, congelação, tratamentos com antioxidantes, ou combinações destas opções (Bingol et al., 2011).

Quando as condições de armazenamento não são ideais e/ou o período de armazenamento é muito longo, é comum o desenvolvimento de rancificação (Harris et al., 1972). Um dos fatores extrínsecos de grande importância que afeta a oxidação lipídica dos grãos é a concentração de oxigénio, a exposição à luz (foto-oxidação) e o armazenamento a altas temperaturas. Por degradação lipídica são produzidos aldeídos alifáticos, álcoois alifáticos e cetonas, que causam

odores desagradáveis durante o armazenamento. As concentrações de oxigénio podem ainda resultar no crescimento de bolores. Além disso, quando a amêndoa se encontra triturada, aumenta a superfície de contacto das sementes, o que pode favorecer ainda mais a oxidação do produto (Mexis et al., 2009).

A temperatura a que as sementes são armazenadas é uma propriedade determinante para o padrão de qualidade das amêndoas. O prazo de validade dos grãos é inversamente proporcional à temperatura. Logo, se armazenadas a altas temperaturas, pode ocorrer uma aceleração nas taxas de reações de envelhecimento e rancificação. Para amêndoas com casca, as recomendações de temperatura de armazenamento, é de 10 °C por seis a doze meses. Para os grãos descascados é referido que, por eles serem mais perecíveis e vulneráveis, sua vida útil pode ser prolongada por meio de técnicas de conservação. À temperatura ambiente e exposição ao ar, os grãos inteiros ou moídos permanecem frescos por sete a oito meses, enquanto os que são mantidos sob refrigeração perduram por mais de dez meses (García-Pascual et al., 2003).

A durabilidade dos grãos é favorecida por baixos níveis de ácidos gordos insaturados e aumento dos níveis de antioxidantes, como a vitamina E (tocoferóis) na composição das sementes, o que acarreta uma diminuição da auto-oxidação. Os tocoferóis são bem reconhecidos pela sua inibição eficaz ao nível da oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos (Chandrasekara e Shahidi, 2011). O teor de tocoferóis diminui ao longo do armazenamento das amêndoas, presumivelmente como resultado da sua função antioxidante contra a oxidação lipídica (García-Pascual et al., 2003).

A cor é um parâmetro fisico essencial para caracterizar a aceitação do produto pelo consumidor, somando, juntamente com o aroma, a primeira sensação agradável ou desagradável sobre o alimento. Consequentemente, os métodos de armazenamento e conservação aspiram preservar melhor as propriedades do produto, de modo a minimizar as alterações em relação ao alimento fresco. Em amêndoas que sofrem o processo de torrefação, ocorre um leve escurecimento do grão, devido a reações de Maillard, o que não deve ser um problema para a aceitabilidade dos consumidores, mas têm de se tomar medidas de prevenção quanto à conservação de odores e sabores. A cor também é usada na indústria para especificar o grau desejado de torrefação de frutos secos, tais como nozes (Warmund et al., 2009).

Características relacionadas com a textura são de reconhecida relevância para a aceitabilidade das amêndoas. É considerada aceitável, especificamente, a crocância, mastigabilidade e dureza. Essa característica é alterada se as amêndoas absorverem humidade durante o armazenamento,

o que se pode expectar que acarrete uma leve diminuição da razoabilidade da textura sensorial devida à diminuição da crocância. Sob outra perspetiva, a migração de água durante o tempo em que os grãos são armazenados também pode levar à sua dessorção, o que pode melhorar o produto (Varela et al., 2006).

Uma forma de manter as características da amêndoa durante o tempo em que elas serão armazenadas é a utilização de embalagens adequadas. Estas podem ser de diferentes materiais, como por exemplo, pacotes feitos de plástico ou latas metálicas. A barreira gerada pela embalagem causa uma redução nas perdas ou ganhos de elementos indesejáveis para o fruto (interação embalagem/alimento) e atua também como uma forma de proteção contra insetos e roedores (Santos et al., 2013). Quando se usam embalagens que permitem manter as amêndoas sob vácuo ou sob concentrações de dióxido de carbono, gera-se uma proteção adicional durante o armazenamento. Os grãos mantêm-se com uma estabilidade oxidativa consideravelmente boa e com odores agradáveis, por pelo menos, dez meses, se embalados a vácuo e armazenados sob refrigeração (Guadagnin et al., 1978).

O tempo previsto de armazenamento e o processamento das amêndoas são variáveis que vão afetar as condições de armazenamento. Se acondicionadas em uma baixa atmosfera de oxigénio, as amêndoas apresentam melhor comportamento do que nas condições atmosféricas normais, em relação à retenção de sabor, sendo independente da temperatura de armazenamento. Segundo Anon (1997), as condições ideais de aprovisionamento a longo prazo para a amêndoa Americana, sob atmosfera normal, envolvem a aplicação de temperatura entre 0 a 5 °C e humidade relativa em torno dos 65%, para amêndoas sem casca. Porém, estas condições podem não funcionar plenamente para grandes volumes de produtos armazenados (Anon, 1997). De facto, não há recomendações exatas quanto à vida de prateleira da amêndoa, mas o que se tem certeza é que para conseguir manter os frutos durante períodos de tempo longos, sem perdas significativas de qualidade, a presença das cascas durante esse tempo é fundamental (Severini et al., 2003).

Com a finalidade de preservar os atributos dos frutos e retardar a deterioração devem ser combinados métodos e períodos de armazenamento apropriados para as condições e volume existentes (Kerry e Butler, 2008). Assim, a fim de atender às necessidades de aumentar a vida útil da amêndoa, é preciso diagnosticar uma combinação de embalagem, com atmosfera modificada e baixas temperaturas que mantenham as qualidades essenciais do produto (Baiano e Del Nobile, 2005).

Na Tabela 3 encontram-se descritos os trabalhos realizados até ao momento em conservação e armazenamento de amêndoa em miolo. Verificou-se que nenhum estudo foi realizado, até ao momento, em Portugal, tendo os trabalhos incididos em Espanha ao nível Europeu. Os pontos cruciais de interferência na qualidade da amêndoa são: a temperatura na qual ela é armazenada; o tipo de embalagem; o tempo; e, a humidade relativa. Por isso, são esses os fatores mais analisados em estudos de conservação de frutos secos. Na sua maioria, o armazenamento é realizado a baixas temperaturas, com embalagens que mantêm as amêndoas ao abrigo da luz. Em alguns casos são utilizadas atmosferas modificadas, as quais proporcionaram um aumento do tempo de prateleira e maior aceitabilidade dos consumidores. Em algumas situações foram utilizadas combinações de temperatura e atmosfera modificada, como no estudo realizado no Irão, onde se concluiu que uma temperatura de 4 °C e atmosfera composta por 95% CO_2 e 5% O_2, seguido de vácuo, resultou numa maior estabilidade na qualidade da semente. Até ao momento, os ensaios realizados com humidade relativa controlada foram feitos a um valor pré-estabelecido, designadamente 65 e 78%, não se conhecendo o seu papel nas características físico-químicas da amêndoa.

Tabela 3 - Métodos de armazenamento e conservação descritos na literatura para a amêndoa.

Região de produção	Variedades	Parâmetros testados	Condições	Principais resultados	Referências
USA	Nonpareil (Amêndoa torrada)	- Embalagem, temperatura e humidade relativa	- Sacos de polipropileno (PPB) em câmaras com temperatura de 15, 25, 35 °C, e 50 ou 65% de humidade relativa; - Sacos de polipropileno (PPB) em câmaras a 4 °C, sem humidade relativa controlada; - Sacos de alta barreira (HBB) a 4, 15, 25 e 35 °C, sem controlo de humidade relativa. O tempo de armazenamento foi até 16 meses.	O uso de temperaturas baixas e/ou sacos de HBB aumentou o tempo de prateleira das amêndoas, sem prejudicar a aceitabilidade dos consumidores.	Cheelya et al. (2018)
Irão	Mistura (Miolo)	- Embalagem, temperatura e tempo de armazenamento	- Temperatura (4, 25 e 35°C) - Embalagem: Atmosfera modificada (MAP) com 95% CO_2 e 5% O_2, vácuo (VA) e ar ambiente - Tempo de armazenamento: I) 0, 3, 6, 9, 12 e 15 semanas para 4 e 25 °C; II) 0, 3, 6, 12, 18 e 30 dias a 35 °C	Atmosfera de CO_2 resultou em maior estabilidade oxidativa e hidrólise.	Padehban et al. (2018)
Irão	Mamaei (Miolo com pele, inteiras e trituradas)	- Embalagem sob duas temperaturas por um tempo determinado.	- Armazenamento sob três diferentes condições: 1- Expostos ao ar livre em bandejas de polipropileno (PP) sem tampas; 2 - Embalagens de polietileno de baixa densidade/poliamida /polietileno de baixa densidade (LDPE/PA/LDPE) sob 95% de vácuo; 3- Embalagens de LDPE/PA/LDPE sob 95% de CO_2 e 5% de ar. Armazenados no escuro à temperatura ambiente (23 °C) e refrigeração (4°C, 78% de humidade relativa) durante 10 meses.	Miolo armazenado sob vácuo a 4 ºC foi a forma mais estável. O uso de atmosfera modificada sob vácuo e CO_2 proporcionou uma vida útil de pelo menos 10 meses para todas amostras, independentemente da temperatura de armazenamento e da forma física das sementes.	Raisi et al. (2015)

Cont. Tabela 3 - Métodos de armazenamento e conservação descritos na literatura para a amêndoa.

Região de produção	Variedades	Parâmetros testados	Condições	Principais resultados	Referências
Espanha	Garriges, Largueta, e Marcona (Miolo com pele)	- Embalagem, temperatura, tempo de armazenamento e processamento.	- 1° ensaio: variedades Garriges e Largueta e foram embaladas (ar ou armazenados a vácuo, a 24 °C), tempo de armazenamento (0, 3, ou 6 meses) - 2° ensaio: variedades Planeta e Colorada foram embaladas em atmosfera de ar, às temperaturas de 24 ou 5 °C durante 0, 3 ou 6 meses. - 3° ensaio: variedades Largueta e Marcona foram fritas/salgadas ou torradas. Fritura: A temperatura foi de 155 °C e o processo demorou 5 min. No final, adicionaram sal. Torra: num forno de indução, a uma temperatura de 180 °C durante 13 min.	Compostos resultantes da oxidação das amêndoas foram mais elevados em embalagens com uma atmosfera de ar, do que no vácuo. Avaliaram a produção de fitoprostanos, que são biomarcadores do stress oxidativo em plantas.O armazenamento a 24 °C acarretou um aumento nos fitoprostanos individuais e no total. O processo de fritura e a torra levou a uma significativa diminuição na concentração da maioria dos fitoprostanos, mas promoveu a síntese de fitoprostanos específicos, não detetados no miolo fresco.	Carrasco-Del Amor et al. (2016)
Espanha	Marta	- Características físico-químicas, tempo, temperatura	12 sacos plásticos (6 com casca e 6 descascados). foram armazenados durante 2, 5 e 9 meses: - sem casca a 20 °C; - sem casca a 0 °C; - com casca a 20 °C; - com casca a 0 °C. (todos a 65% de humidade relativa).	A presença da casca reduziu a variação de alguns parâmetros de cor, enquanto o efeito da temperatura foi menos evidente. Não foram observadas diferenças na força de rutura, atributos sensoriais, atividade antioxidante e teor de sacarose, com as diferentes temperaturas e na presença de casca. O conteúdo de fenóis foi afetado nas amostras sem casca.	Cornacchia et al. (2012)

Cont. Tabela 3 - Métodos de armazenamento e conservação descritos na literatura para a amêndoa.

Região de produção	Variedades	Parâmetros testados	Condições	Principais resultados	Referências
Turquia	Drake e Nonpareil	Embalagem, tempo e temperatura	2 amostras, uma analisada imediatamente após a colheita e a outra (com casca) submetida a armazenamento em sacos de polietileno sob 4 °C durante um ano	Não houve alterações significativas na composição dos ácidos gordos. Portanto, estas variedades podem ser armazenadas à temperatura de 4°C durante um ano, sem qualquer efeito adverso de oxidação.	Agar et al. (1998)

3 Materiais e Métodos

Nas secções seguintes é descrita a parte prática realizada.

3.1. Questionários

Para proceder à recolha de informação sobre as características dos produtores de amêndoa, dos amendoais, do tipo de colheita e das condições de armazenamento foram realizados 19 inquéritos (Anexo I) na região de Viseu.

3.2 Amostragem

As amêndoas foram colhidas em Portugal, durante Setembro e Outubro de 2018, tendo sido selecionadas diferentes variedades e mistura de variedades tais como: Constantin, Vayro, Masbovera, Lauranne, Marinada, Ferraduel, Duro Italiano, Ferragnès e Pegarinhos. No entanto alguma das variedades não foram identificadas pelos produtores, sendo lhe atribuido a designação "Sem nome", "Tradicional 1" e "Tradicional 2". Para além disso recolheu-se a mesma variedade proviniente de diferentes produtores, nomeadamente, para a Constantin, Lauranne, Masbovera e Vayro. Assim optou-se pela classificação 1 e 2 (proviniente do produtor 1 e do produtor 2). Após colhidas, foram levadas para o laboratório e armazenadas à temperatura ambiente. Posteriormente fotografaram-se as amêndoas com casca exterior e miolo com película (Figura 4). Uma porção das amêndoas foi utilizada para realizar a caracterização físico-química e outra para a avaliação microbiológica. Todas as análises foram realizadas em triplicado.

3.3 Análises físicas

3.3.1 Massa e Dimensões

Na determinação das massas das amêndoas com casca exterior, miolo com e sem película utilizou-se uma balança (KERN, ACJ220, Alemanha), tendo as dimensões (largura e comprimento) e espessura da casca sido determinadas com um paquímetro. Para retirar a película dos frutos, mergulharam-se os miolos em água fervente.

3.3.2 Cor

Para a determinação da cor da casca externa, do miolo com e sem película das diferentes variedades de amêndoa em estudo, foi utilizado um colorímetro Minolta CR-400, usando o software Spectra Magic Nx (modelo CMS100W 2.03.0006, Konica Minolta Company, Japão),

expressando-se os resultados nas coordenadas do sistema CIELab, no qual L^* é uma medida da luminosidade e varia entre 0 (preto) e 100 (branco). A coordenada a^* varia entre o verde (valores negativos) e o vermelho (valores positivos), enquanto a coordenada b^* varia entre o azul (valores negativo) e amarelo (valores positivos). As coordenadas cilíndricas da cor também foram determinadas, designadamente a tonalidade (h^*) e o croma ou saturação (C^*). O colorímetro foi calibrado antes de cada análise, recorrendo a um padrão de cor branca. As análises foram realizadas em 25 frutos em dois pontos.

3.3.3 Densidade Real e Aparente, número de frutos por kg e miolos duplos

Para determinar as densidades aparente e real, foram pesadas rigorosamente 100 g de amêndoas com casca externa e miolo com película. A densidade aparente foi obtida pela transferência da massa pesada anteriormente para uma proveta de 250 mL. A densidade real foi medida numa proveta de 500 mL, contendo 250 mL de água destilada, à qual se adicionaram os 100 g de amêndoas. O volume de água deslocado pelas amêndoas foi utilizado para a obtenção da densidade real através da relação:

$$Densidade\ real = \frac{m}{V_f - V_i}$$

em que m é igual à massa de amêndoas transferida para a proveta, V_i é o volume inicial e V_f é o volume final, antes e após de serem introduzidas as amêndoas, respetivamente.

Ambas as densidades foram calculadas em triplicado e os resultados foram expressos em g/mL. Para além das densidades, foram avaliados o número miolos duplos em 25 frutos de cada variedade, bem como o número de frutos por 1 kg.

3.3.4 Atividade da água

A a_w foi determinada no miolo, com e sem película, das diferentes variedades num medidor de atividade da água portátil (Novasina, LabSwift-aw, Lachen, Switzerland).

3.4 Análises químicas

3.4.1 Teores de humidades e cinzas

Para determinar os teores de humidade, pesaram-se cerca de 2 g de miolo com e sem película das diferentes variedades de amêndoa e colocaram-se a secar a 105 °C até se atingir peso constante em cadinhos previamente calcinados. Posteriormente, as cinzas foram determinadas

pelo método AOAC 27.009, por incineração a 550 °C até se obterem cinzas brancas. Os ensaios foram realizados em triplicado.

3.4.2 Teor de gordura

A determinação do teor de gordura no miolo com e sem película foi realizada segundo o método AOAC 27.006. Para cada variedade foram pesadas 15 g de amostra e adicionado sulfato de sódio anidro para remover a humidade. A fração lipídica foi obtida por extracção de Soxhlet com éter de petróleo durante 16 h. Cada amostra foi extraída em triplicado.

3.4.3 Teor de proteína

A determinação do teor de proteína foi realizada segundo o método de Kjeldahl, descrito na Norma Portuguesa NP EN ISO 5983-1:2007, sendo a percentagem da proteína bruta determinada pela multiplicação da percentagem de azoto total pelo fator 5,18, tal como indicado por Yada et al. (2013). Os ensaios foram realizados em triplicado, acompanhados de um branco. Procedeu-se à pesagem de 1 g de amostra para um tubo de Kjeldahl. Em seguida, adicionaram-se duas pastilhas catalisadoras (Kjeltabs). Seguidamente adicionaram-se 15 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Posteriormente, colocaram-se os tubos a digerir num bloco digestor a uma temperatura de 420 °C durante 70 minutos. Após a digestão completa e arrefecimento das amostras, os tubos foram colocados no analisador de Kjeldahl (Velp Scientifica UDK 152), no qual ocorreu a destilação e titulação, tendo-se registado o teor de azoto determinado.

3.4.4 Teor de fibra bruta

A fibra bruta do miolo com e sem película foi determinada pelo método de Wijkstron. Pesaram-se 1 g de cada amostra e foram colocadas num equipamento Dosi-fiber. O teor de fibras foi obtido após um tratamento por ebulição, primeiro em meio ácido (1,25% (v/v) de H_2SO_4) e depois em meio alcalino (1,25% (m/v) de NaOH). Posteriormente às hidrólises, o resíduo insolúvel foi seco em estufa (Memmert UNB100-500) e incinerado a 550 °C em mufla (Lenton thermal designs LTD EFC 12/22). O seu teor foi determinado mediante a perda de massa no decorrer da incineração. Todos os ensaios foram feitos em triplicados. Os valores foram expressos em g/100 g de matéria fresca.

3.4.5 Estabilidade oxidativa

A estabilidade à oxidação foi determinada no fruto fresco e no óleo da amêndoa extraído pela metodologia descrita anteriormente, segundo o método de condutividade no equipamento Rancimat 743 da Methrom Ltd. É um processo que consiste em fazer borbulhar uma corrente de ar, filtrada, limpa e seca (20 L/h), através de uma toma de amostra (3 g para o óleo e 0,5 g para o fruto) aquecida a 120 ± 1,6 ºC. Os compostos de oxidação formados ao longo do tempo, mais polares que os triglicerídeos, tais como hidro peróxidos, álcoois e compostos carboxílicos, são arrastados pelo fluxo de ar e borbulham posteriormente numa solução aquosa. Nesta solução está imerso um elétrodo que mede a sua condutividade. O aparelho efetua as análises automaticamente e em contínuo, só podendo interromper-se a operação quando, para cada amostra, a condutividade medida atinge o seu máximo (300 µS/cm). O cálculo dos tempos de estabilidade oxidativa das amostras é feito pelo programa informático, associado ao aparelho, pelo traçado das tangentes à curva obtida. O intervalo de tempo compreendido entre o início do registo e o ponto de intercessão das tangentes à curva corresponde ao chamado "período de indução".

3.4.6 Espectrofotometria no ultravioleta

A análise por espectrofotometria no ultravioleta pode fornecer indicações sobre a qualidade do óleo da amêndoa. A análise da absorbância no ultravioleta foi efetuada segundo o descrito no Anexo IX do Regulamento (CEE) nº 2568/91 da Comissão Europeia de 11 de Julho de 1991 e tendo em conta as alterações posteriores, seguindo a seguinte metodologia: aproximadamente 0,6 g de toma de amostra foram dissolvidas em 10 mL de iso-octano (2,2,4-trimetilpentano), determinando-se em seguida, em cuvetes de quartzo de percurso ótico de 1 cm, o coeficiente de extinção da solução nos comprimentos de onda indicados (232 a 276 nm) em relação ao iso-octano no seu estado puro. As leituras de absorbância foram efetuadas num espectrofotómetro UV/Visível (Genesys™ 10). Os coeficientes de extinção a 232 e 268 nm e ΔK foram calculados da seguinte forma:

$$\boldsymbol{K_{232} = \frac{A_{232}}{c \times 1}}$$

$$\boldsymbol{K_{268} = \frac{A_{268}}{c \times l}}$$

$$\boldsymbol{\Delta K = K_{268} \times \frac{A_{264} + A_{272}}{2}}$$

Em que o C é concentração, o A_{232} é a absorbância a 232nm, o A_{268} é a absorbância a 268nm e o A_{272} é a absorbância a 272nm.

3.5 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas tiveram como finalidade avaliar a qualidade microbiológica das diversas variedades de amêndoa. Para o efeito quantificaram-se mesófilos aeróbios, bolores e leveduras, coliformes totais e *Escherichia coli*. Pesaram-se 10 g de miolo com película e diluiu-se com uma solução de água peptonada estéril. Posteriormente realizaram-se diluições decimais sucessivas em 9 mL da solução anterior.

3.5.1 Mesófilos aeróbios

A contagem de microrganismos mesófilos aeróbios foi efeituada de acordo com a ISO 4833:2003 utilizando-se o método de semeadura por espalhamento em superfície. O meio de cultura utilizado foi o Plate Count Agar (PCA, Merck), durante dois dias a 30 °C. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias por grama (UFC/g).

3.5.2 Bolores e leveduras

A quantificação dos bolores e leveduras foi feita pela técnica da contagem em placa, usando o meio de cultura Dichloran Glycerol Agar (DG-18, Merck). As placas foram incubadas a 27 °C durante 3 a 5 dias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias por grama (UFC/g).

3.5.3 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Para a determinação dos coliformes totais e *Escherichia coli* utilizou-se o método rápido de Petrifilm™. Um mL das diferentes diluições de cada amostra foram adicionadas às placas de Petrifilm™. Posteriormente foram incubadas a 37 °C durante 3 dias. Após a incubação, verificou-se a existência de colónias azuis e vermelhas com bolhas de ar, as quais foram consideradas colónias de coliformes totais e *Escherichia coli*, respetivamente. Os resultados obtidos foram expressos em unidades formadoras de colónias por grama (UFC/g).

3.6 Ensaios de conservação

Para os ensaios de conservação foi utilizada uma mistura comercial de variedades de casca mole sem película. As condições de armazenamento testadas foram três humidades relativas

(60, 70 e 80%) à temperatura de 25 °C durante três tempos (0 dias, 1 mês e 2 meses). Para a obtenção de cada humidade relativa, foram feitas diferentes soluções saturadas de sais, nomeadamente, para 60%, utilizou-se o brometo de sódio; para 70% o iodeto de potássio e para 80% o cloreto de amônio. A cada tempo foram retiradas três amostras de cada humidade relativa e avaliados alguns dos parâmetros referidos anteriormente (cor, humidade, gordura, a_w, fibra, proteína, estabilidade oxidativa e microbiologia).

3.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL), versão 18.0. Para as propriedades físico-químicas e microbiológicas das amêndoas, a normalidade e a homogeneidade da variância foram sempre verificadas pelos testes Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente. Quando ambas as condições falharam, foi aplicado o teste não-paramétrico de Kruskall-Wallis, seguido da comparação múltipla das médias das ordens. Pelo contrário, quando foi observada normalidade e homogeneidade de variâncias, aplicou-se uma ANOVA, seguida do test post-hoc de Tukey. Para além disso, em algumas situações, foram realizados gráficos box-plots para representar os dados obtidos.

4. Resultados e Discussão

4.1 Inquéritos

4.1.1 Caracterização dos produtores inquiridos

Foram inquiridos 19 produtores, pertencentes ao distrito de Viseu, sendo que 42,1% (8) apresentaram idades compreendidas entre 60 e 69 anos, tratando-se de uma amostra com idade avançada. No que se refere às habilitações literárias, mais de 60% dos produtores têm o 1° ou o 2° ciclo (Tabela 4)

Tabela 4 - Habilitações literárias dos 19 produtores de amêndoa inquiridos

Nível de ensino	Nr.	%
1º Ciclo	6	31,6
2º Ciclo	8	42,1
3º Ciclo	2	10,5
Ensino Superior	2	10,5
Ensino Secundário	1	5,26

Relativamente à formação académica na área agrícola, 84,2% referiu não ter esse tipo de formação. Apenas dois produtores, correspondendo a 10,5% referiram ter formação. No que diz respeito, à dedicação exclusiva à atividade agrícola, 89,5% referiram dedicar-se exclusivamente à atividade agrícola. Quando se questionou o tipo de mão-de-obra usado na exploração, mais da metade dos produtores (52,6%) utiliza mão-de-obra exclusivamente familiar. Pelo contrário, só 10,5% dos produtores usam mão-de-obra exclusivamente assalariada. (Tabela 5).

Tabela 5 - Tipo de mão-de-obra utilizada na exploração dos 19 produtores de amêndoa inquiridos.

Tipo de mão-de-obra da exploração	**Nr.**	**%**
Exclusivamente familiar	10	52,6
Mão de obra familiar e assalariada	7	36,8
Exclusivamente assalariada	2	10,5

Mais de 60% dos produtores referiram que o rendimento agrícola corresponde a 61% ou mais do seu rendimento familiar, sendo que 36,8% mencionaram que esse rendimento agrícola

correspondia a mais ou igual a 91% do rendimento familiar. Nesse sentido, pode-se afirmar que a produção agrícola é uma atividade muito importante para estes agricultores.

4.1.2 Caracterização do pomar

Quanto à caracterização do pomar, 89,5% dos produtores mencionou ter as amendoeiras em pomar, enquanto 10,5% dos produtores não responderam. Na Tabela 6 pode-se verificar que mais de 60% dos produtores têm pomares até 10 ha, existindo unicamente dois produtores que referiram ter pomares com uma área entre os 10 e os 100 ha, e só um produtor com um amendoal com uma área superior a 100 ha.

Tabela 6 - Área total dos pomares dos 19 produtores de amêndoa inquiridos.

Áreas (ha)	Nr.	%
<1	7	36,8
1-10	5	26,3
>10-100	2	10,5
>100	1	5,26
Não respondeu	4	21,1

Mais de 50% dos pomares têm mais de 11 anos (Figura 5) e são de sequeiro (89,5%). Quando se questionou quanto ao sistema de produção, 73,7% dos produtores têm sistema convencional e apenas 21,1% têm produção integrada. O tipo de porta enxerto mais mencionado foi o GF677 (57,9%). A média de produção anual foi de 101 a 500 kg para 26,3% dos produtores e de 501 a 1000 kg para 36,8% dos produtores (Figura 6).

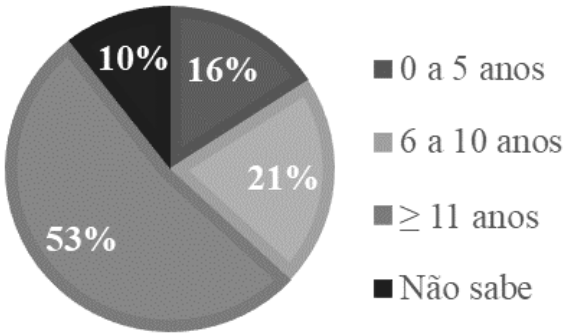


Figura 5 - Idade do pomar

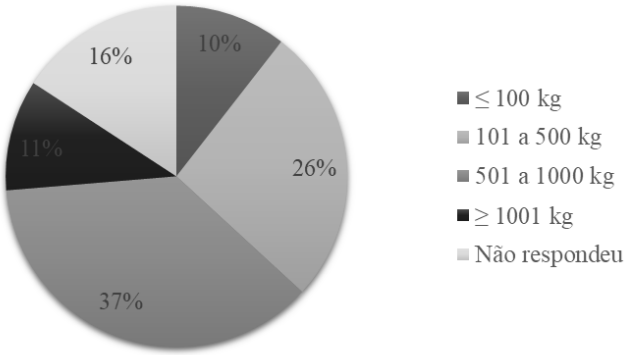


Figura 4 - Média de produção anual.

4.1.3 Caracterização das variedades

Os inquiridos mencionaram produzir mais do que uma variedade de amêndoa. Contudo, de entre as referidas, as mais produzidas foram as variedades francesas, nomeadamente, Ferraduel e Ferragnès (Tabela 7). Os produtores ao serem questionados sobre a variedade de maior importância em termos de produção e produtividade referiram, para ambas as situações, ser a Ferraduel e Ferragnès (Figuras 6 A e 6B), uma vez que são variedades que se interpolinizam entre si. Depois da Ferraduel e Ferragnès, a Lauranne foi a variedade mais mencionada (11%). Já em relação ao rendimento global, os produtores atribuíram percentagens iguais (32%) para a mistura de variedades ou que não sabiam indicar, uma vez que a maioria dos produtores não as diferencia. Esta situação pode dever-se ao facto de estes produtores terem herdado os amendoais dos seus antepassados, desconhecendo as variedades plantadas (Figura 6C).

Tabela 7 – Variedades cultivadas pelos 19 produtores de amêndoa.

Origem	Variedades	Nr. de produtores
Portuguesa	Casanova	1
Espanhola	Guara	3
	Marinada	2
	Masbovera	2
	Belona, Soleta e Vayro	1
Francesa	Ferraduel	13
	Ferragnès	10
	Lauranne	3
Mistura	Outras	9

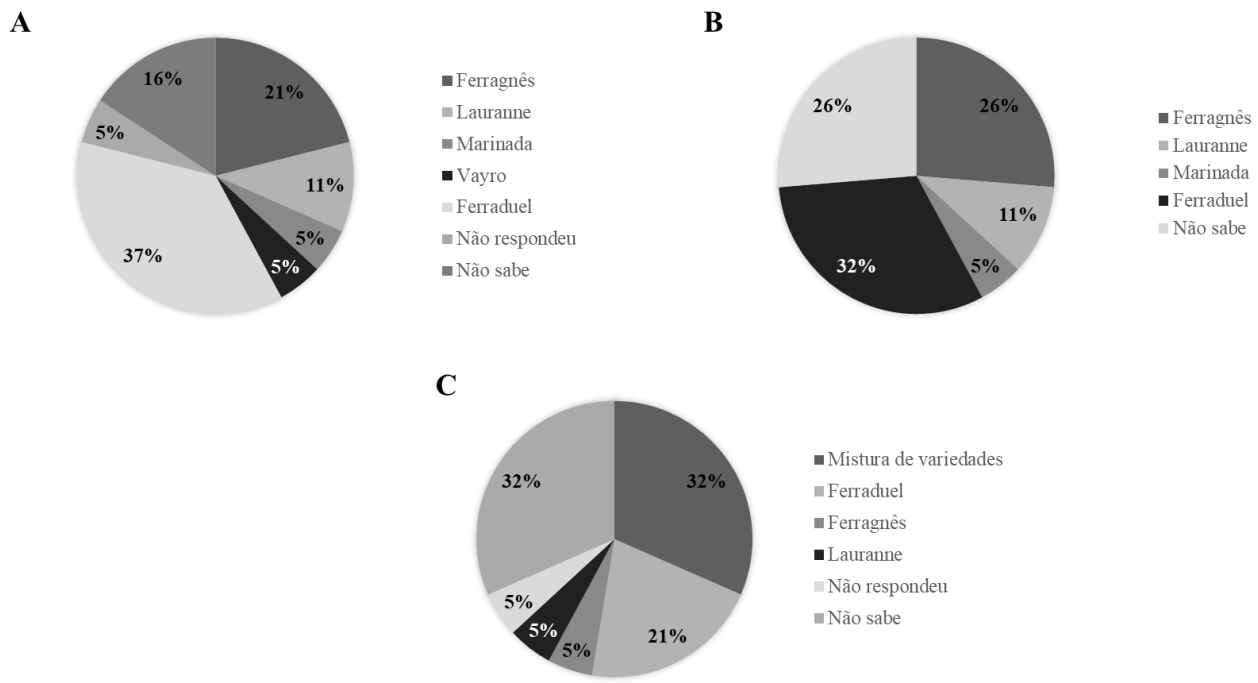


Figura 5 - Ordem de importância das variedades de amêndoas em termos de produção (A), produtividade (B) e rendimento global (C).

4.1.4 Caracterização do tipo de colheita e das condições de armazenamento

O tempo de colheita ronda os 8 a 14 dias (53%) (Figura 7A), sendo a colheita realizada pelos produtores na maioria manual (63%) (Figura 7B). Já no que diz respeito ao armazenamento do fruto, geralmente este é armazenado entre os 15 a 60 dias, à temperatura ambiente, sem controlo da humidade relativa.

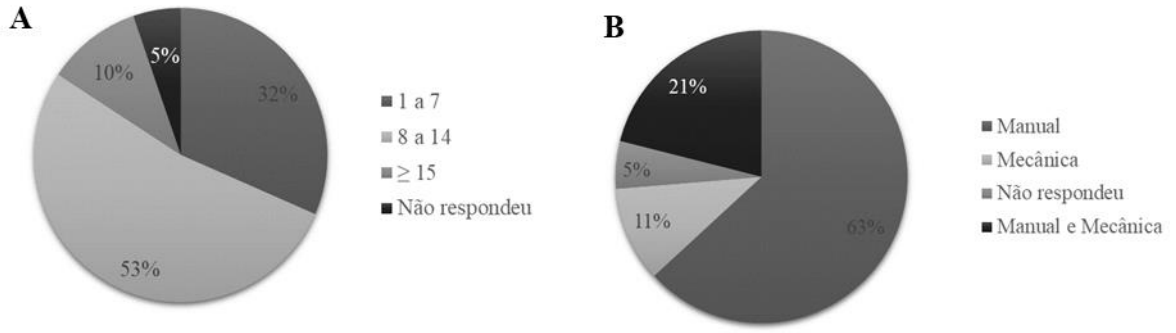


Figura 6- Tempo (A) e tipo de colheita (B).

Durante o armazenamento, 100% dos produtores referiram fazer uma secagem natural das amêndoas e manter os frutos em garagem e/ou armazém (90%) (Figura 8A) sobre sacos de rede, sacos brancos da cooperativa e palox (47%) ou no chão sobre lona, material plástico ou

toldo (22%) (Figura 8B). Após o armazenamento os frutos são entregues às cooperativas ou à indústria transformadora.

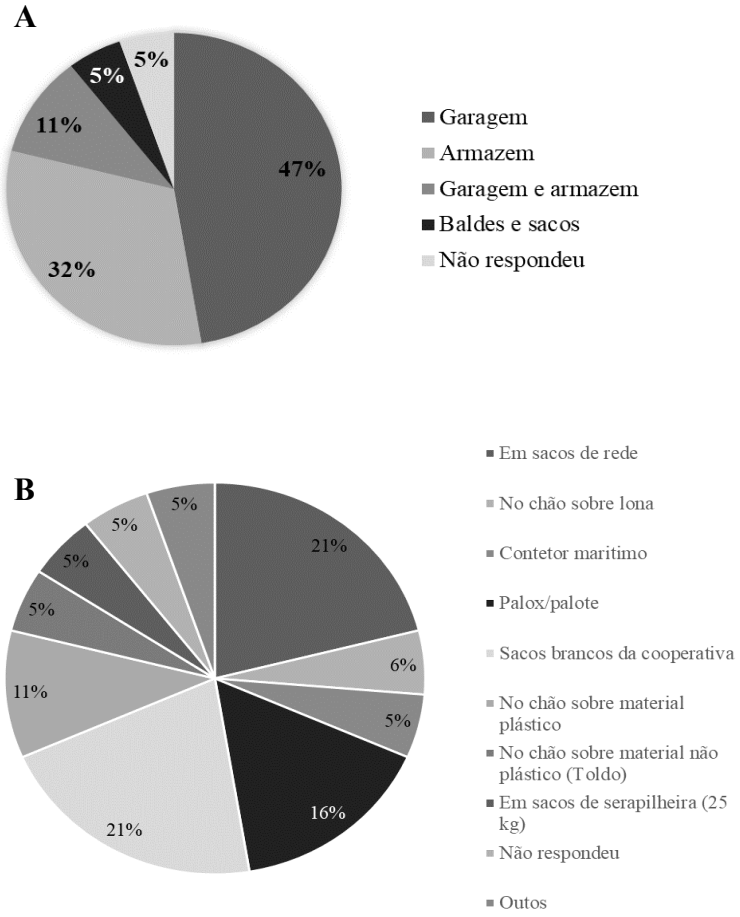


Figura 7 - Local de armazenamento dos frutos (A) e a forma como os armazena (B).

Quando se questionou, por ordem de importância, os principais problemas enfrentados durante o armazenamento das amêndoas, 37% dos produtores referiu não apresentar problemas, enquanto 26% mencionou o aparecimento de pragas, e só 5% indicou a presença de bolores (Figura 9). No entanto, os produtores quando são questionados em relação às variedades que apresentam menos e mais problemas durante o armazenamento, a maioria não respondeu ou refere "nenhuma", uma vez que não distinguem as variedades plantadas ou produzem uma mistura de variedades. O transporte das amêndoas, na maioria dos casos, é feito a granel, sacos de rede ou sacos brancos da cooperativa (74%) e em veículo de caixa aberta (94%).

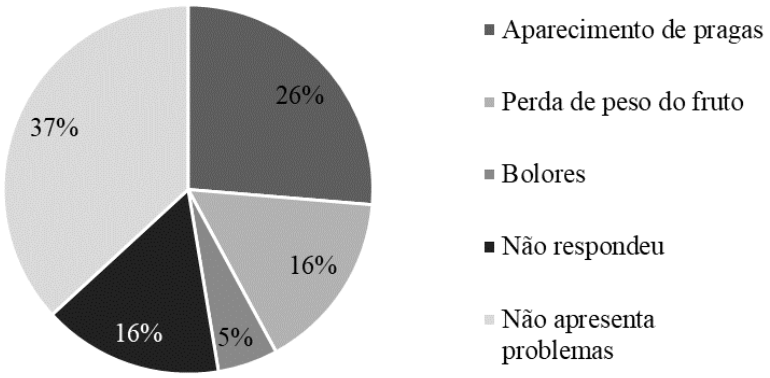


Figura 8 - Problemas indicados pelos produtores de amêndoa durante o armazenamento do fruto.

4.2 Análises físicas

4.2.1. Aparência visual

Para as análises físicas foram seleccionadas algumas amêndoas de cada variedade e caracterizadas com casca exterior e miolo com película (Figura 10). Como se pode verificar na Figura 10, as amêndoas de diferentes variedades apresentam diferentes características em relação à forma, dimensão e cor. De entre as 19 variedades estudadas, quatro eram Portuguesas (Duro Italiano, Pegarinhos, Tradicional 1 e Tradicional 2), quatro Francesas (Ferraduel, Ferragnès, Lauranne 1 e Lauranne 2), oito Espanholas (Constantin 1, Constantin 2, Guara, Marinada, Masbovera 1, Masbovera 2, Vayro 1 e Vayro 2), duas misturas e uma não identificada.

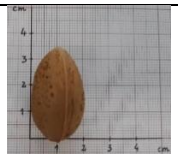
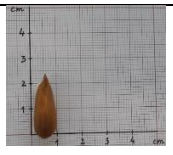
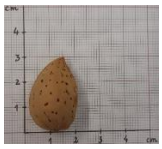
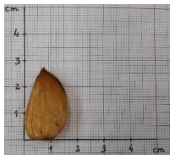
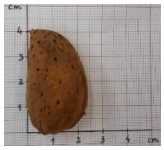
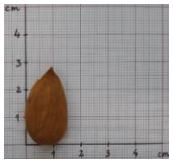
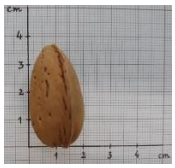
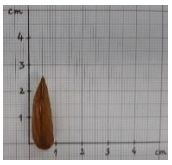
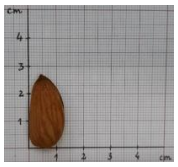
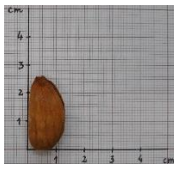
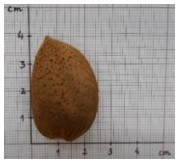
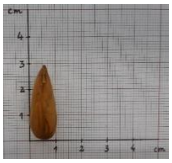
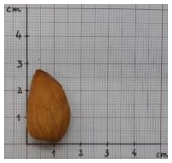
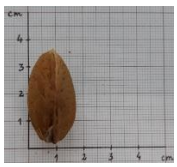
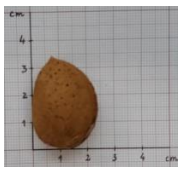
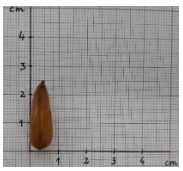
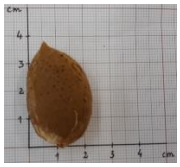
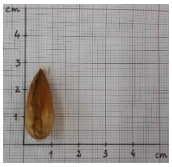
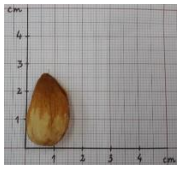
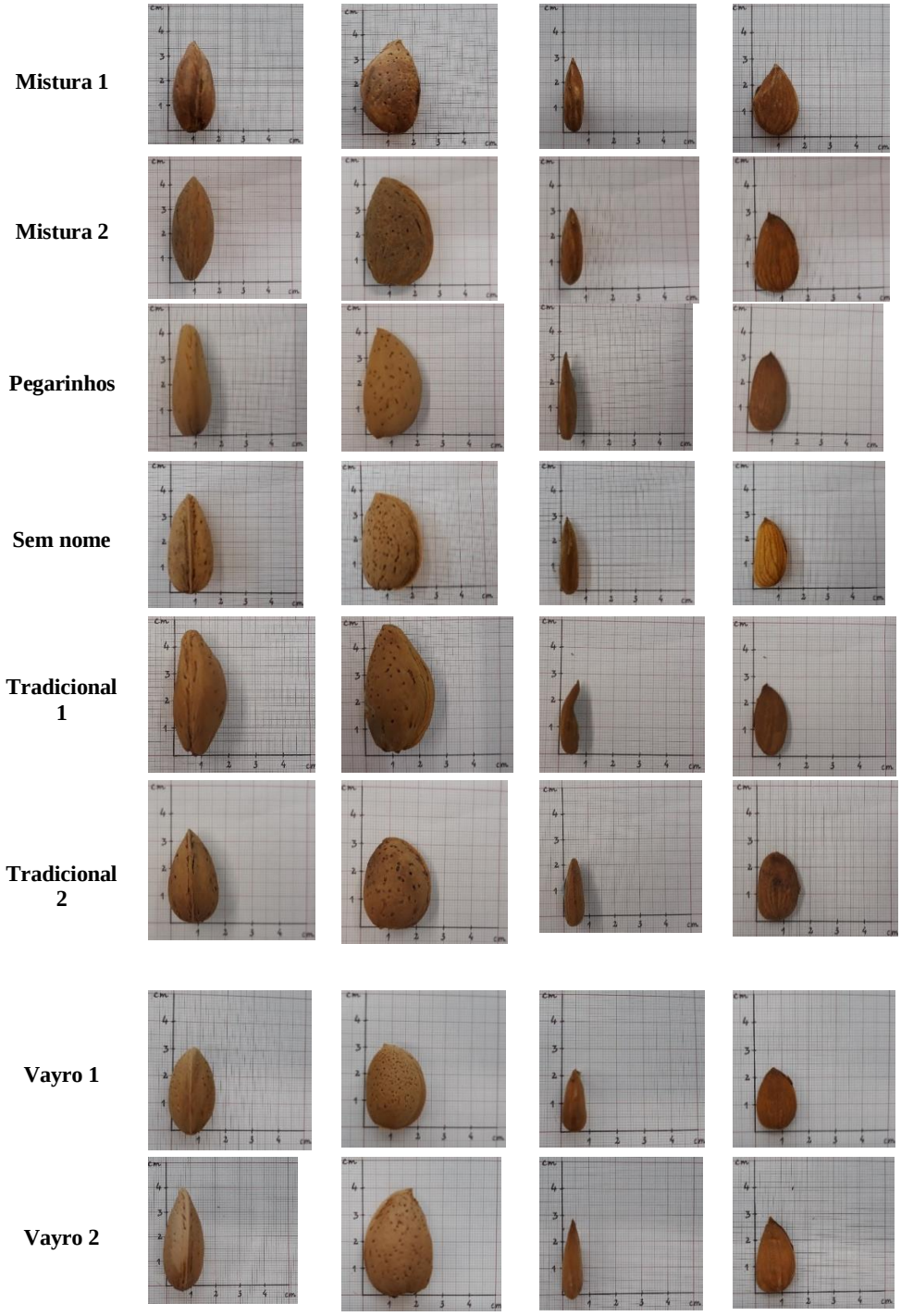
Amostra	Fruto com casca		Miolo com película	
	Lateral	Frontal	Lateral	Frontal
Constantin 1				
Constantin 2				
Duro Italiano				
Ferraduel				
Ferragnès				
Guara				
Lauranne 1				
Lauranne 2				
Marinada				
Masbovera 1				
Masbovera 2				

Figura 9 - Aspeto visual de 19 amostras de amêndoa com casca exterior e de miolo com película.



Cont. Figura 9 - Aspeto visual de 19 amostras de amêndoa com casca exterior e de miolo com película.

4.2.2. Massas e dimensões

As 19 amostras de amêndoa estudadas foram caracterizadas em relação à massa (Figuras 11, 12 e 13), largura e comprimento da casca exterior, miolo com e sem película e espessura da casca (Tabela 8). Em todos os parâmetros verificaram-se diferenças significativas entre as amostras. No entanto, verificou-se que, em geral, os frutos com casca apresentaram medianas entre as 3 a 7 gramas. De entre as amostras estudadas, foi a Duro Italiano que apresentou as

menores massas, dimensões e espessura da casca. Pelo contrário, foi no miolo com película da Ferraduel que se determinaram as maiores massas (1,90 g) e largura (15,34 mm). A variedade Tradicional 1 foi aquela que apresentou frutos com casca exterior com maior massa (6,32 g), provavelmente, devida a uma maior espessura da casca (4,20 mm). Para além disso, no caso da Masbovera, verificou-se que a mesma variedade, porém de locais diferentes, apresentou diferenças nas massas dos frutos com casca exterior (3,20-5,46 g) e no miolo com e sem película (1,01-1,74 g e 0,90-1,58 g, respetivamente), sugerindo existir alguma variabilidade nas características dos frutos resultantes das diferentes condições de produção a que os amendoais possam estar sujeitos.

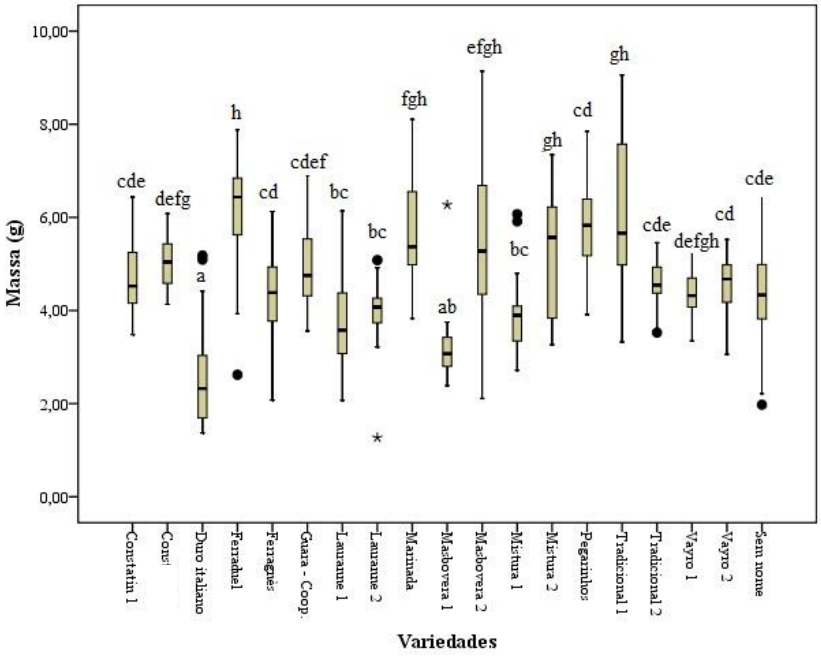


Figura 10 - Massa do fruto com casca externa.

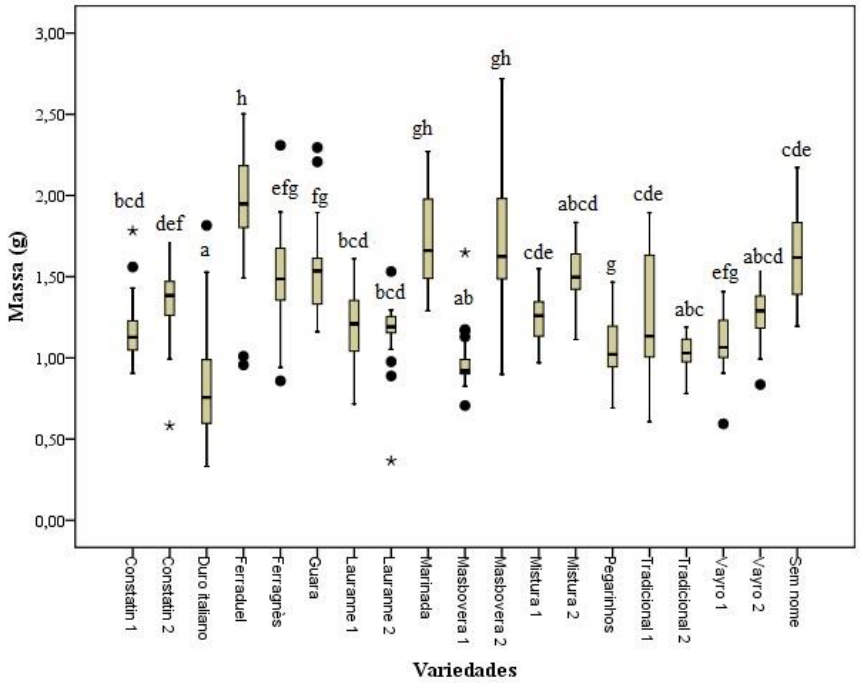


Figura 11 - Massa do miolo com película.

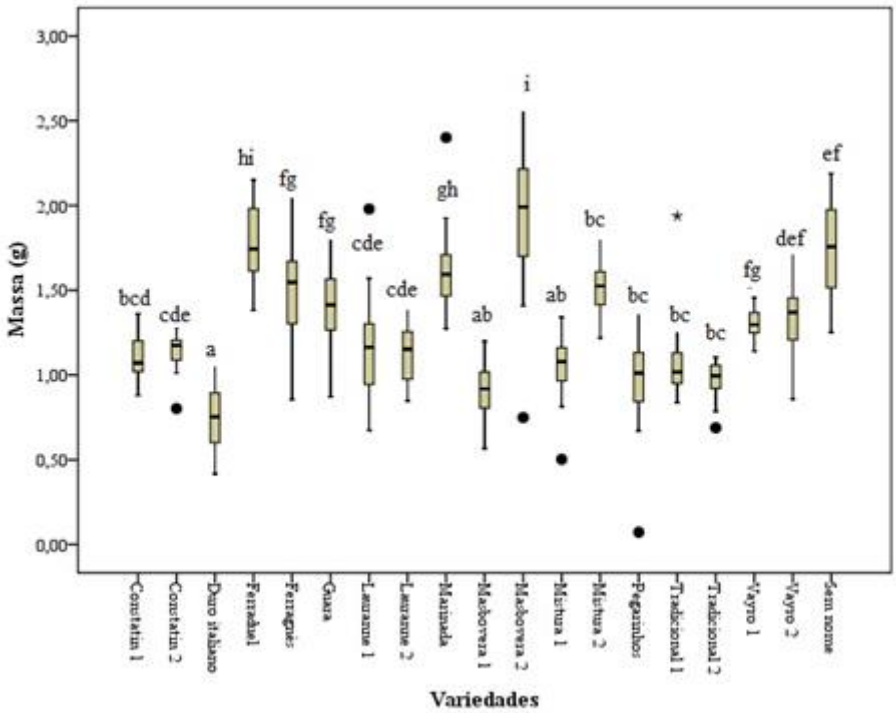


Figura 12 - Massa do miolo sem película.

Tabela 8 - Caracterização física de 19 amostras de amêndoa colhidas no Ano de 2018.

Amostra	Casca exterior			Miolo com película		Miolo sem película	
	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
Constantin 1	22,41 ± 1,45^{bcdefB}	31,45 ± 2,60^{abcC}	3,70 ± 0,45^{defg}	14,20 ± 1,08^{efgA}	23,03 ± 1,74^{abB}	13,65 ± 1,02^{efA}	21,41 ± 1,50^{abcdA}
Constantin 2	22,40 ± 0,98^{bcdefC}	29,68 ± 1,58^{aB}	3,54 ± 0,31^{def}	14,39 ± 1,03^{efgB}	22,04 ± 1,15^{aA}	13,80 ± 0,67^{defA}	20,77 ± 0,7^{bcdeA}
Duro Italiano	18,68 ± 2,09^{aB}	30,68 ± 2,90^{abC}	2,81 ± 0,46^{a}	10,76 ± 1,59^{aA}	22,09 ± 2,63^{aB}	10,44 ± 1,38^{aA}	20,04 ± 1,92^{aA}
Ferraduel	23,29 ± 1,56^{efC}	37,08 ± 2,64^{eC}	3,42 ± 0,45^{cde}	15,34 ± 1,19^{gB}	27,25 ± 1,81^{defghB}	14,43 ± 1,15^{fghA}	25,05 ± 1,90^{ghijA}
Ferragnès	21,22 ± 1,86^{bcdB}	38,23 ± 2,93^{efC}	2,85 ± 0,54^{ab}	12,90 ± 1,12^{bcdA}	29,28 ± 2,31^{hB}	12,26 ± 1,39^{bA}	27,11 ± 2,36^{lmA}
Guara	23,10 ± 2,35^{efB}	36,74 ± 2,60^{eC}	3,62 ± 0,50^{def}	14,08 ± 1,18^{defA}	26,98 ± 1,71^{defgB}	14,20 ± 1,38^{fghA}	25,49 ± 1,49^{ijkA}
Lauranne 1	21,89 ± 2,65^{bcdeB}	33,30 ± 3,94^{bcdB}	2,95 ± 0,61^{abc}	13,87 ± 1,49^{cdefA}	25,47 ± 3,26^{bcdA}	12,97 ± 1,31^{bcdeA}	22,95 ± 3,18^{defghA}
Lauranne 2	20,83 ± 1,32^{bC}	36,33 ± 1,59^{eC}	3,67 ± 0,52^{defg}	12,69 ± 0,58^{bcB}	26,78 ± 0,97^{cdefB}	12,09 ± 0,81^{bA}	25,08 ± 1,27^{fhijkA}
Marinada	23,46 ± 1,68^{efB}	35,75 ± 2,13^{deC}	3,60 ± 0,58^{def}	14,57 ± 1,24^{fgA}	26,91 ± 1,58^{defgB}	13,79 ± 1,35^{efgA}	24,17 ± 1,27^{fghiA}
Masbovera 1	21,01 ± 1,71^{bcB}	30,43 ± 2,29^{aC}	3,23 ± 0,43^{abc}	12,65 ± 1,06^{bA}	21,97 ± 1,95^{aB}	11,87 ± 0,93^{bA}	20,21 ± 1,79^{abA}
Masbovera 2	22,08 ± 2,43^{bcdefB}	32,33 ± 4,17^{abcB}	3,24 ± 0,37^{abcd}	13,97 ± 1,34^{defA}	24,81 ± 3,09^{bcA}	14,79 ± 1,24^{ghA}	24,05 ± 2,30^{fghiA}
Mistura 1	23,83 ± 1,96^{fC}	33,68 ± 2,17^{cdC}	4,04 ± 0,75^{fgh}	15,30 ± 1,07^{gB}	25,68 ± 1,82^{cdeB}	13,88 ± 1,35^{fghA}	22,99 ± 2,76^{defgA}
Mistura 2	22,78 ± 2,13^{cdefB}	38,25 ± 2,97^{efB}	3,26 ± 0,39^{abcd}	14,50 ± 1,14^{fgA}	27,77 ± 1,68^{efghA}	13,47 ± 1,27^{cdefA}	26,17 ± 1,59^{jklA}
Pegarinhos	21,66 ± 1,62^{bcdeB}	41,77 ± 2,90^{gC}	3,33 ±0,36^{bcde}	12,63 ± 1,31^{bcA}	28,60 ± 2,91^{fghB}	12,31 ± 0,87^{bcA}	26,23 ± 2,80^{jklA}
Sem nome	22,01 ± 1,24^{bcdefA}	37,36 ± 1,94^{eA}	2,96 ± 0,46^{abc}	13,18 ± 0,86^{bcdeB}	28,88 ± 1,83^{ghB}	12,94 ± 1,15^{bcdeB}	28,04 ± 2,15^{lB}
Tradicional 1	22,88 ± 1,92^{defC}	40,58 ± 2,63^{fgC}	4,20 ± 0,35^{gh}	13,59 ± 1,49^{bcdefB}	27,52 ± 3,12^{efghB}	12,09 ± 1,29^{bA}	23,90 ± 2,74^{efghiA}
Tradicional 2	22,52 ± 1,07^{bcdefC}	32,22 ± 1,49^{abcC}	4,13 ± 0,66^{h}	13,20 ± 0,73^{bcdeB}	23,41 ± 1,60^{abB}	12,40 ± 0,53^{bcdA}	22,10 ± 1,01^{cdefA}
Vayro 1	22,18 ± 1,31^{bcdefB}	31,83 ± 2,87^{abcC}	3,76 ± 0,41^{efg}	13,86 ± 1,01^{bcdefA}	22,97 ± 1,79^{abB}	13,80 ± 0,67^{efgA}	20,77 ± 0,70^{abcC}
Vayro 2	22,86 ± 1,79^{defB}	37,66 ± 2,40^{eB}	3,47 ± 0,45^{de}	14,99 ± 1,25^{fgA}	27,31 ± 2,23^{defghA}	15,24 ± 1,35^{hA}	25,76 ± 2,03^{ijkA}

Letras minúsculas -Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05) e comparam o fruto com a casca exterior e o miolo com e sem película da mesma variedade.

4.2.3. Cor

Na Tabela 9 estão descritos os parâmetros da cor para as 19 amostras estudadas. Diferenças estatísticas foram observadas na casca e no miolo com e sem película das diferentes amostras. No entanto, em relação à luminosidade (*L**) constatou-se que a casca exterior da Duro Italiano foi a que apresentou o maior valor (56,00), sendo o fruto mais claro, enquanto a Constantin 2 foi a que teve o menor valor, logo é a amostra mais escura (46,67). No miolo com e sem película foi a Masbovera 2 a que apresentou os maiores valores de *L** (61,68 e 83,96, respectivamente). Para além disso, na casca exterior foi a Pegarinhos que apresentou os maiores valores de *b** (31,58), C (33,17) e h (72,06). Pelo contrário, os menores valores obtidos para os parâmetros *a**, *b**, C e h, foram detectados na Mistura 2. Em relação ao miolo com película, os valores de *a** variaram entre 15,04 e 8,74 para a Ferragnès e Masbovera 2; e para o *b** entre 17,34 e 39,52 para a Mistura 2 e Marinada, respetivamente. Já em relação aos parâmetros C e h, foi a Mistura 2 que apresentou os menores valores (19,66 e 56,82, respetivamente). Quanto ao miolo sem película, foi a Constantin 2 que apresentou os maiores valores de *b** (16,77), C (16,79) e h (92,42). Sendo que a cor é um dos principais fatores responsáveis pela aceitação do produto final por parte dos consumidores, pode-se afirmar que o presente trabalho demonstrou que as diferentes amostras apresentam uma grande variabilidade nos parâmetros da cor, o que pode ir de encontro a um maior número de consumidores.

Tabela 9 - Caracterização da cor da casca exterior, miolo com e sem película de 19 amostras de amêndoa.

Amostra	Casca exterior					Miolo c/ película					Miolo s/ película				
	L *	**a***	**b***	**C**	**h**	**L ***	**a***	**b***	**C**	**h**	**L ***	**a***	**b***	**C**	**h**
Constantin 1	49,66±3,17 bcdB	8,51±1,00 bcB	19,03±2,29 cB	20,86±2,40 cdB	65,83±2,02 cdeB	47,03±3,56 abA	14,64±1,34 hiC	26,06±3,57 cdC	29,96±3,25 cdC	60,40±3,73 bcA	82,47±2,73 defgC	-0,17±0,67 bcdA	16,49±3,06 fghA	16,50±3,06 aA	90,41±2,20 defgC
Constantin 2	46,67±2,77 aA	8,01±0,81 bB	17,40±2,38 b	19,16±2,43 bB	65,11±2,15 bcB	46,90±4,12 abA	14,65±1,26 hiC	25,24±4,17 bcd	29,24±3,96 cC	59,51±3,42 bA	82,55±2,61 defgB	-0,73±0,61 aA	16,77±2,90 hA	16,79±2,91 aA	92,42±1,90 gC
Duro italiano	56,00±3,78 fB	10,49±0,92 fB	30,00±2,18 hC	31,72±2,24 hB	71,04±1,40 iB	51,42±5,74 cA	11,80±4,49 cC	25,90±11,85 cdB	28,63±12,29 cB	64,60±7,34 efA	79,79±4,11 bC	0,49±0,51 ghA	13,92±2,60 abcA	13,94±2,60 aA	87,69±2,03 bcdC
Ferraduel	47,51±2,67 aA	8,13±0,77 bB	17,90±2,42 bcB	19,68±2,37 bcB	65,36±2,70 cdA	57,67±4,23 eB	11,34±2,24 bcC	32,54±3,09 fC	34,56±2,76 eC	70,64±4,42 iB	80,60±4,57 bcdC	-0,06±0,36 bcdA	13,23±2,55 aA	13,23±2,56 aA	90,07±1,49 defgC
Ferragnès	47,55±4,34 aA	11,56±1,19 gB	23,97±3,63 fB	26,66±3,51 fgB	63,98±3,20 bA	51,07±2,82 cB	15,04±1,28 iC	33,21±2,92 fgC	36,48±2,94 eC	65,56±1,98 fgB	75,48±3,58 aC	0,97±0,40 iA	15,90±3,06 defghA	15,94±3,05 aA	86,40±1,55 bcC
Guara	55,67±2,60 fB	9,22±0,94 deB	24,02±1,98 fB	25,75±2,01 fB	68,96±1,93 hB	47,79±3,03 bA	13,38±1,34 defgC	26,98±3,38 deC	30,14±3,46 cdC	63,49±2,14 deA	79,89±4,89 bcC	0,27±0,51 fghA	14,84±3,01 abcdefgA	14,85±3,00 aA	88,71±2,08 cdefC
Lauranne 1	51,36±2,84 deB	9,00±0,79 cdB	21,50±2,13 deB	23,31±2,19 eB	67,23±1,55 fgB	45,31±4,60 aA	14,94±1,21 iC	24,32±5,03 bcC	28,65±4,52 cC	57,73±5,23 aA	83,18±3,34 efgC	0,20±0,46 efgA	14,71±1,97 abcdefA	14,72±1,97 aA	89,10±1,82 bcdefgC
Lauranne 2	50,68±4,70 B	8,20±0,80 bB	20,42±2,37 dB	22,02±2,35 deB	67,97±2,34 ghA	47,24±4,02 abA	14,06±1,62 fghiC	28,53±4,50 eC	31,83±4,58 dC	63,50±2,66 deA	80,67±8,30 bcdeC	0,12±0,55 defA	14,64±3,58 abcdefA	14,78±3,00 aA	92,17±23,70 fgB

Letras minúsculas -Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05), comparam o fruto com a casca exterior e o miolo com e sem película da mesma variedade.

Cont. Tabela 9 – Caracterização da cor da casca exterior, miolo com e sem película de 19 amostras de amêndoa.

Amostra	Casca exterior					Miolo c/ película					Miolo s/ película				
	L *	**a***	**b***	**C**	**h**	**L ***	**a***	**b***	**C**	**h**	**L ***	**a***	**b***	**C**	**h**
Marinada	48,22±2,23 abA	10,43±1,05 fB	23,99±2,26 fB	26,18±2,27 fgB	66,45±2,24 defA	59,24±5,02 eB	12,72 ± 2,36 dC	39,52 ± 2,92 iC	41,60 ± 2,68 gC	72,08 ± 3,65 iB	84,76 ± 2,92 gC	-0,19 ± 0,34 bcdA	14,45 ± 2,56 abcdeA	14,46 ± 2,56 aA	90,67 ± 1,20 defgC
Masbovera 1	52,98±2,74 eB	8,19±0,68 bB	18,00±1,98 bcB	19,79±1,95 bcB	65,39±2,29 cdB	50,11±3,38 cA	12,72 ± 1,05 dC	23,12 ± 3,95 bC	26,45 ± 3,68 bC	60,75 ± 3,79 bcA	81,71 ± 4,38 bcdefC	-0,34 ± 0,30 b,A	15,94 ± 1,89 efghA	15,95 ± 1,89 aA	91,24 ± 1,02 fgA
Masbovera 2	47,22±5,48 aA	12,51±1,97 hC	22,29±2,56 eB	25,62±2,68 fB	60,69±4,07 aA	61,68±6,33 fB	8,74 ± 2,41 aB	34,79 ± 4,84 fgC	35,99 ± 4,54 eC	75,48 ± 5,14 jB	83,96 ± 2,62 fgC	-0,22 ±0,42 bcA	13,16 ± 1,82 aA	13,17 ± 1,83 aA	60,76 ± 3,85 aC
Mistura 1	53,15±3,79 eB	10,66±1,08 fB	25,14±2,51 fgB	27,34±2,40 gB	66,90±2,70 efgB	46,78±1,96 abA	14,25 ± 0,69 ghiC	25,12 ± 2,02 bcdB	28,90 ± 1,90 cC	60,34 ± 1,92 bcA	82,17 ± 3,13 bcdefC	0,13 ±0,51 defA	16,10 ± 2,12 efghA	16,11 ± 2,11 aA	89,50 ± 1,97 cdefgC
Mistura 2	51,39±2,43 deA	6,63±0,83 aB	12,03±2,68 aA	13,76±2,72 aA	60,65±2,91 aB	50,74±1,96 cA	10,81±2,00 bC	17,34±6,83 aA	19,66±2,20 a	56,82±3,26 a	80,65±5,99 bcdeB	0,27±1,27 fghA	14,03±8,83 abcdA	13,02±1,73 aA	89,40±1,79 cdefgC
Pegarinhos	55,32±3,12 fB	10,29±1,19 fB	31,58±1,89 iB	33,17±2,07 iB	72,06±1,45 jB	47,83±3,71 bA	13,84 ± 1,51 efghC	33,38 ± 3,37 fgC	36,11 ± 3,56 eC	67,59 ± 1,68 hA	76,17 ± 7,52 aC	0,85 ± 0,92 iA	13,01 ± 3,82 aA	13,07 ± 3,57 aA	85,67 ± 4,46 bC
Sem nome	51,33±3,91 deA	9,57±0,92 eB	25,56±4,04 gB	27,32±3,99 gB	69,19±2,53 hA	54,04±4,67 dB	13,24 ± 2,27 defC	37,55 ± 4,38 hiC	39,90 ± 4,18 fgC	70,41 ± 3,81 iB	76,49 ± 3,46 aC	0,56 ± 0,62 hA	15,61 ± 2,35 cdefghA	15,63 ± 2,36 aA	87,98 ± 2,14 bcdeC
Tradicional 1	53,22±3,87 eB	11,05±0,97 fB	30,65±1,51 hiA	32,44±1,69 hiC	70,94±1,09 iB	45,84±2,73 bcA	13,23 ± 1,65 defgC	25,02 ± 4,18 bcdB	28,37 ± 4,37 bcB	61,75 ± 2,22 cdA	77,07 ± 4,03 aC	0,88 ± 0,54 iA	13,50 ± 2,80 abC	13,54 ± 2,79 aA	85,94 ± 2,78 bC
Tradicional 2	49,70±4,50 bcdB	11,53±1,60 gB	30,42±3,54 hiB	32,55±3,72 hiB	69,22±1,95 hB	47,27±2,97 abA	14,85 ± 0,95 iC	35,49 ± 2,84 ghC	38,49 ± 2,84 fC	67,19 ± 2,25 ghA	80,90 ± 4,26 bcdeC	0,09 ± 0,69 cdefA	15,37 ± 4,56 bcdefghA	15,40 ± 4,52 aA	88,60 ± 4,98 bcdeC
Vayro 1	49,38±2,81 bcdB	8,83±0,89 cdB	20,82±1,92 dB	22,62±2,01 eB	66,98±1,66 efgB	46,48±2,31 abA	14,52 ± 0,73 hiC	25,74 ± 2,69 cdC	29,58 ± 2,47 cC	60,40 ± 2,56 bcA	82,35 ± 2,47 cdefgC	-0,18 ± 0,62 bcdA	16,71 ± 2,56 ghA	16,73 ± 2,56 aA	90,53 ± 2,10 defgC
Vayro 2	53,13±2,96 eB	9,19±0,71 deB	21,12±1,63 deB	23,05±1,65 eB	66,45±1,63 eB	50,35±3,16 cA	13,03 ± 1,02 deC	26,95 ± 3,20 deC	29,95 ± 3,22 cdC	64,06 ± 1,83 efA	82,71 ± 5,51 defgC	0,87 ± 0,32 iA	13,51 ± 1,46 abA	13,54 ± 1,44 aA	86,22 ± 1,6 bcC

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas - Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05), comparam o fruto com a casca exterior e o miolo com e sem película da mesma variedade.

4.2.4 Densidade real e aparente

Na Tabela 10 estão descritos os valores das densidades real e aparente para as diferentes amostras estudadas com casca exterior e miolo com película. Para a densidade real, nas amêndoas com casca exterior, os maiores valores foram obtidos para a amostra Constantin 2 (1,244 g/mL), enquanto os menores foi para a Duro Italiano (0,578 g/mL). No que se refere ao miolo com película, os valores variaram entre 0,865 (Constantin 1) e 0,985 (Mistura 1) g/mL. Contudo, não se observaram diferenças significativas entre as diferentes amostras.

Tal como seria de esperar, os valores de densidade aparente foram sempre menores que os da densidade real, tanto na casca exterior como no miolo com película, devido ao facto de existirem espaços vazios entre os frutos o que acarreta a uma diminuição da densidade aparente. No fruto com a casca externa os resultados variaram entre 0,317 e 0,491 g/mL, para a Ferragnès e Ferraduel, respetivamente, ambas amostras francesas. No miolo com película, os maiores valores foram detetados na Masbovera 1 (0,532 g/mL) e os menores para a Tradicional 1 (0,428 g/mL). Quando se compara a mesma amostra mas adquirida de diferentes produtores, verificam-se alguma diferença de valores tanto para a densidade real como a aparente, por exemplo para a Masbovera 1 e 2 e Vayro 1 e 2.

4.2.5 Número de frutos em 1 kg e miolos duplos

Como era de esperar, a variedade Duro Italiano, cujas dimensões e massas apresentaram menores valores, foi a que apresentou o maior número de frutos em 1 kg, especificamente 356 frutos. Pelo contrário, a Ferraduel foi a amostra que apresentou os frutos com as maiores dimensões e massas, e, portanto foi aquela que necessitou de menos frutos, em particular 154 frutos para perfazer 1 kg de amêndoas.

Das 19 amostras analisadas somente 9 apresentaram miolos duplos, sendo esta considerada uma característica depreciativa para o fruto. A amostra que apresentou o maior número de miolos duplos foi a Guara, com 12 em uma amostra de 25 miolos.

Tabela 10 - Densidades real e aparente do fruto com casca exterior e miolo com película, número de frutos em 1 kg e número de miolos duplos em 25 frutos de 19 amostras de amêndoa.

Amostra	Casca exterior Densidade real (g/mL)	Casca exterior Densidade aparente (g/mL)	N° de frutos/1 kg	Miolo com película Densidade real (g/mL)	Miolo com película Densidade aparente (g/mL)	Miolos duplos
Constantin 1	0,941 ± 0,073^{cdeA}	0,415 ± 0,006^{ghijA}	225 ± 2,46	0,865 ± 0,044^{aA}	0,488 ± 0,027^{abcB}	0
Constantin 2	1,244 ± 0,066^{fB}	0,485 ± 0,010^{kA}	197 ± 4,52	0,934 ± 0,030^{aA}	0,498 ± 0,014^{bcA}	0
Duro italiano	0,578 ± 0,019^{aA}	0,347 ± 0,010^{abcdeA}	356 ± 23,19	0,977 ± 0,062^{aB}	0,510 ± 0,014^{bcB}	9
Ferraduel	0,937 ± 0,017^{cdeA}	0,491 ± 0,020^{kA}	154 ± 3,01	0,887 ± 0,044^{aA}	0,498 ± 0,033^{bcA}	0
Ferragnès	0,907 ±0,043^{cdeA}	0,317 ± 0,016^{aA}	224 ± 4,99	0,890 ± 0,008^{aA}	0,470 ± 0,005^{abcB}	2
Guara	0,828 ± 0,029^{bcdA}	0,363 ± 0,005^{abcdefA}	217 ± 9,21	0,931 ± 0,071^{aA}	0,484 ± 0,019^{abcB}	12
Lauranne 1	0,817 ± 0,116^{bcA}	0,365 ± 0,005^{abcdefA}	289 ± 4,19	0,915 ± 0,039^{aA}	0,464 ± 0,012^{abB}	0
Lauranne 2	0,898 ± 0,035^{cdeA}	0,370 ± 0,010^{bcdefgA}	259 ± 1,08	0,897 ± 0,025^{aA}	0,466 ± 0,018^{abB}	0
Marinada	1,017 ± 0,085^{eA}	0,455 ± 0,008^{jA}	183 ± 4,26	0,923 ± 0,032^{aA}	0,494 ± 0,020^{abcB}	0
Masbovera 1	0,660 ± 0,016^{abA}	0,337 ± 0,009^{abcdA}	332 ± 7,40	0,903 ± 0,022^{aB}	0,532 ± 0,037^{abcB}	3
Masbovera 2	0,950 ± 0,032^{cdeA}	0,430 ± 0,013^{ijA}	165 ± 6,53	0,952 ± 0,101^{aA}	0,485 ± 0,009^{cB}	0
Mistura 1	0,810 ± 0,033^{bcA}	0,331 ± 0,011^{abcA}	266 ± 1,47	0,985 ± 0,027^{aB}	0,507 ± 0,019^{bcB}	3
Mistura 2	0,848 ± 0,006^{cdeA}	0,406 ± 0,026^{fghijA}	188 ± 21,64	0,904 ± 0,048^{aA}	0,507 ± 0,007^{bcB}	2
Pegarinhos	0,996 ± 0,032^{deA}	0,451 ± 0,015^{jA}	159 ± 12,72	0,971 ± 0,040^{aA}	0,430 ± 0,021^{aA}	5
Sem nome	0,877 ± 0,023^{cdeA}	0,327 ± 0,009^{abA}	214 ± 3,58	0,971 ± 0,058^{aB}	0,449 ± 0,021^{abB}	1
Tradicional 1	0,818 ± 0,089^{bcA}	0,389 ± 0,030^{efghiA}	158 ± 3,58	0,932 ± 0,087^{aA}	0,428 ± 0,025^{aA}	11
Tradicional 2	0,826 ± 0,089^{bcdA}	0,385 ± 0,024^{defghiA}	200 ± 8,78	0,942 ± 0,087^{aA}	0,431 ± 0,031^{aA}	0
Vayro 1	0,973 ± 0,046^{cdeA}	0,426 ± 0,021^{ihjA}	217 ± 13,69	0,919 ± 0,003^{aA}	0,511 ± 0,027^{bcB}	0
Vayro 2	0,956 ± 0,070^{cdeA}	0,379 ± 0,008^{cdefghA}	214 ± 6,80	0,913 ± 0,004^{aA}	0,454 ± 0,023^{abB}	0

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas - Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05), comparam o fruto com a casca exterior e o miolo com e sem película da mesma variedade.

4.3 Análises químicas

4.3.1. Composição nutricional e atividade de água

Na Tabela 11 estão representados os resultados referentes à composição nutricional e atividade de água das 19 amostrass de amêndoa estudadas. A atividade de água é um fator determinante na estabilidade dos produtos alimentares, uma vez que a água livre que constitui o alimento vai estar disponível para as reações, sejam elas, enzimáticas, químicas ou microbiológicas. Nesse sentido, para que um alimento seja considerado livre do desenvolvimento microbiológico, deve possuir uma atividade de água inferior a 0,605 (Stevenson et al., 2015). Como pode ser observado na Tabela 11, apenas cinco amostras encontram-se abaixo desse valor, sendo três, amostras nacionais, como a Duro Italiano (0,577), a Pegarinhos (0,593) e a Tradicional 1 (0,587); bem como, duas estrageiras, a Masbovera 1 (0,554) e a Mistura 1 (0,488), para o miolo com película. A variação da a_w para o miolo sem película foi de 0,375 a 0,983, para a Lauranne 1 e Masbovera 2, respetivamente.

Ao analisar os resultados obtidos na Tabela 11, relativos ao teor de humidade, constataram-se algumas diferenças significativas entre as 19 amostras. O teor de humidade é a quantidade total de água contida num produto, sendo que a amêndoa é um alimento com um baixo teor de humidade. Segundo os padrões da indústria, as amêndoas cruas devem variar entre 3 a 6% de humidade. No entanto, nas amostras avaliadas verificou-se que para o miolo com película, a amostra que apresentou o maior valor de humidade foi a Ferraduel (30,59 g/100 g de matéria fresca), enquanto o menor valor foi detetado para a Lauranne 1 (3,64 g/100 g de matéria fresca). Nesse sentido, algumas das amostras analisadas apresentaram teores de humidade superiores aos preconizados pela indústria das amêndoas. Uma das possíveis razões desse elevado teor de humidade pode estar relacionado com uma colheita precoce, pouco tempo de secagem após colheita e falta de conhecimento por parte dos produtores. Em geral, para a maioria das amostras sem película, verificou-se um aumento no teor de humidade, com exceção das variedades Constantin 2 e Marinada. Tal situação, pode ser justificada, pelo facto de no momento de remoção da película, através de um banho de água quente e secagem natural, alguma água tenha ficado retida no fruto. Para além disso, os maiores teores de humidade traduziram-se em maiores a_w, o que pode ser um potencial fator responsável pelo crescimento de microrganismos, um dos problemas referidos por alguns produtores, a quando da realização do inquérito.

No que diz respeito, ao teor de gordura, foi a Masbovera 2 que apresentou os menores valores, tanto para o miolo com e sem película (34,75 e 32,91 g/100 g de matéria fresca, respetivamente). Pelo contrário, os maiores valores no miolo com película foram observados na Constantin 1 (55,98 g/100 g de matéria fresca), e no miolo sem película foi na Lauranne 1 (53,57 g/100 g de matéria fresca).

Quanto ao teor proteico das amêndoas, os valores variaram entre 12,03 g/100 g de matéria fresca (Ferraduel) e 19,64 g/100 g de matéria fresca (Mistura 1) para o miolo com película. Por outro lado, para o miolo sem película, os menores valores foram observados na amostra sem nome (10,84 g/100 g de matéria fresca) e os maiores para a Mistura 2 (17,12 g/100 g de matéria fresca).

O teor de fibra bruta foi analisado somente nos miolos com película, uma vez que segundo Mandalari et al. (2010), a película das amêndoas é um dos componentes que contém maior teor de fibras. No presente estudo, os valores de fibra variaram entre 8,83 a 33,36 g/100 g de matéria fresca, para a Mistura 2 e Tradicional 1, respetivamente. De referir que poucas amostras apresentaram teores de fibra bruta superiores a 30g/100 g de matéria fresca, destacando-se a Tradicional 1, a Lauranne 1 e a Sem nome. A ingestão de fibras é aconselhada para a saúde humana, uma vez que ajuda na flora intestinal e está relacionada com a absorção de gorduras.

Por fim, quando ao teor de cinzas, as amostras de amêndoas com película apresentaram diferenças significativas, variando os valores entre 2,25 e 3,67 g/100 g de matéria fresca (Pegarinhos e Lauranne 1, respetivamente). Já no miolo sem película, detectaram-se valores entre 2,18 (Ferraduel) e 4,38 (Tradicional 1) g/100 g de matéria fresca. O valor obtido para a Tradicional 1 correspondeu aproximadamente ao dobro da Ferraduel. Sendo que as cinzas são constituídas por alguns minerais, importante componente do alimento, quanto maior for o seu teor, maior será o valor agregado ao alimento (Harbers e Nielsen, 2003).

Em termos gerais, as amostras Portuguesas não se destacaram significativamente das estrangeiras.

Tabela 11 - Caracterização nutricional (g/100 g de matéria fresca) e atividade da água do miolo com e sem película de 19 amostras de amêndoa.

Amostra	Miolo com película						Miolo sem película				
	a_w	**Humidade**	**Gordura**	**Proteína**	**Fibras**	**Cinzas**	**a_w**	**Humidade**	**Gordura**	**Proteína**	**Cinzas**
Constantin 1	0,921 ± 0,003 iB	6,06 ± 1,59 efgA	55,98± 0,66 bA	15,08 ± 0,66 abcA	22,97±4,54 cdef	3,17 ± 0,08 abcA	0,728 ± 0,002 eA	14,30 ± 0,379 eB	52,11 ± 5,29 bA	13,86 ± 0,32 abcdeB	3,02 ± 0,16 abA
Constantin 2	0,944 ± 0,004 jB	18,63 ± 0,27 cB	40,42 ± 1,18 abA	14,60 ± 0,80 abA	26,06±1,07 defg	2,79 ± 0,02 abcA	0,891 ± 0,003 ijA	12,11 ± 0,785 eA	38,13 ± 3,52 abA	14,35 ± 0,73 abcdeA	2,98 ± 0,04 abB
Duro Italiano	0,577 ± 0,016 cA	7,28 ± 0,11 efA	48,58 ± 5,58 bA	14,65±3,21 abcA	24,51±1,25 cdefg	3,51 ± 0,34 bcB	0,867 ± 0,010 hB	14,67 ± 1,80 eB	46,25 ± 2,38 bA	13,94±0,37 bcdeA	2,83 ± 0,13 abA
Ferraduel	0,975 ± 0,001 mA	30,59 ± 0,29 aA	38,27 ± 2,10 abA	12,03 ± 0,44 aA	18,62±3,84 abcde	2,34 ± 0,02 abB	0,980 ± 0,003 mB	33,59 ± 0,106 aB	37,46 ± 2,47 abA	11,54 ± 0,47 abA	2,18 ± 0,02 aA
Ferragnès	0,871 ± 0,005 fA	13,03 ± 0,72 dA	53,73 ± 2,53 bA	16,08 ± 0,31 abcdA	15,89±2,63 abcd	2,91 ± 0,02 abcA	0,962 ± 0,015 mB	21,74 ± 4,47 cdB	51,88 ± 3,57 bA	14,20 ± 0,29 abcdeB	2,72 ± 0,26 abA
Guara	0,878 ± 0,003 fgB	13,97 ± 0,67 dA	50,65 ± 0,23 bA	17,64 ± 2,22 bcdA	14,40±1,38 abc	2,81 ± 0,25 abcA	0,616 ± 0,007 cA	28,49 ± 0,785 bB	48,93 ± 2,86 bA	14,53 ± 1,82 abcdeA	2,64 ± 0,53 aA
Lauranne 1	0,889 ± 0,003 fghB	3,64 ± 0,16 gA	52,79 ± 2,54 bA	16,77 ± 1,01 bcdA	31,19±3,88 fg	3,67 ± 0,08 cB	0,375 ± 0,005 aA	11,60 ± 0,052 eB	53,57 ± 1,09 bA	16,35 ± 2,48 cdeA	2,38 ± 0,47 aA
Lauranne 2	0,907 ± 0,002 hiB	6,20 ± 0,37 efgA	45,44 ± 10,10 bB	15,64± 1,13 abcdA	18,23±0,16 abcde	2,64 ± 0,09 abcA	0,679 ± 0,012 dA	13,29 ± 0,373 eA	41,319 ± 1,30 bA	16,91 ± 0,43 deA	2,39 ± 0,01 aA
Marinada	0,964 ± 0,001 jlmB	21,96 ± 0,37 bB	43,98 ± 0,65 bA	14,76 ± 0,40 abcA	15,45±4,58 abc	2,93 ± 0,46 abcA	0,961 ± 0,002 mA	20,86 ± 0,193 cdA	39,42 ± 7,52 abA	14,56 ± 0,20 abcdeA	2,53 ± 0,01 aA
Masbovera 1	0,554 ± 0,002 bA	7,04 ± 0,10 efA	48,06 ± 1,53 bB	16,19 ± 0,51 abcdA	17,95±3,23 abcde	3,30 ± 0,84 abcA	0,935 ± 0,007 lB	19,24 ± 0,785 dB	43,45 ± 1,89 bA	13,14 ± 0,87 abcB	3,31 ± 0,08 abA
Masbovera 2	0,968 ± 0,002 lmA	30,06 ± 0,09 aA	34,75 ± 20,39 aA	12,05 ± 0,32 aA	23,12±1,76 cdefg	2,56± 0,01 abcB	0,983 ± 0,003 mB	36,09 ± 1,28 aB	32,91 ± 19,69 aA	12,41 ± 0,39 abcA	2,29 ± 0,04 aA
Mistura 1	0,488 ± 0,020 aA	4,29 ± 0,33 fgA	45,15 ± 1,96 bA	19,64 ± 3,46 dA	12,28±2,51 ab	3,24 ± 0,09 abcA	0,885 ± 0,001 ijB	12,43 ± 0,045 eB	43,75 ± 3,07 bA	17,09 ± 3,09 deB	3,28 ± 0,04 abA
Mistura 2	0,703 ± 0,008 eA	8,56 ± 0,34 eA	48,73 ± 5,75 bA	18,99 ± 0,61 cdA	8,83±1,02 a	2,81 ± 0,02 abcB	0,896 ± 0,006 B	13,17 ± 0,747 eB	47,46 ± 1,03 bA	17,12± 0,86 eB	2,55± 0,04 aA

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas - Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05), comparam o miolo com e sem película da mesma variedade.

Cont. Tabela 11 - Caracterização nutricional (g/100 g de matéria fresca) e atividade da água do miolo com e sem película de 19 amostras de amêndoa.

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05), comparam o miolo com e sem película da mesma variedade.

Amostra	**Miolo com película**						**Miolo sem película**				
	a_w	**Humidade**	**Gordura**	**Proteína**	**Fibras**	**Cinzas**	**a_w**	**Humidade**	**Gordura**	**Proteína**	**Cinzas**
Pegarinhos	0,593 ± 0,011 cdA	7,39 ± 0,20 eA	50,71 ± 4,70 bA	17,37±0,83 bcdA	20,41±3,35 bcde	2,25 ± 1,36 aA	0,884 ± 0,007 iB	10,50± 0,59 eB	51,59 ± 1,29 bA	16,67±0,404 deA	2,89 ± 0,06 abA
Sem nome	0,949 ± 0,013 jlA	24,04 ± 3,62 bA	48,04 ± 1,28 bB	13,53 ± 0,48 abA	31,18±1,50 fg	2,75 ± 0,10 abcA	0,960 ± 0,001 mA	24,42 ± 0,34 bcA	44,36± 1,36 bA	10,84 ± 2,28 aA	2,65 ± 0,04 Aa
Tradicional 1	0,587 ± 0,035 cA	7,72 ± 0,25 eA	48,99 ± 1,54 bA	16,48±0,43 abcA	33,36±5,19 g	3,29 ± 0,06 abcA	0,900 ± 0,011 jB	14,28 ± 3,23 eB	45,05± 1,43 bA	16,11±0,72 cdeA	4,38 ± 2,25 Ba
Tradicional 2	0,609 ± 0,003 dA	8,08 ± 0,22 eA	48,07 ± 3,30 bA	16,03±1,12 abcdA	20,90±1,40 bcdef	3,27 ± 0,10 abcB	0,844 ± 0,003 gB	11,13 ± 0,23 eB	39,38 ± 8,54 abA	15,87±0,996 cdeA	3,03 ± 0,04 abA
Vayro 1	0,963 ± 0,003 jlmB	7,35 ± 0,33 eA	55,79 ± 0,65 bB	15,66 ± 0,25 abcdA	27,85±7,59 efg	3,21 ± 0,06 abcB	0,770 ± 0,006 fA	21,78 ± 0,07 cdB	45,29 ±0,290 bA	14,04 ± 0,763 abcdeB	2,56 ± 0,02 aA
Vayro 2	0,895 ± 0,005 ghB	3,80 ± 0,27 gA	50,88 ± 1,99 bA	16,26 ± 0,68 abcdA	23,09±3,34 cdefg	2,96 ± 0,03 abcB	0,409 ± 0,008 bA	11,37 ± 1,27 eB	49,97 ± 3,82 bA	15,09 ± 0,201 bcdeB	2,67 ± 0,06 aA

4.3.2 Estabilidade oxidativa do fruto e do óleo

A estabilidade oxidativa está intimamente relacionada com o grau de insaturação do óleo. A autoxidação é o processo onde o oxigénio molecular reage com os ácidos gordos insaturados, logo é de esperar que quanto maior for a composição em ácidos gordos insaturados, menor será o período de indução (Corsini e Jorge, 2006). A estabilidade oxidativa foi determinada nas amêndoas (com e sem película) e no óleo extraído do miolo com e sem película (Figuras 14, 15, 16 e 17). Observou-se que os frutos com e sem película tiveram maiores tempos de indução do que os óleos, como era previsível, uma vez que a extração do óleo foi feita pelo método de Soxhlet o que induziu alguma oxidação pela temperatura. No fruto com película foi a Vayro 1 que apresentou o maior tempo de indução (34,51 h) (Figura 14) e na amêndoa sem película foi a Constantin 2 (28,77 h) (Figura 15). Por outro lado, em relação aos óleos extraídos do miolo com e sem película foi a Constantin 2 (8,77 e 10,04 h, respetivamente) que apresentou os maiores valores. Pode-se afirmar que a amostra Constatin 2 é aquela que apresenta melhor estabilidade oxidativa. Para além disso, foram encontradas diferenças significativas entre a mesma variedade mas proveniente de produtores diferentes. Ao comparar as amostras estrangeiras com as amostra nacionais/tradicionais, verificou-se que as últimas apresentaram valores de tempos de indução intermédios tanto para o óleo (6,30-7,34 h), como para o fruto (14,46-27,26 h).

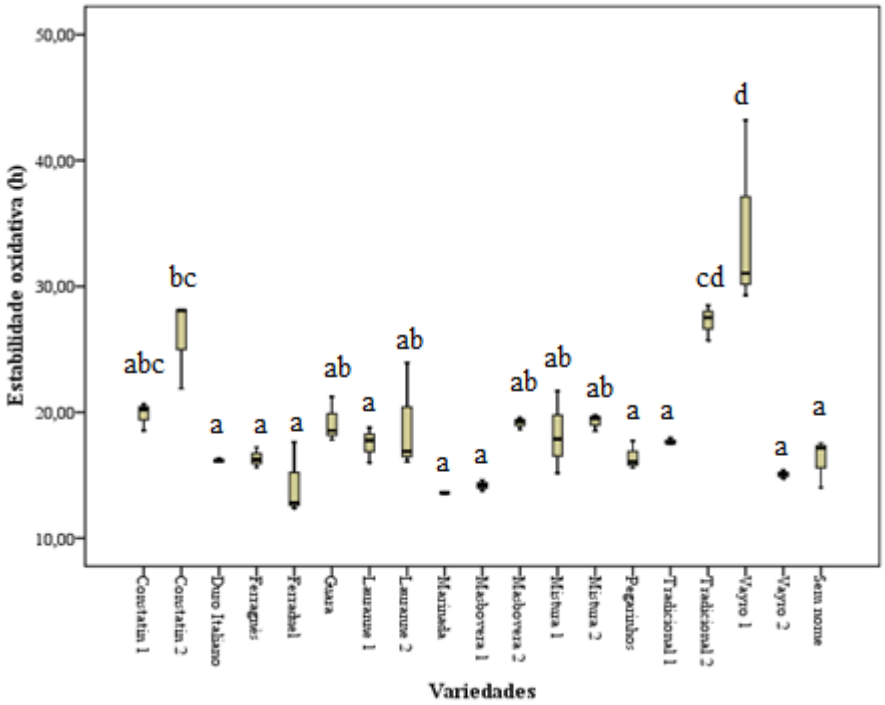


Figura 13 - Estabilidade oxidativa do miolo com película.

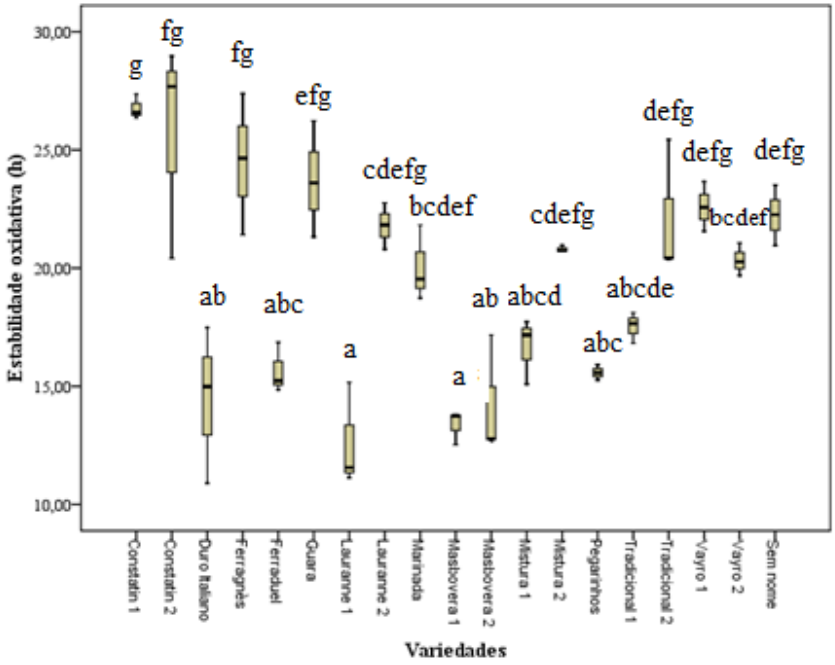


Figura 14 - Estabilidade oxidativa do miolo sem película.

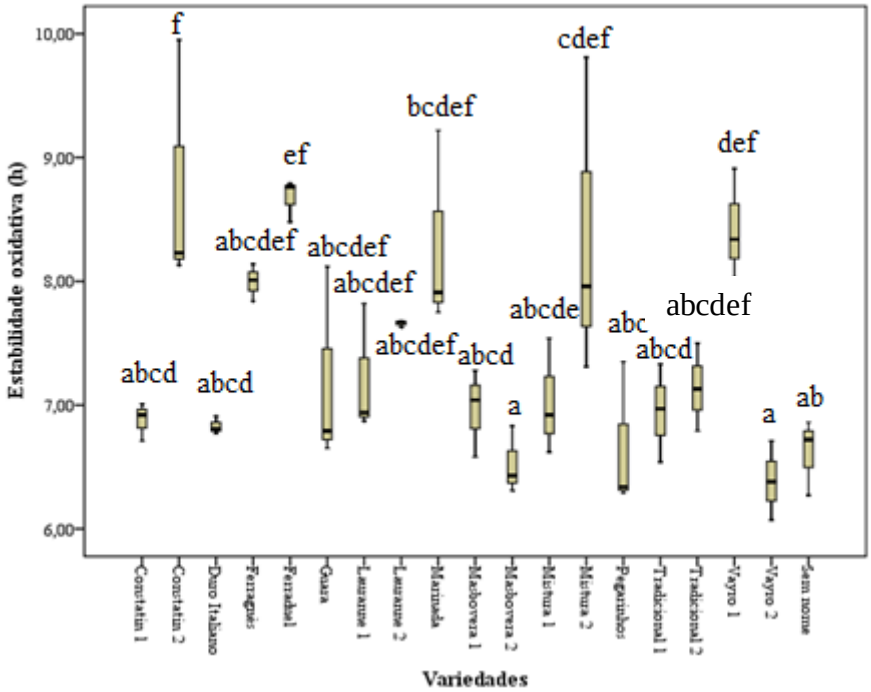


Figura 15 - Estabilidade oxidativa do óleo do miolo com película

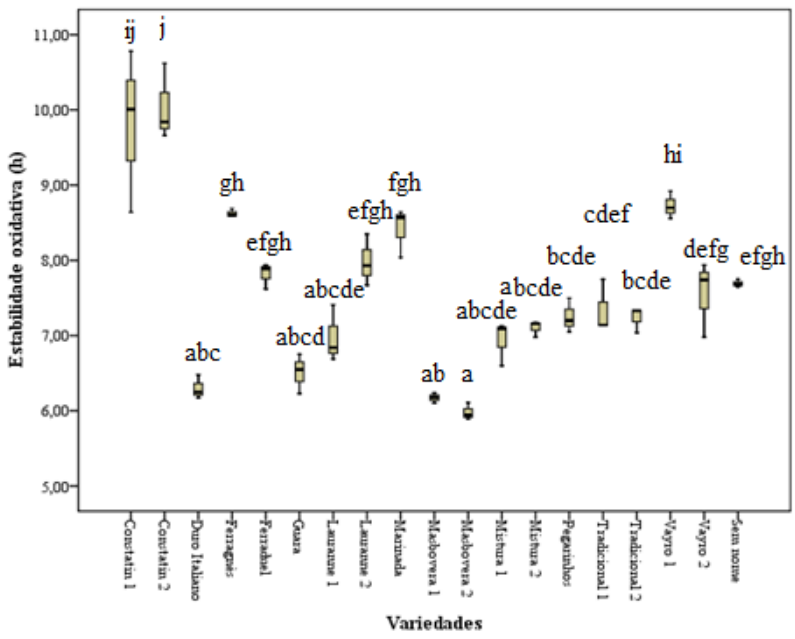


Figura 16 - Estabilidade oxidativa do óleo extraído do miolo sem película.

4.3.3 Análise espectrofotométrica no UV

Os resultados dos coeficientes de extinção específicos, K_{232} e K_{268}, e do ΔK (entre K_{264} e K_{272}) encontram-se apresentados na Tabela 12, referente aos óleos extraídos das 19 amostras. A análise espectrofotométrica na região do UV fornece informações sobre a qualidade do óleo extraído das amêndoas e do seu estado de conservação. É uma análise que está relacionada com os processos de oxidação. Em geral, na Tabela 12 verificou-se que as amostras Constantin 1 (1,89), e Masbovera 2 (1,65) foram as que apresentaram o maior coeficiente de extinção específica a 232 nm (K_{232}), tanto para miolo com e sem película. Os valores de K_{232} estão relacionados com a formação de compostos primários de oxidação, sendo que quanto maior for o valor do K_{232} maior será a formação destes compostos. Nesse sentido, a Tradicional 1 (1,08) para o miolo com película e a Vayro 1 (0,58) para o miolo sem película foram as amostras que apresentaram menos compostos primários de oxidação. Os compostos secundários da oxidação (trienos conjugados) são os que apresentam o máximo de absorção a 268 (K_{268}). Assim, a Constantin 2 (0,03) no miolo com película e a Constantin 1 (0,02) no miolo sem película foram as amostras que apresentaram menores valores de extinção para o K_{268}, o que quer dizer que apresentaram os menores teores de compostos secundários de oxidação. Um índice adicional, Delta-K (ΔK), também é usado para medir a oxidação. As amostras Masbovera 1 e Vayro 1 (-0,0014) no miolo com película foram as que apresentaram os menores valores, enquanto no miolo sem película, foram a Tradicional 1, Tradicional 2 e Marinada, com valores negativos,

sendo que no azeite valores negativos indicam que se trata de um azeite muito fresco e bem preservado (Serrano, 2014).

Tabela 12 - Parâmetros da análise espectrofotométrica no UV do óleo obtido a partir do miolo com e sem película de 19 amostras de amêndoa.

Amostra	Miolo com película			Miolo sem película		
	K_{232}	K_{268}	ΔK	K_{232}	K_{268}	ΔK
Constantin 1	1,89±0,07^{dA}	0,04±0,01^{bcdefgB}	0,0005±0,00003^{abA}	1,78±0,24^{bA}	0,02±0,01^{aA}	-0,0002±0,0001^{bcdeA}
Constantin 2	1,16±0,07^{abA}	0,03±0,01^{abcA}	-0,0001±0,00005^{abA}	1,34±0,04^{abB}	0,03±0,01^{abcdeA}	-0,0004±0,0007^{bcdeA}
Duro Italiano	1,28±0,02^{abcB}	0,04±0,01^{abcdefgA}	-0,0004±0,00006^{abA}	1,71±0,10^{bA}	0,04±0,01^{bcdefA}	-0,0004±0,0004^{bcdeA}
Ferraduel	1,27±0,02^{abcA}	0,04±0,01^{abcdefA}	0,0003±0,0012^{bA}	1,90±0,95^{bA}	0,04±0,01^{cdefA}	0,0002±0,0001^{eA}
Ferragnès	1,03±0,06^{aB}	0,03±0,01^{abcdeA}	-0,0013±0,0001^{abB}	1,33±0,12^{abA}	0,04±0,01^{bcdefA}	-0,0008±0,0001^{abcdA}
Guara	1,26±0,13^{abcA}	0,04±0,01^{cdefgA}	-0,0004±0,00006^{abB}	1,27±0,07^{abA}	0,05±0,01^{fA}	0,0004±0,0003^{eA}
Lauranne 1	1,22±0,27^{abA}	0,03±0,01^{aA}	-0,0001±0,0004^{abA}	1,69±0,28^{bA}	0,03±0,01^{abcA}	-0,0012±0,0001^{abA}
Lauranne 2	1,28±0,13^{abcA}	0,04±0,01^{bcdefgA}	-0,0001±0,0004^{abA}	1,16±0,19^{abA}	0,05±0,01^{fA}	-0,00003±0,00009^{cdeA}
Marinada	1,52±0,05^{bcdA}	0,03±0,01^{abcdA}	0,0001±0,0005^{abA}	1,13±0,09^{abB}	0,03±0,01^{abcA}	-0,0016±0,00003^{aB}
Masbovera 1	1,52±0,10^{bcdA}	0,04±0,01^{abcdefgA}	-0,0014±0,0002^{aA}	1,24±0,04^{abB}	0,03±0,01^{abcdA}	-0,0041±0,0048^{abcdA}
Masbovera 2	1,65±0,06^{cdA}	0,04±0,01^{defgA}	0,0022±0,0036^{abA}	1,41±0,16^{abB}	0,04±0,01^{defA}	0,0001±0,0003^{deA}
Mistura 1	1,34±0,02^{abcA}	0,05±0,01^{gA}	-0,0002±0,0001^{abA}	1,23±0,14^{abA}	0,04±0,01^{efA}	-0,0003±0,00005^{bcdeA}
Mistura 2	1,40±0,01^{abcB}	0,04±0,01^{bcdefgA}	-0,0002±0,0001^{abA}	1,60±0,06^{bA}	0,05±0,01^{fA}	0,0002±0,0003^{eB}
Pegarinhos	1,35±0,18^{abcA}	0,04±0,01^{bcdefgA}	-0,0012±0,00008^{abB}	1,37±0,17^{abA}	0,04±0,01^{defA}	-0,0001±0,0001^{cdeA}
Sem nome	1,38±0,24^{abcA}	0,03±0,01^{aB}	-0,00001±0,00005^{abA}	1,13±0,26^{abA}	0,04±0,01^{bcdefA}	-0,0001±0,0001^{cdeA}
Tradicional 1	1,08±0,27^{aA}	0,03±0,01^{abcdA}	-0,0001±0,00002^{abA}	1,15±0,16^{abA}	0,03±0,01^{abcA}	-0,0015±0,00004^{aB}
Tradicional 2	1,41±0,12^{abcA}	0,05±0,01^{gA}	-0,00004±0,0002^{abA}	1,19±0,11^{abA}	0,03±0,01^{abcdB}	-0,0017±0,0001^{aB}
Vayro 1	1,15±0,04^{abA}	0,03±0,01^{abA}	-0,0014±0,0002^{aA}	0,58±0,05^{aB}	0,03±0,01^{abA}	-0,0004±0,0002^{bcdeB}
Vayro 2	1,35±0,03^{abcA}	0,05±0,01^{efgA}	0,0001±0,0001^{abA}	1,35±0,12^{abA}	0,04±0,01^{bcdefB}	-0,0010±0,0002^{abcB}

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas - Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05), comparam o miolo com e sem película da mesma variedade.

4.4 Análises microbiológicas

Na Tabela 13 estão descritos os resultados da análise microbiológica das 19 amostras de amêndoa (miolo com película). As diferentes amostras apresentaram diferenças significativas entre elas. No entanto, é de destacar que as amostras Constantin 2 e Masbovera 1 foram as que apresentaram menores contagens de microrganismos a 30 °C, e de bolores e leveduras. Por outro lado, a Ferraduel, Ferragnès e Mistura 1 foram as amostras que apresentaram maiores teores de microrganismos, observando-se a presença de coliformes totais. Já em relação ao microrganismo patogénico *Escherichia coli*, todas as amostras apresentaram valores inferiores a 1 log UFC/g.

Tabela 13 - Contagem média (log UFC / g ± desvio padrão) do total de microrganismos a 30 °C, bolores e leveduras, coliformes totais e E. coli examinadas em 19 amostras de amêndoas.

Amostra	Microrganismos a 30 °C	Bolores e leveduras	Coliformes totais	*E. coli*
Constantin 1	2,15±1,07^{ab}	2,59±0,44^{abc}	<1	<1
Constantin 2	1,60±0,76^{a}	2,03±0,39^{ab}	<1	<1
Ferraduel	2,08±0,89^{ab}	3,56±0,35^{cdef}	1.70±0.70	<1
Ferragnès	2,33±0,56^{ab}	2,70±0,42^{abcd}	1.60±0.46	<1
Guara	2,89±0,24^{abc}	3,20±0,65^{cde}	<1	<1
Lauranne 1	2,41±0,29^{ab}	3,30±0,43^{bcd}	<1	<1
Lauranne 2	1,99±1,15^{ab}	2,98±0,07^{bcd}	<1	<1
Marinada	2,89±0,31^{abc}	3,72±0,55^{cdef}	<1	<1
Masbovera 1	1,59±0,70^{a}	1,54±0,66^{a}	<1	<1
Masbovera 2	4,32±0,01^{cd}	3,39±0,16^{cde}	<1	<1
Mistura 1	4,78±0,10^{d}	4,52±0,09^{ef}	<1	<1
Mistura 2	3,58±0,12^{bcd}	4,85±0,25^{f}	1.99±0.86	<1
Sem nome	3,36±0,41^{abcd}	3,87±0,29^{def}	<1	<1
Vayro 1	2,74±0,19^{abc}	2,71±0,18^{abcd}	<1	<1
Vayro 2	1,64±0,55^{a}	2,83±0,27^{bcd}	<1	<1

Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05)

Tendo em conta os valores estabelecidos pelo Instituto Ricardo Jorge (Santos et al., 2005) para produtos prontos a comer (grupo 3), verificou-se que todas as amostras analisadas se encontraram satisfatórias em termos de microrganismos a 30°C (valores de UFC/g $\leq 10^4$), com a exceção da Masbovera 2 e Mistura 1, as quais se mostraram aceitáveis. Relativamente aos bolores e leveduras, todas as amostras se apresentaram aceitáveis em relação às leveduras, para as quais os valores de UFC/g podem situar-se entre 10^2 e 10^5. Pelo contrário ao considerar os bolores, a gama para a qual os valores são aceitáveis situa-se entre 10^2 a 10^3 UFC/g. Assim as amostras Ferraduel, Guara, Lauranne 1, Marinada, Masbovera 2, Mistura 1, Mistura 2 e Sem nome apresentaram valores acima desta gama, sendo considerados não satisfatórios. Contudo, refira-se que na análise efetuada ambos os tipos de microrganismos foram contabilizados em simultâneo. Em relação aos coliformes totais e *E. coli*, todas as amostras apresentaram-se satisfatórias, uma vez que os valores de UFC/g foram $\leq 10^2$ e ≤ 10, respetivamente. Em termos gerais, as práticas aplicadas pelos produtores são satisfatórias, contudo alguns pontos poderão ser melhorados.

4.5 Ensaios de conservação

4.5.1. Aparência visual e cor

Na Figura 18 apresentam-se as fotografias das amêndoas ao longo do armazenamento e submetidas a diferentes humidades relativas. Ao longo do armazenamento, verificou-se que as amêndoas peladas não apresentaram alterações visíveis na sua aparência visual, sugerindo que as diferentes humidades relativas aplicadas não interferiram no aspeto visual deste fruto seco.

Na Tabela 14 estão descritos os valores dos parâmetros da cor. De um modo geral, verificaram-se poucas alterações significativas na cor, ao longo do armazenamento, o que está de encontro com a Figura 18, na qual não são verificadas grandes alterações visuais. Em particular, quando se compara a mesma humidade relativa ao longo do período de armazenamento (0 dias, 1 mês e 2 meses) verificou-se que apenas houve diferenças significativas para o parâmetro *L** na humidade relativa de 80%.

Tabela 14 - Caracterização da cor do miolo sem película ao longo do armazenamento realizado a diferentes humidades relativas.

Parâmetros	Humidade relativa	Tempo		
		0	1 Mês	2 Meses
*L**	60%	67,81±4,01^{aA}	65,96±2,31^{aA}	71,11±4,40^{abA}
	70%	67,81±4,01^{aA}	67,91±5,72^{aA}	67,48±4,16^{aA}
	80%	67,81±4,01^{aB}	63,03±1,07^{aA}	74,95±2,00^{bC}
*a**	60%	0,21±0,51^{aA}	0,76±0,16^{bA}	0,39±0,93^{aA}
	70%	0,21±0,51^{aA}	-0,24±0,65^{aA}	-0,57±0,88^{aA}
	80%	0,21±0,51^{aA}	0,19±0,45^{abA}	-0,36±0,34^{aA}
*b**	60%	20,82±2,13^{aA}	21,28±3,36^{aA}	22,30±1,78^{aA}
	70%	20,82±2,13^{aA}	21,98±2,89^{aA}	21,11±3,77^{aA}
	80%	20,82±2,13^{aA}	21,41±1,32^{aA}	24,55±5,33^{aA}
C	60%	20,82±2,13^{aA}	21,32±3,40^{aA}	22,21±1,75^{aA}
	70%	20,82±2,13^{aA}	21,59±2,20^{bA}	21,13±3,77^{aA}
	80%	20,82±2,13^{aA}	21,42±1,32^{abA}	26,00±4,99^{aA}
h	60%	89,32±1,54^{aA}	87,00±1,59^{aA}	88,91±2,55^{aA}
	70%	89,32±1,54^{aA}	90,52±1,69^{aA}	91,56±2,49^{aA}
	80%	89,32±1,54^{aA}	89,43±1,20^{aA}	89,82±5,23^{aA}

Letras minúsculas -Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes ($p>0,05$); Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes ($p>0,05$).

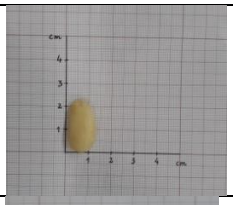
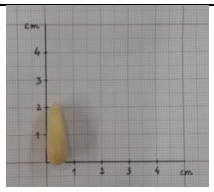
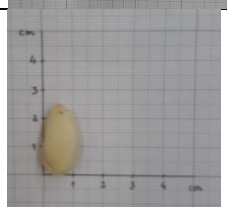
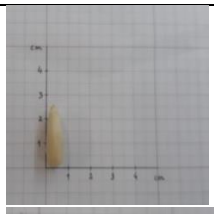
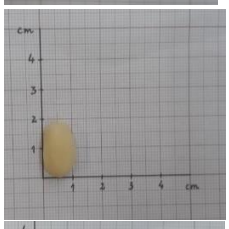
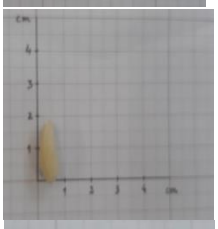
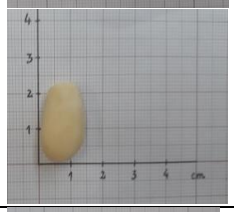
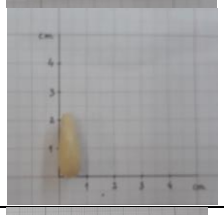
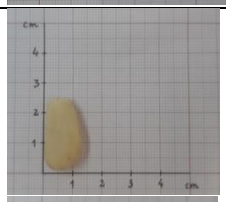
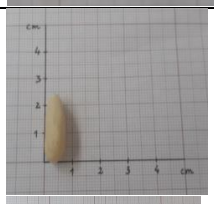
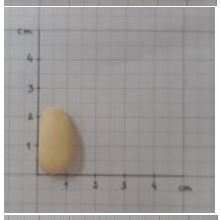
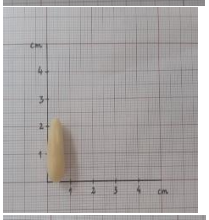
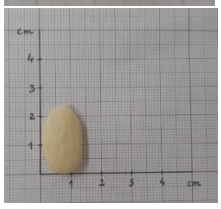
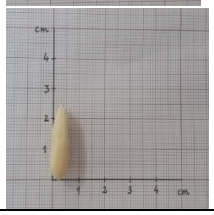
Tempo armazenamento	HR (%)		
0 dias			
1 mês	60		
	70		
	80		
2 meses	60		
	70		
	80		

Figura 17 - Aspeto visual das amêndoas ao longo do armazenamento realizado sob humidades relativas de 60, 70 e 80%.

4.5.2. Composição nutricional

A Tabela 15 apresenta os teores de humidade, gordura, proteína e atividade de água das amostras armazenadas a diferentes humidades relativas e a uma temperatura constante. Ao analisar a Tabela 15 verificou-se que não houve diferenças significativas ao longo do armazenamento (0, 1 e 2 meses), para o teor de humidade, proteína e gordura. Para além disso,

também não se detectaram diferenças entre as diferentes humidades relativas testadas (60, 70 e 80%). Pelo contrário, para a atividade de água verificou-se que após 2 meses de armazenamento os seus valores diminuíram significativamente para as humidades relativas de 60% e 70%. Além disso, observou-se que após 2 meses, as amostras armazenadas a 60% de HR apresentaram valores inferiores a 0,6 (valor em que a maioria dos microrganismos não se desenvolve).

Tabela 15- Composição nutricional (g/100 g matéria fresca) e atividade de água (a_w) do miolo sem película ao longo do armazenamento

Parâmetros	**Humidade relativa**	**Tempo**		
		0	**1 Mês**	**2 Meses**
a_w	60%	0,699±0,007^{aC}	0,624±0,007^{aB}	0,595±0,006^{aA}
	70%	0,699±0,007^{aB}	0,659±0,003^{bA}	0,660±0,011^{bA}
	80%	0,699±0,007^{aA}	0,690±0,005^{cA}	0,688±0,008^{cA}
Teor de humidade	60%	6,20±0,54^{aA}	5,50±0,15^{aA}	5,75±0,24^{aA}
	70%	6,20±0,54^{aA}	5,61±0,10^{abA}	6,23±0,22^{aA}
	80%	6,20±0,54^{aA}	5,97±0,26^{bA}	6,24±0,70^{aA}
Teor de gordura	60%	56,25±5,71^{aA}	57,79±2,75^{aA}	56,42±2,65^{aA}
	70%	56,25±5,71^{aA}	58,82±5,63^{aA}	61,11±14,30^{aA}
	80%	56,25±5,71^{aA}	57,04±0,73^{aA}	54,58±4,60^{aA}
Proteína	60%	13,67±0,59^{aA}	14,67±0,11 ^{aA}	14,40±0,69 ^{bA}
	70%	13,67±0,59 ^{aA}	13,72±1,08 ^{aA}	12,06±0,36 ^{aA}
	80%	13,67±0,59 ^{aA}	13,58±1,02 ^{aA}	13,91±0,43 ^{bA}

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05).

4.5.3. Estabilidade oxidativa e parâmetros da análise espectrofotométrica no UV

No processo de deterioração oxidativa, há um período inicial, chamado período de indução, e, quanto maior o período de indução, mais estável é o óleo. Geralmente, com o aumento do tempo de armazenamento, o período de indução tende a diminuir (Rauen-Miguel et al., 1992). No presente estudo verificou-se que, salvo raras exceções,os tempos de indução não variaram significativamente ao longo do armazenamento, tanto no miolo sem película como para o óleo (Tabelas 16 e 17). Apenas foram verificadas diferenças estatísticas para a HR de 70 % para o fruto,como na HR de 60% para o óleo. Além disso, até aos 2 meses de armazenamento, a HR não teve um efeito significativo na estabilidade oxidativa.

Tabela 16 - Estabilidade oxidativa do miolo sem película, expresso em tempo de indução (horas)

Humidade relativa	Tempo		
	0	1 Mês	2 Meses
60%	17,33±0,52^{aA}	18,77±7,92^{aA}	14,69±2,12^{aA}
70%	17,33±0,52^{aB}	18,23±1,27^{aB}	12,46±0,46^{aA}
80%	17,33±0,52^{aA}	18,39±2,82^{aA}	14,35±2,88^{aA}

Letras minúsculas -Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05);
Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05).

Tabela 17 - Estabilidade oxidativa do óleo extraído do miolo sem película, expresso em tempo de indução (horas)

Humidade relativa	Tempo		
	0	1 Mês	2 Meses
60%	7,39±0,38^{aB}	6,81±0,10^{aAB}	6,20±0,24^{aA}
70%	7,39±0,38^{aA}	6,65±0,19^{aA}	6,60±0,55^{aA}
80%	7,39±0,38^{aA}	7,30±0,19^{bA}	6,73±0,36^{aA}

Letras minúsculas -Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05);
Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05).

A Tabela 18 expressa os resultados obtidos na análise de espectrofotometria por UV do óleo extraído das amêndoas, durante o armazenamento. No que se refere aos valores de K_{232}, verificou-se que houve uma diminuição ao longo do tempo de armazenamento para as três HR estudadas, ou seja houve uma redução dos compostos primários da oxidação. Já pelo contrário, houve um aumento dos valores de K_{268} ao longo do armazenamento, logo um maior número de compostos da oxidação secundária se formaram. No entanto, só se verificaram diferenças estatísticas entre o dia 0 e 2 meses de armazenamento para a HR de 60 e 80%. Quando se comparam as diferentes HRs, verificou-se que no final do armazenamento não existiram diferenças significativas em nenhum parâmetro.

Tabela 18 - Análise espectrofotométrica no UV aos óleos extraídos de amêndoa armazenada a 25 °C e humidades relativas a 60, 70 e 80%.

Parâmetros	HR	Tempo		
		0	1 Mês	2 Meses
K_{232}	60%	4,99±0,167^{aB}	3,32±0,182^{aA}	3,72±0,196^{aA}
	70%	4,99±0,167^{aB}	3,45±0,444^{aA}	3,51±0,276^{aA}
	80%	4,99±0,167^{aB}	3,53±0,340^{aA}	4,11±0,432^{aA}
K_{268}	60%	0,06±0,01^{aA}	0,06±0,01^{aA}	0,07±0,01^{aB}
	70%	0,06±0,01^{aA}	0,07±0,01^{bB}	0,06±0,01^{aAB}
	80%	0,06±0,01^{aA}	0,06±0,01^{abA}	0,08±0,01^{aB}
ΔK	60%	0,002±0,001^{aB}	0,002±0,001^{bA}	0,002±0,001^{aAB}
	70%	0,002±0,001^{aA}	0,002±0,001^{bA}	-0,002±0,006^{aA}
	80%	0,002±0,001^{aA}	0,001±0,001^{aA}	0,002±0,001^{aA}

Letras minúsculas -Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes (p>0,05); Letras maiúsculas -Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes (p>0,05).

4.5.4. Análises Microbiológicas

Quanto à contagem de microrganismos presentes nas amostras sujeitas a diferentes HRs, é possível verificar que não houve desenvolvimento microbiológico ao longo do armazenamento. Quando se comparam os tempos de 0 dias e 2 meses de armazenamento, verificou-se uma diminuição na contagem de microrganismos a 30 °C e de bolores e leveduras (Tabela 19). No entanto, apenas se detetaram diferenças significativas nos microrganismos a 30 °C. Quando se estuda o efeito da HR no crescimento microbiano, verificou-se que até aos 2 meses de armazenamento não se observou qualquer efeito, visto que não se detetaram diferenças estatísticas entre amostras submetidas a diferentes HRs. Assim, pode-se afirmar que o tempo de armazenamento afetou a carga microbiana, enquanto a HR não.

Tendo em conta, os valores obtidos para os microrganismos a 30°C, todos os valores se mostraram satisfatórios, pelo facto das UFC/g serem $\leq 10^4$ (Santos et al., 2005). Em relação aos bolores e leveduras, como os valores obtidos de UFC/g foram inferiores a 10^3 ou 10^5, respetivamente, os resultados mostraram ser aceitáveis para estes parâmetros.

Tabela 19 - Contagem média (log UFC / g ± desvio padrão) do total de microrganismos a 30 °C e bolores e leveduras, em amêndoas armazenadas a diferentes HRs

Microrganismos	**HR**	**Tempo**		
		0	**1 Mês**	**2 Meses**
Microrg. 30°C	60%	3,83±0,42^{aB}	3,14±0,28^{aAB}	2,82±0,39^{aA}
	70%	3,83±0,43^{aB}	3,14±0,04^{aAB}	2,90±0,32^{aA}
	80%	3,83±0,44^{aB}	3,27±0,19^{aAB}	2,72±0,21^{aA}
Bolores e leveduras	60%	2,06±0,32^{aA}	1,70±0,01^{aA}	1,77±0,13^{aA}
	70%	2,06±0,33^{aA}	1,80±0,17^{aA}	1,70±0,01^{aA}
	80%	2,06±0,34^{aA}	1,76±0,10^{aA}	2,18±0,52^{aA}

Letras minúsculas - Valores com a mesma letra na mesma coluna não são estatisticamente diferentes ($p>0,05$);
Letras maiúsculas - Valores com a mesma letra na mesma linha não são estatisticamente diferentes ($p>0,05$).

5. Conclusão

No presente trabalho caracterizaram-se 19 produtores de amêndoa, bem como, seus amendoais, as variedades cultivadas, tipo de colheita, condições de armazenamento, tipo de transporte e principais problemas observados durante o armazenamento deste fruto seco. Com isso, foi possível concluir que, a maioria dos produtores inquiridos (42%) têm idades entre os 60 e 69 anos, sendo que mais de metade dos produtores (63%) possui amendoais com uma área até 10 ha. Das variedades que são cultivadas, as que se destacam são estrangeiras, ambas Francesas, Ferraduel e Ferragnès. Grande parte dos produtores realiza colheita manual (63%), sendo o fruto armazenado à temperatura ambiente, sem controlo de HR. O transporte da amêndoa do produtor para a indústria/cooperativa é feito em veículos de caixa aberta (90% dos produtores), e o maior problema que eles enfrentam no armazenamento é o aparecimento de pragas (26%).

Em relação aos parâmetros físicos e químicos, verificaram-se diferenças significativas entre as amostras analisadas. No entanto, as amostras Portuguesas não se destacaram face às estrangeiras. No que diz respeito à qualidade microbiológica (mesófilos aeróbios, bolores e leveduras, coliformes totais e *Escherichia coli*), a maioria das 19 amostras mostrou ter qualidade aceitável/satisfatória. Para além disso, todas as amostras apresentaram valores <1 para *E. coli*.

Relativamente aos ensaios de conservação, verificou-se que as amêndoas ao longo do armazenamento mantiveram uma aparência visual semelhante ao dia 0, independentemente da HR aplicada, bem como, poucas alterações foram detetadas nos parâmetros da cor. Quanto à composição nutricional, não se detetaram diferenças significativas, nem para o período de armazenamento, nem para as HRs aplicadas. A HR a 60% foi a que apresentou os menores valores de a_w. Quanto às propriedades ligadas à estabilidade oxidativa, verificou-se que todas as HRs provocaram uma diminuição no tempo de indução do óleo, mas não tão visível no fruto. Para além disso, os valores de K_{232} e ΔK diminuíram, enquanto os de K_{268} aumentaram. Por fim, os valores de microrganismos diminuíram ao longo do tempo de armazenamento, em todas as HRs. Em termos gerais, ainda é cedo afirmar qual a melhor HR a aplicar no armazenamento das amêndoas, visto que poucas diferenças se verificaram. Assim, torna-se necessário continuar o ensaio de conservação por mais tempo, com intuito de poder verificar possíveis diferenças entre as HRs e definir qual a melhor a aplicar no transporte de amêndoas despeladas.

Apesar de no presente estudo se ter demonstrado algumas diferenças entre variedades de amêndoas, bem como que as condições de armazenamento influenciam as características de qualidade do produto final, há que continuar a aperfeiçoar alguns pontos, nomeadamente:

- Analisar as amostras em termos sensoriais e de outros parâmetros químicos, como por exemplo, o perfil em ácidos gordos;
- Analisar as características físico-químicas de amêndoas colhidas em diferentes anos de modo a verificar se há variabilidade significativa ou não, devido às condições climatéricas e solo, entre outros fatores;
- Testar diferentes temperaturas em simultâneo com diferentes HRs;
- Realizar ensaios de conservação com combinações de diferentes embalagens.

6. Referências

Abdallah, A., Ahumada, M.H., Gradziel, T.M. (1998). Oil content and fatty acid composition of almond kernels from different genotypes and California production regions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **123**, 1029–1033.

Agar, I. T., Kafkas, S., Kaska, N. (1998). Effect of cold storage on the kernel fatty acid composition of almond. *Acta Horticulturae*, **470**, 349-358

Albala, K. (2009). Almonds along the Silk Road: The exchange and adaptation of ideas from West to East. *Petits Propos Culinaires*, **88**, 17-32.

Amarowicz, R., Troszynska, A., Shahidi, F. (2005). Antioxidant activity of almond seed extract and its fractions. *Journal of Food Lipids*, **12**, 344-358.

Anon (1997). United States Standards for Grades of Shelled Almonds. USDA. Agricultural Marketing Service, Fruit and Vegetable Division, Fresh Products Branch. Effective March 24.

Anon (2007). Almonds grown in California; Outgoing quality control requirements. Federal Register, USDA. *Agricultural Marketing Service*, **72**, 15021-15036.

Baiano, A., Del Nobile, M. (2005). Extension of almond paste. *Journal of Food Engineering*, **66**, 487-495.

Baker, H., Ripado, M. (1995). Árvores frutíferas: de macieiras e pereiras a figueiras e pessegueiros; pequenas árvores frutíferas, do morango à videira, 3, Publicações Europa-América, Lisboa, Portugal (4), 7-9.

Balta, F., Battal, P., Balta, M.F., Yoruk, H.I. (2009). Free sugar compositions based on the taste of the grain in almond genotypes *Prunus dulcis* from eastern Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, **45**, 221-224.

Bingol, G., Yang, J., Brandl M.T., Pan, Z., Wang, H., McHugh, T.H. (2011). Infrared pasteurization of raw almonds. *Journal of Food Engineering*, **104**, 387–393.

Bowling, B.W., McKay, D.L., Blumberg, J.B. (2010). The phytochemical composition and antioxidant actions of tree nuts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, **19**(1), 117-123. Carrasco-Del Amor, A.M., Aguayo, E., Collado-González, J., Guy, A., Galano, J., Durand, T., Gil-Izquierdo, A. (2016). Impact of packaging atmosphere, storage and processing conditions

on the generation of phytoprostanes as quality processing compounds in almond kernels. *Food Chemistry*, **211**, 869–875.

Chandrasekara, N., Shahidi, F. (2011) Effect of roasting on phenolic content and antioxidant activities of whole cashew nuts, kernels, and testa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**, 5006-5014.

Chang, S.S., Han, A.R., Reyes-De-Corcuera, J.I., Powers, J.R., Kang, D.H., (2010). Evaluation of steam pasteurization in controlling *Salmonella* serotype enteritidis on raw almond surfaces. *Journal of Food Engineering*, **50**(4), 393-398.

Cheely, A.N., Pegg, R.B., Kerr, W.L., Swanson, R.B., Huang, B., Parrish, D.R., Kerrihard, A.L. (2018). Modeling sensory and instrumental texture changes of dry-roasted almonds under different storage conditions. *LWT-Food Science and Technology*, **91**, 498-504.

Connell, J.H., Labavitch, J.M., Sibbett, G.S., Reil, W.O., Barnett, W.H., Heintz, C. (2000). Precocious harvesting of almonds to bypass late infestation by umbigo orange worm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **114**, 595-599.

Cordeiro, V., Oliveira, M., Ventura, J., Monteiro, A. (2001). Study of some physical characters and nutritive composition of the Portuguese's (local) almond varieties. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **56**, 333-337.

Cornacchia, R., Amodio, M.L., Colelli, G. (2012). Effects of storage temperature and duration on quality of unshelled and shelled almonds. *Acta Horticulturae*, **934**, 783-790.

Corsini, M., Jorge, N. (2006). Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em fritura de mandioca palito congelada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, **26**(1), 27-32.

Daoud, H.N., Miller, M.W., Luh, B.S. (1977). Effect of commercial processing of vitamin B6 retention on almonds. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, **10**, 244-246.

DeGrandi-Hoffman, G., Thorp, R., Loper, G., Eisikowitz, D., (1996). Describing the progression of almond bloom using accumulated heat units. *Journal of Applied Ecology*, **33**, 812-818.

Du, W.X., Abd, S.J., McCarthy, K.L., Harris, L.J. (2010). Reduction of *Salmonella* on inoculated almonds exposed to hot oil. *Journal of Food Protection*, **73**(7), 1238-1246.

Duncan, R.A., Verdegaal, P.S., Holtz, B.A., Doll, D.A., Klonsky, K.A., De Moura, R.L. (2011). Sample costs to establish an orchard and produce almonds: San Joaquin Valley North, University of California Cooperative Extension.

Egea, G., González-Real, M.M., Baille, A., Nortes, P.A., Sánchez-Bel, P., Domingo, R. (2009). The effects of contrasted deficit irrigation strategies on the growth and quality of fruits of the mature almond kernel. *Agricultural Water Management*, **96**, 1605-1614.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2016). Statistical Databases. (Available at www.fao.org. Acedido a 17/12/2018)

Felipe, A.J. (1977). Almendro. Estados fenológicos. Información Técnica Económica Agraria, **27**(27), 8-9.

García-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V., Salazar, D. M. (2003). Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. *Biosystems Engineering*, **84**(2), 201-209.

Goodridge, L.D., Willford, J., Kalchayanand, N. (2006). Destruction of *Salmonella* Enteritidis inoculated onto raw almonds by high hydrostatic pressure. *Food Research International*, **39**(4), 408-412.

Gradziel, T.M., Lampinen, B., Niederholzer, F. (2013). Living the beloved almonds: a fully compatible pollinator for early flowering "*Nonpareil*" which exhibits a very high seed quality of the "*Marcona*" type. *HortScience*, **48**, 1320-1322.

Grasselly, C., Olivier, G. (1976) Mise en évidence de quelques types autocompatibles parmi les cultivars d'amandier (*P. amygdalus* Batsch) de la population des Pouilles. *Ann Amélior Plant*, **26**, 107–113.

Guadagnin, D.G., Soderstrom, E.L., Storey, C.L. (1978). Effect of controlled atmosphere on the stability of almond flavor. *Journal of Food Science*, **43**, 1077-1080.

Harbers, L., Nielsen, S. (2003). El análisis de cenizas. Em S. Suzanne Nielsen (coord.), Análisis de los alimentos. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A, 121-132.

Hardenburg, R.E., Watada, A.E., Wang, C.Y. (1986). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook 66, USDA / ARS, 74-75.

Harris, L.J., Uesugi, A.R., Abd, S.J., McCarthy, K.L. (2012). Survival of *Salmonella* Enteritidis PT 30 on inoculated almond kernels in hot water treatments. *Food Research International*, **45**(2), 1093-1098.

Harris, N.E., Westcott, D.E., Henick, A.S. (1972). Ranch in Almonds: Life Studies. *Journal of Food Science*, **37**, 824-827.

INE (2017). Instituto Nacional de Estatística, Statistics Portugal. (https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOEStipo=ea&PUBLICACOEScoleccao=107660&selTab=tab0&xlang=pt) (Acesso a 12/12/2018).

Kader, A.A. (1996). In-plant storage, in Almond Production Manual (Publication 3364), University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 274-277.

Kamil, A. (2012). Tea Almonds in addition to cholesterol reduction. Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **60**, 6694-6702.

Kerry, J.P., Butler, P. (2008). Smart Packaging Technologies. *Fast Moving Consumer Goods*, **1**, 75-98.

Kimber, M.A., Kaur, H., Wang, L., Daniluk, M.D., Harris, L.J. (2012). Survival of *Salmonella*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in inoculated almonds and pistachios stored at -19, 4 and 24 °C. *Journal of Food Protection*, **75**, 1394-1403. Lambertini, E., Danyluk, M.D., Schaffner, D.W., Winter, C.K., Harris, L.J. (2012). Salmonellosis risk of the consumption of almonds in the North American market. *Food Research International*, **45**, 1166-1174.

Ledbetter, C.A., Palmquist, D.E. (2006). Comparing physical measures and mechanical cracking products of Nonpareil almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb.) with two advanced breeding selections. *Journal of Food Engineering*, **76**, 232–237.

Lee, S.Y., Oh, S.W., Chung, H.J., Reyes-De-Corcuera, J.I., Powers, J.R., Kang, D.H. (2006). Reduction of *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis on the surface of raw shelled almonds by exposure to steam. *Journal of Food Protection*, **69**(3), 591-595.

Magan, N., Aldred, D. (2007). Strategies for post-harvest control: minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, **119**, 131-139.

Mandalari, G., Tomaino, A, Arcoraci, T., Martorana, M., Turco, Lo., Cacciola, F., Rich, G.T., Bisignano, C., Saija, A., Dugo, P., Cross, K.L., Parker, M.L., Waldron, K.W., Wickham, M.S.J.

(2010). Characterization of polyphenols, lipids and dietary fibre from almond skins (*Amygdalus communis* L.) *Journal of Food Composition and Analysis*, **23**, 166-174.

Mexis, S.F., Badeka, A.V., Riganakos, K.A., Karakostas, K.X., Kontominas, M.G. (2009). Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts. *Food Control*, **20**(8), 743-751.

Mexis, S.F., Kontominas, M.G. (2010). Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, oxygen transmission rate of packaging material and storage conditions on quality retention of whole almonds or unpeeled almonds (*Prunus dulcis*). *LWT - Food Science and Technology*, **43**, 1-11.

Monteiro, A.M., Cordeiro, V.P., Gomes-Laranjo, J. (2003). A Amendoeira. Mirandela, João Azevedo (Ed.).

Padehban, L., Ansari, S., Koshani, R. (2018). Effect of packaging method, temperature and storage period on physicochemical and sensory properties of wild almond kernel. *Journal of Food Science Technology*, **55**(9), 3408–3416.

Pardo, E., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J. (2004). Prediction of fungal growth and ochratoxin a production by *Aspergillus ochraceum* without irradiated barley grains influenced by temperature and water activity. *International Journal of Food Microbiology*, **95**, 79-88.

Prats-Moya, S., Grané-Teruel, N., Berenguer-Navarro,V., Martín-Carratal, M.L. (1997). Application of inductively coupled plasma for the classification of 19 almond cultivars using inorganic composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 2093-2097.

Raisi, M., Ghorbani, M., Mahoonak, A.S., Kashaninejad, M., Hosseini, H. (2015). Effect of storage atmosphere and temperature on the oxidative stability of almond kernels during long term storage. *Journal of Stored Products Research*, **62**, 16-21.

Rattigan, K., Hill, S.J. (1986). Relationship between temperature and flowering in almond. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **26**, 399-404.

Rauen-Miguel, A., Esteves, W., Barrera-Arellano, D. (1992) Determinación del período de inducción de aceite de soja – Correlación entre el Rancimat y otros índices. *International Journal of Fats and Oils*, **43**, 1162-1166.

Reil, W., Labavitch, J.M., Holmberg, D. (1996). 'Harvesting', in *Almond production manual*. Micke W.C. (Ed.), Oakland, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, 260-264.

Ren, Y., Waldron, K.W., Pacy, J.F., Cérebro, A., Ellis, P.R (2001). Chemical and histochemical characterization of cell wall polysaccharides in almond seeds in relation to lipid bioavailability. Active phytochemicals in biological products. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 448-452.

Romojaro, F., Riquelme, F., Giménez, J.L., Llorente, S. (1988). Fat content and oil characteristic of some almond varieties. *Fruit Science Reports*, **XV**(2), 53-57.

Ros, E., Mataix, J. (2006). Fatty acid composition of walnuts-implications for cardiovascular health. *The Journal of Nutrition*, **96**, 29-35.

Safary, M., Chayjan, R.A. (2016) Optimization of almond kernels drying under infrared vacuum condition with microwave pretreatment using response surface method and genetic algorithm. *Journal of Agricultural Science and Technology*, **18**, 1543-1556.

Sang, S., Cheng, X., Fu, H.Y., Shieh, D.E., Bai, N., Lapsley, K. (2002). New type sesquiterpene lactone from almond hulls (*Prunus amygdalus* Batsch). *Tetrahedron Letters*, **43**, 2547-2549.

Santos, M.I., Correia, C., Cunha, M.I.C., Saraiva, M.M., Novais, M.R. (2005). Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos prontos a comer preparados em estabelecimentos de restauração. *Revista da Ordem dos Farmacêuticos*, **64**, 66-68.

Santos, S.C.R.V.L., Barros, A.I.A., Guiné, R.P.F. (2013). Influence of drying on the properties of pears of the Rocha variety (*Pyrus communis* L.). *International Journal of Food Engineering*, **9**(2), 197-208.

Sathe, S. K. (1993). Solubilization, electrophoretic characterization and in vitro digestibility of almond (*Prunus amygdalus*) proteins. *Journal of Food Biochemistry*, **16**, 249-264.

Saura-Calixto, F., Cañellas, J. (1982). Chemical compositions of hulls of the sweet almond (*Prunus amygdalus*). *Journal of Science Food Agriculture*, **33**, 336-339.

Saura-Calixto, F., Cañellas, J., Soler Dietary, L. (1983). Fiber and components of the almond-free nitrogen extract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **34**, 1419-1422.

Senesi, E., Rizzolo, A., Colombo, C., Testoni, A. (1996). Influence of pre-processing storage conditions on peeled almond quality. *Italian Journal of Food Science*, **2**, 115-125.

Serrano, L.J.L. (2014). Monitorização, ao longo de 12 meses dos teores de peróxidos, aldeídos e clorofila de azeites virgem extra, monovarietais e de mistura, produzidos em Portugal e

armazenados em 4 diferentes condições. Tese de Mestrado. *Instituto Superior da Saúde Egas Moniz*, p. 100.

Severini, C., Pilli, T., Baiano, A. (2003). Auto-oxidation of roasted almonds packaged as affected by two packaging films. *Journal of Food Processing and Preservation*, **27**(4), 321-335.

Soler, L., Cañellas, J., Saura-Calixto, F. (1989). Changes in carbohydrate and protein content and seed composition of developing almonds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **37**, 1400-1404.

Stevenson, A., Burkhardt, J., Cockell, C.S., Cray, J.A., Fo-Powell, Mark., Kee, T.P., Kminek, G., McGenity, T.J., Timmis, K.N., Timson, D.J., Voytek, M.A., Westall, F., Yakimov, M.M., Hallsworth, J.E. (2015). Multiplication of microbes below 0.690 water activity: implications for terrestrial and extraterrestrial life. *Environmental Microbiology*, **17** (2), 257-277.

Summo, C., Palasciano, M., De Angelis, D, Paradiso, V.M., Caponio, F., Pasqualone, A. (2018). Evaluation of the chemical and nutritional characteristics of almonds (*Prunus dulcis* (Mill). D.A.Webb) as influenced by harvest time and cultivar. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **98**(15), 5647-5655.

Tabuenca, M.C., Herrero, J. (1966). Influence of temperature on the flowering season of fruit trees. *An. Aula Dei* **8**, 115-153.

Thompson, J.F., Rumsey, T.R., Connell, J.H. (1996). Drying, Hulling, Shelling, Almond production manual, Oakland, Division of Agriculture and Natural Resources, *University of California*, 268-273.

Toomey, V.M., Nickum, E.A., Flurer, C.L. (2012). Cyanide and amygdalin as indicators of the presence of bitter almonds in imported raw almonds. *Journal of Forensic Sciences*, **57**, 1313-1317.

Varela, P., Chen, J., Fiszman, S., Povey, M.J.W. (2006). Evaluation of friability of roasted almonds by an integrated approach to texture description: texture, acoustic, sensory and structure. *Journal of Chemometrics*, **20**, 311-320.

Vidal-Valverde, C., Blanco, I., Rojas-Hidalgo, E. (1982). Pectic substances in fresh, dried, desiccated, and oleaginous Spanish fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **30**, 832-835.

Volpi, G. (2016). Demonstrating the presence of cyanide in bitter seeds while helping students visualize metal-cyanide reduction and formation in a copper complex reaction. *Journal of Chemical Education*, **93**, 891-897.

Warmund, M.R., Elmore, J.R., Adhikari, K., McGraw, S. (2009). Descriptive sensory analysis of light, medium and dark grains of black walnut cultivars. *Journal of Food Science and Agriculture*, **89**, 1969-1972.

Whitaker, T.B., Slate, A., Birmingham, T., Adams, J., Jacobs, M., Gray, G. (2010). Correlation between aflatoxin contamination and various USDA grade categories of shelled almonds. *Journal of AOAC International*, **93**, 943-947.

Wirthensohn, M.G., Chin, W.L., Franks, T.K., Baldock, G., Ford, C.M., Sedgley, M. (2008). Characterizing the kernel phenotypes of the almond kernels (*Prunus dulcis* Mill.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, **83**, 462-468.

Yada, S., Huang, G., Lapsley, K. (2013). Natural variability in the nutrient composition of California-grown almonds. *Journal of Food Composition and Analysis*, **30**, 80-85.

Yada, S., Lapsley, K., Huang, G. (2011). A review of studies on the composition of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*, **24**, 469-480.

Yang, J., Bingol, G., Pan, Z.L., Brandl, M.T., McHugh, T.H., Wang, H. (2010). Infrared heating for dry-roasting and pasteurization of almonds. *Journal of Food Engineering*, **101** (3), 273-280.

Zacheo, G., Cappello, M.S., Gallo, A., Santino, A., Cappello, A. R. (2000). Changes associated with postharvest ageing in almond seeds. *Journal of Food Science and Technology*, **33**, 415–423.

ANEXOS

ANEXO I

O TRATAMENTO DOS DADOS É MERAMENTE ESTATÍSTICO E A INFORMAÇÃO SOBRE O NOME DO INQUIRIDO É APENAS PARA EVENTUAL CONTROLO DOS DADOS À POSTERIORI.

Nome do Produtor:

Idade:

Localidade de Residência:

Habilitações Literárias (indique a resposta com uma cruz X)**:**

___1º Ciclo (Ensino primário) ___ 2º Ciclo ___ 3º Ciclo ___ Ensino Secundário

___ Ensino Superior

Tem formação académica na área agrícola? _____ Não _____ Sim.
Qual?_____

Caracterização da Exploração (indique as respostas com uma cruz X)**:**

Produz os seguintes frutos secos de casca rija:

_____ Amêndoa _____ Avelã _____ Noz _____ Outros. Quais?_____

Que outras culturas permanentes tem? ____Olival _____ Vinha ____Pomar de frutos frescos

____ Outras. Quais?_____

Dedicação exclusiva à atividade agrícola? _____ Sim

_____ Não. Que outra atividade exerce?_____

_____

Indique o peso do rendimento agrícola (em %) no rendimento familiar: _____

A mão-de-obra da exploração é:

___ Exclusivamente familiar. Se sim, indique o número:_____

___ Exclusivamente assalariada. Se sim, indique o número:_____

___ Mão-de-obra familiar e assalariada. Se sim, indique o número de familiares:_____ e de assalariados:_____

A) IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIEDADES PRODUZIDAS DE FRUTOS SECOS DE CASCA RIJA

I) É produtor de (indique as respostas com uma cruz X)**:**

___ **Amêndoa**

a) Caracterização do amendoal:

___ Árvores isoladas. Indique o número: _____

___ Árvores em bordadura. Indique o número: _____

___ Pomar. Área total_____ Nº total de parcelas_____

Identificação da parcela:

Parcela	**Área**	**Compasso**	**Sequeiro (Sim-S; Não-N)**	**Regadio (Sim-S; Não-N)**	**Sistema de Produção ***	**Idade do pomar**

*(1) Convencional; (2) Produção BIO sem certificação; (3) Produção BIO com certificação; (4) Produção com certificação DOP; (5) Produção integrada

Se pratica regadio, que sistema de rega utiliza?_____

Quantidade anual produzida (em média) em toneladas: _____

b) Que variedades tem (indique as respostas com uma cruz X):

<u>Portuguesas:</u>

____ Bonita ____ Casanova ____ Dona Virtude ____ Gama

____ Marcelina Grada ____ Mourisca ____ Parada ____Romeira

____ Verdeal ____ José Dias

Espanholas:

____ Belona ____ Constantí ____ Guara ____Marcona

____ Marinada ____ Marta ____ Masbovera ____ Penta

____ Soleta ____ Vayro

Francesas:

____ Ferraduel ____ Ferragnès ____ Lauranne

Italianas:

____ Tuono

Americanas:

____ Nonpareil

Outras variedades (Indique o seu nome):

_____

_____

c) O tipo de porta-enxerto utilizado é (indique a resposta com uma cruz X):

____ Franco ____ Clonal ____ Ambos

d) Indique por ordem de importância as suas variedades em termos de produção (quantidade):

1ª (Mais importante):_____

2ª: _____

3ª: _____

4ª: _____

5ª: _____

e) Indique por ordem de importância as suas variedades em termos de produtividade (toneladas/ha):

1ª (Mais importante):_____

2ª: _____

3ª: _____

4ª: _____

5ª: _____

f) Indique por ordem de importância as suas variedades em termos de rendimento total (euros):

1ª (Mais importante):_____

2ª: _____

3ª: _____

4ª: _____

5ª: _____

II) Indique os principais constrangimentos/dificuldades que, na sua opinião, o setor da produção dos frutos secos enfrenta.

_____

III) Que ações proporia de forma a ultrapassar esses constrangimentos?

_____

B) AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS REALIZADAS APÓS COLHEITA DO FRUTO

I) Como realiza a colheita dos frutos (indique as respostas com uma cruz X)**?**

___ Manual ___ Mecânica

II) Quanto tempo total demora a realizar a colheita (indique a resposta com uma cruz X)**?**

_____ 1 dia _____ Menos do que uma semana _____Uma semana

_____ Entre uma e duas semanas _____ Mais do que duas semanas

III) Os frutos colhidos são entregues imediatamente? (indique a resposta com uma cruz X)
____ Sim ____ Não.
Quanto tempo depois?_____

Onde mantém os frutos? _____

Que operações realiza neste intervalo de tempo?_____

a. **Realiza alguma secagem natural aos frutos?** ____ Não ____Sim

b. **Realiza alguma secagem artificial (ex. secadores) aos frutos?** ____ Não ____Sim

Se sim:
- indique o tempo durante o qual realiza a secagem: _____

- indique a temperatura à qual realiza a secagem: _____

IV) Como mantém os frutos no armazém? (indique as respostas com uma cruz X)

____ Diretamente sobre o chão

____ No chão sobre material plástico

____ No chão sobre material não plástico. Indique o material: _____

____ Em sacos plásticos fechados (tipo vindima) De que capacidade?_____

____ Em sacos de rede De que capacidade?_____

____ Em sacos de serapilheira. De que capacidade?_____

____ Palox/Palote De que capacidade?_____

____ Outras condições (Indique-as): _____

V) Os frutos secos são armazenados num ambiente com temperatura controlada? (indique a resposta com uma cruz X)

____ Não ____ Sim. Indique o valor: _____

VI) Os frutos secos são armazenados num ambiente com humidade relativa controlada? (indique a resposta com uma cruz X)

____ Não ____ Sim. Indique o valor: _____

VII) Ordene por ordem de importância os principais problemas que enfrenta durante o armazenamento dos frutos secos (o 1º corresponde ao problema mais importante):

____ Perda de peso do fruto

____ Aparecimento de pragas

____ Desenvolvimento de bolores

____ Rancificação do fruto

____ Alteração de cor

____ Alteração de textura

____ Outros (Indique-os):_____

VIII) Qual é a variedade que apresenta menos problemas durante o armazenamento?

_____

IX) Qual é a variedade que apresenta mais problemas durante o armazenamento?

_____

X) Como transporta os frutos até ao armazém/cooperativa? (indique a resposta com uma cruz X)

____ A granel

____ Em sacos plásticos fechados (tipo vindima)

____ Em sacos de rede

____ Em sacos de serapilheira

____ Caixas plásticas ____ Outros

XI) Que tipo de veículo utiliza no transporte dos frutos? (indique a resposta com uma cruz X)

____ Veículo de caixa aberta ____ Veículo de caixa fechada

XII) Modalidades de escoamento de fruto (colocar em percentagem):

_____ Ajuntador _____Comércio tradicional _____Venda direta ao consumidor final

_____Empresa de transformação _____Associação de produtores _____Embaladores

_____Médias e grandes superfícies _____Feiras _____ Outros (qual)?_____

XIII) Quais os preços médios de venda por kg das últimas duas campanhas?

C) AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DOS FRUTOS SECOS DE CASCA RIJA

O fruto seco que produz é comercializado em (colocar em percentagem)**:**

_____ Autoconsumo _____ Mercado local/regional _____ Mercado nacional

_____ Exportação – Para que país/países?
_____

I) Como vende esse fruto seco (indique a resposta com uma cruz X)**?**

a. ____ Com casca

____ A granel

____ Em sacos plásticos fechados (tipo vindima) De que capacidade?_____

____ Em sacos de rede. De que capacidade?_____

____ Em sacos de serapilheira. De que capacidade?_____

____ Palox/Palote. De que capacidade?_____

____ Outras embalagens (Indique-as): _____

b. ____ Sem casca (miolo)

____ A granel

____ Em sacos plásticos fechados (tipo vindima). De que capacidade?_____

____ Em sacos de rede. De que capacidade?_____

____ Em sacos de serapilheira. De que capacidade?_____

____ Palox/Palote. De que capacidade?_____

____ Outras embalagens (Indique-as): _____

b.1) Qual é o destino final da casca?
_____

c. ____ Transformados (ex. laminados, farinha,)

____ A granel

____ Em sacos plásticos fechados (tipo vindima). De que capacidade?_____

____ Em sacos de rede. De que capacidade?_____

____ Em sacos de serapilheira. De que capacidade?_____

____ Palox/Palote. De que capacidade?_____

____ Outras embalagens (Indique-as): _____

II) A distribuição desse fruto seco é realizada num ambiente com temperatura controlada? (indique a resposta com uma cruz X)

____ Não ____ Sim. Indique o valor: _____

III) A distribuição desse fruto seco é realizada num ambiente com humidade relativa controlada? (indique a resposta com uma cruz X)

____ Não ____ Sim. Indique o valor: _____

IV) Ordene por ordem de importância os principais problemas que enfrenta durante a distribuição/comercialização desse fruto seco (o 1º corresponde ao problema mais importante):

____ Perda de peso do fruto

____ Aparecimento de pragas

____ Desenvolvimento de bolores

____ Rancificação do fruto

____ Alteração de cor

____ Alteração de textura

____ Outros (Indique-os):_____

V) Qual é a variedade que apresenta menos problemas durante a distribuição/comercialização?

_____

VI) Qual é a variedade que apresenta mais problemas durante a distribuição/comercialização?

_____

VII) No caso de se aplicar, quais são os preços praticados (por variedade?)

VIII) Em relação à venda (indique a resposta com uma cruz X)**:**

____ Só vende variedades isoladas

____ Só vende misturas

____ Vende variedades isoladas e misturas

IX) Compram desse fruto seco ao estrangeiro (indique a resposta com uma cruz X)**?**

____ Não

____ Sim. A que
países?_____

X) Relativamente à amêndoa, vendem amêndoa DOP (indique a resposta com uma cruz X)**?**

____ Não ____ Sim

XI) Indique os principais constrangimentos que, na sua opinião, o setor da distribuição dos frutos secos enfrenta.

XII) Que ações proporia de forma a ultrapassar esses constrangimentos?