

# **Efeito da embalagem nas propriedades físico-químicas de amêndoas durante o armazenamento**

*Raquel P. F. Guiné, Cátia F. F. Almeida, Paula M. R. Correia*

*Dep. de Indústrias Alimentares e Centro de Investigação CI&DETS  
Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu  
[raquelguine@esav.ipv.pt](mailto:raquelguine@esav.ipv.pt)*

## **Resumo**

A qualidade dos alimentos é um conceito que tem vindo a despertar o interesse das Indústrias e dos consumidores, daí a preocupação em conservar os produtos sob condições adequadas, evitando alterações físicas e químicas que ponham em causa a integridade dos alimentos. Neste âmbito, foram realizadas avaliações de ordem física e química, de modo a averiguar os efeitos em amêndoas armazenadas sob determinadas condições de temperatura e humidade relativa do ar e diferentes tipos de embalagem.

As amêndoas utilizadas eram de diferentes origens (Espanha, Portugal e Estados Unidos) e os processos de conservação testados foram: armazenamento à temperatura ambiente; em estufa a 30 e 50 °C sem controlo sobre a humidade relativa; em câmara a 30 e 50 °C com humidade relativa de 90%; refrigeração e congelamento. Para a embalagem foram utilizados dois tipos de plástico: polietileno linear de baixa densidade (PEBDL) e polietileno de baixa densidade (PEBD). As propriedades avaliadas foram teor de humidade, atividade de água, cor e textura.

Os principais resultados obtidos mostram que as condições de armazenamento que melhor permitiram preservar as características das amêndoas foram as baixas temperaturas, uma vez que os tratamentos a elevadas temperaturas induziram em geral maiores alterações nas propriedades das amêndoas, particularmente humidade, atividade de água, dureza e friabilidade.

A partir dos resultados obtidos conclui-se que para uma boa preservação das amêndoas, durante o armazenamento deve ser utilizado um material de embalagem, de preferência PEBD, e que, com respeito às condições de armazenagem os melhores métodos são à temperatura ambiente ou, em alternativa, nos sistemas de refrigeração ou de congelamento.

## **Introdução**

A palavra amêndoa provém do grego *amygdále*, através do latim *amygdala*. A amendoeira (*Prunus dulcis*) é uma árvore pequena, de folha caduca, que pertence à família das Rosáceas e cujo fruto seco comestível é a amêndoa (termo aplicado à sua semente ou mesmo às sementes de outras variedades de amendoeiras). Originária da Ásia Central, a sua cultura foi difundida na Europa pelos romanos [1,2] (Figuras 1 e 2).



Figura1. Amendoeira.



Figura 2. Amêndoa.

No que diz respeito à textura, a amêndoa pertence ao grupo dos frutos duros. As amêndoas apresentam um aroma característico e podem ser consumidas com ou sem a pele interna, dependendo do objectivo pretendido bem como das preferências do consumidor [2].

Em termos de segurança e qualidade de frutos secos, os principais problemas são os roedores, pragas e a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos nocivos à saúde [3]. A fim de preservar as características dos frutos e retardar a deterioração devem ser escolhidos métodos e períodos de armazenamento apropriados. Para o armazenamento de frutos secos é recomendado um lugar fresco e seco, uma vez que, quando submetidos a altas temperaturas, assim como a elevadas humidades relativas do ar, os mesmos podem deteriorar-se [4-6].

Outra forma de manter estes produtos com boas propriedades durante um longo período de tempo é através da utilização de uma embalagem adequada. Os recipientes podem ser de materiais diferentes, e no caso dos frutos secos normalmente é usado plástico (Figura 3). Esta barreira ao redor da fruta vai ajudar a reduzir as perdas ou ganhos de elementos indesejáveis (interação embalagem/alimento) e atua também como uma forma de proteção contra insetos e roedores [7-8].



Figura 3. Amêndoas embaladas.

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de diferentes embalagens e condições de armazenamento sobre as características de amêndoas de diferentes origens, avaliando as suas propriedades químicas que estão mais relacionadas com a conservação, ou seja, humidade e atividade da água, assim como algumas propriedades físicas (cor e textura) mais relacionada à qualidade do produto.

## Metodologia experimental

### Amostras

As amostras de amêndoa (*Prunus amygdalus* B.) avaliadas foram: miolo de amêndoa com pele de Espanha; miolo de amêndoa com pele de Portugal; miolo de amêndoa com pele dos EUA (Figura 4).



Figura 4. Amostras estudadas: A<sub>1</sub> = Espanha, A<sub>2</sub> = Portugal, A<sub>3</sub> = EUA.

### Avaliação biométrica

De modo a caracterizar as amostras, foi feita uma avaliação biométrica, com auxílio de um paquímetro. As dimensões avaliadas foram: comprimento, largura e espessura, como se pode ver na figura 5.



Figura 5. Dimensões avaliadas.

Numa balança analítica, com precisão de 0,001 g, foi obtido o peso médio dos frutos. A partir dos dados registados, calculou-se e avaliou-se também o volume dos frutos e a sua respetiva massa volúmica.

### Análise do teor de humidade e atividade da água

Para determinar a atividade da água utilizou-se um higrómetro (Rotronic Hygroskop BT-RS1) ligado a um banho termostático a 25 °C. Fizeram-se 4 determinações tendo depois sido calculada a média e o desvio padrão, para cada amostra.

O teor de humidade foi determinado por perda de massa até peso constante numa estufa (WTB-Binder) a 105 °C. Foram feitas três réplicas em cada caso.

### Avaliação da cor

A cor das amostras foi avaliada utilizando um colorímetro tristímulo (Chroma Meter - CR-400, Konica Minolta) calibrado com um azulejo branco. Utilizou-se o iluminante standard D65 para obter as coordenadas cartesianas de cor CIE L\*a\*b\*.

O Modelo de cores  $L^*a^*b^*$  é baseado num modelo proposto pela Comissão Internationale d'Eclairage (CIE) em 1931 como um padrão internacional para medição de cores. Em 1976, esse modelo foi revisto e passou a ser chamado de CIE  $L^*a^*b^*$ , tornando-se a base para os softwares de gerenciamento de cores. Uma cor  $L^*a^*b^*$  consiste de um componente de luminosidade (L) que varia de 0 (preto) a 100 (branco) e dois componentes cromáticos: o componente "a" que varia de -60 (verde) a +60 (vermelho) e o componente "b" de -60 (azul) a +60 (amarelo). Este sistema é sugerido por Mendoza et al. [9], como o melhor método de qualificação de cor em alimentos com superfícies curvas.

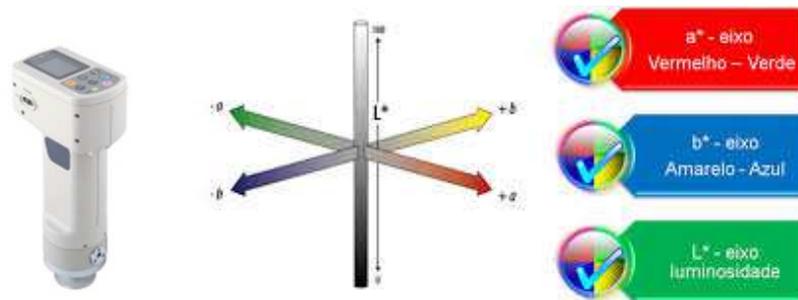


Figura 6. Colorímetro e referencial CIELab.

Foram medidas cinquenta unidades de cada amostra de amêndoa, em vários pontos. Foi ainda determinada a diferença de cor (DC) de cada amostra em relação a um referencial, o qual consistiu na amostra antes do armazenamento, através da expressão [10]:

$$DC = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2} \quad (1)$$

### ***Avaliação da textura***

A análise de perfil de textura (APT), para todas as amostras, foi realizada utilizando um Texturómetro (TA.XT.Plus da Stable Micro Systems), como se vê na Figura 7. Os parâmetros operacionais foram: velocidade do pré- teste = 1,50 mm/s, velocidade de teste = 1,00 mm/s, velocidade de pós-teste = 10,00 mm/s, distância 0 4 mm, força de desencadeamento = 0,147 N, célula de carga 0 5 kg. A sonda utilizada foi uma lâmina de corte Warner- Bratzler (Blade Set HDP/BS).

Neste método foram realizadas vinte medidas a cada amostra. As curvas obtidas de força (em N) em função da distância (em mm) (Figura 7) permitem o cálculo de parâmetros de textura como a dureza (força) e fraturabilidade ou friabilidade (distância).

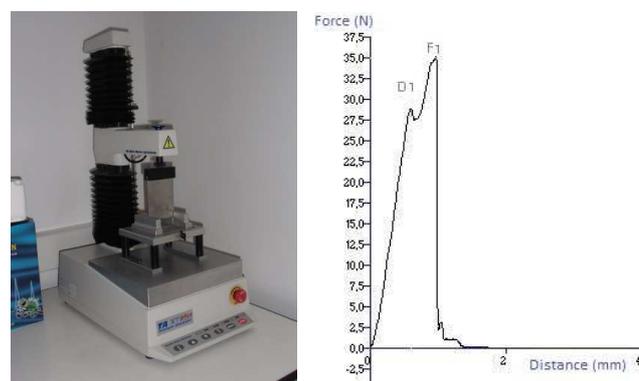


Figura 7. Texturómetro e exemplo de um perfil de textura realizado a uma amêndoa.

Dureza é a força mecânica para esmagar. É importante, uma vez que garante a integridade física do produto, permitindo que ele possa suportar a tensão mecânica nos processos de embalagem e transporte. Os limites de dureza são especificados de acordo com o diâmetro e o peso da amostra, e referem-se à resistência mínima para ser removida do recipiente sem quebrar. A friabilidade respeita à facilidade com que a fractura ocorre nos produtos [11-12].

### **Condições de armazenamento**

Os frutos foram armazenados durante 90 dias na estação primavera/verão, embora tenham sido observados alguns dias chuvosos e frios. O armazenamento foi realizado em condições distintas (Tabela 1):

- Condições ambientais normais com temperatura e humidade normais no local de armazenamento, medidas e registadas com um higrómetro (Lufft - OPUS 10), mas não controladas;
- Em estufa a duas temperaturas diferentes, com temperatura controlada, mas sem controlo sobre a humidade relativa;
- Em câmara com temperatura controlada e humidade relativa do ar também controlada (a 90%);
- Sob refrigeração;
- Em congelação.

Tabela 1. Condições testadas no armazenamento das amêndoas.

Código	Descrição	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)
B	Base, antes do armazenamento	–	–
TA	Temperatura ambiente	23.4±2.5	50.5±6.7
E30	Estufa a 30 °C	30.0±0.0	36.0±3.6
E50	Estufa a 50 °C	50.0±0.0	13.2±1.5
C30	Câmara a 30 °C e 90 % HR	30.0±0.0	90.0±0.0
C50	Câmara a 50 °C e 90 % HR	50.0±0.0	90.0±0.0
R	Refrigeradas	2.3±3.7	48.1±3.3
C	Congeladas	-15.4±2.6	61.7±6.2

### **Embalagem**

As amostras foram armazenadas em três tipos de embalagem (Figura 9):

- ✓ Sem embalagem: as amêndoas foram envolvidas em tule que foi atado para facilitar o manuseamento e evitar a dispersão. Porém, considera-se que neste caso o produto não estava embalado, em virtude de o tule não proteger o produto permitindo todo o contacto livre com o exterior (oxigénio, passagem da luz, trocas de vapor de água ou aquisição de aromas do meio ambiente).
- ✓ Embalagem de PEBD da ALBERPLÁS com 110 µm de espessura (densidade = 920-940 kg/m<sup>3</sup>). As embalagens foram fechadas hermeticamente através de uma máquina de selar sacos plásticos manual.
- ✓ Embalagem de PEBDL (MGP minigrip), com uma espessura de 40µm, portanto mais fino do que o PEBD. As embalagens foram fechadas com fecho “Zip”.



Figura 9. Amêndoas sem embalagem (envolvidas em tule), em plástico PEBD e em plástico PEBDL.

## Resultados obtidos

Observando os resultados obtidos para a avaliação biométrica (Tabela 2) verifica-se que as amostras de Espanha são ligeiramente menos compridas e menos largas, com menor peso e volume, enquanto as de Portugal são as maiores (comprimento, largura e volume).

Tabela 2. Avaliação biométrica das amêndoas.

Amostra	Origem	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Peso (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Massa Volúmica (g/mm <sup>3</sup> )
A1	Espanha	1,9±0,19	1,1±0,10	0,6±0,09	0,9±0,18	1,2±0,31	0,8±0,13
A2	Portugal	2,3±0,22	1,3±0,18	0,5±0,07	1,0±0,22	2,0±0,65	0,5±0,12
A3	Estados Unidos	2,2±0,22	1,2±0,07	0,7±0,06	1,2±0,13	1,6±0,29	0,8±0,13

A Figura 10 mostra os teores de humidade das amostras de amêndoas de Espanha (ES), Portugal (PT) e Estados Unidos (EUA) sujeitas a diferentes condições de armazenamento e com diferentes embalagens: sem embalagem, com polietileno de baixa densidade (PEBD) e polietileno de baixa densidade linear (PEBDL). Quando as amostras foram armazenadas sem embalagem, foi observado que os tratamentos de refrigeração e congelação foram aquelas em que a humidade permaneceu mais semelhante à das amostras originais (antes da armazenagem), enquanto o armazenamento em estufa a 50 °C e cerca de 13% de humidade relativa (HR) produziu as amostras mais diferente das amêndoas originais. Além disso, os resultados também indicam que as tendências observadas são similares, independentemente da origem das amêndoas.

Quanto ao conteúdo de humidade das amêndoas armazenadas com embalagem (Figura 10), mais uma vez os resultados são semelhantes, independentemente da origem das amêndoas. Quanto à influência das condições de armazenamento, observa-se que, como visto anteriormente para as amostras sem embalagem, os tratamentos sob refrigeração e congelamento permitiram a obtenção de produtos com humidade mais semelhante à dos produtos de base, enquanto a estufa a 50 °C e 13% HR deu origem a uma desidratação superior. Por outro lado, os tratamentos a 50 °C e 90% HR produziram amostras com um teor de humidade mais elevado. Isso ocorre porque as amêndoas, devido ao seu baixo teor de água, são suscetíveis a reidratação, absorvendo a humidade circundante, indicando assim que a embalagem por si só pode não ser uma barreira suficiente quando os produtos são expostos a humidade relativa do ar excessiva (90%). Além disso, ao comparar os dois tipos de plástico usado, é evidente uma diferença entre eles, uma vez que o PEBD dá melhores resultados, não originando mudanças tão intensas nos produtos armazenados, em comparação com as amêndoas não armazenadas. Isto é porque o plástico de PEBDL é muito mais fino do que o PEBD (40 µm contra 110 µm) e, portanto, é mais permeável à humidade, permitindo assim que os produtos no seu interior absorvam mais água.

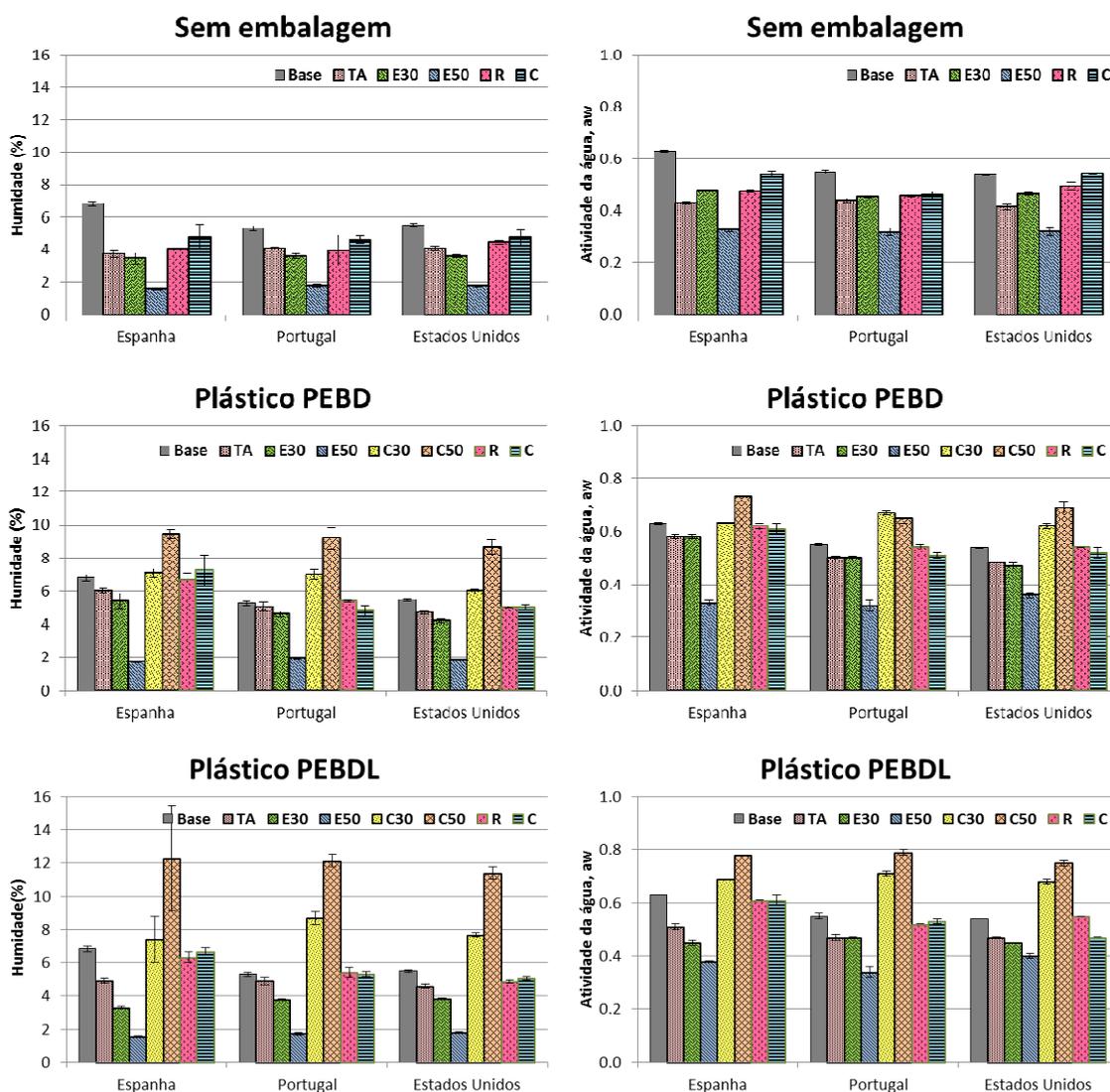


Figura 10. Humidade e atividade da água.

A atividade de água é muito importante para a estabilidade dos produtos alimentares, porque ela representa a água livre presente no produto que está disponível para as reações enzimáticas e químicas de degradação, bem como para o desenvolvimento microbiano (leveduras, fungos e bactérias). Na Figura 10 apresentam-se os resultados para a atividade da água das amêndoas, os quais permitem verificar as mesmas tendências como descrito anteriormente para a humidade. Na verdade, estas duas variáveis estão bastante relacionadas entre si, de tal forma que seria de esperar que uma amostra com mais água também tivesse mais água livre, e, por conseguinte, atividade da água mais elevada. A atividade da água é, em todos os casos, melhor mantida em relação às amostras iniciais pelos tratamentos de refrigeração e congelação. Os valores de atividade da água abaixo de 0.6 garantem que o produto é absolutamente seguro contra processos de deterioração. No presente caso, os resultados mostram que, embora na maioria dos casos esse limite não seja superado, há alguns casos em que  $a_w$  pode ser problemático, como no armazenamento a 30 e 50 °C com 90% HR com os dois plásticos: PEBD e PEBDL.

A cor é um atributo organolético fundamental para determinar a aceitação do produto pelo consumidor, dando, juntamente com o aroma, a primeira sensação agradável ou desagradável sobre o produto. Portanto, os métodos de armazenamento e conservação visam preservar melhor as características do produto, de modo a minimizar as alterações em relação ao produto fresco. A Figura 11 mostra os valores calculados para a diferença total de cor (DC), que comparam uma amostra com um material de referência, que no presente caso, foi o produto de base, ou seja, antes de ser submetido a qualquer tipo de armazenamento. Os resultados mostram que os valores de DC são incrivelmente elevados quando as amostras são armazenadas a 50 °C, independentemente da embalagem. Este facto deve-se aos mecanismos de oxidação e de reações de escurecimento que ocorrem a temperaturas mais elevadas, dando origem a uma cor mais escura na superfície do produto. Além disso, quando o armazenamento é feito a 50 °C e 90% HR, os valores aumentam ainda mais.

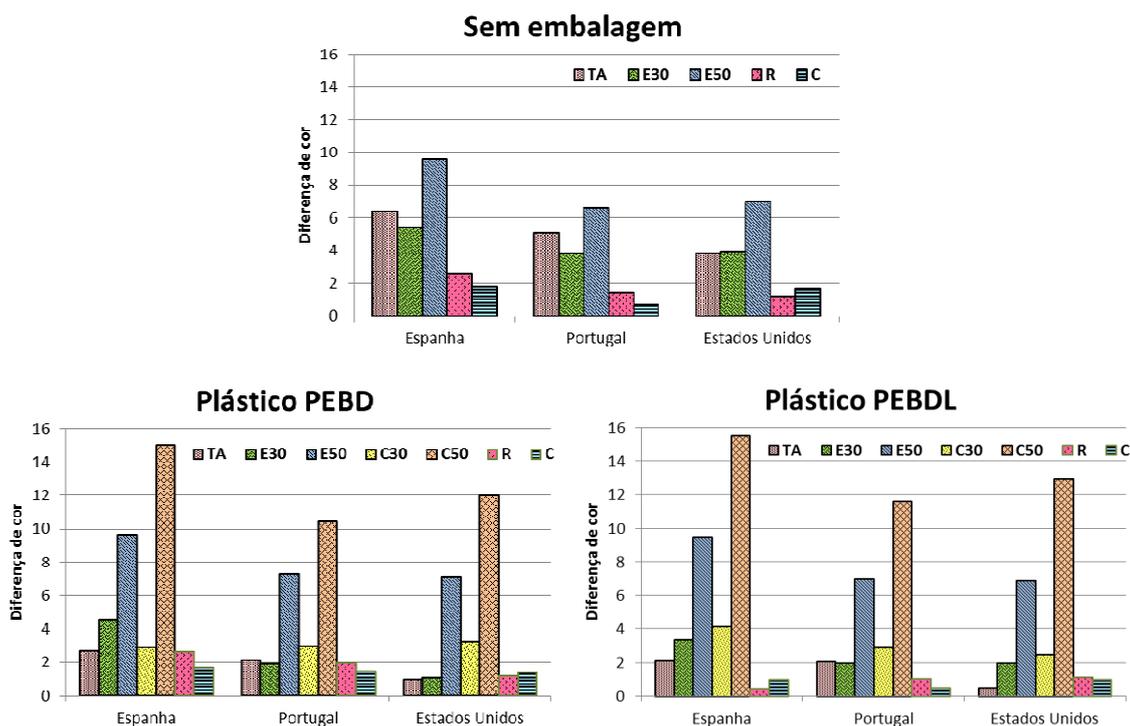


Figura 11. Diferença de cor.

A Figura 12 mostra os resultados da dureza, que é um atributo de textura muito importante para determinar a aceitabilidade do produto. No caso dos frutos secos, em geral, e em particular, nas amêndoas, e porque elas são já duras em natureza, um aumento na dureza pode ser muito comprometedor e determinar um alto grau de perda de produto. Portanto, torna-se fundamental que as condições de armazenamento não produzam mudanças significativas nesse atributo. Os resultados mostram que, em relação à dureza, a amostra de Espanha é mais suave quando comparado com as outras duas origens, que são muito semelhantes entre si, e isto continua a ser verdade independentemente do tipo de embalagem utilizada. No que respeita ao efeito das diferentes condições de armazenamento utilizadas, o armazenamento a 50 °C com 13% HR dá em geral, as amêndoas mais duras, enquanto que a refrigeração é o tratamento que permite a obtenção de valores de dureza semelhante aos das amêndoas não armazenadas. Além disso, no que diz respeito às diferentes embalagens, verifica-se que os resultados são semelhantes, independentemente da utilização ou não de embalagem e do tipo de plástico utilizado.

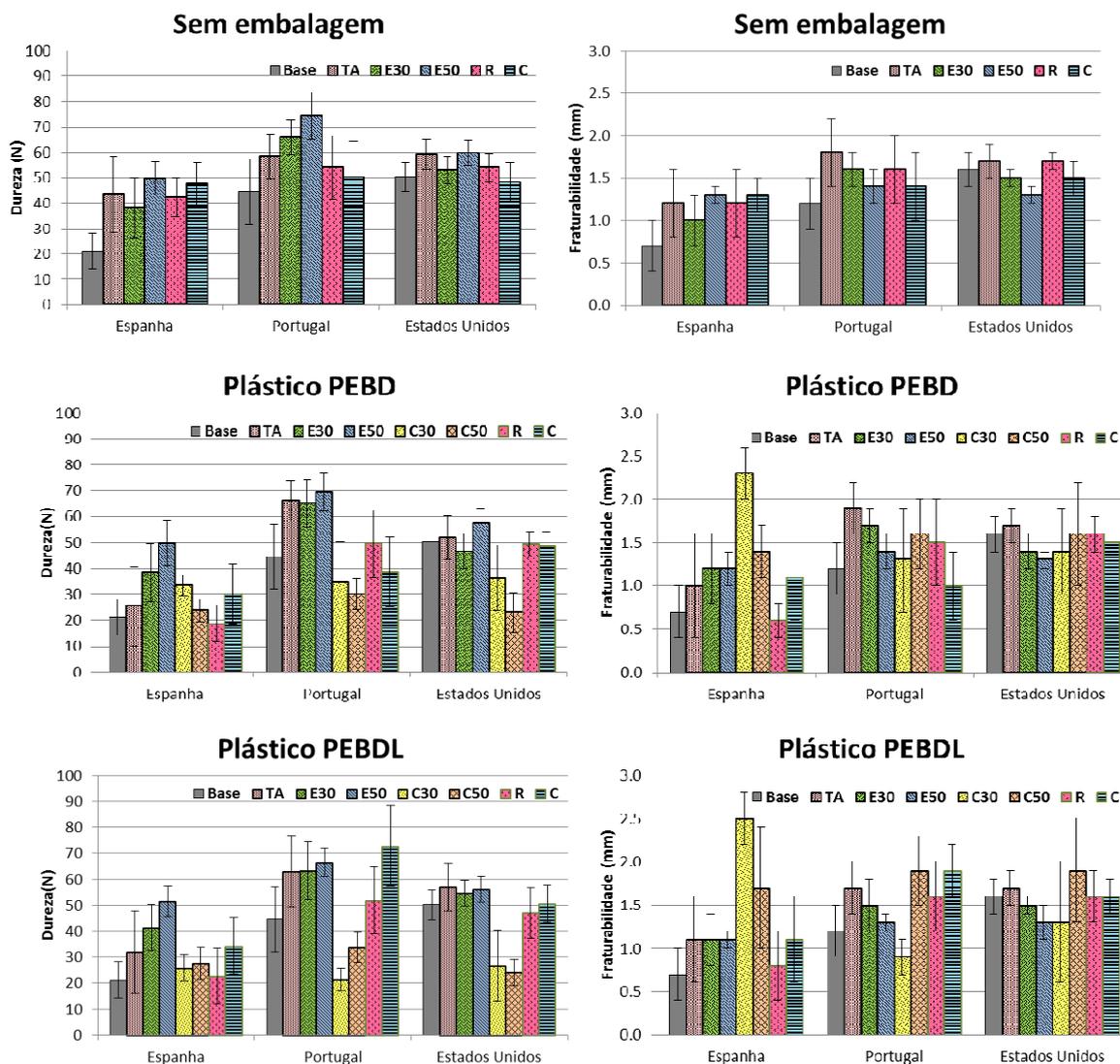


Figura 12. Propriedades de textura: dureza e fraturabilidade.

A fraturabilidade é outro dos atributos de textura que foi avaliado no presente estudo e os resultados são apresentados na Figura 12. A amostra da Espanha apresenta valores mais baixos para friabilidade enquanto que as amostras de Portugal e Estados Unidos são semelhantes e ambas com maior friabilidade. Quando as amostras são armazenadas sem embalagem, não existem diferenças assinaláveis entre as diferentes condições de armazenagem, uma vez que em todos os casos a friabilidade varia ligeiramente em relação às amostras não armazenadas. Além disso, essa tendência também é observada quando as amostras são armazenadas em embalagens de plástico (PEBD e PEBDL), apenas com algumas exceções, como o caso de armazenamento a 30 °C e 90% de humidade relativa, em que para os dois tipos de plástico um aumento muito pronunciado na friabilidade foi observado.

## Conclusões

A origem das amostras não revelou ter influência sobre o teor de humidade e atividade da água ou ainda ao nível da cor das amêndoas. Contudo, no que diz respeito à dureza e friabilidade, as amêndoas de Espanha apresentaram valores inferiores aos de Portugal ou Estados Unidos.

As melhores condições de armazenamento para obtenção de produtos com características mais semelhantes às amêndoas não armazenadas são a refrigeração e o congelamento, seguido de armazenamento à temperatura ambiente.

Entre os tipos de plástico testados, o PEBD provou ser melhor do que o PEBDL sendo, portanto, o tipo de embalagem recomendado para armazenar este produto.

## Agradecimentos

À Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) e ao Centro de Investigação CI&DETS.

## Referências bibliográficas

- [1] Baker H., & Ripado M. (1995) *Árvores de fruto: das macieiras e pereiras às figueiras e pessegueiros; pequenas fruteiras, do morangueiro à videira*. Vol 4: 7-9. 3ª Edição. Publicações Europa-América, Lisboa, Portugal.
- [2] Janick J., & Moore J. N. (1996). *Fruit Breeding*. 7<sup>th</sup> Ed. John Wiley & Sons, New York, USA.
- [3] Santos .R, & Silva A. (2005). *A Aveleira*. MADRP, Vila Real, Portugal.
- [4] Baker H., & Ripado M. (1995). *Árvores de fruto: das macieiras e pereiras às figueiras e pessegueiros; pequenas fruteiras, do morangueiro à videira*. 3<sup>rd</sup> Ed. Publicações Europa-América. Lisboa, Portugal.
- [5] Casp A., & April J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid Vicente, Madrid, Spain.
- [6] Lidon F., & Silvestre M. (2008). *Conservação de alimentos: princípios e metodologias*. Escolar Editora, Lisboa, Portugal.
- [7] 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), pp.197-208.
- [8] Han J. (2005). *Innovations in food packaging*. Elsevier Academic Press, London, UK.
- [9] Mendoza F., Dejmeck P., & Aguilera J. M. (2006). *Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis*. Postharvest Biology and Technology 41, pp. 285-295.
- [10] Guiné R. P. F., & Barroca M. J. (2012). *Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper)*. Food and Bioproducts Processing 90 (1), pp. 58-63.
- [11] Pereira E. A. (2010). *Alimentos Drageados*. Centro de Tecnologia SENAI, Rio de Janeiro, Brazil.
- [12] Almeida, C. F. F. (2013). *Efeitos das condições de conservação nas características de frutos secos*. Escola Superior Agrária de Viseu, Viseu, Portugal.