



ValorCast

Valorização da castanha e otimização da sua comercialização



ValorCast

Valorização da castanha e otimização da sua produção

RefCast – Associação Portuguesa da Castanha



Aguiar Floresta – Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar



Coopenela - Cooperativa Agrícola de Penela da Beira



GEOSIL Empreendimentos Agro-Silvícolas, SA



IPB - Instituto Politécnico de Bragança



IPV - Instituto Politécnico de Viseu



UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

utad

ARATM – Associação Regional dos Agricultores das Terras de Montenegro



Espaço Visual – Consultores de Engenharia Agronómica, Lda



Agromontenegro, Lda



SORTEGEL Produtos Congelados, SA



Universidade do Porto



ValorCast – Valorização da castanha e otimização da sua produção

Coordenador Científico: José Gomes Laranjo

Editores: José Gomes Laranjo, Alcino Pires, José Ângelo Pinto, Duarte Marques, Anabela Martins, Rui Carneiro

Local de publicação: Vila Real

Data de publicação: 12/2022

Edição: RefCast – Associação Portuguesa da Castanha

Nº edição: 1ª edição

Impressão e acabamento: Minerva Transmontana, Tipografia, Lda

Tiragem:

Fotografias: dos autores

Suporte: impresso e digital

ISBN: 978-989-53782-2-7

Depósito Legal: 509074/22

Índice

1.	O projeto e os parceiros.....	11
1.1.	Identificação do problema ou oportunidade que se propõe abordar.....	11
1.2.	Descrição da situação de partida, no que respeita ao problema ou oportunidade objeto da iniciativa.....	12
1.3.	Descrição dos objetivos visados.....	15
2.	Identificação das principais perdas do valor comercial da castanha ..	17
2.1.	Introdução.....	17
2.2.	Dados dos produtores.....	18
2.3.	Dados dos soutos.....	19
2.4.	Fatores críticos na produção de castanha em Portugal.....	21
2.5.	Práticas culturais na cultura do castanheiro em Portugal.....	24
2.6.	Cultivares produzidas em cada Dop.....	25
2.6.1.	Dop Castanha dos Soutos da Lapa.....	25
2.6.2.	Dop Castanha da Padrela.....	26
2.6.3.	Dop Castanha da Terra Fria.....	26
2.7.	Colheita.....	28
2.7.1.	Seleção das castanhas.....	28
2.7.2.	Mão de obra na colheita.....	28
2.7.3.	Colheita mecânica.....	29
2.8.	Armazenamento da castanha.....	31
2.9.	Preço da castanha.....	32
2.10.	Autoconsumo.....	34
2.11.	Conclusão.....	36
3.	Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha.....	39
3.1.1.	Objetivos.....	39
3.1.2.	Material e métodos.....	39
3.1.2.3	métodos de colheita.....	44
3.1.2.5	avaliação da capacidade de trabalho.....	45
3.1.3.	Resultados e discussão.....	49
3.1.4.	Conclusões.....	56
3.1.5.	Referências.....	57
3.2.	Análise do impacto da colheita mecânica na qualidade e capacidade de conservação da castanha na dop castanha da padrela e dop castanha dos soutos da lapa.....	58
3.2.1.	Ensaio colheita mecânica na Dop Castanha da Padrela.....	58
3.2.2.	Ensaio colheita mecânica Dop castanha dos Soutos da Lapa.....	61
4.	Controlo de bichado no pós-colheita. Resultados preliminares da utilização de protótipo.....	65
5.	Controlo das podridões da castanha.....	73
5.1.	Comunidade fúngica associada a castanhas portuguesas: cultivar, tipo de processamento e período de conservação como fatores de diversidade.....	74

5.1.1.	Objetivos	74
5.1.2.	Materiais e métodos	74
5.1.3.	Resultados e discussão.....	76
	inspeção exterior e interior das castanhas.....	76
	diversidade e incidência de fungos	78
5.1.4.	Conclusões	79
5.2.	Controlo das podridões por arejamento das caixas palete	81
5.2.1.	Objetivos	81
5.2.2.	Materiais e métodos.....	81
5.2.3.	Resultados e discussão.....	83
	parâmetros ambientais	83
	avaliação das castanhas.....	85
	perda de peso.....	85
	podridões externas.....	85
	podridões internas.....	85
	avaliação geral no final do ensaio	87
5.2.4.	Conclusões	88
5.3.	Avaliação da incidência e virulência de <i>gnomoniopsis smithogilvyi</i> , agente causal da podridão castanha.....	89
5.4.	Controlo da podridão castanha pelo processo de esterilização.	91
5.5.	Ensaio de ensaio de campo sobre a avaliação de fungicidas e uma solução nutritiva no controlo de <i>gnomoniopsis smithogilvyi</i>	94
5.6.	Referências.....	104
6.	Caracterização da perda de água nas principais cultivares de castanha	107
6.1.	Objetivos	107
6.2.	Trabalho experimental.....	107
6.3.	Tratamento de dados.....	109
6.4.	Resultados e discussão.....	110
6.4.1.	Raios caraterísticos	110
6.4.2.	Percentagem máxima de perda de água	111
6.4.3.	Coeficientes de difusão.....	114
6.5.	Conclusões	117
6.6.	Referências.....	117
7.	Aplicação de revestimentos na castanha	119
7.1.	Resumo.....	119
7.2.	Introdução.....	120
7.3.	Conclusões	138
7.4.	Agradecimentos	139
7.5.	Referências.....	140
8.	Utilização de embalagens como forma de reduzir a perda de água.....	143
8.1.	Resumo.....	143
8.2.	Introdução.....	144
8.3.	Conclusões	153

8.4.	Agradecimentos	153
8.5.	Referências.....	154
9.	Farinha de castanha: caracterização e utilização.....	155
9.1.	Introdução.....	155
9.2.	Farinha de castanha	156
9.2.1.	Produção	156
9.2.2.	Características da farinha de castanha	158
9.3.	Utilização da farinha de castanha	169
9.3.1.	Produção de pão hipermacio.....	170
9.3.2.	Produção de massa alimentícia	172
9.4.	Referências bibliográficas	174
10.	Novos produtos à base de castanha: castanhas cozidas em calda de vinho	183
10.1.	Resumo.....	183
10.2.	Introdução.....	184
10.2.1.	Descrição dos principais ingredientes usados na formulação dos produtos	184
10.3.	Materiais e métodos	189
10.3.1.	Desenvolvimento do produto	189
10.3.2.	Caracterização do perfil sensorial das amostras.....	190
10.4.	Resultados e discussão.....	192
10.4.1.	Primeira prova sensorial	192
10.5.	Referências.....	202
11.	Avaliação económica do impacto da utilização das medidas propostas no go	205
11.1.	Análise da viabilidade económica dos diferentes métodos de apanha mecânica	205
11.1.1.	Enquadramento	205
11.1.2.	Objetivo geral e específico.....	206
11.1.3.	Caracterização da exploração	206
11.1.4.	Métodos de colheita	206
11.1.5.	Segundo cenário	208
11.1.6.	Dimensões de rentabilidade	225
11.1.7.	Conclusões	226
11.2.	Análise económica da experiência do controlo da perda de peso das castanhas em conservação frigorífica	228
11.3.	Análise da viabilidade económica da estrutura de arejamento nas caixas palete	231
11.4.	Estudo económico da farinha de castanha	233

8. Utilização de embalagens como forma de reduzir a perda de água

Elsa Ramalhosa^{1,2}, Ermelinda Lopes Pereira^{1,2}

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²Laboratório Associado para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha (SusTEC), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

8.1. Resumo

A castanha (*Castanea sativa*) é considerada um produto perecível devido ao seu alto teor de água e açúcar, designadamente amido, e, como consequência, tem um tempo de prateleira muito limitado. Deste modo, um dos desafios mais importantes, após a colheita e processamento das castanhas, é manter a qualidade do fruto, tentando reduzir a perda de peso e o desenvolvimento de bolores. O uso de embalagens adequadas pode ser uma opção de modo a reduzir a perda de peso do fruto e aumentar o tempo de conservação da castanha. Assim, no âmbito do Projeto ValorCast, avaliou-se o efeito de distintas embalagens durante diferentes períodos de armazenamento e temperaturas na perda de peso, composição físico-química e na qualidade microbiológica de castanhas frescas. Os ensaios realizados foram os seguintes: 1º Ensaio – utilizaram-se sacos de polietileno (POLY), embalagens em atmosfera modificada (MAP) (0,3% O₂ e 32% CO₂) e vácuo (VAC) durante 6 meses, sob refrigeração industrial; 2º Ensaio: foram posteriormente utilizados sacos com microperfurações (sacos-MP), também durante 6 meses sob refrigeração industrial; e 3º Ensaio: aplicaram-se embalagens com atmosfera modificada (MAP) e usaram-se sacos de vácuo (sacos VAC), polietileno (sacos POLY) e polietileno com macroperfurações (sacos PH), de forma a criar diferentes atmosferas ao longo do armazenamento, resultado das diferentes permeabilidades ao oxigénio e dióxido de carbono que os sacos apresentam. Neste estudo as castanhas foram armazenadas durante 6 semanas, à temperatura ambiente, de forma a simular as condições de venda a retalho.

Nos ensaios de longa duração, os resultados obtidos, até ao momento, mostraram que os sacos de MAP e VAC não acarretaram um aumento na carga microbiana, ao contrário do observado nos sacos de POLY e no controlo (amostras não embaladas). Contudo, originaram um odor a fermentado após 3 meses. Desse modo, optou-se por testar os sacos-MP. Estes originaram perdas de peso muito inferiores às do controlo (2 *versus* 23%), indicando ser uma solução promissora a aplicar no armazenamento longo

de castanhas. Em relação ao armazenamento curto (até 6 semanas), as castanhas embaladas em MAP e sacos de VAC e POLY apresentaram perdas de peso inferiores a 2%, enquanto as castanhas controle e as embaladas em sacos PH apresentaram valores de 13,2 e 9,2%, respectivamente.

8.2. Introdução

A castanha é um fruto com um teor de humidade elevado e rico em amido, o que faz com que seja um produto com um tempo de vida limitado. A perda de peso e o desenvolvimento de fungos são os principais problemas enfrentados pelos produtores e industriais de castanha (Cecchini et al., 2011). Todas estas alterações diminuem consideravelmente a qualidade do fruto e causam graves perdas económicas de produção. Nesse sentido, as condições de armazenamento na fase de pós-colheita são um fator crítico. Na indústria e no retalho, as castanhas são normalmente armazenadas a granel em câmaras frigoríficas e à temperatura ambiente, respetivamente. Deste modo, a utilização de materiais de embalagem adequados pode ser uma possível solução para minimizar os problemas indicados.

A embalagem em atmosfera modificada (MAP) é uma técnica que envolve o embalamento do produto em filmes poliméricos, que resultado da sua permeabilidade e atividade metabólica do produto irão modificar os níveis de O₂ e CO₂ no interior da embalagem. Essas modificações no ar dentro da embalagem influenciam o metabolismo do produto e diminuem o crescimento de microrganismos (Mangaraj et al., 2009). A embalagem a vácuo (VAC) é outra forma de aumentar a vida útil dos produtos alimentícios (Randell et al., 1997). Neste tipo de acondicionamento, o produto é colocado em uma embalagem hermética, o ar é “sugado” e a embalagem selada. Ao remover o ar ao redor do produto, os níveis de O₂ na embalagem são reduzidos, impedindo a capacidade dos microrganismos aeróbios de crescer e danificar o produto. Os sacos de polietileno são embalagens convencionais utilizadas na indústria alimentícia para proteger o produto de danos externos (Marsh & Bugusu, 2007). Uma outra alternativa de embalagem, poderá ser o uso de sacos com microperfurações. O número de microperfurações pode ser uma variável útil para controlar a atmosfera da embalagem ao redor das castanhas, podendo ser otimizado de acordo com a temperatura de armazenamento (Kim et al., 2012).

Na tentativa de avaliar o efeito do uso de diferentes embalagens (atmosfera modificada, vácuo, polietileno, sacos com microperfurações e sacos com macroperfurações) na perda de peso, composição físico-química e na qualidade microbiológica de castanhas frescas, foram realizados no âmbito do projeto ValorCast, três ensaios de armazenamento. No presente capítulo são apresentados os principais

resultados obtidos nesses ensaios, destacando-se os referentes à perda de peso e desenvolvimento microbiano.

1º Ensaio - Aplicação de embalagens com atmosfera modificada (MAP), vácuo (VAC) e polietileno (POLY) em castanhas durante 6 meses de armazenamento

As castanhas utilizadas neste ensaio foram fornecidas pela empresa Sortegel - Produtos Congelados, S.A., parceira do projeto. Antes de serem embaladas em atmosfera modificada (0,3% O₂ e 32% CO₂), VAC e POLY, as castanhas foram submetidas a um tratamento com água quente (47-50 °C) por 45 minutos, sendo depois mergulhadas em água fria. Este procedimento é o indicado pela DGAV (2018), o qual deve ser adotado pelas Centrais de Armazenagem e Embalagem (CAE) de castanha. Em seguida, as amostras foram colocadas em tabuleiros com papel absorvente durante 36 h, a fim de absorver a água exterior presente nas castanhas. A metodologia e os resultados pormenorizados podem ser lidos no artigo de Fernandes et al. (2020).

Na Figura 1 podem ser observadas a aparência das castanhas embaladas e o controlo durante o armazenamento (0, 3 e 6 meses). Durante o período de armazenamento verificou-se que os tratamentos aplicados provocaram algumas modificações ao nível da cor do fruto.

Relativamente ao teor de humidade das castanhas, observou-se em todas as amostras um ligeiro aumento durante o armazenamento, não sendo, contudo, observadas diferenças significativas entre amostras. No final do armazenamento, as castanhas embaladas em VAC e MAP foram as que apresentaram maiores teores de humidade, o que se traduz em menores perdas de água do fruto. Pelo contrário, as amostras não embaladas (controlo) foram as que perderam mais água, uma vez que se encontravam mais expostas ao meio ambiente.

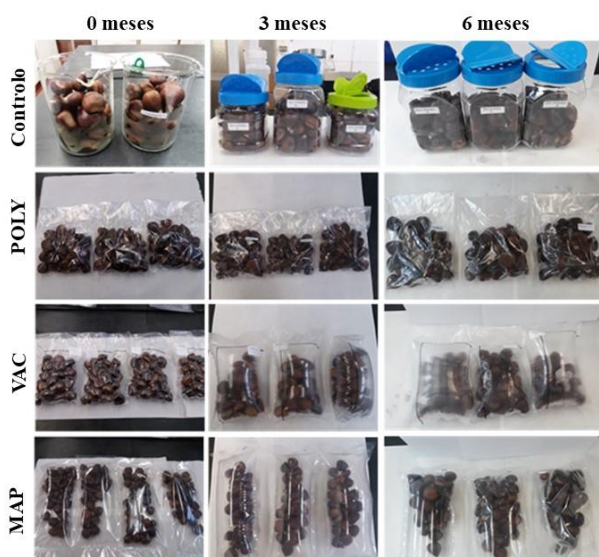


Figura 1 - Castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), em sacos vácuo (VAC) e polietileno (POLY) no início do ensaio e após 3 e 6 meses de armazenamento sob refrigeração industrial.

Em relação às contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e de bolores e leveduras (Figuras 2 A e B) observou-se, durante o armazenamento, um aumento significativo desta população nas amostras controlo e POLY, sendo observada germinação após um mês nesta última situação. Pelo contrário, o uso de MAP e VAC inibiu a proliferação dos microrganismos. No entanto, ocorreu uma perda de qualidade do fruto após 3 a 6 meses, devido à presença de cheiro a fermentado. Além disso, o volume interno das embalagens MAP e VAC aumentou, como se pode observar na Figura 9.1, devido aos níveis elevados de CO_2 gerados no interior da embalagem em consequência da respiração das castanhas. Este aumento dos níveis de CO_2 no interior de embalagens ao longo do armazenamento também foi observado em outros estudos com frutas (González-Aguilar et al., 2003; Gorny et al., 1999).

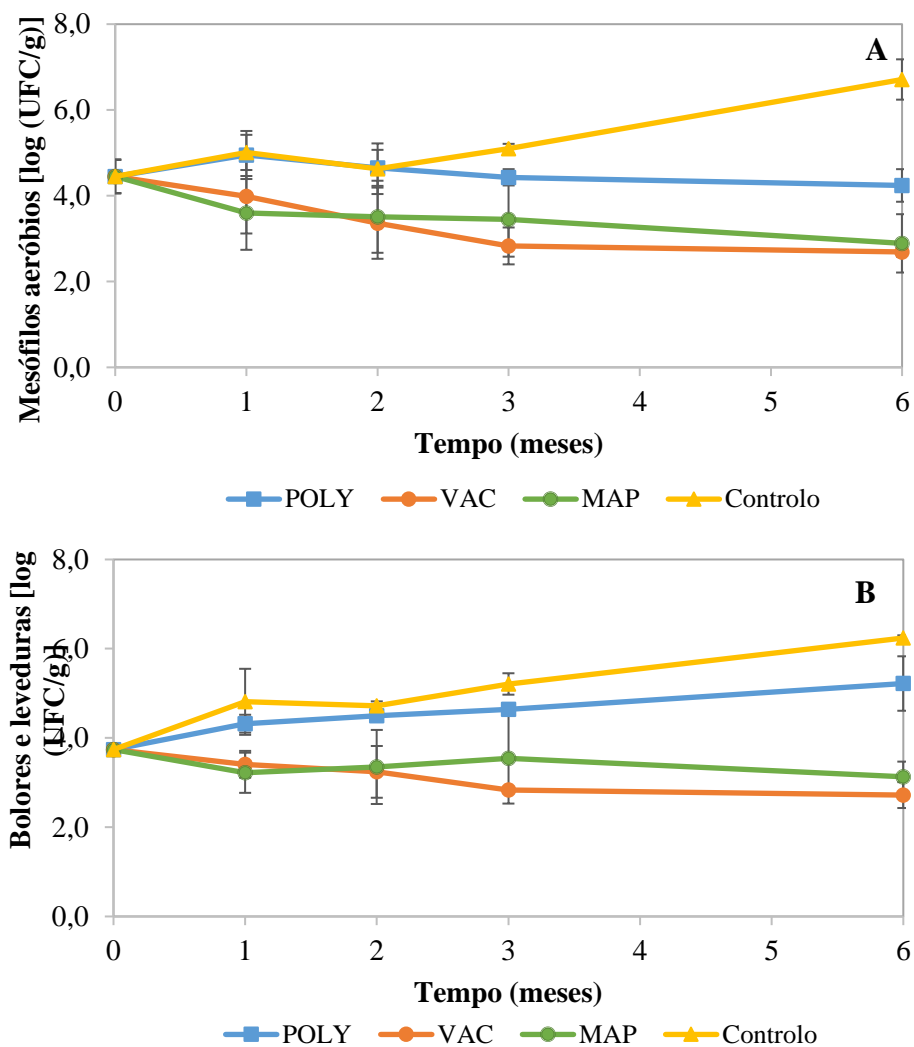


Figura 2 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC) e de polietileno (POLY) durante seis meses de armazenamento

Assim, os resultados mostraram que o uso de MAP e VAC no armazenamento de castanhas permite manter a qualidade microbiológica, física e química aceitável do fruto por um período de três meses (Fernandes et al., 2020).

2º Ensaio- Aplicação de embalagens com microperfurações durante 6 meses

Neste ensaio as castanhas foram embaladas em sacos com microperfurações (sacos-MP), da marca Simpack®, e com a seguinte composição inicial de gás: 32% CO₂, 0,3% O₂ e N₂ como gás de enchimento. As castanhas utilizadas neste ensaio foram fornecidas pela Cooperativa Agrícola Penela da Beira - Coopenela, parceira do projeto. À semelhança dos ensaios anteriores, utilizaram-se castanhas não embaladas, como controlo. As embalagens e as amostras controlo foram colocadas numa câmara industrial durante 1, 2, 3 e 6 meses.

Na maioria das situações, não se observaram diferenças significativas na cor interior da castanha entre os sacos-MP e as amostras não embaladas. A textura do fruto foi pouco afetada com os sacos-MP. Após seis meses de armazenamento verificou-se uma perda de peso bastante menor nos sacos-MP (1,9%) do que no controlo (23%) (Figura 3). Em relação ao teor de água da castanha, observou-se uma diferença significativa entre o controlo e os sacos-MP (42,7 e 55,2%, respetivamente), sugerindo que as castanhas embaladas retêm mais a água.

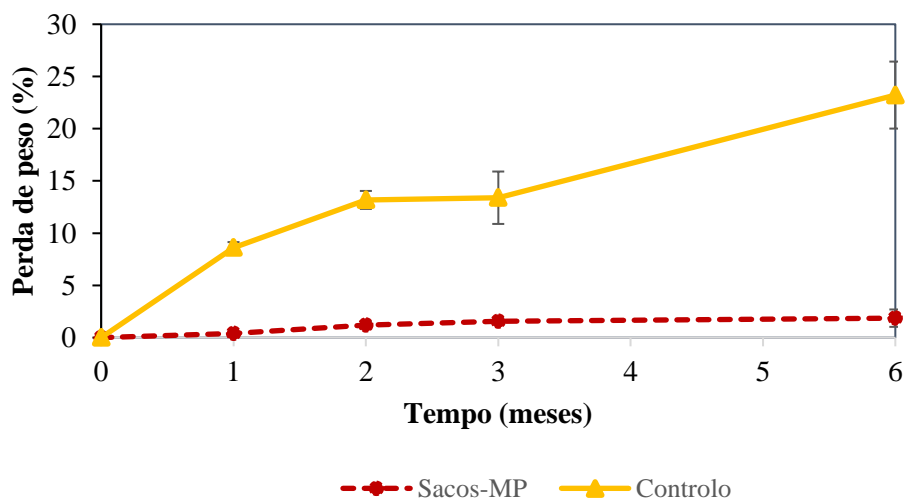


Figura 3 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em sacos com microperfurações (Sacos-MP) durante seis meses de armazenamento sob refrigeração industrial.

Em relação à qualidade microbiológica das castanhas, não foram observadas no controlo e sacos-MP diferenças significativas na população de microrganismos mesófilos aeróbios, bem como de bolores e leveduras no final do armazenamento (Figuras 4A e B). De realçar que as contagens mais baixas de bolores e leveduras foram obtidas nos sacos-MP após um e três meses. Esse resultado pode ser devido às maiores

concentrações de CO₂ detetados nesses sacos. Este gás tem propriedades fungistáticas, inibindo o crescimento de fungos. Após seis meses de armazenamento as castanhas embaladas em sacos-MP apresentavam a aparência representada na Figura 5.

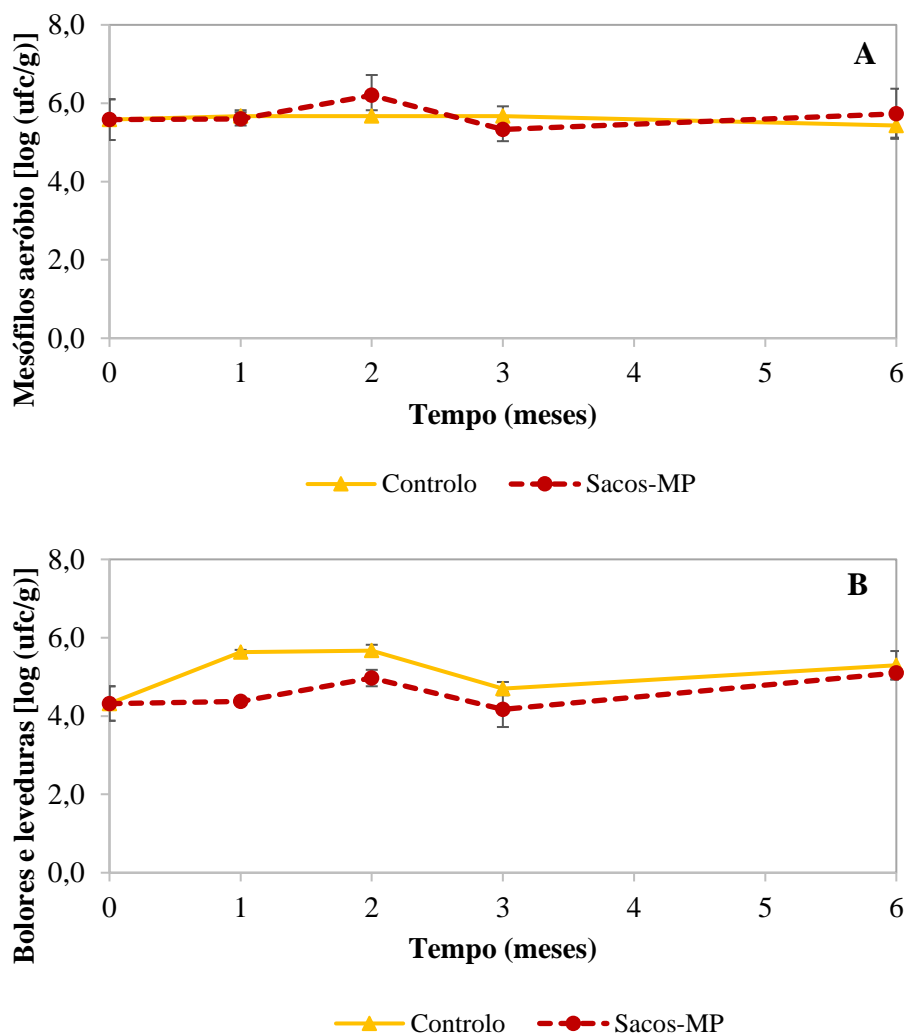


Figura 4 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em sacos com microperfurações (Sacos-MP) durante seis meses de armazenamento sob refrigeração industrial.

Em geral, os resultados mostraram que o uso de sacos microperfurados não reduziu significativamente o desenvolvimento microbiano. No entanto, este tipo de embalagem reduziu significativamente a perda de peso, o que significa um ganho económico significativo para os produtores e indústria da castanha.



Figura 5 - Castanhas embaladas em sacos com microperfurações (Sacos-MP) após seis meses de armazenamento sob refrigeração industrial

3º Ensaio - Aplicação de embalagens com atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC), polietileno (POLY) e com macroperfurações (PH) em castanhas durante 6 semanas de armazenamento - Ensaio de curta duração

Neste trabalho pretendeu-se simular as condições de venda a retalho armazenando-se as castanhas à temperatura ambiente, em diferentes atmosferas, por um período curto de seis semanas, de modo a simular as condições encontradas no retalho. As embalagens utilizadas foram as seguintes: (i) Polietileno (POLY) com dimensões de 30 cm /19,8 cm; (ii) Polietileno perfuradas (PH), com quatro furos de 5,5 mm de diâmetro; (iii) Atmosfera modificada (MAP), sacos de alta barreira de poliéster (TECNOPACK, Portugal) com a mistura gasosa de 32% CO₂, 0,3% O₂ e N₂ como gás de enchimento; e (iv) Sacos de poliamida e polietileno (sacos utilizados para fazer vácuo, VAC) – embalagens de alta barreira (Alfa, Espanha). De referir que nesta situação não foi aplicado vácuo, sendo só sido utilizados os sacos no acondicionamento dos frutos. À semelhança dos trabalhos anteriores foi realizado um controlo, castanhas não embaladas colocadas em tabuleiros. Em cada data de amostragem foi feita a análise físico-química e microbiológica de três amostras por tratamento aplicado.

Os resultados mostraram que o tipo de embalagem pouco afetou a cor, a textura, o teor de água, a atividade da água (a_w), a acidez titulável, e os sólidos solúveis totais. No entanto, observaram-se diferenças significativas em relação à perda de peso (Figura 6). Após seis semanas de armazenamento, as castanhas embaladas em MAP, VAC e POLY apresentaram perdas de peso inferiores a 2%, indicando que estas embalagens podem

funcionar como barreira à perda de água. Pelo contrário, para as castanhas não embaladas e em sacos macroperfurados (PH) foram observadas perdas de peso mais elevadas, 13,2 e 9,2%, respetivamente (Figura 6). Estas maiores perdas de peso podem ser explicadas pela exposição direta das castanhas às condições ambientais, como uma temperatura ambiente elevada que pode aumentar a transpiração da castanha.

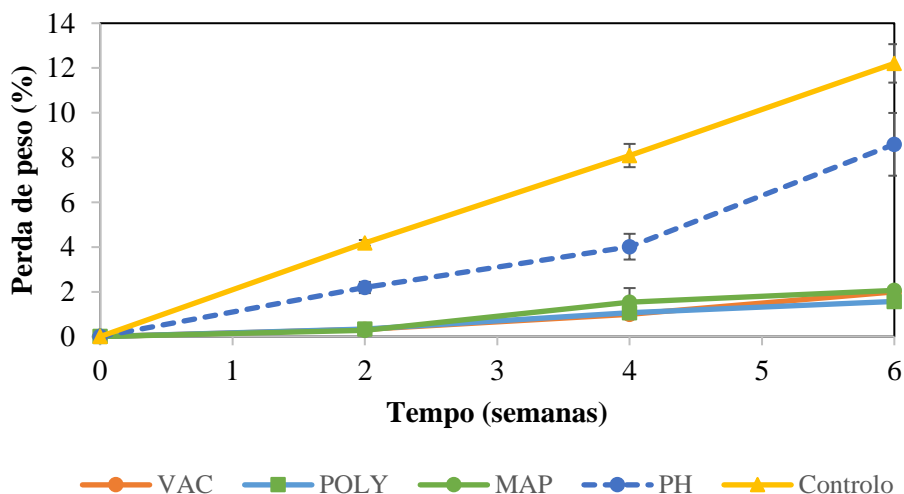


Figura 6 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC), polietileno (POLY) e macroperfurados (PH) durante seis semanas de armazenamento, à temperatura ambiente.

Adicionalmente, a aplicação de sacos VAC e MAP causou um decréscimo considerável no crescimento de mesófilos aeróbios e de fungos quando comparado com o controlo, durante as duas ou quatro semanas de armazenamento (Figuras 7A e B). Após este período, as contagens aumentaram possivelmente devido ao aparecimento de fissuras microscópicas nos sacos, resultado da excessiva expansão dos mesmos, como se pode observar na Figura 8.

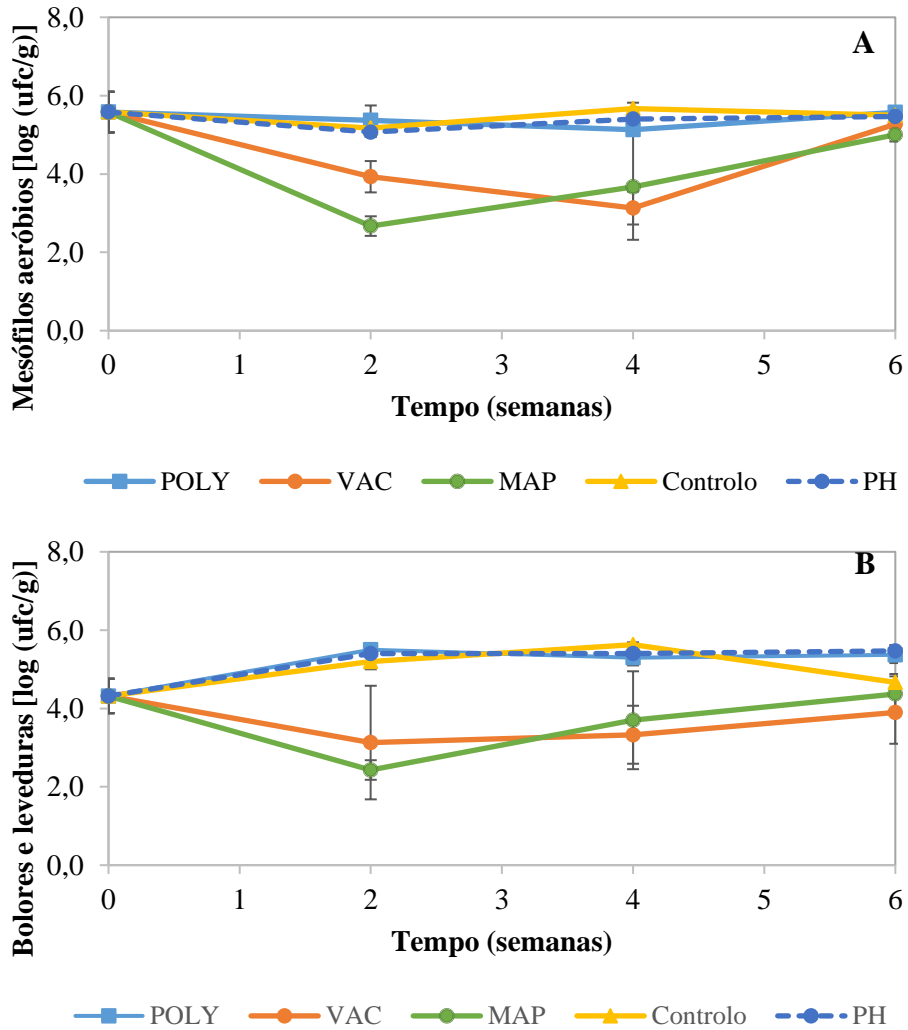


Figura 7 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC), polietileno (POLY) e macroperfurados (PH) durante seis semanas de armazenamento, à temperatura ambiente.

Em relação aos sacos POLY e PH, houve um aumento significativo na contagem de bolores e leveduras durante o período de seis semanas, sendo visível a presença de bolores em alguns sacos. Na Figura 8 são mostradas as castanhas embaladas em todos os sacos estudados neste ensaio, após seis semanas de armazenamento.



Figura 8 - Castanhas não embaladas (controle) e embaladas em sacos de vácuo (VAC), polietileno (POLY) e em sacos macroperfurados (PH), após seis semanas de armazenamento, à temperatura ambiente.

8.3. Conclusões

Os resultados dos diferentes ensaios demonstraram que as embalagens MAP, VAC e sacos-MP podem ser uma solução promissora em prevenir a perda de peso e o crescimento microbiano. As embalagens MAP e VAC são as mais indicadas para períodos inferiores a três meses, enquanto os sacos-MP são os mais promissores para um período de armazenamento de longa duração (6 meses). Estas embalagens originaram perdas de peso do fruto inferiores a 2% e não acarretaram um aumento da carga microbiana. Pelo contrário, as castanhas não embaladas ou acondicionadas em sacos macroperfurados (PH) mostraram ser menos eficazes, originando perdas de peso superiores a 9% e desenvolvimento de bolores durante o armazenamento.

8.4. Agradecimentos

Os autores do presente capítulo agradecem toda a colaboração prestada pelos parceiros Sortegel - Produtos Congelados, S.A. e a Cooperativa Agrícola Penela da Beira – Coopenela, os quais foram fundamentais para a realização do presente trabalho, pois forneceram a matéria-prima e criaram as condições necessárias para que os ensaios pudessem ocorrer. A sua participação e ajuda foram imprescindíveis para a concretização das tarefas que tinham sido propostas no projeto e para que os objetivos tenham sido materializados

Os autores agradecem ainda à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal) e aos fundos nacionais FCT/MCTES (PIDDAC) pelo apoio financeiro ao CIMO (UIDB/00690/2020 e UIDP/00690/2020) e SusTEC (LA/P/0007/2020).

8.5. Referências

Cecchini, M., Contini, M., Massantini, R., Monarca, D., Moschetti, R. (2011). Effects of controlled atmospheres and low temperature on storability of chestnuts manually and mechanically harvested. *Postharvest Biol. Technol.* **61**(2–3), 131–136. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2011.03.001

DAGV (2018). Manual de Procedimentos – Exportação de castanha em fresco submetida a tratamento com água quente em sistema contínuo. Procedimento a adotar nas Centrais de Armazenagem e Embalagem (CAE) de castanha. Versão 01 de 18/04/2018.

Fernandes, L., Pereira, E.L., Fidalgo, M.C, Gomes, A., Ramalhosa, E. (2020) Effect of modified atmosphere, vacuum and polyethylene packaging on physicochemical and microbial quality of chestnuts (*Castanea sativa*) during storage, *Int. J. Fruit Sci.*, **20**:sup2, S785-S801. DOI: 10.1080/15538362.2020.1768619.

González-Aguilar, G.A., Buta, J.G., Wang, C.Y. (2003). Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharvest Biol. Technol.* **28**(3), 361–370. DOI: 10.1016/S0925-5214(02)00200-4.

Gorny, J.R., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. (1999). Quality changes in fresh-cut peach and nectarine slices as affected by cultivar, storage atmosphere and chemical treatments. *J. Food Sci.* **64**(3), 429–432. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb15057.x.

Kim, H.K., An, D.S., Lee, S.J., Lee, D.S. (2012). Dependence of individual primary package atmosphere on retail display temperature and micro-perforations in a master packaging system for chestnuts. *J. Food Agricul. Enviro.*, **10**, 168–172.

Mangaraj, S., Goswami, T.K., Mahajan, P.V. (2009). Applications of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: A review. *Food Engin. Rev.* **1**(2), 133–158. DOI: 10.1007/s12393-009-9007-3.

Marsh, K., Bugusu, A. (2007). Food packaging—roles, materials, and environmental issues. *J. Food Sci.* **72**(3), 39–55. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x.

Randell, K., Hattula, T., Ahvenainen, R. (1997). Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and baltic herring fillets. *LWT - Food Sci. Tech.* **30**(1), 56–61. DOI: 10.1006/fstl.1996.0131.