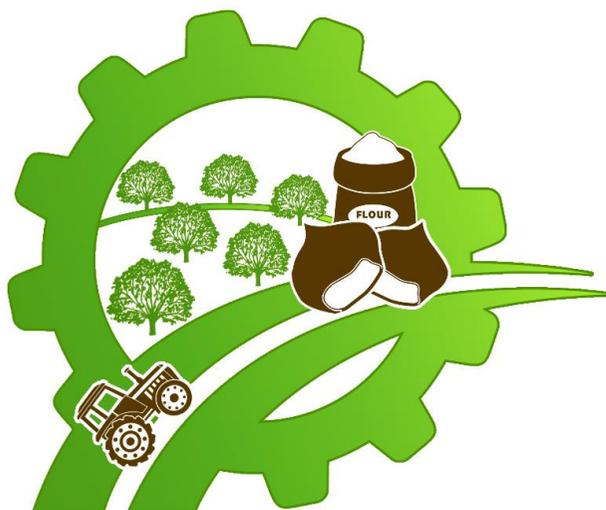




ValorCast

Valorização da castanha e otimização da sua comercialização





ValorCast

Valorização da castanha e otimização da sua produção

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: 200

Fotografias: dos autores

Suporte: impresso e digital

ISBN: 978-989-53782-2-7 (Suporte: Papel)

ISSN: 978-989-53782-6-5 (Suporte: Eletrónico)

Depósito Legal: 509074/22

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



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



PREFÁCIO

A castanha foi um alimento fundamental no passado, basta lembrar que o castanheiro acompanhava as tropas Romanas durante a expansão do Império Romano devido ao seu carácter multifuncional, produzindo madeira para as construções e produzindo castanha para a alimentação das tropas. A castanha continua a ser um alimento importante no presente, despertando cada vez mais interesse pelas suas qualidades dietéticas, e continuará a sê-lo para o futuro, cada vez mais como uma mais valia nos pratos onde é incorporada, seja na “alta cozinha” seja na cozinha dos “nossos dias”. A castanha é por isso, um alimento intemporal, um alimento interclassista, passando de alimento base de pobres nos tempos da “Maria Castanha” (*in* Jorge Lage), até aos dias de hoje, onde claramente acrescenta uma mais valia na alimentação cada vez mais “gourmet” onde entra, sem, contudo, deixar de ser a castanha dos magustos e das numerosas festas populares que decorrem um pouco por todo lado.

Os tempos são também outros nas exigências de qualidade para o consumidor moderno, urbano ou rural, mais ou menos jovem. As alterações climáticas estão a criar novos desafios à preservação da qualidade e conservação da castanha, desde o momento da apanha até que chega ao consumidor. A globalização dos mercados convoca-nos igualmente para novos desafios e para uma necessidade de sermos cada vez mais competitivos. As cadeias podem ser cada vez mais longas.

Este foi o grande desafio dos promotores do ValorCast: conhecer as debilidades e apontar novas soluções para a apanha de castanha; introduzindo melhoramento nos processos pós-colheita de forma a minimizar impactos relacionados com a presença de pragas e doenças na castanha; desenvolvendo novas propostas de revestimentos e embalamentos para que a castanha chegue cada vez mais em melhores condições ao consumidor e; por fim, criando novas propostas de produtos com ou à base de castanha.

Tudo isto para que no final o setor consiga colocar à disposição do consumidor um produto cada vez mais de excelência, na linha da nova estratégia da EU para a Agricultura “do prado ao prato”.

O setor merece!

O consumidor merece!

A ver vamos!

José Gomes Laranjo

Coordenador Científico do GO ValorCast

Índice

1.	O projeto e os parceiros	10
1.1.	Identificação do problema ou oportunidade que se propõe abordar.	10
1.2.	Descrição da situação de partida, no que respeita ao problema ou oportunidade objeto da iniciativa.	11
1.3.	Descrição dos objetivos visados.	14
2.	Identificação das principais perdas do valor comercial da castanha	16
2.1.	Introdução	16
2.2.	Dados dos produtores	17
2.3.	Dados dos soutos	18
2.4.	Fatores críticos na produção de castanha em Portugal	20
2.5.	Práticas culturais na cultura do castanheiro em Portugal	23
2.6.	Cultivares produzidas em cada Dop	24
2.6.1.	Dop Castanha dos Soutos da Lapa	24
2.6.2.	Dop Castanha da Padrela	25
2.6.3.	Dop Castanha da Terra Fria.....	25
2.7.	Colheita	27
2.7.1.	Seleção das castanhas.....	27
2.7.2.	Mão de obra na colheita	27
2.7.3.	Colheita mecânica	28
2.8.	Armazenamento da castanha	30
2.9.	Preço da castanha	31
2.10.	Autoconsumo	33
2.11.	Conclusão	35
3.	Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha	38
3.1.1.	Objetivos	38
3.1.2.	Material e métodos.....	38
3.1.2.3	métodos de colheita	43
3.1.2.5	avaliação da capacidade de trabalho.....	44
3.1.3.	Resultados e discussão.....	48
3.1.4.	Conclusões	55
3.1.5.	Referências.....	56
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	57
3.2.1.	Ensaio colheita mecânica na Dop Castanha da Padrela.....	57
3.2.2.	Ensaio colheita mecânica Dop castanha dos Soutos da Lapa.....	60
4.	Controlo de bichado no pós-colheita. Resultados preliminares da utilização de protótipo.....	64
5.	Controlo das podridões da castanha.....	72
5.1.	Comunidade fúngica associada a castanhas portuguesas: cultivar, tipo de processamento e período de conservação como fatores de diversidade	73
5.1.1.	Objetivos	73

5.1.2.	Materiais e métodos.....	73
5.1.3.	Resultados e discussão.....	75
	inspeção exterior e interior das castanhas.....	75
	diversidade e incidência de fungos	77
5.1.4.	Conclusões	78
5.2.	Controlo das podridões por arejamento das caixas palete	80
5.2.1.	Objetivos	80
5.2.2.	Materiais e métodos	80
5.2.3.	Resultados e discussão.....	82
	parâmetros ambientais	82
	avaliação das castanhas.....	84
	perda de peso.....	84
	podridões externas.....	84
	podridões internas.....	84
	avaliação geral no final do ensaio	86
5.2.4.	Conclusões	87
5.3.	Avaliação da incidência e virulência de <i>gnomoniopsis smithogilvyi</i> , agente causal da podridão castanha	88
5.4.	Controlo da podridão castanha pelo processo de esterilização.	90
5.5.	Ensaio de ensaio de campo sobre a avaliação de fungicidas e uma solução nutritiva no controlo de <i>gnomoniopsis smithogilvyi</i>	93
5.6.	Referências.....	103
6.	Caracterização da perda de água nas principais cultivares de castanha	106
6.1.	Objetivos	106
6.2.	Trabalho experimental	106
6.3.	Tratamento de dados.....	108
6.4.	Resultados e discussão.....	109
6.4.1.	Raios caraterísticos	109
6.4.2.	Percentagem máxima de perda de água	110
6.4.3.	Coeficientes de difusão.....	113
6.5.	Conclusões	116
6.6.	Referências.....	116
7.	Aplicação de revestimentos na castanha.....	118
7.1.	Resumo.....	118
7.2.	Introdução.....	119
7.3.	Conclusões	137
7.4.	Agradecimentos	138
7.5.	Referências.....	139
8.	Utilização de embalagens como forma de reduzir a perda de água ...	142
8.1.	Resumo.....	142
8.2.	Introdução.....	143
8.3.	Conclusões	152
8.4.	Agradecimentos	152

8.5.	Referências.....	153
9.	Farinha de castanha: caracterização e utilização	154
9.1.	Introdução.....	154
9.2.	Farinha de castanha	155
9.2.1.	Produção	155
9.2.2.	Características da farinha de castanha	157
9.3.	Utilização da farinha de castanha	168
9.3.1.	Produção de pão hipermacio.....	169
9.3.2.	Produção de massa alimentícia	171
9.4.	Referências bibliográficas	173
10.	Novos produtos à base de castanha: castanhas cozidas em calda de	
vinho	.....	182
10.1.	Resumo.....	182
10.2.	Introdução.....	183
10.2.1.	Descrição dos principais ingredientes usados na formulação dos	
produtos	.....	183
10.3.	Materiais e métodos	188
10.3.1.	Desenvolvimento do produto	188
10.3.2.	Caracterização do perfil sensorial das amostras.....	189
10.4.	Resultados e discussão.....	191
10.4.1.	Primeira prova sensorial	191
10.5.	Referências.....	201
11.	Avaliação económica do impacto da utilização das medidas propostas	
no go	.....	204
11.1.	Análise da viabilidade económica dos diferentes métodos de apanha	
mecânica	.....	204
11.1.1.	Enquadramento	204
11.1.2.	Objetivo geral e específico.....	205
11.1.3.	Caracterização da exploração	205
11.1.4.	Métodos de colheita	205
11.1.5.	Segundo cenário	207
11.1.6.	Dimensões de rentabilidade	224
11.1.7.	Conclusões	225
11.2.	Análise económica da experiência do controlo da perda de peso das	
castanhas em conservação frigorífica		227
11.3.	Análise da viabilidade económica da estrutura de arejamento nas caixas	
palete	.....	230
11.4.	Estudo económico da farinha de castanha	232

1 ■ O projeto e os parceiros

1.1. Identificação do problema ou oportunidade que se propõe abordar.

Portugal é um dos principais produtores europeus e mundiais de castanha com cerca de 45.000 t/ano (segundo estimativas da RefCast). Tipicamente, a maioria da castanha portuguesa é vendida a empresas de comercialização de média e grande dimensão, onde é submetida a um processo de limpeza, desinfeção e calibração, preparando-a para ser comercializada para o consumo em fresco.

Em Portugal, a colheita desta castanha é feita maioritariamente de forma manual em todas as regiões produtoras. Tem-se observado, ao longo do tempo, que com o envelhecimento da população rural e o crescendo êxodo dos mais jovens para outras regiões e com outras ocupações laborais, a mão-de-obra escasseia ano após ano e a colheita mecanizada será cada vez mais a solução deste problema. No contexto atual, os equipamentos existentes demonstram insuficiência de rendimento ao operar em dias com elevada humidade e/ou com pouca pluviosidade (ficam inoperacionais por concentração das folhas e ouriços que provocam o entupimento do sistema), impossibilitando mesmo o seu uso. Temos assistido à entrega de castanha, colhida mecanicamente, com muita pedra, pequenos pedaços de ramos e outros inertes que só depreciam o valor da castanha e, conseqüentemente, o seu valor por kg, levando ao abandono destes equipamentos por parte dos proprietários. Assim, é importante desenvolver estes equipamentos de colheita e otimizar linhas de limpeza para que a castanha não perca valor nesta fase do comércio da castanha e se consiga resolver a ameaça da falta de mão-de-obra.

Infelizmente, ano após ano, a percentagem de castanhas com bichado à entrada destas unidades é elevada, criando aqui um grande problema aos operadores do mercado na preparação da castanha quer para o mercado nacional, quer internacional. No período pós-colheita até à chegada ao consumidor final, surgem problemas adicionais, como o aparecimento de podridões e a perda de água das castanhas, causando grandes prejuízos económicos. Estes problemas afetam a qualidade e a conservação dos frutos, limitando temporalmente a disponibilização de castanha para o mercado em fresco. Existe atualmente procura de castanha por parte do comércio retalhista, durante um período mais alargado de tempo que o setor não consegue satisfazer devido à perecibilidade da castanha.

A maioria da castanha portuguesa, graças à sua qualidade, tem uma grande procura para o mercado em fresco, destinando-se apenas cerca de 10.000 t/ano para transformação. Em Portugal, a transformação da castanha resume-se ao seu descasque e congelação, preparando-a para ser comercializada em pequena escala (1.000 t/ano) no mercado nacional e que se destina sobretudo para utilização direta na alimentação. No entanto, a maior parte da castanha congelada é exportada como matéria-prima para as indústrias transformadoras existentes em França, Itália e Espanha. Em Portugal, apenas uma ínfima quota é usada neste tipo de transformação por microempresas de cariz familiar. Nota-se, contudo, o interesse crescente de novos investidores em valorizar a castanha, quase sempre com uma perspetiva de inovar de modo a ir ao encontro de nichos de mercado diversificados, criando-se assim novas oportunidades de negócio, embora condicionadas pela limitação no fornecimento de alguma matéria-prima, em termos de quantidade representativa, tanto em fresco como transformada, como é o caso da farinha de castanha.

O consumo de castanha em Portugal é bastante sazonal, estando normalmente associado ao frio e ao mês de novembro, particularmente à quadra de S. Martinho. Contudo, hoje é possível conservar castanha em fresco durante cerca de 6-8 meses, o que poderá permitir o alargamento da janela de consumo deste fruto com assinalável valor nutricional. Para além disso, é bastante importante continuar a apostar na conservação deste fruto, após a colheita, utilizando novas metodologias de conservação e processos alternativos aos já existentes, à semelhança do que se faz noutros frutos, como é o caso da irradiação, das atmosferas modificadas e das embalagens inteligentes. De realçar que, por vezes, o facto de existirem determinados anos em que não se consegue escoar a totalidade da produção, havendo excedentes, e de alguns frutos terem um calibre pequeno, com acentuada desvalorização para o consumo em fresco, leva à necessidade de se encontrarem alternativas para a utilização da castanha, nomeadamente a sua transformação numa primeira linha, cujos produtos resultantes poderão entrar noutros circuitos de valor.

1.2. Descrição da situação de partida, no que respeita ao problema ou oportunidade objeto da iniciativa.

A maioria da castanha portuguesa tem como destino o mercado nacional e internacional do fresco. Em termos médios, a castanha chega aos operadores com cerca de 15 a 30% de castanha bichada, dependendo das condições climáticas do ano e do maneio do souto. Esta perda pode representar cerca de 10 000 t de castanha (cerca de 15 M €), no total de cerca de 30 000 t processadas, que terão de ser desviadas de imediato para refugo. Esta elevada percentagem, além de causar prejuízos significativos, levanta sérios problemas no processamento da castanha visando a sua

colocação no mercado. A recente proibição da utilização na Europa do brometo de metilo para a desinfestação da castanha, veio criar novas dificuldades aos operadores, que ainda não estão completamente solucionadas. O método atualmente mais usado é a imersão de castanha em água quente (choque térmico). Este processo tem criado dificuldades de conservação da castanha nos processos de exportação de longo curso. Outras soluções foram já tentadas com algum sucesso quanto ao efetivo controlo da praga, como a irradiação e a pressurização. Contudo apresentam limitações à sua execução quanto aos custos envolvidos e à capacidade de processamento de grandes quantidades de castanha. Assim, outras possibilidades deverão ser consideradas.

As unidades de processamento debatem-se ainda com o aparecimento muito frequente de podridões nas castanhas, provocadas por diversos fungos (*Penicillium* sp., agentes causadores da podridão verde; *Ciboria batschiana* (syn. *Sclerotinia pseudotuberosa*), agente causador da podridão negra; *Gnomoniopsis* sp. e *Phoma endogena*, agentes causadores da podridão castanha, ou mumificação) que podem levar à destruição completa do lote de castanha. Este problema é um óbice ao prolongamento no tempo da oferta de castanha de qualidade, conforme as necessidades do mercado o exigem atualmente.

Outro problema que se coloca ao setor, é a redução de peso que as castanhas sofrem devido à perda de água e, conseqüentemente, causam a sua depreciação. Este problema é transversal a toda a cadeia de processamento da castanha para o mercado em fresco. Durante uma campanha, os operadores estimam em cerca de 10% a perda de peso das castanhas, só referente ao tempo entre a receção na unidade e a venda para o mercado retalhista, representando cerca de 3 000 t, isto é, cerca de 4,5 M €.

Estes problemas acabados de descrever, acrescidos das flutuações anuais na produção de castanha e da procura externa, têm provocado subidas bastante acentuadas no seu preço, levando a um abrandamento do consumo nacional. Para além disto, acresce ainda o facto da castanha não ser cuidadosamente tratada pelos operadores comerciais, que é normalmente tratada como fruto seco, quando efetivamente não o é. Trata-se de um fruto semi-perecível, que necessita de ser bem conservado e manipulado para não se colocar em risco a sua qualidade e segurança alimentar. Por outro lado, no que respeita ao consumo de castanha, verifica-se que este está muito concentrado num curto período de tempo, entre meados de outubro e finais de novembro, e estreitamente ligado ao consumo tradicional de castanha, assada e/ou cozida, abrindo-se aqui novas oportunidades, para a criação de alguns produtos com algum grau de inovação, como por exemplo a castanha liofilizada aditivada com “sal verde” obtido da planta *Salicornia*, produto único não existente no mercado mundial.

Recentemente, existe uma grande procura do sector agro-industrial por produtos isentos de glúten, para suprir necessidades alimentares específicas, para além de se desenvolverem produtos nutricionalmente enriquecidos. A castanha é um fruto rico em

importantes elementos minerais (como é o caso do selénio), vitaminas (nomeadamente vitamina C), hidratos de carbono (sendo na sua maioria amido, e este bastante resistente à digestão, comportando-se como uma fibra), sem glúten, com baixo teor de gordura e isenta de colesterol (Food. Chem. 140, 666; Food Chem Tox. 50, 2311; Food Chem. 106, 976; J. of Food Comp. Anal. 20, 80). Relativamente à sua aptidão tecnológica, é de realçar a capacidade de se comportar como um alimento farináceo, podendo complementar as farinhas de cereais, o que poderá permitir uma redução na importação destes produtos dos quais o nosso país é muito dependente, contribuindo deste modo para um equilíbrio na balança comercial. Assim, é de salientar que, apesar de começar a existir em Portugal alguma transformação da castanha, nomeadamente na produção de farinha de castanha, que poderá ser utilizada para incorporar outros produtos, esta encontra-se ainda muito pouco desenvolvida e com reduzida dimensão, sendo a quantidade produzida insuficiente para a sua utilização a nível industrial, apesar de existir alguma produção e comercialização. Este facto foi constatado aquando da realização de vários trabalhos de investigação para a criação de novos produtos a partir deste resultante da 1ª transformação (Silva, 2005, Trab. Final Curso. ESAV; Carreira, 2007, 162-167, ISBN 978-960-88557-3; Fontinha, Millenium, 38, 67) nas empresas Dancake e Fábrica do Pão, os quais foram positivamente apreciados pelos painéis de consumidores, verificando-se porém uma grande limitação na aquisição da farinha em quantidade suficiente para a produção desses produtos desenvolvidos. Com efeito, para além de não se encontrar disponível, mesmo nas grandes superfícies, também quando se pesquisa o que já foi investigado em termos de produção e caracterização da farinha de castanha, que se torna a base para o desenvolvimento de novos produtos alimentares (capazes de criar mais valor), esta é bastante limitada em termos tecnológicos, tendo sido encontradas poucas referências nacionais (J. Food Eng., 90, 325; Food & Biop. Proc., 90, 284), ao contrário de outros países como a Itália, Turquia, Espanha (Galiza) que já apresentam trabalhos bastante interessantes a este respeito (LWT- Food Sc. Tech. 70, 88; Food Hydroc. 51, 76; Sc. Hort. 192, 132; Sc. Hort. 176, 331; J. Food Eng. 101, 329). Assim, torna-se importante o desenvolvimento de tecnologia para a obtenção industrial de farinha de castanha, com base em trabalhos experimentais sobre as melhores vias para a obter, tanto em termos tecnológicos como funcionais, tendo sempre como meta a utilização desta farinha para usos industriais.

Para além do aspeto da produção de farinha de castanha, é importante estudar e testar também algumas técnicas de conservação da castanha, de modo a alargar o tempo de vida útil e, conseqüentemente, o período para a sua comercialização, levando a benefícios económicos bastante evidentes. Apesar de existirem algumas técnicas de conservação da castanha que já se encontram bastante desenvolvidas, nomeadamente a nível industrial, como é o caso da congelação, importa estudar e avaliar o impacto de outras técnicas já existentes na conservação de outros frutos e produtos alimentares,

como é o caso da secagem, dos revestimentos, películas, filmes, atmosferas modificadas e embalagens alternativas. A nível nacional encontram-se poucos trabalhos publicados a este respeito (Nogueira, 2008, Acta Hort 784, 65). No entanto, a nível internacional existem algumas metodologias de conservação já testadas com bastante êxito (Food Microb. 42, 47; Food Chem. Toxic. 50, 3334; Food Chem. Toxic. 49, 1918; Postharv. Biol. Techn. 98, 65; Postharv. Biol. Techn. 56, 95; Postharv. Biol. Techn. 61, 131; J. Food. Comp. Anal. 23, 23; Ital. J. Food Sci. 26, 74; Int. J. Agric. Biol. Eng. 8, 106; J. Food Proc. Presev. 34, 609).

A aplicação de revestimentos comestíveis tem dado bons resultados com a castanha Chinesa, (Pen and Jiang, 2003; Gounga et al., 2008; Tian et al., 2009), tendo, até ao momento, sido testados revestimentos com: (i) Quitosano (Pen and Jiang, 2003), o qual tem demonstrado um efeito de anti-escurecimento e um efeito benéfico sobre os conteúdos de sólidos solúveis totais e ácido ascórbico (Pen and Jiang, 2003); (ii) Isolado proteico de soro-pululano (polissacarídeo) capaz de reduzir a perda de humidade e a incidência de decomposição, bem como retardar alterações na cor externa do fruto (Gounga et al., 2008); e (iii) Quitosano, carragenato e concentrado de proteína de soro (Tian et al., 2009), de entre os quais o quitosano provocou um decréscimo da taxa de respiração e da atividade da amilase durante os 40-81 dias de armazenamento. No entanto, do nosso conhecimento, para a castanha Europeia não foram até agora desenvolvidos trabalhos nesta área.

Os revestimentos comestíveis anteriormente descritos podem ainda ter um papel importante no controlo das podridões da castanha. Apesar de não haver referências de aplicação destes revestimentos ao nível da castanha, a sua aplicação para controlo de fungos está fortemente estudada para outros frutos perecíveis como frutos vermelhos, tomate, manga e outros (e.g. Edirisinghe et al., 2014; Dantas Guerra et al., 2015; Vieira et al., 2016), com resultados bastante promissores.

De realçar também a possibilidade de se utilizar a castanha na produção de produtos novos e inovadores, requerendo alguma pesquisa e investigação, como é o caso de iogurtes, entre outros.

1.3. Descrição dos objetivos visados.

Com as ações previstas no ValorCast pretende-se alcançar três grandes objetivos:

- 1- Melhorar o processo de colheita mecânica da castanha;
- 2- Melhorar a preservação da qualidade da castanha entre a colheita e o consumidor, nomeadamente:

(a) desenvolver um método novo de desinfestação em alternativa ao atual (choque térmico) que é inadequado às exigências comerciais atuais e avaliar o seu efeito na qualidade da castanha;

(b) desenvolver protocolo que permita um controlo fúngico eficiente durante a fase de armazenamento na receção de frutos e sua conservação e na câmara frigorífica, que permitam prolongar o seu prazo de comercialização e consumo;

(c) encontrar forma de minimizar as perdas de água da castanha.

3- Promover outras formas de apresentação da castanha para o consumo em espécie, nomeadamente na forma de farinha, permitindo o aparecimento em maior escala no mercado de outros produtos transformados derivados destes, como é o caso do pão, das bolachas, da cerveja, etc., e também a criação de novos produtos inovadores, como a castanha liofilizada e/ou a castanha macia com e sem Salicórnia (sal verde).

2. Identificação das principais perdas do valor comercial da castanha

Rui Carneiro¹, Mariza Ribeirinho² José Gomes Laranjo^{2,3}

¹Refcast- Associação Portuguesa da Castanha

² Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

³Centro de Investigação e Tecnologia de Ciências Agroambientais e Biológicas (CITAB-UTAD), Vila Real, Portugal

2.1. Introdução

O grupo operacional Valorcast tem como principal objetivo minimizar as perdas de castanha entre o momento da colheita no souto e à saída das empresas transformadoras para os locais de venda ao consumidor, atualmente estimam-se perdas de 40 a 50% da castanha. Desta forma, uma das primeiras tarefas realizadas no âmbito do Valorcast foi a identificação de páticas na produção que se traduzem em perda de produto.

Esta tarefa decorreu no ano 2020 e traduziu-se na aplicação de inquéritos específicos a produtores, presencialmente e por chamada telefónica, pertencentes às seguintes DOP: Castanha da Padrela (concelhos de Chaves, Murça, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar); Castanha dos Soutos da Lapa (concelhos de Armamar, Tarouca, Tabuaço, São João da Pesqueira, Moimenta da Beira, Sernancelhe, Penedono, Lamego, Aguiar da Beira e Trancoso); Castanha da Terra Fria (concelhos de Alfândega da Fé, Bragança, Vinhais, Chaves, Macedo de Cavaleiros, Mirandela, Valpaços e Vimioso)(Tabela 1).

Na conceção dos inquéritos foi realizada uma análise prévia a todas as etapas que a castanha percorre, desde a completa maturação e queda da árvore até à saída da unidade de processamento com destino ao consumidor, tendo sido possível compreender e aferir que os pontos mais frágeis do processo são as doenças e pragas que continuam a afetar os castanheiros reduzindo o nível de produção dos soutos, a falta e o elevado custo da mão-de-obra para as campanhas da apanha da castanha, o aparecimento de podridões e a perda de água (redução do peso) das castanhas desde a apanha até ao cliente final.

Foi definida a amostra para cada um dos dois grupos em cada uma das três DOP, de forma a obter uma representatividade dessa amostragem que garanta um nível de confiança de 90%. Nas tabelas abaixo apresenta-se o número total de inquéritos aplicados e obtidos em cada um dos concelhos de cada uma das DOP em estudo.

Tabela 1- Amostragem definida para o universo dos produtores e número de inquéritos aplicados para cada um dos concelhos das DOP em análise.

DOP/Concelho	Produtores	
	Amostra	Aplicados
Castanha da Padrela		
Chaves	10	10
Murça	4	4
Valpaços	47	47
Vila Pouca de Aguiar	7	7
Castanha da Terra Fria		
Alfândega da Fé	2	2
Bragança	29	29
Vinhais	19	19
Chaves	2	2
Macedo de Cavaleiros	11	11
Mirandela	1	1
Valpaços	1	1
Vimioso	3	3
Castanha dos Soutos da Lapa		
Armamar	3	3
Tarouca	5	5
Tabuaço	4	4
São João da Pesqueira	4	4
Moimenta da Beira	7	7
Sernancelhe	12	12
Penedono	11	11
Lamego	2	2
Aguiar da Beira	4	4
Trancoso	15	15

2.2. Dados dos produtores

Os inquéritos foram aplicados a 203 produtores (68 produtores da DOP Castanha da Padrela, 68 da DOP Castanha da Terra Fria e 67 da DOP Castanha dos Soutos da Lapa (Tabela 1). Nestes locais as idades dos produtores concentram-se entre os 40 e os 70 anos. Os produtores da DOP Castanha da Padrela apresentam na maioria idades compreendidas entre 41 e 50 anos, na DOP da castanha dos soutos da Lapa as idades compreendem-se entre os 51 e 60 anos e os produtores da castanha da Terra Fria apresentam idades compreendidas entre os 51 e os 70 anos (Figura 1).

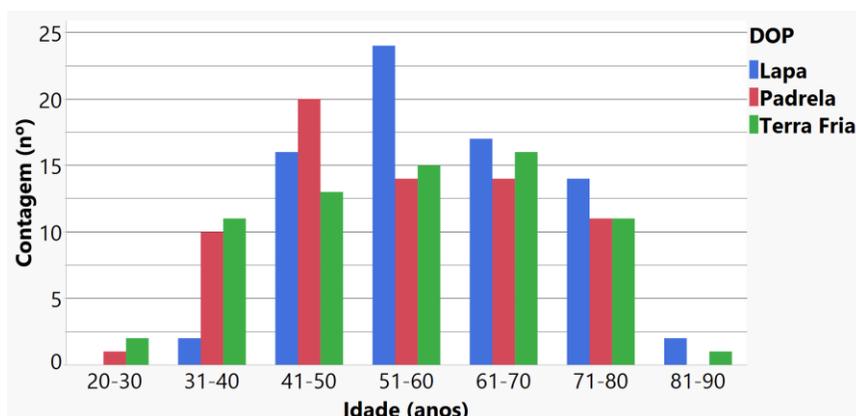


Figura 1 - Gráfico idade dos produtores em cada DOP.

2.3. Dados dos souts

A idade dos povoamentos está compreendida entre os 10 e 30 anos, nas DOP castanha dos souts da Lapa e castanha da Padrela a maioria tem idades entre 11 e 20 anos e os souts da Terra Fria na sua maioria um pouco mais velhos com idades compreendidas entre 21 e 30 anos (Figura 2).

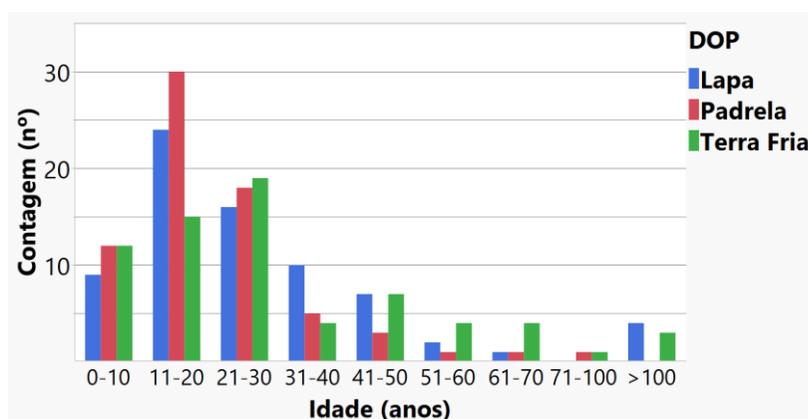


Figura 2 - Idade dos souts em cada DOP.

As áreas de produção de castanha nas três DOP encontram-se na sua maioria áreas inferiores a 5 hectares, destacando-se as áreas de castanheiro na DOP souts da Lapa, com um número significativo de parcelas com menos de 5 hectares e destacar as áreas da DOP da castanha da Terra Fria, como a DOP com mais souts com áreas superiores a 10 hectares (Figura 3).

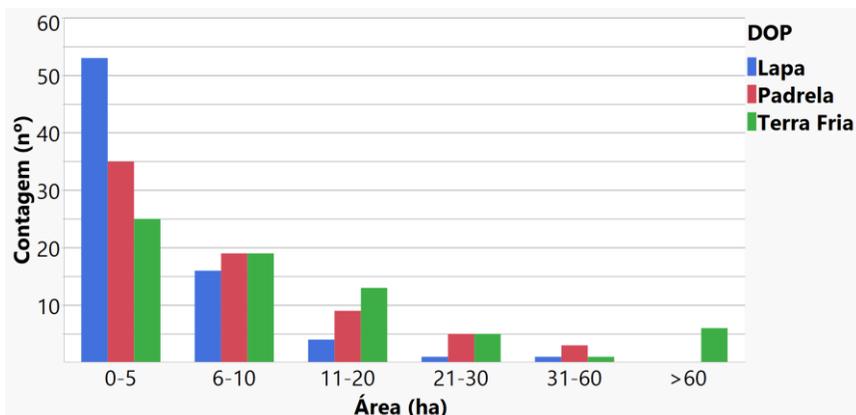


Figura 3 – Área média de exploração por produtor em cada uma das DOP.

Os produtores, foram inquiridos quanto à produção dos anos 2016, 2017 e 2018, estes dados permitem perceber que a maioria dos produtores tem produções até 10 toneladas. Nas DOP castanha da Padrela e castanha da Terra Fria alguns produtores chegam a produzir entre 40 a 50 toneladas por ano o que não se verifica na DOP sutos da Lapa (Figura 4, Figura 5 e Figura 6)

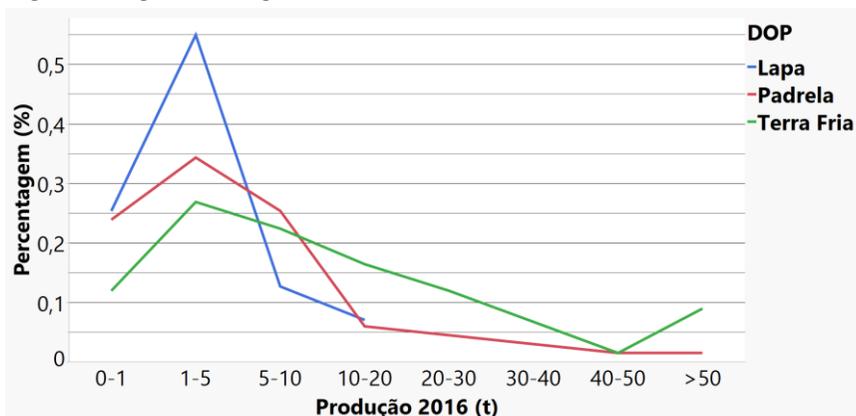


Figura 4 - Produção de castanha por exploração no ano 2016.

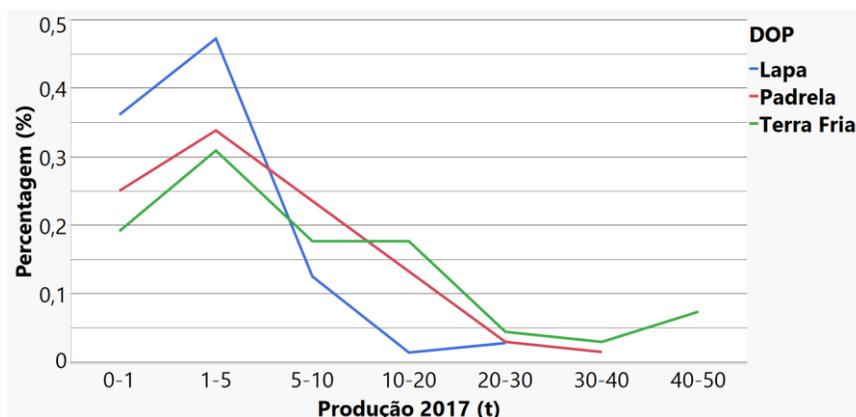


Figura 5 - Produção de castanha por exploração no ano 2017.

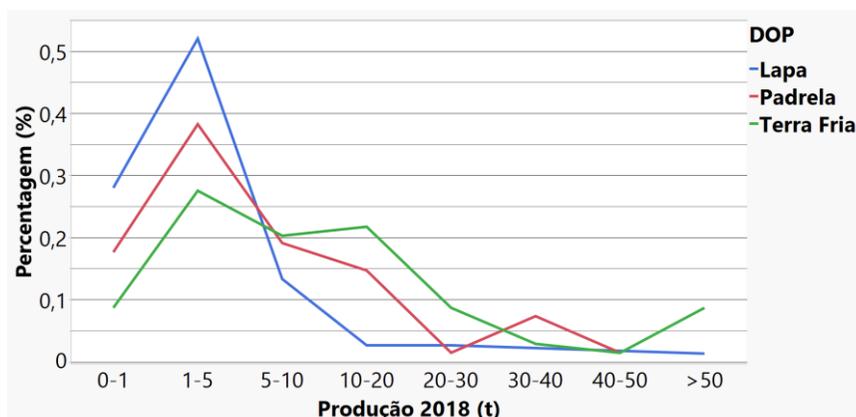


Figura 6 - Produção de castanha por exploração no ano 2018.

2.4. Fatores críticos na produção de castanha em Portugal

A cultura do castanheiro está dependente de uma série de fatores críticos, entre eles: doenças, pragas, mobilizações, rega e colheita. Desse modo os produtores das diferentes DOP foram inquiridos, a cada um dos fatores tendo que classificar de acordo com a escala de 1 a 5, considerando o 1 menos crítico e 5 mais crítico.

No caso concreto das doenças os produtores das DOP Lapa e Terra Fria consideraram um fator muito crítico classificando com nível 5 no entanto os produtores da DOP Padrela classificaram na sua maioria com nível 4 (Figura 7).

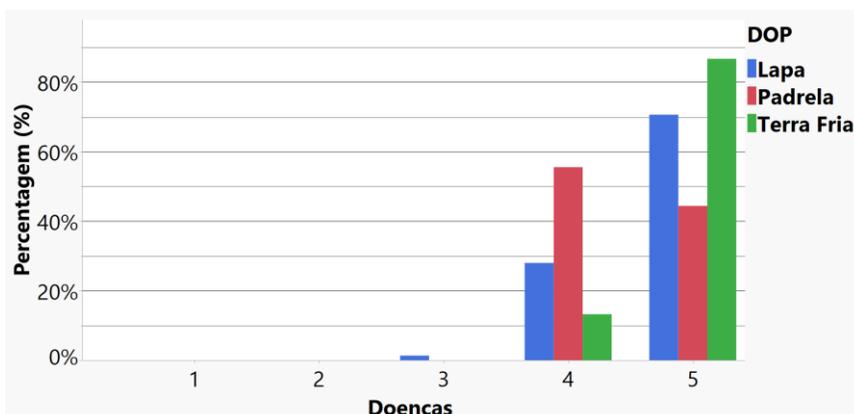


Figura 7 - Percentagem de produtores que considera as doenças como um fator crítico para a produção, numa escala de 1-5.

Nas pragas os produtores da DOP Padrela consideram as pragas como sendo um fator muito crítico, com classificação de nível 5, contrariamente nas DOP da Lapa e Terra Fria que classificam as pragas com nível 4 (Figura 8).

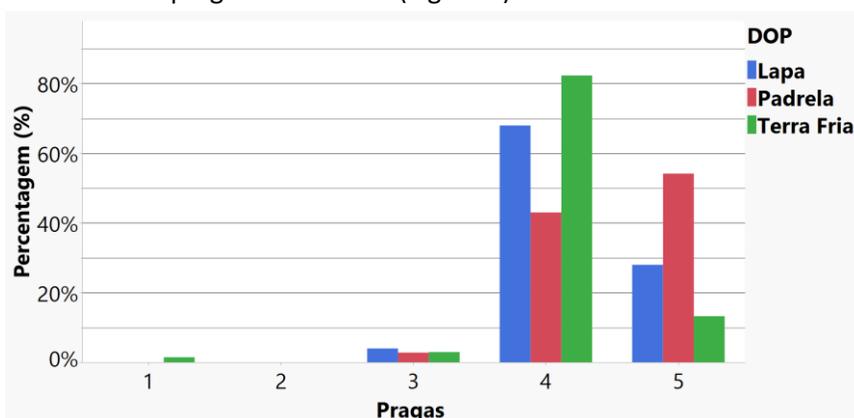


Figura 8 - Percentagem de produtores que considera as pragas como um fator crítico para a produção, numa escala de 1-5.

As mobilizações na sua maioria o produtor considera um fator crítico intermédio classificado com nível 3 (Figura 9).

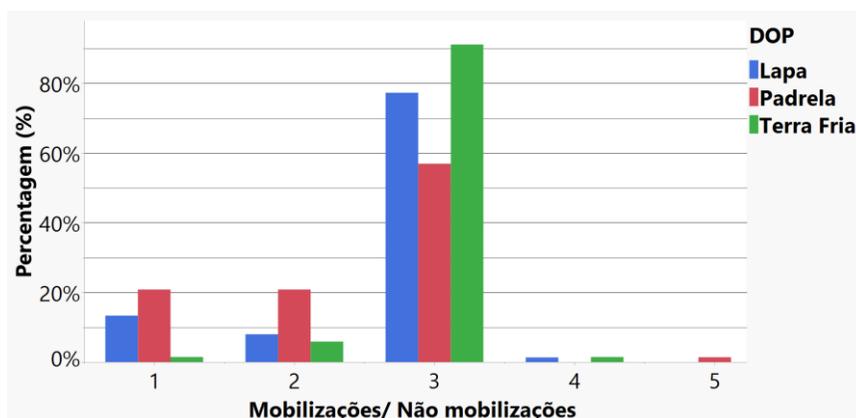


Figura 9 - Percentagem de produtores que considera as mobilizações e não mobilizações, como um fator crítico para a produção, numa escala de 1-5.

A rega, o produtor não considera como sendo um fator muito crítico classificando na sua maioria com nível 2 (Figura 10).

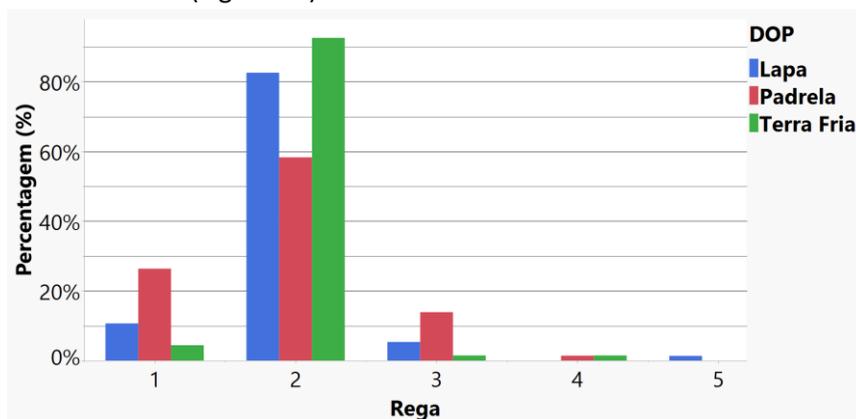


Figura 10 - Percentagem de produtores que considera a rega como um fator crítico para a produção, numa escala de 1-5.

A colheita a maioria dos produtores considera que não é um fator crítico na produção de castanha (Figura 11)

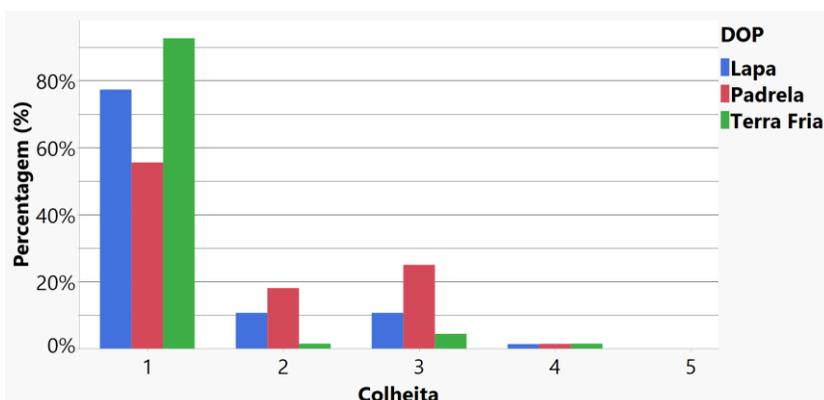


Figura 11 - Percentagem de produtores que considera a colheita como um fator crítico para a produção, numa escala de 1-5.

2.5. Práticas culturais na cultura do castanheiro em Portugal

Os produtores consideram as doenças e as pragas em Portugal como sendo os fatores mais críticos para a cultura do castanheiro em Portugal, no entanto a maioria dos produtores não faz qualquer tratamento a doenças como a septoriose e bichado, na DOP castanha da Terra Fria nenhum produtor inquirido faz os tratamentos, na DOP castanha da Padrela cerca de 30% dos produtores faz ambos os tratamentos e na DOP castanha dos soutos da Lapa cerca de 10% apenas faz tratamento ao bichado (Figura 12).

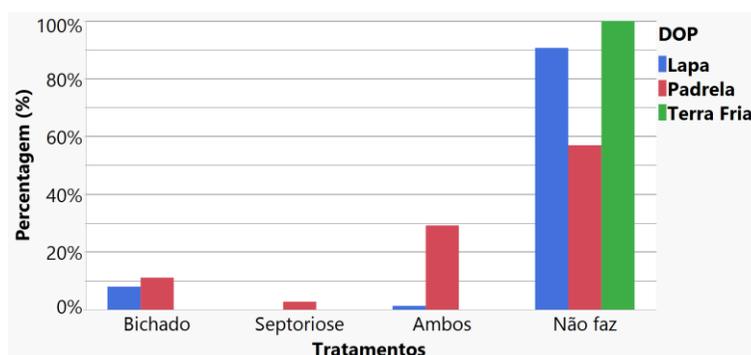


Figura 12 - Gráfico com a resposta dos produtores quando inquiridos, se fazem ou não tratamento ao bichado septoriose.

No caso da rega e fertilização os produtores das DOP castanha dos soutos da Lapa e castanha da Terra Fria na sua maioria não fazem, já os produtores da castanha da Padrela cerca de 40% não rega nem fertiliza, mas 40% dos produtores fertiliza os seus soutos. A maioria dos produtores não rega os castanheiros.

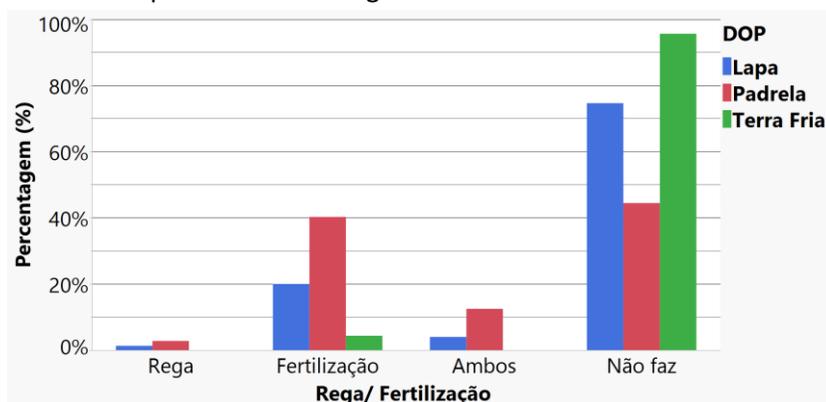


Figura 13 - Gráfico com a resposta dos produtores quando inquiridos, se fazem ou não rega e fertilização.

2.6. Cultivares produzidas em cada DOP

2.6.1. DOP Castanha dos soutos da Lapa

A Martaínha, é a cultivar mais representativa da DOP castanha dos soutos da Lapa, sendo que a maioria dos produtores da região afirma que mais de 90% da castanha presente nos seus soutos é Martaínha (Figura 14). A Longal e a Judia também têm uma pequena representação cada uma, ainda que seja inferior a 15% (Figura 15 e Figura 16).

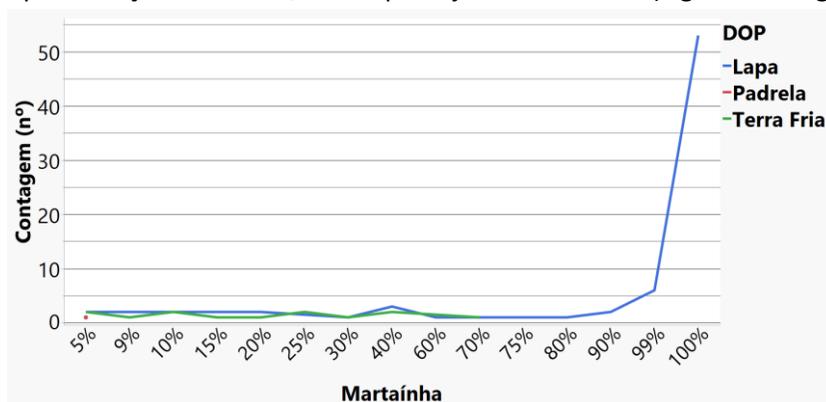


Figura 14 - Percentagem de castanha Martaínha por exploração.

2.6.2. DOP Castanha da Padrela

A Judia, é a cultivar mais representativa da DOP castanha da Padrela, a maioria dos produtores afirma que 90% da castanha produzida é Judia (Figura 15). No entanto, os produtores tem nas suas explorações pequenas quantidades das cultivares Longal e Côta cerca de 1 a 2% (Figura 16 e Figura 17).

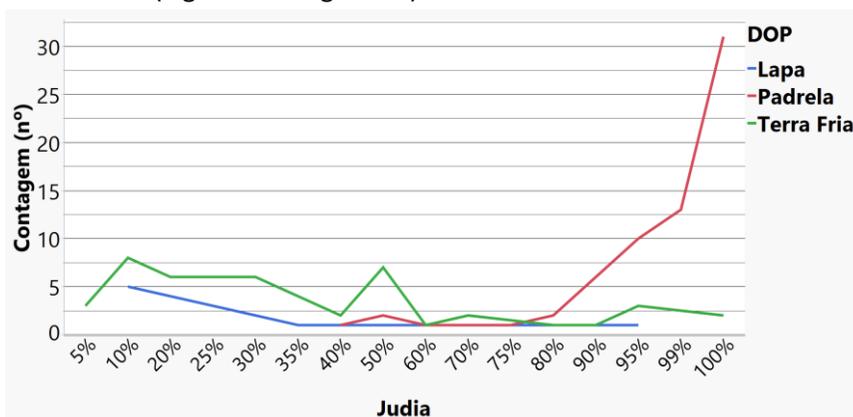


Figura 15 - Percentagem de castanha Judia por exploração.

2.6.3. DOP Castanha da Terra Fria

Na DOP castanha da Terra Fria, existe uma maior diversidade de cultivares, nesta DOP destaca-se a Longal, onde a maioria dos produtores afirmam que entre 50 a 60% da castanha produzida nos seus soutos é Longal (Figura 16), a Côta e a Judia representam cerca de 10 a 20% (Figura 15 e Figura 17) e a Boaventura com representação apenas Terra Fria na sua maioria produtores produzem cerca de 10% (Figura 18).

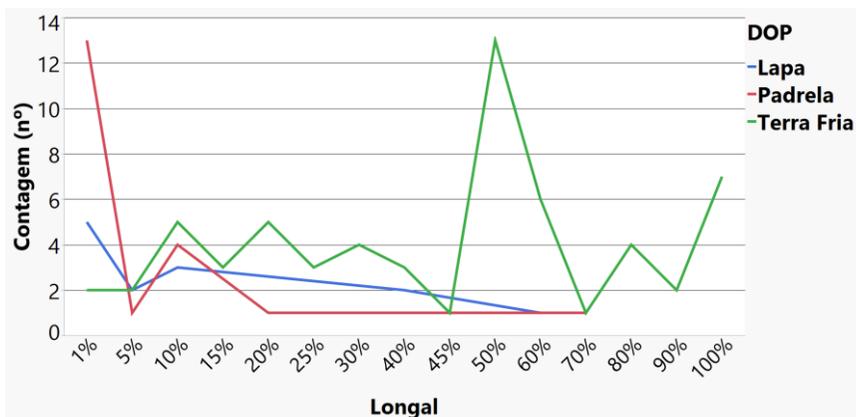


Figura 16 - Percentagem de castanha Longal por exploração.

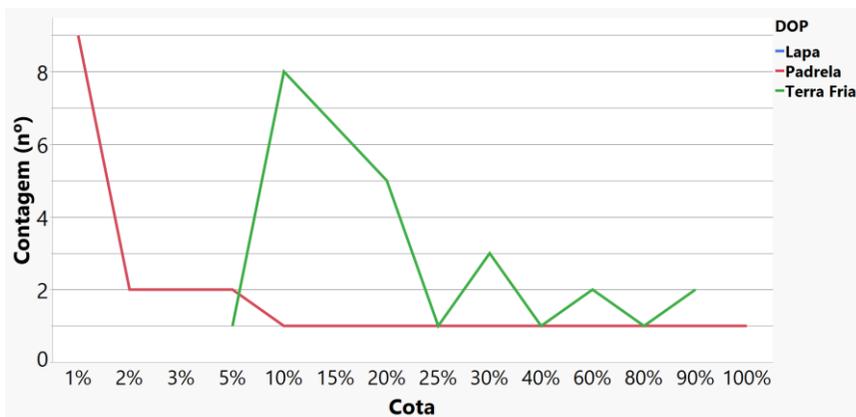


Figura 17 - Percentagem de castanha Côtá por exploração.

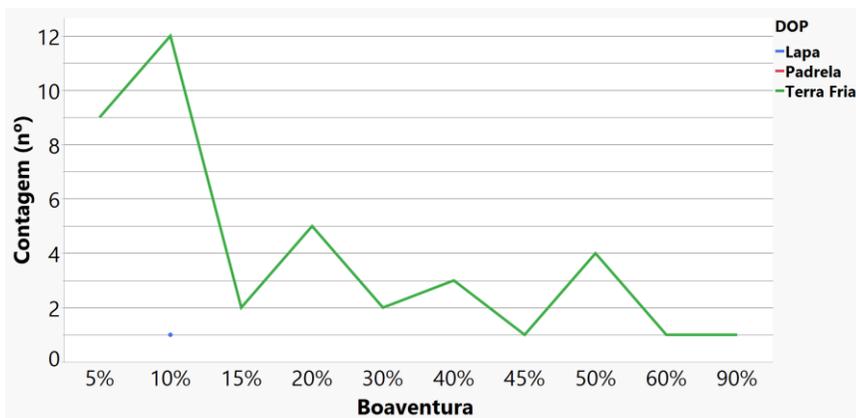


Figura 18 - Percentagem de castanha Boaventura por exploração.

2.7. Colheita

2.7.1. Seleção das castanhas

No processo de colheita mais de 80% dos produtores inquiridos não faz separação de calibres e afirmam colher toda a castanha, incluindo castanha com bichado.

Quanto à separação de cultivares nas DOP castanha dos soutos da Lapa e castanha da Padrela mais de 90% da castanha produzida são Martaínha e Judia respetivamente (Figura 14 e Figura 15), mais de 60% dos produtores nestas duas DOP não separa cultivares de castanha, ainda assim 30% dos inquiridos da castanha da Padrela tem esse cuidado (Figura 19). Por outro lado, na DOP castanha da Terra Fria, há uma maior diversidade de cultivares (Figura 15, Figura 16, Figura 17 e Figura 18), sendo que nesta DOP mais de 80% dos produtores façam a separação das cultivares (Figura 19), os produtores declaram que fazem a separação de calibres para obter uma melhor valorização do produto.

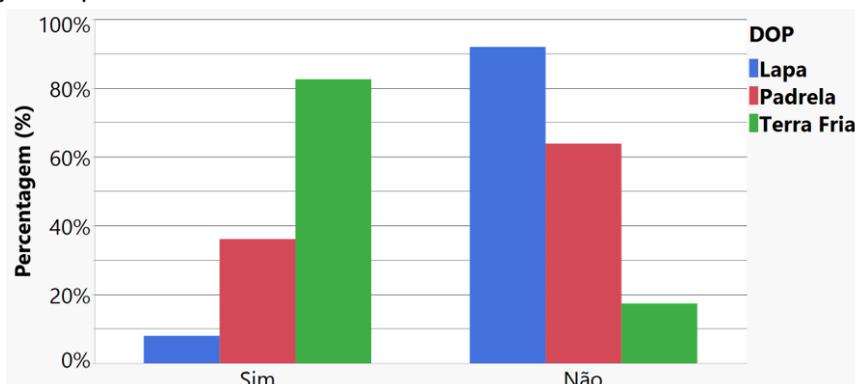


Figura 19 - Gráfico separação de cultivares em cada DOP.

2.7.2. Mão de obra na colheita

No setor agrário a falta de mão de obra começa a ser um problema comum, principalmente na colheita onde exige um maior número de pessoas, no entanto a maioria dos produtores afirmam que a colheita não é um fator crítico (Figura 11). Na origem da mão de obra, mais de 80% da mão de obra utilizada na apanha da castanha é mão de obra local, na DOP castanha da Padrela cerca de 20% dos produtores vão procurar mão de obra fora da região e estrangeiro (Figura 20), também 20% dos produtores da Padrela classificam com nível 3 a colheita como um fator crítico (Figura 11). De notar também, que a maioria da mão de obra local é mão de obra familiar, mais

de 80% nas DOP castanha dos soutos da Lapa e castanha da Terra Fria, na DOP Castanha da Padrela este valor é ligeiramente superior a 50%, a falta de mão de obra familiar nesta DOP é ser colmatada com mão de obra assalariada (Figura 21).



Figura 20 - Origem da mão de obra na colheita.

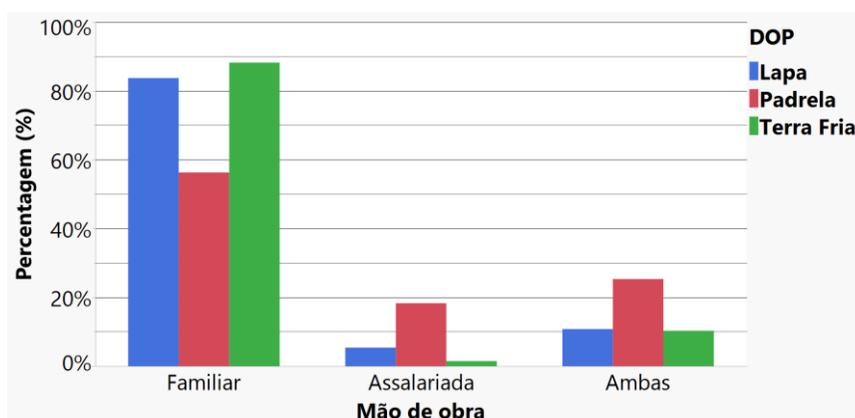


Figura 21 - Mão de obra na colheita.

2.7.3. Colheita mecânica

O processo de colheita ainda é inteiramente manual, onde 95% dos produtores afirma utilizar apenas colheita manual, os produtores que utilizam a colheita mecânica nenhum faz a colheita 100% mecanizada (Figura 22). No entanto, os produtores que recorrem à colheita mecânica sentem-se satisfeitos com o equipamento, não havendo nenhum produtor que mostrasse total desagrado com o equipamento utilizado (Figura 23).

Os produtores que usam apenas a colheita manual, quando questionados, o porquê de não usar a colheita mecânica, apontaram para o custo do equipamento como a principal razão (Figura 24).

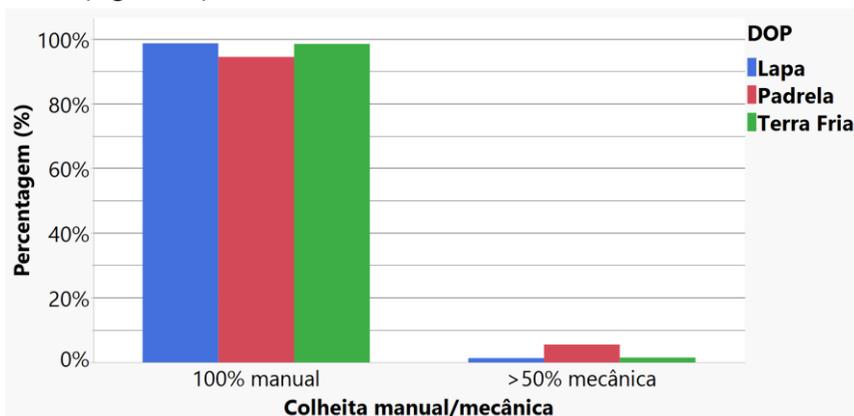


Figura 22 - Processo de colheita manual/ mecânica.

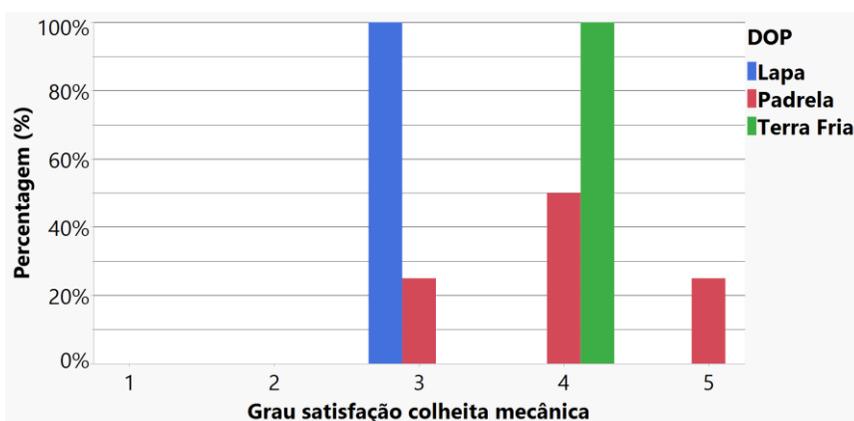


Figura 23 - Grau de satisfação com a maquina de colheita mecânica, segundo a escala 1 pouco satisfeito e 5 muito satisfeito.

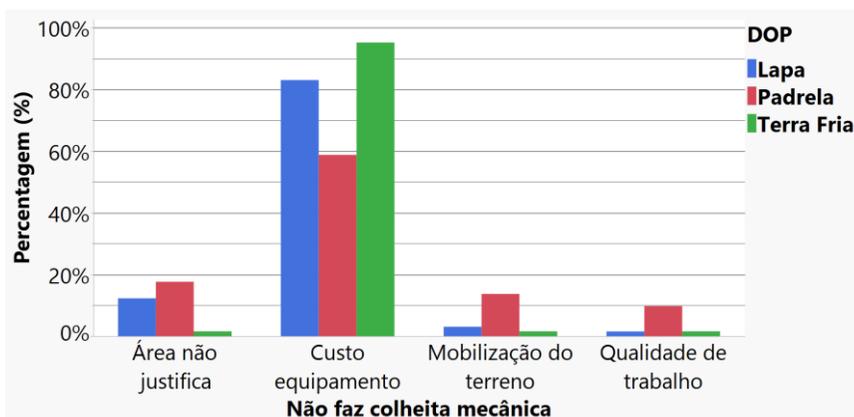


Figura 24 - Motivo pelo qual os produtores não utilizam máquina de colheita mecânica.

2.8. Armazenamento da castanha

Mais de 95% dos produtores não faz armazenamento após a colheita, entregam a castanha de imediato aos grossistas em sacos de rede, a maioria diz que não faz o armazenamento por falta de condições de refrigeração e falta de segurança, ficando o produto sujeito a perdas de peso e eventuais roubos. Quando questionados sobre a ocorrência de roubos, nas DOP castanha dos soutos da Lapa e Castanha da Terra Fria os produtores afirmam que ocorrem no souto, na DOP castanha da Padrela 30% dos produtores dizem que já ocorreram roubos nos armazéns próprios.

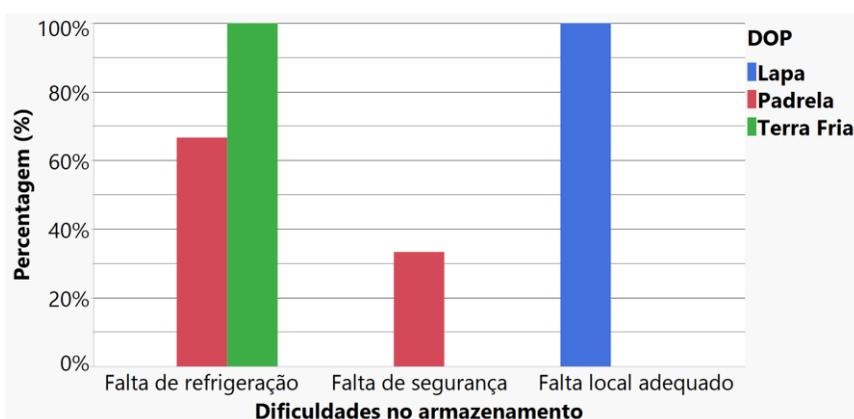


Figura 25 - Maiores dificuldades sentidas pelos agricultores no armazenamento.

Os produtores que fazem armazenamento, sendo este número inferior a 5%, na DOP castanha dos soutos da Lapa os produtores dizem que não guardam a castanha mais de 2 dias, nas DOP castanha da Padrela e Terra Fria os produtores armazenam a castanha normalmente entre 3 a 7 dias, na Terra Fria há produtores que afirmam guardar a castanha mais de 7 dias no próprio armazém (Figura 26).

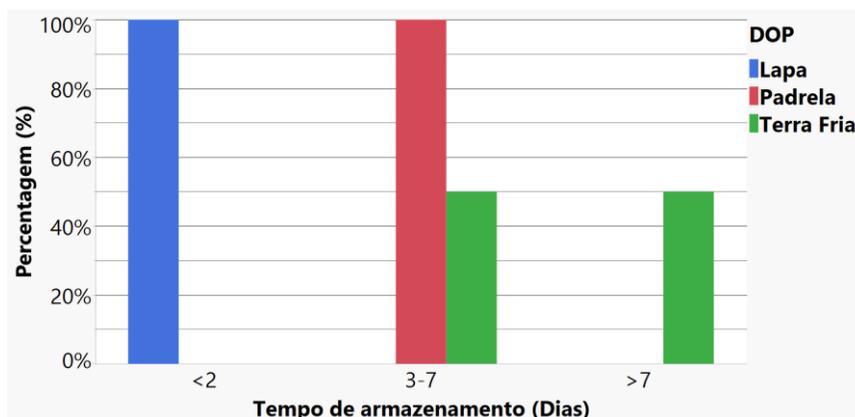


Figura 26 - Tempo de armazenamento da castanha em dias.

2.9. Preço da castanha

Os produtores foram questionados sobre qual o valor por quilo pago ao produtor pela castanha nos anos 2016, 2017 e 2018. É de notar que a castanha da DOP castanha da Terra fria a castanha é mais desvalorizada, sendo que a maioria dos produtores afirma que o preço pago está entre 1,20€/Kg e 1,50€/kg, no entanto em 2018 o preço de venda atingiu o máximo de 3€/Kg. Na DOP castanha da Padrela o preço da castanha oscila um pouco mais com os preços da castanha a situar-se na maioria entre 1,80€/Kg e 2,50€/Kg, à semelhança do que ocorreu na Terra Fria em 2018 a castanha foi mais valorizada atingindo o máximo de 3€/Kg. Na DOP castanha dos soutos da Lapa é o local onde a castanha é mais valorizada atingindo preços na ordem dos 3,50€/Kg. (Figura 27, Figura 28 e Figura 29).

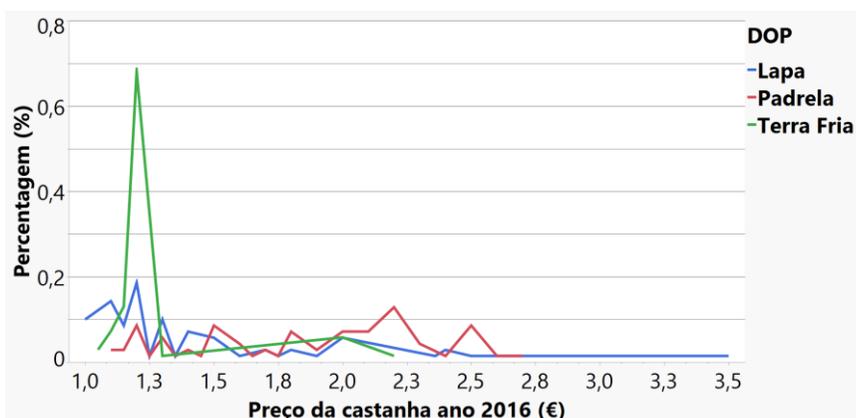


Figura 27 - Preço da castanha pago ao produtor no ano 2016.

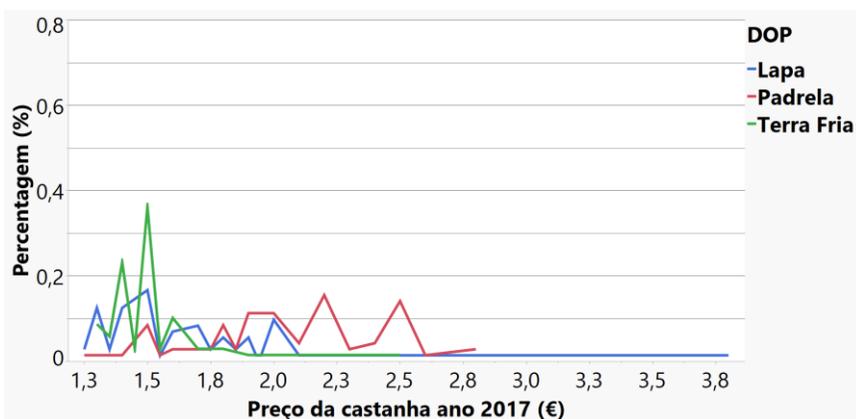


Figura 28 - Preço da castanha pago ao produtor no ano 2017.

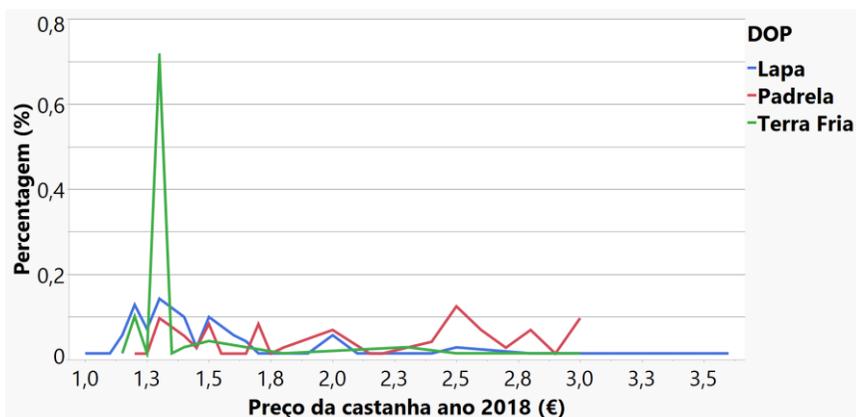


Figura 29 - Preço da castanha pago ao produtor no ano 2018.

2.10. Autoconsumo

A maioria dos produtores guardam uma parte da produção para autoconsumo, no entanto na DOP castanha da Padrela cerca de 30% dos produtores não guarda castanha. Quanto à forma como conservam a castanha a maioria afirma que recorre ao congelamento. (Figura 30).

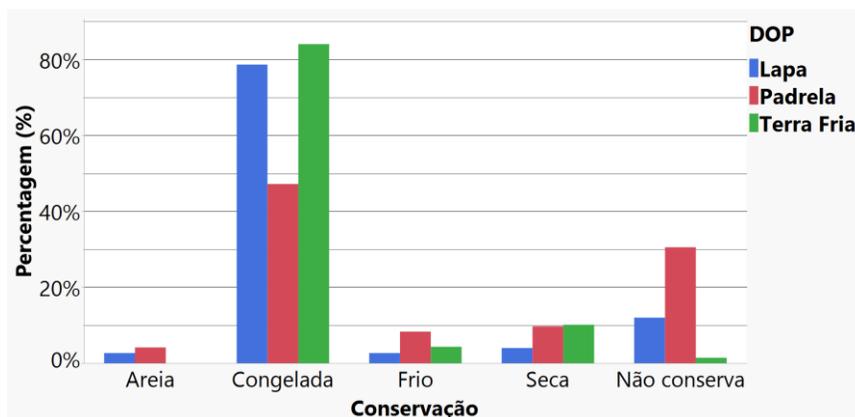


Figura 30 - Modos de conservação de castanha utilizados pelos produtores.

Na sua maioria os produtores conseguem conservar a castanha e suas casas até aos primeiros três meses do ano

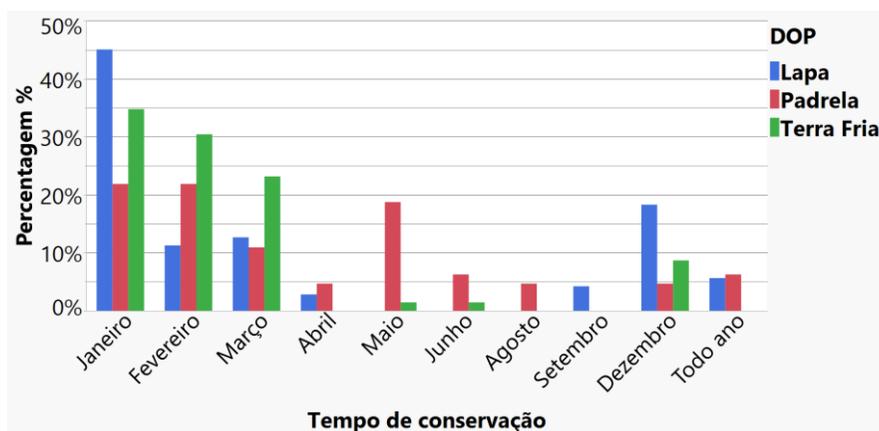


Figura 31 - Gráfico do mês até o qual os produtores conseguem conservar a castanha em casa.

As cultivares que os produtores deixam para autoconsumo são as cultivares mais representativas de cada DOP, como é o caso da Martainha na DOP castanha dos soutos da Lapa, Judia na DOP castanha da Padrela e a Longal na DOP castanha da Terra Fria. A cultivar Longal e a Lada destacam-se também por serem consumidas um pouco pelos produtores das três DOP.

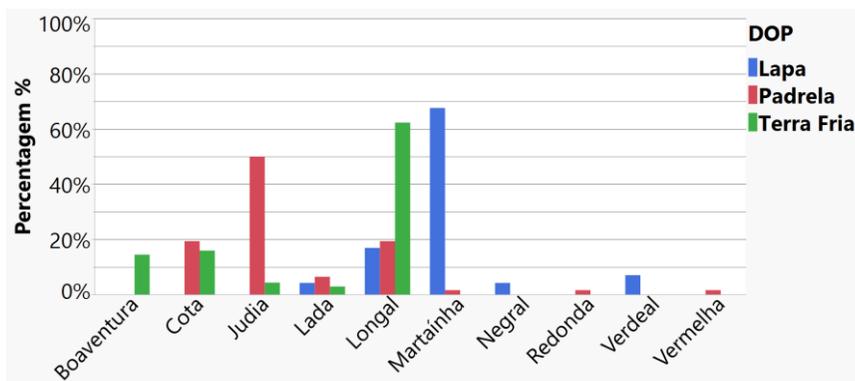


Figura 32 - Cultivares para autoconsumo dos produtores.

Os aspetos positivos dos frutos, foi classificado quanto ao descasque e sabor, sendo que neste aspeto as cultivares que mais se destacam é a Lada quanto ao descasque e a Longal quanto ao sabor, de notar que os produtores das três DOP classificam estas duas cultivares, havendo outras que se destacam como a Martainha na DOP castanha dos soutos da Lapa a Côtã na DOP castanha da Padrela e a Boaventura na DOP castanha da Terra Fria (Figura 33).

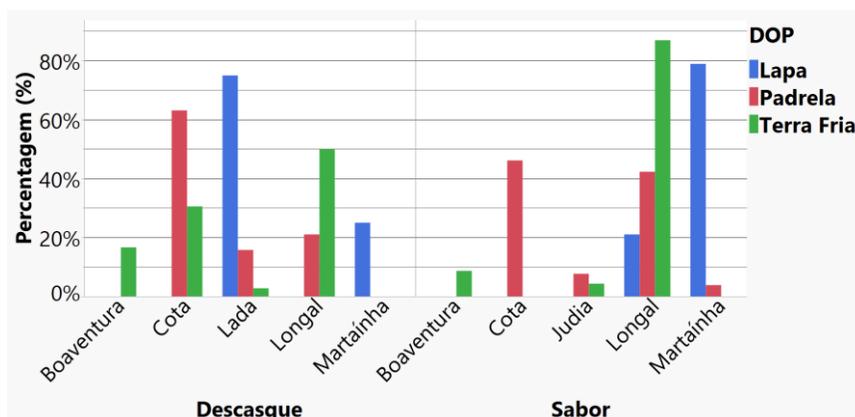


Figura 33 - Cultivares com melhor descasque e sabor segundo os produtores.

2.11. Conclusão

Os resultados obtidos dos inquéritos apontam para uma série de fatores que estão direta e indiretamente relacionados com as baixas produções e perda de produto ao longo de toda cadeia de produção de castanha.

Os produtores apontam para as doenças e as pragas como a principal causa para o baixo rendimento na produção. A doença da tinta (*Phytophthora cinnamomi*) e o cancro cortical (*Cryphonectria parasitica*) são duas doenças que comprometem a produção. A doença da tinta que ao longo dos anos tem levado a uma perda contínua de árvores e a não existência de um tratamento eficaz faz desta doença uma das principais causas de perda de produto na fileira da castanha. O cancro cortical ataca a parte aérea da árvore, o seu tratamento passa muitas vezes por podas sanitárias, comprometendo o potencial produtivo das árvores. Atualmente está em desenvolvimento uma metodologia para o tratamento biológico com estirpes hipovirulentas do fungo.

A vespa das galhas do castanheiro (*Dryocosmus kuripilus*), é uma praga que compromete o bom desenvolvimento dos castanheiros, traduzindo-se em quebras de produção, o parasitoide (*Torymus sinensis*) é a solução para o combate a esta praga, com a sua introdução conseguiram-se evitar quebras de produção significativas, salvo raras exceções. A septoriose *Mycosphaerella maculiformis* uma doença e os bichados pragas das quais as mais importantes são a *Cydia splendana* e *Curculio elephans*, são dois problemas que provocam perdas consideráveis. A septoriose pode ser controlada com a aplicação de fungicida à base de cobre (oxicloreto de cobre) em início de setembro. Os bichados podem ser controlados usando a luta biotécnica com recurso à utilização de armadilhas com feromonas ou luta química. Embora sejam problemas de fácil resolução, segundo os dados recolhidos os produtores não fazem os tratamentos para estes problemas, aumentando assim significativamente o número de castanhas bichadas e produções reduzidas e baixos calibres em anos em que o ataque de septoriose se faz sentir.

Os produtores não consideram a rega como um dos principais fatores que condicionam a produção, no entanto com o novo paradigma de alterações climáticas, a falta de precipitação e conseqüente falta de água no solo, faz com que os castanheiros não tenham água numa fase crucial do ciclo, o desenvolvimento do fruto levando a produções baixas e de baixo calibre. Segundo os dados dos inquéritos percebemos que os produtores não regam e não fertilizam os castanheiros a falta de água no solo associada a falta de nutrição leva diretamente a quebras na produção de castanha e indiretamente aumenta a debilidade das árvores a problemas fitossanitários. Para além, do não tratamento contra o bichado da castanha, mais de 80% dos produtores na colheita apanha toda a castanha incluído castanha com bichado, onde mais tarde no

armazém contribui para a destruição de lotes completos. A não separação de cultivares em alguns casos leva a uma indiferenciação do produto que acaba por ser mais desvalorizado. Maioria dos produtores entrega a castanha após a colheita aos grossistas, no entanto há um pequeno número de produtores que guarda a castanha, entregando mais tarde aos grossistas, esta prática leva a uma desvalorização do produto e compromete a conservação da castanha.

A falta de mão de obra, embora não seja apontado como fator crítico por parte dos produtores, parece ser um fator relevante para o futuro da fileira da castanha, uma vez que as DOP representam a maioria da produção nacional e estão localizadas em zonas com população envelhecida e com uma perda de população acentuada, os dados dos inquéritos mostram que a maioria da mão de obra é local e familiar, são fatores que mostram que a falta de mão de obra se irá agravar no futuro. Este problema poderá comprometer a realização de algumas práticas culturais ao longo do ciclo ou até mesmo ao abandono dos soutos.

A colheita é a tarefa que requer mais mão de obra, no entanto este problema poderá ser atenuado com a colheita mecânica, que parece ainda ser uma prática pouco utilizada, os produtores apontam o custo do equipamento como a principal razão para não fazerem a colheita mecânica, no entanto existe ainda a crença por parte dos produtores que a colheita mecânica deprecia o produto.

3. Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha

Arlindo Almeida

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

3.1.1. Objetivos

No âmbito deste projeto foram realizados testes de campo com equipamentos de colheita disponíveis no mercado, que permitiram obter dados técnicos que caracterizem o funcionamento deste equipamento.

Com a informação recolhida é possível responder a questões referidas pelos utilizadores, como (I) a de perda de eficiência em condições de elevada humidade e grande concentração de folhas e ouriços e (II) às questões colocadas pela indústria que refere que a castanha colhida mecanicamente aparece com pedra, pedaços de ramos e outros inertes que depreciam o seu valor.

A informação recolhida inclui a avaliação da capacidade de trabalho do equipamento (arv/hora, kg/hora), através da medição de tempos de trabalho e produção colhida. Foram também estimados os custos/hora de utilização do equipamento.

3.1.2. Material e métodos

3.1.2.1 Locais dos testes de campo

Os testes de campo realizaram-se no Nordeste de Portugal em dois locais diferentes. Em cada um foram testados equipamentos de tipo diferente.

Os testes de campo com equipamento automotriz decorreram em novembro de 2018 e 2019 em soutos com altitudes entre os 800 e 900 metros, com um declive ligeiro (até 5%) da cultivar Judia, com 25 a 35 anos de idade, plantados compassos de 9 m a 10 m e entrelinhas de 9 m a 10 m (Figura 1).

Os testes de campo com equipamento rebocado decorreram em novembro de 2019 e 2020 em soutos com altitudes entre os 800 e 900 metros, com um declive ligeiro (até 5%) da cultivar Longal, com 40 a 50 anos de idade, plantados compassos de 9 m a 10 m e entrelinhas de 9 m a 10 m (Figura 2).



Figura 1 -Local onde decorreram os trabalhos com equipamento automotriz.



Figura 1 - Local onde decorreram os trabalhos com equipamento rebocado.

3.1.2.2 Equipamentos

Foram utilizados nos testes de campo equipamentos de dois tipos: um colhedor automotriz e um colhedor rebocado por trator. Ambos colhem por aspiração a castanha previamente caída sobre o solo.

Equipamento automotriz de colheita por vácuo *Facma Cimina 380* (Figura 3).

O seu funcionamento baseia-se num ventilador centrífugo que por vácuo aspira os frutos da superfície do solo encordoados por duas escovas rotativas. Um desourizador mecânico extrai o fruto do ouriço. A ventilação é usada para separar o fruto dos ouriços, folhas, pequenos ramos e inertes (Guyer 2012).

À medida que a castanha é colhida vai sendo armazenada temporariamente num semirreboque adaptado (Figura 4) com uma capacidade aproximada de 1500 kg, tracionado pelo equipamento de colheita.



Figura 2 - Equipamento de colheita automotriz Facma Cimina 380.



Figura 3 - Reboque de armazenamento temporário do equipamento automotriz.

As características deste equipamento indicam-se na Tabela 1.

Tabela 2 - Características do equipamento Facma Cimina 380

Tração	Duas rodas motrizes posteriores com transmissão hidráulica
Comprimento (mm)	5950
Altura (mm)	1890
Largura (mm)	1770
Largura de colheita (mm)	3000
Peso (kg)	2630
Potência (kW)	74

Equipamento rebocado de colheita por vácuo Monchiero 498 (Figura 5)

Trata-se de um equipamento rebocado com acionamento pela tomada de força do trator. Um ventilador centrífugo produz o vácuo que aspira os frutos da superfície do solo por um tubo manualmente movimentado, com um diâmetro de 12 cm e comprimento de 12 m. O equipamento dispõe de dois tubos de aspiração, mas nos testes realizados foi utilizado apenas um.



Figura 4 - Equipamento rebocado de colheita por vácuo Monchiero 498.

As características deste equipamento indicam-se na Tabela 2.

Tabela 3 - Características do equipamento Monchiero 498

Rebocado	
Comprimento (mm)	3420
Altura (mm)	1840
Largura (mm)	1530
Largura de colheita (mm)	3000
Peso (kg)	702
Potência de acionamento (kW)	33

Equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém Monchiero 400 (Figura 6)

Os testes com equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém (Figura 6), foram realizados na Empresa parceira Geosil, em novembro de 2020 e 2021.

Foi utilizado um equipamento Monchiero M 400.

Características do equipamento:

- Apoiado em quatro pés de comprimento ajustável às condições do solo;
- Motor eléctrico trifásico 5,5 cv;
- Recipiente recolector dos frutos na parte superior do equipamento;
- Dispositivo de desouraçamento;
- Sistema de limpeza - crivo com controlador de velocidade;
- Descarga lateral do produto limpo com controlador de velocidade.

Dadas as limitações do local, este equipamento foi instalado num talude, aproveitando um desnível do terreno disponível (Figura 6) e não em armazém. Esta modificação dos planos iniciais de instalação deveu-se à indisponibilidade de um tapete elevador transportador, necessário para a conveniente instalação em armazém. Esse elevador transportador serviria para colocar a castanha a limpar e desourçar numa cota superior, onde se situa o órgão de entrada da castanha no equipamento.



Figura 5 - Equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém Monchiero 400.

3.1.2.3 Métodos de colheita

Colhedor automotriz

O equipamento percorreu no souto cada entrelinha de uma cabeceira à outra, em três ou quatro faixas paralelas conforme a dimensão da entrelinha. Terminada a última destas passagens o equipamento seguia para a entrelinha seguinte.

Foram realizados testes utilizando dois métodos de colheita diferentes. Nos testes de campo I numa área de 4275 m² a castanha é colhida durante as três ou quatro deslocações entre cabeceiras e nas viragens dentro de cada entrelinha.

Nos testes de campo II numa área de 6048 m² a castanha é colhida durante as três ou quatro deslocações entre cabeceiras, mas não nas viragens dentro de cada entrelinha.

Há interrupção de colheita nas viragens entre as entrelinhas, quer nos testes I, quer nos testes II.

Os testes de campo I foram realizados no início da campanha, com reduzida quantidade de manta morta sobre o solo.

Os testes de campo II decorreram em fase mais adiantada da campanha, numa repetição de colheita no mesmo local (dupla colheita), com quantidade significativa de manta morta (folhas, ramos e ouriços) sobre o solo.

É no semirreboque indicado na Figura 4 que a castanha é retirada do souto.

Nos testes de campo este sistema de colheita necessitou de um operador.

Colhedor rebocado

Com este sistema de colheita, antes da colheita, a castanha que se encontra naturalmente espalhada sobre o solo do souto é encordoada com sopradores portáteis. (Figura 7). Nos testes de campo foram utilizados três sopradores e respetivos operadores.



Figura 6 - Encordoamento da castanha.

Após o encordoamento o colhedor é estacionado dentro do souto em vários locais, mantendo o motor em funcionamento. Em cada um desses locais o tubo de aspiração é manuseado de forma a colher a castanha previamente encordoada (Figura 8).

Após a colheita a castanha é ensacada e desta forma retirada do souto.

O tratorista é também o operador do tubo aspirador. Um outro operador é necessário para auxiliar na condução do trator e no ensacamento da castanha. No total, nos testes de campo, este sistema de colheita necessitou de cinco operadores.



Figura 7 - Colheita com o tubo de aspiração.

3.1.2.4 Avaliação da velocidade de deslocação do equipamento automotriz

A velocidade média de deslocação do equipamento automotriz foi avaliada cronometrando o tempo de deslocação entre viragens e relacionando esse tempo com o espaço percorrido.

Os testes de avaliação da velocidade de trabalho foram realizados em dois locais do souto com distâncias entre cabeceiras de 40,0 metros e 169,5 metros respetivamente.

3.1.2.5 Avaliação da capacidade de trabalho

Equipamento automotriz

Para avaliar a capacidade de trabalho do equipamento automotriz foram cronometrados os tempos elementares de trabalho: tempo de colheita, tempo inoperacional, tempo de viragem dentro de cada entrelinha e tempo de viragem para

mudança de entrelinha. O tempo inoperacional refere-se à interrupção do trabalho para desobstrução do fluxo do produto nos órgãos internos do interior do equipamento em consequência da aspiração de folhas, pequenos ramos e outros inertes.

A capacidade de trabalho foi avaliada pela relação área trabalhada/tempo, em hectares por hora.

O tempo total de trabalho é o somatório dos tempos cronometrados.

Nos testes I o tempo total de colheita obtém-se pela soma do tempo elementar de colheita com tempo elementar de viragem dentro de cada entrelinha durante o qual a aspiração dos frutos continua.

Nos testes de campo II o tempo total de colheita é igual ao tempo elementar de colheita, porque a aspiração é interrompida em todos os tempos elementares de viragem.

O tempo total de trabalho inclui os tempos de viragem em que a colheita é interrompida e os tempos inoperacionais. Por esta razão é superior ao somatório dos tempos elementares em que há colheita.

O desempenho do trabalho de colheita é avaliado pela eficiência de campo (Eq. 1): relação entre somatório dos tempos elementares durante os quais há colheita e o tempo total de trabalho. A eficiência de campo é expressa em percentagem (Hunt, 1983, Fidalgo *et al* 2006).

$$\text{Eficiência de campo} = \frac{\sum \text{tempos elementares em que há colheita}}{\sum \text{tempos elementares}} \quad (1)$$

Equipamento rebocado

O trabalho com o equipamento rebocado desenvolve-se de forma contínua, com pequenas deslocações do trator para facilitar a movimentação do tubo de aspiração. Não se tomou a opção de registo de tempos elementares de trabalho para avaliar a capacidade de trabalho. Foram registados tempos totais de colheita em três locais de testes de campo

Em cada um destes locais relacionou-se a área com o tempo de colheita e relacionou-se a produção colhida com o tempo de colheita.

Equipamento de limpeza e desourçamento em armazém

O trabalho com este equipamento de acionamento elétrico, decorre de forma contínua, com a entrada da castanha pela parte superior da máquina e descarga por gravidade pela zona inferior, após passagem pelos órgãos de desourçamento e limpeza.

Foi avaliada a capacidades de trabalho em kg/hora de castanha processada.

3.1.2.6 Avaliação de danos nos frutos colhidos mecanicamente

Para verificar os danos provocados nos frutos pelo equipamento, foi avaliada em amostras escolhidas aleatoriamente a quantidade de inertes colhidos juntamente com os frutos e quantificados os frutos sem danos e os frutos com danos. Esta avaliação foi feita visualmente em frutos colhidos pelo equipamento automotriz, nas horas seguintes à colheita e em frutos limpos e desouraçados por máquinas fixa, até quatro horas seguintes à limpeza.

3.1.2.7 Estimativa de custos associados à utilização do equipamento de colheita automotriz

A estimativa de custos seguiu a metodologia proposta pela bibliografia internacional sobre o tema, Fidalgo et al (2006), Ortiz-Cañavate et al (2003), Hunt (1983); Edward (2015).

Os custos da maquinaria agrícola incluem duas categorias: (I) encargos fixos ou de posse com um valor não dependente da intensidade de uso da máquina e (II) encargos variáveis ou operacionais que dependem da intensidade de uso da máquina. O verdadeiro valor desses custos não pode ser conhecido com rigor até que a máquina seja vendida ou termine a sua vida útil. A estimativa destes custos pode ser feita com base em premissas sobre a vida útil da máquina, intensidade de uso anual, preços de combustível e mão de obra (operador).

Foram assumidas as seguintes premissas:

Intensidade de utilização anual de 250 horas, considerando a duração média do período de colheita, que tem início em meados de setembro e termina no final de novembro.

Um custo de aquisição (valor inicial) de 72 320 € mais 2 000 € para o semirreboque transportador, o que perfaz 74 320 €.

Um valor final de 10% do custo de aquisição.

Uma vida económica útil de 10 anos.

Os custos de combustível foram assumidos da seguinte forma: consumo de combustível: 7,5 L/hora; custo do combustível: 1,3 €/L. Consideradas 250 horas/ano de trabalho.

Os custos de mão de obra foram assumidos da seguinte forma: custo/ano/operador: 9.000€. Acréscimo/ano de 20% para custos sociais e de seguros. Horas totais de trabalho

do operador na exploração: 2.000/ano. Horas de trabalho com este equipamento: 250 horas/ano.

Os custos de propriedade (também chamados de custos fixos) incluem depreciação, juros (custo de oportunidade), impostos, seguros e alojamento do equipamento.

A depreciação é um custo resultante do desgaste, obsolescência e idade do equipamento.

Para estimar a depreciação anual, a vida económica e o valor residual foram assumidos de acordo com as premissas indicadas.

A depreciação foi calculada pela seguinte expressão Eq. (2):

$$\text{Depreciação} = \frac{\text{Custo inicial} - \text{valor final}}{\text{vida económica útil}} \quad (2)$$

Juros, impostos, seguros e alojamento do equipamento não foram considerados porque esses itens pressupõem um alto nível de subjetividade.

Os custos operacionais (também chamados de custos variáveis) incluem reparações e manutenção, combustível, lubrificantes e mão de obra do operador.

Os custos com reparações para um tipo específico de máquina, variam de uma região geográfica para outra devido ao tipo de solo, terreno, clima e outras condições. Numa mesma área geográfica, variam com o tipo de exploração agrícola em consequência das diferentes políticas de gestão e habilidade do operador.

Devido a todos esses fatores e variabilidade, a melhor fonte para estimar os custos com reparações são os registos de despesas deste tipo feitos por proprietários de equipamento idêntico. Neste caso a valor médio obtido foi de 350 €/ano em média para este equipamento específico.

O consumo de combustível foi estimado pelos registos dos proprietários de equipamento idêntico (ver premissas).

O custo anual do operador foi calculado pela expressão indicada Eq. (3), considerando as premissas referidas anteriormente:

$$\text{Custo operador} = \frac{\text{Renuneração anual do operador} \times 1,2}{\text{Total anual de horas de trabalho do operador}} \times 250 \text{ horas} \quad (3)$$

A soma dos itens indicados representa o custo anual do equipamento. O custo do equipamento por hora foi calculado considerando 250 horas/ano de trabalho de colheita.

3.1.3. Resultados e discussão

3.1.3.1 Velocidade de deslocação

Obtiveram-se os seguintes valores médios de velocidade de deslocação do equipamento durante o trabalho: 0,96 km/hora a 1,47 km/hora (ver Tabela 3).

Tabela 4 - Avaliação da velocidade de deslocação

	Distância (m)	Tempo (minutos)	Velocidade média (km/h)
Local 1	40	2,55	0,96
		2,73	
		2,25	
Local 2	169.5	6,31	1,47
		7,45	
		6,6	
		7,5	

3.1.3.2 Capacidade de trabalho

Equipamento automotriz

Na tabela 4 indicam-se os tempos elementares de trabalho registados nos testes de campo I.

Tabela 5 - Tempos elementares de trabalho – testes I

Tempos elementares (minutos)		Tempo efetivo de colheita (minutos)	Tempos elementares sem colheita (minutos)
Colheita	51,85	54,94	
Viragem dentro da entrelinha	3,09		
Inoperacional	5,8		12,05
Viragem entre entrelinhas	6,25		

Tendo sido necessários 66,99 minutos para a área de 4275 m² utilizada, resulta uma capacidade de trabalho de 0,383 ha/hora.

A eficiência de campo é de 82%.

O tempo inoperacional é de 8,7% do tempo total.

Na tabela 5 indicam-se os tempos elementares de trabalho registados nos testes de campo II.

Tabela 6 - Tempos elementares de trabalho – testes II

Tempos elementares (minutos)		Tempo efetivo de colheita (minutos)	Tempos elementares sem colheita (minutos)
Colheita	100.84	100.84	
Viragem dentro da entrelinha	6.15		22.89
Inoperacional	14.9		
Viragem entre entrelinhas	1.84		

Tendo sido necessários 123,73 minutos para a área de 6048 m² utilizada, resulta uma capacidade de trabalho de 0,293 ha/hora.

A eficiência de campo é de 82%.

O tempo inoperacional é de 12,04 % do tempo total. Estes testes (II) ocorreram, em condições de maior humidade, com mais manta morta de folhas sobre o solo, tornando o equipamento menos eficiente em consequência da obstrução/entupimento do fluxo do produto no seu interior de que resulta o incremento do tempo inoperacional.

Estes resultados mostram que quando o solo do souto se encontra muito húmido e coberto com espessa manta morta, há um incremento do tempo elementar inoperacional (de 8,7% do tempo total nos testes I, passou para 12,04% nos testes II), que pode prejudicar a capacidade de trabalho. Porém nos testes realizados, desse incremento não resultou perda de eficiência de campo que se manteve idêntica – 82%, facto que se deve à redução percentual do tempo elementar de viragem entre entrelinha e ao aumento percentual do tempo elementar de colheita.

As Figuras 9 e 10 mostram a distribuição percentual dos tempos elementares de trabalho nos testes I e nos testes II.

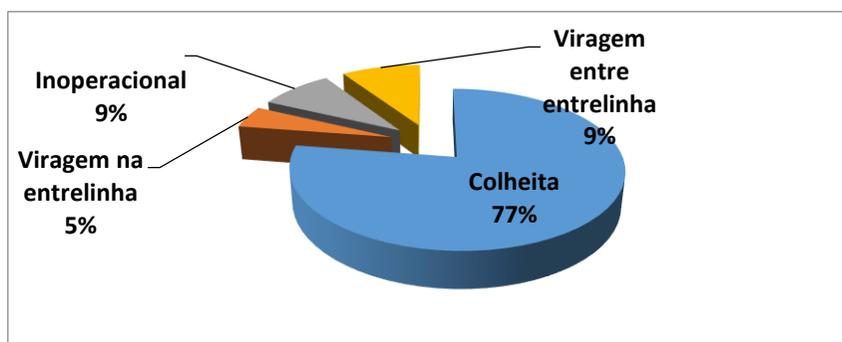


Figura 8 - Distribuição percentual dos tempos elementares de colheita nos testes I.

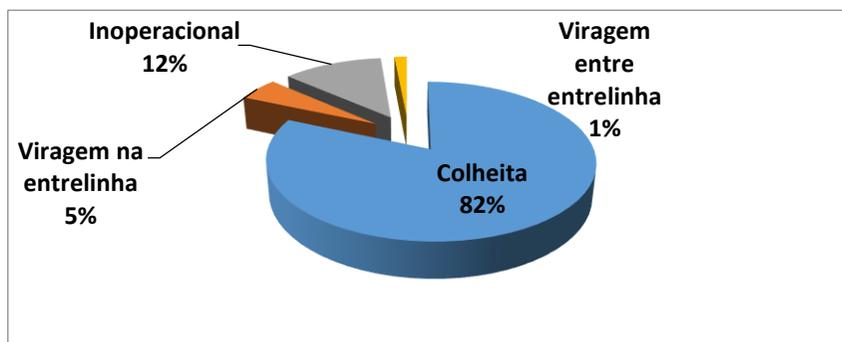


Figura 9 - Distribuição percentual dos tempos elementares de colheita nos testes II.

A quantidade de castanha colhida nos testes I foi de 700 kg (valor aproximado), de que resultam 627 kg/hora. A quantidade de castanha colhida nos testes II foi de 1150 kg (valor aproximado), de que resultam 558 kg/hora. Estes valores estão de acordo com referências consultadas (Monarca 2003 e 2005).

Na tabela 6 indicam-se os resultados obtidos nos testes e campo e a relação entre a produção colhida, o tempo de colheita e a capacidade de trabalho em ha/hora.

Tabela 7 - Equipamento automotriz: Testes I e II – área, castanha colhida, tempo de colheita e interrelações

	Área (ha)	Castanha colhida (kg)	Tempo de colheita (horas)	kg/ha	kg/hora	ha/hora
Testes I	0,43	700	1,12	1637,4	626,96	0,38
Testes II	0,61	1150	2,06	1901,46	558,25	0,30
Média				1769,43	592,61	0,34

Tendo sido necessário um operador para a colheita com este sistema, é expectável colher cerca de 593 kg/hora/pessoa.

Equipamento rebocado

Na tabela 7 indicam-se os resultados obtidos nos testes de campo e a relação entre a produção colhida, o tempo de colheita e a capacidade de trabalho em ha/hora.

Tabela 8 - Equipamento rebocado: área, castanha colhida, tempo de colheita e interrelações

	Área (ha)	Castanha colhida (kg)	Tempo de colheita (horas)	kg/ha	kg/hora	ha/hora
Local 1	0,22	528	1,17	2400	452,57	0,19
Local 2	0,56	1540	3,13	2750	492,54	0,18
Local 3	0,71	1408	2,42	1983,10	582,62	0,29
Média				2377,7	509,24	0,22

Tendo sido necessários cinco operadores para a colheita com este sistema, é expectável colher cerca de 100 kg/hora/pessoa.

Equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém

A capacidade de trabalho deste equipamento variou de 1000 a 1500 kg/hora. Os valores mais baixos quando a castanha era proveniente de soutos mais velhos e com mais detritos. Os valores mais elevados quando a castanha era proveniente de soutos mais recentes e com menor quantidade de detritos.

3.1.3.3 Avaliação de danos nos frutos colhidos mecanicamente

As Figuras 11 e Tabela 8 mostram os resultados de avaliação dos danos provocados na castanha com colhedor automotriz e quantifica inertes colhidos.

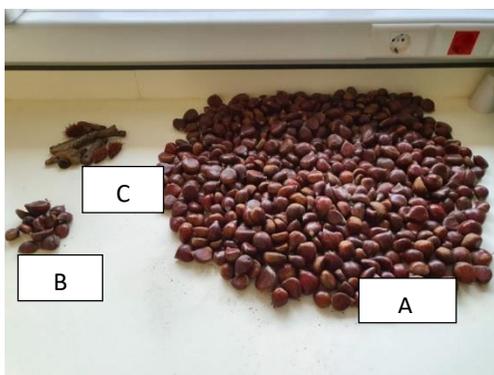


Figura 10 - Frutos em boas condições (A), frutos com danos (B) e inertes (C).

Tabela 9 - Avaliação de danos causados à castanha pela colheita mecânica por colhedor automatriz.

Castanha boa %	Castanha danificada %	Inertes %
97,1	1,00	1,9

Estes resultados mostram que há inertes colhidos com os frutos que os danificam, o que torna necessário uma segunda limpeza da produção colhida e uma seleção manual, antes da entrega à indústria.

Tabela 10 - Avaliação imediatamente após limpeza e desourçamento de castanha colhida em souto velho

Castanha boa %	Castanha danificada %	Inertes %
96,76	1,27	1,97

Tabela 11 - Avaliação imediatamente após limpeza e desourçamento de castanha colhida em souto limpo

Castanha boa %	Castanha danificada %	Inertes %
97,74	2,26	0,00

3.1.3.4 Custos associados à utilização do equipamento de colheita automatriz

Na Tabela 11 indicam-se os custos anuais, calculados com base nas premissas referidas em métodos.

Na Figura 12 está indicado o valor percentual dos itens considerados para a estimativa dos custos.

Tabela 12 - Custos anuais para o sistema de colheita considerado.

Custos anuais considerados	Valor dos custos/ano
Depreciação	€ 6,689
Reparações e manutenção	€ 350
Combustível	€ 2,437
Operador	€ 1,350
Total	€ 10,826

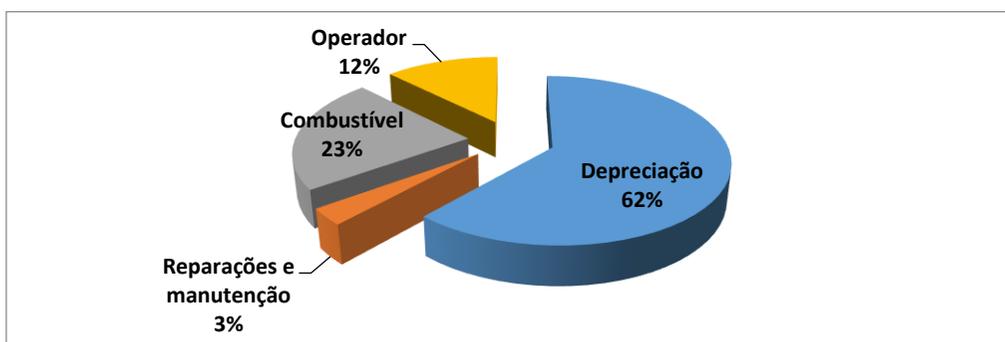


Figura 11 - Importância relativa dos itens considerados.

De acordo com estes resultados, o custo/kg da castanha colhida é de € 0,07 para os testes 1 e € 0,08 para os testes 2. O aumento do custo/kg nos testes 2 é consequência dos resultados da capacidade de trabalho. Apesar do menor desempenho na dupla colheita, este procedimento é necessário porque os frutos caem continuamente das árvores ao longo do período de amadurecimento.

A capacidade de trabalho esperada para a colheita manual é de 20 kg/hora a 30 kg/hora por pessoa (Monarca D. et al 2003; Monarca D. et al 2014a). Considerando um custo de 7 €/hora por operador, é razoável esperar um custo de € 0,24 a € 0,36/kg para colheita manual. De acordo com os resultados da colheita mecanizada apresentados, pode-se obter uma redução significativa de custos (Figura 13).

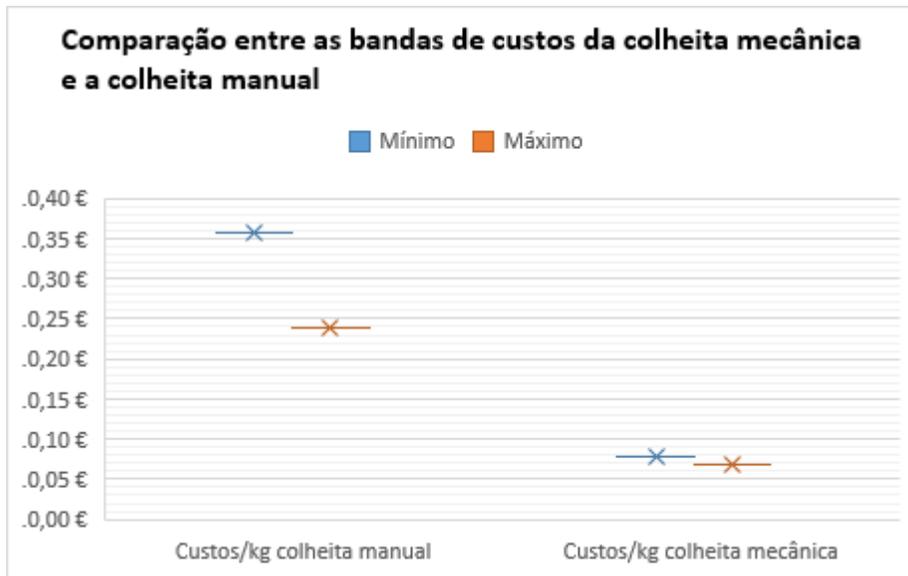


Figura 12 - Comparação de custos colheita manual vs colheita mecânica.

3.1.4. Conclusões

Os resultados obtidos nestes testes apontam para um notável aumento da capacidade de colheita com colhedor por vácuo, face á colheita manual. Com o colhedor automotriz é expectável colher 593 kg/hora/pessoa e com o colhedor rebocado é expectável colher 100 kg/hora/pessoa. Com a colheita manual é expectável colher 20 a 30 kg/hora/pessoa (Monarca *et al* 2003 e 2014a). Esta vantagem permite mais facilmente compatibilizar o tempo disponível com a área a colher. A redução do tempo necessário facilita a dupla colheita diminuindo o período de contacto do fruto com o solo húmido, com vantagem para o estado sanitário da castanha.

Será também uma solução para a escassez de mão-de-obra para esta operação.

Em condições de solo húmido e manta morta espessa há prejuízo do desempenho do equipamento. Nos testes de campo houve nessas condições uma redução da capacidade de trabalho, embora a eficiência de campo se tenha mantido.

Confirma-se a existência de inertes misturados com os frutos colhidos, alguns dos quais com danos provocados por esses inertes, o que pode reduzir o valor comercial da colheita. Para o evitar, recomenda-se uma segunda limpeza e separação manual dos frutos, antes da entrega à indústria.

A cobertura do solo do souto é um aspeto relevante para o trabalho eficaz dos sistemas de colheita. Os equipamentos colhem por dispositivos mecânicos ou por aspiração os frutos caídos sobre o solo. Para que este trabalho decorra nas melhores condições, reduzindo a recolha de terra e pedras misturadas com a castanha, o solo deve estar com um bom coberto vegetal e limpo de inertes e resíduos vegetais resultado de práticas agrícolas durante o ano. A colheita mecânica não é compatível com soutos lavrados.

A redução de custos proporcionada pela colheita mecanizada é considerável, em comparação com a colheita manual.

É possível concluir que com sistemas de colheita mecânica estudados é possível obter vantagens consideráveis:

É uma solução para a escassez de mão de obra para esta operação;

Redução significativa de custos;

Melhoria do estado sanitário da castanha.

A gestão do solo é um aspeto relevante para esta operação. Para uma eficiente colheita o solo deve ter uma boa cobertura vegetal, estar limpo de inertes e resíduos resultantes de anteriores práticas agrícolas.

A colheita mecânica não é compatível com os soutos mobilizados.

3.1.5. Referências

Edward, W. (2015) *Estimating Farm Machinery Costs*, Iowa University Extension and Outreach File A3-29 PM 710 <https://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/pdf/a3-29.pdf> Accessed May 17, 2021.

Fidalgo, J. Boto (coordenador); Díez, Javier; Gabella, Victor; Santamarta, Pablo; Ordóñez, David (2006) *La mecanización agraria, principios y aplicaciones*, 2ª edição, Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.

Guyer, D.E.; De Kleine; M.E. and Perry; R.L. (2012). *New approaches in cherry and chestnut harvest systems*. Acta Hortic. 965, 189-194 DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.965.25 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.965.25>

Hunt, Donnel (1983) *Farm Power and Machinery Management*. 8th edition, Iowa State University Press, Ames.

Monarca, D.; Cecchini, M.; Antonelli, D. (2003). *The influence of mechanical harvesting on the quality of chestnuts: experiences in the monti cimini area*. Acta Hortic. 599, 611-616 DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.599.79 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.599.79>

Monarca, D.; Cecchini, M.; Antonelli, D; Mordacchini Alfani, M.L.; Salcini, M.C.; Massantini, R. (2005). *Mechanical harvesting and quality of 'marroni' chestnut*. Acta Hortic. 682, 1193-1198 DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.682.158 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.158>

Monarca, D.; Cecchini, M.; Colantoni, A.; Menghini, G.; Moscetti, R.; Massantini, R. (2014a). *The evolution of the chestnut harvesting technique*. Acta Hortic. 1043, 219-225 V DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1043.29 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1043.29>

Monarca, D.; Moscetti, R.; Carletti, L.; Cecchini, M.; Colantoni, A.; Stella, E.; Menghini, C.; Speranza, S.; Massantini, R.; Contini, M.; Manzo, A. (2014b). *Quality maintenance and storability of chestnuts manually and mechanically harvested*. Acta Hortic. 1043, 145-152 DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1043.19 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1043.19>

Ortiz-Cañavate, Jaime; Ramos J.; Sierra, J. Martos, J.; Altisent, Margarita; Ubierna, Constantino. (2003) *Las maquinas agricolas y su aplicación*, Mundi-Prensa, 6ª edición, Madrid, ISBN: 84-8476-117-7

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

Gabriel Hilário, José Gomes-Laranjo

Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

CITAB- Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Vila real.

3.2.1. Ensaio colheita mecânica na DOP Castanha da Padrela

A Aguiarfloresta adquiriu uma máquina de apanha de castanha marca Chianchia, modelo EU 2000. A máquina funciona nos 3 pontos do trator, sendo movida pela tomada de força. Tem um tubo de aspiração de 10 m, com 10 cm de diâmetro (Figura 1).

No dia 4 novembro 2020 foram feitos testes de velocidade de colheita de castanha. O ensaio decorreu num souto com mais de 50 anos. As árvores estavam enxertadas com a variedade Longal, denotando as castanhas um aspeto algo desidratado. Este facto levou a que a máquina tivesse de ser ajustada para poder trabalhar adequadamente com castanhas mais leves que o habitual. O solo apresentava alguma pedra miúda, pois apesar de não ser mobilizado, era ainda a primeira vez que era usada uma máquina de apanha mecânica (Figura 1).



Figura 1 - Máquina de apanha de castanha acoplada aos três pontos do trator (esquerda) e lote de castanhas colhidas (direita).

A castanha solta ou em ouriços foi “encordoada” previamente com a ajuda de um soprador para melhorar a eficácia do funcionamento da máquina (Figura 2). Nestas condições foi possível ter-se uma progressão de cerca de 83 m/hora (cerca de 5000 m²

de souto/8 horas de trabalho) quando os cordões de ouriços e castanhas estão menos carregados e de 52 m/hora para cordões com mais castanha. A máquina revelou alguma deficiência na limpeza da castanha, pelo que obriga a ter uma pessoa em permanência no local de saída da castanha limpa da máquina a fim de retirar alguma pedra pequena que foi aspirada e não separada pela máquina (Figura 3).



Figura 2 – Máquina em funcionamento.



Figura 3 - Aspeto das castanhas à saída da máquina, notando-se a presença de pedras de tamanho semelhante às castanhas.

Deste ensaio foram colhidas amostras de castanhas provenientes da apanha mecânica e de apanha manual para realização de análises complementares em laboratório. Em relação à alteração de brilho observou-se a partir dos 30 dias após a colheita o aparecimento de diferenças entre os dois processos, ocorrendo um aumento do escurecimento nas castanhas provenientes da apanha mecânica (Figura 4). De igual forma também foi observada alteração na cor da castanha a partir dos 30 dias após a

colheita (Figura 5), sendo que a castanha da apanha manual permaneceu com tons de epiderme mais acastanhados e amarelados que a da apanha mecânica.

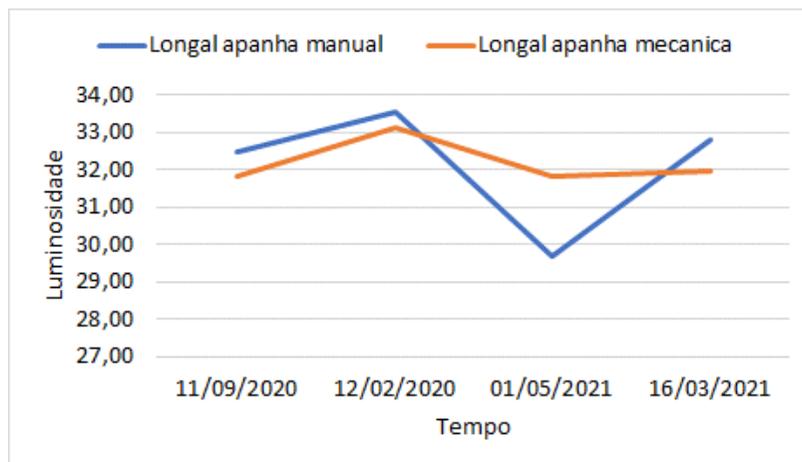


Figura 4 - Variação da luminosidade da epiderme da castanha var. Longal, entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

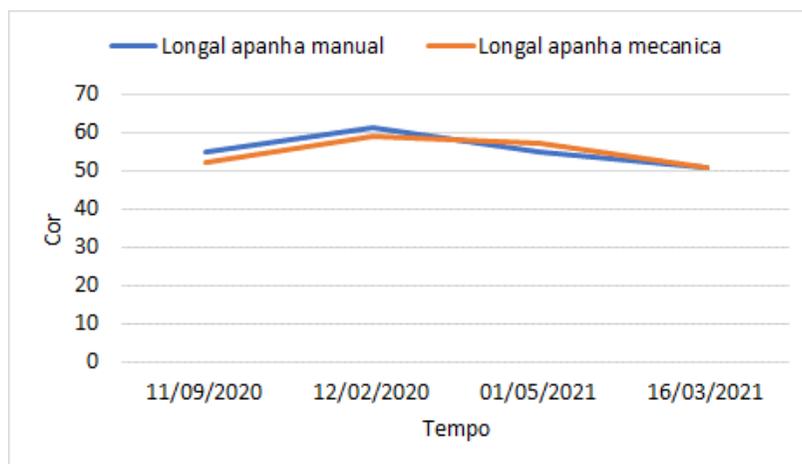


Figura 5 - Análise da variação da cor da epiderme da castanha var. Longal (cor apanha manual vs apanha mecânica) entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

Foi igualmente avaliada evolução do grau de dureza da semente da castanha (castanha descascada), não tendo sido notadas diferentes entre os dois lotes ao fim de 13 dias (Figura 6). Também foi avaliada a perda de água (Figura 7).

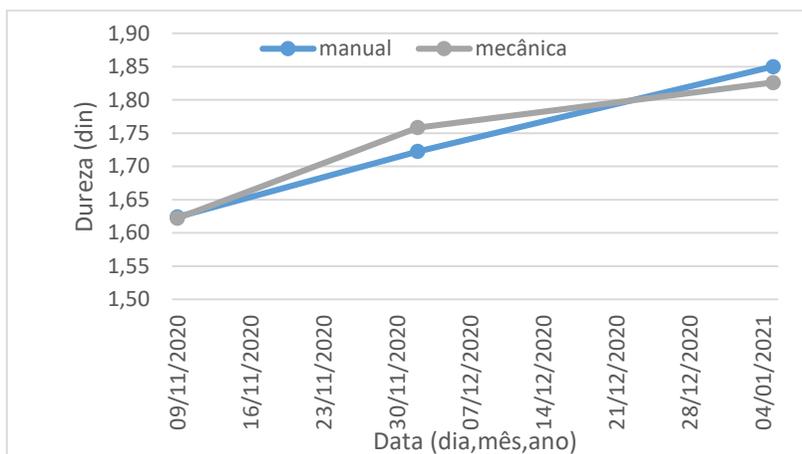


Figura 6 - Variação do grau de dureza da castanha descascada, var. Longal, proveniente da colheita manual e mecânica.

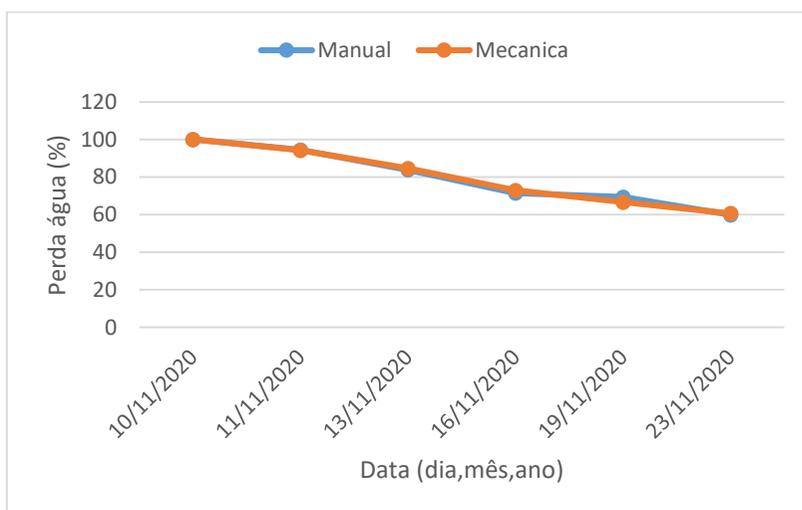


Figura 7 - Variação da perda de água em castanhas var. Longal, provenientes da colheita manual e colheita mecânica entre 10/11/2020 e 23/11/2020.

3.2.2. Ensaio colheita mecânica DOP Castanha dos Soutos da Lapa

A Coopanela adquiriu a máquina de apanha da castanha Monchiero 495.

No dia 23 outubro 2020, decorreu uma demonstração do funcionamento da máquina de apanha de castanha em Penela da Beira. A demonstração decorreu num souto com cerca de 40 anos, da variedade Martáinha (Figura 8). De notar que, conforme a Figura 8, o lote de castanha saído da máquina estava limpo de pedras.



Figura 8 - Máquina de apanha de castanha rebocada por trator e alimentada pela tomada de força do trator (esquerda) e lote de castanhas colhidas (direita).

Foram colhidas amostras de castanha de colheita manual e colheita mecânica para realização de análises em laboratório de forma a monitorizar a evolução dos dois lotes de castanha. Os resultados preliminares obtidos sobre a variação da cor sugerem uma perda de brilho nos primeiros 30 dias mais acentuada nas castanhas da apanha mecânica que na apanha manual (Figura 9). As castanhas da apanha manual permaneceram com tons de epiderme mais acastanhados e amarelados que a da apanha mecânica, aspetos que estão na base da alteração de cor observada entre os dois lotes de castanha (Figura 10).

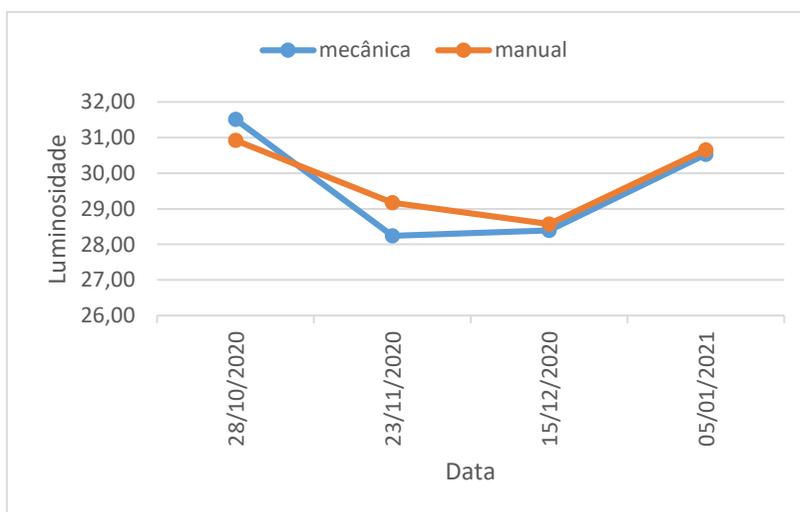


Figura 9 - Variação da luminosidade da epiderme da castanha var. Martaínha, entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

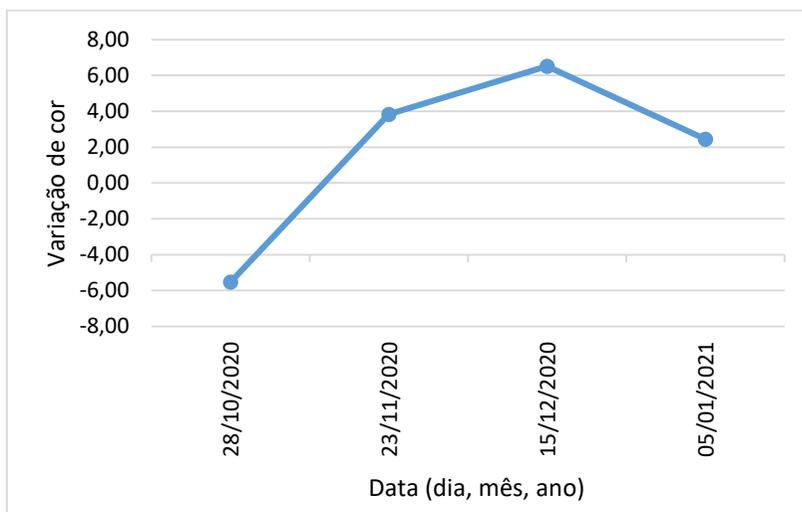


Figura 10 2- Análise da variação da cor da epiderme da castanha var. Martaínha (cor apanha manual vs apanha mecânica) entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

Em relação à dureza da castanha (sem casca) não se observaram diferenças entre os dois lotes (Figura 11).

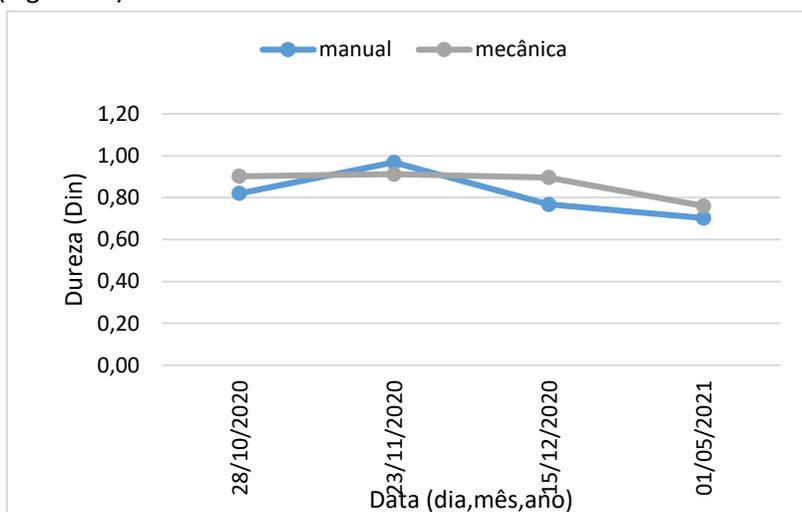


Figura 11 - Variação do grau de dureza da castanha descascada, var. Martaínha, proveniente da colheita manual e mecânica.

Outro parâmetro avaliado foi a perda de água das castanhas. Para o efeito, mantiveram-se as castanhas à temperatura ambiente no laboratório, não tendo sido encontradas diferenças entre os dois lotes (Figura 12) ao fim de 12 dias.

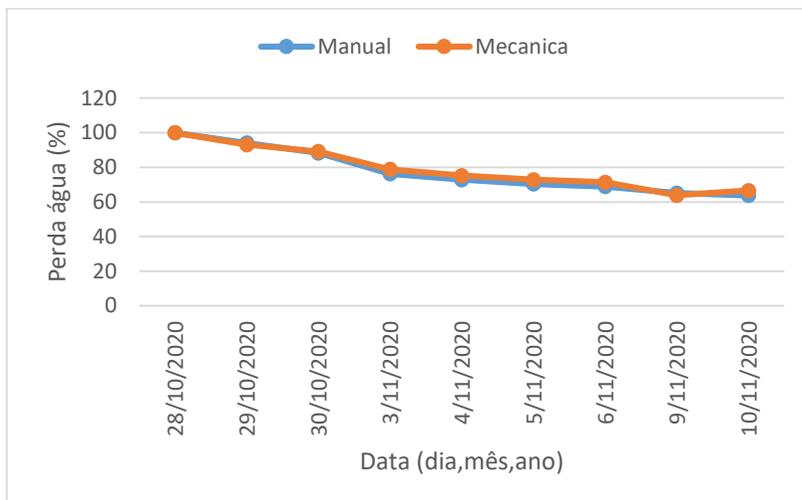


Figura 12 - Variação da perda de água em castanhas da var. Martainha provenientes da colheita manual e colheita mecânica entre 10/11/2020 e 23/11/2020.

4. Controlo de bichado no pós-colheita. Resultados preliminares da utilização de protótipo

Adriano Carvalho

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto.

Utilizando um sistema piloto de Alta Frequência instalado em laboratório será otimizado o tempo de exposição e de tensão a aplicar a cada lote de castanhas calibradas das variedades: Longal, Judia, Côta, Boaventura e Martáinha.

O fornecimento de castanha fresca para experimentação do protótipo de desinfestação que se encontra na Universidade do Porto foi assegurado pela Sortegel

O protótipo de desinfestação assenta na aplicação de alta frequência (zona de 1MHz), e alta tensão (aproximadamente 1000V) a uma câmara onde são inseridas as castanhas. Atendendo às necessidades e especificações impostas nesta aplicação, foi escolhida a topologia *cascaded H bridge* para o conversor, usando na implementação semicondutores da tecnologia Nitreto de Gálio (GaN). Esta tecnologia de semicondutores foi escolhida pelo facto de ser a mais indicada para aplicações onde são necessários baixos tempos de comutação.

O primeiro protótipo desenvolvido (indicado na Figura 1) não permitiu tirar grandes conclusões da sua aplicação, pois os problemas inerentes à comutação dos semicondutores foram uma constante. À medida que se aumentava a tensão e frequência do conversor, as formas de onda aplicadas à câmara ficavam cada vez mais distorcidas.



Figura 1 - Placa de circuito impresso da ponte H e controlador (esquerda) e Bobine de ressonância (direita).

Após alguns ensaios a este primeiro protótipo, verificou-se que os problemas inerentes à comutação eram causados pelas impedâncias parasitas, presentes nas ligações. Uma vez identificado a fonte causadora dos problemas, a equipa da FEUP avançou com a simulação do sistema para compreender quais os parasitas que causavam maior problema. Para além da análise do conversor em si, esta simulação tem grande importância, pois pretendia-se reduzir o efeito destes parasitas numa futura versão do sistema.

O circuito da Figura 2 representa o modelo simplificado do conversor e da câmara de desinfecção. Com base nas folhas características dos componentes, foi possível estimar os valores das indutâncias parasitas dos Mosfets (L_d e L_s), bem como utilizar o modelo elétrico completo dos condensadores de comutação (C_{sw}).

Por se tratar de uma aplicação de alta frequência, as distâncias entre os Mosfets e as restantes ligações (cabos) são críticas, pelo que também foram tidas em consideração. Para a câmara e bobine de ressonância, repetiu-se a mesma abordagem.

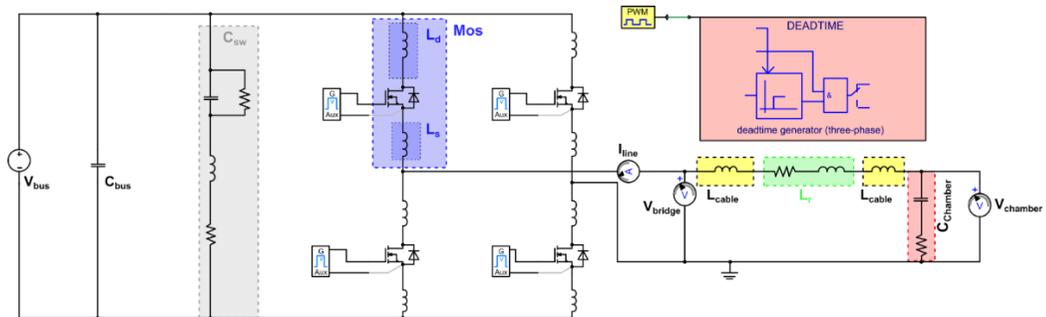


Figura 2 – Modelo simplificado do conversor e câmara de desinfecção

Usando o *software Simpler* da ANSYS, foi possível simular o circuito da Figura 2 e, por conseguinte, verificar as formas de onda de tensão na ponte (V_{bridge}) e na câmara ($V_{chamber}$). Este resultado é apresentado na Figura 3. Uma vez que os *Mosfets* GaN apenas suportam uma tensão máxima de 600V (tensão V_{DS}), o *overshoot* de tensão à saída da ponte é crítico e deve ser mantido o mais baixo possível para se conseguir um maior rendimento.

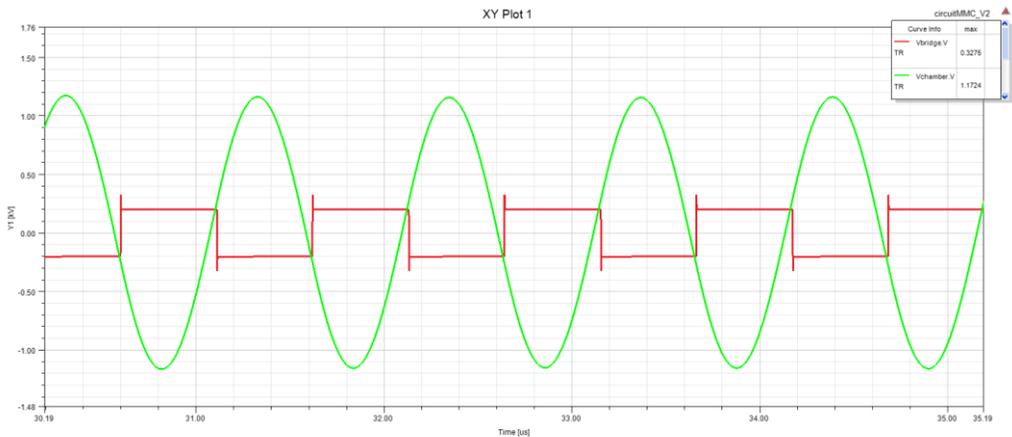


Figura3 – Formas de onda da tensão na ponte (vermelho) e na câmara de desinfecção (verde)

Na Figura 4 está representada a corrente na linha (I_{line}) e a tensão aplicada na câmara de desinfecção. Apesar de estarem aplicados 1 kV_{pico} à câmara, a corrente que a ponte fornece é inferior a 1 A_{pico} , o que nos permite trabalhar numa gama de corrente segura para o *Mosfet*.

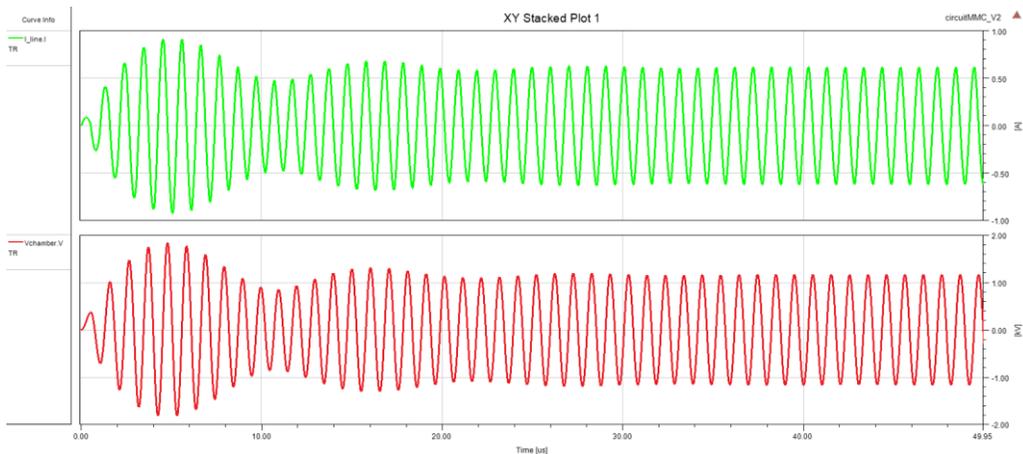


Figura 4 – Formas de onda da corrente na linha (verde) e tensão na câmara de desinfecção (vermelho)

Dados os problemas acima mencionados, foi necessário redesenhar um novo esquema para a ponte H e construir uma nova indutância tal como se pode visualizar na Figura 5. Este novo desenho da ponte H, mais compacto, resulta da minimização dos caminhos nas ligações. Além disso, o novo formato (*package*) dos semicondutores, permite também melhorar a transferência de calor dos *Mosfet*, pois permitem o contacto direto com um dissipador.

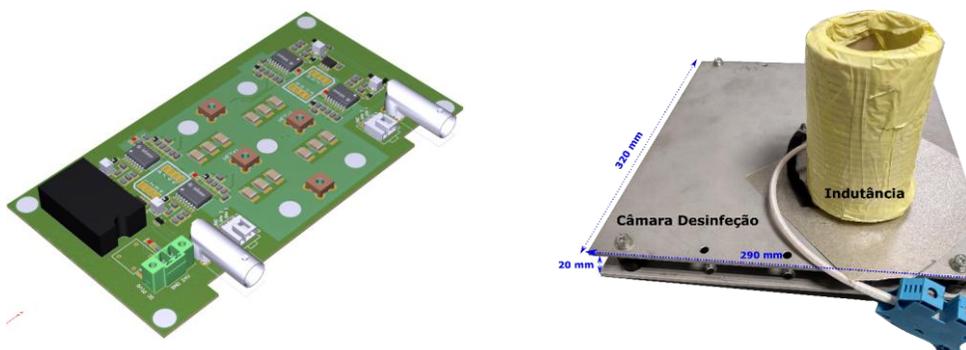


Figura 5- Nova placa de circuito impresso da ponte H (esquerda) e Sistema: Indutância e câmara de desinfecção (direita).

Este conjunto, bobina e condensador em série são responsáveis por impor uma tensão sinusoidal aos terminais da câmara (condensador), sendo que o ajuste da frequência de ressonância é feito pelo controlador. Na Figura 6 podemos ver o sistema de ensaio laboratorial completo.

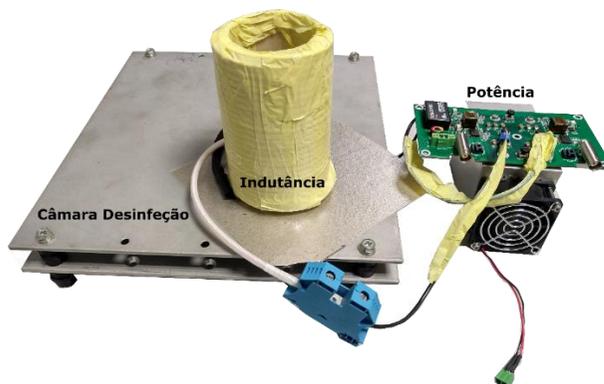


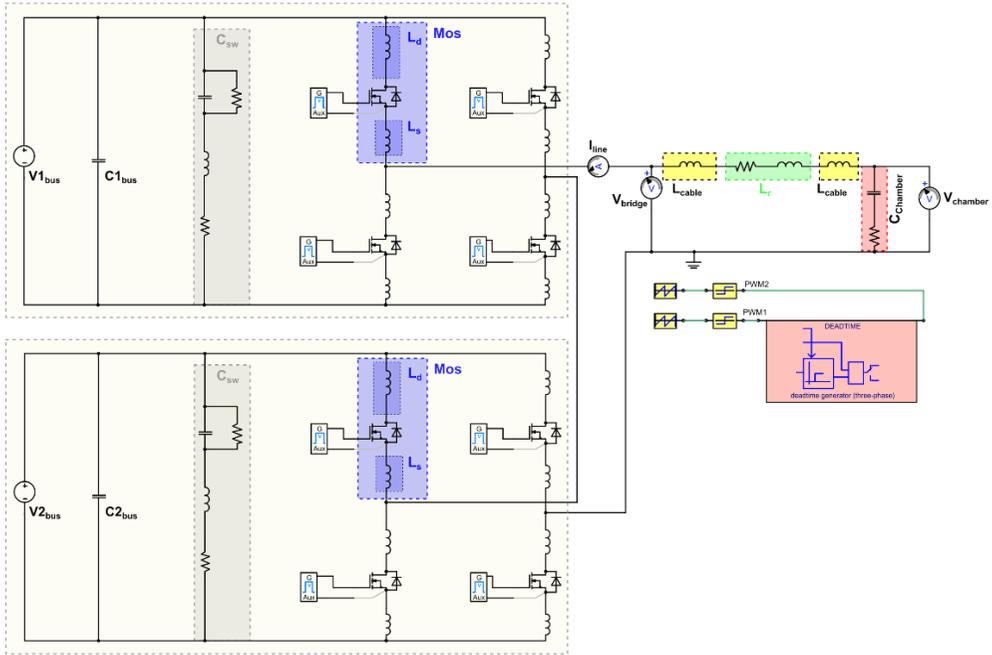
Figura 6 – Interligação do sistema: câmara desinfecção, indutância e Potência.

Por questões de segurança não foi possível elevar os níveis de tensão aplicados à câmara de desinfestação. O protótipo construído apresenta as placas muito juntas e sem isolamento, quer entre elas, quer para o potencial 0V (terra), o que faz elevar o risco de descarga, que aumenta de forma proporcional com o aumento da tensão na câmara. A máxima tensão e frequência a que o bicho da castanha esteve submetido foram de 1 kV e 1 MHz respetivamente, mas após alguns minutos de exposição, verificou-se que este não sofreu qualquer dano e a sua temperatura manteve-se inalterada.

Perante este cenário, equacionou-se subir a tensão aplicada à câmara usando uma topologia de MMC (*Modular Multi-level converters*) representada na Figura 7. Como se

pode ver nas Figura 8 e Figura 9, com o mesmo *setup* consegue-se duplicar a tensão na câmara ($V_{Chamber} \cong 3430 V$).

Ponte 1



Ponte 2

Figura 7 – Topologia MMC: simulação.

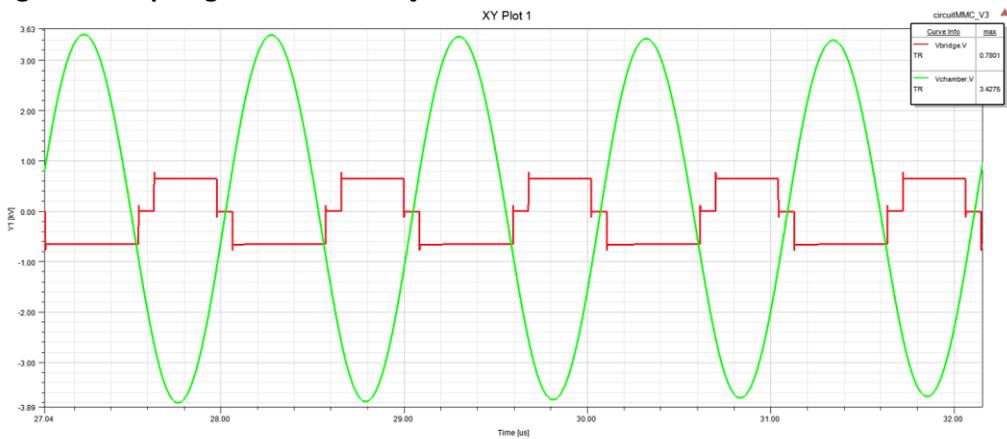


Figura 8 3– Formas de onda da tensão à saída do MMC (vermelho) e na câmara de desinfeção (verde)

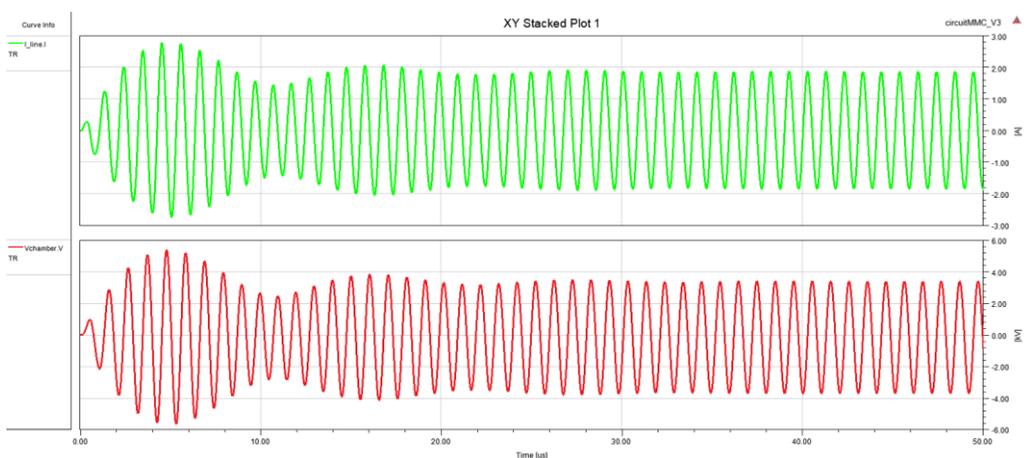


Figura 9 – Formas de onda da corrente na linha (verde) e tensão na câmara de desinfecção (vermelho)

Por questões de segurança, não foi possível testar os níveis de tensão aplicados à câmara de desinfestação usando esta topologia MMC. O protótipo construído apresenta as placas muito juntas e sem isolamento, quer entre elas, quer para o potencial 0V (terra) o que faz elevar o risco de descarga elétrica. Este problema potencia o risco de dano no protótipo caso não seja devidamente isolado. Por outro lado, também pode apresentar um perigo de segurança para o operador do mesmo.

Perante este cenário, foram feitos alguns ensaios preliminares usando um micro-ondas convencional de 700W de potência, sendo que a disposição das castanhas foi equivalente à da Figura 10, onde a castanha bichada (castanha de controlo) é a indicado a vermelho.

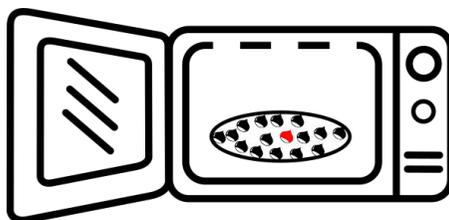


Figura 10 – Ensaio com múltiplas castanhas usando micro-ondas

A uma temperatura ambiente de 20 °C, foi-se testando vários grupos de castanhas (indicados a cor diferente na Tabela 1) monitorizando a temperatura quer da castanha com lagarta, quer das castanhas na periferia do prato. Os resultados recolhidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaio de micro-ondas convencional a diferentes potências em castanhas com bicho

Teste	Potência (%)	Tempo (s)	Nº Castanhas	T _{castanha} (°C)	T _{castanha periferia} (°C)	Repetitividade	Lagarta
#1	30	5	1	30	-	-	OK
#2	30	5	1	37	-	1x	OK
#3	30	5	1	47	-	2x	KO
#4	30	5	20	20	-	-	OK
#5	30	10	20	38	26	-	OK
#6	50	5	20	35	-	2x	OK
#7	50	10	20	48	26	3x	KO
#8	50	10	20	27	25	-	OK
#9	50	10	20	43	35	2x	KO

Dos dados recolhidos destes testes pode-se verificar que a eficácia do sistema de desinfeção, considerando o micro-ondas, está relacionada com a temperatura atingida na castanha de controlo. Verificou-se a morte da lagarta, assim que a castanha atingia uma temperatura igual a 40 °C. Essa temperatura, para além do número de castanhas presentes no prato, é altamente influenciada pelo valor de potência aplicado conjugado com o tempo de exposição. Visto que os dados foram recolhidos num sistema sem qualquer controlo e sem monitorização regular das variáveis do sistema, é expectável que os valores de temperatura final de cada grupo de castanhas seja díspar, comparado com o anterior.

Posteriormente fez-se um novo ensaio para avaliar apenas a temperatura das castanhas dentro do micro-ondas, mas desta feita sem castanhas bichadas. Utilizando o mesmo micro-ondas e uma temperatura ambiente 16 °C, conseguiu-se obter os valores de temperatura da castanha apresentados na Tabela 2. É de referir que o tempo entre ensaios foi de um mês.

Tabela 2 – Ensaio de micro-ondas convencional a diferentes potências em castanhas sem bicho

Teste	Potencia (%)	Tempo (s)	Nº Castanhas	T _{castanha} (°C)	T _{castanha periferia} (°C)
#1	30	10	32	28	26
#2	50	10	32	25	24
#3	50	10	15	62	41
#4	50	20	32	37	30
#5	80	15	32	46	32
#6	100	20	50	36	34
#7	100	30	50	73	42

5. Controlo das podridões da castanha

Paula Rodrigues^{1,2}, Ana Gomes³, José Gomes Laranjo^{3,4} e Ana Sampaio^{3,4}

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

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

³Centro de Investigação e Tecnologia de Ciências Agroambientais e Biológicas (CITAB-UTAD), Vila Real, Portugal

⁴Laboratório Associado Instituto para a Inovação, Capacitação e Sustentabilidade da Produção Agro-alimentar (Inov4Agro), UTAD, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal

A maioria da castanha portuguesa tem como destino o mercado nacional e internacional do fresco. Em termos médios, a castanha chega aos operadores com cerca de 15 a 30% de castanha bichada, dependendo das condições climáticas do ano e do maneio do souto. Esta perda pode representar cerca de 10 000 t de castanha (cerca de 15 M €), no total de cerca de 30 000 t processadas, que terão de ser desviadas de imediato para refugo. Esta elevada percentagem, além de causar prejuízos significativos, levanta sérios problemas no processamento da castanha visando a sua colocação no mercado. A recente proibição da utilização na Europa do brometo de metilo para a desinfestação da castanha, veio criar novas dificuldades aos operadores, que ainda não estão completamente solucionadas. O método atualmente mais usado é a imersão de castanha em água quente (choque térmico). Este processo tem criado dificuldades de conservação da castanha nos processos de exportação de longo curso. Outras soluções foram já tentadas com algum sucesso quanto ao efetivo controlo da praga, como a irradiação e a pressurização. Contudo apresentam limitações à sua execução quanto aos custos envolvidos e à capacidade de processamento de grandes quantidades de castanha. Assim, outras possibilidades deverão ser consideradas.

As unidades de processamento debatem-se ainda com o aparecimento muito frequente de podridões nas castanhas, provocadas por diversos fungos (*Penicillium* sp., agentes causadores da podridão verde; *Ciboria batschiana* (syn. *Sclerotinia pseudotuberosa*), agente causador da podridão negra; *Gnomoniopsis* sp. e *Phoma endogena*, agentes causadores da podridão castanha, ou mumificação) que podem levar à destruição completa do lote de castanha. Este problema é um óbice ao prolongamento no tempo da oferta de castanha de qualidade, conforme as necessidades do mercado exigem atualmente.

5.1. Comunidade fúngica associada a castanhas portuguesas: cultivar, tipo de processamento e período de conservação como fatores de diversidade

5.1.1. Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram: i) determinar a incidência, abundância e diversidade de fungos em castanhas de três cultivares de *Castanea sativa* do nordeste de Portugal (Longal, Judia e Martáinha); e ii) identificar as fases de processamento e o tempo de armazenamento onde os fungos e podridões são mais significativos.

5.1.2. Materiais e métodos

O estudo foi desenvolvido usando castanhas de Trás-os-Montes recebidas, processadas e armazenadas na empresa Sortegel, durante a campanha 2018/2019. As amostras (33) foram recolhidas em várias fases do processamento e armazenamento, de três cultivares, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos pontos de amostragem de castanhas para avaliação de fungos e podridões.

Código	Fase de processamento	Tempo de Armazenamento (dias)	Cultivares (Réplicas)
P2	Esterilizadas por banho térmico (45 °C, 30 min)	0	Judia (3)
			Longal (2)
P3	Esterilizadas por banho térmico (45 °C, 30 min) e armazenadas	15	Judia (1)
P6	Imediatamente após receção, sem esterilização	0	Judia (3)
			Longal (3) Martáinha (2)
P7	Armazenadas sem esterilização	15	Judia (3)
			Longal (1) Martáinha (1)
P8	Armazenadas sem esterilização	30	Judia (1)
			Longal (3) Martáinha (1)
P9	Armazenadas sem esterilização	45	Judia (2)
P10	Esterilizadas por banho térmico (45 °C, 30 min), rejeitadas após seleção	0	Judia (3)
			Longal (4)

De cada amostra foram avaliados e registados os seguintes parâmetros (em 50 castanhas/amostra): aspeto exterior (defeitos, infestação, fungos) (Figura 1); aspeto interior (Figura 2); número de frutos com podridão interna (incidência); área interna da castanha com podridão (severidade); e tipo de podridão (Rodrigues *et al.*, 2022).



Figura 1 - Método de avaliação externa das castanhas (Driss, 2019).



Figura 2 - Avaliação interna das podridões (Driss, 2019).

A incidência foi calculada como a razão (percentual) entre o número de castanhas infetadas e o número total de castanhas testadas. Os níveis de severidade foram definidos na seguinte escala: L0: sem infeção; L1: 1 a 25% de infeção; L2: 26 a 50% de infeção; L3: 51 a 75% de infeção; L4: 76 a 100% de infeção (Donis-González *et al.*, 2016; Rodrigues *et al.*, 2022). Os níveis de severidade da infeção (obtidos por observação qualitativa) foram transformados num índice que representa a distribuição de frequências obtida em cada unidade experimental, de modo a associá-la a uma resposta quantitativa. Em escalas com três ou mais classes, como no caso deste estudo, a resposta quantitativa foi obtida pela média ponderada das classes, usando o índice proposto por McKinney (1923):

$$I = \sum_{k=1}^K \frac{F_k \cdot x_k}{n \cdot x_K}$$

Para cada amostra, foram selecionadas 10 castanhas com podridão visível. Destas castanhas foram cortados 5 explantes de dimensão semelhante (aproximadamente 0,5 cm de lado) e semeados em placa de Petri contendo 15 mL de meio de cultura *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Figura 3). Após incubação a 25 °C durante 7 dias, os fungos foram isolados e posteriormente identificados por métodos morfológicos e moleculares, através da sequenciação da região ITS (Rodrigues *et al.*, 2022).

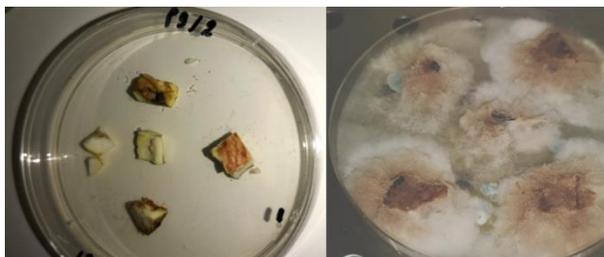


Figura 3 - Sementeira em meio de cultura de explantes de castanhas com podridão, após incubação a 25 °C durante 7 dias.

5.1.3. Resultados e discussão

Inspeção exterior e interior das castanhas

Conforme apresentado na Figura 4, a cultivar Longal foi a que apresentou a percentagem de danos exteriores mais elevada, independentemente da fase de processamento. Foram observadas diferenças significativas entre as cultivares Longal e Judia ($p < 0.05$).

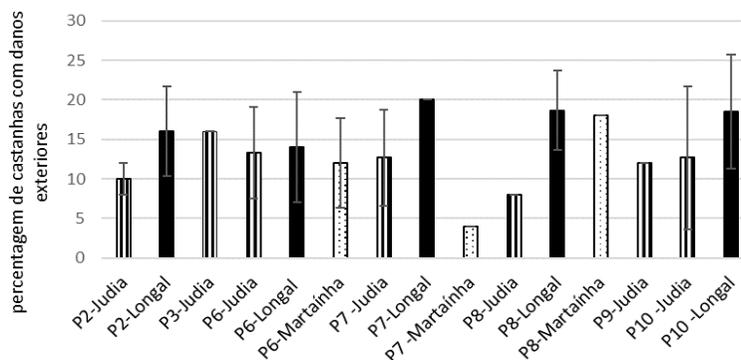


Figura 4 - Percentagem de castanhas danificadas nas diferentes fases de processamento e armazenamento, para as cultivares Longal, Judia e Martainha.

A percentagem de infestação média mais elevada foi registada na cultivar Longal, exceto na fase P10 (rejeitadas), onde a cultivar Judia mostrou maior taxa de infestação (Figura 5). Por outro lado, as amostras recolhidas nos pontos de amostragem P2 e P3 (esterilizadas, com 0 e 15 dias de armazenamento, respetivamente) apresentaram a mais baixa incidência de infestação. O tempo de armazenamento nas castanhas não esterilizadas (P6 a P9) mostrou ter um impacto negativo sobre a incidência de infestação, uma vez que se verificou um aumento ao longo do período de armazenamento.

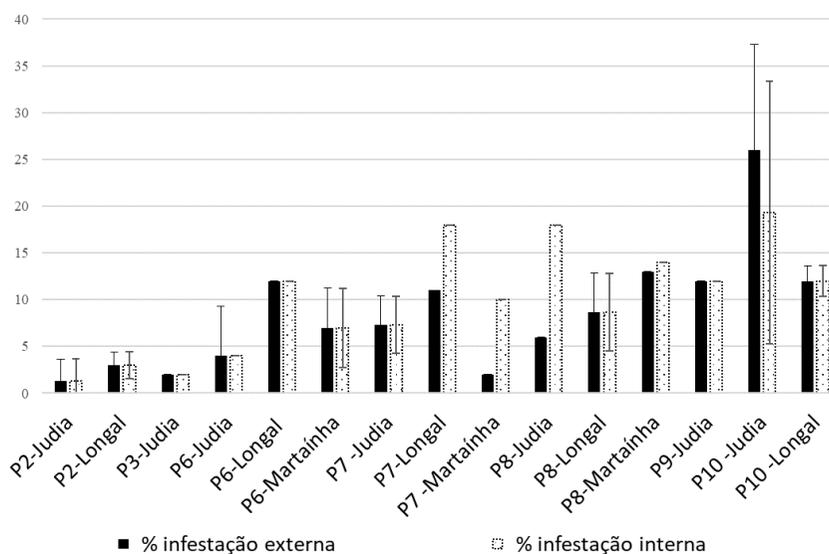


Figura 5 - Percentagem de castanhas com infestação externa e interna nas diferentes fases de processamento e armazenamento, para as cultivares Longal, Judia e Martainha.

Relativamente ao nível de podridão fúngica interna, calculado através do índice de McKinney (Figura 6), as amostras sem esterilização apresentaram genericamente níveis de infeção mais elevados. Das três cultivares, a Longal apresentou o maior índice de severidade de podridões internas (maior índice de McKinney), mostrando ser a mais sensível à infeção e desenvolvimento de fungos. Esta cultivar possui conteúdo proteico e lipídico mais elevados do que as restantes (Costa *et al.*, 2008; Vasconcelos *et al.*, 2009), assim como menor conteúdo em fenóis totais, ácido elágico e ácido gálico (Vasconcelos *et al.*, 2009). Os fenóis em geral, e os ácidos elágico e gálico em particular, têm um papel central na defesa das plantas contra a infeção fúngica através da ativação de respostas antioxidativas ou inibição da produção de ergosterol (El-Nagar *et al.*, 2020; El-Shahir *et al.*, 2022).

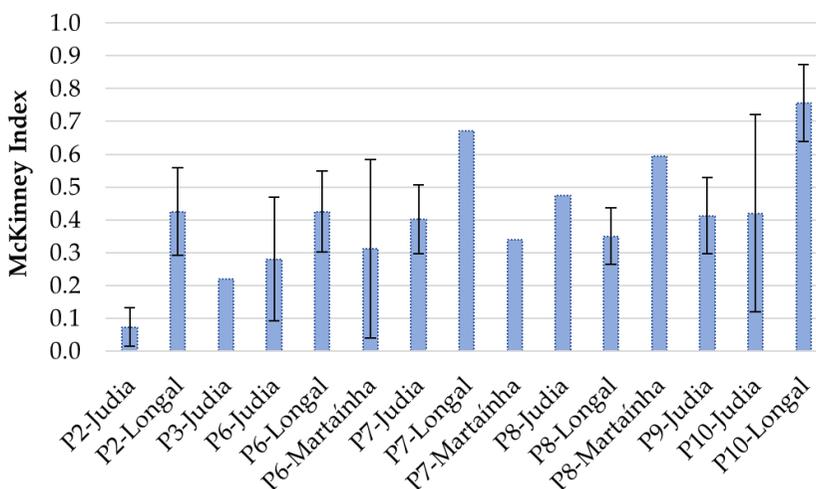


Figura 6 - Índice de severidade (índice de McKinney) das podridões internas das castanhas nas diferentes fases de processamento e armazenamento, para as cultivares Longal, Judia e Martainha.

O nível de podridão teve uma correlação positiva e significativa com os restantes parâmetros avaliados, nomeadamente nível de danos externos ($r = 0.579$, $p = 0.000$), sinais externos e internos de infestação ($r = 0.647$, $p = 0.000$ e $r = 0.593$, $p = 0.000$, respetivamente) e com o nível externo de contaminação fúngica ($r = 0.585$, $p = 0.000$).

A infeção fúngica interna e a podridão do endosperma não são dependentes apenas da existência de danos na casca ou de feridas de oviposição, uma vez que alguns fungos responsáveis pelo apodrecimento do endosperma são considerados endófitos. No entanto, as feridas e danos aumentam essa podridão, uma vez que servem de porta de entrada para fungos externos (Overy *et al.*, 2003).

Diversidade e incidência de fungos

No total das amostras, foram isolados 557 fungos filamentosos, dos quais foram identificados 78 por métodos morfológicos e moleculares. Foram identificadas 37 espécies diferentes, pertencentes aos seguintes géneros: *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Botryotinia*, *Botrytis*, *Ciboria*, *Cladosporium*, *Coleophoma*, *Coniella*, *Curvibasidium*, *Cytospora*, *Didymella*, *Fusarium*, *Gnomoniopsis*, *Lanzia*, *Mollisia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Peniophora*, *Phacidium*, *Pilidium*, *Sporothrix*, *Stromatina* e *Trichoderma*. A Figura 7 mostra a incidência das espécies identificadas, por fase de processamento. Destacamos *Mucor racemosus* pela sua elevada incidência, e os fungos *Penicillium* spp. (agentes causais das podridões verdes/azuis), *Botrytis cinerea* (podridão cinzenta) e *Ciboria batschiana* (podridão negra), pelo seu papel relevante como agentes causais de

podridões que conduzem a elevadas perdas durante o armazenamento. De especial relevância é a espécie *Gnomoniopsis smithogilvyi*, detetado neste estudo pela primeira vez em Portugal em castanhas armazenadas, com incidência média de 10%. Este fungo é o agente causal da podridão castanha, que se revelou na última década um dos principais fatores de perdas e castanha por podridão em toda a Europa, nomeadamente em Itália (Visentin *et al.*, 2012; Maresi *et al.*, 2013) e na Suíça (Dennert *et al.*, 2015), mas também na Austrália (Smith e Ogilvy, 2008; Gentile *et al.*, 2010; Shuttleworth *et al.*, 2013).

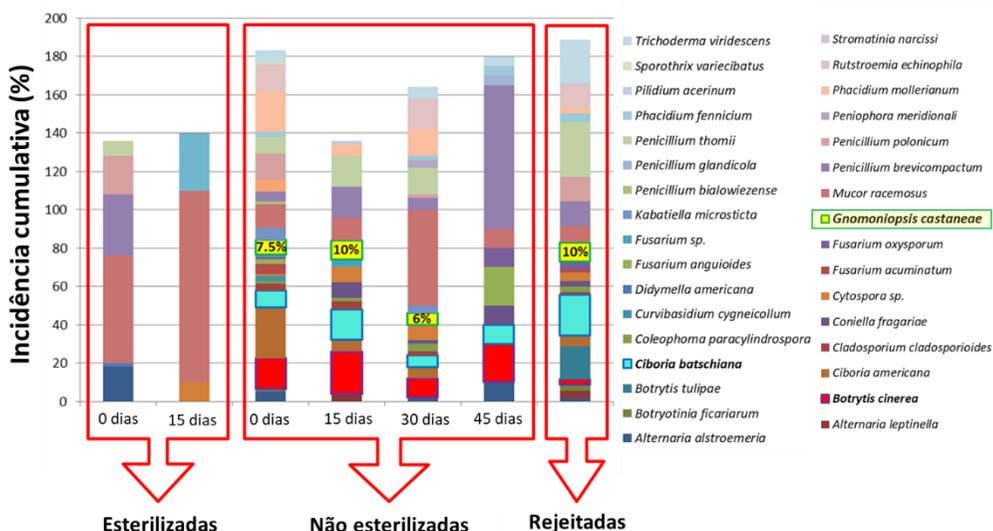


Figura 7 - Incidência média de fungos isolados de castanhas, por fase de processamento.

5.1.4. Conclusões

Na indústria, o armazenamento das castanhas representa um problema significativo devido ao desenvolvimento de uma elevada variedade de fungos de deterioração, que levam ao apodrecimento dos frutos. Entre as espécies de fungos dominantes, foram encontrados importantes agentes de podridão, como *B. cinerea*, agente causal da podridão cinzenta; *G. smithogilvyi*, causador da podridão castanha; *C. batschiana*, podridão negra; e várias espécies de *Penicillium*, responsáveis pelas podridões verdes e azuis, e potenciais produtoras de micotoxinas.

Os resultados obtidos sugerem que a diversidade de fungos, assim como a severidade das podridões, dependem da cultivar, fase de processamento e tempo de

armazenamento. A cultivar Martaínha parece ser menos sensível ao desenvolvimento fúngico, enquanto a Longal mostrou-se mais sensível à infeção e apodrecimento.

A esterilização hidrotérmica industrial parece ser eficaz na eliminação ou redução de alguns fungos, nomeadamente *G. smithogilvyi*, *C. batschiana* e *B. cinerea*, embora não mostre eficácia contra outros (*Mucor*, *Penicillium* e *Alternaria*).

O conhecimento das interações castanha-fungo nas diferentes cultivares e fases de processamento pode servir como base de avaliação e monitorização do apodrecimento das castanhas na indústria, assim como apoiar o desenvolvimento de estratégias e tratamento de controlo eficazes na fase pós-colheita da cadeia de valor da castanha.

Por outro lado, estudos subsequentes são necessários no sentido de desenvolver metodologias rápidas, precisas e não destrutivas capazes de detetar e quantificar em tempo real o desenvolvimento de podridões, assim como de diferenciar os seus agentes causais. O desenvolvimento de tais metodologias é essencial para o controlo eficaz das podridões em tempo útil, uma vez que se sabe que os fungos por elas responsáveis são frequentemente de origem endófito, não apresentando sinais exteriores visíveis.

5.2. Controlo das podridões por arejamento das caixas palete

5.2.1. Objetivos

Após a receção da castanha nas unidades de processamento, esta é colocada em caixas palete até ser processada. Devido à humidade e aos fungos presentes nas castanhas, facilmente ocorre um aumento de temperatura levando à fermentação e podridão da castanha. Pretendeu-se com este ensaio quantificar e reduzir este problema, através da testagem de um sistema de arejamento das castanhas nas caixas palete.

5.2.2. Materiais e métodos

Em novembro/dezembro de 2021 foi preparado o ensaio de arejamento, através da montagem de um sistema de arejamento do centro de massa das caixas palete de castanha usando tubos de 50 mm de diâmetro com perfurações, conforme se verifica na Figura 8A. O sistema foi ajustado às características das caixas palete e de conservação da empresa Sortegel para tentar responder aos principais problemas de podridões detetados pela empresa neste tipo de armazenamento, tendo sido adaptado do sistema descrito por Jenkins (2014). O sistema de tubos foi preparado nos serviços técnicos do IPB.

Foram selecionadas quatro caixas palete de castanhas (1 ton de castanha cada) da cultivar Longal, calibre 28, duas com castanhas esterilizadas por banho quente, e duas com castanhas calibradas não esterilizadas. Para cada tipo, numa das caixas palete foi colocado o sistema de arejamento (condição teste, Figura 8B), e a outra foi mantida como controlo (sem sistema de arejamento).

No centro das caixas palete foram colocados sacos de rede com aproximadamente 1 kg de castanhas (Figura 8C), representando a zona de maior apodrecimento. No centro de massa da caixa palete (em local próximo dos sacos de amostras), assim como no exterior das caixas palete, foram colocados *data loggers* para registo contínuo de temperatura e humidade nas caixas palete arejadas e não arejadas (Figura 8D).

Depois de preparadas, as caixas palete foram colocadas na câmara de frio (Figura 8E). O ensaio teve início no dia 13/01/2022, e foram feitas colheitas de amostras (3 sacos de cada palote) com intervalos de duas semanas durante dois meses, num total de 5 tempos de análise.



Figura 8. Sistema de arejamento montado nas caixas palete de castanhas: A) sistema de tubos perfurados; B) colocação de sacos de amostras e *data loggers* no centro de massa da caixa palete; C) aspecto do saco de amostra (1 kg de castanhas); D) detalhe do *data logger*; E) armazenamento das caixas palete na câmara refrigerada.

De cada amostra foram avaliados e registados os seguintes parâmetros (em 50 castanhas/amostra): peso de 50 frutos; aspeto exterior (defeitos, infestação, fungos); aspeto interior (Figura 9A); número de frutos com podridão interna (incidência); área interna da castanha com podridão (severidade); tipo de podridão; contaminação fúngica interna (Figura 9B) (apenas em 10 castanhas) (Rodrigues *et al.*, 2022).

A incidência foi calculada como a razão (percentual) entre o número de castanhas infetadas e o número total de castanhas testadas. Os níveis de severidade foram definidos na seguinte escala: L0: sem infeção; L1: 1 a 25% de infeção; L2: 26 a 50% de infeção; L3: 51 a 75% de infeção; L4: 76 a 100% de infeção (Donis-González *et al.*, 2016; Rodrigues *et al.*, 2022). Os níveis de severidade da infeção (obtidos por observação qualitativa) foram transformados num índice que representa a distribuição de frequências obtida em cada unidade experimental, de modo a associá-la a uma resposta quantitativa. Em escalas com três ou mais classes, como no caso deste estudo, a resposta quantitativa foi obtida pela média ponderada das classes, usando o índice proposto por McKinney (1923):

$$I = \sum_{k=1}^K \frac{F_k \cdot x_k}{n \cdot x_K}$$

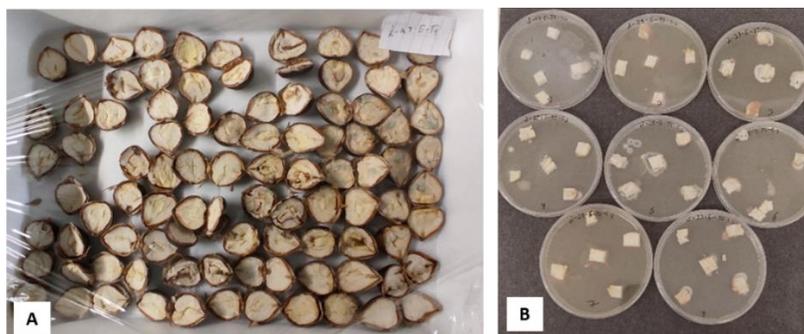


Figura 9 - Método de avaliação de podridões no interior das castanhas (A) e do tipo de fungos presentes em castanhas aparentemente saudáveis (B).

5.2.3. Resultados e Discussão

Parâmetros ambientais

Os resultados de temperatura (T) e humidade relativa (HR) registados pelos *data loggers* nas quatro caixas palete, assim como no ambiente da câmara estão apresentados nas Figuras 10A e 10B, respetivamente (média dos valores registados ao longo do tempo). Não se verificaram variações significativas da T e HR ao longo dos 60 dias do ensaio. No entanto, a descida de temperatura desde o momento de colocação das caixas palete na câmara até à estabilização da T foi mais rápida nas caixas palete arejadas.

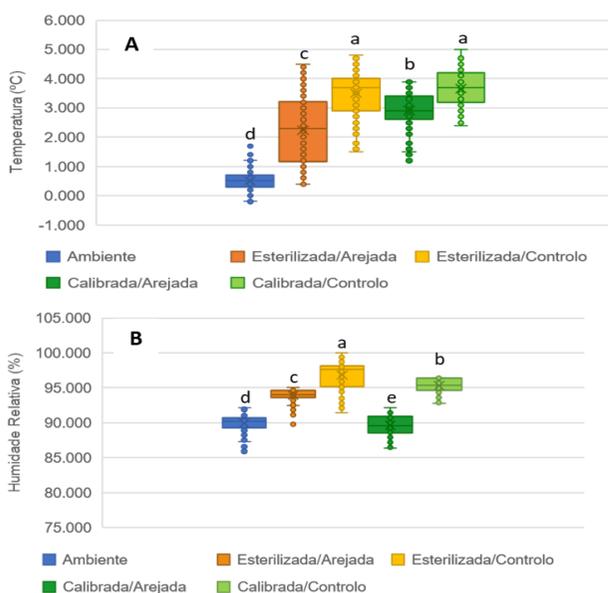


Figura 10 - Registo de temperatura (A) e humidade relativa (B) no ambiente da câmara e nas caixas palete.

Pode verificar-se que a T atingida no centro de massa das caixas palete é significativamente mais elevada do que a T ambiente, o que resulta da natural continuidade do processo de respiração das castanhas, assim como de um possível início de processos de fermentação. Por sua vez, o sistema de arejamento permitiu manter a T significativamente mais baixa nas caixas palete arejadas relativamente às caixas palete controlo. Estes resultados podem indiciar uma redução dos processos fermentação através do arejamento.

Relativamente à HR, verificou-se menor HR nas caixas palete arejadas do que nas caixas palete controlo, e no final do ensaio, no momento em que os sistemas de arejamento foram removidos das caixas palete, era possível observar acumulação de água (condensação) no interior dos tubos de arejamento, em particular na caixa palete das castanhas calibradas (Figura 11).

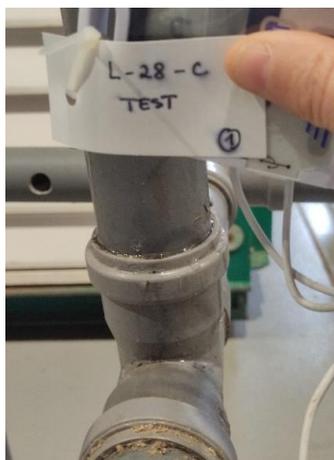


Figura 11 - Sistema de arejamento da caixa palete de castanha calibrada, no momento da retirada, onde se observa forte condensação.

As caixas palete de castanhas esterilizadas apresentaram valores significativamente mais elevados de HR que as castanhas calibradas. Este resultado deveu-se ao facto de, após a esterilização, as castanhas não terem sido devidamente secadas por problemas técnicos no equipamento de esterilização. Em face disto, podemos considerar que os dados de HR das castanhas esterilizadas não corresponderão aos valores normalmente registados.

Avaliação das castanhas

Perda de peso

A Figura 12 apresenta a evolução do peso de 50 castanhas ao longo dos 60 dias do ensaio para os quatro tratamentos. Verificou-se uma ligeira redução do peso das castanhas esterilizadas nos primeiros 15 dias do ensaio, provavelmente devido ao excesso de humidade registado, mas essa diferença não foi significativa. Não se verificou variação significativa de peso em nenhum lote de castanhas ao longo do tempo.

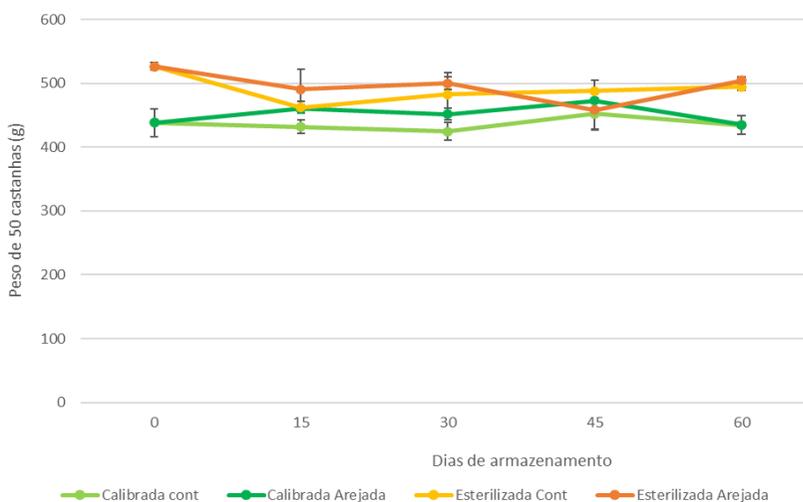


Figura 12 - Variação de peso de 50 castanhas ao longo do tempo (dias), relativamente ao peso inicial (média \pm DP, n=3).

Podridões externas

Das 50 castanhas analisadas para cada tratamento, apenas 4 apresentavam sinal de bolores à superfície. Não se verificaram variações significativas de podridões externas ao longo do tempo, nem diferenças significativas entre tratamentos.

Podridões internas

Os diferentes tratamentos apresentaram diferentes níveis de podridão interna, tanto em termos de incidência (Figura 13A) como de área interna da castanha com podridão. O nível de podridão interna é representado pelo Índice de McKinney (I; Figura 13B), que conjuga incidência (percentagem de castanhas com podridão) com

severidade (área interna da castanha com desenvolvimento de fungo). Em geral, as castanhas apresentaram incidência de podridão interna entre 10 e 17%. As castanhas arejadas apresentaram genericamente maior I. No entanto, a variância entre réplicas foi muito elevada (elevado desvio padrão), tanto para incidência como para severidade (I), pelo que nenhuma diferença entre amostras foi considerada significativa.

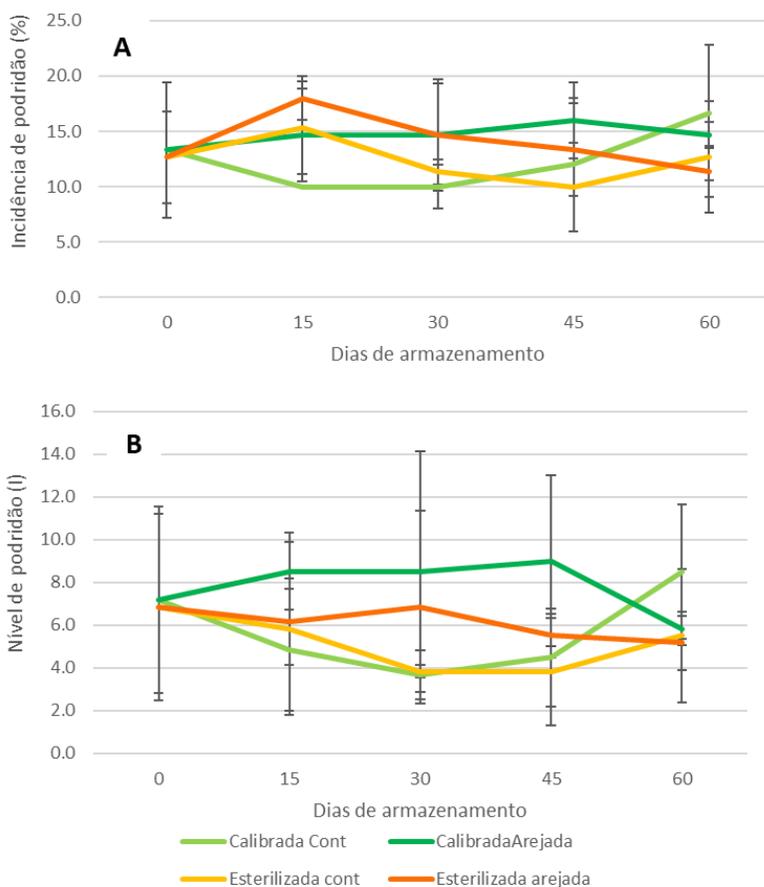


Figura 13 - Incidência (A) e nível de podridão (Índice de McKinney) (B), para os diferentes tratamentos (média \pm DP, n=3)

Além da avaliação da podridão interna visível, foi também avaliada a infecção interna (em 10 castanhas aparentemente saudáveis) de fungos potencialmente presentes mas não visíveis, através da sementeira de porções de castanha em placa de Petri. A Figura 14 apresenta alguns exemplos dos resultados obtidos.

Apesar de não se verificar diferença significativa entre tratamentos em termos de incidência de podridões (100% das castanhas analisadas apresentaram algum tipo de contaminação fúngica), verificou-se que o tipo de fungos detetado nas castanhas esterilizadas foi diferente dos detetados nas castanhas calibradas. Nas castanhas calibradas foram detetados maioritariamente fungos da espécie *Gnomoniopsis*

smithogilvyi (identificação morfológica ao microscópio), agente causal da podridão castanha, enquanto nas castanhas esterilizadas os principais contaminantes foram *Penicillium* spp., agentes de podridões verdes. Este resultado indicia a elevada capacidade de eliminação do fungo *G. smithogilvyi* através do banho quente de esterilização mas a sua ineficiência na eliminação dos *Penicillium*. Estes resultados confirmam os resultados relatados em Rodrigues *et al.* (2022).

Quanto ao efeito do arejamento, não se verificou diferença significativa entre castanhas arejadas e controlo relativamente à incidência e tipo de fungos.

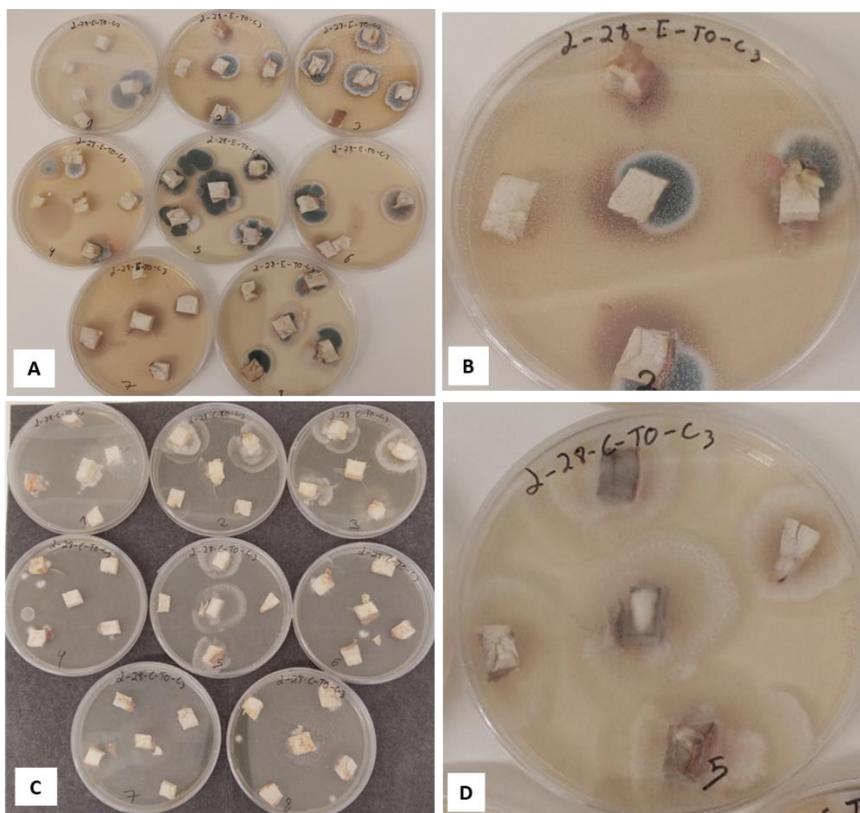


Figura 14 - Exemplo de observação in vitro de infeção interna de castanhas aparentemente saudáveis: A e B) Castanha esterilizada, com elevada contaminação por *Penicillium* spp.; C e D) Castanha calibrada, com elevada contaminação por *Gnomoniopsis smithogilvyi*.

Avaliação geral no final do ensaio

No final do ensaio, as castanhas esterilizadas aparentavam maior carga de podridões exteriores e maior humidade superficial do que as castanhas calibradas arejadas (Figura 15), provavelmente devido à maior humidade inicial das primeiras. No entanto, as

castanhas arejadas (calibradas e esterilizadas) aparentavam menor carga de podridões e menor humidade superficial do que as respetivas castanhas controlo.



Figura 15 - Aspeto geral das castanhas esterilizadas (A) e calibradas (B) no final do ensaio.

5.2.4. Conclusões

Em resultado do presente ensaio sobre o efeito do arejamento das caixas palete no controlo de perdas por podridão, podemos concluir que os resultados obtidos para as condições testadas não foram suficientemente esclarecedores na demonstração dos benefícios do arejamento no controlo de podridões.

Por forma a esclarecer alguns resultados, seria necessário:

- repetir o ensaio usando um sistema de arejamento com tubos mais largos para maximizar o fluxo de ar no centro de massa da caixa palete;
- usar castanhas esterilizadas contendo a humidade adequada;
- comparar os resultados do sistema de arejamento com o sistema de viragem das castanhas habitualmente usado.

5.3. Avaliação da incidência e virulência de *Gnomoniopsis smithogilvyi*, agente causal da podridão castanha

A emergente incidência do fungo causador da podridão castanha em castanhas, recentemente identificado como *G. smithogilvyi*, tem vindo a preocupar produtores e indústrias do setor deste fruto, em diferentes países do mundo. O trabalho desenvolvido durante o ano 2020 teve como foco caracterizar morfológica, ecofisiológica e molecularmente este agente isolado de castanhas de Portugal, e determinar a sua patogenicidade e virulência em cultivares de castanhas portuguesas. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo na identificação e caracterização deste agente causador da podridão da castanha em Portugal. O objetivo geral deste estudo foi obter informações sobre o principal agente causal da podridão castanha em Trás-os-Montes, para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e redução de incidência desta doença, assim como as consequentes perdas de qualidade das castanhas associadas em armazenamento.

Como conclusões do presente estudo verificou-se que:

- *G. smithogilvyi* é o agente causal da podridão castanha em castanhas de Trás-os-Montes, Portugal, o que se confirmou através dos postulados de Koch (Figuras 16 e 17);



Figura 16 - Sinal característico da podridão castanha causada por *G. smithogilvyi* em castanha.



Figura 17 - Isolamento do agente causal da podridão castanha e confirmação da identidade.

A patogenicidade de *G. smithogilvyi* em castanhas depende principalmente de uma porta de entrada no fruto ou da pré-existência do fungo no interior da castanha. O fungo mostrou-se incapaz de penetrar a casca de castanhas intactas. Porém, quando danificadas, o fungo foi invariavelmente capaz de reproduzir a doença em todas as castanhas inoculadas artificialmente. Esta característica salienta a importância das boas práticas no manejo dos sotos, assim como os cuidados de pré, durante e pós colheita, no intuito de prevenir a ocorrência de pragas que possam vir a danificar os frutos e evitar danos físicos na casca, os quais favorecem o desenvolvimento da podridão castanha, entre outras doenças fúngicas.

A virulência de *G. smithogilvyi* mostrou-se muito elevada em castanhas previamente feridas, quando inoculadas artificialmente, sendo capaz de deteriorar completamente o interior dos frutos em apenas 15 dias de incubação;

G. smithogilvyi é um fungo endofítico e encontra-se presente nas castanhas de Trás-os-Montes, de maneira semelhante entre as três cultivares de castanha estudadas (Judia, Longal e Martainha). Não foi observada resistência ou tolerância a infecção por *G. smithogilvyi* para nenhuma das três cultivares de castanhas estudadas;

A desinfecção superficial das castanhas com hipoclorito de sódio e a exposição a luz UV não se mostrou eficiente na eliminação do fungo interno.

Através de análises filogenéticas, identificou-se que os isolados portugueses de *G. smithogilvyi* sequenciados são geneticamente muito semelhantes aos isolados provenientes de outras regiões do mundo, mesmo fora da Europa, como aos isolados da Austrália, Chile e EUA, todos agrupados num mesmo clado;

As características morfológicas e ecofisiológicas dos isolados portugueses estudados estão em concordância com as mesmas características descritas para isolados de outros países, como Índia, Itália e Nova Zelândia;

G. smithogilvyi é um fungo altamente adaptado ao desenvolvimento em castanhas. Este estudo incluiu nos testes de ecofisiologia e de biocontrolo um meio de cultura à base de castanhas, para averiguar a interação do patógeno com o substrato, e de facto observou-se que o desenvolvimento do fungo neste meio apresentou melhores resultados, comparativamente com os mesmos testes conduzidos nos meios PDA e MEA.

Perspetiva-se, para trabalhos futuros, o estudo da patogenicidade e virulência de *G. smithogilvyi* em castanhas incubadas em diferentes temperaturas, tendo em vista que este estudo averiguou apenas estas características a 25 °C. Sendo assim, seria possível identificar a temperatura à qual a virulência de *G. smithogilvyi* declinaria satisfatoriamente, para que as indústrias apliquem apenas a refrigeração necessária durante o armazenamento, sem que haja demasiado gasto económico neste sentido. Também se pretende efetuar o estudo de outros patógenos causadores de podridão de

castanhas, e que apresentam relativa importância em Trás-os-Montes, como *Mucor racemosus*, *Penicillium spp.*, *Ciboria batschiana*, *Botrytis cinerea*, entre outros.

Pretende-se também desenvolver um estudo mais abrangente dos soutos da região produtora de Trás-os-Montes, e o levantamento da quantidade de castanheiros contaminados principalmente por *G. smithogilvyi* além de outros agentes endofíticos, para que medidas preventivas e de controlo possam ser tomadas com maior ênfase pelos produtores cujos soutos estejam mais comprometidos, e que as indústrias possam priorizar a aquisição de castanhas por aqueles soutos cuja sanidade das árvores é maior.

5.4. Controlo da podridão castanha pelo processo de esterilização.

O método por radiação UV apresenta limitações práticas, pois a sua ação está limitada às superfícies, tendo baixo poder de penetração. Assim, decidiu-se testar o processo de desinfeção pelo calor, de forma a testar a sua eficiência no controlo da podridão castanha e, perante os resultados obtidos, verificar se os a radiação UV será necessária. Assim sendo procedeu-se ao ensaio laboratorial do processo de desinfeção das castanhas na indústria. Começou-se por avaliar diferentes tempos de desinfeção mantendo a temperatura já usada pelas indústrias e, num outro ensaio, avaliámos temperaturas diferentes, mantendo o tempo padronizado pela indústria (Tabela 2). Foram também avaliadas castanhas desinfectadas, armazenadas 7 dias à temperatura ambiente, com o objetivo de estimar a sua sanidade em armazém em condições não controladas.

Tabela 2 – Esquema de intervalo de temperaturas e tempos avaliados no processo de esterilização.

Processo de Esterilização da castanha	
Temperatura (°C)	Tempo (minutos)
48,0	45 - Controlo
	43
	40
	38
48,0 – Controlo	45
45,0	
40,0	
38,0	

Nas tabelas seguintes são apresentados os resultados obtidos referentes aos ensaios do processo de esterilização.

Tabela 3 – Resultados obtidos (n=10, por tratamento) para os tempos diferentes a uma temperatura de desinfeção de 48 °C, após 0 e 7 dias (à temperatura ambiente) da esterilização.

Processo de Desinfeção da castanha		Resultados			
Temperatura (°C)	Tempo (minutos)	Placas sem crescimento	Diversidade fungos (nº)	Presença de <i>Gnomoniopsis</i>	Estado do embrião
No dia da esterilização					
48	45 - Controlo	3	3	0	vivo
	43	2	4	1	vivo
	40	6	3	0	vivo
	38	5	8	0	vivo
Após uma semana da esterilização					
48	45 - Controlo	0	2	0	vivo
	43	1	2	1	vivo
	40	0	3	0	vivo
	38	0	4	1	vivo

A partir destes dados da tabela 3 podemos verificar que os valores utilizados pela indústria confirmam ser os mais eficazes no controlo das podridões e, em especial de *Gnomoniopsis* (T=48 °C e t=45 minutos), quer a 0 e a 7 dias após a esterilização. Foi detetado *Gnomoniopsis* aos 43 minutos o que nos leva a concluir que a diminuição do tempo de esterilização à mesma temperatura deixa de ser eficaz.

Os resultados presentes na Tabela 4, em que foi avaliado o efeito da temperatura na esterilização das castanhas, mantendo o tempo (45 minutos) indicado pela indústria e confirmado em laboratório. Em geral e comparativamente com os resultados da tabela 4, verificou-se um aumento da diversidade de fungos abaixo dos 48 °C.

Assim sendo, continua a verificar-se a ausência de *Gnomoniopsis* para 48°C durante 45 minutos, confirmando os resultados anteriores. Não se verificaram diferenças nos resultados obtidos nas castanhas esterilizadas e inoculadas no próprio dia das castanhas inoculadas após 7 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tabela 4 – Resultados obtidos (n=10, por tratamento) as temperaturas diferentes de esterilização durante 45 minutos, após 0 e 7 dias (à temperatura ambiente) da esterilização.

Processo de Esterilização da castanha		Resultados			
Tempo (minutos)	Temperatura (°C)	Placas sem crescimento	Diversidade fungos (nº)	Presença de <i>Gnomoniopsis</i>	Estado do embrião
No dia da esterilização					
45	48 - Controlo	1	8	0	vivo
	45	0	8	2	vivo
	40	0	9	2	vivo
Após uma semana da esterilização					
45	8 - Controlo	0	6	0	vivo
	45	0	8	0	vivo
	40	0	5	2	vivo

5.5. Ensaio de ensaio de campo sobre a avaliação de fungicidas e uma solução nutritiva no controlo de *Gnomoniopsis smithogilvyi*.

Este ensaio de campo foi realizado no ano de 2021 num souto com castanheiros *Castanea sativa* x *Castanea crenata*, da cultivar Bouche de Bétizac com 8 anos de idade. As árvores estavam dispostas em linhas distantes 3 metros entre si.

Os produtos comerciais aplicados foram o Serenade® ASO (S) um fungicida com ação bacteriostática, suspensão concentrada (SC) com 1.34% de *Bacillus amyloliquefaciens* QST 713 (1×10^9 ufc/g), Horizon® (H) um fungicida utilizado no controlo ao oídio da videira, emulsão óleo-em-água (EW) com 250 g / L de tebuconazol e o Codasil (Co) uma solução nutritiva de silício altamente concentrada, em sinergia com aminoácidos livres e peptídeos, que melhora a tolerância das culturas ao stresse: SiO₂ (26,10 p / v) + K₂O (14,62 p / v) + aminoácidos livres (5,22 p / v). Estes produtos foram aplicados em 4 linhas distintas e intercaladas, totalizando 12 linhas do mesmo patamar incluindo as 4 linhas do controlo (sem tratamento). No caso da solução nutritiva foi aplicada em 4 linhas seguidas de outro patamar do souto (Figura 18).

A aplicação foi feita dia 23 e 30 de junho e 7 de julho, na fase da floração e no caso da solução nutritiva foram realizadas aplicações em 30 junho, 30 julho e 30 agosto, sendo monitorizada a presença de fungos na altura da colheita das castanhas em setembro, onde foi realizada uma recolha de amostras dia 22 de setembro de 2021.



Figura 18 – Aspeto dos castanheiros com os respectivos tratamentos na altura da apanha da castanha

Foram colhidos 120 (30 x 4 filas) ouriços por tratamento. Após a colheita, foi efetuada uma análise biométrica dos ouriços e das respetivas castanhas, seguidamente foi efetuada a avaliação externa e interna de 200 (200 x 4) castanhas por tratamento. As castanhas sem sinais de podridão, 10 por tratamento (10x4), e todas as castanhas que apresentavam podridão no interior, foram inoculadas em placas de ágar batata dextrose, incubadas a 25 °C e observadas após 7 e 14 dias.

A pesagem dos ouriços e das castanhas mostrou que a produtividade foi influenciada pelos tratamentos (tabela 5): Co com os maiores pesos, seguido de perto pelo controlo (C) e S. Os valores médios dos parâmetros biométricos foram menores nas amostras tratadas com o Horizon, em média, cerca de 50% a menos em relação aos outros tratamentos, tanto no peso médio dos ouriços + castanhas como no peso por castanha (Figura 19 e 20).

Tabela 5 - Avaliação da produtividade geral das amostras recolhidas

Parâmetros	Teste H	Valor p ^a	Valor Z ^b
Peso ouriço + castanhas (g)	136,70	0,00	H≠(S=C=Co)
Peso dos ouriços (g)	49,15	0,00	H≠(S=C=Co)
Castanhas bem formadas (n)	22,68	0,00	C≠H; Co≠H
Castanhas enrugadas (n)	6,01	0,11	n.s.
Castanhas chochas (n)	6,15	0,10	n.s.
Castanhas bichadas (n)	3,69	0,29	n.s.
Castanhas sãs (n)	62,57	0,00	S≠H; S≠Co
Peso das castanhas bem formadas (g)	30,29	0,00	H≠(S=C=Co)
Peso por castanha bem formada (g)	119,71	0,00	H≠(S=C=Co)
Peso das castanhas chochas (g)	191,21	0,00	H≠(S=C=Co); S≠Co

n- Número de castanhas; ^a Kruskal-Wallis test; ^b multiple comparisons test

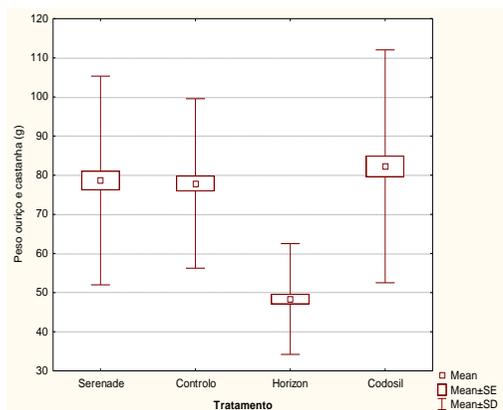


Figura 19 - Peso dos ouriços + castanhas

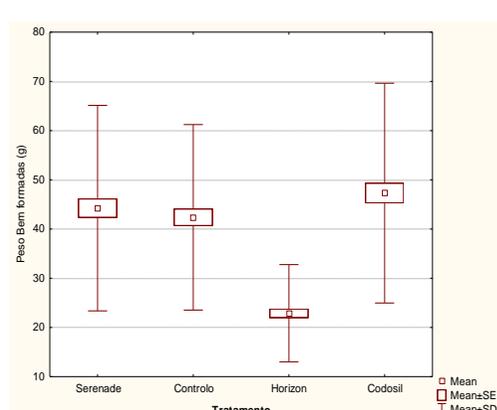


Figura 20 - Peso das castanhas bem formadas

Tabela 6 – Resultados da avaliação externa

Avaliação Externa (n=200/Tratamento)				
Tratamento	Danos (n)	Sinais de infestação (n)	Podridões (n)	Cor das castanhas
Controlo	3	0	0	1% imatura
Serenade	7	2	2	2.5% imatura
Horizon	9	1	2	14,5% imatura ; 3,5% verde
Codasil	2	2	1	1,5% imatura; 1% verde

n- Número de castanhas

A partir da análise dos resultados apresentados na tabela 6 verificamos que o Horizon foi o que mais danos externos apresentou, mas ainda que em valores baixos. Salienta-se um atraso na maturação das castanhas no tratamento Horizon.

Quanto à contaminação fúngica (tabela 7), nas castanhas sem sinais visuais de infecção, apenas *G. smithogilvyi* foi detetado (uma castanha em C e 4 castanhas em Co). Nas castanhas que apresentavam sinais visuais de podridão, 3 eram provenientes de C, 2 de S e 2 de Co, e estavam contaminadas com *G. smithogilvyi*.

Tabela 7 – Resultados da avaliação interna

Avaliação Interna (n=200/Tratamento)			
Tratamento	Larvas (n)	Infeção fúngica n(L1-4)	Tipos de Podridões (n)
Controlo	0	1 (1)	castanha (1)
Serenade	0	2(1) 1(2)	castanha (2) negra (1)
Horizon	0	0	0
Codasil	0	4(1)	castanha (4)

n- Número de castanhas

Relativamente à avaliação microbiológica, no Serenade não foi detetada nenhuma podridão nas castanhas visualmente saudáveis (Figura 21a). No caso do tratamento com Horizon foram detetadas castanhas com podridões, estando no entanto ausente a podridão castanha, sendo o mais eficaz no combate a *Gnomoniopsis*.

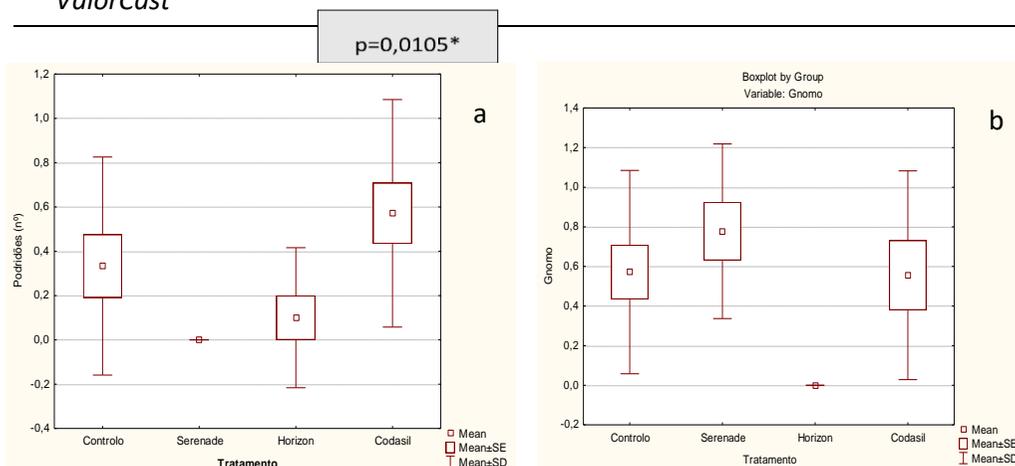


Figura 21 – Avaliação microbiológica a) castanhas sem podridão visível (n=10); b) todas as castanhas que apresentavam sinais de podridão visível

Por forma a completar este estudo e a consolidar os dados realizou-se o acompanhamento dessas mesmas castanhas que foram armazenadas á 4°C após um mês (novembro) e após 2 meses (dezembro) a apanha, procedendo-se à realização de avaliações externas, internas e microbiológicas. Com o objetivo de avaliar o potencial efeito dos produtos aplicados ao longo do armazenamento em refrigeração no combate a podridão castanha. Este acompanhamento foi realizado nas mesmas condições que as primeiras avaliações.

Tabela 8 – Avaliação externa das castanhas após um mês a apanha (novembro de 2021).

Avaliação Externa (n=10/Tratamento)			
Tratamento	Danos (n)	Sinais de infestação (n)	Podridões (n)
Controlo	0	0	0
Serenade	0	0	0
Horizon	0	0	0
Codasil	0	0	0

n- Número de castanhas

Tabela 9 – Avaliação externa das castanhas após dois meses a apanha (dezembro de 2021).

Avaliação Externa (n=10/Tratamento)			
Tratamento	Danos (n)	Sinais de infestação (n)	Podridões (n)
Controlo	0	0	0
Serenade	0	0	0
Horizon	0	0	0
Codasil	0	0	0

n- Número de castanhas

A partir da análise dos resultados apresentados na tabela 8 e 9 não se verificaram danos nem podridões externas.

Tabela 10– Avaliação interna das castanhas após um mês a apanha (novembro de 2021).

Avaliação Interna (n=10/Tratamento)			
Tratamento	Larvas (n)	Infeção fúngica n(L1-4)	Tipos de Podridões (n)
Controlo	0	4 (1)	castanha (4)
Serenade	0	2(1)	castanha (2)
Horizon	0	0	0
Codasil	0	4(1)	castanha (4)

n- Número de castanhas

Tabela 11– Avaliação interna das castanhas após dois meses a apanha (dezembro de 2021).

Avaliação Interna (n=10/Tratamento)			
Tratamento	Larvas (n)	Infeção fúngica n(L1-4)	Tipos de Podridões (n)
Controlo	0	4(5) e 1(1)	castanha (5)
Serenade	0	3(5) e 5(2)	castanha (8)
Horizon	0	2(1) e 1(4)	castanha (3) e verde (1)
Codasil	0	4(5) e 2(2)	castanha (5) e cinza com linha vermelha em círculo (1)

n- Número de castanhas

Quanto à contaminação fúngica (Tabela 10 e 11) visível verificou se um aumento das podridões ao longo do tempo de armazenamento assim como o nível de infeção fúngica.

Após um mês de armazenamento, e para o nível de infeção L1, as percentagens de infeção variaram entre os 0 - 40%. O nível máximo foi atingido, após dois meses o armazenamento, nas castanhas de todos os tratamentos (L4), com percentagens entre os 10 - 40%. As amostras do tratamento com tebuconazol foram as que apresentaram menores níveis de infeção fúngica, quer no momento da colheita, quer após um mês de armazenamento não apresentando sinais visuais de infeção fúngica (0%). Só ao fim de dois meses é que apresentaram sinais de infeção, cerca de 20% (L1) e 10% (L4). No estudo de Driss (2019) também reportou níveis de infeção de nível L4 em castanhas armazenadas não esterilizadas das cultivares ‘Martainha’ e ‘Longal’.

Tabela 12 – Resultados microbiológicos ao longo do tempo com os tratamentos para o controlo da *Gnomoniopsis*.

Avaliação microbiológica						
Tratamento	Na apanha (n=10)		Após 1 mês (n=10)		Após 2 meses (n=10)	
	<i>Gnomo.</i>	Outros	<i>Gnomo.</i>	Outros	<i>Gnomo.</i>	Outros
Controlo	1	3	3	6	3	10
Serenade	0	4	4	6	2	7
Horizon	0	2	0	9	0	10
Codasil	4	2	5	6	4	9

n- Número de castanhas

Na figura 22 podemos observar os resultados em placas de cada um dos tratamentos no mês de novembro e dezembro.

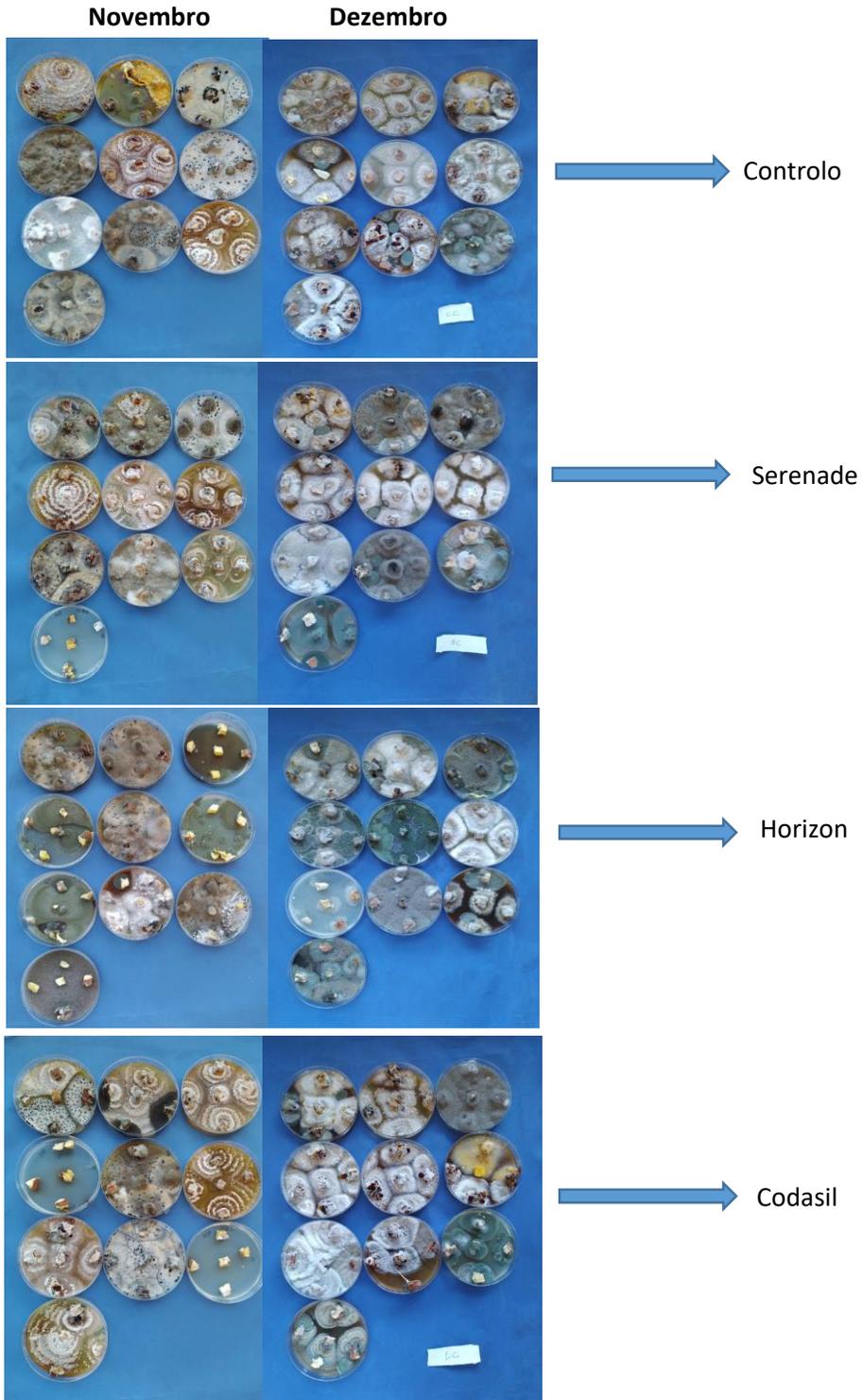


Figura 22 – Resultados microbiológicos ao longo do armazenamento

Perante os resultados obtidos nas análises microbiológicas para a pesquisa de *Gnomoniopsis* (Tabela 12), verificou-se que o tratamento Horizon mantém a sua eficácia ao longo do armazenamento, não tendo sido detetada nenhuma castanha com *Gnomoniopsis*. No estudo de Mohsin *et al.* (2021) onde infetou discos de batata-doce com *Ceratocystis fimbriata*, o agente da podridão negra na batata-doce, seguindo-se a aplicação da mistura tebuconazol + trifloxistrobina, e detetaram a inibição do crescimento de micélio de *C. fimbriata*. Num outro estudo recentemente publicado foi avaliada a atividade *in vitro* e *in situ* de vários fungicidas contra *G. smithogilvyi*, e verificaram que os fungicidas mais eficazes *in vitro* foram os que tinham como princípios ativos o difenoconazol ou a piraclostrobina. Assim como nos ensaios de campo, a combinação destas duas substâncias também mostrou ter grande eficiência, diminuindo os níveis de infeção nas castanhas (Silva-Campos *et al.*, 2022).

Pode ser consultada mais informação sobre este ensaio de campo no artigo científico aceite para publicação na Revista das Ciências Agrárias, intitulado por “Tratamentos em campo com fungicidas e solução nutritiva em castanheiros: incidência de podridões e de *Gnomoniopsis smithogilvyi* na castanha pós-colheita” com o DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.27620>.

Também foi realizado outro de ensaio em campo num outro souto com fungicidas e inseticida (Priam Top, Curenox 50 e Calypso). A aplicação dos fungicidas foi feita na primeira semana de setembro, na fase do crescimento da castanha, sendo monitorizada a presença de fungos na altura da colheita das castanhas em outubro, onde foi realizada uma recolha de amostras no dia 25 de outubro de 2021.

Os produtos comerciais aplicados foram o Priam Top 250 g/L (25,94%) de tebuconazol um fungicida utilizado contra o oídio da videira, trata-se de uma emulsão óleo-em-água (EW) tendo-se aplicado 1 L/200 L H₂O do produto, Curenox 50 constituído por cobre 50% (p/p) (na forma de oxicloreto de cobre) é um fungicida preventivo de cobre, para o controlo do míldio da vinha e dos citrinos, pedrado, cancro da castanha, entre outros, sendo a dose aplicada de 500 g/100 L H₂O e Calypso (SC) 480 g/L (48%) de tiacloprida, é um inseticida foliar do grupo químico do cloronicotinil ou neonicotinóides (CNI), com baixa toxicidade aguda para mamíferos e inócuo para insetos polinizadores a dose aplicada foi 20 mL/100 L H₂O.

Foram testados em árvores da cultivar Judia, dispostas em linhas distantes 3 metros entre si. Foi efetuada uma recolha de 30 ouriços de árvores com o tratamento e 30 ouriços de árvores sem tratamento (Controlo). Após a colheita, os ouriços e suas castanhas foram pesados, seguidamente foi efetuada a avaliação externa e interna de 50 castanhas de cada tratamento/controlo. As castanhas sem sinais de podridão, 10 por tratamento, e todas as castanhas que apresentavam podridão no interior, foram inoculadas em placas de ágar batata dextrose, incubadas a 25 °C e observadas após 7 e 14 dias.

Este acompanhamento foi realizado nas mesmas condições do primeiro ensaio. Assim sendo, para a avaliação da produtividade obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 13 – Resultados da avaliação da produtividade

n- Número de castanhas

Avaliação da Produtividade (n= 30/tratamento)			
Tratamento	Peso ouriço+castanhas (g)	Peso do ouriço (g)	Peso das castanhas bem formadas (g)
Controlo	34,08±14,8	15,16±5,8	8,01±5,6
Priam Top + Curenox 50 + Calypso	41,83±12,1	20,02±4,3	11,16±5,9

Perante os resultados da Tabela 13, verifica-se que os ouriços com tratamento obtiveram melhores resultados comparativamente ao controlo, tanto para o peso do ouriço completo como o peso das castanhas bem formadas, sendo um resultado satisfatório.

Em relação à avaliação externa, não foram detetados danos nas amostras do tratamento; só uma castanha com danos na casca nas amostras controlo e a percentagem de castanhas imaturas neste ensaio foi muito maior do que no anterior, tanto no controlo como no tratamento (42% e 58%), respetivamente (Tabela 14). Realça-se o facto de que os 30 ouriços colhidos produziram menos castanhas que os do ensaio anterior, o que limitou a avaliação de 50 castanhas para a avaliação externa e interna, número estipulado no início do estudo.

Tabela 14 – Resultados da avaliação externa

Avaliação Externa				
Tratamento	Danos (n)	Sinais de infestação (n)	Podridões (n)	Cor da castanha (%)
Controlo (n=40)	1	2	0	42,2% imaturas; 7% Verdes
Priam Top + Curenox 50 + Calypso (n= 43)	0	1	0	58,1% imaturas

n- Número de castanhas

Na avaliação interna, continua-se a não se encontrar nenhum tipo de podridão nas amostras tratadas, sendo que foram encontradas uma larva em duas castanhas e uma castanha com um baixo nível de infeção fúngica (Tabela 15).

Tabela 15 – Resultados da avaliação interna

Avaliação Interna			
Tratamento	Larvas (n)	Infeção fúngica (n) (L1-4)	Tipos de Podridões (n)
Controlo (n=40)	0	1(1)	Castanha (1)
Priam Top + Curenox 50 + Calypso (n= 43)	2	1(1)	0

n- Número de castanhas

A Tabela 16 apresenta os resultados microbiológicos de ambos os ensaios, por forma a comparar a eficácia dos tratamentos com tebuconazol no controlo de *G. smithogilvyi*. Conclui-se assim que os tratamentos com tebuconazol são eficazes no combate a esta problemática.

Tabela 16 – Resumo dos resultados da avaliação microbiológica com os tratamentos com tebuconazol em ambos os ensaios.

Tratamentos com tebuconazol		
Aplicação	1º Ensaio	2º Ensaio
		3 aplicações (junho, julho e agosto)	1 aplicação (Setembro)
Dose	1L/100L (8,3L/fila; 1,66L/árvore)	Priam top (1 L/100 L); Curenox 50 (500 g/100 L); Calypso (20 mL/100 L).
Resultados microbiológicos		
<i>Gnomoniopsis</i>	0	0
Outros fungos	2	0

Assim sendo, os tratamentos com o princípio ativo tebuconazol e *B. amyloliquefaciens* foram os mais eficazes, respetivamente, contra a podridão castanha e as outras podridões. Além disso, o tebuconazol foi o mais eficaz no controlo pré-colheita e pós-colheita (até 2 meses) de *G. smithogilvyi*. É urgente encontrar tratamentos alternativos, pois este composto será banido a partir de setembro de 2023. Os agentes de controlo biológico como *B. amyloliquefaciens* poderão ser um substituto contra algumas podridões, sendo necessário mais investigação na sua capacidade em controlar *G. smithogilvyi*.

5.6. Referências

Costa, R.; Ribeiro, C.; Valdivieso, T.; Afonso, S.; Costa, R.; Borges, O.; Carvalho, J.S.; Costa, H.A.; Assunção, A.; Fonseca, L.; et al, 2008. Variedades de Castanha Das Regiões Centro e Norte de Portugal; Instituto Nacional dos Recursos Biológicos: Oeiras, Portugal.

Dennert, F.G.; Brogгинi, G.A.L.; Gessler, C.; Storari, M., 2015. *Gnomoniopsis castanea* is the main agent of chestnut nut rot in Switzerland. *Phytopathologia Mediterranea* 54: 41–53.

Donis-González, I.R.; Guyer, D.E.; Fulbright, D.W., 2016. Quantification and identification of microorganisms found on shell and kernel of fresh edible chestnuts in Michigan. *Journal of Sciences of Food and Agriculture* 96: 4514–4522.

Driss, J.O., 2019. Chestnut rots: disease incidence and molecular identification of causal agents. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biotecnológica, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança.

Ekman, J. 2014. Improved postharvest management of chestnuts. Applied Horticultural Research Pty Ltd, Project Number: CH13005. Ed. Horticulture Innovation Australia Ltd. ISBN 0 7341 3461 4

El-Nagar, A.; Elzaawely, A.A.; Taha, N.A.; Nehela, Y., 2020. The antifungal activity of gallic acid and its derivatives against *Alternaria solani*, the causal agent of tomato early blight. *Agronomy* 10: 1402. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091402>.

El-Shahir, A.A.; El-Wakil, D.A.; Abdel Latef, A.A.H.; Youssef, N.H., 2022. Bioactive compounds and antifungal activity of leaves and fruits methanolic extracts of *Ziziphus spina-christi* L. *Plants* 11: 746. <https://doi.org/10.3390/plants11060746>.

Gentile, S.; Valentino, D.; Visentin, I.; Tamietti, G., 2010. An epidemic of *Gnomonia pascoe* on nuts of *Castanea sativa* in the Cuneo area. In Proceedings of the 1st European Congress on Chestnut—Castanea 2009. Eds. G. Bounous and G.L. Beccaro. *Acta Horticulturae*: 866: 363–368.

Maresi, G.; Oliveira Longa, C.M.; Turchetti, T., 2013. Brown rot on nuts of *Castanea sativa* Mill: An emerging disease and its causal agent. *iForest* 6: 294–301.

McKinney, H.H., 1923. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research* 26: 195-217.

Mohsin, S.; Hasanuzzaman, M.; Parvin, K.; Masahiro Morokuma, M.; Fujita, M., 2021. Effect of tebuconazole and trifloxystrobin on *Ceratocystis fimbriata* to control black rot of sweet potato: processes of reactive oxygen species generation and antioxidant defense responses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 37(9): 148. <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03111-5>

Overy, D.P.; Seifert, K.A.; Savard, M.E.; Frisvad, J.C., 2003. Spoilage fungi and their mycotoxins in commercially marketed chestnuts. *International Journal of Food Microbiology* 88: 69–77.

Rodrigues, P.; Driss, J.O.; Gomes-Laranjo, J.; Sampaio, A., 2022. Impact of cultivar, processing and storage on the mycobiota of European chestnut fruits. *Agriculture* 12: 1930. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111930>.

Silva-Campos, M.; Islam, Md T. e Cahill, D.M., 2022. Fungicide control of *Gnomoniopsis smithogilvyi*, causal agent of chestnut rot in Australia. *Australasian Plant Pathology* 51: 483–494. <https://doi.org/10.1007/s13313-022-00879-4>

Shuttleworth, L.A.; Liew, E.C.Y.; Guest, D.I., 2013. Survey of the incidence of chestnut rot in south-eastern Australia. *Australasian Plant Pathology* 42: 63–72.

Smith, H.C.; Ogilvy, D., 2008. Nut rot in chestnuts. *Australasian Nutgrower* 2: 10–15.

Vasconcelos, M.C.; Bennett, R.N.; Rosa, E.A.S.; Ferreira-Cardoso, J.V., 2009. Industrial processing effects on chestnut fruits (*Castanea sativa* Mill.). 2. Crude protein, free amino acids and phenolic phytochemicals. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 2613–2619. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02092.x>.

Visentin, I.; Gentile, S.; Valentino, D.; Gonthier, P.; Tamiatti, G.; Cardinale, F., 2012. *Gnomoniopsis castanea* sp. nov. (Gnomoniaceae, Diaperthales) as a causal agent of nut rot in sweet chestnut. *Journal of Plant Pathology* 94: 411–419.

6. Caracterização da perda de água nas principais cultivares de castanha

José Morais

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

6.1. Objetivos

No contexto do projeto ValorCast foram avaliadas as propriedades de transporte de água da castanha, em condições ambientais (temperatura e humidade relativa) estacionárias. Para o efeito foram realizados ensaios gravimétricos, tendo os dados experimentais sido processados usando o modelo de Fick da difusão. As propriedades desse modelo (a percentagem máxima de perda de água e o coeficiente de difusão) foram obtidas para as cultivares Boaventura, Côta, Judia, Lada, Longal e Martainha. Neste capítulo descrevemos o trabalho efetuado e apresentamos os resultados obtidos.

6.2. Trabalho experimental

O trabalho experimental decorreu entre os anos de 2019 e 2021, e incidiu sobre as cultivares Boaventura, Côta, Judia, Lada, Longal e Martainha. Na Tabela 1 estão indicados os anos de teste de cada cultivar e a dimensão (número de castanhas) da respetiva amostra. No ano de 2019 a dimensão das amostras foi inferior ao inicialmente prescrito (10 castanhas), devido à ocorrência de podridão em algumas castanhas durante os ensaios. Antes do início dos ensaios de secagem, foram medidas as dimensões características a , b e c (Figura 1a) de todos os frutos, usando uma craveira digital Mitutoyo (com a resolução de 0.01 mm). As castanhas de cada cultivar foram aleatoriamente distribuídas por seis grupos. Cada um desses grupos foi acondicionado num contentor com uma humidade relativa constante (controlada através de uma solução salina saturada) e à temperatura de 30°C (Figura 1b). Na Tabela 2 são indicados os sais usados no controlo da humidade relativa e o correspondente valor da humidade relativa (ASTM E 104-85, 1991). Durante o programa de secagem, os contentores foram mantidos no interior de uma estufa Binder. As castanhas foram pesadas regularmente, numa balança Kern (com a resolução de 0.1mg).

Tabela 1 – Cultivar e dimensão da amostra (número de castanhas) de cada ano.

Cultivar	2019	2020	2021
Boaventura	--	10	10
Côta	5	10	10
Judia	6	10	--
Lada	8	10	--
Longal	7	10	--
Martainha	8	10	--

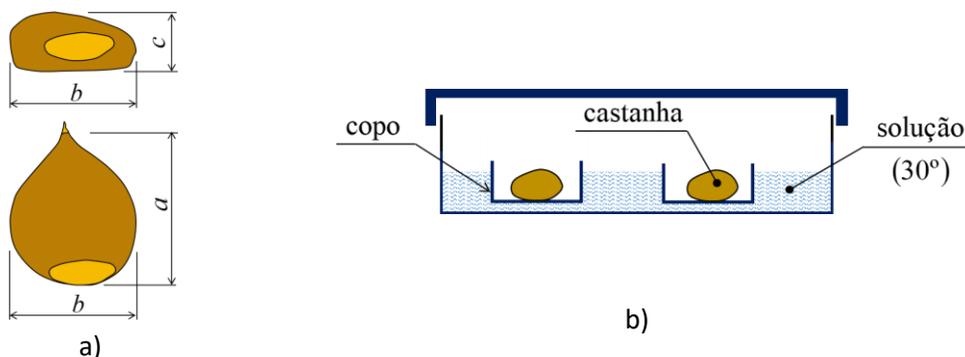


Figura 4- (a) Dimensões caraterísticas e (b) esquema do acondicionamento das castanhas.

Tabela 2 – Sais e humidades relativas.

Sal	Humidade relativa
Sílica gel	~ 0%
Cloreto de magnésio hexahidratado	30,5%
Nitrato de magnésio hexahidratado	45,4%
Brometo de sódio	54,6%
Iodeto de potássio	67,0%
Sulfato de potássio	95,8%

Na Figura 2 ilustram-se os resultados experimentais básicos dos ensaios de secagem, para o caso da cultivar Côta e para as humidades relativas de 0% e de 95,8%: a evolução da percentagem de perda de água (Δm) em função da raiz quadrada do tempo. A percentagem da perda de água é definida por:

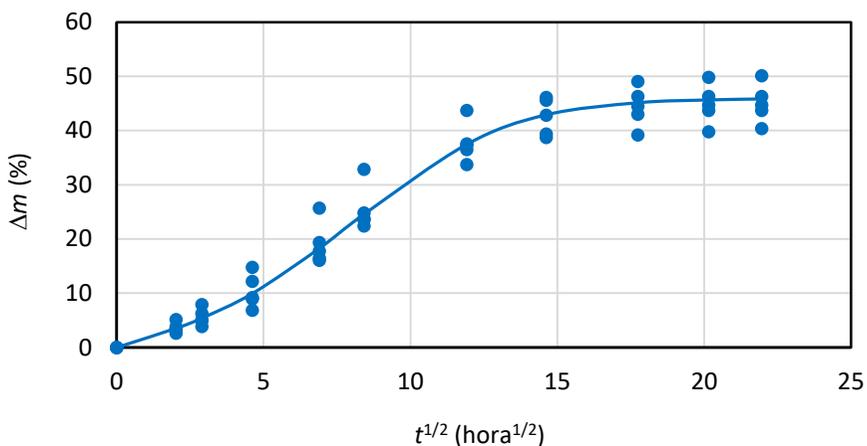
$$\Delta m = \frac{m(t) - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

onde $m(t)$ representa a massa de cada castanha no instante t e m_0 representa a massa inicial (determinada após a receção das castanhas no laboratório). Em termos qualitativos, os resultados experimentais básicos para as restantes humidades relativas e para as outras cultivares de castanha são semelhantes aos que constam na Figura 2.

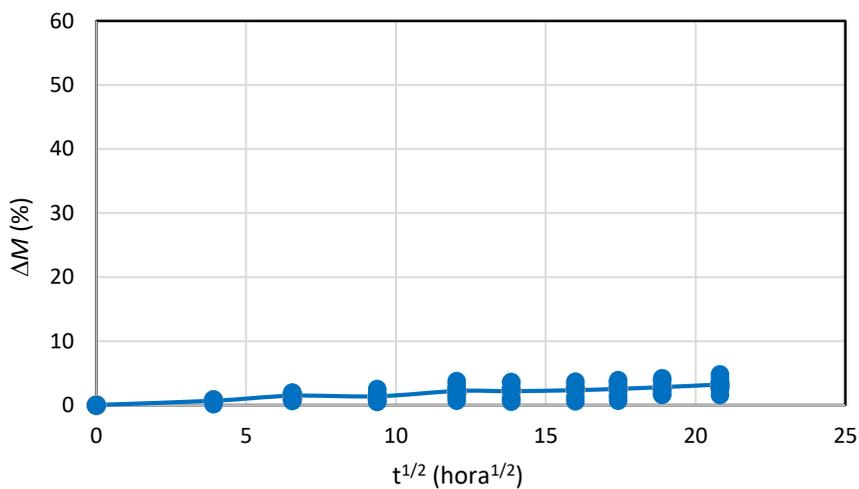
6.3. Tratamento de dados

A partir das dimensões características de cada castanha (a , b e c , na Figura 1a) foi calculado o raio característico de cada castanha, assim definido:

$$r = \sqrt[3]{abc} \quad (2)$$



(a)



(b)

Figura 2 - Curva de secagem da cultivar Côta, a 30°C: (a) 0% de umidade relativa; (b) 95,8% de umidade relativa.

Assumindo que a lei de Fick da difusão é válida para descrever a perda de água na castanha (Delgado et al, 2014), e considerando as castanhas como esferas com raio r (raio característico da Tabela 2), a percentagem da perda de água em cada instante é dada pela série (Crank, 1975):

$$\frac{\Delta m(t)}{\Delta M} = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \exp(-k^2 \pi^2 D t / r^2) \quad (3)$$

onde D é o coeficiente de difusão e ΔM é a percentagem máxima de perda de água,

$$\Delta M = \lim_{t \rightarrow \infty} \Delta m(t) \quad (4)$$

Para o troço linear inicial das curvas de secagem (Figura 2), a série da equação (3) pode ser aproximada pela seguinte expressão (Shen et al, 1976; Morais et al., 1995):

$$\frac{\Delta m(t)}{\Delta M} \approx 3 \sqrt{\frac{D}{\pi r^2}} \sqrt{t} \quad (5)$$

Neste trabalho consideramos ΔM como sendo o valor da percentagem perda de água registado nas curvas de secagem (Figura 2), isto é:

$$\Delta M \approx \max[\Delta m(t)] \quad (6)$$

Usando este valor de ΔM , a equação (5) serve para determinar o coeficiente de difusão.

6.4. Resultados e discussão

6.4.1. Raios característicos

Na Tabela 3 estão resumidos os resultados referentes ao valor médio e ao coeficiente de variação raio característico (2) das amostras de castanha que foram ensaiadas. Estes resultados servem para avaliar a homogeneidade das dimensões de cada amostra e a sua variação entre cultivares e, para cada cultivar, entre os anos analisados. O resultado mais saliente é o maior valor e a menor dispersão do raio característico das castanhas que foi registado no ano de 2020.

Tabela 3 – Valor médio (mm) e coeficiente de variação (%) do raio característico das amostras.

Cultivar	2019	2020	2021
Boaventura	--	28,3 (7,3%)	27,7 (12,4%)

Côta	23,6 (13,9%)	26,8 (6,6%)	22,3 (9,6%)
Judia	27,0 (7,1%)	30,8 (5,6%)	--
Lada	25,4 (6,4%)	28,3 (7,8%)	--
Longal	20,4 (14,6%)	24,6 (6,9%)	--
Martainha	25,4 (6,9%)	31,2 (4,4%)	--

6.4.2. Percentagem máxima de perda de água

Nas Tabelas 4 a 9 estão reunidos os valores médios (ΔM) e os coeficientes de variação (CV) da percentagem máxima de perda de água que foram registados em cada cultivar, em função da humidade relativa (HR) e para cada um dos anos em que foram realizadas as análises. A dispersão dos resultados (avaliada pelo coeficiente de variação, CV) é, em geral, da mesma ordem de grandeza em todas as amostras, com exceção das amostras referentes à humidade relativa de 95,8%. A grande dispersão observada nestas amostras explica-se pelos menores valores de perda de água (Figura 2b). Os dados que constam nas Tabelas 4 a 9 revelam também que, de um modo geral, a perda de água é menor para o ano de 2020. Este resultado é particularmente mais evidente para o caso da cultivar Côta, que foi testada nos três anos deste trabalho.

Tabela 4 – Média (ΔM) e coeficiente de variação (CV) da perda de água em função da humidade relativa (HR): cultivar Boaventura.

HR (%)	2020		2021	
	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)
0,0	37,4	24,8	25,5	14,0
30,5	30,8	13,2	40,2	10,4
45,4	29,6	9,5	38,6	43,3
54,6	28,6	17,1	34,4	13,8
67,0	23,7	12,4	27,8	15,2
95,8	3,3	26,5	7,6	71,2

Tabela 5 – Média (ΔM) e coeficiente de variação (CV) da perda de água em função da umidade relativa (HR): cultivar Côta.

HR (%)	2019		2020		2021	
	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)
0,0	45,0	7,9	30,0	17,9	39,8	16,8
30,5	45,3	8,1	30,8	14,8	40,8	9,1
45,4	42,6	6,5	28,5	20,3	33,5	20,6
54,6	47,0	5,3	31,8	9,0	38,4	10,0
67,0	37,9	14,6	28,3	14,6	31,4	13,6
95,8	14,2	28,9	3,6	35,9	7,0	44,7

Tabela 6 – Média (ΔM) e coeficiente de variação (CV) da perda de água em função da umidade relativa (HR): cultivar Judia.

HR (%)	2019		2020	
	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)
0,0	32,553	11,2	12,9	31,5
30,5	23,065	19,7	19,0	13,4
45,4	26,227	26,2	19,2	11,9
54,6	26,362	8,8	21,8	13,9
67,0	17,146	24,8	15,0	24,1
95,8	5,822	29,0	5,3	35,2

Tabela 7 – Média (ΔM) e coeficiente de variação (CV) da perda de água em função da umidade relativa (HR): cultivar Lada.

HR (%)	2019		2020	
	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)
0,0	39,6	11,2	35,2	19,5
30,5	31,2	26,1	28,6	15,0
45,4	29,8	21,0	27,3	11,9
54,6	27,6	10,3	29,8	8,4
67,0	23,6	27,0	24,3	13,4
95,8	3,4	98,1	4,5	75,7

Tabela 8 – Média (ΔM) e coeficiente de variação (CV) da perda de água em função da humidade relativa (HR): cultivar Longal.

HR (%)	2019		2020	
	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)
0,0	27,6	38,8	--	--
30,5	28,6	17,2	24,9	15,0
45,4	24,6	19,2	32,2	18,6
54,6	27,3	10,0	35,7	7,9
67,0	27,0	35,9	29,8	20,6
95,8	9,3	54,1	4,3	35,9

Tabela 9 – Média (ΔM) e coeficiente de variação (CV) da perda de água em função da humidade relativa (HR): cultivar Martainha.

HR (%)	2019		2020	
	ΔM (%)	CV (%)	ΔM (%)	CV (%)
0,0	36,3	11,7	19,8	12,1
30,5	39,0	10,3	27,9	8,7
45,4	32,0	10,9	22,5	14,3
54,6	32,3	8,5	20,3	20,5
67,0	24,3	16,4	17,8	11,2
95,8	3,8	40,6	4,9	79,9

De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 4 a 9, até aos 54,6% de humidade relativa a percentagem máxima de perda de água (ΔM) para cada cultivar é praticamente constante, ocorrendo a partir daí uma redução acentuada de ΔM . Isto mesmo está patente no gráfico da Figura 3, onde se representa a variação de ΔM (média dos anos em que cada cultivar foi analisada) a humidade relativa, para todas as cultivares. Os resultados que constam na Figura 3 permitem-nos também comparar as diferentes cultivares. Salientamos o facto da cultivar Côta apresentar a maior percentagem de perda de água e a cultivar Judia apresentar a menor percentagem de perda de água.

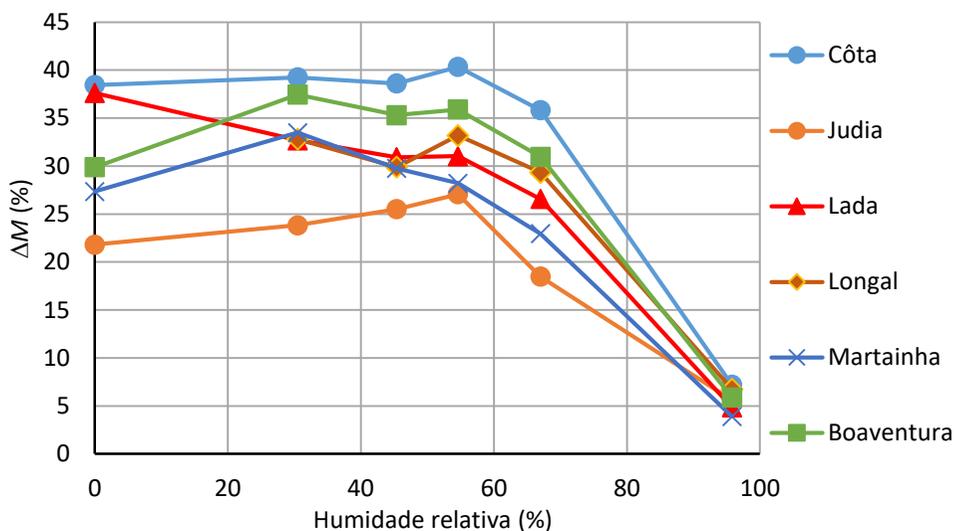


Figura 3 - Variação dos valores médios da percentagem de perda de água com a umidade relativa (a 30°C).

6.4.3. Coeficientes de difusão

Nas Tabelas 10 a 15 encontram-se os valores médios (D) e os coeficientes de variação (CV) do coeficiente de difusão que foram determinados em cada cultivar, para cada umidade relativa (HR) e para cada um dos anos em que foram realizados os testes de perda de água. Em consequência da elevada dispersão dos valores do coeficiente de difusão, não se observou em qualquer cultivar uma dependência significativa dessa grandeza com a umidade relativa. Pela mesma razão, também não há variações significativas do coeficiente de difusão entre os anos analisados.

Tabela 10 – Valor médio (D) e coeficiente de variação (CV) do coeficiente de difusão em função da umidade relativa (HR): cultivar Boaventura.

HR (%)	2020		2021	
	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)
0,0	9,27	44,0	8,51	15,4
30,5	3,68	24,1	2,45	19,44
45,4	3,85	17,3	2,17	38,3
54,6	4,37	25,7	2,13	23,2
67,0	4,73	23,7	2,15	41,4
95,8	3,70	49,0	4,65	44,2

Tabela 11 – Valor médio (D) e coeficiente de variação (CV) do coeficiente de difusão em função da umidade relativa (HR): cultivar Côta.

HR	2019	2020	2021
----	------	------	------

ValorCast

(%)	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)
0,0	2,65	38,5	2,77	28,2	4,78	35,3
30,5	3,16	25,8	2,68	36,8	3,54	21,9
45,4	3,40	31,3	3,03	56,1	1,98	29,6
54,6	3,44	36,0	2,62	25,5	2,95	19,5
67,0	3,93	25,2	3,65	35,8	1,92	19,9
95,8	4,04	85,2	2,21	31,7	3,44	55,6

Tabela 12 – Valor médio (D) e coeficiente de variação (CV) do coeficiente de difusão em função da humidade relativa (HR): cultivar Judia.

HR (%)	2019		2020	
	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)
0,0	6,17	73,1	5,03	34,6
30,5	9,74	25,6	2,16	13,3
45,4	4,49	19,0	2,35	9,7
54,6	4,96	26,3	2,36	13,1
67,0	5,04	17,5	2,72	37,9
95,8	3,58	51,9	2,94	51,7

Tabela 13 – Valor médio (D) e coeficiente de variação (CV) do coeficiente de difusão em função da humidade relativa (HR): cultivar Lada.

HR (%)	2019		2020	
	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)	D ($\times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$)	CV (%)
0,0	5,68	37,1	4,25	35,2
30,5	5,00	21,9	3,45	11,2
45,4	5,56	29,4	3,01	14,6
54,6	5,83	36,1	3,39	28,3
67,0	6,37	31,7	3,45	24,3
95,8	3,65	48,5	2,66	55,3

Tabela 14 – Valor médio (*D*) e coeficiente de variação (*CV*) do coeficiente de difusão em função da humidade relativa (*HR*): cultivar Longal.

HR (%)	2019		2020	
	D (m ² /s)	CV (%)	D (m ² /s)	CV (%)
0,0	1,97	28,2	2,98	43,6
30,5	2,78	39,8	1,52	15,0
45,4	2,86	37,7	1,58	20,4
54,6	2,25	44,1	1,70	18,8
67,0	2,45	25,9	1,49	30,2
95,8	4,02	53,8	2,49	28,4

Tabela 15 – Valor médio (*D*) e coeficiente de variação (*CV*) do coeficiente de difusão em função da humidade relativa (*HR*): cultivar Martainha.

HR (%)	2019		2020	
	D (x10 ⁻¹⁰ m ² /s)	CV (%)	D (x10 ⁻¹⁰ m ² /s)	CV (%)
0,0	3,44	29,8	4,47	20,4
30,5	4,47	12,8	4,74	17,9
45,4	3,36	19,9	4,29	17,9
54,6	3,62	13,0	3,48	22,0
67,0	2,94	23,3	4,50	16,2
95,8	9,54	56,3	3,43	50,5

Na Figura 4 apresenta-se uma comparação entre os coeficientes de difusão das diferentes cultivares, considerando o valor médio de todas as humidades relativas e de todos os anos. As cultivares Judia, Longal e Martainha possuem os maiores valores médios do coeficiente de difusão, enquanto a cultivar Longal é a que tem o menor valor médio dessa propriedade.

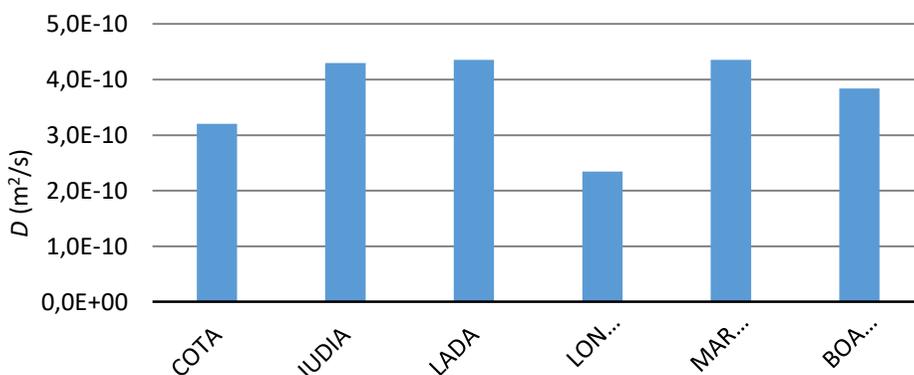


Figura 4 - Valores médios dos coeficientes de difusão (a 30°C).

6.5. Conclusões

No âmbito do projeto ValorCast foram determinadas as propriedades de transporte de água, em condições ambientais (temperatura e humidade relativa) estacionárias e segundo o modelo de Fick da difusão, das seguintes cultivares: Boaventura, Côta, Judia, Lada, Longal e Martainha. Em geral, para cada cultivar, a percentagem máxima de perda de água é independente da humidade relativa atmosférica, até cerca de 55% de humidade relativa. A partir dessa humidade relativa registou-se uma redução acentuada da percentagem máxima de perda de água. De entre as cultivares examinadas, a cultivar Côta foi a que apresentou a maior percentagem de perda de água e a cultivar Judia foi a que apresentou a menor percentagem de perda de água.

6.6. Referências

ASTM E 104-85 (1991). Standard practice for maintaining constant relative humidity by means of aqueous solutions. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, USA.

Crank, J (1975). *The Mathematics of Diffusion*. Oxford University Press.

Delgado, T., Pereira, J.A., Baptista, P., Casal, S., Ramalhosa, E., (2014). Shell's influence on drying kinetics, color and volumetric shrinkage of *Castanea sativa* Mill. Fruits. *Food Research International* 55, 426–435.

Guiné, R.P.F., Fernandes, R. C.C. (2006). Analysis of the drying kinetics of chestnuts. *Journal of Food Engineering* 76, 460-467.

Morais, J.L., Marques, A.T. (1995). Modelo clássico de transporte de água nos compósitos unidireccionais de matriz polimérica termoendurecível. *In: Ligações Entre Materiais, Anais do 7º Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Materiais, Universidade de Aveiro, vol.2, 406 – 415.*

Shen, C.-H., Springer, G. S. (1976). Moisture absorption and desorption of composite materials. *Journal of Composite Materials*, 10, 2-20.

7. ■ Aplicação de revestimentos na castanha

Elsa Ramalhosa¹, Ermelinda Lopes Pereira¹, José Gomes Laranjo², Jorge Ferreira-Cardoso², Ana Gomes², Alice Vilela³, Ana Sampaio^{2,4}, Fernando M. Nunes³

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO)- Laboratório Associado para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha (SusTEC),- Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

²Centro de Investigação e Tecnologia de Ciências Agroambientais e Biológicas (CITAB-UTAD), Vila Real, Portugal

³Laboratório de Química Alimentar e do Vinho, CQ-VR, Centro de Investigação Química – Vila Real, Escola Superior de Ciências da Vida e do Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

⁴Laboratório Associado Instituto para a Inovação, Capacitação e Sustentabilidade da Produção Agro-alimentar (Inov4Agro), UTAD, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal

7.1. Resumo

No presente capítulo pretende-se descrever as atividades realizadas no âmbito do Projeto ValorCast ao nível da aplicação de revestimentos hidrofílicos e hidrofóbicos com o intuito de reduzir a desidratação das castanhas após a colheita. Para a avaliação de revestimentos hidrofílicos foram realizados quatro estudos, nos quais se avaliou a aplicação dos seguintes compostos: (i) alginato, quitosano e proteína do soro, a 2% (m/v); (ii) quitosano (0,5, 1 e 2%, m/v) e farinha de mandioca (3 e 5%, m/v); (iii) revestimentos comerciais da empresa DOMCA, designadamente o FOOD-COAT®, PROALLIUM® e ambos em conjunto. Na aplicação de revestimentos de resíduos hidrofóbicos utilizou-se a parafina, parafina aditivada com timol e a cera de abelha. Através da realização do primeiro estudo verificou-se que os melhores resultados em termos da qualidade microbiológica do fruto foram obtidos com o quitosano. No segundo estudo observou-se que a aplicação de farinha de mandioca a 5% acarretou o aparecimento de bolores visíveis após 6 meses de armazenamento. Pelo contrário, a aplicação de quitosano a 1 e 2% e farinha de mandioca a 3% forneceram resultados promissores ao nível da redução do desenvolvimento microbiano, principalmente quando se consideram armazenamentos longos (> 3 meses). No terceiro estudo verificou-se que em relação à perda de peso, após o armazenamento durante 4 meses, o FOOD-COAT® foi o revestimento que mostrou o melhor desempenho, com a menor perda de peso (5 a 6%). No entanto, em relação aos microrganismos mesófilos aeróbios

e bolores e leveduras, o PROALLIUM® foi o mais eficiente durante dois a três meses. Assim, a junção PROALLIUM® + FOOD-COAT® pode ser vantajosa para se retardar a perda de peso e o desenvolvimento microbiano até três meses de armazenamento, perdendo a sua eficácia após esse período. Relativamente aos revestimentos hidrofóbicos à base de parafina e cera de abelha foram muito eficientes na prevenção da perda de água quando as castanhas foram armazenadas em condições forçadas. As castanhas revestidas com parafina ou com cera de abelha em termos sensoriais foram idênticas às castanhas antes do armazenamento, exceto com a adição do timol no tratamento da parafina pois conferiu aromas desagradáveis à castanha, provavelmente devido ao odor pungente do timol, mas em termos microbiológicos o timol teve uma ação essencial, pois permitiu diminuir a podridão das castanhas após o armazenamento.

7.2. Introdução

Durante o armazenamento da castanha, os produtores e industriais deste fruto enfrentam vários problemas, designadamente a perda de peso e o desenvolvimento de bolores, que se traduzem em perdas económicas significativas. Deste modo, é de extrema importância aumentar o tempo de prateleira da castanha através da aplicação de novas tecnologias. A aplicação de revestimentos comestíveis pode ser uma boa opção, uma vez que permitem proteger os produtos alimentares de danos mecânicos, físicos, químicos e microbiológicos (Campos et al., 2011; Lin & Zhao, 2007). Contudo, a escolha do revestimento irá afetar a eficiência do tratamento. Diversos polímeros (proteínas, polissacarídeos, lípidos) podem ser utilizados na formulação dos revestimentos comestíveis. Alguns exemplos de sucesso podem ser mencionados em frutos, tais como, a aplicação dos polissacarídeos quitosano e alginato (Varasteh et al., 2017; Chiabrando & Giacalone, 2016), e de proteína do soro (Cisneros-Zevallos & Krochta, 2003; Alleoni et al., 2006). Em particular, o revestimento de quitosano tem apresentado atividade antifúngica e antimicrobiana durante o armazenamento (Chien et al., 2007; Zhang & Quantick, 1998). Por outro lado, o interesse pelos revestimentos à base de proteína de soro tem aumentado pelo facto de poderem ser obtidos a partir de subprodutos da indústria de lacticínios e atuarem como barreira ao oxigénio (Regalado et al., 2006). Em relação ao revestimento com alginato, este também tem demonstrado ser uma boa barreira ao oxigénio (Conca & Yang, 1993) e em reduzir as contagens dos microrganismos naturalmente presentes nos produtos (Amanatidou et al., 2000). Muitos materiais de origem lipídica têm sido utilizados como revestimentos protetores para a prevenção da evaporação de água. Os revestimentos hidrofóbicos baseados em gorduras sólidas, ceras ou resinas podem ser formados por fusão e solidificação, solubilização num solvente orgânico e evaporação do solvente ou preparando uma emulsão em água e evaporação da água (Debeaufort et al., 1998; Janjarasskul & Krochta, 2010). Deste modo, cada material utilizado na formulação dos revestimentos

comestíveis tem as suas propriedades específicas, sendo necessário investigar o seu efeito nos alimentos. Neste sentido, no presente capítulo são descritos os trabalhos até ao momento realizados em castanha com revestimentos no âmbito do Projeto ValorCast, dando-se particular ênfase aos resultados obtidos em termos de perda de peso e desenvolvimento microbiano.

1º Estudo – Efeito da aplicação de alginato, quitosano e proteína do soro, a 2% (m/v), no armazenamento de castanhas sob refrigeração durante 6 meses

Neste trabalho aplicaram-se revestimentos de alginato, quitosano e proteína do soro, a 2% (m/v), em amostras de castanha fornecida pelo parceiro Sortegel - Produtos Congelados, S.A.. A castanha foi previamente sujeita ao tratamento com água quente (47-50 °C) durante 30 minutos e, em seguida, imersa em água fria para baixar a temperatura. Esta metodologia é recomendada pelo Governo Português (DGAV, 2018) e deve ser aplicada à castanha que irá ser exportada para outros países. No entanto, é uma metodologia aplicada por inúmeras empresas que processam castanha que será vendida em fresco. De modo a secar a água exterior, as amostras permaneceram em tabuleiros com papel absorvente durante 36 horas.

Os revestimentos aplicados – alginato, quitosano e proteína do soro – foram aplicados seguindo o método descrito por Nair et al. (2018), com ligeiras modificações. Os métodos aplicados e as análises efetuadas podem ser lidos no artigo de Fernandes et al. (2020), no qual é descrito em pormenor a metodologia aplicada e os resultados obtidos durante esse estudo. De referir que as castanhas revestidas e o controlo (castanhas sujeitas ao tratamento com água quente, mas sem revestimento) permaneceram armazenadas sob refrigeração na câmara industrial da Sortegel - Produtos Congelados, S.A., durante 6 meses.

Após aplicação dos revestimentos, a castanha revestida apresentou um maior brilho do que o controlo. Após três meses de armazenamento, as castanhas revestidas com quitosano e alginato apresentaram uma aparência idêntica às do início (tempo zero). Pelo contrário, as castanhas revestidas com proteína de soro e as não revestidas mostravam algum crescimento de bolores. No final do armazenamento, as amostras revestidas com quitosano foram as que apresentaram o menor crescimento fúngico. Na Figura 1 podem ser observadas as castanhas após os 6 meses de armazenamento.



Figura 1 - Castanhas revestidas com quitosano, alginato e proteína do soro, a 2% (m/v), após seis meses de armazenamento industrial sob refrigeração.

Em relação à perda de peso, este parâmetro é de extrema importância porque se traduz em importantes perdas económicas. Observou-se no presente estudo que a perda de peso aumentou em todas as amostras (castanhas revestidas e controlo) durante o armazenamento (Figura 2). Contudo, deve ser referido que aos seis meses não foi possível determinar a perda de peso em resultado de uma falha a nível processual. Contudo, foi possível constatar que a perda de peso foi mais significativa nas castanhas revestidas com proteína do soro, tendo variado entre 1,6 e 14,6%. Pelo contrário, o quitosano apresentou os menores valores, tendo os valores variado entre 0,9 e 2,6%. A capacidade que os revestimentos apresentam para reduzir a perda de peso pode, em parte, ser atribuída às diferentes espessuras que cada revestimento origina em torno do produto e à sua permeabilidade à água, que são fatores importantes do ponto de vista da velocidade de transferência de massa (Yaman & Bayonindirli, 2002).

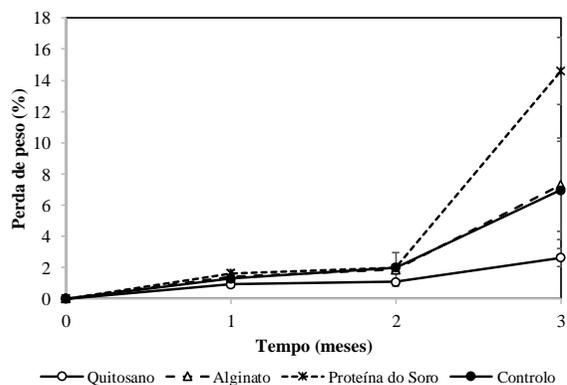


Figura 2 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não revestidas (controlo) e revestidas com quitosano, alginato e proteína do soro, a 2% (m/v), durante três meses de armazenamento industrial sob refrigeração.

Em relação à qualidade microbiológica, os resultados obtidos para os mesófilos aeróbios e bolores e leveduras ao longo do tempo de armazenamento encontram-se descritos na Figura 3 A e B. O quitosano foi o revestimento que originou as menores contagens em mesófilos aeróbios e bolores e leveduras ao longo do armazenamento. Pelo contrário, o revestimento com proteína de soro originou as maiores contagens. Em relação aos bolores e leveduras, após 6 meses de armazenamento, os valores obtidos foram semelhantes para o controlo, alginato e proteína de soro. Estes resultados vão ao encontro dos observados visualmente, uma vez que foi possível ver a existência de bolores nessas amostras.

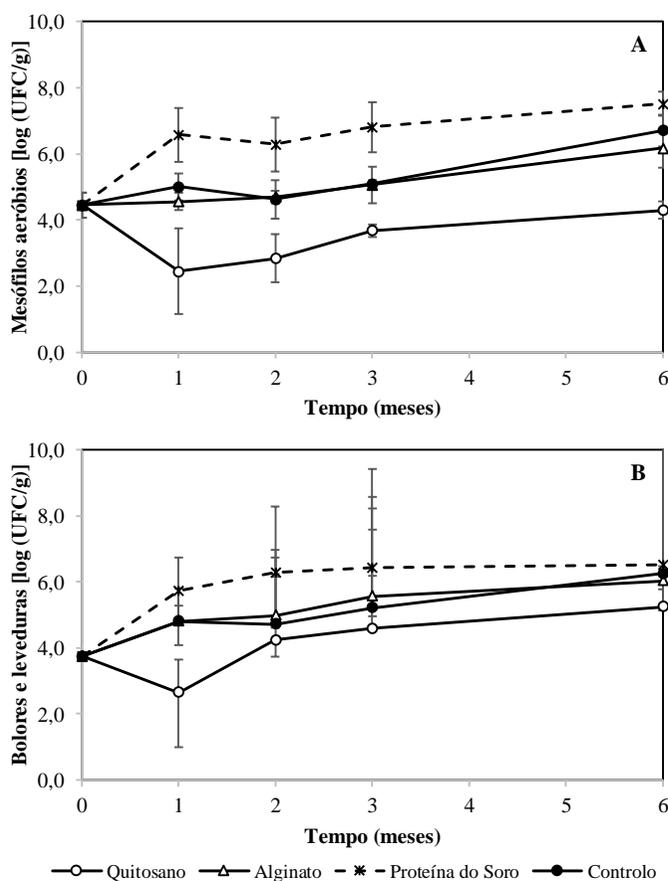


Figura 3 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não revestidas (controlo) e revestidas com quitosano, alginato e proteína do soro, a 2% (m/v), durante seis de armazenamento industrial sob refrigeração.

Os melhores resultados obtidos com o quitosano vai ao encontro do que é referido para o seu modo de ação contra alguns microrganismos, designadamente: interação superficial iónica que causa o rompimento da membrana celular (Goy et al., 2016); a inibição do RNA mensageiro e da síntese de proteínas através da penetração do quitosano para o núcleo dos microrganismos; e a formação de uma barreira externa, que pode causar a quelação de metais e provocar a supressão de nutrientes essenciais ao crescimento microbiano (Goy et al., 2009).

2º Estudo – Efeito da aplicação de quitosano e farinha de mandioca a diferentes concentrações no armazenamento de castanhas sob refrigeração durante 6 meses

Devido ao facto de se ter obtido os melhores resultados com o quitosano, efetuou-se um segundo estudo onde se pretendeu avaliar a utilização de uma menor percentagem de quitosano, de forma a não encarecer o processo no futuro. Para tal, testaram-se três concentrações de quitosano (0,5, 1 e 2%, m/v) para analisar a sua eficiência. Em paralelo, decidiu-se também utilizar a farinha de mandioca, a 3 e 5% (m/v), uma vez que este produto tem sido aplicado no revestimento de outros frutos, tais como mangas (Camatari et al., 2018; Chiumarelli et al., 2011). Após ter sido aplicado o revestimento, as castanhas foram armazenadas nas câmaras industriais da Cooperativa Agrícola Penela da Beira - Coopenela, parceiro do projeto, durante 6 meses. No final deste período, as castanhas apresentavam uma aparência representada na Figura 4.

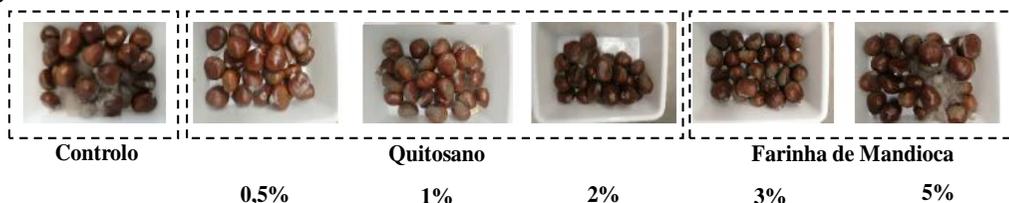


Figura 5 - Castanhas não revestidas (controlo) e revestidas com quitosano a 0,5, 1 e 2% (m/v) e farinha de mandioca a 3 e 5% (m/v) após seis meses de armazenamento industrial sob refrigeração.

Pôde-se constatar visualmente o desenvolvimento de bolores no controlo (castanhas sem revestimento) e nas amostras relativas à farinha de mandioca a 5%. Em relação à perda de peso, os resultados obtidos ao longo do armazenamento podem ser observados na Figura 5. Verificou-se que as maiores perdas foram observadas no controlo e nas castanhas revestidas com quitosano. Pelo contrário, os frutos revestidos com farinha de mandioca, possivelmente resultado da sua riqueza em amido, apresentaram menores perdas de peso. Após seis meses de armazenamento, valores de perda de peso próximos dos 6% foram obtidos para a farinha de mandioca a 5%

versus 23% para o controlo, obtendo-se uma redução na perda de peso de aproximadamente 78% quando se aplica este revestimento.

De referir que ao comparar com o estudo anterior, obtiveram-se maiores valores de perdas de peso. Contudo, esses resultados podem dever-se ao facto das castanhas fornecidas pelos parceiros do projeto serem de cultivares distintas. As amostras fornecidas pela Sortegel - Produtos Congelados, S.A. e Cooperativa Agrícola Penela da Beira – Coopenela, eram principalmente constituídas por frutos das cultivares Longal e Judia, respetivamente, sugerindo que diferentes cultivares podem ter perdas de peso distintas.

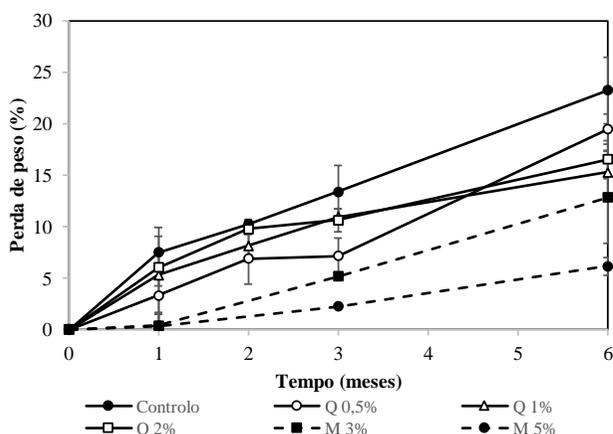


Figura 5 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não revestidas (controlo) e revestidas com quitosano a 0,5, 1 e 2% (m/v) (Q 0,5%, Q 1% e Q 2%, respetivamente) e farinha de mandioca a 3 e 5% (m/v) (M 3% e M 5%) durante seis meses de armazenamento indústria.

Relativamente à qualidade microbiológica das castanhas sujeitas aos revestimentos indicados, as contagens relativas aos mesófilos aeróbios, e bolores e leveduras encontram-se representadas nas Figura 6 A e B, respetivamente. Observou-se uma ligeira redução nas contagens dos mesófilos aeróbios para os revestimentos com quitosano e farinha de mandioca a 3%, tendo-se atingido valores inferiores a 4,1 log UFC/g após seis meses. Pelo contrário, no controlo, maiores valores foram determinados no final do armazenamento (aproximadamente 6 log UFC/g). As castanhas revestidas com farinha de mandioca a 5% apresentavam visualmente um elevado grau de contaminação de bolores, não tendo sido analisadas (ponto a vermelho indicado no gráfico). Estes resultados indicam que este revestimento não é adequado para ser aplicado à castanha. Por outro lado, em linha com o estudo anterior, o quitosano continuou a demonstrar ser uma possível opção, tendo-se verificado uma redução da carga microbiana à medida que se aumentou a concentração de quitosano de 0,5, para 1 e 2%. Este comportamento foi observado a um, dois e três meses.

Contudo, após seis meses, os resultados obtidos para as três concentrações foram semelhantes, sugerindo que os revestimentos foram perdendo as suas propriedades antimicrobianas.

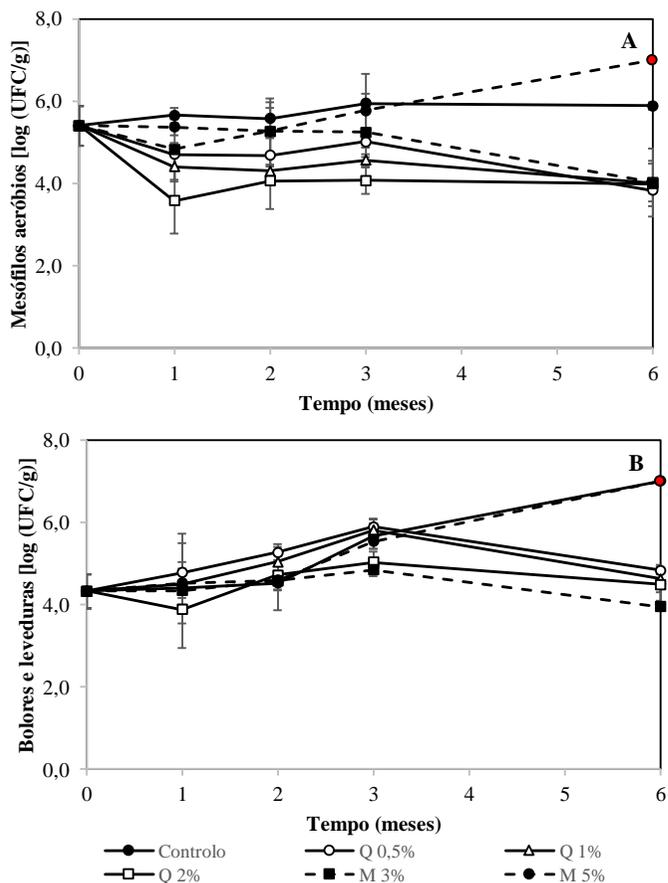


Figura 6 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não revestidas (controlo) e revestidas com quitosano a 0,5, 1 e 2% (m/v) (Q 0,5%, Q 1% e Q 2%, respetivamente) e farinha de mandioca a 3 e 5% (m/v) (M 3% e M5%) durante seis meses de armazenamento industrial sob refrigeração.

Em relação aos bolores e leveduras, na maioria das situações observou-se um ligeiro aumento nas suas contagens até aos três meses de armazenamento, com a exceção do quitosano a 2% que demonstrou uma pequena redução após um mês. Contudo, aos seis meses, o controlo e o revestimento com farinha de mandioca a 5% apresentavam elevada contaminação fúngica, não tendo as amostras sido analisadas (pontos a vermelho no gráfico). Pelo contrário, os revestimentos com quitosano originaram contagens semelhantes entre si, não se detetando diferenças significativas para as diferentes concentrações. De referir que a menor contagem foi obtida com a farinha de

mandioca a 3% (4,0 log UFC/g), a qual não foi estatisticamente diferente das determinadas para o quitosano a 1 e 2%. No entanto, com o quitosano a 0,5% já se observaram diferenças significativas, tendo-se obtido maiores valores com o revestimento de quitosano a 0,5%. Assim, estes resultados sugerem que a aplicação de quitosano a 1 e 2% e farinha de mandioca a 3% fornecem resultados promissores ao nível do desenvolvimento microbiano, principalmente quando se consideram armazenamentos longos (superiores a 3 meses).

3º Estudo – Efeito da aplicação de revestimentos comerciais da empresa DOMCA, designadamente o FOOD-COAT®, PROALLIUM® e ambos em conjunto, no armazenamento de castanhas sob refrigeração durante 4 meses

Decidiu-se testar dois revestimentos comerciais, cedidos gentilmente pela empresa DOMCA (Granada, Espanha), designadamente o FOOD-COAT® e o PROALLIUM®, seguindo a sugestão do Gerente de Produto da DOMCA, para aplicarmos os dois produtos em conjunto. Deste modo, efetuaram-se quatro tratamentos, nomeadamente o controlo (castanha sujeita ao tratamento com águas quentes), castanhas revestidas com FOOD-COAT®, castanhas revestidas com PROALLIUM® e castanhas revestidas com FOOD-COAT® + PROALLIUM®. Após aplicação do revestimento, as castanhas foram armazenadas nas câmaras industriais da Agromontenegro, parceira do projeto, durante 4 meses. A castanha fornecida era da cultivar Judia.

Após três meses, as castanhas apresentavam a aparência representada na Figura 7



Figura 7 - Castanhas controlo (sem revestimento) e revestidas com FOOD-COAT®, PROALLIUM® e ambos os produtos em conjunto, após três meses de armazenamento industrial sob refrigeração.

Em relação à perda de peso, os valores obtidos podem ser observados na Figura 8.

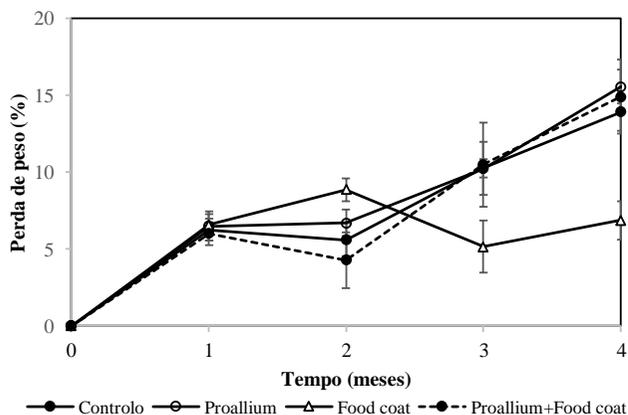


Figura 8 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não revestidas (controle) e revestidas com FOOD-COAT®, PROALLIUM® e ambos os produtos em conjunto, durante quatro meses de armazenamento industrial sob refrigeração.

Após um mês de armazenamento obtiveram-se valores muito semelhantes de perda de peso (aproximadamente 6%), tendo após dois meses, o revestimento PROALLIUM®+FOOD-COAT® sido aquele que forneceu o menor valor. Pelo contrário, o FOOD-COAT® foi o que originou a maior perda de peso, próxima dos 9%. Contudo, após três e quatro meses de armazenamento observou-se uma mudança de comportamento. O revestimento FOOD-COAT® foi aquele que se mostrou mais eficiente na perda de peso, com valores novamente entre 5 e 6%. Pelo contrário, perdas de peso bastante superiores e próximas dos 14% foram obtidas com o PROALLIUM® e PROALLIUM®+FOOD-COAT®, após quatro meses de armazenamento. O controle também forneceu resultados nesta ordem de grandeza. Estes resultados indicam que um revestimento à base de ácidos gordos como é o caso do FOOD-COAT® é mais eficiente do que um à base de ácidos orgânicos (PROALLIUM®) para tempos mais longos de armazenamento.

Relativamente à qualidade microbiológica das castanhas sujeitas aos revestimentos indicados, as contagens relativas aos mesófilos aeróbios, e bolores e leveduras encontram-se representadas nas Figura 9 A e B, respetivamente.

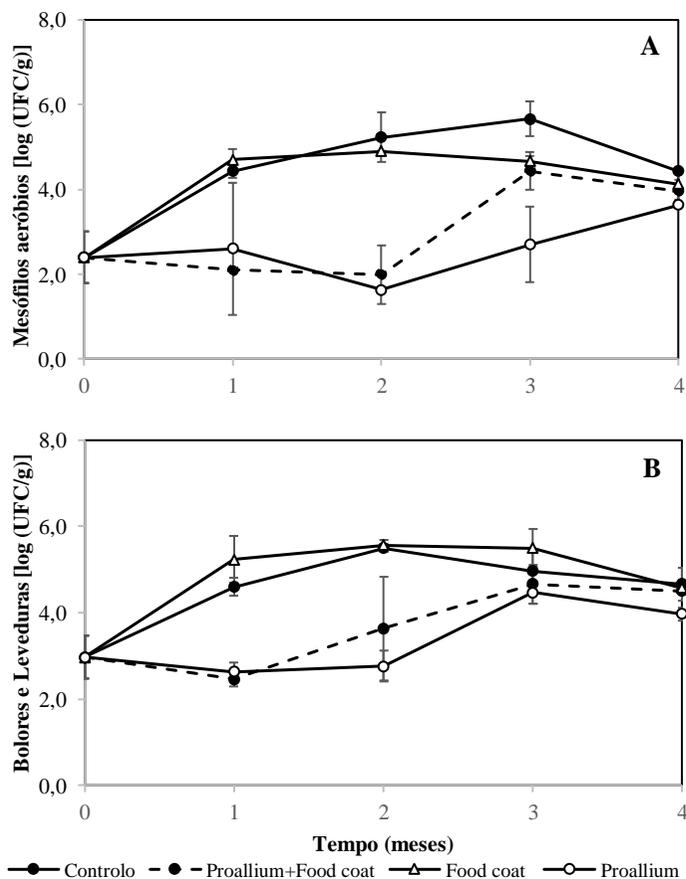


Figura 9 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não revestidas (controle) e revestidas com FOOD-COAT®, PROALLIUM® e ambos os produtos em conjunto, durante quatro meses de armazenamento industrial sob b refrigeração

Os revestimentos PROALLIUM® e FOOD-COAT® + PROALLIUM® originaram as menores contagens, tanto em termos de mesófilos aeróbios como bolores e leveduras durante dois meses de armazenamento. Após esse período, observou-se um aumento nas contagens de ambos os tipos de microrganismos até aos três meses, para os dois produtos (PROALLIUM® e FOOD-COAT® + PROALLIUM®), com um crescimento mais rápido para o revestimento FOOD-COAT® + PROALLIUM®. Estes resultados sugerem que o PROALLIUM® é um produto promissor para retardar o desenvolvimento microbiano durante pelo menos dois a três meses. Após esse período, os resultados aproximam-se aos obtidos para o controle e FOOD-COAT®, para os quais se obtiveram sempre as maiores contagens.

Assim, a junção de FOOD-COAT® + PROALLIUM® pode ser vantajosa para se retardar a perda de peso e o desenvolvimento microbiano até três meses de armazenamento, perdendo a sua eficácia após esse período.

4º Estudo – Efeito da aplicação de revestimentos de parafina no armazenamento de castanhas à temperatura ambiente durante 1 mês

De forma a avaliar a eficiência da aplicação de revestimentos hidrofóbicos na perda de água das castanhas frescas, foi inicialmente utilizado a parafina. A aplicação da parafina às castanhas foi realizada pela técnica de fusão/solidificação (Figura 10). Embora esta técnica apresente algumas desvantagens, nomeadamente no que diz respeito à quantidade de material de revestimento que adere à castanha, foi utilizada devido à sua simplicidade a nível laboratorial. Por forma a testar se a adição de timol, um composto fenólico terpénico que apresenta atividade antimicrobiana (Marchese et al., 2016), poderia ser uma solução para o controlo da atividade microbiológica, numa segunda aplicação de parafina utilizou-se 1% de timol. A perda de água das castanhas foi avaliada em condições forçadas de armazenamento de forma a provocar uma perda de água significativa das castanhas controlo e comparar desta forma a eficiência dos revestimentos utilizados em condições drásticas de armazenamento.

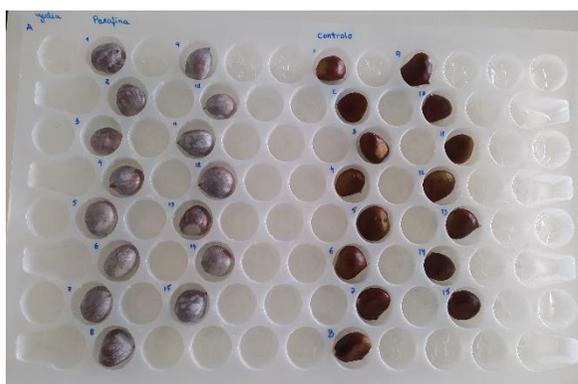
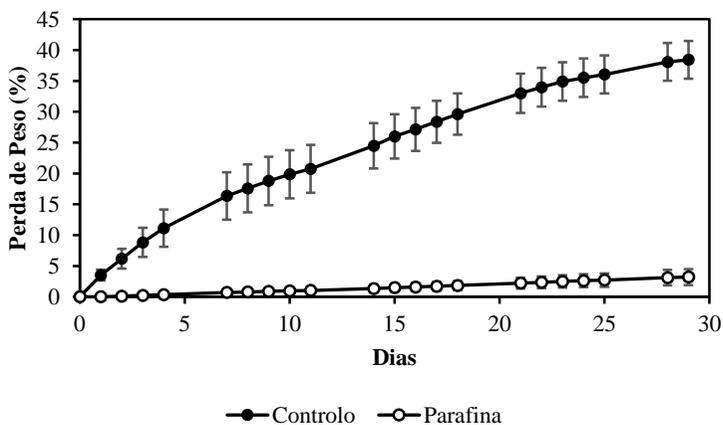


Figura 10 - Castanhas controlo (sem revestimento, lado direito) e revestidas com parafina (lado esquerdo)

Como se pode observar na Figura 11, o revestimento parafina, com ou sem timol, foi bastante eficiente na prevenção de perda de água das castanhas mesmo nestas condições de armazenamento. Após 29 dias de armazenamento à temperatura ambiente, as castanhas revestidas com parafina e parafina contendo 1% de timol perderam apenas $3.22 \pm 2.58\%$ e $2.36 \pm 1.24\%$ de peso, respetivamente, em comparação

com as castanhas sem revestimento que, nas mesmas condições de armazenamento, perderam $38.42 \pm 6.13\%$ de peso.



b

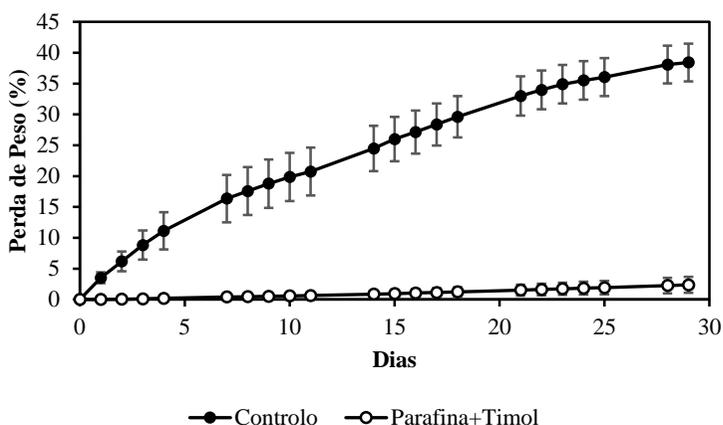


Figura 11 - Perda de peso das castanhas não revestidas (controle) e revestidas com parafina (a) e castanhas não revestidas (controle) e castanhas revestidas com parafina contendo 1% de timol durante o armazenamento à temperatura ambiente durante 29 dias.

Na Figura 12 apresenta-se o aspeto das castanhas originais antes do armazenamento à temperatura ambiente, após o armazenamento à temperatura ambiente sem utilização de revestimento e com a utilização do revestimento de parafina e parafina contendo 1% de timol.



Figura 12 - Grupos de amostras de castanhas da cultivar Judia (controlo inicial, controlo final, parafina e parafina + timol 1%, respetivamente).

Como se pode observar na Figura 12, as castanhas revestidas apresentam um aspeto semelhante às castanhas antes do armazenamento, contrariamente às castanhas sem revestimento armazenadas à temperatura ambiente que apresentam um aspeto desidratado.

Com vista a monitorizar o efeito da aplicação do revestimento na carga microbiana das castanhas, procedeu-se à avaliação da mesma antes e após o ensaio (Tabela 1). Para isso todas as amostras foram preparadas em condições de assepsia total numa câmara de fluxo laminar vertical, de modo a evitar qualquer tipo de contaminação secundária. Começou-se por fazer um corte transversal em cada castanha, desinfetando o utensílio cortante entre cada castanha, e caracterizou-se o aspeto interior de cada uma das castanhas. Seguidamente, retirou-se cinco partes diferentes do interior da castanha, ou seja, zona do hilo, cotilédone, embrião, do lado direito e esquerdo e inoculou-se essas cinco partes numa placa com meio PDA (“Potato dextrose agar”), para a pesquisa de fungos. Após a inoculação as placas foram colocadas a incubar a 25 °C, durante 7 dias, para a primeira leitura de resultados, e voltamos a ver os resultados ao fim de 10 dias. Por fim, isolamos os fungos em placas com meio PDA para uma identificação presuntiva.

Tabela 1 - Quantificação da diversidade (nº de colónias diferentes \pm desvio-padrão, dp) e total de podridão por placa (15 placas/revestimento), antes do revestimento (controlo inicial) e após um mês de revestimento (restantes).

Amostras	Diversidade (Média \pm dp)	Total de podridão por placa (Média \pm dp)
Castanhas controlo inicial	1,8 \pm 0,73	3,3 \pm 1,1
Castanhas controlo após 1 mês	1,9 \pm 0,60	4,7 \pm 0,72
Castanhas revestidas com parafina	2,5 \pm 0,64	4,3 \pm 0,88
Castanhas revestidas com parafina+timol%	1,3 \pm 0,63	2,7 \pm 1,29

A partir da Tabela 1 podemos verificar a média e o desvio padrão da diversidade (nº de colónias diferentes por cada placa, que cada placa corresponde a uma castanha) e do total de podridão (número total de podridões por placa), sabendo que em cada placa eram inoculadas cinco partes diferentes da castanha. Nas castanhas revestidas com parafina + timol 1% foram detetadas menos podridões comparativamente aos outros tratamentos, levando a concluir que o timol a 1% parece ter um efeito antimicrobiano nestas castanhas.

Após este período de armazenamento as castanhas foram analisadas para o teor de água, amido e açúcares solúveis (Tabela 2). Como se pode observar, e em concordância com os resultados de perda de água discutidos anteriormente, o teor de humidade foi superior para as amostras de castanha revestidas com a parafina quando comparado com o teor de humidade das castanhas não revestidas. O teor de açúcares solúveis foi inferior nas castanhas revestidas quando comparadas com as castanhas não revestidas, sendo o inverso observado para o teor de amido.

Tabela 2 - Resultados das determinações químicas

Parâmetros	Controlo	Parafina	Parafina + timol 1%
Teor de humidade (%)	17,26 \pm 0,00	46,73 \pm 0,00	50,83 \pm 0,00
Açúcares solúveis (%)	2,29 \pm 0,02	1,71 \pm 0,03	1,56 \pm 0,01
Amido (%MS)	41,71 \pm 0,69	48,66 \pm 0,36	49,35 \pm 0,20

Após um mês de avaliação da perda de água as castanhas revestidas e os respetivos controlos foram submetidas a uma análise sensorial. A prova foi realizada numa sala com ambiente controlado e material necessário para cada tarefa, de acordo com a ISO 8589 (ISO 8589, 2007). As castanhas (cultivar Judia), após serem lavadas em água da torneira, foram cortados e ferverdas em 1 litro de água com 3 g de sal, durante 40 min. Após arrefecer à temperatura ambiente (18 ± 2 °C), as amostras de castanha foram divididas em pratos de Pyrex branco devidamente codificados e foram avaliadas por um painel de provadores da ECVA/DeBA-UTAD, formados e experientes em análise sensorial. Foi disponibilizada água mineral para a limpeza do palato. Após a análise sensorial foi efetuada uma análise descritiva quantitativa (QDA), usando fichas de prova com descritores adaptados.

O perfil sensorial de cada amostra de castanha é mostrado na Tabela 3. A partir deste perfil podemos observar que as castanhas revestidas apresentavam menos firmeza inicial relativamente às do controlo. Relativamente às castanhas com o revestimento parafina + timol 1%, estas apresentaram valores superiores ao controlo no sabor amargo, a mostrada e adstringência, algum flavor a fermento, e ausência de flavor a manteiga, sabor doce e a castanha, concluindo-se que este revestimento não foi muito aceite pelos provadores devido aos sabores indesejáveis. Estes resultados serão certamente devidos ao odor conferido pelo timol. Para as castanhas revestidas com parafina os resultados foram satisfatórios.

Tabela 3 - Valores médios e respetivos desvios-padrão das pontuações atribuídas aos vários descritores sensoriais avaliados nas amostras de castanha em estudo.

	Controlo	Parafina	Parafina + timol 1%	Controlo refrigerado
Destacabilidade	4,4±1,0 ^b	3,3±1,1 ^a	3,6±1,0 ^{a,b}	2,7±1,6
Odor característico	2,7±1,3 ^b	3,1±1,4 ^b	1,1±0,3 ^a	2,8±1,2
Firmeza inicial	4±0,8 ^b	3±0,8 ^a	3,1±0,9 ^a	3,0±0,6 ^a
Dissolubilidade	2,9±0,7	3,2±1,3	2,7±0,7	4,2±1,0
Sabor doce	3,7±1,2 ^b	2,7±1,3 ^b	1,6±1,0 ^a	3,7±0,5
Sabor ácido	1,2±0,4	1,2±0,4	1,2±0,6	1,2±0,4
Sabor amargo	1,5±1,3	1,5±1,3	2,8±2,0	1,2±0,4
Adstringência	1,1±0,3	1,4±0,5	1,6±1,3	1,2±0,4
Flavor a castanha	3,4±0,8 ^b	2,8±1,2 ^b	1,2±0,6 ^a	3,5±0,5 ^b
Flavor a avelã	1,4±0,5	1,4±0,5	1,4±1,3	1,8±0,8
Flavor a	1,4±0,5	1,1±0,3	1,1±0,3	1,5±0,8
Flavor a manteiga	2,0±0,7 ^b	2,1±0,9	1,1±0,3 ^a	1,7±0,8
Flavor a caramelo	1,7±0,7 ^b	1,4±0,7 ^{a,b}	1,0±0,0 ^a	1,5±0,8 ^{a,b}
Flavor a fermento	1,5±0,5 ^b	1,0±0,0 ^a	1,3±0,7 ^{a,b}	1,3±0,5 ^{a,b}

Flavor a mostarda	1,2±0,4	1,0±0,0	1,7±1,5	1,0±0,0
Flavor frutado/floral	1,3±0,5	1,2±0,6	1,0±0,0	1,7±0,8
Flavor a terra	1,3±0,7	1,0±0,0	1,1±0,3	1,2±0,4

5º Estudo – Efeito da aplicação de revestimentos de cera de abelha no armazenamento de castanhas à temperatura ambiente durante 1 mês

De forma a avaliar a eficiência da cera de abelha quando comparada com a utilização de parafina como revestimento hidrofóbico, as castanhas foram revestidas com esta cera utilizando a mesma técnica utilizada para a parafina (Figura 13). A perda de água das castanhas foi avaliada nas mesmas condições utilizadas para a parafina, isto é, condições forçadas de armazenamento de forma a provocar uma perda de água significativa das castanhas controlo e comparar desta forma a eficiência deste revestimento em condições drásticas de armazenamento.



Figura 13 - Castanhas controlo (sem revestimento, lado direito) e revestidas com cera de abelha (lado esquerdo)

Como se pode observar na Figura 14 o revestimento com cera de abelha foi, à semelhança da parafina, eficiente na prevenção de perda de água das castanhas mesmo nestas condições de armazenamento, verificando-se que após 29 dias de armazenamento à temperatura ambiente, as castanhas revestidas com cera de abelha perderam apenas 5,5±3,1% de peso, em comparação com as castanhas sem revestimento que, nas mesmas condições de armazenamento, perderam 38,8±7,2% de peso.

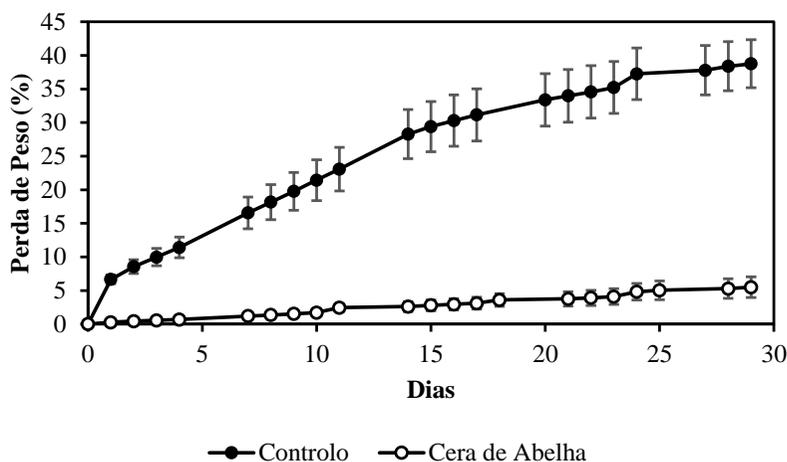


Figura 14 - Perda de peso das castanhas não revestidas (controle) e revestidas com cera de abelha durante o armazenamento à temperatura ambiente durante 29 dias.

Na Figura 15 apresenta-se o aspeto das castanhas originais antes do armazenamento à temperatura ambiente e após o armazenamento à temperatura ambiente sem utilização de revestimento e com a utilização do revestimento de cera de abelha.



Figura 15- Grupos de amostras de castanhas da cultivar Côta - controlo inicial, controlo final e castanhas revestidas com cera de abelha.

Como se pode observar na Figura 15, as castanhas revestidas, quando não apresentavam podridão, possuíam um aspeto semelhante às castanhas antes do armazenamento, contrariamente às castanhas sem revestimento armazenadas à temperatura ambiente que apresentam um aspeto desidratado.

O efeito da aplicação do revestimento na carga microbiana das castanhas foi igualmente avaliado antes e após o ensaio, como descrito anteriormente (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantificação da diversidade (nº de colónias diferentes \pm desvio-padrão, dp) e total de podridão por placa (15 placas/revestimento), antes do revestimento (controlo inicial) e após um mês de revestimento (restantes).

Amostras	Diversidade (Média \pm dp)	Total de podridão por placa (Média \pm dp)
Castanhas controlo inicial	2,20 \pm 0,56	4,47 \pm 0,83
Castanhas controlo após 1 mês	1,47 \pm 0,74 ⁽¹⁾	4,00 \pm 0,00 ⁽¹⁾
Castanhas revestidas com cera de abelha	1,80 \pm 0,56	4,47 \pm 0,92

⁽¹⁾das 15 castanhas (15 placas de petri) da cultivar côta do controlo após 1 mês a temperatura ambiente, só foi possível avaliar 3 castanhas pois as restantes estavam extremamente secas impossibilitando o seu corte para a inoculação.

Não se verificaram diferenças significativas entre as amostras analisadas no que diz respeito à diversidade e total de podridões.

Após este período de armazenamento, as castanhas foram analisadas para o teor de água, amido e açúcares solúveis (Tabela 5). Como se pode observar, e em concordância com os resultados de perda de água discutidos anteriormente, o teor de humidade foi superior para as amostras de castanha revestidas com cera de abelha quando comparadas com o teor de humidade das castanhas não revestidas. O teor de açúcares solúveis foi inferior nas castanhas revestidas quando comparadas com as castanhas não revestidas, sendo o inverso observado para o teor de amido. O uso da cera de abelha como revestimento parece ter prevenido a degradação de amido em açúcares solúveis.

Tabela 5 - Resultados das determinações químicas

Parâmetros	Controlo	Cera de abelha
Teor de humidade (%)	15,90 \pm 0,00	46,60 \pm 0,00
Açúcares solúveis (%)	2,36 \pm 0,02	1,26 \pm 0,02
Amido (%MS)	44,17 \pm 0,98	56,41 \pm 0,30

Ao fim de um mês de avaliação da perda de água, as castanhas revestidas e os respetivos controlos foram submetidas a uma análise sensorial. Após a análise sensorial foi efetuada uma análise descritiva quantitativa (QDA), usando fichas de prova com

descritores adaptados (Tabela 6). No que diz respeito ao revestimento cera de abelha e os respectivos controlos da cultivar Côta verificaram-se diferenças significativas na firmeza inicial entre as amostras. Destacou-se a maior solubilidade das castanhas revestidas com cera de abelha em relação ao controlo. Assim sendo, as castanhas revestidas com cera de abelha obtiveram ótimos resultados.

Tabela 6 - Valores médios e respetivos desvios-padrão das pontuações atribuídas aos vários descritores sensoriais avaliados nas amostras de castanha em estudo.

	Controlo Côta	Controlo refrigerado	Cera de abelha
Destacabilidade	3,8±1,8	2,7±1,6	3,0±1,3
Odor característico	3,0±1,7	2,8±1,2	2,5±0,8
Firmeza inicial	4,8±0,4^b	3,0±0,6^a	3,7±0,5^a
Dissolubilidade	2,8±1,5	4,2±1,0	3,5±0,8
Sabor doce	3,2±1,2	3,7±0,5	3,2±1,3
Sabor ácido	1,2±0,4	1,2±0,4	1,0±0,0
Sabor amargo	1,3±0,8	1,2±0,4	1,2±0,4
Adstringência	1,0±0,0	1,2±0,4	1,2±0,4
Flavor a castanha	2,7±1,2	3,5±0,5	3,2±1,3
Flavor a avelã	1,5±0,8	1,8±0,8	1,5±0,5
Flavor a amêndoa	1,0±0,0	1,5±0,8	1,3±0,5
Flavor a manteiga	2,0±1,1	1,7±0,8	1,7±0,5
Flavor a caramelo	1,7±0,8	1,5±0,8	1,5±0,5
Flavor a fermento	1,8±1,2	1,3±0,5	1,5±0,5
Flavor a mostarda	1,0±0,0	1,0±0,0	1,2±0,4
Flavor frutado/floral	1,5±0,5	1,7±0,8	1,5±0,8
Flavor a terra	1,7±1,0	1,2±0,4	1,2±0,4

7.3. Conclusões

Em relação à aplicação de quitosano, alginato e proteína de soro a 2% (m/v), o revestimento de quitosano foi aquele que originou as menores perdas de peso e as menores contagens de mesófilos aeróbios e bolores e leveduras após 6 meses de armazenamento industrial sob refrigeração. Pelo contrário, observou-se crescimento de bolores no revestimento com proteína do soro após três meses, indicando não ser uma boa opção para a castanha. Relativamente à utilização de quitosano (0,5, 1 e 2%, m/v) e farinha de mandioca (3 e 5%, m/v), as menores perdas de peso foram observadas nos frutos revestidos com farinha de mandioca. Contudo, a aplicação de quitosano a 1 e 2%,

e de farinha de mandioca a 3% parece ser uma técnica promissora para retardar o desenvolvimento microbiano, principalmente quando se consideram armazenamentos longos (superiores a 3 meses). Pelo contrário, a aplicação de farinha de mandioca a 5% acarreta o desenvolvimento de bolores após seis meses de armazenamento, não sendo uma boa opção. Em relação aos produtos comerciais, revestimentos à base de ácidos gordos, como é o caso do FOOD-COAT®, é mais eficiente para a perda de peso do que um à base de ácidos orgânicos (ex. PROALLIUM®) para tempos longos de armazenamento (> 3 meses). Contudo, o PROALLIUM® é um produto promissor para retardar o desenvolvimento microbiano durante pelo menos dois a três meses. Deste modo, a junção PROALLIUM®+ FOOD-COAT® pode ser vantajosa para se retardar a perda de peso e o desenvolvimento microbiano até três meses de armazenamento, observando-se uma perda na sua eficácia após esse período.

Os revestimentos hidrofóbicos à base de parafina e cera de abelha foram muito eficientes na prevenção da perda de água quando as castanhas foram armazenadas em condições forçadas (temperatura ambiente). Em termos sensoriais, as castanhas revestidas com parafina ou com cera de abelha foram semelhantes às castanhas antes do armazenamento. Embora a utilização do timol como aditivo no tratamento da parafina tenha conferido aromas desagradáveis à castanha, provavelmente devido ao odor pungente do timol, a adição de timol permitiu diminuir a podridão das castanhas após o armazenamento. Este resultado demonstra que a utilização de aditivos voláteis com capacidade antimicrobiana pode ser uma solução para a redução da perda de castanhas por crescimento microbiano (podridão).

7.4. Agradecimentos

Os autores do presente capítulo agradecem toda a colaboração prestada pelos parceiros Agromontenegro, Cooperativa Agrícola Penela da Beira - Coopenela e Sortegel - Produtos Congelados, S.A., 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).

7.5. Referências

- Alleoni, A.C.C., Jacomino, A.P., Rosa, A.S. (2006). 'Pêra' orange coating with whey protein concentrate film associated to plasticizers. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **41**, 1221-1226.
- Amanatidou, A., Slump, R.A., Gorris, L.G.M., Smid, E.J. (2000). High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf life extension of minimally processed carrots. *Journal of Food Science*, **65**, 61-66.
- Camatari, F.O.S., Santana, L.C.L.A., Canelossi, M.A.G., Alexandre, A.P.S., Nunes, M.L., Goulart, M.O.F., Narain, N., Silva, M.A.A.P. (2018). Impact of edible coatings based on cassava starch and chitosan on the post-harvest shelf life of mango (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins' fruits. *Food Science and Technology*, **38** (Suppl. 1), 86-95.
- Campos, C.A., Gerschenson, L.N., Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*, **4**, 849–875.
- Chiabrando, V., Giacalone, G. (2016). Effect of chitosan and sodium alginate edible coatings on the postharvest quality of fresh-cut nectarines during storage. *Fruits*, **71**, 79-85.
- Chien, P.-J., Sheu, F., Yang, F.-H. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, **78**, 225–229.
- Chiumarelli, M., Ferrari, C.C., Sarantópoulos, C.I.G.L., Hubinger, M.D. (2011). Fresh cut 'Tommy Atkins' mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch or sodium alginate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **12**, 381-387.
- Cisneros-Zevallos, L., Krochta, J.M. (2003). Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects, *Journal of Food Science*, **68**, 176-181.
- Conca, K.R., Yang, T.C.S. (1993). Edible food barrier coatings. In: Biodegradable polymers and packaging. Ching, C., Kplan D., Thomas, E. (Eds.). Technomic Publishing Co., Inc. Lancaster, Pennsylvania, pp. 357-369.
- 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). Physicochemical properties and microbial control of chestnuts (*Castanea sativa*) coated with whey protein isolate, chitosan and alginate during storage. *Scientia Horticulturae*, **263**, 109105 (p. 8).
- Goy, R.C., Morais, S.T.B., Assis, O.B.G. (2016). Evaluation of the antimicrobial activity of chitosan and its quaternized derivative on *E. coli* and *S. aureus* growth. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, **26**, 122-127.

Goy, R.C., Britto, D.A., Odilio, B.G.O. (2009). A review of the antimicrobial activity of chitosan. *Polímeros*, **19**(3), 241-247.

Lin, D., Zhao, Y. (2007). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **6**, 61-75.

Nair, M.S., Saxena, A., Kaur, C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, **240**, 245–252.

Regalado, C., Pérez-Pérez, C., Lara-Cortés, E., García-Almendarez, B. (2006). Whey protein based edible food packaging films and coatings. *In: Advances in Agricultural and Food Biotechnology*. Ramón Gerardo Guevara-González and Irineo Torres-Pacheco (Eds.), Chapter 11, pp. 237-261. ISBN: 81-7736-269-0.

Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M., Zamani Z. (2017). Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit storability improvement using pre-storage chitosan coating technique. *Journal of Agricultural Science and Technology*, **19**, 389-400.

Yaman, O., Bayoindirli, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*, **35**, 146-150.

Zhang, D., Quantick, P.C. (1998). Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, **73**(6), 763-767.

Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.-A., Voilley, A. (1998). Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **38**(4), 299-313.

Janjarasskul, T., Krochta, J.M. (2010) Edible Packaging Materials. *Annual Review of Food Science and Technology*. **1**, 415–48.

Marchese, A., Orhan, I.E., Daglia, M., Barbieri, R., Di Lorenzo, A. Nabavi, S.F., Gortzi, O., Izadi, M., Nabavi, S.M. (2016). Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature *Food Chemistry*, **210**, 402-414.

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.

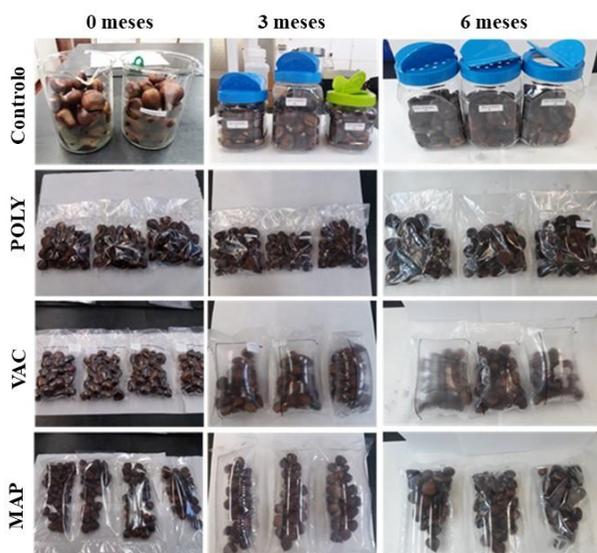


Figura 1 - Castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), em sacos vácuo (VAC) e polietileno (POLY) no início do ensaio e após 3 e 6 meses de armazenamento sob refrigeração industrial.

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 CO₂ gerados no interior da embalagem em consequência da respiração das castanhas. Este aumento dos níveis de CO₂ 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).

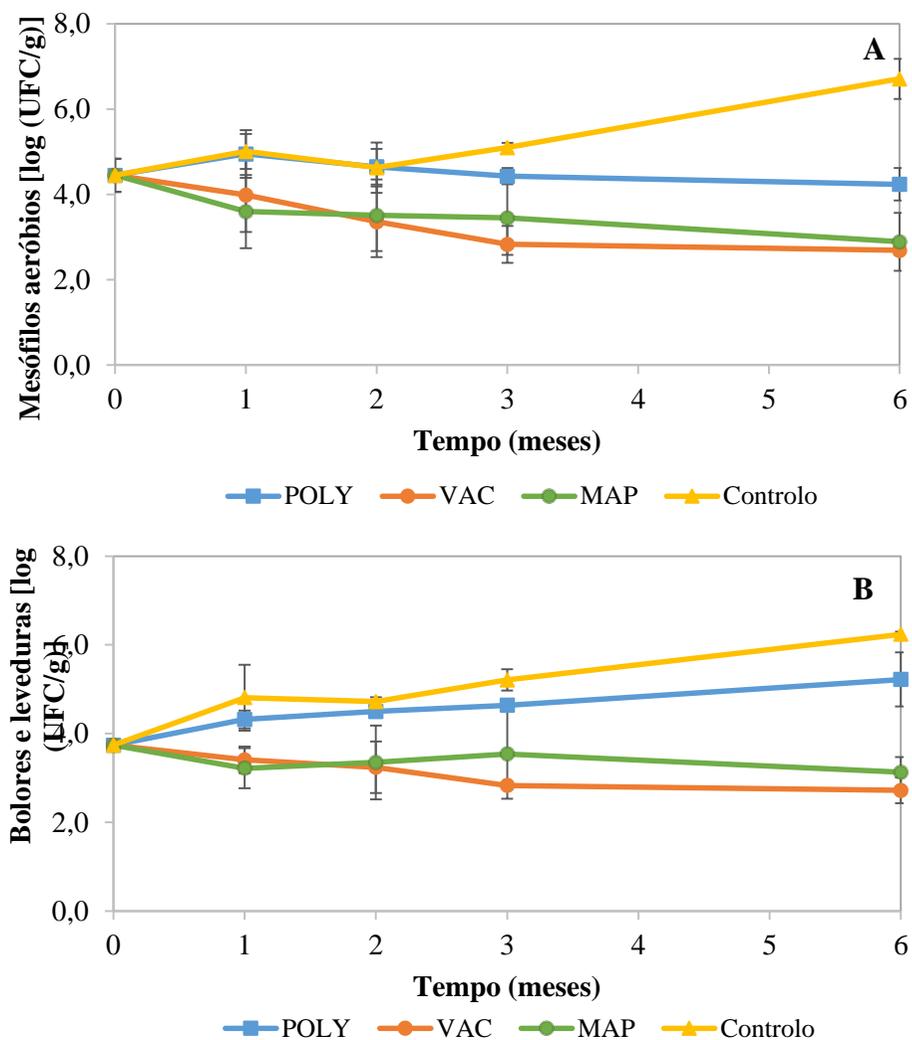


Figura 2 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC) e de polietileno (POLY) durante seis meses de armazenamento

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.

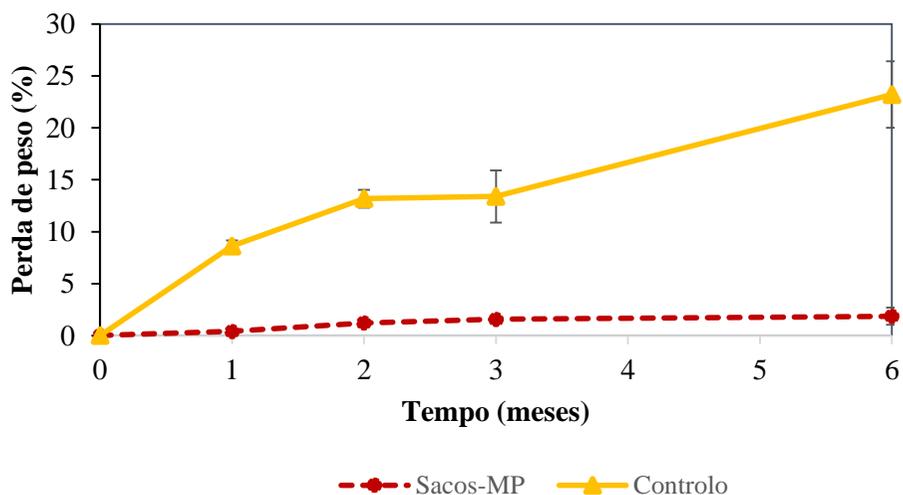


Figura 3 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em sacos com microperfurações (Sacos-MP) durante seis meses de armazenamento sob refrigeração industrial.

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.

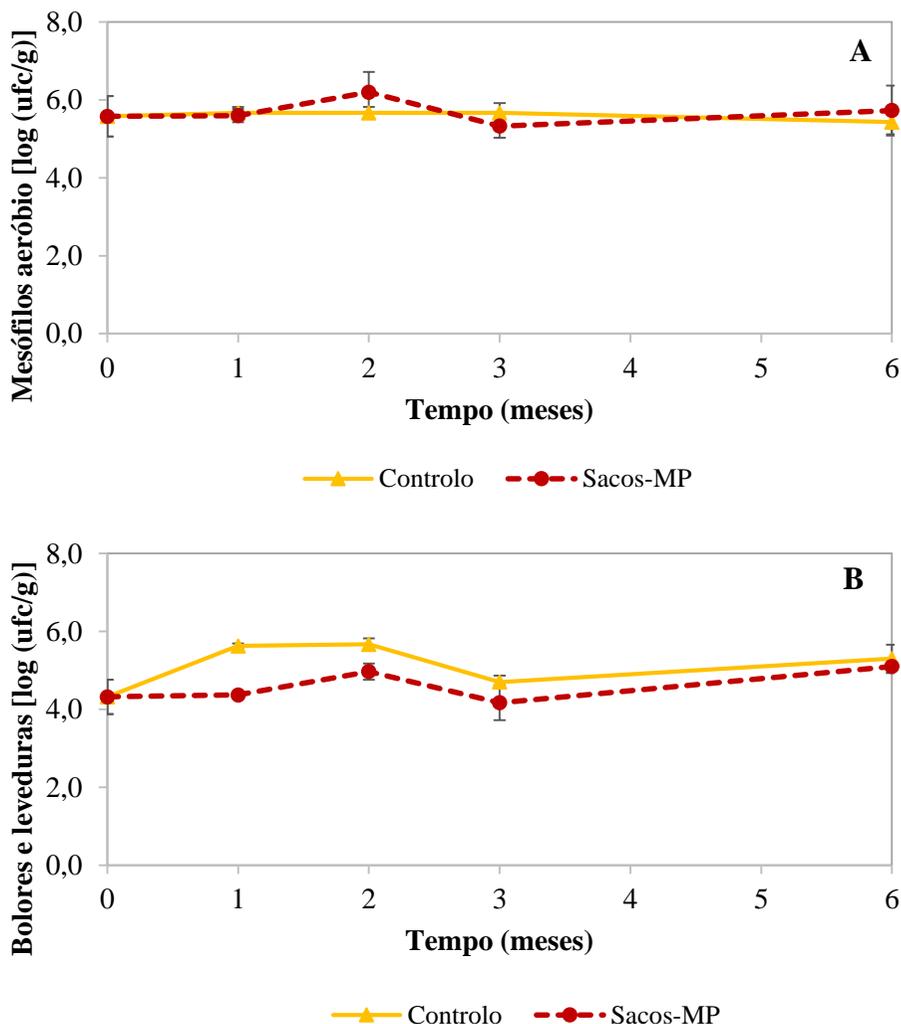


Figura 4 - Contagens [log (UFC/g)] de mesófilos aeróbios (A) e bolores e leveduras (B) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em sacos com microperforações (Sacos-MP) durante seis meses de armazenamento sob refrigeração industrial.

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.

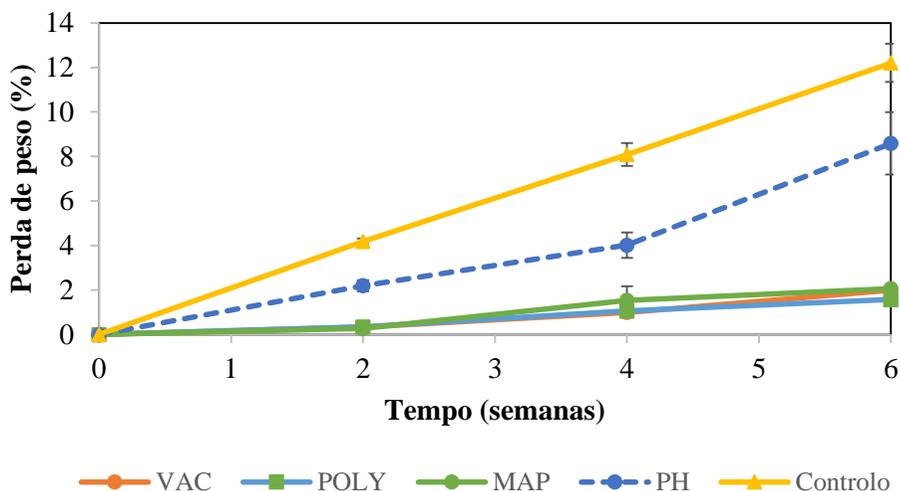


Figura 6 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC), polietileno (POLY) e macroperfurados (PH) durante seis semanas de armazenamento, à temperatura ambiente.

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.

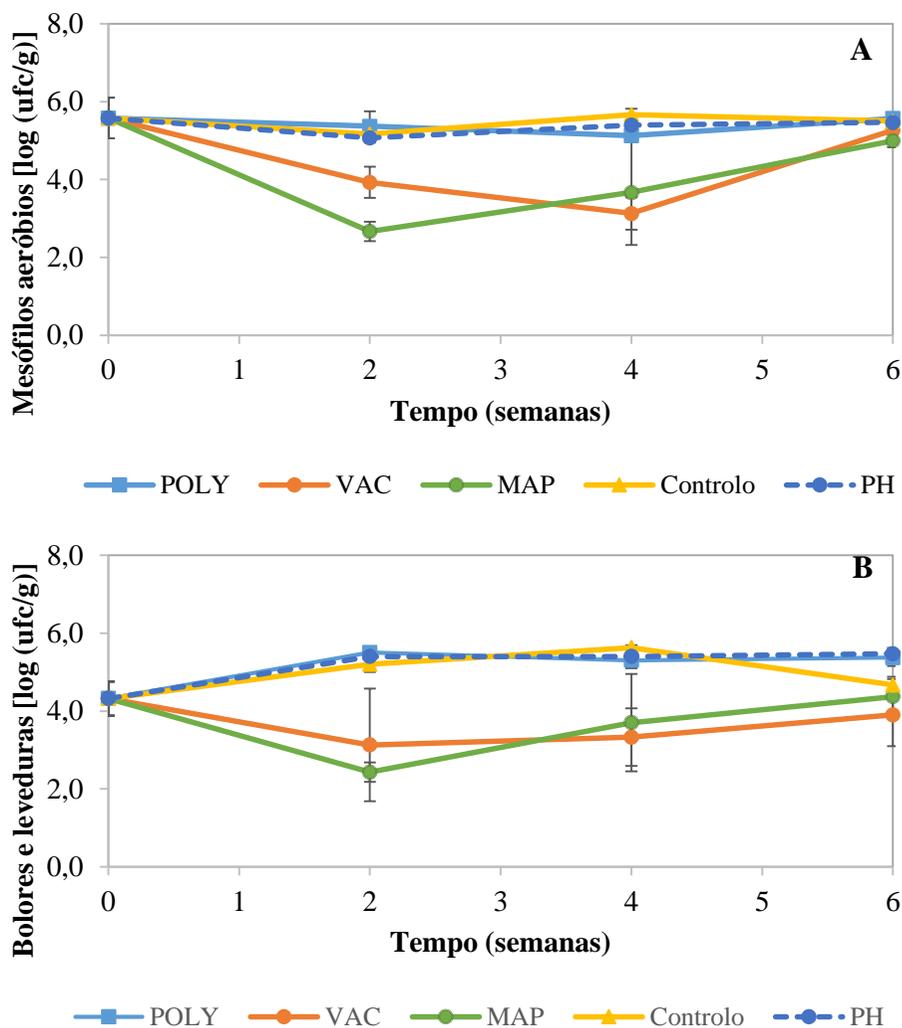


Figura 7 - Perdas de peso (%) determinadas em castanhas não embaladas (controlo) e embaladas em atmosfera modificada (MAP), sacos de vácuo (VAC), polietileno (POLY) e macroperfurados (PH) durante seis semanas de armazenamento, à temperatura ambiente.

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., Moscetti, 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.

9. Farinha de Castanha: caracterização e utilização

Paula M. R. Correia, Ana Cristina Ferrão, Ana Jaquelina Silva, Raquel P. F. Guiné

Instituto Politécnico de Viseu, CERNAS-IPV

9.1. Introdução

Em Portugal, nos últimos anos, o setor da castanha tem apresentado uma dinâmica de crescimento, sendo Portugal um dos maiores produtores mundiais deste fruto (Cabo *et al.*, 2019; Henriques *et al.*, 2017). Devido às suas características organoléticas e nutricionais, o consumo de castanha é muito apreciado, estando associado a uma dieta saudável. Atendendo às suas características nutricionais, a castanha pode, inclusivamente, ser utilizada como um substituto da batata, arroz ou trigo (Ribeiro *et al.*, 2019). De acordo com Laranjo (2013), a “Castanha Portuguesa” é conhecida internacionalmente pela sua qualidade organolética, assim como pela sua capacidade tecnológica para o processo de transformação.

A castanha é um fruto que tradicionalmente é consumido tanto em fresco como processado nos países da Europa mediterrânica, nomeadamente em Portugal. Para prolongar o seu consumo, são utilizadas várias técnicas eficientes de preservação, como é o caso da secagem. Os produtos de castanha moída produzidos a partir do fruto seco têm várias aplicações na produção de alimentos. De facto, existe uma grande cultivar de produtos produzidos a partir da farinha de castanha em diferentes regiões de Portugal e da Europa, que dependem da funcionalidade deste produto, e que iremos abordar neste capítulo.

Para além do referido anteriormente, o facto de as castanhas secas serem ricas em nutrientes, e também isentas de glúten cria uma oportunidade significativa para a utilização da farinha de castanha em diferentes sistemas alimentares. Apesar do impacto da utilização da farinha de castanha nas propriedades funcionais, na qualidade sensorial e na aceitabilidade do consumidor, a informação disponível sobre as propriedades da farinha de castanha é limitada. Deste modo, durante a execução do projeto ValorCast, foram estudadas algumas propriedades das farinhas de castanha de cultivares nacionais, bem como a utilização da farinha de castanha no desenvolvimento de produtos alimentares.

9.2. Farinha de castanha

9.2.1. Produção

A transformação torna possível a utilização da castanha por um período de tempo mais longo, podendo alcançar um número maior de consumidores, uma vez que aumenta a sua durabilidade, podendo obter-se uma grande diversidade de produtos e acrescentando valor económico a este fruto. Deste modo, contrariando a sazonalidade do consumo em fresco, a transformação da castanha permite a sua disponibilidade em qualquer lugar e durante todo o ano, possibilitando múltiplas soluções para a sua utilização e aplicação.

A farinha de castanha é utilizada há muito tempo pelas populações rurais de Portugal, Espanha, França e Itália, principalmente em papas, crepes ou pão, e foi considerada um alimento das famílias mais pobres no início do século XX (Cauvain *et al.*, 2006).

Um dos processos utilizados para a conservação da castanha é a secagem. Usualmente a castanha de menor calibre, com mais do que um miolo, as partidas ou quando existe sobreprodução em alguns anos, são aquelas que usualmente vão para o processo de secagem. As castanhas são secadas e posteriormente são descascadas, sendo-lhes retirados o pericarpo e o endocarpo. A Figura 1 mostra um exemplo de uma unidade de secagem de castanha localizada em Carrazedo de Montenegro, na Agromontenegro Lda., um dos parceiros do projeto ValorCast.



Figura 1 - Unidade de secagem de castanha (empresa Agromontenegro Lda.)

Quanto ao processo de transformação da castanha secada em farinha, este é muito simples. As castanhas secadas, com um teor de humidade aproximado de 10% (para garantir a sua conservação), são submetidas ao processo de moagem (Souza *et al.*, 2014).

Os moinhos utilizados nesta operação têm de ser apropriados, resistentes e robustos, pois a castanha depois de seca fica bastante dura podendo provocar algum desgaste no equipamento. A Figura 2 mostra um tipo de moinho utilizado na moagem da castanha na empresa Secas e Boas, localizada em Celorico da Beira.



Figura 2 - Moinho de mó de pedra de granito utilizado para a moagem de castanha secada (empresa Secas e Boas, Celorico da Beira).

A farinha produzida é embalada, podendo ser de vários tipos dependendo do produtor. Este produto apresenta uma granulometria geralmente fina, dependendo do tipo de moinho que é utilizado e do grau de moenda, tem uma cor clara, podendo apresentar alguns pontos mais escuros devido a alguma película que possa estar agarrada à castanha secada, a qual também é moída com a castanha.

Num mercado cada vez mais exigente, a procura por novos produtos que conciliem a qualidade organolética à saúde, tem aumentando (Fontinha *et al.*, 2016).

Para além disto, sendo a farinha de castanha um alimento isento de glúten, esta farinha torna-se um alimento adequado para o consumo pela população celíaca (Zhu, 2017). De realçar ainda que, devido às suas propriedades físicas e químicas, a incorporação de farinha de castanha em produtos de confeitaria tem despertado o interesse da indústria, mostrando ter efeitos positivos na formulação destes produtos (Littardi *et al.*, 2020). Aliás, a procura de farinha de castanha por parte da indústria de

panificação e pastelaria tem vindo a aumentar, estando numa fase de expansão (Henriques, 2017), tendo esta farinha o potencial promissor para a produção de produtos alimentares de elevada qualidade (Morrone *et al.*, 2015).

Deste modo, serão abordadas de seguida algumas das características de farinhas feitas de diferentes cultivares de castanha portuguesa, não só em termos físico, como químicos, e por fim algumas propriedades relacionadas com a sua funcionalidade, refletindo-se tudo isto no seu potencial tecnológico para a produção de variadíssimos produtos alimentares.

9.2.2. Características da farinha de castanha

9.2.2.1 Características físico-químicas

Existem diversas cultivares ou cultivares de castanhas, diferindo entre si não só nas características morfológicas, como também em termos de características físico-químicas (Henriques *et al.*, 2017). As principais cultivares de castanha portuguesa são, por ordem do seu estado de maturação: Amarela, Bária, Martaínha, Boaventura, Judia e Longal (Laranjo, 2015), tendo-se verificado nos últimos anos um aumento da Cotação das cultivares Martaínha, Judia e Longal (Henriques, 2015, 2017). Em termos nutricionais, a castanha é uma excelente fonte de hidratos de carbono complexos (com destaque para a quantidade de amido presente na sua composição), ácidos gordos essenciais, fibra, proteínas e água (Borges *et al.*, 2008). Para além disso, apresenta um baixo teor de gordura (cerca de 3%), sendo uma boa fonte de vitaminas (nomeadamente vitaminas C, E, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina e folatos) e minerais (essencialmente potássio, fósforo e magnésio). Adicionalmente, apresenta também um elevado teor de compostos antioxidantes, quando comparada com outros frutos secos (Carneiro-Carvalho *et al.*, 2019; Corregidor *et al.*, 2020; Delgado *et al.*, 2016; Piccolo *et al.*, 2020). Deste modo, o consumo de castanhas tem sido associado a inúmeros benefícios para a saúde, tais como, efeitos antitumorais, antimicrobianos, antioxidantes e anti-malarial (De Vasconcelos *et al.*, 2010; Zhu, 2017), mostrando ainda efeitos benéficos na atrofia dos músculos do esqueleto após um ensaio realizado *in vitro* (Fрати *et al.*, 2014).

Neste projeto foram avaliadas as características da farinha de castanha de 5 cultivares: Boaventura, Côta, Judia, Longal e Martaínha. As castanhas foram secadas numa estufa de secagem ventilada, a uma temperatura de 50°C, durante 3 dias. Posteriormente foram partidas em pedaços pequenos, os quais foram moídos num moinho de martelos (RETSCH typ. WRB 80 c/2 O 88), com um crivo de 1 mm, obtendo-se as farinhas das várias cultivares (Figura 3).



Figura 3 - Farinhas produzidas das cultivares de castanha Boaventura, CÔTA, Judia, Longal e Martaínha

A análise do tamanho das partículas das diferentes farinhas de castanha foi efetuada por crivagem sucessiva, com recurso a um equipamento vibrador de peneiros, tal como descrito por Mir *et al.* (2015). Foram utilizados diferentes peneiros com as seguintes aberturas de malhas: 53, 75, 106, 125, 180, 200, 250 e 500 μm . Os peneiros foram empilhados no equipamento, sobrepondo-os por ordem crescente de abertura de malha. No topo do conjunto foram colocados 100 g de amostra de farinha de castanha, agitando-se os crivos durante 10 minutos. As partículas da farinha remanescente em cada um dos crivos, assim como a do recipiente colocado na base, foram pesadas e a percentagem de farinha retida foi calculada de acordo com a equação seguinte:

$$\% \text{ retenção} = \frac{\text{Peso da farinha retida no peneiro}}{\text{Peso da amostra}} \times 100$$

A percentagem de farinha retida em cada crivo está apresentada na Figura 4. Verifica-se que o perfil de variação é semelhante nas cultivares Judia e Martaínha, mas muito diferente para as cultivares CÔTA, Boaventura e Longal. A quase totalidade das partículas de farinha, independentemente da cultivar, são maiores que 53 μm , uma vez que o recipiente da base do agitador dos peneiros não recolheu nenhuma farinha ou recolheu quantidades vestigiais. Como foi referido anteriormente, a farinha foi produzida num moinho com um crivo de 1 mm, o que pode justificar a maior percentagem de retenção de partículas das farinhas das várias cultivares no 1º crivo, de 500 μm , baixando depois abruptamente. Observa-se ainda que a cultivar Boaventura apresenta partículas maiores que as outras cultivares, pois a farinha ficou toda retida no crivo de 106 μm . Por outro lado, a cultivar Longal apresenta ainda 4,4% de farinha retida no crivo 53 μm , significando que tem uma percentagem maior de partículas pequenas. A distribuição do tamanho das partículas tem um papel importante do ponto

de vista industrial, pois desempenha um papel significativo na funcionalidade do produto final desejado (Almeida-Dominguez *et al.* 1998). Também Bressani *et al.* (2001) relataram que o tamanho das partículas não só desempenha um papel importante no trabalho da farinha, como também desempenha um papel importante na sua funcionalidade.

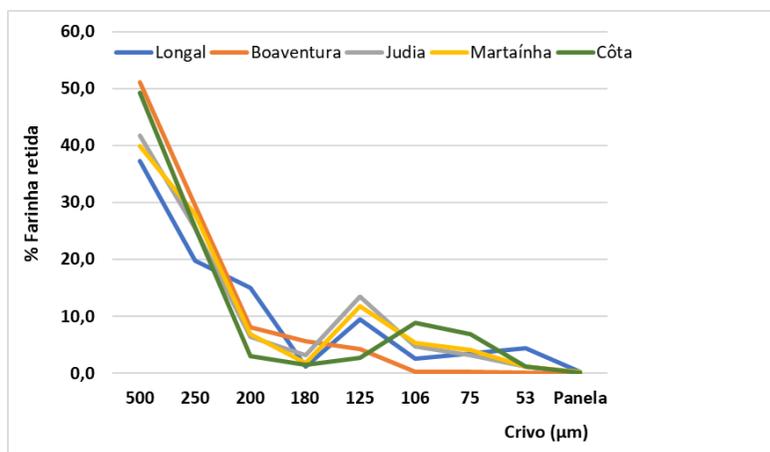


Figura 4 - Percentagem de farinha retida nos crivos de 500, 250, 200, 180, 125, 106, 75 e 53 µm das cultivares de castanha Longal, Boaventura, Judia, Martaínha e Côta.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados obtidos para as diferentes coordenadas de cor das amostras em estudo. A cor foi avaliada por meio de um colorímetro Konica Minolta CR-400 que avalia as coordenadas cartesianas CIE L*, a* e b*.

Tabela 1 - Cor das farinhas das várias cultivares de castanha

Cultivares	Coordenadas		
	L*	a*	b*
Longal	81,74 ± 0,98	2,25 ± 0,22	17,80 ± 0,75
Boaventura	86,18 ± 0,53	1,33 ± 0,12	14,97 ± 0,63
Judia	83,29 ± 1,13	2,53 ± 0,42	19,90 ± 1,04
Martaínha	82,47 ± 1,27	1,93 ± 0,34	17,64 ± 0,96
Côta	85,30 ± 0,73	1,46 ± 0,22	16,40 ± 0,61

As farinhas apresentam um valor de L^* elevado, significando que a farinha é bastante clara, pois quanto mais elevado é o valor de L^* mais branca é a farinha. O valor da coordenada L^* variou entre e $81,74 \pm 0,98$ para a farinha da cultivar Longal e $86,18 \pm 0,53$ para a Boaventura, o que significa que a cultivar Boaventura apresentava uma farinha mais clara, ou seja, mais branca, do que as restantes cultivares. No caso da coordenada a^* , a farinha que apresentou o valor mais baixo foi a Boaventura ($1,33 \pm 0,12$) e aquela que obteve o valor mais elevado foi a da cultivar Judia ($2,53 \pm 0,42$), significando que esta última farinha apresenta um tom vermelho mais intenso. Quanto à coordenada b^* , os valores variaram entre $14,97 \pm 0,63$ para a farinha da Boaventura e $19,90 \pm 1,04$ para a amostra Judia, o que significa que esta última apresentava uma maior tonalidade amarela. Num estudo realizado por Correia *et al.* (2009), verificou-se que a cor das farinhas de castanha das cultivares Longal e Martainha variam com a temperatura de secagem e com a cultivar, podendo as reações de acastanhamento enzimático, a caramelização dos açúcares e as reações de Maillard serem responsáveis pelas diferenças encontradas.

Foram ainda determinados os teores de humidade e a atividade da água das diferentes farinhas. A humidade foi determinada por gravimetria, a 103°C , até se atingir o peso constante. A atividade da água (a_w) foi determinada a temperatura constante (25°C) usando um higroscópio Rotronic. A Figura 5 mostra os resultados obtidos para as farinhas das diferentes cultivares, evidenciando o facto de a humidade ser inferior a 12% e a atividade da água ser inferior a 0,6, valores que garantem uma boa conservação das farinhas e até a sua segurança. De acordo com Guiné (2013), considera-se que o limite de atividade fúngica corresponde a um valor de atividade de água (a_w) igual a 0,62. Os resultados obtidos são similares aos encontrados por outros autores para farinhas de castanha, nomeadamente para estas cultivares (Borges *et al.*, 2008; Correia *et al.*, 2009; Wani, 2017).

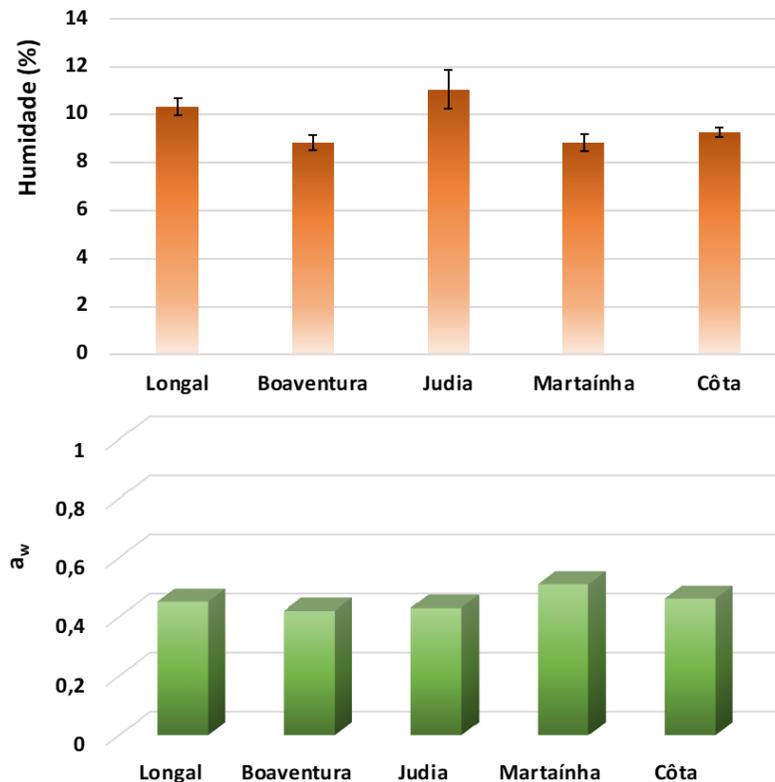


Figura 5 - Humidade e atividade da água (a_w) das farinhas de castanha das cultivares Longal, Boaventura, Judia, Martainha e Cota.

Para a realização das análises químicas relativas aos macronutrientes das diferentes farinhas de castanha foram seguidos os métodos padrão da AOAC (2019). Os resultados destas determinações estão apresentados na Tabela 2. De um modo geral, os resultados mostram que é no teor de gordura e de proteína que os valores são mais distintos. As diferenças encontradas podem ser justificadas pelo facto de as propriedades físico-químicas da castanha serem afetadas, entre outros fatores, pela cultivar em causa, assim como pelo ano de colheita e local de produção (Ferreira-Cardoso *et al.*, 2005). Borges *et al.* (2008), Correia *et al.* (2009), Míguez *et al.* (2004) e Pereira-Lorenzo *et al.* (2006) obtiveram resultados semelhantes para diferentes cultivares, incluindo as cultivares Boaventura, Cota, Judia, Longal e Martainha. De salientar ainda que estas características são pouco afetadas pelas temperaturas de secagem das castanhas (Correia *et al.*, 2009).

Tabela 2 - Composição químicas elementar das farinhas de castanha em base seca¹

Cultivares	Cinza	Gordura	Fibra	Proteína	E.N.A. ²
Longal	3,18 ± 0,09	2,45 ± 0,23	2,36 ± 0,12	5,05 ± 0,19	79,85 ± 0,37
Boaventura	2,13 ± 0,08	3,79 ± 0,16	2,56 ± 0,18	5,40 ± 0,12	79,43 ± 0,56
Judia	2,70 ± 0,04	3,17 ± 0,06	2,59 ± 0,06	10,01 ± 0,33	73,17 ± 1,12
Martaíinha	2,58 ± 0,01	3,82 ± 0,12	2,25 ± 0,14	5,34 ± 0,26	79,75 ± 0,70
Côta	2,85 ± 0,03	2,24 ± 0,17	2,04 ± 0,15	6,02 ± 0,12	80,43 ± 0,40

¹Os valores são expressos em g/100g

²Extrativos não azotados

O amido é o principal componente da farinha de castanha, seguido dos açúcares e das proteínas (Correia et al., 2012). O amido é formado por duas moléculas: a amilose e a amilopectina. O conteúdo em amido presente nos alimentos, assim como a proporção de amilose/ amilopectina, é de grande importância nos processos tecnológicos, influenciando o resultado do produto final (Wang et al., 2021).

Na Figura 6 encontram-se os resultados obtidos para o teor de amido e amilose nas farinhas de castanha estudadas. O conteúdo em amido e amilose não é muito diferente entre as várias cultivares, variando entre 41,9–44,1 g/100g e 24,8–27,0 g/100g respetivamente. Estes valores são corroborados também por vários autores (Borges et al., 2008; Correia et al., 2009; Littardi et al., 2020).

Para além destas características relacionadas com a composição físico-química das farinhas de castanha, importa referir que este alimento contém outros componentes importantes, nomeadamente polifenóis, vitaminas, fibras dietéticas, minerais, e ácidos gordos insaturados (Borges et al., 2007; Borges et al., 2008; De Vasconcelos et al. 2010; Korel et al., 2009). Deste modo, o consumo da castanha e dos seus produtos tem sido associado a benefícios para a saúde, como foi já referido no ponto 1.2.1. deste capítulo.

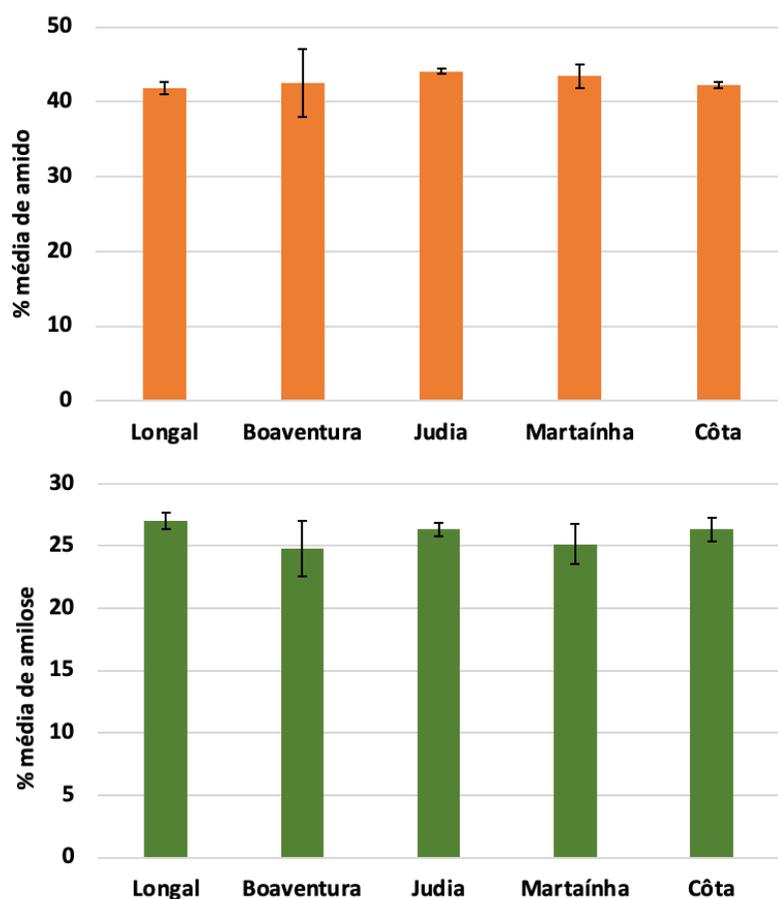


Figura 6 - Teores de amido e amilose nas farinhas de castanha das cultivares Longal, Boaventura, Judia, Martainha e Cota.

9.2.2.2 Características funcionais

As propriedades funcionais desempenham um papel importante no comportamento dos alimentos ou dos seus ingredientes durante a sua preparação, processamento e armazenamento, afetando as características sensoriais desses alimentos. Kaur *et al.* (2007) definiram funcionalidade como qualquer propriedade de um ingrediente alimentar, exceto o seu valor nutricional, que tenha grande impacto na sua utilização. As propriedades funcionais ou tecnológicas de um alimento estão associadas a qualquer componente que afete o comportamento do alimento, estando intimamente relacionadas com as suas características físico-químicas. Assim, as propriedades

funcionais, refletem o comportamento de um alimento aquando da sua preparação e confeção, afetando o produto final (Raguzzoni, 2015). Propriedades como a solubilidade, viscosidade, a capacidade de ligação à água, emulsificação, formação de espuma e capacidade de gelificação são de interesse geral (Hermansson, 1979). As propriedades funcionais, como a emulsificação, solubilidade do nitrogénio, absorção de óleo e água estão intimamente relacionadas com a proteína (Kinsella, 1979), enquanto as características de viscosidade e intumescimento estão relacionadas com o amido (Bressani, 1985). No entanto, Prinyawiwatkul *et al.* (1997) referiram que as propriedades de gelatinização de sistemas heterogéneos, como a farinha, são controladas tanto pelas características físico-químicas das proteínas como pelos componentes do amido.

Para a caracterização funcional das farinhas das cultivares Boaventura, Côta, Judia, Longal e Martaíinha, foram realizadas as seguintes determinações: capacidade de absorção de água e óleo, capacidade de formação de gel e determinação das características de viscosidade.

A capacidade de absorção de água, também chamada de absorção de água, é a quantidade de água absorvida pelos alimentos (farinha) para atingir a consistência desejada e criar um produto alimentar de qualidade. É a quantidade ideal de água necessária para ser adicionada a uma massa antes que ela se torne excessivamente pegajosa para processar. De realçar que uma absorção de água muito baixa ou excessiva pode afetar negativamente a qualidade dos produtos alimentícios (Awuchi *et al.*, 2019). Deste modo, a capacidade de absorção de água é uma característica crucial na elaboração de diversos produtos alimentares, tais como, molhos, massas e produtos de panificação, uma vez que esta propriedade está relacionada com a consistência do produto final (Chandra *et al.*, 2015; Awuchi *et al.*, 2019).

A capacidade de absorção de óleo, também chamada de absorção de óleo, é a ligação da gordura pela cadeia não polar das proteínas, sendo a taxa de absorção de óleo elevada em alimentos com alto teor de proteína (Awuchi *et al.*, 2019). A capacidade de absorção de óleo é uma propriedade funcional essencial que contribui para melhorar a sensação na boca, mantendo o *flavour* dos produtos alimentícios (Iwe *et al.*, 2016). A capacidade de ligação de óleo e água à proteína nos alimentos depende de fatores intrínsecos, como conformação da proteína, composição de aminoácidos e polaridade da superfície ou hidrofobicidade (Suresh *et al.*, 2013). Uma maior capacidade de absorção de óleo torna a farinha mais adequada para a preparação de produtos emulsionados, tais como, como massas de bolos, maionese ou molhos para saladas, sopas e queijos (Santana *et al.*, 2017).

Da observação da Figura 7 podemos constatar que a capacidade das farinhas para absorção de água é maior do que a de absorção de óleo. As farinhas das cultivares Judia e Longal foram aquelas que apresentaram maior capacidade de absorção de água, no

entanto as farinhas das cultivares Boaventura e Martainha foram aquelas que absorveram menos água. As farinhas que absorveram maior quantidade de óleo foram as das cultivares Boaventura e Côta.

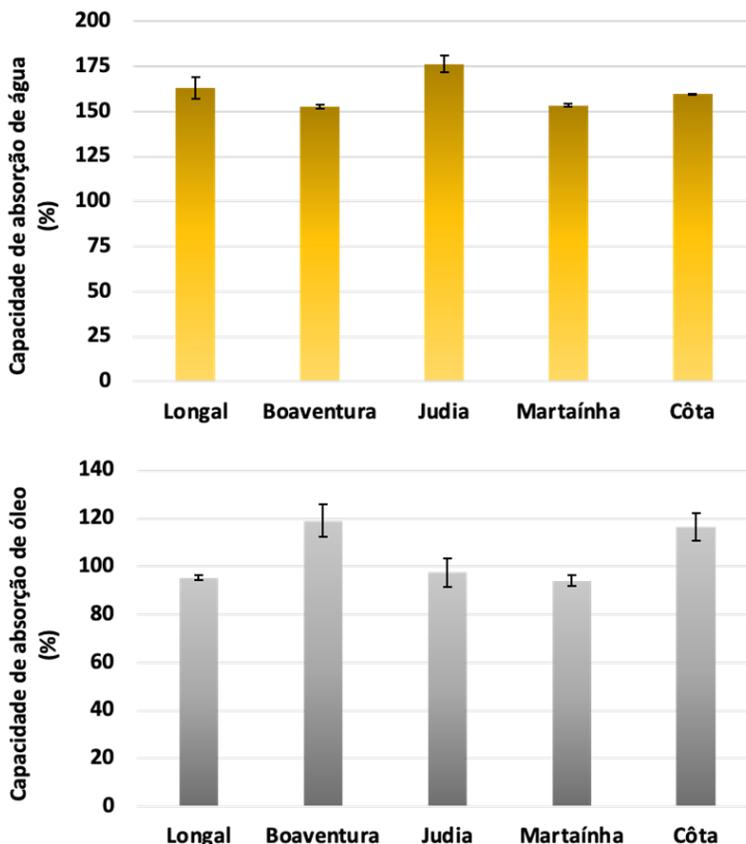


Figura 7 - Capacidade de absorção de água e de óleo das farinhas de castanha das cultivares Longal, Boaventura, Judia, Martainha e Côta.

A capacidade de formação de gel é uma medida da quantidade mínima de farinha que é necessária para formar um gel num determinado volume de água (Awuchi et al., 2019). A farinha que apresentou uma maior concentração para a formação de gel foi a da cultivar Judia (16%) e a Martainha foi a que precisou de menor concentração (8%) (Figura 8). Na Figura 9 podemos visualizar a partir de que percentagem de farinha se formam os géis, o que corrobora as concentrações referidas na Figura 7.

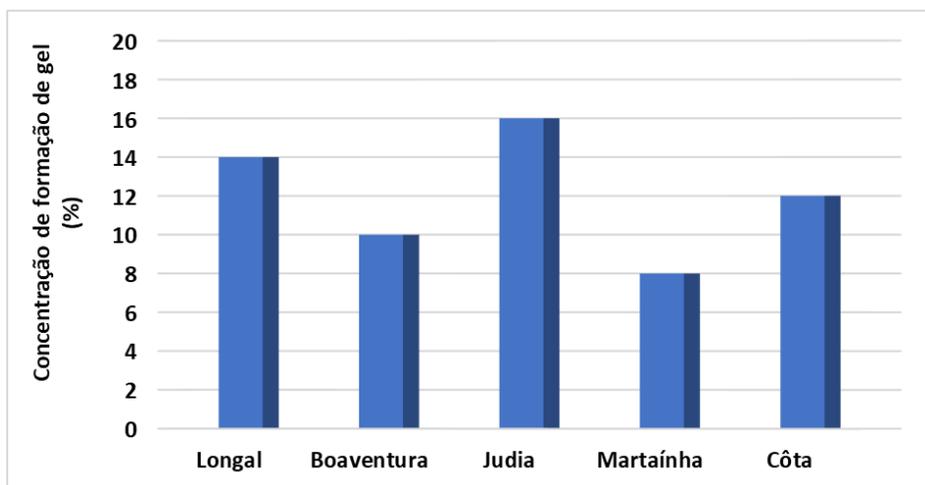


Figura 8 - Concentração mínima de farinha de castanha para a formação de um gel.

O estudo do comportamento da viscosidade de um alimento é importante, uma vez que as características na viscosidade refletem as qualidades de um produto alimentar aquando da sua confeção (Singh *et al.*, 2011). Na determinação desta característica foi utilizado um Rapid Visco Analyzer (modelo 4500 da Perten Instruments), submetendo uma suspensão de 14% de farinha de castanha a uma rampa de temperatura de aquecimento (de 50°C a 95 °C, estando 5 minutos a 95 °C), seguido de arrefecimento (95 °C até 50 °C) (Figura 10).

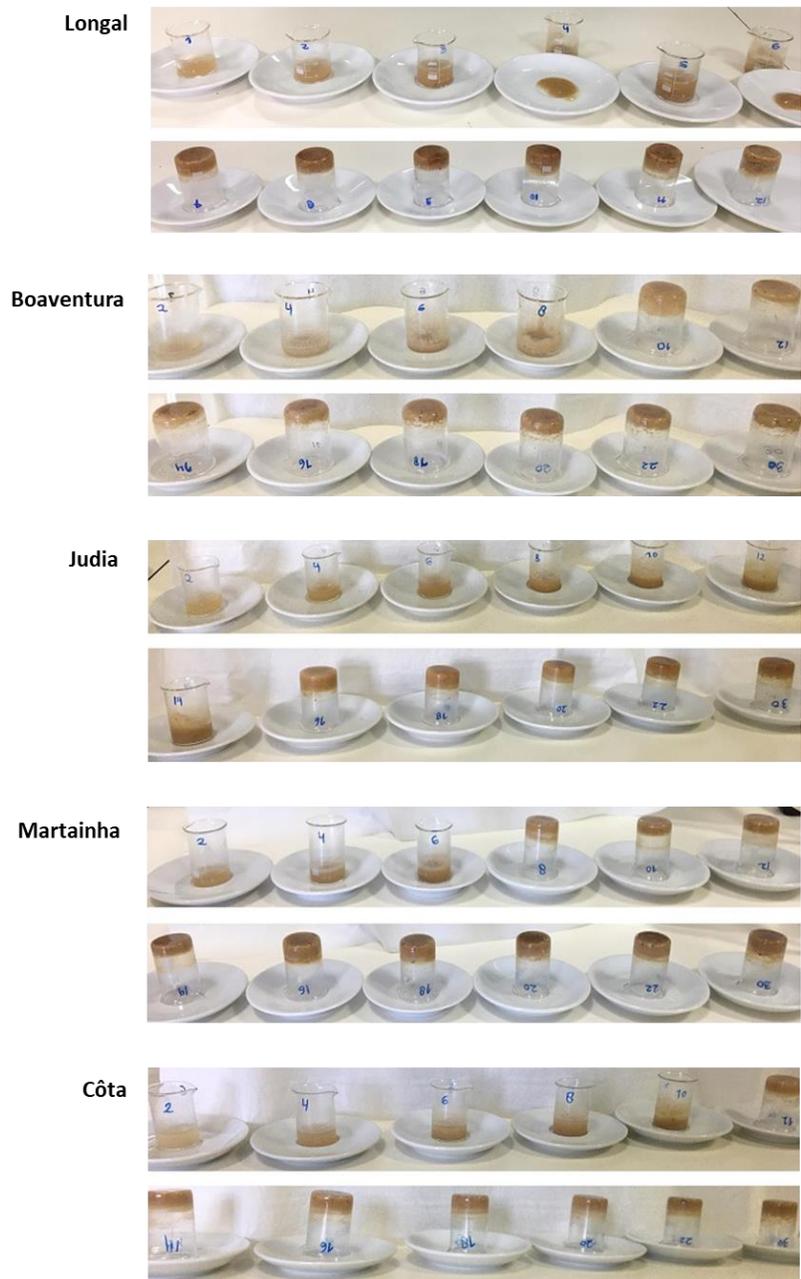


Figura 9 - Visualização da capacidade de formação de géis das diferentes farinhas de castanha das cultivares Longal, Cota, Martainha, Judia e Boaventura. A percentagem de farinha variou de forma crescente, da esquerda para a direita e de cima para baixo, de 2, 4

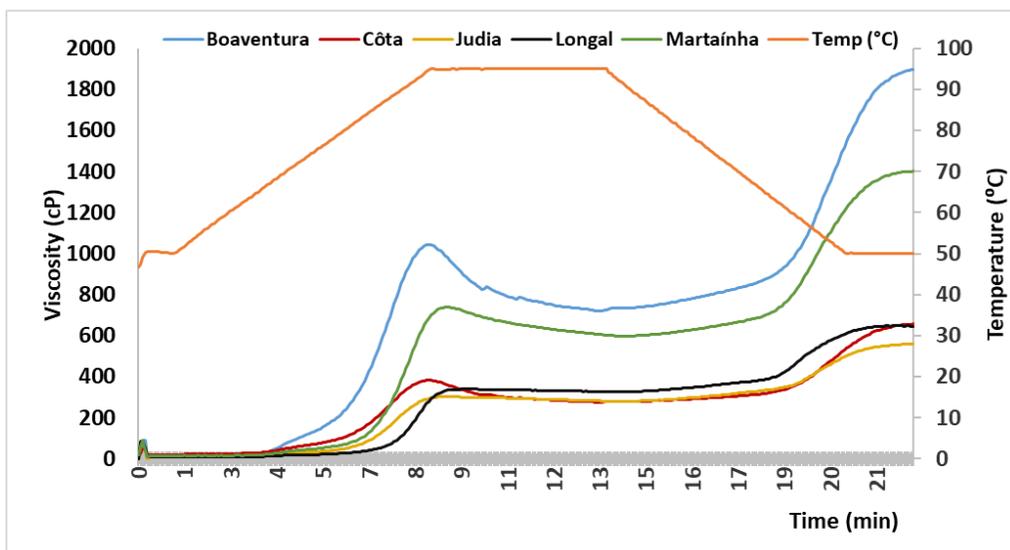


Figura 10 - Perfis da viscosidade das farinhas de castanha para as cultivares Boaventura, Côta, Judia, Longal e Martainha.

As farinhas das cultivares Boaventura e Martainha apresentam um perfil de viscosidade diferente das outras cultivares. Nestas duas farinhas a viscosidade atinge valores mais elevados, corroborando os resultados encontrados para a capacidade de formação de géis. De realçar ainda o facto de a farinha da cultivar Boaventura ter um início de empastamento a uma temperatura mais baixa, nos 65°C, isto é, comparando com as outras farinhas e para a mesma concentração, esta cultivar produz farinha com capacidade de gelatinizar mais cedo, formando um gel mais viscoso. Segundo Mir *et al.* (2015), uma temperatura de empastamento mais elevada indica uma maior resistência térmica para ocorrer o início da gelatinização, dando indicação sobre a temperatura mínima necessária para confeccionar a farinha.

9.3. Utilização da farinha de castanha

Como referido anteriormente, a castanha é rica em amido, contendo um teor baixo de gordura e proteína, um teor relativamente alto de açúcares, fibra dietética, minerais e vitaminas (Marrone *et al.*, 2015; Rybicka *et al.*, 2017). Para além das vantagens nutricionais, a castanha pode ser consumida de vários modos, crua, cozida, torrada ou então incorporada como farinha em produtos de pastelaria ou doçaria, sendo também adequada para a população celíaca, devido à ausência de glúten na sua composição (Corregidor *et al.*, 2020). Devido ao aumento da incidência da doença celíaca, existe cada vez mais interesse, por parte da indústria, em utilizar farinha de castanha para a

produção de produtos isentos de glúten de alta qualidade, especialmente pão (Bai *et al.*, 2013; O’Shea *et al.*, 2014). Para além disto, é de realçar o facto de a incorporação de farinha de castanha em diversos tipos de alimentos, de um modo geral, mostrar uma boa aceitação pelo consumidor desses produtos, para além de aumentar o seu valor nutricional, pois a maioria dos cereais sem glúten contém poucas quantidades de compostos benéficos para a saúde (Mir *et al.*, 2019).

Nos últimos anos, tem havido alguma investigação sobre a utilização da farinha de castanha na produção de vários produtos alimentares, como é o caso do pão, biscoitos, snacks, massas alimentícias e leite probiótico fermentado (Boscaino, *et al.*, 2017; Demirkesen, 2016; Demirkesen *et al.*, 2010; Hegazy *et al.*, 2014; Hrušková *et al.*, 2019; Kosovic *et al.*, 2016; Mir *et al.*, 2019; Mohammadi *et al.*, 2022; Ozcan *et al.*, 2017; Paciulli *et al.*, 2016; Raczyk *et al.*, 2021; Rybicka *et al.*, 2017; Zhu, 2017; Silav-Tuzlu *et al.*, 2021; Torra *et al.*, 2021;). Alguns destes estudos mostram que a farinha de trigo (rico em glúten) pode ser parcial ou totalmente substituída por farinhas sem glúten, como é o caso da farinha de castanha, podendo aumentar ou manter as suas qualidades sensoriais e nutricionais.

De seguida serão apresentados dois produtos que foram produzidos no âmbito do projeto ValorCast, onde se utilizou farinha de castanha: um dos produtos é um pão hipermacio, usualmente utilizado para a confeção de hambúrgueres e o outro é uma massa alimentícia.

9.3.1. Produção de pão hipermacio

Segundo a Portaria n.º 52/ 2015, «Pão» é o produto obtido da amassadura, fermentação e cozedura, em condições adequadas, das farinhas de trigo, centeio, triticale ou milho, estremes ou em mistura, de acordo com os tipos legalmente estabelecidos, água potável e fermento ou levedura sendo ainda possível a utilização de sal e de outros ingredientes, incluindo aditivos, bem como auxiliares tecnológicos, nomeadamente enzimas, nas condições legalmente fixadas.

O primeiro pão produzido terá sido na Mesopotâmia, atualmente Iraque, há cerca de 6000 anos. Acredita-se que os primeiros pães foram produzidos com farinha de castanha e de bolota resultando num pão duro e amargo (Cauvain *et al.*, 2006). Muitos dizem que foram os egípcios, os primeiros a confeccionar pão com textura fina, descobrindo que adicionar fermento à massa tornava o pão mais leve e macio (Moura, 2002).

O pão é um dos produtos de panificação mais populares e difundidos no mundo e a sua qualidade depende de várias características físicas (ou seja, textura, volume, cor) e organoléticas (por exemplo, compostos voláteis), que podem ser influenciadas por muitos fatores, tais como o tipo de farinha e outros ingredientes, processo de panificação, fermentação, tempo de cozimento e temperatura (Dall’Asta *et al.*, 2013).

O pão devido à sua grande difusão e consumo tem suscitado cada vez mais atenção como um potencial alimento funcional. Assim, indústrias e investigadores têm estado envolvidos na otimização da tecnologia de panificação para melhorar a cultivar, qualidade, sabor e disponibilidade dos compostos ativos, adicionando propriedades nutricionais e funcionais (Balestra *et al.*, 2011; Cocci *et al.*, 2011; Dall'Asta *et al.*, 2013; Pasqualone *et al.*, 2011) com o objetivo final de ter um produto que seja aceite pelos consumidores em termos de aparência, sabor e textura (Siró *et al.*, 2008).

A utilização de farinhas não convencionais na formulação do pão, como cereais com menor representatividade, pseudo-cereais, sementes, leguminosas e frutos, tem tido uma procura crescente no mercado, não só pelos seus benefícios nutricionais e para a saúde, mas também devido ao facto dos consumidores procurarem produtos inovadores e diferenciadores. Para além disto, a concorrência do mercado tem sido cada vez maior e a inovação em produtos com incorporação de produtos não convencionais tem sido uma estratégia muito eficaz para o aumento da disponibilidade deste tipo de produtos (Anjos *et al.*, 2017).

No âmbito do projeto ValorCast foi estudada a aptidão da farinha de castanha para produção de pão hipermacio utilizado em redes de *fast-food*, nomeadamente para a confeção de hambúrgueres, com uma substituição parcial da farinha de trigo, com o intuito de aumentar o valor nutricional deste tipo de pão (Junior, 2020). Neste trabalho foi testada a percentagem ótima para a substituição da farinha de trigo, verificando-se que 30% foi a proporção ótima determinada por análise sensorial dos pães hipermacios, tendo como referência os pães que são utilizados nas redes de *fast-food*, sem que houvesse uma alteração muito significativa nos seus atributos sensoriais, nomeadamente no sabor e na textura do produto final. Também Paciulli *et al.* (2019) refere que o enriquecimento de pães com farinha de castanha é aceitável até um determinado nível, mas o teor excessivo de farinha de castanha foi prejudicial ao produto, e um nível de substituição de cerca de 20%–30% foi o nível mais adequado.

Posteriormente, foi investigado o efeito de 4 tipos de farinhas de castanha no pão, de modo a determinar se este fator influencia as características dos pães produzidos, em termos nutricionais e de aceitabilidade do consumidor, através de análises sensorial, e de análises físicas e químicas. Verificou-se que efetivamente os pães hipermacios apresentavam características diferentes, mostrando que o modo de produção da farinha, e logo as suas características, poderão influenciar a qualidade do pão produzido e a preferência do consumidor. Neste caso, a farinha de castanha secada a 50°C, moída num moinho de facas com um crivo de 1 mm, foi a que apresentou os melhores resultados na produção de pão hipermacio. Na Figura 11 podemos observar os pães produzidos neste trabalho com a farinha de castanha que apresentou os melhores resultados tecnológicos, físicos, nutricionais e sensoriais.



Figura 11 - Pão hipermacio produzido com farinha de castanha (2 fotografias à esquerda) e possível utilização deste pão para confecção de hambúrgueres (fotografia à direita) (autor: Sidnei Aparecido de Castro Junior).

Numa primeira fase, a aceitação do produto é de grande importância, pois impulsiona este tipo de pão para possível implementação no mercado, aumentando o valor nutricional do pão utilizado nas redes de *fast-food*, bem como os benefícios para a saúde resultantes do seu consumo. Deste modo, a farinha de castanha assume-se como um produto com ótimas potencialidades em termos industriais e com um futuro muito promissor.

9.3.2. Produção de massa alimentícia

Atualmente, a massa está presente em países de todo o mundo, sendo um dos alimentos mais consumidos mundialmente, devido ao seu valor nutricional, às suas características organolépticas e facilidade de confecção (Martini *et al.*, 2018, Papanikolaou, 2019).

A formulação de massas pode ser diversificada, tanto por meio de enriquecimento adequado como através de processos tecnológicos, para obter produtos variados (Martini *et al.*, 2018) Deste modo, com o passar do tempo, as massas passaram a apresentar-se de uma forma muito diversificada, não apenas em relação ao formato, mas também pela adição de outros ingredientes como cereais, ovos, vegetais, temperos, corantes e vitaminas (Brochard *et al.*, 2021). Assim, a massa é um alimento básico que pode ser facilmente melhorado através da incorporação na sua formulação de vários ingredientes não tradicionais, contribuindo para melhorar a sua qualidade nutricional, nomeadamente os perfis de aminoácidos e ácidos gordos ou o aumento do teor de fibra alimentar ou a presença de vitaminas e minerais dietéticos (Sharma *et al.*, 2021; Ungureanu-Iuga *et al.*, 2020). Além disso, os compostos bioativos também podem

ser adicionados às massas para aumentar os seus benefícios para a saúde, como é o caso dos compostos fenólicos com atividade antioxidante, que podem ser incorporados a partir de fontes naturais, como flores, frutas ou ervas culinárias (Armellini *et al.*, 2018; Bustos *et al.*, 2020; Kowalczewski *et al.*, 2019). No entanto, além do impacto no valor nutritivo e nos efeitos protetores na saúde, a adição de determinados ingredientes à formulação da massa pode influenciar a eficiência de cozimento (perdas e tempo de cozimento) e os atributos sensoriais (aparência, cor e textura) (El-Sohaimy *et al.*, 2020; Romero *et al.*, 2019; Spinelli *et al.*, 2019). No caso da farinha de castanha, uma farinha nutricionalmente rica e com benefícios para a saúde, como referido anteriormente, por não incluir glúten, não possui propriedades panificáveis e, portanto, a sua incorporação na massa pode resultar numa dificuldade maior na manipulação da massa (Brochard *et al.*, 2021; Paciulli *et al.*, 2019).

Uma das tarefas desenvolvidas durante o projeto ValorCast, e cujos resultados mais pormenorizados podem ser consultados em Brochard *et al.* (2021), foi a incorporação da farinha de castanha na produção, desenvolvimento e otimização de massas alimentícias. No desenvolvimento das massas fortificadas foi-se incorporando farinha de castanha numa percentagem que variou entre 25–55%, sendo estas massas caracterizadas no que respeita às suas propriedades físicas (analisando textura e cor), complementando com análises químicas para determinar a composição nutricional. Para além de terem sido testadas várias proporções de farinha de castanha, foram ainda produzidas massas com e sem adição de ovo, e também se produziram massas frescas e secadas (Figura 12).



Figura 12 - Massas alimentícias produzidas com farinha de castanha (50%) no âmbito do projeto ValorCast.

Os resultados desta investigação mostraram que a substituição de mais de 40% de farinha de trigo pela farinha de castanha encurtou o tempo ideal de cozimento e diminuiu o rendimento de cozimento, e na massa preparada com farinha de trigo e ovos manteve-se aproximadamente constante o rendimento de cozimento. A percentagem mais adequada em termos de incorporação da farinha de castanha foi a de 50%. Comparando com a receita de massa do controlo (só farinha de trigo e ovo), a substituição de 50% da farinha de trigo por farinha de castanha aumentou a pegajosidade, a adesividade e levou ao escurecimento do produto final (fresco ou secado), mas manteve a firmeza da massa. A cozedura de massas frescas ou secadas enriquecidas com a farinha de castanha tornou a massa mais clara e ligeiramente mais pegajosa. Por outro lado, a adição de farinha de castanha na formulação das massas resultou num produto nutricionalmente equilibrado com alto teor de fibras, vitaminas e minerais. No geral, a farinha de castanha apresenta-se como um ingrediente promissor para o desenvolvimento de formulações de massas frescas e secadas (Brochard *et al.*, 2021).

9.4. Referências bibliográficas

Almeida-Dominguez, H. D., Ordonez-Duran, G.G., & Almeida, N. G. (1998). Influence of kernel damage on corn nutrient composition, dry matter losses and processability during alkaline cooking. *Journal of Cereal Chemistry*, 75, 124–128. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1998.75.1.124>

Anjos, C. N., Barros, B. H. S., Silva, E. I. G., Mendes, M. L. M., & Messias, C. M. B. O., (2017). Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de re- síduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arquivos de Ciências da Saúde*, 24(4), 58–62. DOI: <https://doi.org/10.17696/2318-3691.24.4.2017.870>.

Armellini, R., Peinado, I., Pittia, P., Scampicchio, M., Heredia, A., & Andres, A. (2018). Effect of saffron (*Crocus sativus* L.) enrichment on antioxidant and sensorial properties of wheat flour pasta. *Food Chemistry*, 254, 55–63. DOI: [10.1016/j.foodchem.2018.01.174](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.174)

Awuchi, C., Igwe, V., & Echeta, C. (2019). The functional properties of food and flours. *International Journal of Advanced Academic Research - Sciences, Technology and Engineering*, 5(11), 139–160. Acedido em: <https://www.ijaar.org/articles/Volume5-Number11/Sciences-Technology-Engineering/ijaar-ste-v5n11-nov19-p16.pdf>

Bai, J. C., Fried, M., Corazza, G. R., Schuppan, D., Farthing, M., Catassi, C., Greco, L., Cohen, H., Ciacci, C., Eliakim, R., Fasano, A., González, A., Krabshuis, J. H., LeMair, A., & World Gastroenterology Organization. (2013). World Gastroenterology Organisation global guidelines on celiac disease. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 47(2), 121–126. <https://doi.org/10.1097/MCG.0b013e31827a6f83>

Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G. G., & Romani, S. (2011). Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 700e705. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.017>

Borges, O., Gonçalves, B., de Carvalho, J. L. S., Correia, P., & Silva, A. P. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, 106(3), 976–984. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.011>

Borges, O., Carvalho, J. S., Correia, P. R., & Silva, A. P. (2007). Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. chestnuts of 17 native Portuguese cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 80–89. DOI: 10.1016/j.jfca.2006.07.008

Boscaino, F., Cammarota, G., Ottombrino, A., Nazzaro, M., Siano, F., Volpe, M. G., & Alida Sorrentino, A. (2017). Chemical, volatile profile and shelf life of muffin enriched with supplementation chestnut cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e13013. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13013>

Bressani, R. (1985). Nutritive value of cowpea. *Em: Singh, S. R., & Rachie, K. O. (Eds.), Cowpea Research, Production and Utilization*. John Wiley and Sons, New York, USA, pp. 353–359.

Bressani, R., Turcious, J. C., Reyes, L., & Merida, R. (2001). Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *Archivos Latino americanos de Nutrición*, 51, 309–313. Acedido em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000300015

Brochard, M., Correia, P., Barroca, M. J., & Guiné, R.P. F. (2021). Development of a new pasta product by the incorporation of chestnut flour and bee pollen. *Applied Sciences*, 11, 6617. <https://doi.org/10.3390/app11146617>

Bustos, M. C., Vignola, M. B., Paesani, C., & León, A. E. (2020). Berry fruits-enriched pasta: effect of processing and in vitro digestion on phenolics and its antioxidant activity, bioaccessibility and potential bioavailability. *International Journal of Food Science and Technology*, 55, 2104–2112. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14453>

Cabo, P., Almeida, A., & Laranjo, J. (2019). O setor da castanha em Portugal. III Congresso Nacional das Escolas Superiores Agrárias (IICNESA). Acedido em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/21342>

Carneiro-Carvalho, A., Vilela, A., Ferreira-Cardoso, J., Marques, T., Anjos, R., Gomes-Laranjo, J., & Pinto, T. (2019). Productivity, chemical composition and sensory quality of “Martainha” chestnut variety treated with Silicon. *CyTA - Journal of Food*, 17(1), 316–323. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1579757>

Cauvain, S., & Young, L. (2006). *Productos de panadería: ciência, tecnologia y práctica*. 1ª Edição. Editora Acríbia, S.A. Zaragoza, Espanha.

Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of Food*

Science and Technology, 52(6), 3681–3688. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1427-2>

Corregidor, V., Antonio, A. L., Alves, L. C., & Cabo Verde, S. (2020). Castanea sativa shells and fruits: Compositional analysis by proton induced X-ray emission. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 477, 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2019.08.018>

Correia, P., Leitão, A., & Beirão-da-Costa, M. L. (2009). The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnut flours. Journal of Food Engineering, 90, 325–332. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.06.040

Correia, P., & Beirão-da-Costa, M. L. (2012). Effect of drying temperatures on starch-related functional and thermal properties of chestnut flours. Food and Bioproducts Processing, 90, 284–294. DOI: 10.1016/j.fbp.2011.06.008

Dall’Asta, C., Cirilini, M., Morini, E., Rinaldi, M., Ganino, T., & Chiavaro, E., (2013). Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. LWT - Food Science and Technology, 53(1), 233–39. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.025>

De Vasconcelos, M. C. B. M., Bennett, R. N., Rosa, E. A. S., & Ferreira-Cardoso, J. V. (2010). Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: Fresh and processed products. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(10), 1578–1589. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4016>

Delgado, T., Pereira, J. A., Casal, S., & Ramalhosa, E. (2016). Bioactive compounds of chestnuts as health promoters. Natural bioactive compounds from fruits and vegetables as health promoters, 132–154. Acedido em: <http://hdl.handle.net/10198/14271>

Demirkesen, I. (2016). Formulation of Chestnut Cookies and their Rheological and Quality Characteristics. Food Quality, 39, 264–273. <https://doi.org/10.1111/jfq.12209>

Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. Journal of Food Engineering, 101(3), 329–336. DOI:10. 1016/j.jfoodeng.2010.07.017

El-Sohaimy, S. A., Brennan, M., Darwish, A. M. G., & Brennan, C. (2020). Physicochemical, texture and sensorial evaluation of pasta enriched with chickpea flour and protein isolate. Annals of Agricultural Sciences, 65, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.05.005>

Ferreira-Cardoso, J. V., Torres-Pereira, J. M. G., & Sequeira, C. A. (2005). Effect of year and cultivar on chemical composition of chestnuts from northeastern Portugal. Acta Horticulturae, 693, 271–278. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.693.3>

Fontinha, C., & Correia, P. (2016). Amido resistente em diversas fontes não convencionais de amido. Millenium - Journal of Education, Technologies, and Health, 38, 67–81.

Frati, A., Landi, D., Marinelli, C., Gianni, G., Fontana, L., Migliorini, M., Pierucci, F., Garcia-Gil, M., & Meacci, E. (2014). Nutraceutical properties of chestnut flours: beneficial effects on skeletal muscle atrophy. *Food & Function*, 5, 2870–2882. DOI: 10.1039/c4fo00353e

Guiné, R. (2013). Unit operations for the food industry: thermal processing & nonconventional technologies. LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. Germany. <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/1809>

Hegazy, N. A., Kamil, M. M., Hussein, A. M. S., & Bareh, G. F. (2014). Chemical and technological properties of improved bis-cuit by chestnut flour. *International Journal of Food Nutritional Science*, 3(6), 7-15. Acedido em: <http://www.ijfans.com/Volume%203%20Issue%206/2.%20IJFANS%20A0343-14.pdf>

Henriques, C. (2017). Castanheiro: Estado da Transformação. Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos. Acedido em: http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2017/08/encrypted_Transformacao_final.pdf

Henriques, C. A. dos S. (2015). Contributo para o estudo da produtividade do castanheiro «Martainha» em Penela da Beira (DOP «Soutos da Lapa»). Relatório do Projeto Final para obtenção do grau de Mestrado em Engenharia Agronómica. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco. Acedido em: <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/2906>

Henriques, C. A. dos S., & Borges, A. J. P. (2017). Castanheiro: Estado da Produção. Centro Nacional de Competência dos Frutos Secos. Acedido em: http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2017/10/encrypted_castanha_producao5-2.pdf

Hermansson, A. M. (1979). Methods of studying functional characteristics of vegetable proteins. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 56, 272–278. <https://doi.org/10.1007/BF02671471>

Hrušková, M., Švec, I., & Kadlcíková, I. (2019). Effect of chestnut and acorn flour on wheat / wheat-barley flour properties and bread quality. *International Journal of Food Studies*, 8, 41-57. DOI: 10.7455/ijfs/8.1.2019.a4

Iwe, M. O., Onyeukwu, U., & Agiriga, A. N. (2016). Proximate, functional & pasting properties of FARO 44 rice, African yam bean and brown cowpea seeds composite flour. *Cogent Food & Agriculture*, 2, 1142409. <http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2016.1142409>.

Junior, S. A. C. (2020). Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*. Tese para obtenção do grau de mestre em Qualidade e Tecnologia Alimentar. Escola Superior Agrária de Viseu. Instituto Politécnico de Viseu. Acedido em: <http://hdl.handle.net/10400.19/6387>

Kaur, L., & Singh, N. (2007). Relationships between various functional, thermal and pasting properties of flours from different Indian black gram (*Phaseolus mungo* L.)

cultivars. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 87, 974–984. DOI: 10.1002/jsfa.2789

Kinsella, J. E. (1979). Functional properties of soy proteins. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 56, 242–258. <https://doi.org/10.1007/BF02671468>

Korel, F., & Balaban, M. Ö. (2009). Chemical composition and health aspects of chestnut (*Castanea* spp.) Em: C. Alasalvar & F. Shahidi (Eds.), *Tree nuts: composition, phytochemicals, and health effects*. CRC Press Taylor and Francis Group: Boca Raton, FL, USA. Pp 171-184

Kosović, I., Jukić, M., Jozinović, A., Ačkar, D., & Koceva Komlenić, D. (2016). Influence of chestnut flour addition on quality characteristics of pasta made on extruder and minipress. *Czech Journal of Food Science*, 34, 166-172. <https://doi.org/10.17221/451/2015-CJFS>

Kowalczewski, P. L., Pauter, P., Smarzyński, K., Róžańska, M.B., Jezowski, P., Dwiecki, K., & Mildner-Szkodlarz, S. (2019). Thermal processing of pasta enriched with black locust flowers affect quality, phenolics and antioxidant activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43, e14106. DOI: 10.1111/JFPP.14106

Laranjo, J. G. (2013). A fileira da castanha em Portugal: Uma fileira de oportunidades. *Agrotec: revista técnico-científica agrícola*, 8, 36–38.

Laranjo, J. G. (2015). A fileira da castanha em Portugal: Uma fileira de oportunidades. *Hortofruticultura & Floricultura*. Acedido em: <http://www.agronegocios.eu/noticias/a-fileira-da-castanha-em-portugal-uma-fileira-de-oportunidades/>

Littardi, P., Paciulli, M., Carini, E., Rinaldi, M., Rodolfi, M., & Chiavaro, E. (2020). Quality evaluation of chestnut flour addition on fresh pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 126, 109303. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109303>

Marrone, L., Dall’Asta, C., Silvanini, A., Cirlini, M., Beghè, D., Fabbri, A., & Ganino, T. (2015). The influence of seasonality on total fat and fatty acids profile, protein and amino acid, and antioxidant properties of traditional Italian flours from different chestnut cultivars. *Scientia Horticulturae*, 192:132-140. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.04.018

Martini, D., Brusamolino, A., Del Bo’, C., Laureati, M., Porrini, M., & Riso, P. (2018). Effect of fiber and protein-enriched pasta formulations on satiety-related sensations and afternoon snacking in Italian healthy female subjects. *Physiology & Behavior*, 185, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.12.024>

Mir, N. A., Gul, K., & Riari, C. S. (2015). Physicochemical, pasting and thermal properties of water chestnut flours: a comparative analysis of two geographic sources. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 1407-1413. DOI: 10.1111/jfpp.12359

Mir, S. A., Bosco, S. J. D., & Shah, M. A. (2019). Technological and nutritional properties of gluten-free snacks based on brown rice and chestnut flour. *Journal of the*

Saudi Society of Agricultural Science, 18, 89-94.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.02.002>

Mohammadi, M., Khorshidian, N., Yousefi, M. & Khaneghah, M. (2022). Physicochemical, rheological, and sensory properties of gluten-free cookies produced by flour of chestnut, date seed, and modified starch. *Journal of Food Quality*, 2022, Article ID 5159084, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/5159084>

Moura, E. E., (2002). O sabor do pão. *Aditivos & Ingredientes*, 19, 66-68.

O'Shea, N., Arendt, E., & Gallagher, E. (2014). State of the art in gluten-free research. *Journal of Food Science*, 79(6), R1067-1076. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12479>

Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayazit, A., & Berrak Delikanli, B. (2017). Antioxidant properties of probiotic fermented milk supplemented with chestnut flour (*Castanea sativa* Mill). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e13156. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13156>

Paciulli, M., Mert, I. D., Massimiliano Rinaldi, M., Alessandro Pugliese, A., & Chiavaro, E. (2019). Chestnut and breads: nutritional, functional, and technological qualities. Em: Preedy, V. R., & Watson, R. R. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention (2ª Edição)*. Academic Press. PP 237-247. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01593-8>

Paciulli, M., Rinaldi, M., Cirlini, M., Scazzina, F., Chiavaro, E. (2016). Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT - Food Science and Technology*, 70, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.034>

Papanikolaou, Y. (2019). Pasta foods are associated with liproved nutrient intakes, increased whole grain and vegetable consumption and nutrient adequacy in US adults. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 119, A147. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.08.159>

Pasqualone, A., Piergiovanni, A. R., Caponio, F., Paradiso, V. M., Summo, C., & Simeone, R. (2011). Evaluation of the technological characteristics and bread- making quality of alternative wheat cereals in comparison with common and durum wheat. *Food Science and Technology International*, 17, 135e142. <https://doi.org/10.1177/1082013210381547>

Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrer, A.M., Díaz-Hernández, M.B., Ciordia-Ara, M., & Rios-Mesa, D., 2006. Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae* 107, 306–914. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.08.008>

Piccolo, E. L., Landi, M., Ceccanti, C., Mininni, A. N., Marchetti, L., Massai, R., Guidi, L., & Remorini, D. (2020). Nutritional and nutraceutical properties of raw and traditionally obtained flour from chestnut fruit grown in Tuscany. *European Food Research and Technology*, 246(9), 1867–1876. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03541-9>

Portaria n.º 52/2015 de 26 de fevereiro. Fixa as características a que devem obedecer os diferentes tipos de pão e de produtos afins do pão ou de padaria fina e revoga a Portaria n.º 425/98, de 25 de julho.

Prinyawiwatkul, W., Beuchat, L.R., McWatters, K.H., & Phillips, R.D. 1997. Physicochemical and sensory properties of chicken nuggets extended with fermentated cowpea and peanut flours. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 45, 1891–1899. <https://doi.org/10.1021/jf9606520>

Raczyk, M., Kruszewski, B., & Michałowska, D. (2021). Effect of coconut and chestnut flour supplementations on texture, nutritional and sensory properties of baked wheat based bread. *Molecules*, 26, 4641. <https://doi.org/10.3390/molecules26154641>

Raguzzoni, J. C. (2015). Amidos crioulos: Caracterização fundamental e influência de biopolímeros nas propriedades funcionais do amido. Acedido em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/16028>

Ribeiro, M. I., Fernandes, A., & Cabo, P. (2019). Portuguese consumer: Attitude and behavior towards consumption of chestnuts. XII Congreso de Economía Agrária, 527–529. Acedido em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/19575>

Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Scazzina, F., & Chiavaro, E. (2017). Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelf-life evaluation. *Food Chemistry*, 224, 144-152. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.12.055

Romero, H. M., & Zhang, Y. (2019). Physicochemical properties and rheological behavior of flours and starches from four bean varieties for gluten-free pasta formulation *Journal of Agriculture and Food Research* 1:100001. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100001>

Rybicka, I., & Gliszczynska-Swiglo, A. (2017). Gluten-Free flours from different raw materials as the source of vitamin B₁, B₂, B₃ and B₆. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 63(2), 125-132. <https://doi.org/10.3177/jns.v63.125>

Santana, G., Oliveira Filho, J., & Egea, M. (2017). Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. *Journal of Neotropical Agriculture*, 4, 88–95. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i2.1549>

Silav-Tuzlu, G., & Tacer-Caba, Z. (2021). Influence of chia seed, buckwheat and chestnut flour addition on the overall quality and shelf life of the gluten-free biscuits. *Food Technology & Biotechnology*, 59, 463-474. <https://doi.org/10.17113/ftb.59.04.21.7204>

Sharma, R., Dar, B. N., Sharma, S., & Singh, B. (2021). In vitro digestibility, cooking quality, bio-functional composition, and sensory properties of pasta incorporated with potato and pigeonpea flour. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23, 100300. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100300>

Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. *Product*

development, marketing and consumer acceptance - a review. *Appetite*, 51, 456e467. DOI: 10.1016/j.appet.2008.05.060

Souza, A. G., Santos, L. S., Silva, A. R. Z., & Passoni, C. R. M. S., (2014). Propriedades nutricionais da castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill) e elaboração de produtos. *Cadernos da Escola de Saúde*, 12, 109-124. Acedido em: <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2424>

Spinelli, S., Padalino, L., Costa, C., Del Nobile, M.A., & Conte, A. (2019). Food by-products to fortified pasta: A new approach for optimization. *Journal of Cleaner Production*, 215, 985–991. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.117>

Suresh, C., & Samsheer, S. (2013) Assessment of functional properties of different flours. *African Journal of Agricultural Research*, 8(38), 4849-4852. DOI:10.5897/AJAR2013.6905.

Torra, M., Belorio, M., Ayuso, M., Carochio, M., Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., & Gómez, M. (2021). Chickpea and chestnut flours as non-gluten alternatives in cookies. *Foods*, 10, 911. <https://doi.org/10.3390/foods10050911>

Ungureanu-luga, M., Dimian, M., & Mironeasa, S. (2020). Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders. *LWT - Food Science and Technology*, 130, 109714. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109714

Wang, Y., Chen, L., Yang, T., Ma, Y., McClements, D. J., Ren, F., Tian, Y., & Jin, Z. (2021). A review of structural transformations and properties changes in starch during thermal processing of foods. *Food Hydrocolloids*, 113, 106543. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106543>

Wani, I. A., Hamid, H., Hamdani, A. M., Gani, A., & Ashwar, B. A. (2017). Physico-chemical, rheological and antioxidant properties of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) as affected by pan and microwave roasting. *Journal of Advanced Research*, 8(4), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.05.005>

Zhu, F. (2017). Properties and food uses of chestnut flour and starch. *Food and Bioprocess Technology*, 10. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1909-0>

10. Novos produtos à base de castanha: Castanhas cozidas em calda de Vinho

Ana Gomes¹ e Alice Vilela²

¹Centro de Investigação e Tecnologia de Ciências Agroambientais e Biológicas (CITAB-UTAD), Vila Real, Portugal

²Laboratório de Química Alimentar e do Vinho, CQ-VR, Centro de Investigação Química – Vila Real, Escola Superior de Ciências da Vida e do Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

10.1. Resumo

O objetivo deste trabalho foi a criação de produtos inovadores, por forma a promover o desenvolvimento de novas formas de consumo fácil de castanha.

Castanea sativa Mill. o vinho de mesa DOC e o Vinho do Porto são um produto da nossa história na agricultura, na economia e na sociedade portuguesa pois ambos apresentam um importante valor cultural. Assim, decidimos aliar a castanha ao vinho, nomeadamente, ao vinho tinto e ao vinho licoroso da Região do Douro (Vinho do Porto). Desenvolveram-se três formulações distintas tendo-se em conta os aspetos sensoriais únicos dos três tipos de vinho utilizado (Vinho de mesa tinto, Vinho do Porto Tawny e Vinho do Porto Ruby).

Foram realizadas 2 fichas de prova, em que se avaliou, na primeira, o aspeto visual, aroma, sabor, textura, apreciação global (testes de escala hedónica), a intenção de compra e, por fim, a ordem de preferência (teste de ordenação de preferência). Na segunda ficha utilizou-se o teste CATA para a identificação das características que o produto possui.

Perante os resultados obtidos verificou-se que a elaboração de um produto de castanha em calda de Vinho do Porto Tawny com amêndoas (Tawny4nut) é uma opção viável. A amostra de castanha com Vinho do Porto Tawny e amêndoas, foi a mais bem aceite em ambas as fichas de prova sensorial, tanto na escala hedónica para os parâmetros apreciação global, cor, aroma, textura e o sabor como nos testes de intenção de compra e de ordenação de preferência.

Palavras-chave: castanha, vinho do porto, vinho tinto, Porto Tawny, Porto Ruby.

10.2. Introdução

A inovação no contexto da área alimentar, refere-se a algo que é considerado como um “novo”, a criação e a introdução de um novo produto na área do mercado, ou até mesmo a alteração ou a introdução de uma nova característica no produto, ou seja, algo que nunca tenha sido apresentado antes ao consumidor.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto VALORCAST na Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro com o objetivo da criação de produtos inovadores, por forma a promover o desenvolvimento de novas formas de consumo fácil de castanha. Assim, nasceu a ideia de desenvolver um produto que consistia na cocção das castanhas em calda de Vinho DOC (ninho de mesa), ou Vinho do Porto.

10.2.1. Descrição dos principais ingredientes usados na formulação dos produtos

As formulações dos produtos obtida no final do estudo têm no seu conteúdo os seguintes constituintes: castanhas, água, Vinho do Porto (Tawny ou Ruby) ou vinho tinto, e dependendo do tipo de vinho, canela, frutos vermelhos ou amêndoas.

Um dos mais importantes produtores mundiais de castanha fica em Portugal com mais de 30.000 ton (Gomes-Laranjo *et al.*, 2007). De acordo com os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2020), a área da cultura do castanheiro no continente totalizava 91 016 castanheiros em 2020.

Atualmente, a nível alimentar, a castanha (*Castanea sativa*) está mais reconhecida e devido ao seu elevado potencial de crescimento na procura, verifica-se um aumento significativo na área de castanheiros (Novais *et al.*, 2010), com especial destaque na região de Trás-os-Montes onde se encontra cerca de 85% da produção portuguesa (Gomes-Laranjo *et al.*, 2007). A castanha apresenta um elevado valor e capacidade de exportação. Na região de Trás-os-Montes cerca de 70% a 80% da castanha destina-se ao mercado externo (em fresco e transformada), quer para países da União Europeia (65%) quer para países parceiros (15%) e apenas 20% a 30% da produção regional tem como destino o mercado interno (Anónimo, 2015).

A castanha contém vários componentes importantes para a saúde, pois apresenta um alto teor de humidade, altos níveis de amido (o componente energético principal) (Souza *et al.*, 2011), açúcares livres, proteínas com um bom perfil de aminoácidos, dominado pelo ácido aspártico, seguido pelo ácido glutâmico, leucina, alanina e arginina, baixo teor de gordura, lipídios com ácidos gordos mono e polinsaturados, fibras, vitaminas (vitamina C, vitamina B6 e ácido fólico), minerais (cálcio, ferro, magnésio, potássio, fósforo, zinco, cobre, manganês, e selénio) (Borges *et al.*, 2008; Nutrimento, 2018). A castanha apresenta ainda um baixo índice de colesterol e não

contém glúten (Castro *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2007). Na sua composição nutricional (Tabela 1) a castanha é maioritariamente constituída por hidratos de carbono, dos quais se destaca o amido, isto é, amilose e amilopectinas permitindo, pré-bióticos permitem o bom desenvolvimento da flora intestinal e a produção de ácidos gordos de cadeia curta (Cosme *et al.*, 2021). Possui ainda diferentes fitoquímicos, nomeadamente, luteína, zeaxantina, e diversos compostos fenólicos que são importantes anti-oxidantes.

Tabela 1 - Composição nutricional da castanha (adaptado de Borges *et al.*, 2017 e Choupina, 2019).

	g/100g parte edível
Humidade	50,2
Cinzas	1,22
Azoto	0,53
Sais	1,32
Gordura	0,83
Proteína	2,38
Fibra	6,57
Hidratos de carbono	38,8
Açúcares totais	14,4
Açúcares redutores	1,40
Amido	20,6

Sendo que, o valor nutricional e a qualidade organolética variam dependendo da cultivar e da região da origem ou terroir (Choupina e Silva, 1992), não há dúvidas que a castanha tem desempenhado um papel essencial na nutrição humana devido à sua composição nutricional e benefícios à saúde. Nos últimos anos, e devido ao aumento de doentes celíacos, o seu uso em dietas isentas de glúten é uma constante (Khoury, El. *et al.*, 2018), sendo também utilizada como promotora da redução da adiposidade abdominal (Rodrigues *et al.*, 2020), redução da doença coronária e das taxas de incidência de cancro (Choupina, 2019).

A qualidade e as características físicas e químicas da castanha proporcionam que esta seja adequada quer para consumo em fresco quer para a indústria transformadora, na qual se produz castanha congelada, assada, pilada, em calda, entre outros (Silva *et al.*, 2007).

À semelhança dos outros alimentos, a castanha é um fruto que apresenta um tempo de vida útil reduzido, o que dificulta o seu armazenamento em fresco. A elevada perda de peso devido à desidratação e o desenvolvimento de fungos/podridões são os principais problemas inerentes à possível preservação da castanha e diminuem o seu tempo de prateleira (Delgado *et al.*, 2015). Por forma a garantir que haja castanha

durante todo o ano é necessário encontrar soluções, sendo uma delas o seu processamento.

A transformação da castanha passa por dois mercados distintos: O primeiro abrange a separação de cultivares, calibragem, descasque, pelagem e congelação. O último passo, a congelação, permite que a castanha esteja disponível durante todo o ano, tanto para consumo direto, através do mercado de retalho, como também para a agroindústria. O segundo mercado acrescenta valor à castanha, pois cria produtos a partir da castanha semi-processada na forma de compotas, purés, marron glacé e farinhas (Matos, 2003).

Países como a França e Itália já utilizam a castanha processada e transformada em produtos de valor acrescentado. Em Portugal, também já existem alguns produtos inovadores à base de castanha, como por exemplo bolachas, compotas, castanhas em calda com canela e baunilha, licores e cerveja de castanha, entre outros.

A vitivinicultura desempenha um papel muito importante na agricultura portuguesa, exercendo o vinho um papel importante na economia nacional. A produção de vinho em Portugal, é uma tradição antiga, sendo desde sempre uma aposta do Estado Português para desenvolvimento da economia nacional.

A produtividade do setor vitivinícola é bastante superior à dos sectores agroalimentar e das indústrias alimentares, 4,35 e 1,6 vezes respetivamente, o que o torna bastante atrativo. Esta produtividade aliada à sua elevada capacidade exportadora, que representa mais de 70% do valor da sua produção, faz dele um sector prioritário para Portugal, representando ao longo do tempo mais de 15% das exportações do setor agroalimentar e mais de 1,5% das exportações nacionais (AGRO.GES, 2014).

Em termos de composição nutricional o vinho tinto de mesa, também denominado de vinho tinto tranquilo, é principalmente constituído por água, álcool, hidratos de carbono, proteína, cinza e minerais, como demonstra a Tabela 2 (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2022).

Tabela 2 - Composição nutricional média do vinho tinto (Adaptada do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA, 2022)).

g/100g parte edível	
Microconstituintes (g)	
Água	89,7
Proteína	0,1
Hidratos de carbono	0,2
Mono + dissacáridos	0,2
Álcool	9,2
Cinza	0,28
Vitaminas (mg)	
Riboflavina	0,020
Equivalentes de niacina	0,10
Niacina	0,10
Vitamina B6	0,030
Minerais (mg)	
Sódio	9,0
Potássio	130
Cálcio	15
Fósforo	9,0
Magnésio	9,0
Ferro	1,0
Zinco	0,1

O processo de produção de Vinho do Porto difere da dos vinhos comuns (vinhos de mesa e vinhos DOC) principalmente pelo curto tempo de fermentação e maceração (2 a 3 dias) e pelo facto da adição de aguardente respeitar regras que foram sendo afinadas ao longo dos anos pela tradição e pela prática (Loureiro, 2011).

No Vinho do Porto podemos encontrar quatro categorias ou estilos principais, designados por Tawny, Ruby, Branco e Rosé (Pink). O Vinho do Porto Tawny é um vinho de lote, obtido pela mistura de diferentes vinhos envelhecidos em madeira.

Normalmente apresenta a designação de 10, 20 30, 40 ou mais de 40 anos de idade, dependendo do tempo que está em madeira. Devido ao processo de envelhecimento, apresenta uma cor âmbar, mais ou menos acentuada de acordo com a sua idade. No nariz, realçam-se as notas de frutos secos e madeira. O Vinho do Porto Ruby é um vinho cujo estágio em madeira é reduzido e, por isso, mantém a sua profunda cor ruby carácter frutado. A Tabela 3 apresenta a constituição nutricional do Vinho do Porto (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2022).

Tabela 3 - Composição nutricional média do vinho do Porto (Adaptada do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA, 2022)).

g/100g parte edível	
Macroconstituintes (g)	
Água	68,6
Proteína	0,1
Hidratos de carbono	14
Álcool	15,5
Cinza	0,25
Vitaminas (mg)	
Riboflavina	0,02
Equivalentes de niacina	0,1
Niacina	0,1
Vitamina B6	0,01
Minerais (mg)	
Sódio	11
Potássio	120
Cálcio	5
Fósforo	15
Magnésio	11
Ferro	0,7
Zinco	0,2

O Vinho, quando consumido com moderação, e devido à sua composição em compostos fenólicos, apresenta inúmeros benefícios para a saúde ajudando a prevenir doenças cardíacas e autoimunes, e contribui para a saúde mental, pois estudos têm demonstrado que pode reduzir os níveis de ansiedade (Quinta de Jugais, 2021). Devido aos processos fermentativos pode ainda conter compostos derivados do triptofano, como a melatonina, e serotonina (Vilela, 2019).

10.3. Materiais e Métodos

De forma a atingirmos o objetivo proposto, decidimos aliar a castanha ao vinho, nomeadamente, ao vinho tinto e aos vinhos licorosos da Região Demarcada do Douro, os últimos denominados de Vinho do Porto. Assim, desenvolveram-se três formulações distintas tendo-se em conta os aspetos sensoriais únicos dos três tipos de vinho utilizado (Vinho de mesa tinto DOC Douro-Red4nut, Vinho do Porto Tawny – Tawny4nut e Vinho do Porto Ruby – Ruby4nut).

10.3.1. Desenvolvimento do Produto

Para a realização das formulações propostas utilizaram-se castanhas congeladas de diferentes indústrias.

As castanhas congeladas foram cozidas nas três amostras de vinho. O processo de produção desenvolveu-se à escala laboratorial. Foram realizados vários ensaios de cozedura numa placa elétrica (FALC F60 ST 1997), com várias quantidades de castanha/vinho, sacarose (no caso do vinho tinto DOC), temperaturas e tempo de cozedura, de modo a chegar à formulação pretendida, com a consistência, doçura e qualidade de uma calda doce tradicional, tendo em conta todos os cuidados de higiene e segurança alimentar (Figura 1).

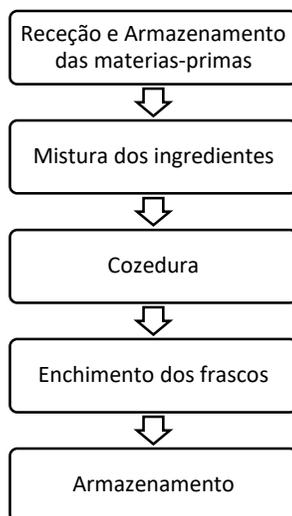


Figura 1 - Fluxograma base do processo de fabrico das formulações das amostras.

Antes da colocação dos produtos finais em frascos de vidro com tampa, estes foram esterilizados em autoclave (SANYO Electric Co., Ltd. MAC 2000) durante 15 minutos a 121°C.

10.3.2. Caracterização do perfil sensorial das amostras

10.3.2.1 Condições de prova e Painel de Provadores

A prova foi realizada numa sala com ambiente controlado e material necessário para cada tarefa, de acordo com a norma ISO 8589 (ISO 8589, 2007). As amostras de castanha processada em vinho foram apresentadas em pratos de Pyrex branco devidamente codificados (Figura 2) e foram avaliados por um painel de 16 provadores na primeira prova e 13 segunda prova da ECVA / DeBA-UTAD, experientes em análise sensorial de alimentos e vinhos. Foi disponibilizado água mineral para a limpeza do palato entre cada amostra.

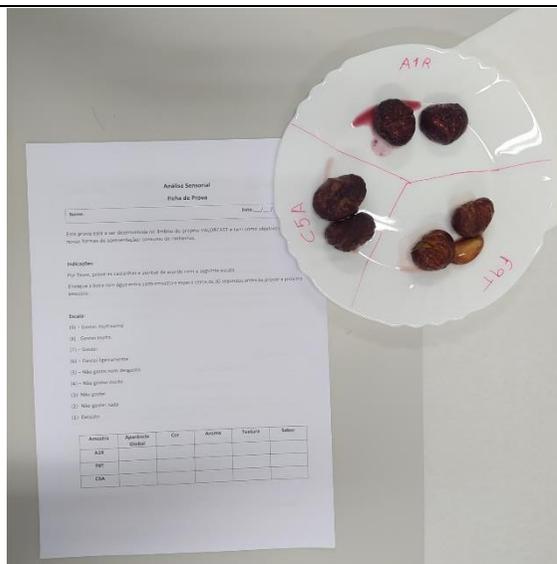


Figura 2 – Apresentação das amostras de castanha processadas em vinho, em pratos de Pyrex branco, devidamente codificados e respetiva ficha de prova.

10.3.2.2 Teste de escala hedónica

Neste teste foi solicitado aos provadores que experimentassem os produtos de forma aleatória e quantificassem a magnitude do grau de aceitação em relação aos atributos “Aparência Geral”, “Cor”, “Aroma”, Textura” e “Sabor”, presentes na ficha de prova fornecida, utilizado uma escala hedónica estruturada de 9 pontos que variava de “detesto” a “gosto muitíssimo”. Para além da escala hedónica de 9 pontos, os provadores tinham um espaço de preenchimento, não obrigatório, para a realização de comentários aos principais atributos que gostaram mais e os que não gostaram da amostra, assim como uma questão que avaliava a sua intenção de compra do produto.

Por fim, o provador manifestou a sua preferência através da ordenação de preferência das amostras, conforme a norma ISO 4121 (ISO 4121, 2003).

10.3.2.3 Teste CATA

O teste CATA consiste na identificação das características que o produto possui, por meio de uma lista de palavras, ou seja, escolher todos os atributos que julgarem necessários para descrever o produto, a partir da lista apresentada (Marques *et al.*, 2022). Assim sendo, foi apresentada aos provadores uma ficha de prova com uma tabela com vários descritores relativamente a parte visual, olfativa, gustativa e flavor e era lhes pedido para escolhem somente as características apropriadas aos produtos em análise, conforme a referência ISO 4121 (ISO 4121, 2003).

10.4. Resultados e discussão

10.4.1. Primeira Prova Sensorial

10.4.1.1 Testes hedónicos

Na Figura 3 está representado o histograma dos resultados da análise sensorial hedónica das três amostras.

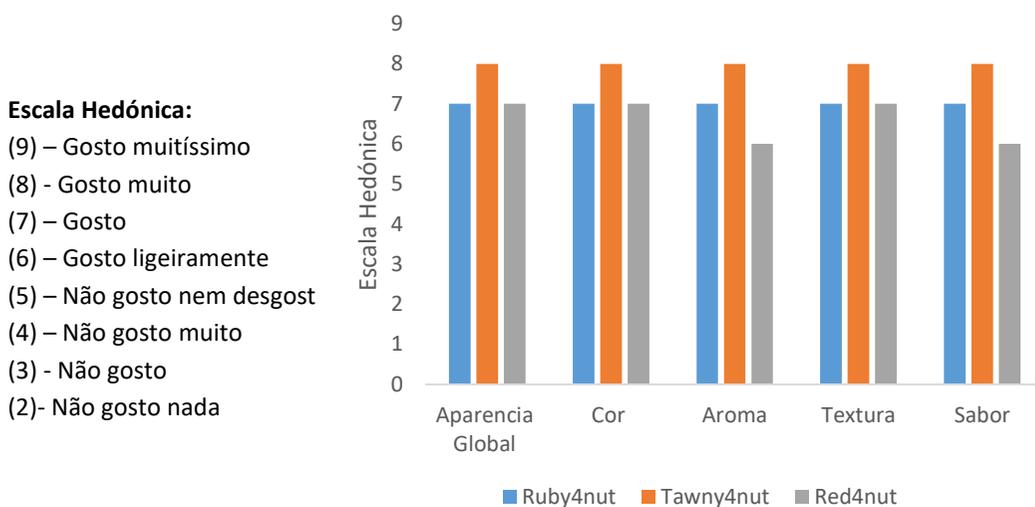


Figura 3 - Histograma dos resultados da análise sensorial hedónica dos três produtos de castanha processada com cada tipo de vinho.

Em termos médios (Figura 3), o produto que mais se destacou em todos os atributos foi o Tawny4nut, tendo obtido a melhor classificação na escala hedônica, cerca de 100% dos provadores disseram que gostaram muito do produto para todos os atributos.

Relativamente aos restantes produtos o Ruby4nut esteve muito perto da classificação da Tawny4nut, tendo obtido a classificação de (7) -“gosto” para todos os atributos. O Red4nut foi classificado com (7) -“gosto” na aparência global, cor e textura, para o aroma e sabor obteve classificação de (6) - “gosto ligeiramente”.

Considerando a amplitude da escala hedónica utilizada, estas apreciações médias parecem favoráveis, pois situa-se acima do centro da escala, correspondendo sempre a apreciações positivas.

Seguidamente os provadores eram questionados sobre as seguintes questões “Qual a sua intenção de compra?” e tinham de selecionar uma das hipóteses apresentadas, assim como também “Qual a sua ordem de preferência? “.

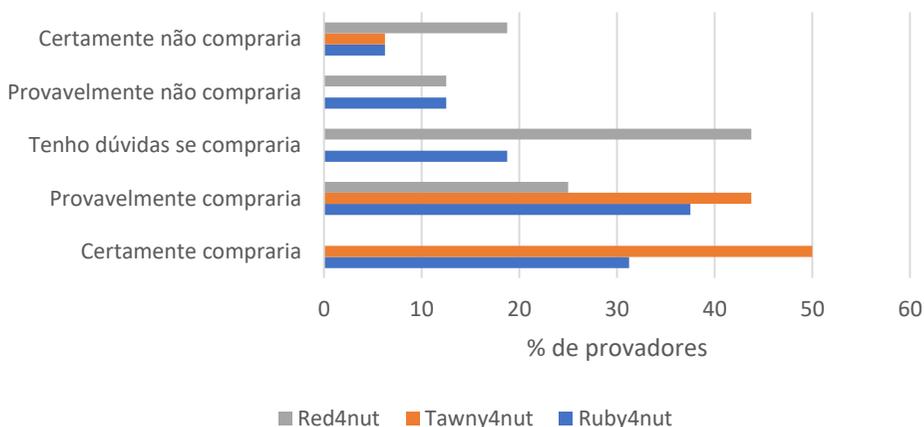


Figura 4 - Histograma dos resultados da análise sensorial dos três produtos, em relação aos atribuídos na avaliação da intenção de compra (Certamente não compraria a Certamente compraria).

Em relação à intenção de compra, os resultados refletiram a avaliação sensorial dos parâmetros hedónicos e mostraram que o aroma e o sabor do produto foram importantes na definição da intenção de compra do mesmo.

De acordo com a Figura 4 podemos notar que para a amostra Tawny4nut cerca de 50% dos provadores “Certamente compraria”, 44% “Provavelmente compraria” e 6% “Certamente não compraria”, ou seja, a maioria dos provadores compraria esta amostra, para a amostra Ruby4nut, 31% “Certamente compraria”, 38% “Provavelmente compraria” e 6% certamente não compraria”, caso contrário com o verificado para a

amostra Red4nut que 0% “Certamente compraria”, 25% “Provavelmente compraria”, 44% “Tenho dúvidas se compraria” e 19% “Certamente não compraria”.

Relativamente à ordem de preferência do provador das amostras em estudo, a Figura 5 apresenta os resultados obtidos.

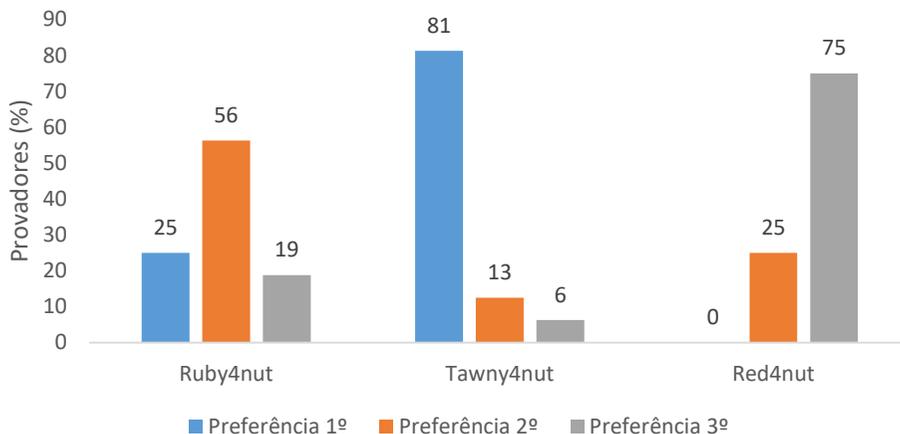


Figura 5 - Histograma dos resultados da análise sensorial das três amostras, em relação a atribuição da ordem de preferência das amostras.

A Figura 5 vem confirmar mais uma vez o apurado nos gráficos anteriores, que a amostra Tawny4nut foi a que mais se destacou, sendo a preferida dos provedores com 81%, seguindo-se a A1R com 56% em segundo lugar e por último o Red4nut com 75% em terceiro lugar de preferência.

10.4.1.2 Teste CATA

Por fim, foi realizada um teste CATA com o objetivo de caracterizar as diferentes amostras (Figura 6).

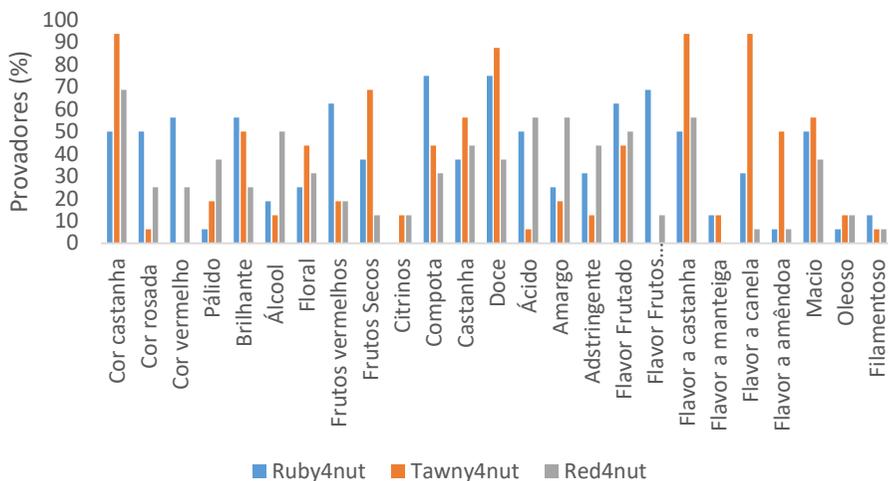


Figura 6 - Histograma dos resultados da análise sensorial das três amostras, em relação a avaliação dos descritores do teste CATA.

A partir da Figura 6, pode-se verificar que os atributos mais significativos para a amostra Ruby4nut são cor vermelha, brilhante, olfato e flavor a frutos vermelhos, compota e sabor doce, para a amostra Tawny4nut são cor vermelha, olfato a frutos secos, sabor doce, flavor a castanha, canela e a amêndoa e por fim para o Red4nut são a cor vermelha, olfato a álcool, castanha, sabor ácido, amargo, flavor frutado e a castanha.

Os provadores também tinham de responder à questão “O que mais gostou neste produto?” e “O que mais desgostou neste produto?” para cada uma das amostras dos produtos.

Assim sendo, a Tabela 4 seguinte resume as respostas dadas pelos provadores.

Tabela 4 - Resultados da análise sensorial das três amostras, em relação a avaliação aos atributos que mais gostaram e mais desgostaram.

Produto	Respostas
	O que mais gostou neste produto?
Ruby4nut	Textura
	Sabor Geral
	Aroma
	Cor
	Sabor da Castanha
	Aroma a mirtilo
	Aparência
	O que mais desgostou neste produto?
	Castanha parte-se com facilidade
	Sabor amargo no final
	Acidez
Tawny4nut	O que mais gostou neste produto?
	Cor
	Aroma a canela
	Sabor a frutos secos
	Textura crocante
	Sabor intenso a castanha
	Flavor a canela
	O que mais desgostou neste produto?
	Sabor a caramelo e a erva doce
	Textura
	Sabor pouco intenso
	O interior estava seco
	Cor
Red4nut	O que mais gostou neste produto?
	Sabor
	Sabor doce a canela
	Muito macia
	Ótima cozedura, macia
	Aroma e aparência
	Textura da castanha
	Cor
	O que mais desgostou neste produto?
	Cor pouco uniforme
	Sabor muito a vinho
	Aroma e sabor
	Sabor ácido
	Textura

10.4.1. Segunda Prova Sensorial

Perante os resultados obtidos na primeira prova decidimos ajustar alguns pormenores na confeção dos produtos, isto passou por adicionar uma pequena quantidade de vinagre aos produtos Ruby4nut e Tawny4nut de forma a perceber se conseguimos melhorar alguns aspetos dos produtos como regular a acidez e diminuir o teor de doçura do Ruby4nut e salientar uma característica dos vinhos Tawny ao produto Tawny4nut. Visto que o produto Red4nut não foi muito aceite na primeira prova pelos provadores decidiu-se tirar essa ideia do estudo.

10.4.1.1. Testes hedónicos

Na Figura 7 está representado o histograma dos resultados da análise sensorial hedónica das duas amostras reformuladas.

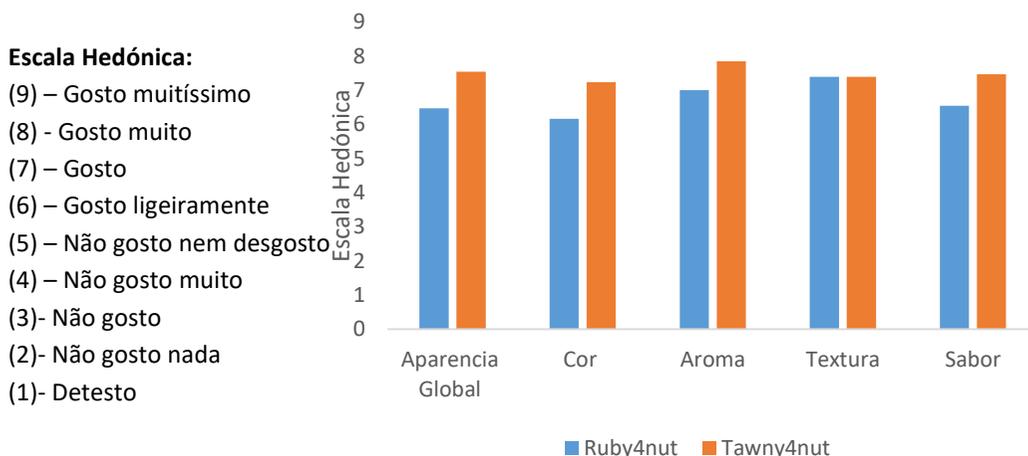


Figura 7 - Histograma dos resultados da análise sensorial hedónica dos três produtos de castanha processada com cada tipo de vinho.

Em termos médios (Figura 7), ambos os produtos se encontram relativamente próximos no geral dos atributos avaliados, mesmo assim o produto que mais se destacou em todos os atributos continua a ser o Tawny4nut, tendo obtido a melhor classificação na escala hedónica, sendo que na primeira prova obteve um ponto acima na escala hedónica.

Considerando a amplitude da escala hedónica utilizada, esta apreciação média mantém-se favorável, pois situa-se acima do centro da escala, correspondendo sempre a apreciações positivas.

Seguidamente os provadores eram questionados sobre as seguintes questões “Qual a sua intenção de compra?” e tinham de selecionar uma das hipóteses apresentadas, assim como também “Qual a sua ordem de preferência? “.

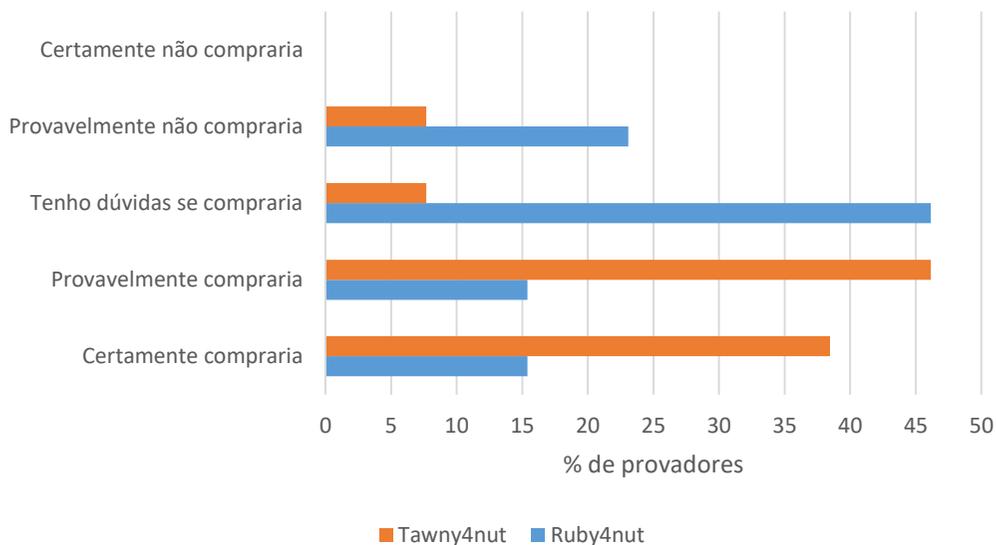


Figura 8 - Histograma dos resultados da análise sensorial dos três produtos, em relação aos atribuídos na avaliação da intenção de compra (Certamente não compraria a Certamente compraria).

Em relação à intenção de compra, os resultados refletiram a avaliação sensorial dos demais parâmetros e mostraram que o aroma e o sabor do produto foi importante na definição da intenção de compra do mesmo.

De acordo com a Figura 8 podemos notar que para a amostra Tawny4nut cerca de 38% dos provadores valor inferior aos 50% dos provadores da primeira prova que “Certamente compraria”, 46% contra os 44% da primeira prova “Provavelmente compraria” e 8% nesta segunda prova superior aos 6% da primeira “Certamente não compraria”, ou seja, a maioria dos provadores compraria esta amostra, para a amostra Ruby4nut, 15% (31% na primeira prova) “Certamente compraria”, 15% (38% na primeira prova) “Provavelmente compraria” e 0% (6% na primeira prova) certamente não compraria”.

Relativamente a ordem de preferência do provador das amostras em estudo, a Figura 9 apresenta os resultados obtidos.

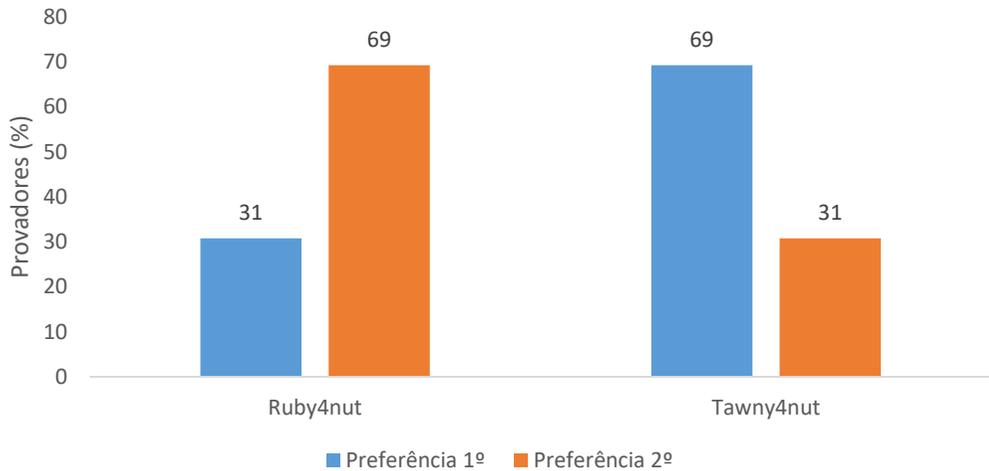


Figura 9 - Histograma dos resultados da análise sensorial das duas amostras, em relação a atribuição da ordem de preferência das amostras.

Perante os resultados apresentados na Figura 9 em relação a atribuição da ordem de preferência, verificou-se que a amostra Tawny4nut foi a mais preferida, cerca de 69% dos provedores disse que era a 1ª preferência, os restantes 31% preferiram a amostra Ruby4nut em primeiro lugar.

10.4.1.2. Teste CATA

Por fim, foi realizada um teste CATA com o objetivo de caracterizar as diferentes amostras (Figura 10).

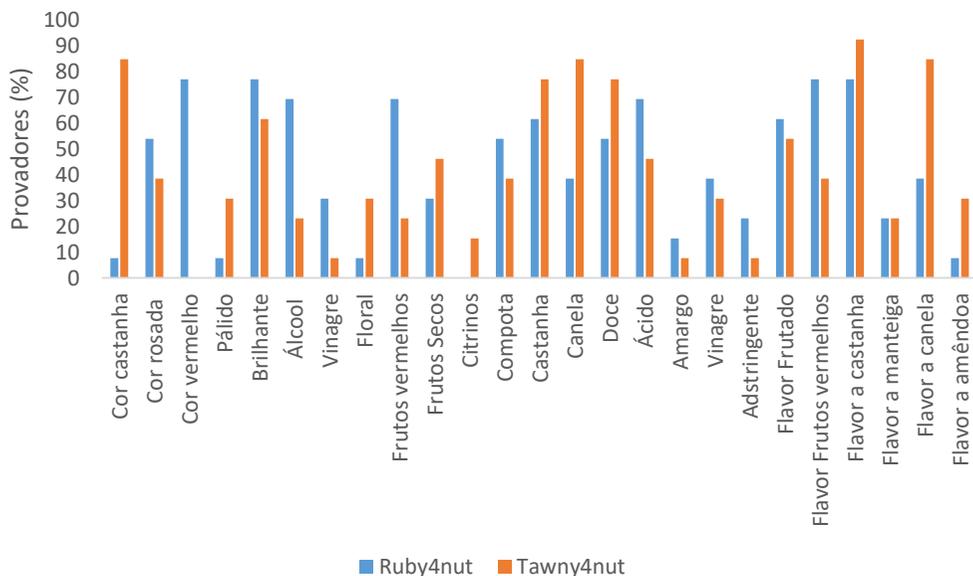


Figura 10 - Histograma dos resultados da análise sensorial das três amostras, em relação a avaliação dos descritores do teste CATA.

A partir da Figura 10, pode-se verificar que os atributos mais significativos para a amostra Ruby4nut mantém a cor vermelha, brilhante, olfato e flavor a frutos vermelhos, compota e sabor doce, para a amostra Tawny4nut são cor castanha, brilhante, olfato a frutos secos, sabor doce, flavor a castanha e a canela.

Os provadores também tinham de responder à questão “O que mais gostou neste produto?” e “O que mais desgostou neste produto?” para cada uma das amostras dos produtos.

Assim sendo a Tabela 5 seguinte resume as respostas dadas pelos provadores.

Tabela 5 - Resultados da análise sensorial das duas amostras, em relação a avaliação aos atributos que mais gostaram e mais desgostaram.

Produto	Respostas
	O que mais gostou neste produto?
Ruby4nut	Textura
	Sabor Geral
	Aroma
	Cor da Calda
	Sabor da Castanha
	O que mais desgostou neste produto?
	Centro “ensopado”
	Pouco sabor a castanha
	Sabor amargo no final
	Pouco doce
Tawny4nut	O que mais gostou neste produto?
	Cor
	Aroma
	Sabor ligeiramente agridoce da castanha
	Sabor a castanha
	Flavor a canela
	O que mais desgostou neste produto?
	Sabor
	Textura
	Sabor pouco intenso

10.5. Conclusões

O desenvolvimento dos produtos á base de castanha com a junção de vinho foi um trabalho bastante interessante e que culminou na conceção de um produto inovador que resultou da junção de dois produtos importantes para a economia da Região de Trás-os-Montes, nomeadamente, a região do Douro.

Desta forma, verificou-se que a produção de um produto de castanha em calda de Vinho do Porto Tawny, adicionado de amêndoas e canela (Tawny4nut) é uma opção viável. Essa amostra, foi a mais bem aceite na prova sensorial pelos provadores, tem como atributos a cor vermelha, olfato a frutos secos, sabor doce, flavor a castanha, canela e a amêndoa, tem um sabor doce apreciado positivamente e tem uma textura macia. Foi também a que obteve melhores classificações na escala hedónica para os

parâmetros apreciação global, cor, aroma, textura e sabor, teste de aceitação do produto, teste de ordenação e de preferência.

Ao desenvolver este produto pretendeu-se contribuir com mais uma solução para os produtores de castanha conseguirem escoar as castanhas e prolongar o tempo de vida útil a partir de outras formas de consumo.

Desta forma, os produtos inovadores designados por Ruby4nut, Tawny4nut e Red4nut mantêm as características sensoriais da castanha cozida, complementadas pelas características sensoriais do vinho com que é processada. Estes produtos destinam-se a todos os consumidores em geral principalmente consumidores de castanha e vinho do porto, à exceção de crianças com idades inferior a 3 anos.

10.5. Referências

Anonimo. (2015). A produção e comercialização da castanha em Portugal - Mundo Português. Acedido em 31 de agosto de 2021, em <https://www.mundoportugues.pt/2015/10/26/62817/>

Agro Ges - Sociedde de Estudos e Projectos. (2014). Plano estratégico para a internacionalização do setor dos vinhos de portugal. Acedido em 10 de setembro de 2022, de <http://www.viniportugal.pt/ficheiros/promocaoInternacional/estrat%C3%A9giainternacionaliza%C3%A7%C3%A3o-vinhos-de-portugal.pdf>

Berk, Z. (2018). Chapter 22 – Dehydration. Food Process Engineering and Technology (Third Edition). 513-566.

Borges, O., Gonçalves, B., Carvalho, J.L.S., Correia, P. & Silva, A.P. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. Elsevier. Food Chemistry. 106, (3).

Borges, O.; Gonçalves, B.; Carvalho, JLS; Correia, P.; Silva, AP Qualidade Nutricional de Castanha (*Castanea Sativa* Mill.) Cultivares de Portugal. *Química Alimentar*. **2008**, *106*, 976-984.

Castro, A. (2009). “Castanhas... Um benefício de Outono”. Acedido a 23/03/2014. Disponível em http://www.uatlantica.pt/cnutricao/artigo_castanhas.html

Chestnut Market - Industry Analysis, G. (2022). *Chestnut Market – Forecast (2021-2026) Relatório de pesquisa: tamanho do mercado, perspectivas do setor, previsão de mercado, análise de demanda, participação de mercado, relatório de mercado 2021-2026*. [online] Industryarc.com. Acedido em 14 de setembro de 2020 em <https://www.industryarc.com/Report/17804/chestnut-market.html>

Choupina, AB Potencial nutricional e sanitário da castanha europeia. *Rev. Ciências Agrárias* **2019**, *42*, 801–807.

Choupina, Altino; Silva, Fátima (1992). A importância alimentar da castanha. *Revista Portuguesa de Nutrição*. ISSN 0871-4193. 4:3, p. 31-35

Cosme, F.; Inês, A.; Vilela, A. (2021) Consumer's acceptability and health consciousness of probiotic and prebiotic of non-dairy products, *Food Research International*, 151, 110842, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110842>.

DELGADO, Teresa *et al.* (2015). Produção de snacks de castanha. *Voz do Campo*. Castelo Branco. Nº 182 (2015), p. 5.

El Khoury, D.; Balfour-Ducharme, S.; Joye, J. Uma Revisão sobre a Dieta Sem Glúten: Desafios Tecnológicos e Nutricionais. *Nutrientes* **2018**, 10, 1410.

Gomes-Laranjo, J., Coutinho, J.P., Peixoto, F. & Araújo-Alves. (2007). Ecologia do castanheiro (*C. sativa* Mill.). In *Castanheiros*. Vila Real, Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro. 109–150

Gonçalves, O. (2021). Estudo comparativo de processos de desidratação por liofilização e secagem convencional. Escola Superior de Tecnologia de Tomar. Instituto Politécnico de Tomar. Acedido em 2 de setembro de 2021, em <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/12966/1/Estudo%20comparativo%20de%20processos%20de%20desidrata%C3%A7%C3%A3o.pdf>

INE. (2021). Acedido em 2 de setembro de 2021, em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=437147278&PUBLICACOESmodo=2

ISO 4121. (2003). Sensory analysis - Guidelines for the use of quantitative response scales. Retrieved

from http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?ics1=67&ics2=240&ics3=&csnumber=33817 [Google Scholar]

ISO 8589. (2007). Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=36385 [Google Scholar]

IVDP, Instituto dos Vinhos do Douro e Porto [Internet]. 2020. Disponível em: <http://www.ivdp.pt/>

Jayas, S.D. (2016) Food Dehydration. Reference Module in Food Science <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.02913-9>

Loureiro, N. (2011). O posicionamento da marca vinho do porto no panorama nacional. Dissertação de Mestrado. Instituto politécnico de Bragança. Bragança.

MATOS, Alda (2003). O sistema de comercialização de castanha da terra fria transmontana e sua cadeia de valor. [Em linha]. Vila Real: UTAD. Dissertação de mestrado. Acedido em 4 de setembro de 2022 em <http://hdl.handle.net/10198/930>.

Marques, C.; Correia, E.; Dinis, L.-T.; Vilela, A. 2022. An Overview of Sensory Characterization Techniques: From Classical Descriptive Analysis to the Emergence of Novel Profiling Methods. *Foods*, 11, 255. <https://doi.org/10.3390/foods11030255>

Novais, N., Lourença C., Ferreira A. & Resende L. (2010). Castanha- Uma semente que também germina para a evolução. Desenvolvimento Rural. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Nutrimento. Castanha (2021). Um tesouro nutricional a explorar nesta semana de São Martinho. Acedido em 2 de setembro de 2021, em <https://nutrimento.pt/dicas/castanha-um-tesouro-nutricional-a-explorar-nesta-semana-de-sao-martinho/>

Nutrimento. Vantagens nutricionais da castanha. (2021). Acedido em 2 de setembro de 2021, em <https://nutrimento.pt/dicas/vantagens-nutricionais-da-castanha/>

Pereira, J.A., Ribeiro, B., Rangel, J., Valentão, P., Andrade, P.B., Bento, A. & Seabra, R.M. (2007). Efeito do processamento na composição em ácidos orgânicos em castanhas das cultivares Judia e Longal. II Congresso Ibérico do Castanheiro. Vila Real

Quinta de Jugais. (2021). The benefits of Port Wine for your health. Retrieved 3 September 2021, from <https://jugais.com/en/the-benefits-of-port-wine-for-your-health/>

Rodrigues, P.; Ferreira, T.; Nascimento-Gonçalves, E.; Seixas, F.; da Costa, RMG; Martins, T.; Neuparth, MJ; Pires, MJ; Lanzarin, G.; Félix, L.; et al. Suplementação Dietética com Castanha (*Castanea sativa*) Reduz a Adiposidade Abdominal em Camundongos FVB/n: Um Estudo Preliminar. *Biomedicina* **2020**, *8*, 75.

Sancho-Madriz, M.F. (2003) Preservation Of Food Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition). 4766-4772. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00968-8>

Souza, A.G., Santos, L.S., Silva, A.R.Z. & Passoni, C.R.M.S. (2011). Propriedades nutricionais da castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill) e elaboração de produtos. Artigo Científico. Brasil.

Vilela, A. (2019). The Importance of Yeasts on Fermentation Quality and Human Health-Promoting Compounds" *Fermentation* *5*, no. 2: 46. <https://doi.org/10.3390/fermentation5020046>

11 ■ Avaliação económica do impacto da utilização das medidas propostas no GO

José Martino, Tânia Brás, Cláudia Cunha

Espaço Visual - Consultores de Engenharia Agronómica Lda

11.1. Análise da viabilidade económica dos diferentes métodos de apanha mecânica

11.1.1. Enquadramento

O presente documento tem como principal propósito a apresentação de um estudo técnico- económico de forma a analisar os diferentes métodos de colheita da castanha tendo como base a recolha experimental de dados de dois equipamentos mecânicos como alternativa à colheita manual.

Pretende-se assim apoiar o empresário na sua decisão de escolha e de integração de sistemas eficientes nas suas atividades económicas, respondendo às crescentes debilidades identificadas no setor da castanha, mais concretamente no aumento do custo de mão de obra e na diminuição da disponibilidade provocada pelo despovoamento e desinteresse pelo trabalhado no setor nas regiões do Interior.

O desenvolvimento do modelo técnico-económico tem como base os dados recolhidos sobre a operação em trabalho de experimentação em campo, assim como, os valores de investimento, os custos operacionais gerados pelas tecnologias, a viabilidade dos investimentos e por fim, uma análise geral de sensibilidade dos diversos indicadores económicos.

De forma a enquadrar a realidade no terreno das explorações agrícolas da cultura da castanha, são elaborados cenários distintos para diferentes superfícies de souto, nomeadamente, uma com dimensão de 5 hectares, outra com 15 hectares e por fim com 25 hectares. Todas as três áreas serão analisadas de acordo com as produtividades de duas realidades: sistema de produção em sequeiro e sistema de produção em regadio.

11.1.2. Objetivo geral e específico

O dossier de inovação do modelo técnico-económico tem como objetivo geral sensibilizar e capacitar os empresários da fileira da castanha para a implementação de métodos alternativos de colheita que sejam eficientes na execução da operação.

Foram testados dois equipamentos específicos encontrados atualmente no mercado:

- Máquina de colheita rebocada pelo trator, potência mínima de 80 cv;
- Máquina de colheita automotriz.

11.1.3. Caracterização da exploração

A plantação onde foram recolhidos os dados apresenta um declive ligeiro, com um máximo de 5%, onde os soutos são das variedades “Judia” e “Longal” com idades entre os 25 e 50 anos, apresentando produções estáveis de castanha, altitude entre os 800 e 900 m.

Os soutos apresentam compassos de plantação de 9 a 10 metros nas entrelinhas e de 9 a 10 metros entre plantas na linha.

As recolhas dos dados inerentes à colheita resultam de plantações que se encontravam em regime de sequeiro, contudo foi elaborado uma análise económica para o regime de regadio tendo por base uma produtividade média (6000 kg/ha).

11.1.4. Métodos de colheita

Para a análise serão utilizados 3 métodos distintos de colheita da castanha:

- Colheita manual tradicional;
- Máquina de colheita rebocada por trator;
- Máquina automotriz.

11.1.4.1 Colheita Manual

No que se remete à apanha manual este método é o tradicional, contudo, utiliza muita mão de obra, torna-se um método de colheita demorado e o valor pago por esta mão de obra é elevado, dado ser escassa. As castanhas colhidas têm elevada qualidade pela respetiva apresentação devido ao pequeno manuseamento do fruto.

De forma a calcular os custos relacionados com a mão de obra necessária para a colheita tradicional considerou-se que cada individuo conseguiria colher com um rendimento médio de 15 kg/hora quando a exploração se encontra em regime de

sequeiro e de 25 kg/hora, quando o souto está em regadio, tendo como custo, o valor de 7,50 EUR/hora.

Para além do custo direto da mão de obra é necessário contabilizar o valor do custo relacionado com o reboque, sendo que se consideram necessárias 3 horas por hectare, apresentando um custo de 90,74 EUR por hectare, resultante do consumo e 13,34 litros de combustível por hora assim como lubrificantes e mão de obra. Este valor inclui preço de mão de obra do tratorista, gastos com combustíveis e lubrificantes. Deste modo, no preço do combustível foi considerado o valor de 1,45 EUR/litros, datado no dia 01 de julho de 2022, e os custos com os lubrificantes estimou-se 15% do valor gasto nos combustíveis.

11.1.4.2 Colheita Mecânica- Máquina Rebocada com Trator

No que diz respeito ao método de colheita com a máquina rebocada será necessário recorrer a utilização de 4 operadores: um tratorista, dois com sopradores e por fim um à saída da castanha a verificar a limpeza da castanha feita pela máquina.

No que respeita à produtividade da máquina, uma passagem demora 10 horas e 14 minutos por cada hectare (1 hora e 19 minutos os equipamentos estão inoperacionais para limpeza da máquina ou desentupimentos). Os custos totais de colheita são de 1 107,48 EUR por hectare (inclui duas passagens). Por sua vez, no que se remete ao transporte da castanha para fora da exploração foi considerada 1 hora por hectare, fazendo um custo de 30,25 EUR.

Desta forma, apresenta um custo total por hectare de 1 137,72 EUR (para cálculo deste custo foram utilizados os pressupostos relacionados com o custo do combustível e dos lubrificantes mencionados no método de colheita anterior).

No que se remete aos custos relacionados com o equipamento, este tem um custo de aquisição de 18 984,00 EUR, com uma vida útil de 10 anos. Este facto traduz-se num valor de amortização anual de 1 898,40 EUR. Por fim, foi considerado um custo de manutenção anual de 4% do valor de aquisição, traduzindo-se em 759,36 EUR.

11.1.4.3 Colheita Mecânica- Máquina Automotriz

Por sua vez, para a utilização do método de colheita por máquina automotriz será necessário recorrer à utilização de 1 operário, o tratorista.

Este equipamento faz uma passagem de um hectare num período de 2 horas e 52 min (há 15 min de inoperacionalidade).

Assim sendo, os custos relacionados com a colheita são de 180,47 EUR por hectare (duas

passagens por hectare). É ainda de salientar que este método não apresenta custos extra relacionados com o transporte da castanha uma vez que é atrelado um reboque ao equipamento. Da mesma forma que o método anterior, considerou-se os pressupostos relacionados com os gastos em combustível e lubrificantes do método de colheita manual.

No que se refere aos custos relacionados com o equipamento, verificou-se um custo de aquisição de 96 050,00 EUR, com uma vida útil de 10 anos, traduzindo-se assim numa amortização anual de 9 605,00 EUR. Já nos custos de manutenção anual considerou-se 4% do valor global de aquisição, correspondendo ao valor de 3 842,00 EUR. Uma vez que se trata de um equipamento automotriz será necessário proceder à aquisição de um seguro, que representará um custo de 645,00 EUR anuais.

11.1.5. Segundo cenário

De forma a analisar a eficácia dos diferentes métodos foram elaborados diferentes cenários onde irão variar de acordo com a dimensão da exploração e respetiva produtividade média por hectare.

Para análise foram tidos em conta os seguintes pressupostos:

Número de anos de análise: 10 anos;

Produções:

Sequeiro – 2 306,53 kg/ha;

Regadio – 6 000,00 kg/ha;

Taxa de atualização: 1%;

Tempo de campanha para colheita: 15 dias.

11.1.5.1 Plantação com 5 hectares

Neste cenário foi estimada a rentabilidade dos diferentes métodos de colheita, tendo em conta a produtividade média de cada hectare.

Uma vez que no método de colheita tradicional foi considerado uma média de colheita por indivíduo de 15 kg/hora, os preços vão oscilando em conformidade com as produtividades médias. Assim sendo, quando a plantação se encontre em regime de sequeiro obtemos os seguintes custos:

Tabela 1 - Custo de colheita apanha tradicional em regime de sequeiro

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	5 766,33 €
Reboque	453,69 €
Total	6 220,01 € (0,54€/kg)

Por sua vez, o mesmo método de colheita em regime de regadio, com uma apanha média de 25 kg/hectare, apresenta os seguintes custos operacionais:

Tabela 2 - Custo de colheita apanha tradicional em regime de regadio

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	9 000,00 €
Reboque	453,69 €
Total	9 453,69 € (0,32€/kg)

No que se refere à colheita utilizando a máquina de apanha rebocada, esta apresenta os mesmos custos operacionais para ambos regimes de plantação de 3 679,28 EUR como é possível verificar na seguinte tabela:

Tabela 3 - Custo de colheita apanha com máquina rebocada

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	3 258,43 €
Combustível e lubrificantes	2 278,95 €
Manutenção	759,36 €
Reboque	151,23 €
Total	6 447,97 € (0,56 €/kg sequeiro e 0,21 €/kg em regadio)

Considerando os pressupostos acima mencionados, é de esperar que o empresário, com a aquisição deste equipamento, obtenha os seguintes benefícios económicos:

Tabela 4 - Benefício anual da colheita com a máquina rebocada em plantações de regime sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	2 507,90 €
Decréscimo de custo de reboque	302,46 €
Total	2 810,36 €

Tabela 5 - Benefício de colheita com máquina rebocada em plantações de regime regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	5 741,57 €
Decréscimo de custo de reboque	302,46 €
Total	6 044,03 €

Face ao exposto, apresentamos agora o balanço anual dos dados apurados nos dois cenários para o período de vida útil do equipamento:

Tabela 6 - Balanço anual para uma exploração em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	2 810,35 €	2 810,35 €	2 810,35 €	2 810,35 €	2 810,35 €
Despesa adicional	- €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €
Investimento	18 984,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 18 984,00 €	- 227,96 €	- 227,96 €	- 227,96 €	- 227,96 €	- 227,96 €
Balanço incremental	- 18 984,00 €	- 19 211,96 €	- 19 439,91 €	- 19 667,87 €	- 19 895,82 €	- 20 123,78 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	2 810,35 €	2 810,35 €	2 810,35 €	2 810,35 €	2 810,35 €
Despesa adicional	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 227,96 €	- 227,96 €	- 227,96 €	- 227,96 €	- 227,96 €
Balanço incremental	- 20 351,74 €	- 20 579,69 €	- 20 807,65 €	- 21 035,61 €	- 21 263,56 €

Tabela 7 - Balanço anual para uma exploração em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	6 044,03 €	6 044,03 €	6 044,03 €	6 044,03 €	6 044,03 €
Despesa adicional	- €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €
Investimento	18 984,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 18 984,00 €	3 005,72 €	3 005,72 €	3 005,72 €	3 005,72 €	3 005,72 €
Balanço incremental	- 18 984,00 €	- 15 978,28 €	- 12 972,57 €	- 9 966,85 €	- 6 961,14 €	- 3 955,42 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	6 044,03 €	6 044,03 €	6 044,03 €	6 044,03 €	6 044,03 €
Despesa adicional	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €	3 038,31 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	3 005,72 €	3 005,72 €	3 005,72 €	3 005,72 €	3 005,72 €
Balanço incremental	- 949,71 €	2 056,01 €	5 061,73 €	8 067,44 €	11 073,16 €

Como é possível verificar nas tabelas anteriores a implementação deste equipamento em regime de sequeiro permite obter o retorno do investimento, com um payback de 8 anos, apresentando um valor acrescentado líquido (VAL) de -20 314,59 EUR.

Por seu termo, em regime de regadio a aquisição do equipamento apresenta viabilidade sendo que se prevê a recuperação do investimento no segundo ano. Para além disto o VAL é de 9 390,15 EUR e a TIR de 9,36%. Deste modo, é possível verificar que quando há um aumento na produtividade média dos hectares a viabilidade económica da aquisição da máquina também é maior.

Por sua vez, o que se refere à colheita utilizando a máquina de colheita automotriz foram estimados os seguintes custos operacionais:

Tabela 8 - Custos operacionais da máquina de colheita automotriz

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	266,15 €
Combustível e lubrificantes	636,18 €
Manutenção	3 842,00 €
Seguro	645,00 €
Total	5 389,33 € (0,47 €/kg sequeiro e 0,18 €/kg em regadio)

Assim a aquisição da máquina de colheita automotriz espelha os seguintes benefícios para os agricultores:

Tabela 9 - Benefício anual da máquina de colheita automotriz em sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	5 500,17 €
Decréscimo de custo de reboque	453,69 €
Total	5 953,86 €

Tabela 10 - Benefício anual da máquina de colheita automotriz em regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	8 733,85 €
Decréscimo de custo de reboque	453,69 €
Total	9 187,53 €

Posto isto, apresentamos o balanço anual para o período de análise do equipamento:

Tabela 11 - Balanço anual da máquina de colheita automotriz em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	5 953,86 €	5 953,86 €	5 953,86 €	5 953,86 €	5 953,86 €
Despesa adicional	- €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €
Investimento	96 050,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 96 050,00 €	830,68 €	830,68 €	830,68 €	830,68 €	830,68 €
Balanço incremental	- 96 050,00 €	- 95 219,32 €	- 94 388,63 €	- 93 557,95 €	- 92 727,27 €	- 91 896,58 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	5 953,86 €	5 953,86 €	5 953,86 €	5 953,86 €	5 953,86 €
Despesa adicional	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	830,68 €	830,68 €	830,68 €	830,68 €	830,68 €
Balanço incremental	- 91 065,90 €	- 90 235,22 €	- 89 404,53 €	- 88 573,85 €	- 87 743,17 €

Tabela 12 - Balanço anual da máquina de colheita automotriz em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	9 187,53 €	9 187,53 €	9 187,53 €	9 187,53 €	9 187,53 €
Despesa adicional	- €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €
Investimento	96 050,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 96 050,00 €	4 064,36 €	4 064,36 €	4 064,36 €	4 064,36 €	4 064,36 €
Balanço incremental	- 96 050,00 €	- 91 985,64 €	- 87 921,29 €	- 83 856,93 €	- 79 792,57 €	- 75 728,22 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	9 187,53 €	9 187,53 €	9 187,53 €	9 187,53 €	9 187,53 €
Despesa adicional	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €	5 123,18 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	4 064,36 €	4 064,36 €	4 064,36 €	4 064,36 €	4 064,36 €
Balanço incremental	- 71 663,86 €	- 67 599,51 €	- 63 535,15 €	- 59 470,79 €	- 55 406,44 €

Como é possível verificar anteriormente, com a aquisição da máquina de colheita automotriz em regime de sequeiro, o agricultor não tem a recuperação do investimento e apresenta um VAL de -87 309,25 EUR. Já em regime de regadio, cuja produtividade é de 6 000,00 kg hectare, também não se verifica a recuperação do investimento e apresenta um VAL de -56 985,39 EUR.

11.1.5.2 Plantação com 15 hectares

Do mesmo modo que os cenários anteriores se fez a análise da rentabilidade dos diferentes métodos de colheita.

No que diz respeito ao método de colheita tradicional foi considerado o mesmo pressuposto de colheita do cenário anterior. Posto isto, obtemos os seguintes custos:

Tabela 13 - Custos operacionais colheita manual em plantações em sequeiro

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	17 298,98 €
Reboque	1 361,06 €
Total	18 660,04 € (0,54€/kg)

Tabela 14 - Custos operacionais colheita manual em plantações em regadio

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	27 000,00 €
Reboque	1 361,06 €
Total	28 361,06 € (0,32€/kg)

No que respeita ao método de apanha rebocado, para uma dimensão de 15 hectares será necessário a aquisição de 3 máquinas de colheita rebocada (cada máquina faz no máximo 5,86 hectares, duas passagens em duas semanas) assim como o aluguer de dois tratores a um preço de 30 EUR/hora, apresentando um custo de 24 963,90 EUR, como é possível verificar na seguinte tabela:

Tabela 15 - Custos operacionais da máquina de colheita rebocada

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	9 775,28 €
Combustível e lubrificantes	6 836,86 €
Manutenção	2 278,08 €
Aluguer do trator	5 619,99 €
Reboque	453,69 €
Total	24 963,90 € (0,71 €/kg sequeiro e 0,28 €/kg em regadio)

Prevendo-se que o equipamento permanecerá útil num período de 10 anos, considerou-se os seguintes benefícios económicos:

Tabela 16 - Benefício anual da aquisição da máquina de colheita rebocada em regime de sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	7 523,70 €
Decréscimo de custo de reboque	907,37 €
Total	8 431,07 €

Tabela 17 - Benefício anual da aquisição da máquina de colheita rebocada em regime de regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	17 224,72 €
Decréscimo de custo de reboque	907,37 €
Total	18 132,09 €

Posto isto, de forma a elaborar a viabilidade económica da aquisição da máquina de colheita rebocada, apresenta-se de seguida o balanço anual para o período estudado:

Tabela 18 - Balanço anual da máquina rebocada em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	8 431,07 €	8 431,07 €	8 431,07 €	8 431,07 €	8 431,07 €
Despesa adicional	- €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €
Investimento	56 952,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 56 952,00 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €
Balanço incremental	- 56 952,00 €	- 63 255,86 €	- 69 559,72 €	- 75 863,59 €	- 82 167,45 €	- 88 471,31 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	8 431,07 €	8 431,07 €	8 431,07 €	8 431,07 €	8 431,07 €
Despesa adicional	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €	- 6 303,86 €
Balanço incremental	- 94 775,17 €	-101 079,04 €	-107 382,90 €	-113 686,76 €	-119 990,62 €

Tabela 19 - Balanço anual da máquina rebocada em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	18 132,09 €	18 132,09 €	18 132,09 €	18 132,09 €	18 132,09 €
Despesa adicional	- €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €
Investimento	56 952,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 56 952,00 €	3 397,16 €	3 397,16 €	3 397,16 €	3 397,16 €	3 397,16 €
Balanço incremental	- 56 952,00 €	- 53 554,84 €	- 50 157,69 €	- 46 760,53 €	- 43 363,37 €	- 39 966,21 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	18 132,09 €	18 132,09 €	18 132,09 €	18 132,09 €	18 132,09 €
Despesa adicional	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €	14 734,93 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	3 397,16 €	3 397,16 €	3 397,16 €	3 397,16 €	3 397,16 €
Balanço incremental	- 36 569,06 €	- 33 171,90 €	- 29 774,74 €	- 26 377,59 €	- 22 980,43 €

De acordo com as tabelas anteriores, é possível evidenciar que em regime de sequeiro a aquisição das máquinas não é rentável, não tendo recuperação do investimento. Por sua vez a elaboração deste investimento apresenta um Valor acrescentado líquido é de -123 674,47 EUR.

Por sua vez, em regime de regadio a da máquina de colheira rebocada tem um payback de nove anos. Assim sendo apresenta uma VAL de -24 531,17 EUR.

Do mesmo modo, para o método de colheita automotriz, foi estimado os seguintes custos acumulados para ambos os regimes de produção:

Tabela 20 - Custos operacionais da colheita com o equipamento de máquina automotriz

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	798,46 €
Combustível e lubrificantes	1 908,53 €
Manutenção	3 842,00 €
Seguro	645,00 €
Total	7 193,99 € (0,21 €/kg sequeiro e 0,08 €/kg em regadio)

Assim sendo a aquisição deste equipamento proporciona os seguintes benefícios económicos:

Tabela 21 - Benefício económico da máquina automotriz em sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	16 500,52 €
Decréscimo de custo de reboque	1 361,06 €
Total	17 861,58 €

Tabela 22 - Benefício económico da máquina rebocada em regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	26 201,54 €
Decréscimo de custo de reboque	1 361,06 €
Total	27 562,60 €

Com os dados anteriormente referidos, apresentamos o balanço anual para cada um dos cenários apresentados:

Tabela 23 - Balanço anual da máquina automotriz em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	17 861,58 €	17 861,58 €	17 861,58 €	17 861,58 €	17 861,58 €
Despesa adicional	- €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €
Investimento	96 050,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 96 050,00 €	20 440,05 €	20 440,05 €	20 440,05 €	20 440,05 €	20 440,05 €
Balanço incremental	- 96 050,00 €	- 75 609,95 €	- 55 169,90 €	- 34 729,85 €	- 14 289,80 €	6 150,25 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	17 861,58 €	17 861,58 €	17 861,58 €	17 861,58 €	17 861,58 €
Despesa adicional	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €	- 2 578,47 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	20 440,05 €	20 440,05 €	20 440,05 €	20 440,05 €	20 440,05 €
Balanço incremental	26 590,30 €	47 030,35 €	67 470,40 €	87 910,45 €	108 350,50 €

Tabela 24 - - Balanço anual da máquina automotriz em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	27 562,60 €	27 562,60 €	27 562,60 €	27 562,60 €	27 562,60 €
Despesa adicional	- €	6 395,53 €	6 395,53 €	6 395,53 €	6 395,53 €	6 395,53 €
Investimento	96 050,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 96 050,00 €	21 167,07 €	21 167,07 €	21 167,07 €	21 167,07 €	21 167,07 €
Balanço incremental	- 96 050,00 €	- 74 882,93 €	- 53 715,86 €	- 32 548,79 €	- 11 381,72 €	9 785,34 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	27 562,60 €	27 562,60 €	27 562,60 €	27 562,60 €	27 562,60 €
Despesa adicional	6 395,53 €	6 395,53 €	6 395,53 €	6 395,53 €	6 395,53 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	21 167,07 €	21 167,07 €	21 167,07 €	21 167,07 €	21 167,07 €
Balanço incremental	30 952,41 €	52 119,48 €	73 286,55 €	94 453,62 €	115 620,69 €

Tendo em atenção os dados acima mencionados, verificamos que com a aquisição da máquina de colheita automotriz numa área de 15 hectares para produções médias de 2 306,53 kg/ hectare e para 6 000,00 kg/ hectares, quando a plantação se encontra em regime de sequeiro, a recuperação do investimento ocorre em 9 anos, apresentando uma VAL de 12 424,21 EUR e uma TIR de 3,36%.

Quando a plantação se encontra em regime de regadio o payback ocorre no 5 ano e verificamos uma VAL de 103 395,80 EUR e uma TIR de 17,73%.

11.1.5.3 Plantação com 25 hectares

Do mesmo modo que as dimensões anteriores estimou-se o custo dos diferentes métodos de colheita, tendo em como base dois regimes distintos, um em regime de sequeiro e o outro em regime de regadio.

Posto isto os custos operacionais relacionados com a colheita manual é os seguintes:

Tabela 25 - Custos operacionais para a colheita manual em regime de sequeiro

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	28 831,64 €
Reboque	2 268,43 €
Total	31 100,07 € (0,54€/kg)

Tabela 26 - Custos operacionais para a colheita manual em regime de regadio

ValorCast

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	45 000,00 €
Reboque	2 268,43 €
Total	47 268,43 € (032€/kg)

Do mesmo modo, os custos relacionados com a colheita através da máquina de apanha rebocada serão iguais em ambos os regimes, contudo devido à dimensão da plantação, será necessário a utilização de cinco equipamentos, elevando assim os custos de manutenção e sendo necessário o aluguer de 4 tratores, totalizando um custo de colheita total no valor de 44 006,50 EUR como é possível verificar na seguinte tabela:

Tabela 27 - Custos operacionais da máquina de colheita rebocada

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	16 292,14 €
Combustível e lubrificantes	11 394,77 €
Manutenção	3 796,80 €
Aluguer do trator	11 766,65 €
Reboque	756,14 €
Total	44 006,50 € (0,76 €/kg sequeiro e 0,34 €/kg em regadio)

Assim a aquisição da máquina rebocada numa área de plantação de 25 hectares proporciona ao empresário os seguintes benefícios anuais:

Tabela 28 - Benefício anual da aquisição da máquina de colheita rebocada em regime de sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	12 539,50 €
Decréscimo de custo de reboque	1 512,29 €
Total	14 051,78 €

Tabela 29 - Benefício anual da aquisição da máquina de colheita rebocada em regime de regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	28 707,86 €
Decréscimo de custo de reboque	1 512,29 €
Total	30 220,15 €

Tendo em consideração a informação apresentada até ao momento, foi possível determinar a viabilidade económica do investimento. Assim sendo é apresentado o seguinte balanço anual:

Tabela 30 - Balanço anual da máquina de colheita rebocada em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	14 051,78 €	14 051,78 €	14 051,78 €	14 051,78 €	14 051,78 €
Despesa adicional	- €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €
Investimento	94 920,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 94 920,00 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €
Balanço incremental	- 94 920,00 €	-107 826,44 €	-120 732,87 €	-133 639,31 €	-146 545,75 €	-159 452,18 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	14 051,78 €	14 051,78 €	14 051,78 €	14 051,78 €	14 051,78 €
Despesa adicional	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €	- 12 906,44 €
Balanço incremental	-172 358,62 €	-185 265,05 €	-198 171,49 €	-211 077,93 €	-223 984,36 €

Tabela 31 - Balanço anual da máquina de colheita rebocada em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	30 220,15 €	30 220,15 €	30 220,15 €	30 220,15 €	30 220,15 €
Despesa adicional	- €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €
Investimento	94 920,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	- 94 920,00 €	3 261,93 €	3 261,93 €	3 261,93 €	3 261,93 €	3 261,93 €
Balanço incremental	- 94 920,00 €	- 91 658,07 €	- 88 396,14 €	- 85 134,21 €	- 81 872,29 €	- 78 610,36 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	30 220,15 €	30 220,15 €	30 220,15 €	30 220,15 €	30 220,15 €
Despesa adicional	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €	26 958,22 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	3 261,93 €	3 261,93 €	3 261,93 €	3 261,93 €	3 261,93 €
Balanço incremental	- 75 348,43 €	- 72 086,50 €	- 68 824,57 €	- 65 562,64 €	- 62 300,72 €

Assim sendo, verifica-se a inexistência de viabilidade económica em ambas as situações, não havendo retorno do investimento no período em análise. Por sua vez, em regime de sequeiro o equipamento tem um valor acrescentado líquido de - 230 542,79 EUR. Já em regime de regadio a aquisição da máquina tem uma VAL de - 63 391,35 EUR.

No que se remete à apanha com a máquina de colheita automotriz, será necessário recorrer à aquisição de duas máquinas automotrizes apresentando os seguintes custos operacionais para o a exploração desta dimensão, independentemente do regime de plantação:

Tabela 32 - Custo de operação da máquina de colheita automotriz

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	1 330,77 €
Combustível e lubrificantes	3 180,89 €
Manutenção	7 684,00 €
Seguro	1 290,00 €
Total	13 485,65 € (0,23 €/kg sequeiro e 0,13 €/kg em regadio)

Por conseguinte, a aquisição da máquina traduz-se no seguinte benefício económico para os produtores:

Tabela 33 - Benefício anual da aquisição da máquina automotriz em regime de sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	27 500,87 €
Decréscimo de custo de reboque	2 268,43 €
Total	29 769,30 €

Tabela 34 - Benefício anual da aquisição da máquina automotriz em regime de regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	43 669,23 €
Decréscimo de custo de reboque	2 268,43 €
Total	45 937,67 €

Assim tendo em conta a informação apresentada anteriormente é possível calcular a viabilidade económica do projeto, sendo que a tabela seguinte apresenta o balanço anual:

Tabela 35 - Balanço anual da colheita da máquina automotriz em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	29 769,30 €	29 769,30 €	29 769,30 €	29 769,30 €	29 769,30 €
Despesa adicional	- €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €
Investimento	192 100,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	-192 100,00 €	17 614,42 €	17 614,42 €	17 614,42 €	17 614,42 €	17 614,42 €
Balanço incremental	-192 100,00 €	-174 485,58 €	-156 871,17 €	-139 256,75 €	-121 642,33 €	-104 027,92 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	29 769,30 €	29 769,30 €	29 769,30 €	29 769,30 €	29 769,30 €
Despesa adicional	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	17 614,42 €	17 614,42 €	17 614,42 €	17 614,42 €	17 614,42 €
Balanço incremental	- 86 413,50 €	- 68 799,08 €	- 51 184,67 €	- 33 570,25 €	- 15 955,83 €

Tabela 36 - Balanço anual da colheita da máquina automotriz em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	45 937,67 €	45 937,67 €	45 937,67 €	45 937,67 €	45 937,67 €
Despesa adicional	- €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €
Investimento	192 100,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	-192 100,00 €	33 782,78 €	33 782,78 €	33 782,78 €	33 782,78 €	33 782,78 €
Balanço incremental	-192 100,00 €	-158 317,22 €	-124 534,44 €	- 90 751,66 €	- 56 968,87 €	- 23 186,09 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	45 937,67 €	45 937,67 €	45 937,67 €	45 937,67 €	45 937,67 €
Despesa adicional	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €	12 154,89 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	33 782,78 €	33 782,78 €	33 782,78 €	33 782,78 €	33 782,78 €
Balanço incremental	10 596,69 €	44 379,47 €	78 162,25 €	111 945,03 €	145 727,81 €

Posto o conteúdo a supramencionado verificamos a viabilidade económica da máquina automotriz em regime de regadio, contudo em sequeiro não tem rentabilidade. Em regime de sequeiro tem uma VAL de -115 089,48 EUR. Em regadio apresenta um payback de 6 anos, uma VAL de 36 529,83 EUR e uma TIR de 11,84%.

Caso numa plantação de 25 hectares seja adquirido um equipamento de apanha rebocado e outro de apanha automotriz, obtemos os seguintes custos:

Tabela 37 - Custo de operação da máquina de colheita automotriz e da máquina rebocada

Tipo de custos	Custo anual total (€)
Custo de mão de obra	3 736,11 €
Combustível e lubrificantes	4 501,44 €
Manutenção	4 601,36 €
Seguro	645,00 €
Reboque	121,57 €
Total	13 605,47 €

Assim traduz-se no seguinte benefício:

Tabela 38 - Benefício da aquisição de ambas as máquinas em sequeiro

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	25 095,52 €
Decréscimo de custo de reboque	2 146,87 €
Total	27 242,39 €

Tabela 39 - Benefício da aquisição de ambas as máquinas em regadio

Benefício económico	Benefício anual (€)
Decréscimo de custos mão de obra	41 263,89 €
Decréscimo de custo de reboque	2 146,87 €
Total	43 410,76 €

Assim tendo em conta a informação apresentada anteriormente é possível calcular a viabilidade económica do projeto, sendo que a tabela seguinte apresenta o balanço anual:

Tabela 40 - Balanço anual da colheita com ambas as máquinas em regime de sequeiro

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	27 242,39 €	27 242,39 €	27 242,39 €	27 242,39 €	27 242,39 €
Despesa adicional	- €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €
Investimento	115 034,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	-115 034,00 €	13 636,92 €	13 636,92 €	13 636,92 €	13 636,92 €	13 636,92 €
Balanço incremental	-115 034,00 €	-101 397,08 €	- 87 760,16 €	- 74 123,24 €	- 60 486,32 €	- 46 849,40 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	27 242,39 €	27 242,39 €	27 242,39 €	27 242,39 €	27 242,39 €
Despesa adicional	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	13 636,92 €	13 636,92 €	13 636,92 €	13 636,92 €	13 636,92 €
Balanço incremental	- 33 212,48 €	- 19 575,56 €	- 5 938,64 €	7 698,28 €	21 335,20 €

Tabela 41 - Balanço anual da colheita com ambas as máquinas em regime de regadio

Rúbrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Benefícios	- €	43 410,76 €	43 410,76 €	43 410,76 €	43 410,76 €	43 410,76 €
Despesa adicional	- €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €
Investimento	115 034,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	-115 034,00 €	29 805,29 €	29 805,29 €	29 805,29 €	29 805,29 €	29 805,29 €
Balanço incremental	-115 034,00 €	- 85 228,71 €	- 55 423,42 €	- 25 618,13 €	4 187,16 €	33 992,45 €

Rúbrica	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	43 410,76 €	43 410,76 €	43 410,76 €	43 410,76 €	43 410,76 €
Despesa adicional	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €	13 605,47 €
Investimento	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço anual	29 805,29 €	29 805,29 €	29 805,29 €	29 805,29 €	29 805,29 €
Balanço incremental	63 797,74 €	93 603,03 €	123 408,32 €	153 213,61 €	183 018,90 €

Neste cenário, ambos os cenários apresentam rentabilidade, sendo o ano payback em sequeiro de 9 anos e em regadio de 4 anos. Por sua vez, em sequeiro apresenta uma VAL de 41 357,22 EUR e uma TIR de 7,23%. Já em regadio tem uma VAL de 192 976,54 EUR e uma TIR de 25,52%.

11.1.6. Dimensões de rentabilidade

Foi ainda analisada a rentabilidade da aquisição dos diferentes equipamentos tendo em atenção as diferentes dimensões de plantação, 5 ha, 15 ha e 25 ha, e colheita em 15 dias com duas passagens de máquina.

Foi ainda considerado um capital humano ilimitado, ou seja, as empresas em questão têm a possibilidade de contratação de um número ilimitado de pessoas ao preço de mão de obra estipulado anteriormente. Contudo, na realidade das plantações este fenómeno não acontece, sendo a sua localização em zonas de baixa densidade.

Assim verificou-se que caso a plantação se encontre em regime de produção de sequeiro, a máquina de colheita rebocada não apresenta rentabilidade. Por sua vez, em regadio apenas seria necessária uma área superior a 4,76 hectares e inferior a 5,86 hectares.

No que respeita ao equipamento de automotriz, em sequeiro o equipamento apresenta rentabilidades em áreas superiores a 13,75 hectares até uma área de 20,98 hectares, voltando posteriormente a tornar-se rentável a partir dos 27,51 hectares. Em regadio,

o equipamento torna-se rentável a partir de 10,97 hectares até uma área de 20,98 hectares, voltando novamente a tornar-se rentável a partir dos 21,94 hectares.

Uma vez que os investimentos em questão possuem elegibilidade para a obtenção de apoios na aquisição dos equipamentos foi elaborado um cenário com essa situação. No que se refere à máquina de colheita rebocada considerou-se a medida 10.2.1.1 do PDR2020 – “Pequenos investimentos nas Explorações Agrícolas”, com uma taxa de apoio de 50%. Assim sendo, o agricultor irá necessitar apenas de 10 584,00 EUR para elaborar o investimento. Nesta situação o equipamento não apresenta rentabilidade em regime de sequeiro, contudo em regadio com dimensões superiores a 3,10 hectares e inferiores a 5,85 hectares. Por sua vez, para a aquisição da máquina de colheita automotriz considerou-se a medida 3.2.1 do PDR2020 – “Investimentos na Exploração Agrícola”, com uma taxa de apoio de 40% uma vez que os terrenos analisados estão localizados numa zona desfavorecida de montanha. Assim sendo o empresário terá de fazer um investimento de 62 050,00 EUR. Deste modo a aquisição da máquina de colheita automotriz torna-se rentável em regime de sequeiro a partir de 10,38 hectares anuais e em regime de regadio a partir de 8,02 hectares.

11.1.7. Conclusões

O sucesso do emprego dos equipamentos de colheita mecânica das castanhas vai estar muito dependente da disponibilidade de mão de obra, porque quando as castanhas são colhidas á mão, sobretudo as variedades Judia e Martáinha, apresentam maior qualidade visual, neste caso há quem defenda que o mercado está disposto a pagar o sobrecusto deste método de colheita face a colheita mecânica.

É ainda de realçar que, na colheita manual seria necessário 11 trabalhadores/hectares em regime de sequeiro e 16 trabalhadores/hectare em regime de regadio para conseguir terminar a colheita nos 15 dias, fenómeno que em determinados casos não é possível devido à mão de obra disponível na região.

Posto isto, a aquisição destes equipamentos poderá ser a resolução de diversos problemas encontrados nas explorações de castanha relacionadas com a mão de obra da colheita uma vez que a maioria destas explorações em Portugal localizam-se em terrenos de baixa densidade populacional, tornando a aquisição dos equipamentos de colheita mecanizada rentável a nível operacional.

A rentabilidade do uso dos equipamentos de colheita da castanha experimentados neste projeto encontra-se muito dependente da produtividade da plantaço em causa, sendo que quando maior for mais rentável será a sua utilização.

É ainda importante salientar que as ajudas da União Europeia de apoio ao investimento reduzem substancialmente a necessidade de liquidez para fazer o investimento através de capitais próprios e baixam o risco do investimento para o

agricultor .

Contudo com a falta de mão de obra, é de notar que a colheita mecânica é alternativa para o problema, este estudo mostra resultados muito interessantes.

Provavelmente a prestação de serviços, com a utilização máxima dos equipamentos, poderá levar a uma otimização da respetiva rentabilidade

11.2. Análise Económica da Experiência do Controlo da Perda de Peso das Castanhas em Conservação Frigorífica

No projeto ValorCast foram analisados os efeitos de perda de água e perda de peso no embalamento das castanhas durante o seu armazenamento. Verificaram-se resultados interessantes limitando a perda de peso de castanhas em câmara frigorífica pelo uso de sacos microprefurados para embalar castanhas, fez-se o controlo de peso a 3 meses e a 6 meses.

Os resultados apurados apontam para uma perda de peso da castanha de 1,56% e 13,39% ao final de 3 meses, em castanhas embaladas e não embaladas, respetivamente. No ensaio de 6 meses de armazenamento os resultados apresentados são ainda mais díspares, apresentando uma diminuição do peso da castanha embalada de 1,86% e da castanha não embalada de 23,33%.

Visto que, ao longo do armazenamento a castanha vai perdendo peso, o custo associado da venda de um quilograma no final de armazenamento é superior ao custo de aquisição. Assim, o estudo da viabilidade económica deste método será analisar o custo associado à venda de um quilograma ao fim de 3 meses e 6 meses de armazenamento tendo em conta o preço de aquisição da castanha. Para tal, será necessário ter em atenção os custos adicionais incutidos no embalamento, como o custo dos sacos e o custo de mão de obra. Os custos associados ao armazenamento não foram tidos em conta uma vez que são iguais para ambas as situações.

No que se refere aos custos relacionados com os sacos microprefurados, foram utilizados sacos com capacidade de 500g com um custo de 0,0755 EUR. Posto isto, para o embalamento de 1 kg terá o custo de 0,1510 EUR.

Relativamente à mão de obra, esta foi estimada mediante a necessidade de 5 min para o embalamento de 500g de castanha, ou seja, para o embalamento de 1 kg será necessário 10 min. Tendo em conta um custo de mão de obra a 8,00 EUR/hora, estima-se que o custo da mão de obra utilizada para o embalamento seja de 1,33 EUR/kg.

Deste modo ao fim dos 3 meses de armazenamento, o custo de cada quilograma vendido tendo em conta o preço de aquisição é o seguinte:

Tabela 42- Custo de 1 kg ao fim de 3 meses de armazenamento

Custo de aquisição das castanhas	Custo de 1kg em 3 meses c/embalamento	Custo de 1kg em 3 meses S/embalamento
0,70 €	2,22 €	0,81 €
0,80 €	2,32 €	0,92 €
0,90 €	2,42 €	1,04 €
1,00 €	2,52 €	1,15 €
1,10 €	2,63 €	1,27 €
1,20 €	2,73 €	1,39 €
1,30 €	2,83 €	1,50 €
1,40 €	2,93 €	1,62 €
1,50 €	3,03 €	1,73 €
1,60 €	3,13 €	1,85 €
1,70 €	3,23 €	1,96 €
1,80 €	3,34 €	2,08 €
1,90 €	3,44 €	2,19 €
2,00 €	3,54 €	2,31 €

Como podemos observar na tabela 1, os custos por quilograma associados ao embalagem são sempre superiores aos custos sem embalagem quando o preço de aquisição varia até os 2,00 EUR/kg. Os custos igualam-se quando o preço de aquisição da castanha se encontra no 10,87 EUR/kg.

Num cenário de armazenamento com duração de 6 meses, apresenta os seguintes resultados:

Tabela 43- Custo de 1 kg ao fim de 6 meses de armazenamento

Custo de aquisição das castanhas	Custo de 1kg em 6 meses S/embalamento	Custo de 1kg em 6 meses c/embalamento
0,70 €	0,91 €	2,23 €
0,80 €	1,04 €	2,33 €
0,90 €	1,17 €	2,43 €
1,00 €	1,30 €	2,53 €
1,10 €	1,43 €	2,63 €
1,20 €	1,56 €	2,74 €
1,30 €	1,69 €	2,84 €
1,40 €	1,82 €	2,94 €
1,50 €	1,95 €	3,04 €
1,60 €	2,08 €	3,14 €
1,70 €	2,21 €	3,24 €
1,80 €	2,34 €	3,35 €
1,90 €	2,47 €	3,45 €
2,00 €	2,60 €	3,55 €

Do mesmo modo que se verifica no cenário anterior, quando o preço de aquisição da castanha varia até ao máximo de 2,00 EUR/KG, o custo das castanhas embaladas é superior ao custo das castanhas que não foram embaladas, tabela 2. Este valor iguala-se quando é atingido o valor de aquisição de 5,34 EUR/kg.

Em conclusão, tendo em conta os resultados obtidos é de denotar que devido ao elevado custo associado ao embalamento, sacos de plástico com 0,5kg cada e a mão de obra respetiva, não é competitivo do ponto de vista económico embalar a castanha em saco controlar a perda de peso.

Como alternativa aponta-se experiência com forte redução dos custos de embalamento, sacos plásticos de maior dimensão e respetivo enchimento eventualmente automatizado.

11.3. Análise da Viabilidade Económica da Estrutura de arejamento nas caixas palete

Ao longo do projeto Valor Cast foi estudado um método de redução da podridão da castanha decorrente do seu armazenamento. Este método tem como base a criação de um suporte de tubos PVC perfurados nas caixas palete que permitem promover o arejamento do seu interior, como é possível verificar na figura 1:

Figura 1- Estrutura de arejamento das caixas palete.



É ainda de realçar que as castanhas são retiradas das caixas palete por uma abertura na base fazendo com que a estrutura não seja danificada no processo, não tendo necessidade de proceder à sua remoção, podendo esta ser fixa.

No presente projeto não foi possível obter os resultados relevantes que validem a eficácia da utilização deste sistema no combate à podridão, devido a erros experimentais pelo que, não é possível a realização do estudo da viabilidade económica. Todavia, caso seja apresentado resultados que realmente comprovem o impacto deste método na melhoria da qualidade das castanhas, a análise da viabilidade económica é possível ser determinada sendo relevante definir os custos associados e o benefício de utilização deste sistema.

No que se remete aos custos associados à utilização deste método podem ser divididos em dois tipos, custo de implementação e custos de manutenção. Os custos de implementação irão ocorrer no momento inicial, sendo representados pela aquisição dos tubos PVC e a sua instalação nas caixas palete. Após a determinação deste valor deve ser estimado os custos de amortização, tendo em conta que o investimento apresenta uma vida útil de 10 anos. Já nos custos associados à manutenção, este equipamento não carece de qualquer tipo de manutenção de impacto, pelo que pode ser considerada zero.

O benefício da utilização trata-se da venda das castanhas que este método evitou o apodrecimento, sendo que estas são as que o investidor irá vender a mais por ter feito

este investimento. Este valor estará muito dependente da valorização do produto no mercado.

Após o apuramento destes valores deve-se proceder à sua comparação. Caso o benefício anual estimado seja superior aos custos de amortização, o investimento deve ser realizado uma vez que, estamos perante um bom investimento, caso contrário, estamos perante um mau investimento pelo que não deve ser realizado.

11.4. Estudo Económico da Farinha de Castanha

O consumo da castanha em fresco ainda é muito tradicional uma vez que a sua procura tem uma enorme sazonalidade, ocorrendo picos de procura nas épocas festivas do dia de Todos os Santos e dia de S. Martinho e maior consumo nos meses de novembro e dezembro, consumo este que vai diminuindo até terminar na época da Páscoa. Assim sendo, há necessidade disponibilizar subprodutos ao mercado durante todo o ano para lá da castanha congelada.

Neste projeto foi analisada a produção de farinha de castanha, método este que permite um aumento da janela temporal de consumo da castanha, assim como alcançar outro tipo de consumidores. Para a produção da farinha é necessário a criação de uma linha de transformação constituída por uma secadora, uma descascadora, uma mesa de seleção e um moinho. O processo produtivo será numa primeira fase a sua secagem e descasque, posteriormente é separada tendo em conta a sua qualidade, por fim, o processo de transformação termina com a moagem da castanha no moinho, chegando assim ao subproduto final apresentado.

A aquisição desta linha de transformação apresenta um custo de investimento de aproximadamente 100 000,00 EUR e uma vida útil de 10 anos. Esta linha, em cada ciclo, tem a capacidade de transformação de 8 toneladas de castanha fresca num período de 5 dias. No final do processo, resulta um total de 2 toneladas de produto de primeira qualidade e 1 tonelada de segunda qualidade.

Posto isto, pretende-se analisar o preço mínimo a praticar para o produto de primeira qualidade tendo em conta o preço de aquisição da castanha, o custo de investimento e os custos associados ao processo de transformação. Para esta análise foram considerados dois cenários com a alteração da fonte energética: utilização de pellets ou casca de amêndoa. O custo de aquisição de pellets é de 0,53 EUR/kg enquanto que o custo de aquisição de casca de amêndoa de 0,10 EUR/kg. Tendo em conta o poder calorífico de cada material, serão necessárias em cada ciclo, 2,5 toneladas de pellets ou 3 toneladas de casca de amêndoa.

Cada um dos cenários apresentados, irá contemplar alterações nas quantidades transformadas e nos preços de aquisição da castanha. No que se refere às quantidades, as alterações reportam-se à utilização do equipamento durante 15 dias por campanha, tendo a capacidade de transformar 24 toneladas de castanha fresca por ano. Outra análise será a utilização por 30 dias de campanha, com capacidade de transformação de 48 toneladas. O último cenário, o equipamento funcionará durante 60 dias, transformando 96 toneladas.

Relativamente aos custos comuns dos 3 cenários, há os custos com mão de obra, onde se estimou a necessidade de 120 horas para cada 8 toneladas de castanha fresca a um preço de 8,00 EUR/hora, totalizando assim um custo de 960,00 EUR.

Assim quando é utilizada como fonte energética da transformação pellets são alcançados os resultados da tabela 44.

Tabela 44 - Variação do preço de comercio do produto transformado em função do preço de aquisição de castanha – utilizando pellets

Preço de aquisição da castanha	15 dias	30 dias	60 dias
0,70 €	4,70 €	3,82 €	3,38 €
0,80 €	5,10 €	4,22 €	3,78 €
0,90 €	5,50 €	4,62 €	4,18 €
1,00 €	5,90 €	5,02 €	4,58 €
1,10 €	6,30 €	5,42 €	4,98 €
1,20 €	6,70 €	5,82 €	5,38 €
1,30 €	7,10 €	6,22 €	5,78 €
1,40 €	7,50 €	6,62 €	6,18 €
1,50 €	7,90 €	7,02 €	6,58 €
1,60 €	8,30 €	7,42 €	6,98 €
1,70 €	8,70 €	7,82 €	7,38 €
1,80 €	9,10 €	8,22 €	7,78 €
1,90 €	9,50 €	8,62 €	8,18 €
2,00 €	9,90 €	9,02 €	8,58 €

Por outro lado, caso seja utilizada casca de amêndoa no processo de transformação os resultados obtidos na tabela 45.

Tabela 45 - Variação do preço de comercio do produto transformado em função do preço de aquisição de castanha – utilizando casca de amêndoa

Preço de aquisição da castanha	15 dias por campanha	30 dias por campanha	60 dias por campanha
0,70 €	4,19 €	3,31 €	2,87 €
0,80 €	4,59 €	3,71 €	3,27 €
0,90 €	4,99 €	4,11 €	3,67 €
1,00 €	5,39 €	4,51 €	4,07 €
1,10 €	5,79 €	4,91 €	4,47 €
1,20 €	6,19 €	5,31 €	4,87 €
1,30 €	6,59 €	5,71 €	5,27 €
1,40 €	6,99 €	6,11 €	5,67 €
1,50 €	7,39 €	6,51 €	6,07 €
1,60 €	7,79 €	6,91 €	6,47 €
1,70 €	8,19 €	7,31 €	6,87 €
1,80 €	8,59 €	7,71 €	7,27 €
1,90 €	8,99 €	8,11 €	7,67 €
2,00 €	9,39 €	8,51 €	8,07 €

Verificando os dados apresentados é possível verificar que:

Relativamente aos pellets caso a produção seja apenas durante 15 dias, no produto de primeira qualidade, para que o preço de comercialização praticado seja de 8,50 EUR/kg, o preço máximo de aquisição das castanhas deverá ser de 1,65 EUR/kg. Caso a produção seja de 30 dias, o preço a praticar será de 1,87 EUR/kg. Por sua vez, se a produção ocorrer durante 60 dias, o preço máximo de aquisição será de 1,98 EUR/kg.

Quando utilizada como fonte energética a casca de amêndoa para o preço de comercialização da castanha de 8,50 EUR/kg, o preço máximo de aquisição de castanhas é de 1,78 EUR/kg. Se porventura ocorrer a transformação de 48 toneladas, o preço máximo de aquisição será de 2,00 EUR/kg. Por fim, quando a transformação é de 96 toneladas o preço da castanha deve ser no máximo 2,11 EUR/kg.



1ª Reunião Geral - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 3 de julho de 2018



2ª Reunião Geral – Universidade do Porto, 4 de julho de 2019