



ValorCast: Valorização da castanha e otimização da sua comercialização

4º Relatório Anual de Progresso

2021

Financiado por:

- Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER)
- Estado Português no âmbito da Ação 1.1 «Grupos Operacionais», integrada na Medida 1. «Inovação» do PDR 2020 – Programa de Desenvolvimento Rural do Continente.

Vila Real, 28 fevereiro de 2022



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

Caracterização da Operação e Período do Relatório

Relatório nº: 4/2021

Líder: PDR2020-101-032030 - RefCast – Associação Portuguesa da Castanha

Parceria nº298 (Iniciativa nº 142)

Título da Operação: “ValorCast - Valorização da castanha e otimização da sua comercialização”

Código dos projetos que integram o GO	Entidades parceiras do Grupo Operacional
PDR2020-101-032030	Refcast – Associação Portuguesa da Castanha
PDR2020-101-032031	Aguiar floresta – Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar
PDR2020-101-032032	Coopenela - Cooperativa Agrícola de Penela da Beira
PDR2020-101-032033	GEOSIL Empreendimentos Agro-Silvicolas, SA
PDR2020-101-032034	IPB - Instituto Politécnico de Bragança
PDR2020-101-032035	IPV - Instituto Politécnico de Viseu
PDR2020-101-032036	UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
PDR2020-101-032037	ARATM – Associação Regional dos Agricultores das Terras de Montenegro
PDR2020-101-032038	Espaço Visual – Consultores de Engenharia Agronómica, Lda
PDR2020-101-032039	Agromontenegro, Lda
PDR2020-101-032040	SORTEGEL Produtos Congelados, SA
PDR2020-101-032041	Universidade do Porto

Colaborador externo: José Posada, Empresa Marron Glacé, Ourense

Data de início da operação: 1 julho 2018

Data de conclusão da operação: 31 dezembro 2021 (pedido de prorrogação em análise em conformidade com Portaria n.º 116/2022)

Período do relatório: 1 janeiro 2021 a 31 dezembro 2021

1 Eixo 1- Identificação das principais perdas do valor comercial da castanha.

Coordenação UTAD

Concluída a fase de inquéritos, em 2021 procedeu-se ao tratamento estatístico desses inquéritos. Esta tarefa, traduziu-se na aplicação de inquéritos específicos tanto a produtores como aos grossistas/transformadores, presencialmente e por chamadas telefónicas devido ao estado de emergência pela pandemia em todo o país, 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).

Foram aplicados todos os inquéritos previstos, num total de 214 inquéritos a produtores (Tabela 1), nomeadamente: 68 produtores da DOP Castanha da Padrela, 68 produtores da DOP Castanha da Terra Fria, 67 produtores da DOP Castanha de Soutos da Lapa e 11 inquéritos a grossistas/transformadores das 3 DOP (Tabela 2), apresentando-se aqui os principais resultados.

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

DOP/Concelho	Produtores	
	Amostra	Aplicados
Lamego	2	2
Aguiar da Beira	4	4
Trancoso	15	15

Tabela 2- Amostragem definida para o universo dos grossistas/transformadores e número de inquéritos aplicados para cada um dos concelhos das DOP em análise.

DOP/Concelho	Grossistas/Transformadores	
	Amostra	Aplicados
Castanha da Padrela	6	6
Castanha da Terra Fria	2	2
Castanha dos Soutos da Lapa	3	3

A idade média dos 210 produtores de castanha que responderam ao inquérito é de 57 anos (Figura 1), sendo os produtores inquiridos da DOP da Padrela os mais novos (53 anos).

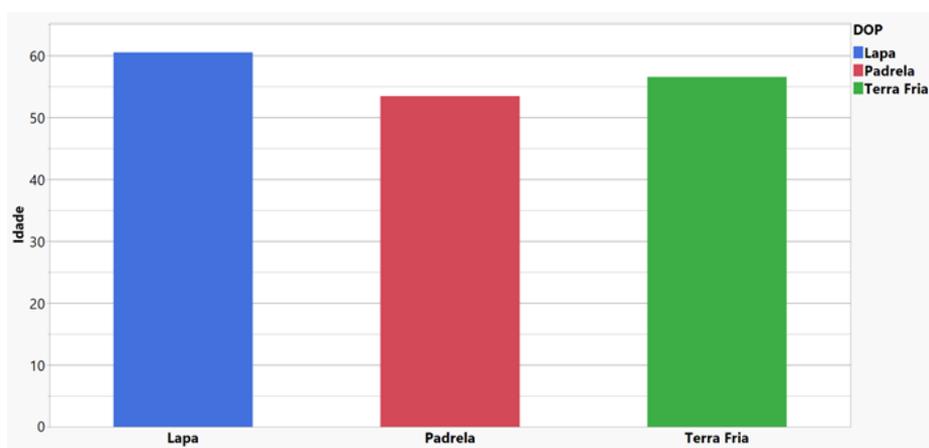


Figura 1- Gráfico da idade dos produtores em cada DOP.

Em relação à estrutura produtiva, é na DOP dos Soutos da Lapa que em média se localizam as exploração mais pequenas, sendo que 60% têm entre 0 e 5 hectares (Figura 2).

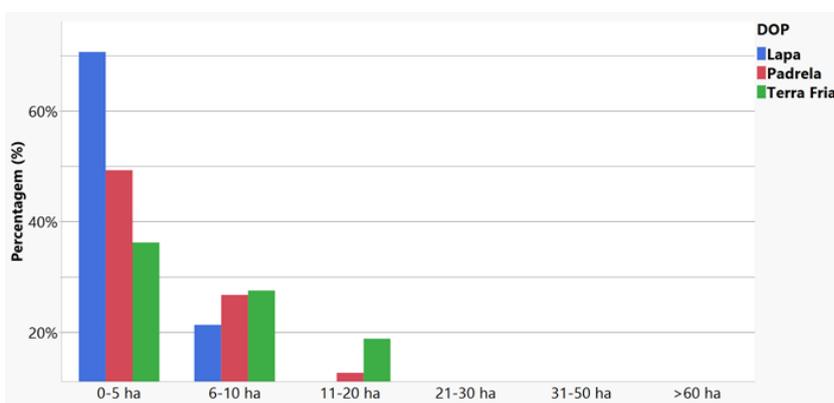


Figura 2- Áreas de produção em cada DOP

Pragas e doenças são uma grande preocupação dos produtores conforme os resultados mostram. As doenças parecem preocupar mais os produtores que as pragas. Os Produtores da DOP da Terra Fria são os mais preocupados com as doenças (cerca de 84% classificaram este problema como muito importante) (Figura 3). Relativamente às pragas forma os produtores da DOP da Padrela que maior importância deram a estas (cerca de 64%) (Figura 4).

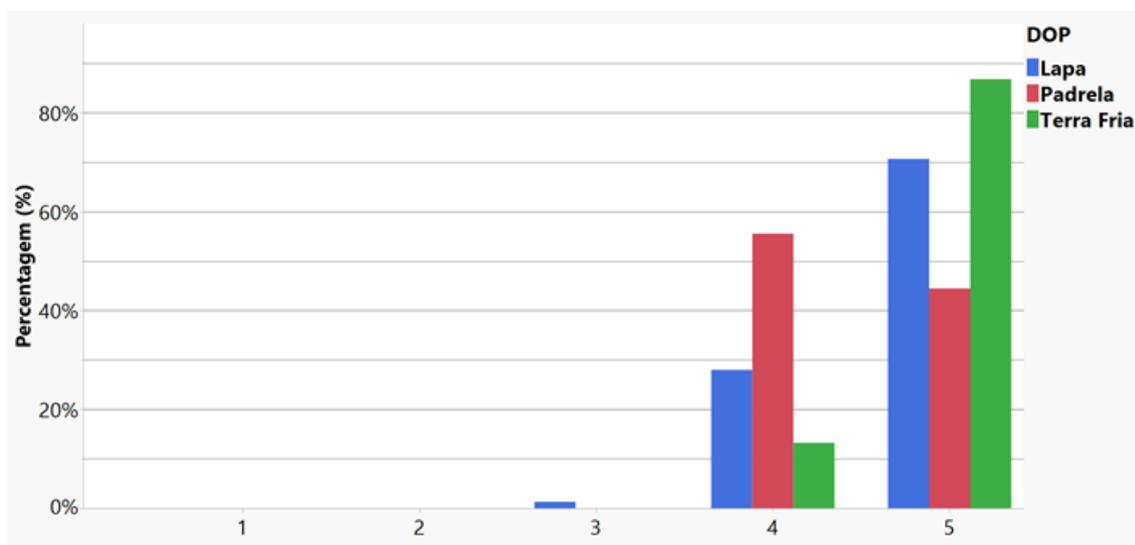


Figura 3- Percentagem de produtores que considera as doenças como um fator crítico, numa escala de 1-5.

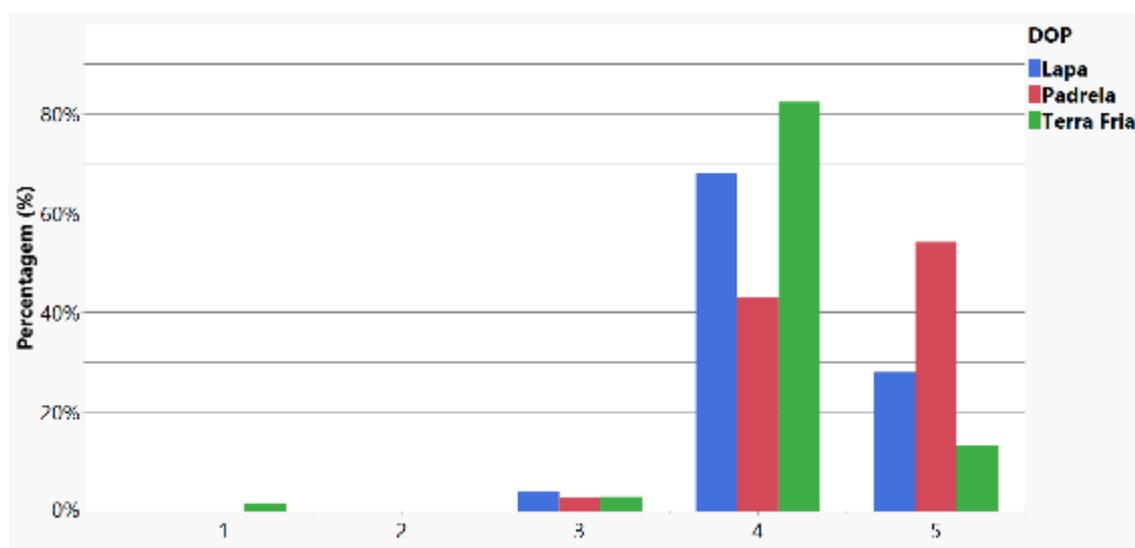


Figura 4- Percentagem de produtores que considera as pragas como um fator crítico, numa escala de 1-5.

Apesar da preocupação, quando questionados se faziam tratamentos ao bichado, na DOP da Terra Fria, nenhum produtor disse que fazia e na DOP da Padrela apenas 12% disseram que sim (Figura 5).

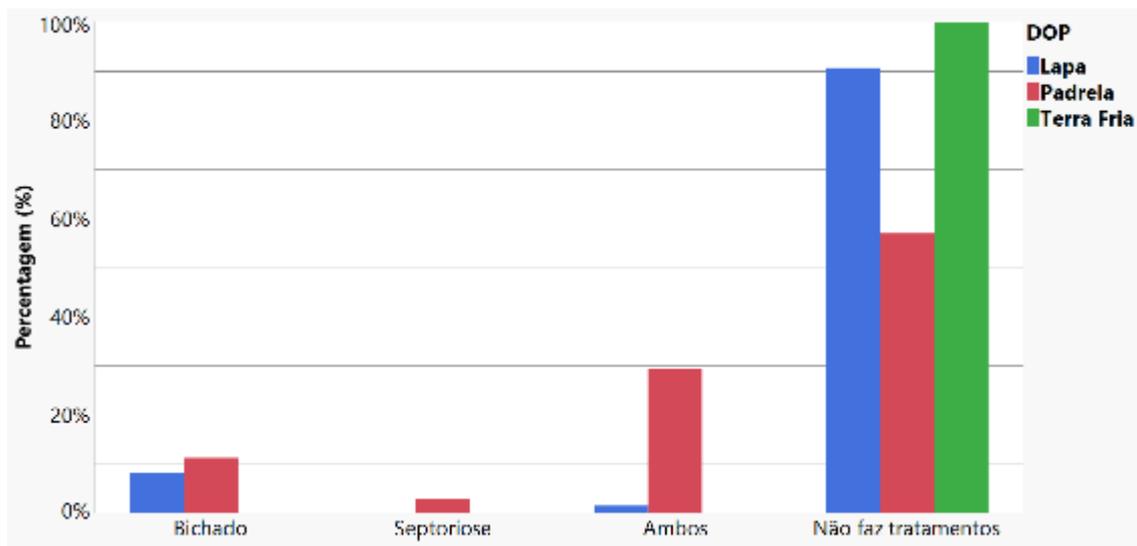


Figura 5- Respostas à pergunta “Faz tratamento ao Bichado/ Septoriose?”

Em relação à presença de variedades de castanha nos soutos, no que diz respeito à Longal, são os produtores da Terra Fria que cultivam esta variedade em maior percentagem (Figura 6).

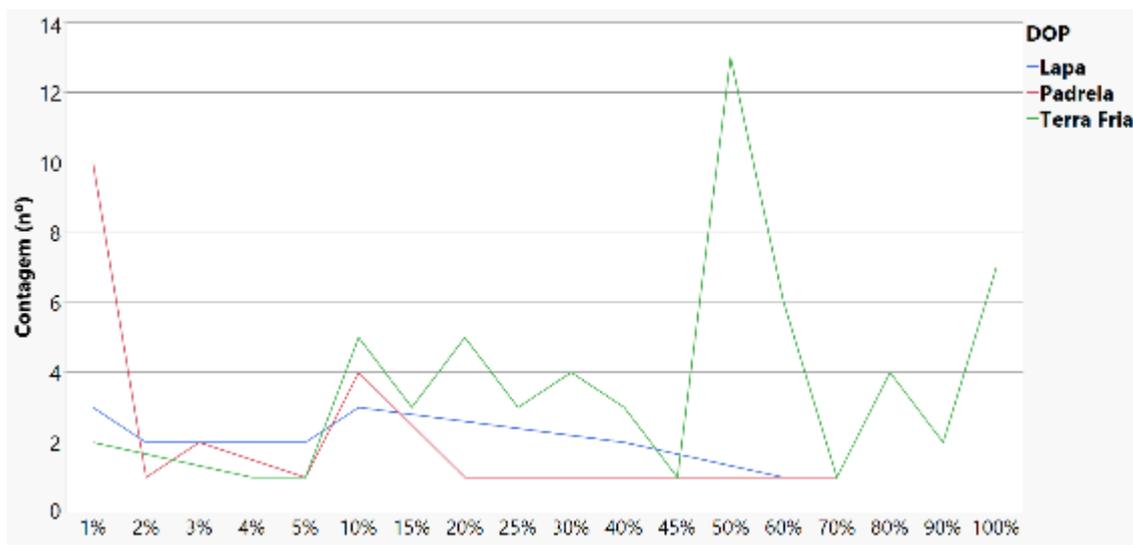


Figura 6- Percentagem de Longal que o produtor tem no seu souto.

Em relação à Judia, os dados são bem elucidativos da sua muito elevada representatividade na DOP da Padrela (Figura 7) e da Martainha na DOP dos Soutos da Lapa (Figura 8).

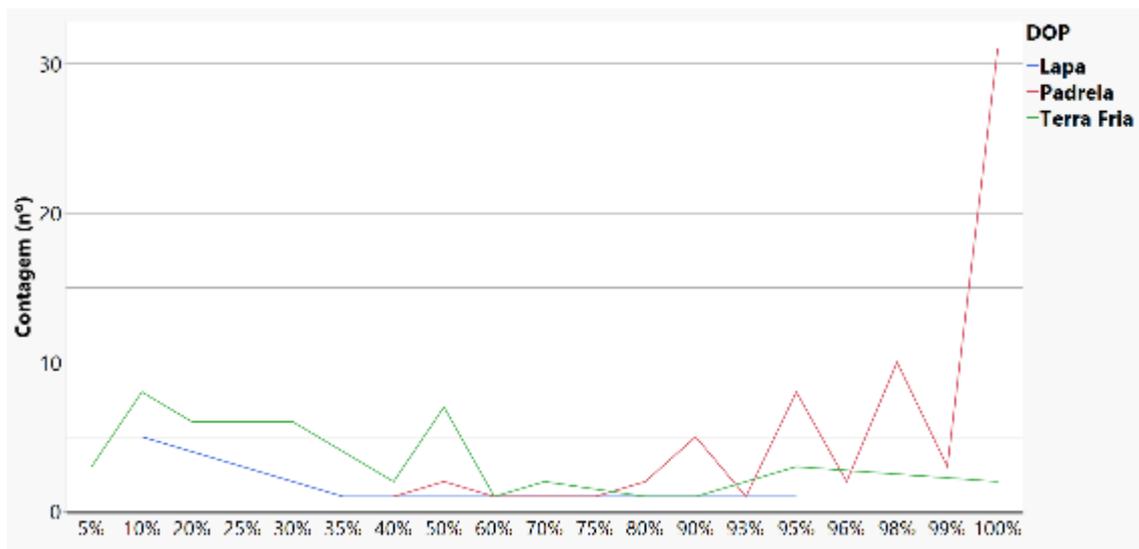


Figura 7 Percentagem de Judia que o produtor tem no seu souto

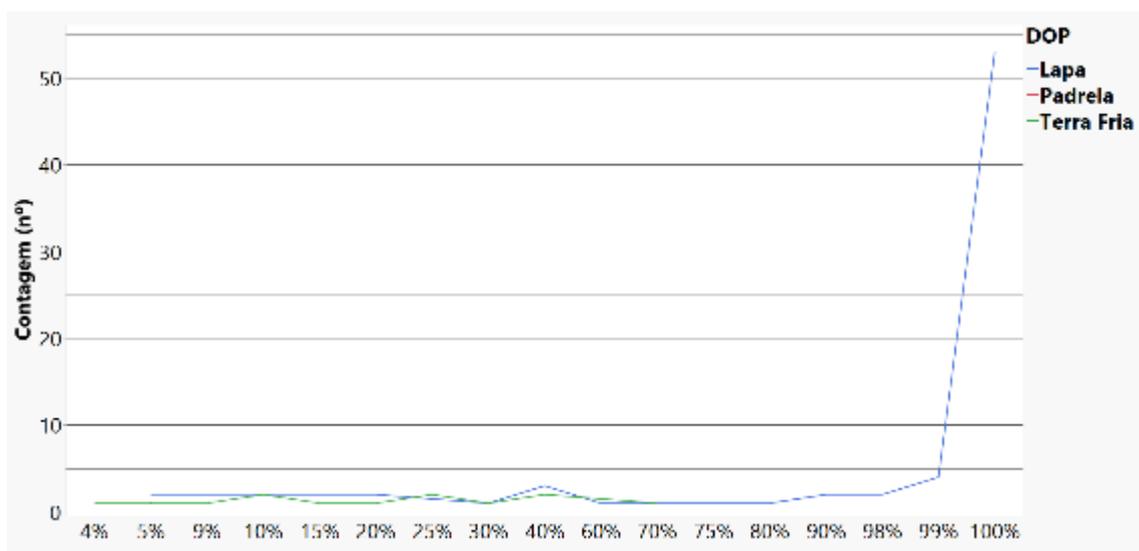


Figura 8- Percentagem de Martainha que o produtor tem no seu souto

É na DOP da Terra Fria que se encontra uma maior dispersão de variedades, não sendo de estranhar ser também aqui que os agricultores fazem maior separação de variedades, na medida em que quer na DOP da Padrela, quer na DOP dos Soutos da Lapa, a Judia e a Martainha têm uma representatividade de mais de 80% na produção (Figura 9).

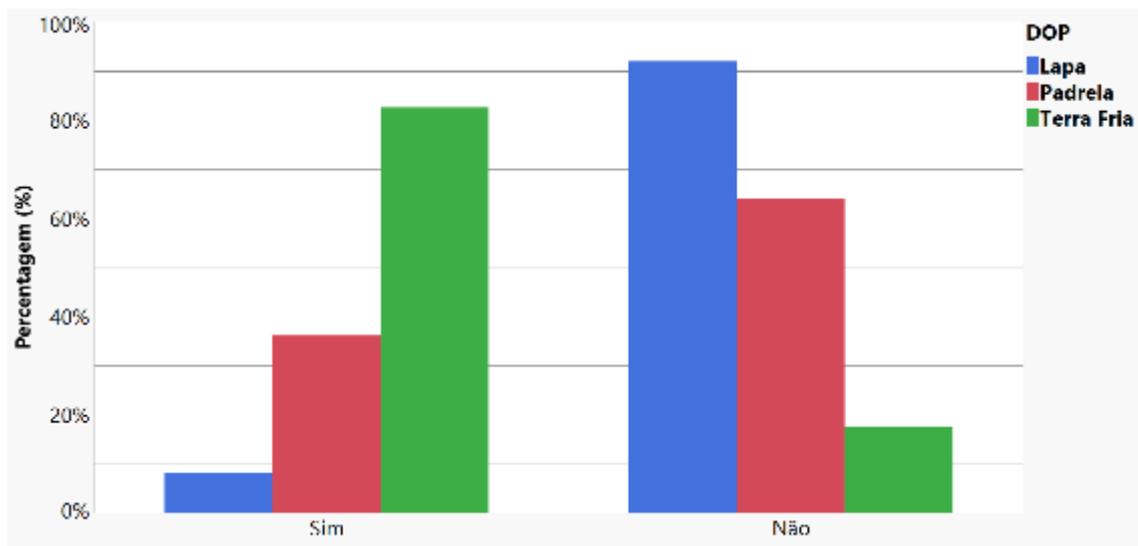


Figura 9- Respostas à pergunta “Faz separação de variedades?”

A apanha mecânica é cada vez mais tida como a solução para a apanha da castanha resolvendo o problema de escassez de mão de obra. No entanto, apenas um baixo número dos produtores inquiridos a fazem. Dentro destes salienta-se o facto de apresentarem um grau de satisfação médio (no caso da DOP dos Soutos da Lapa) a muito bom (no caso da DOP da Padrela) (Figura 10).

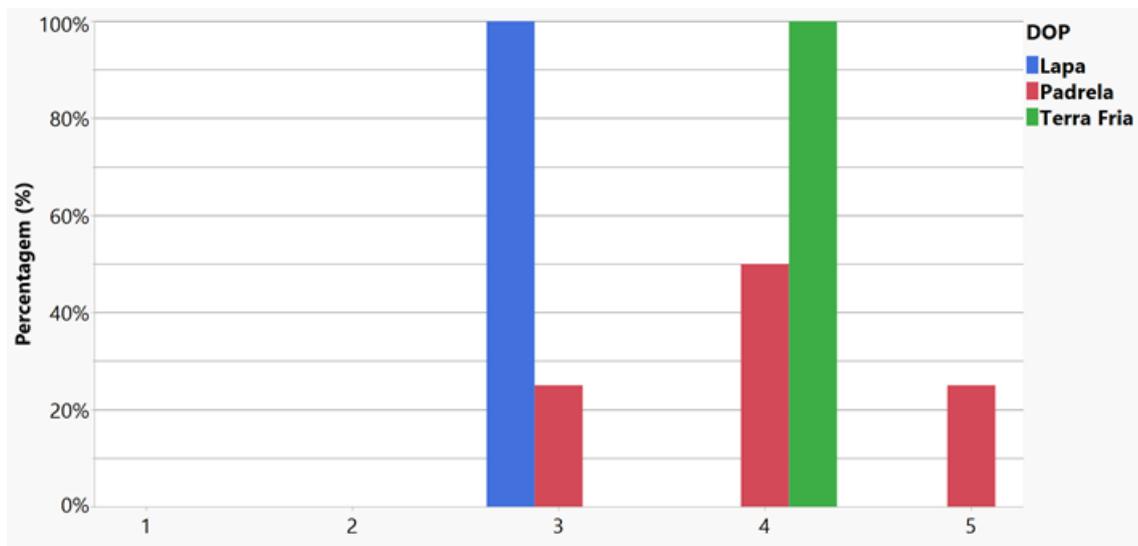


Figura 10- Grau de satisfação com a apanha mecânica

Os produtores da DOP da Padrela conservam castanha durante mais tempo para autoconsumo, no entanto a maioria conserva até ao fim do primeiro trimestre do ano a seguir à colheita (Figura 11).

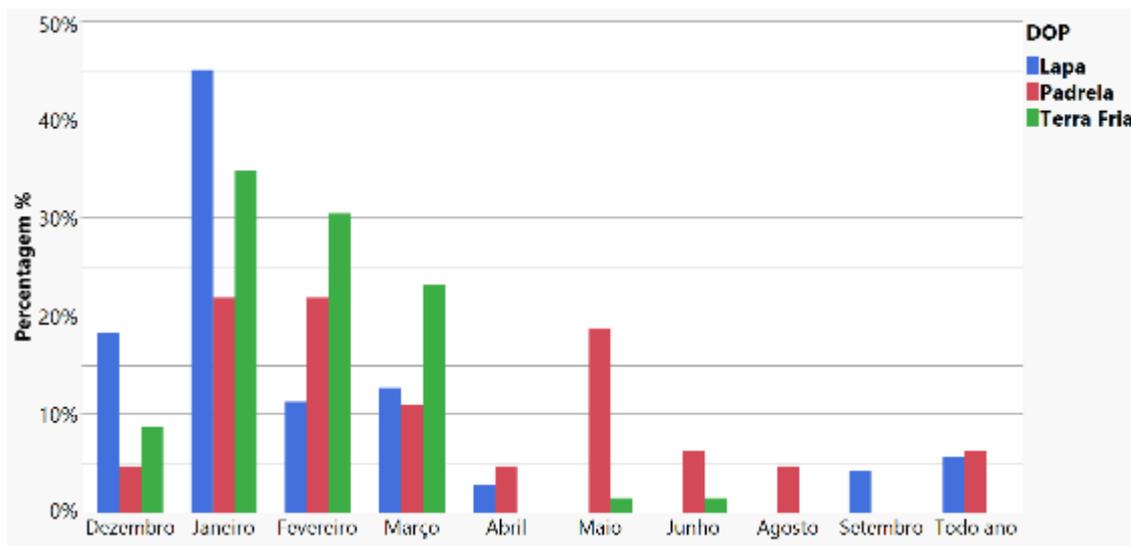


Figura 11- Respostas à pergunta “ Até que mês conserva a castanha para autoconsumo”.

2 Eixo 2- Melhorar a qualidade da castanha à entrada da fábrica e condições de conservação

2.1 Fase 2.1- Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha no souto

A apanha manual é ainda uma das principais formas de colheita de castanha. O mercado europeu apresenta diversos equipamentos destinados à colheita mecânica. No entanto, estes equipamentos, associados às condições do solo e clima, provocam maior ou menor depreciação no aspeto da castanha, de tal forma, que muitos produtores continuam a preferir a apanha manual.

2.1.1 Fase 2.1.1- Colheita mecânica com limpeza e desouraçamento feitos no campo. Coordenação IPB

Os parceiros procederam à aquisição das máquinas conforme previsto em sede de candidatura, tendo sido realizados testes de colheita em cada uma das DOP's.

2.1.1.1 Ensaio colheita mecânica DOP Terra Fria – Geosil; Meles; IPB

Ações desenvolvidas pelo IPB:

- De janeiro a agosto 2021 – Tratamento dos dados obtidos em 2020 nos testes de campo efetuados com equipamento mecânico de colheita de castanha.
- De 06 de outubro a 09 dezembro 2021:

(I) Realização de testes de campo de avaliação de desempenho de equipamento de colheita rebocado – relação castanha colhida/tempo, uso de equipamento complementar (sopraadores) em Carragosa (Bragança), em agricultor não parceiro do projeto (Figura 12).



Figura 12– Testes para avaliação de desempenho de equipamento de colheita rebocado



Figura 13- Equipamento de limpeza e desourização em armazém Monchiero 400

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 desourização e limpeza.

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

Resultados Equipamento rebocado

Na Tabela 3 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 3. 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.

Resultados equipamento de limpeza e desourçamento 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

2.1.1.2 Ensaio colheita mecânica DOP Padrela – Aguiarfloresta, UTAD

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 14).

O ensaio decorreu em novembro 2021 num souto com mais de 50 anos. As árvores estavam enxertadas com a variedade Longal. Foram feitos testes de velocidade de colheita de castanha (Figura 14).



Figura 14- Equipa e equipamentos necessários para a apanha mecânica de castanha com máquina acoplada aos três pontos do trator.

A castanha solta ou em ouriços foi “encordoadá” previamente com a ajuda de um soprador para melhorar a eficácia do funcionamento da máquina (Figura 14). Com um trator de 80 cavalos a uma aceleração de 11000 rpm, foi obtido um tempo médio 23 minutos para apanhar uma área de 430 m² (43 m x 10m), o que equivale a 1122 m²/hora, ou cerca de 9000 m²/8 horas de trabalho. Foram colhidos de 90kg castanha nos 430 m² ou seja cerca de 2000 kg/ha. Nestas condições foi possível ter-se uma progressão de 96 m/hora, enquanto em 2020 foi de cerca de 83 m/hora. 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.

2.1.2 Desvios

Nada a registar.

2.2 Fase 2.2- Melhoria das condições de desinfestação da castanha. Coordenação UP

Foi testado o sistema piloto de Alta Frequência instalado no laboratório com as principais variedades: Longal, Judia, Côta, Boaventura e Martaínha. No entanto os resultados não foram satisfatórios, na medida em que seriam necessárias tensões extremamente elevadas para causar a morte dos bichados contidos no interior das castanhas. Em 2021, partiu-se para uma solução alternativa com utilização de micro-ondas tendo-se revelado satisfatórios os resultados. O consórcio encontra-se nesta fase a estudar a possibilidade de instalação de uma unidade piloto na Sortegel.

2.3 Fase 2.3- Controlo da podridão da castanha em armazém. Coordenação UTAD

2.3.1 Testar as condições de arejamento dos palotes. O ensaio decorrerá em condições reais, nas instalações da fábrica. Coordenação IPB.

A Sortegel colaborou com o IPB com o fornecimento de castanhas para estudos laboratoriais.

Nota prévia: Os estudos previstos para o ano 2019/2020 envolviam a avaliação, nos armazéns do parceiro Sortegel, do efeito do arejamento da castanha armazenada na redução das podridões da castanha, conforme previsto na memória descritiva do projeto. No entanto, estes estudos foram suspensos devido às restrições impostas pela indústria no seu plano de contingência contra a COVID-19. Nesse sentido, os planos de trabalho foram ajustados de forma a poderem ser desenvolvidos exclusivamente em laboratório. A empresa parceira Sortegel continuou a sua colaboração no projeto através do fornecimento de castanhas e de informação variada sobre a fileira da castanha.

Em novembro/dezembro de 2021 foi preparado o ensaio de arejamento, através da montagem de um sistema de arejamento usando tubos de 50 mm de diâmetro com perfurações, conforme se verifica na Figura 15. O sistema foi discutido entre a equipa do IPB e a Sortegel, para tentar responder aos principais problemas de podridões detetados pela empresa neste tipo de armazenamento. O sistema de tubos foi preparado nos serviços técnicos do IPB. Como plano de amostragem, foram selecionadas quatro palox de castanhas, duas com castanhas esterilizadas por banho quente, e duas com castanhas calibradas não esterilizadas. Para cada tipo, numa das palox foi colocado o sistema de arejamento, e a outra foi mantida como controlo (sem sistema de arejamento). No centro das palox foram colocados sacos de rede com aproximadamente 1 kg de castanhas, representando a zona de maior apodrecimento. No centro de massa da palox (em local próximo dos sacos de amostras), assim como no exterior das palox, foram colocados data loggers para registo contínuo de temperatura e humidade nas palox arejadas e não arejadas.

No ano de 2021 não houve lugar a obtenção de resultados, que irão ser apresentados no relatório de 2022.

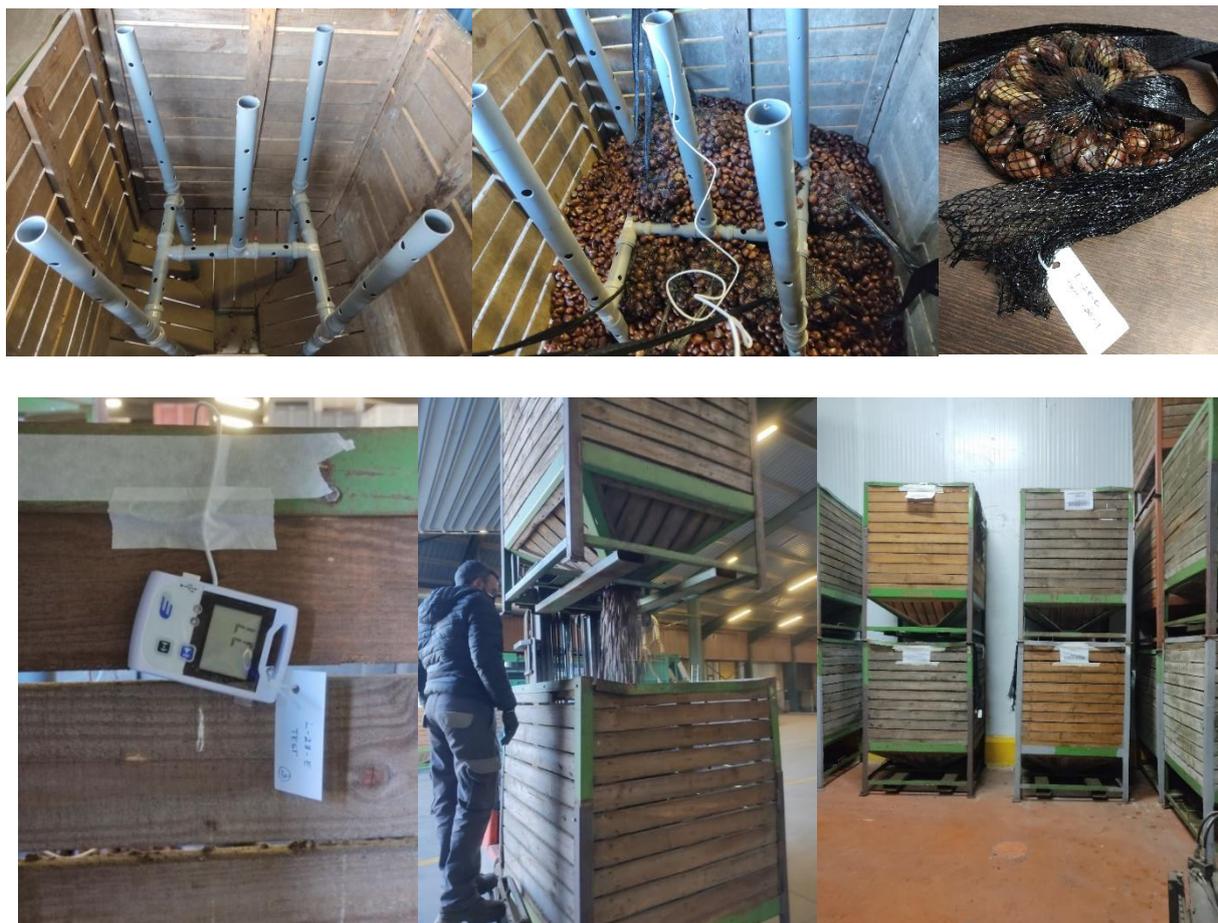


Figura 15 - Sistema de arejamento montado nas palox de castanhas: a) sistema de tubos perfurados; b) colocação de sacos de amostras e data loggers no centro de massa da palox; c) aspeto do saco de amostra (1 kg de castanhas); d) detalhe do data logger; e) enchimento das palox; f) armazenamento das palox na câmara refrigerada.

2.3.2 Avaliação da incidência e virulência de *Gnomoniopsis smithogilvyi*, agente causal da podridão castanha das castanhas, e avaliação de medidas de controlo - UTAD e IPB

A emergente incidência do fungo causador da podridão castanha em castanhas, recentemente identificado como *G. smithogilvyi*, vem preocupando produtores e indústrias do setor deste fruto, em diferentes países ao redor do mundo. O trabalho desenvolvido durante o ano 2020 teve como foco caracterizar este agente isolado de castanhas de Portugal, morfológica, ecofisiológica e molecularmente, e determinar a sua patogenicidade e virulência em variedades de castanhas portuguesas. Também foi conduzido um teste preliminar de biocontrolo, utilizando o fungo *T. viridescens*. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo na identificação e caracterização deste agente causador da podridão da castanha em Portugal.

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 por meio dos postulados de Koch (Figura 16 e Figura 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 soutos, 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 favoreceriam 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 variedades de castanha estudadas (Judia, Longal e Martaínha). Não foi observada resistência ou tolerância a infecção por *G. smithogilvyi* para nenhuma das três variedades 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 em um 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;
- O teste de biocontrole mostrou que *T. viridescens* provocou redução de crescimento de *G. smithogilvyi*, principalmente em meio de cultivo PDA, porém, são necessários mais estudos para averiguar se esta redução foi de fato um efeito antagônico de *T. viridescens* sobre o patógeno, ou se foi resultado da competitividade de espaço de crescimento na placa, em função da taxa de crescimento diário de *T. viridescens* ser maior.
- *G. smithogilvyi* é um fungo altamente adaptado ao desenvolvimento em castanhas. Este estudo incluiu nos testes de ecofisiologia e de biocontrole um meio a base de castanhas, para averiguar a interação do patógeno com o substrato, e de fato observou-se que o desenvolvimento do fungo neste meio apresentou melhores resultados, comparativamente aos mesmos testes conduzidos em meio exógeno PDA e MEA (Figura 18).

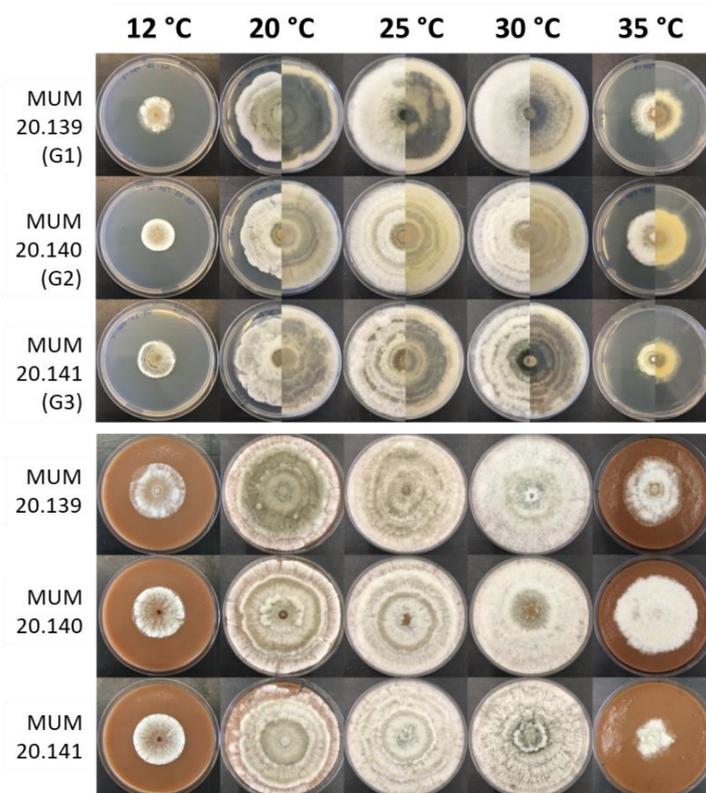


Figura 18- Crescimento de três isolados de *G. smithogilvyi* (G1, G2 e G3) em 5 temperaturas (12, 20, 25, 30 e 35 °C) em meio de cultura PDA (em cima) e meio de castanha (em baixo), após 7 dias de incubação.

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 conseqüentes perdas de qualidade das castanhas associadas em armazenamento. 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 controle possam ser tomadas com maior ênfase pelos produtores dos quais os soutos estejam mais comprometidos, e que as indústrias possam priorizar a aquisição de castanhas por aqueles soutos cuja sanidade das árvores é maior.

2.3.3 Ensaio com dióxido de cloro e Huwa-san 50®. Avaliação da carga fúngica nas castanhas no local de receção (antes do tratamento) e no local de armazenamento (armazém e câmara frigorífica). Coordenação UTAD

Não foram realizados ensaios neste eixo, devido às restrições impostas pela indústria no seu plano de contingência contra a COVID-19.

2.3.4 Efeito da radiação UV. Coordenação UTAD.

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 desinfecção pelo calor, de forma a testar a sua eficiência no controlo da podridão castanha e, perante os resultados obtidos, verificar se o uso da radiação UV será necessária. Assim sendo procedeu-se ao ensaio laboratorial do processo de desinfecção das castanhas na indústria. Começou-se por avaliar diferentes tempos de desinfecção mantendo a temperatura já usada pelas indústrias e, num outro ensaio, avaliámos temperaturas diferentes, mantendo o tempo padronizado pela indústria (Tabela 4). 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 4– 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. A partir dos dados da Tabela 5 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.

Tabela 5– 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)	Presenta 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

Os resultados presentes na Tabela 6, 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 5, 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 6– 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)	Presenta 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	48 - Controlo	0	6	0	vivo
	45	0	8	0	vivo
	40	0	5	2	vivo

2.3.5 Avaliação da incidência e virulência de *Gnomoniopsis smithogilvyi*, agente causal da podridão castanha das castanhas, e avaliação de medidas de controlo - UTAD e IPB

A emergente incidência do fungo causador da podridão castanha em castanhas, recentemente identificado como *G. smithogilvyi*, vem preocupando produtores e indústrias do setor deste fruto, em diferentes países ao redor do mundo. O trabalho desenvolvido durante o ano 2021 teve como foco continuar a caracterização deste agente isolado de castanhas de Portugal, do ponto de vista morfológico, ecofisiológico e molecular, e determinar a sua patogenicidade e virulência em variedades de castanhas portuguesas. Fizeram-se os primeiros ensaios para controlo do fungo.



Figura 19- Imagens do ataque do fungo nas galhas causadas pela vespa das galhas do castanheiro, nos ramos do ano e nas castanhas.

Foi realizado ensaio em campo (Celeirós, concelho de Sabrosa) para testar o efeito de tratamento directo à árvore durante a floração, altura em que ocorre a inoculação das flores femininas. Foram feitos ensaios com Horizon e Serenade (Bayer Cropscience) e Codasil (Figura 20).



Figura 20- Imagens do aspeto dos castanheiros tratados, notando um efeito de toxicidade no tratamento efetuado com Horizon.

Os resultados foram concludentes quanto à efectividade de controlo promovida pelo Horizon (Figura 21).

Detection of the *Gnomoniopsis* fungus after 30 days inoculation

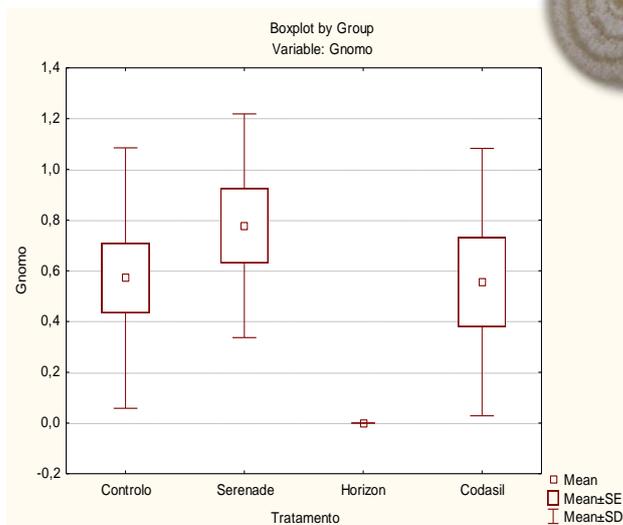


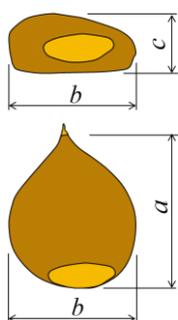
Figura 21- Resultados da presença do fungo em castanhas, após 30 dias de armazenamento, provenientes dos ensaios de campo.

2.4 Fase 2.4- Controlo da perda de água pelas castanhas

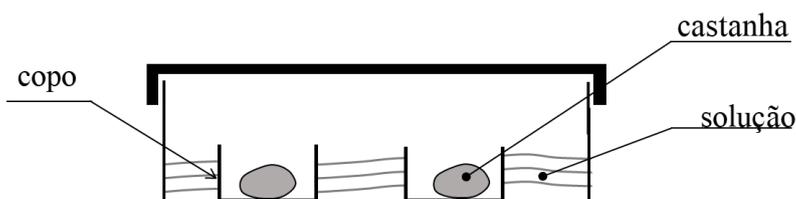
2.4.1 Estudo das propriedades de transporte de água. Coordenação UTAD

O trabalho experimental do ano de 2021 incidiu sobre as seguintes variedades: Boaventura e Côta. Foi aplicado o protocolo experimental descrito no anterior relatório anual. Antes do início dos ensaios de secagem, foram medidas as dimensões características a , b e c (Figura 22a) de todos os frutos, usando uma craveira digital Mitutoyo (com a resolução de 0,01 mm). Os frutos de cada variedade foram distribuídos aleatoriamente 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 22b). Na

Tabela 6 constam os sais usados no controlo da humidade relativa e o correspondente valor da humidade relativa. Durante o programa de secagem, os contentores foram mantidos no interior de uma estufa Binder. Os frutos foram pesados regularmente, numa balança Kern (com a resolução de 0,1mg).



a)



b)

Figura 22- (a) Dimensões características e (b) esquema do acondicionamento dos frutos.

Tabela 6 – Sais e humidades relativas.

Código	Sal	Humidade relativa
HR1	Sílica gel	~ 0%
HR2	Cloreto de magnésio hexahidratado	30.5%
HR3	Nitrato de magnésio hexahidratado	45.4%
HR4	Brometo de sódio	54.6%
HR5	Iodeto de potássio	67.0%
HR6	Sulfato de potássio	95.8%

Os resultados destes ensaios ainda estão a ser analisados.

2.4.2 Estudo da viabilidade de aplicação de revestimentos a fim de limitar a perda de água. Coordenação UTAD e IPB

2.4.2.1 Teste com parafina, parafina + timol 1%, cera de abelha e Citroseal –UTAD

No seguimento dos resultados preliminares obtidos nas tarefas anteriormente efetuadas neste projeto referente ao controlo da perda de água pelas castanhas – estudo das propriedades de transporte de água, que indicaram ser a Côta e a Judia as variedades que perderam mais e menos água, respetivamente, decidiu-se nesta fase restringir o trabalho experimental relacionado com a avaliação da viabilidade da aplicação de revestimentos com vista a limitar as perdas de água, apenas a estas duas variedades.

Para o efeito, no início do ano 2021 foram testados três revestimentos para as castanhas, ou seja, parafina, parafina + timol 1% e cera de abelha com o objetivo de minimizar as perdas de água, consolidando com a avaliação microbiológica, avaliação sensorial das castanhas e análises químicas (amido, açúcares solúveis). Para isso foi utilizado o grupo de amostragem presente na Tabela 7.

As castanhas foram selecionadas de forma aleatória, previamente desinfetadas em toda a casca com álcool a 70%, efetuou-se o registo do peso de cada castanha e, seguidamente, foram distribuídas em células individuais numa placa de plástico (polietileno – Figura 23). Em seguida, os revestimentos foram submetidos à temperaturas de 60-68 °C em banho-maria de forma a passarem ao estado líquido. Após a liquefação dos revestimentos e com o auxílio de um suporte em rede, as castanhas foram mergulhadas nessa matriz (no caso da parafina + timol, este foi adicionado após a liquefação), cerca de 30 segundos. Depois das castanhas estarem revestidas, foram expostas à temperatura ambiente do laboratório (~18 °C), e realizaram-se pesagens de 2 em 2 horas nos primeiros 2 dias, de 4 em 4 horas nos 2 dias seguintes, de 12 em 12 horas e, finalmente,

de 24h em 24h, dependendo do comportamento verificado em termos de peso ao longo dos dias. Esta avaliação de perdas de água foi realizada durante um mês.

Tabela 7– Esquema da amostragem para a avaliação da perda de peso, microbiológica e sensorial, na testagem de três revestimentos, com castanhas da campanha de 2020.

	Controlo Judia	Controlo Côta	Parafina (Judia)	Parafina + Timol 1% (Judia)	Cera de abelha (Côta)
Avaliação perdas de peso (n)	15	15	15	15	15
Avaliação microbiológica (n)	15	15	15	15	15
Avaliação sensorial (n)	25	25	25	25	25

n- Número de castanhas

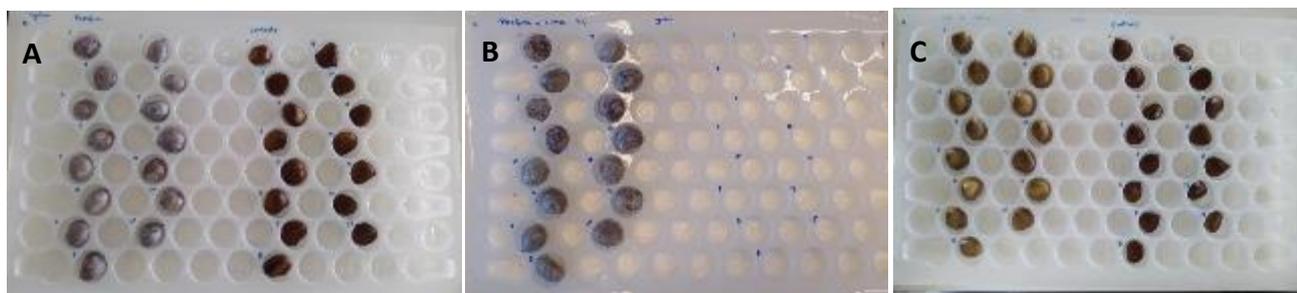


Figura 23– Placas com células individuais numeradas onde foram colocadas as castanhas sujeitas a cada um dos tratamentos (Parafina (A), Parafina+Timol (B) e Cera de Abelha (C)).

Os resultados obtidos contribuem para avaliar se os revestimentos aplicados conseguem manter a água presente nas castanhas preservando assim a sua qualidade, peso e aumento do tempo de vida útil deste fruto.

Após a realização dos diversos ensaios, verificou-se que os revestimentos não ficavam uniformemente distribuídos em algumas partes da castanha, principalmente na parte que contactava com o suporte, aquando da sua imersão na matriz. Este pormenor pode ser uma limitação do ensaio em laboratório, pois ao nível industrial, ou mesmo à escala piloto, seria necessário um tapete em rotação para assegurar uma uniformização da camada de revestimento e que revestisse 100% da castanha. Esta técnica é usada pela indústria do chocolate, no caso do revestimento de bombons e bolachas.

Os controlos efetuados comprovam a perda substancial de peso das castanhas para as variedades Judia e Côta, em que obtivemos castanhas que perderam 45% do seu peso durante o primeiro mês, como se pode verificar na Figura 24.



Figura 24 – Perda de Peso (%) do controlo Judia (à esquerda) e do controlo Côta (à direita).

Nas castanhas com os revestimentos verificamos uma pequena percentagem de perda de peso (Figura 25A, B e C), isto é, no ensaio com o revestimento parafina + timol 1% foi o que conseguiu preservar mais a água com uma perda máxima de 5%. No caso do revestimento parafina obteve-se uma perda máxima de 9% e, por fim, a cera de abelha com 15%. Desta forma, podemos afirmar que qualquer um destes ensaios conseguiu evitar a perda de peso das castanhas ao longo do tempo.

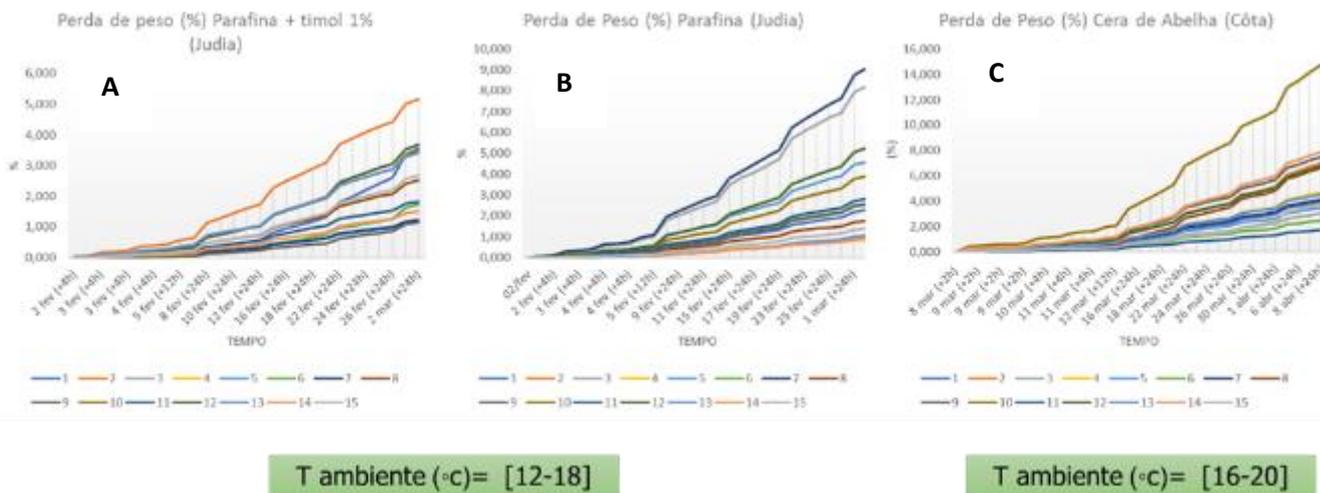


Figura 25– Perda de Peso (%) Parafina + Timol 1% (A); Perda de Peso (%) Parafina (B); Perda de Peso (%) Cera de Abelha (C).

Perante os resultados obtidos (Figura 25), verificámos que todos os revestimentos cumpriram o objetivo principal de reter a água nas castanhas, mantendo o seu peso a temperaturas não controladas.

Seguidamente foi determinado o teor de humidade através da diferença de peso (AOAC, 2000), as amostras foram previamente pesadas numa balança analítica de precisão (KERN 770), seguindo-se a liofilização (7 dias). Após esse tempo as amostras voltaram a ser devidamente pesadas e por fim foi calculado

o teor de humidade através dos peso inicial e final (Figura 26).

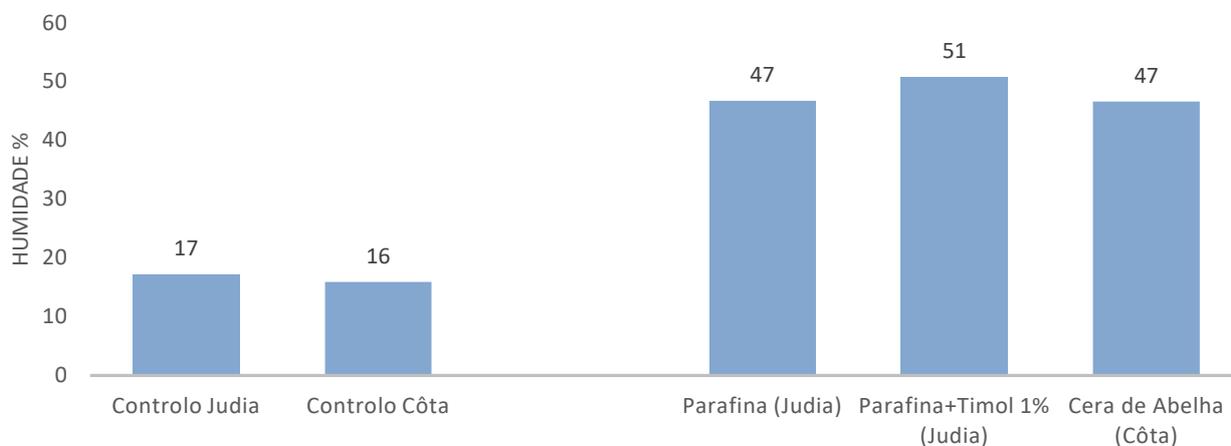


Figura 26- Humidade (%) nas castanhas após um mês à temperatura ambiente.

Estes resultados (Figura 26) eram esperados após a avaliação do comportamento de perda de água que ocorreu em cada ensaio. Dos três revestimentos, o parafina+timol 1% foi o mais eficaz na preservação da água nas castanhas.

Com o objetivo de monitorizar o efeito da aplicação do revestimento na carga microbiana das castanhas, procedeu-se à avaliação da mesma antes e após cada ensaio. Para isso todas as amostras foram preparadas em condições de assépsia total numa câmara de fluxo laminar, 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 delas (Figura 27, Figura 28).



Figura 27- Grupos de amostras da variedade Judia (controlo inicial, controlo final, parafina e parafina + timol 1% respetivamente).



Figura 28- Grupos de amostras da variedade Côta (controlo inicial, controlo final, cera de abelha respetivamente).

Seguidamente, retirou-se cinco partes diferentes do interior da castanha, ou seja, retirou-se da 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 incubadas a 25°C, durante 7 dias para a primeira leitura de resultados, voltando a serem observadas ao fim de 10 dias. Por fim, isolamos os fungos em placas com meio PDA para posterior identificação.

A partir da Tabela 8 podemos verificar a média e o desvio padrão da diversidade obtida (nº de colónias diferentes por cada placa, que cada placa corresponde a uma castanha) e o total de podridão (número total de podridões por placa), sabendo que em cada placa eram inoculadas cinco partes diferentes da castanha.

Tabela 8– 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 (Judia)	1,778 \pm 0,732	3,278 \pm 1,074
Castanhas controlo inicial (Côta)	2,200 \pm 0,561	4,467 \pm 0,834
Castanhas controlo após 1 mês (Judia)	1,933 \pm 0,594	4,667 \pm 0,724
Castanhas controlo após 1 mês (Côta) ⁽¹⁾	1,467 \pm 0,743 ⁽¹⁾	4 \pm 0,000 ⁽¹⁾
Castanhas revestidas com parafina após 1 mês (Judia)	2,533 \pm 0,640	4,267 \pm 0,884
Castanhas revestidas com parafina+timol1% após 1 mês (Judia)	1,333 \pm 0,627	2,667 \pm 1,291
Castanhas revestidas com cera de abelha após 1 mês (Côta)	1,800 \pm 0,561	4,467 \pm 0,915

⁽¹⁾ das 15 castanhas (15 placas de petri) da variedade cota 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.

Nas castanhas revestidas com parafina + timol 1% foi detetado menos podridões como pode ser verificado também pela observação da Figura 30, levando a concluir que o timol a 1% teve um efeito antimicrobiano nestas castanhas.

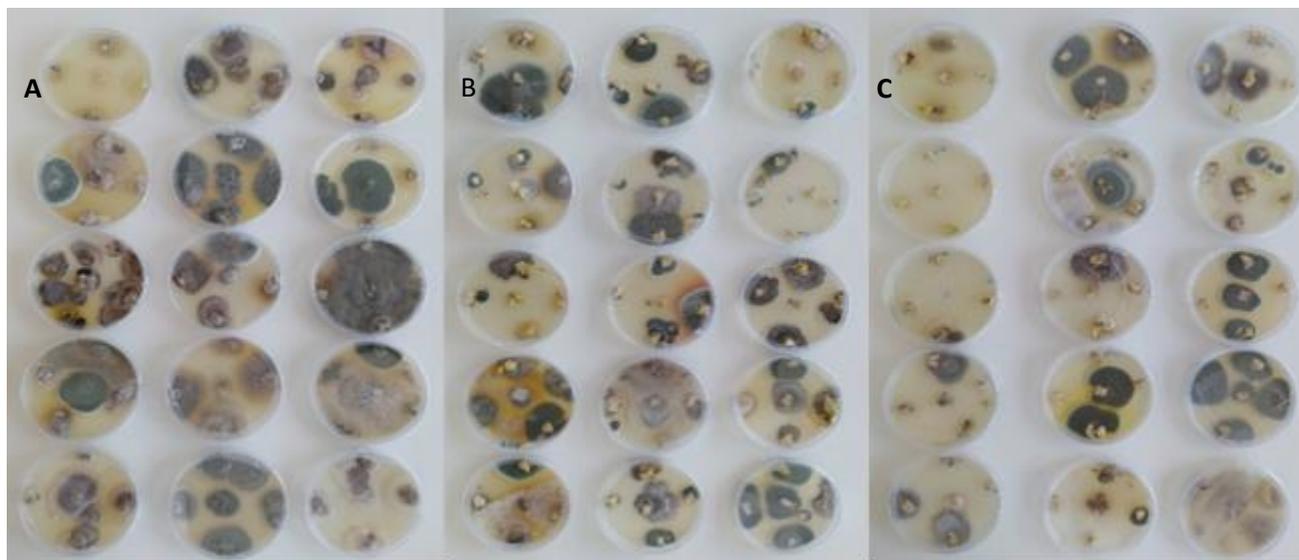


Figura 30- Resultados das placas após 10 dias da inoculação (controlo (A), revestimento parafina (B), revestimento parafina+timol 1% (C), na variedade Judia.

Ao fim de um mês de avaliação de perda de água as castanhas revestidas e os respetivos controlos foram submetidas à análise sensorial. A prova sensorial foi realizada numa sala com ambiente controlado e material necessário para cada tarefa, de acordo com a norma ISO 8589 (ISO 8589, 2007). As castanhas, após serem lavadas em água da torneira, foram cortadas, na casca, na zona do hilo e fervidas 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 disponibilizado 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 graficamente na Figura 31. O Controlo refrigerado da variedade côta foi utilizado com o objetivo dos provadores não conseguirem identificar qual era a amostra com o revestimento. A partir deste perfil podemos observar que as castanhas revestidas apresentavam menos firmeza inicial e as castanhas do revestimento parafina assemelhavam-se mais às do controlo Judia. Relativamente às castanhas com o revestimento parafina + timol 1%, estas apresentaram um sabor amargo, algum flavor a fermento, ausência de flavor a manteiga e a castanha, e daí concluir-se que este revestimento não foi muito aceitável pelos provadores devido aos sabores indesejáveis. No que diz respeito ao revestimento cera de abelha e os respetivos controlos da variedade 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. Também para as castanhas revestidas com parafina os resultados foram satisfatórios.

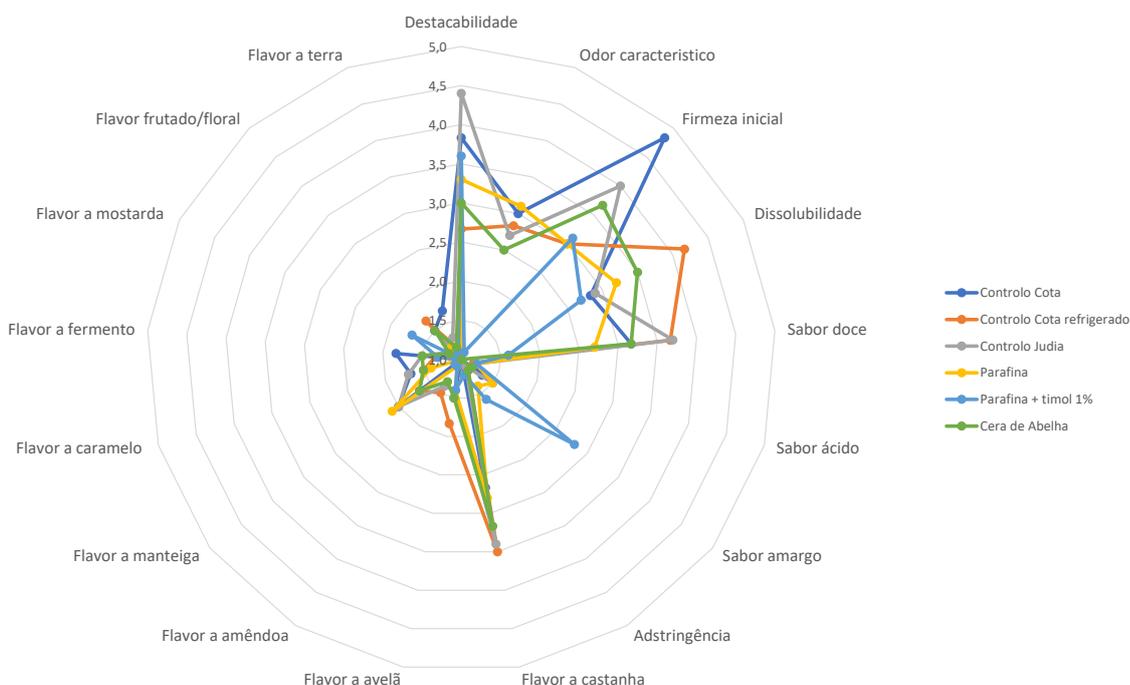


Figura 31– Perfil sensorial das amostras (controlo Judia, controlo cõta, controlo cota refrigerado, Parafina, Parafina+timol 1% e cera de abelha).

Existem diferenças significativas para os descritores destacados (Tabela 9), para um nível de significância de $P \leq 0,001$. Entre amostras, descritores com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Tabela 9– Valores médios e respetivos desvios-padrão das pontuações atribuídas aos vários descritores sensoriais avaliados nas amostras de castanha em estudo.

	Controlo Judia (n= 11)	Parafina (n= 11)	Parafina + timol 1% (n= 11)	Controlo Cõta (n= 6)	Controlo refrigerado (n= 6)	Cera de abelha (n= 6)
Destacabilidade	4,4±1,0^b	3,3±1,1^a	3,6±1,0^{a,b}	3,8±1,8	2,7±1,6	3,0±1,3
Odor característico	2,7±1,3^b	3,1±1,4^b	1,1±0,3^a	3,0±1,7	2,8±1,2	2,5±0,8
Firmeza inicial	4±0,8^b	3±0,8^a	3,1±0,9^a	4,8±0,4^b	3,0±0,6^a	3,7±0,5^a
Dissolubilidade	2,9±0,7	3,2±1,3	2,7±0,7	2,8±1,5	4,2±1,0	3,5±0,8
Sabor doce	3,7±1,2^b	2,7±1,3^b	1,6±1,0^a	3,2±1,2	3,7±0,5	3,2±1,3
Sabor ácido	1,2±0,4	1,2±0,4	1,2±0,6	1,2±0,4	1,2±0,4	1,0±0,0
Sabor amargo	1,5±1,3	1,5±1,3	2,8±2,0	1,3±0,8	1,2±0,4	1,2±0,4
Adstringência	1,1±0,3	1,4±0,5	1,6±1,3	1,0±0,0	1,2±0,4	1,2±0,4

	Controlo Judia (n= 11)	Parafina (n= 11)	Parafina + timol 1% (n= 11)	Controlo Côta (n= 6)	Controlo refrigerado (n= 6)	Cera de abelha (n= 6)
Flavor a castanha	3,4±0,8 ^b	2,8±1,2 ^b	1,2±0,6 ^a	2,7±1,2	3,5±0,5	3,2±1,3
Flavor a avelã	1,4±0,5	1,4±0,5	1,4±1,3	1,5±0,8	1,8±0,8	1,5±0,5
Flavor a amêndoa	1,4±0,5	1,1±0,3	1,1±0,3	1,0±0,0	1,5±0,8	1,3±0,5
Flavor a manteiga	2±0,7 ^b	2,1±0,9	1,1±0,3 ^a	2,0±1,1	1,7±0,8	1,7±0,5
Flavor a caramelo	1,7±0,7 ^b	1,4±0,7 ^{a,b}	1±0,0 ^a	1,7±0,8	1,5±0,8	1,5±0,5
Flavor a fermento	1,5±0,5 ^b	1±0,0 ^a	1,3±0,7 ^{a,b}	1,8±1,2	1,3±0,5	1,5±0,5
Flavor a mostarda	1,2±0,4	1±0,0	1,7±1,5	1,0±0,0	1,0±0,0	1,2±0,4
Flavor frutado/floral	1,3±0,5	1,2±0,6	1±0,0	1,5±0,5	1,7±0,8	1,5±0,8
Flavor a terra	1,3±0,7	1±0,0	1,1±0,3	1,7±1,0	1,2±0,4	1,2±0,4

n – Número de provadores

Também foram efetuadas determinações analíticas, para isso foram usadas as 15 castanhas já liofilizadas de cada controlo/revestimentos usadas na avaliação da perda de peso e de seguida transformadas em farinha através da moagem para a determinação da matéria seca residual, açúcares solúveis e amido.

A matéria seca residual foi determinada segundo o procedimento experimental da AOAC (1990). Para o efeito pesaram-se 2,5 ± 0,001 g de amostra em duplicado (preparada e homogeneizada a partir de uma porção total do produto), foram colocadas nos cadinhos, previamente aquecidos (100°C, 24h) e arrefecidos num exsiccador durante 30 minutos e pesados na balança analítica c/ precisão (KERN 770). Seguidamente esses cadinhos com amostra foram colocados numa estufa (Memmert) para secagem a 100°C durante 24h. Ao fim desse tempo voltaram a ser pesados os cadinhos com a matéria seca.

Para a determinação dos açúcares solúveis recorreu-se ao método descrito de método de antrona. Ou seja, pesaram-se 100 mg de farinha de castanha para cada 6 tubos de ensaio de cada amostra, de seguida adicionou-se 10 ml de etanol 80% em cada tubo e seguiu para o banho-maria a 80°C durante 40 minutos, após esse tempo retiraram-se os tubos do banho e deixou-se arrefecer para se adicionar 200 µl do extrato da amostra mais 3 ml da solução de antrona. Por fim, agitou-se os tubos e levou-se novamente ao banho-maria à 100°C durante 10 minutos, depois de deixar arrefecer e leu-se as amostras num espectrofotómetro UV-Vis no comprimento de onda de 625nm.

Para a determinação do amido pesou-se 0,05 g de amostra para tubos de ensaio em triplicado para cada amostra, adicionou-se 2,5 ml de solução tampão de acetato e 20 µl de α-amilase termoestável para quebrar o amido em dextrinas e oligossacarídeos e amiloglucosidase para garantir uma conversão quantitativa mais eficaz em glicose, seguidamente incubou-se os tubos fechados em banho-maria a 100°C durante 30 minutos com agitações de 10 em 10 minutos, após esse tempo deixou-se arrefecer os tubos para posteriormente se adicionar 10 µl de amiloglucosidase e voltou-se a incubar durante 12h a 60°C. Retiram-se os tubos e deixa-se arrefecer para se centrifugar durante 10 minutos a 4090 rpm, retirou-se 0,5ml de sobrenadante para se diluir em 10 ml de água desionizada. Após isso transferiu-se 0,2 ml da solução para outro tubo e mais dois tubos da

solução padrão de glicose e dois tubos para o branco da glicose. Adicionou-se a cada tubo 5 ml da solução de glicose oxidase, e incubou-se a 40°C durante 15 minutos, depois deixou-se arrefecer até a temperatura ambiente no escuro. A posterior determinação colorimétrica da glicose efetuou-se com um espectrofotômetro UV-Vis em um comprimento de onda de 505 nm usando o método de reagente de solução única, que envolve a reação enzimática de glicose oxidase/peroxidase acoplada em combinação com o sistema cromógeno 4-amino-antipirina. Na Tabela 10 são apresentados os resultados obtidos nas determinações analíticas.

Tabela 10– Valores médios e respetivos desvios-padrão dos parâmetros químicos avaliados nas amostras de castanha em estudo.

Parâmetros	Controlo (Judia)	Controlo (Côta)	Parafina (Judia)	Parafina + timol 1% (Judia)	Cera de abelha (Judia)
Teor de humidade (%)	17,26 ±0,00	15,90±0,00	46,73±0,00	50,83±0,00	46,60±0,00
Matéria seca residual (%)	99,84±0,02	99,85±0,00	99,83±0,00	99,88±0,01	99,87±0,01
Açúcares solúveis (%)	2,29±0,02	2,36±0,02	1,71±0,03	1,56±0,01	1,26±0,02
Amido (%)	40,6±1,94	44,9±1,49	48,8±0,49	50,6±1,49	56,4±0,23
Amido (%MS)	41,71±0,69	44,17±0,98	48,66±0,36	49,35±0,20	56,41±0,30

Posteriormente, optou-se por testar um revestimento espanhol, ou seja, o Citroseal, com o objetivo de testar as perdas de água em castanhas portuguesas, consolidando com a avaliação microbiológica e avaliação sensorial das castanhas. Para isso foi utilizado o grupo de amostragem presente na seguinte Tabela 11.

Tabela 11– Esquema da amostragem para a avaliação da perda de peso, microbiológica e sensorial, na testagem do revestimento Citroseal, com castanhas da campanha de 2021.

	Controlo Judia	Revestimento Citroseal
Avaliação perdas de peso (n)	15	15
Avaliação microbiológica (n)	15	15
Avaliação sensorial (n)	25	25

n- Número de castanhas

As castanhas foram selecionadas de forma aleatória, previamente desinfetadas com álcool a 70%, efetuou-se o registo do peso de cada castanha e seguidamente foram distribuídas em células individuais numa placa de plástico (polietileno–Figura 32). Em seguida, o revestimento citroseal foi aplicado através de um

pincel em cada castanha individual e deixou-se secar a temperatura ambiente.

Depois das castanhas estarem revestidas, foram expostas à temperatura ambiente do laboratório (~18°C), e realizaram-se pesagens de 2 em 2 horas nos primeiros 2 dias, de 4 em 4 horas nos 2 dias seguintes, de 12 em 12 horas e, finalmente, de 24h em 24h, dependendo do comportamento que verificado em termos de peso ao longo dos dias. Esta avaliação de perdas de água foi realizada durante um mês.



Figura 32– Placa com células individuais numeradas onde foram colocadas as castanhas sujeitas ao tratamento e o respetivo controlo.

Após a realização dos diversos ensaios, verificou se que o revestimento citroseal ficava uniforme na castanha, dando brilho não alterando a cor natural da casca, o que é bastante favorável aos olhos do consumidor. Nas Figura 33 e Figura 34 podemos observar o comportamento do peso (g) das castanhas ao longo de um mês.

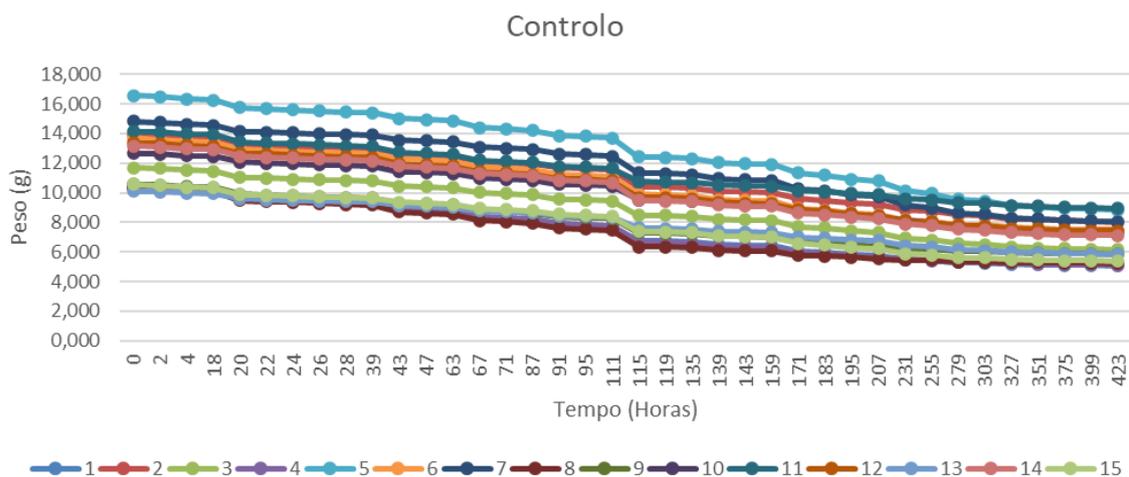


Figura 33 – Perda de peso (g) da amostra controlo ao longo de um mês (n=15 castanhas).

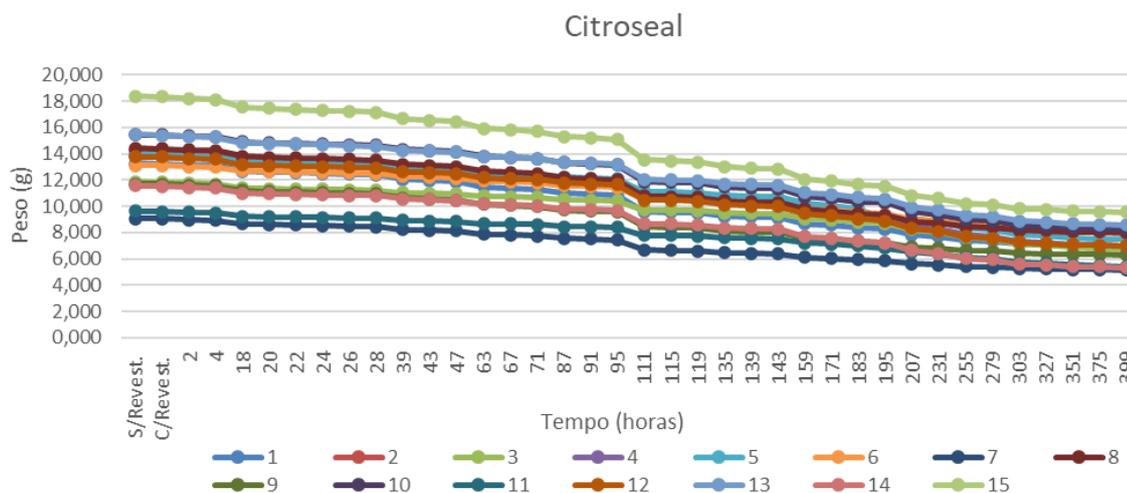


Figura 34– Perda de peso (g) da amostra com revestimento citroseal, ao longo de um mês (n=15 castanhas).

Em relação à perda de água registou-se um comportamento semelhante quando comparamos a amostra controlo com a amostra revestida com Citroseal, 46% e 47,7% de perda, respetivamente, Figura 35.



Figura 35– Percentagem (%) de perda de peso média ao longo do primeiro mês, do controlo e das castanhas revestidas com Citroseal.

Os controlos efetuados comprovam a perda substancial de peso das castanhas, neste caso para as variedades Judia e Côta, em que obtivemos castanhas que perderam 45% do seu peso durante um mês nos ensaios anteriores (Figura 24), o que vai de encontro à perda de água verificada nas castanhas da campanha de 2021 em que se obteve um valor de 46%, como se pode verificar na Figura 35.

A partir deste ensaio poderá-se concluir que o revestimento citroseal fortalece a casca exterior da castanha e lhe dá um brilho extra (Figura 33) o que é um dos pontos favoráveis neste trabalho, para futuros trabalhos com este produto.

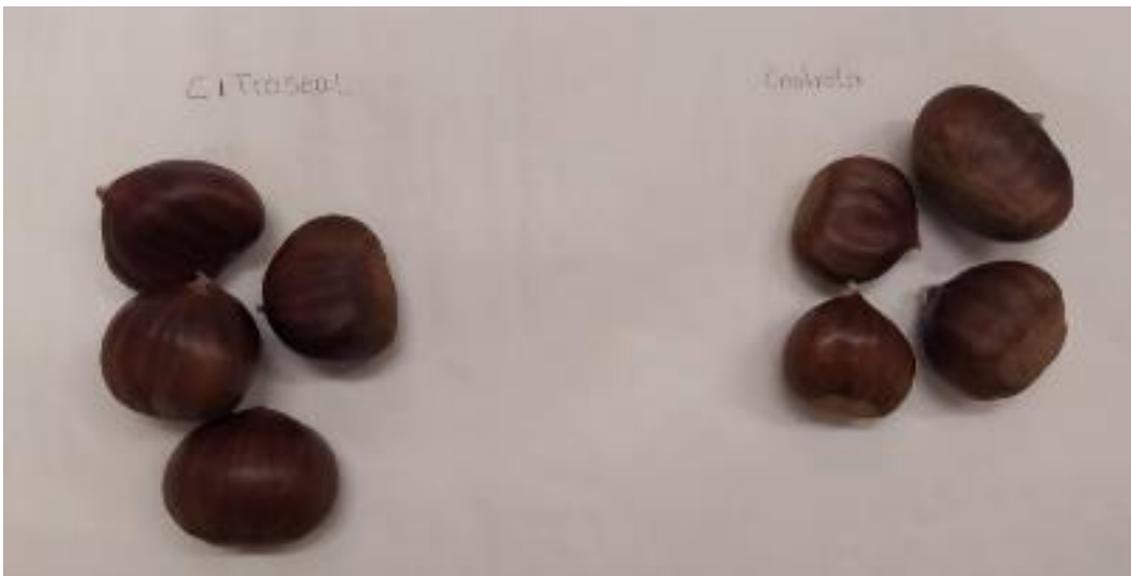


Figura 36– Aspecto exterior das castanhas sujeitas ao tratamento e o respetivo controlo.

Ao fim da avaliação da perda de peso todas as castanhas foram descascadas e pretendia-se abrir a castanha em metades de forma a fazer um registo do seu aspeto interior. Isto não foi possível em grande parte das castanhas de ambas as amostras (controlo e citroseal) devido ao seu elevado grau de dureza. Todas as castanhas estavam extremamente secas como é visível no registo fotográfico da Figura 37.



Figura 37– Aspecto interior das castanhas sujeitas ao tratamento e o respetivo controlo.

Com o intuito de monitorizar o efeito da aplicação do revestimento na carga microbiana das castanhas, procedeu-se à avaliação da mesma antes e após o ensaio. Para isso todas as amostras foram preparadas em condições de assepsia total numa câmara de fluxo laminar, de modo a evitar qualquer tipo de contaminação secundária, manteve-se o mesmo procedimento experimental utilizado nos testes anteriores.

Todas as castanhas estavam extremamente secas como é visível no registo fotográfico da



Figura 38, desta forma não foi possível em grande parte das castanhas realizar-se o corte transversal para a caracterização do aspeto visual e análise microbiológica (retirar cinco partes diferentes do interior da castanha).



Figura 38- Aspeto interior das castanhas sujeitas ao tratamento e o respetivo controlo para a parte microbiológica.

Das poucas castanhas que se conseguiu abrir, foram inoculadas essas metades inteiras, na impossibilidade de retirar as cinco partes diferentes. A partir da Tabela 12 podemos verificar a média e o desvio padrão da diversidade obtida (nº de colónias diferentes por cada placa, que cada placa corresponde a uma castanha) e o total de podridão (número total de podridões por placa), sabendo que em cada placa eram inoculadas metades da castanha (controlo final e citroseal), não foi possível obter dados fiáveis. A Figura 39 mostra a diversidade dos fungos encontrados.

Tabela 12– Quantificação da diversidade (n° de colónias diferentes \pm desvio-padrão, dp) e total de podridão por placa (15 placas), 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 (Judia)	1,130 \pm 0,52	3,200 \pm 1,90
Castanhas controlo após 1 mês (Judia)	Impossível determinar	
Castanhas revestidas com Citroseal após 1 mês (Judia)		



Figura 39– Resultados das metades das castanhas inoculadas.

Ao fim de um mês de avaliação de perda de água as castanhas revestidas e os respetivos controlos foram avaliados sensorialmente. A prova foi realizada nas mesmas condições anteriormente descritas e as castanhas igualmente preparadas (Figura 40).



Figura 40– Material disponível para os provadores e distribuição em pratos brancos das várias amostras de castanha à prova

O perfil sensorial de cada amostra de castanha é mostrado graficamente na Figura 41.

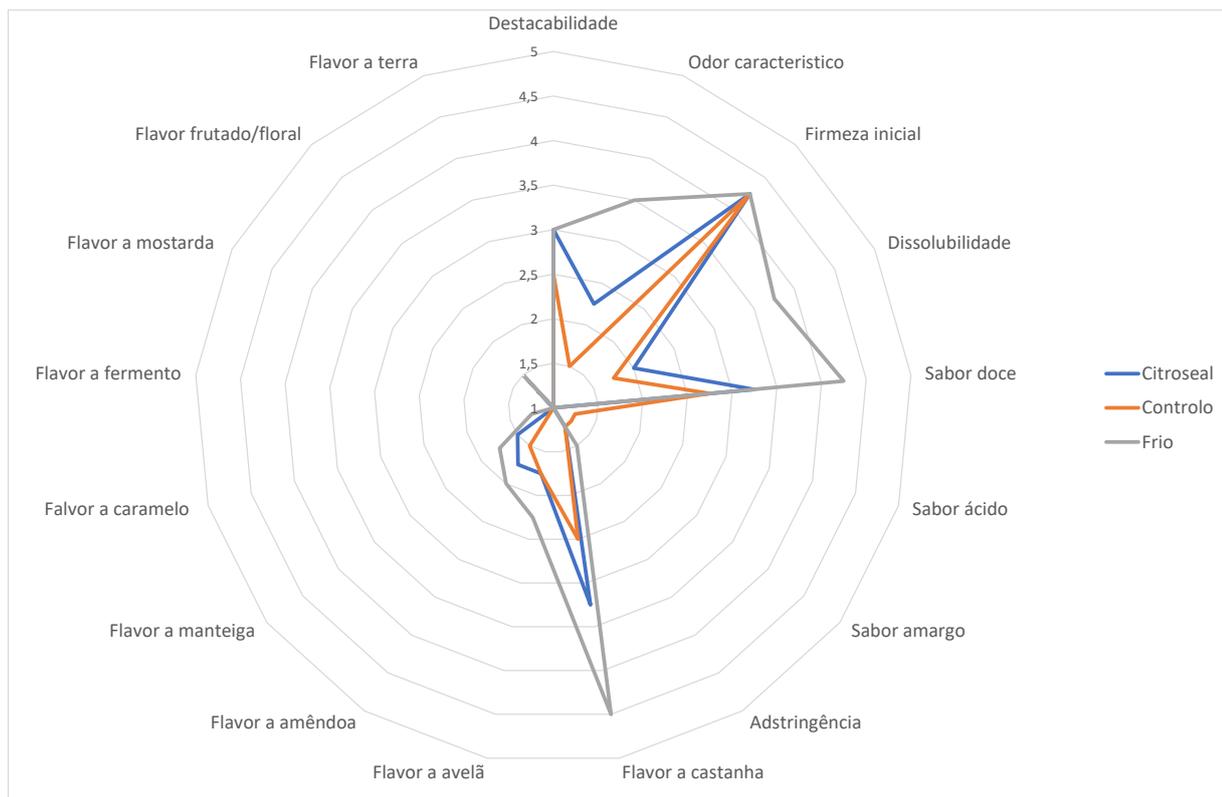


Figura 41– Perfil sensorial das amostras em estudo (controlo judia, Controlo judia refrigerado e revestimento citroseal).

Em relação a análise sensorial do revestimento Citroseal verificou-se que existem diferenças significativas para os descritores odor característico, dissolubilidade, sabor doce, flavor a castanha para um nível de significância de $P \leq 0,001$. Entre amostras, descritores com a mesma letra não apresentam diferenças significativas, Tabela 13.

Tabela 13- Valores médios e respetivos desvios-padrão das pontuações atribuídas aos vários descritores sensoriais avaliados nas amostras de castanha em estudo.

	Citroseal	Controlo	Controlo refrigerado
Destacabilidade	3,0±1,6	2,5±1,7	3,0±1,6
Odor característico	2,3±1,0^{a,b}	1,5±0,6^a	3,5±1,0^b
Firmeza inicial	4,3±1,5	4,3±1,5	4,3±0,5
Dissolubilidade	2,0±0,8^a	1,8±1,0^a	3,8±1,3^b
Sabor doce	3,3±0,5^{a,b}	2,8±1,0^a	4,3±1,0^b
Sabor ácido	1,0±0,0	1,3±0,5	1,0±0,0
Sabor amargo	1,0±0,0	1,3±0,5	1,0±0,0
Adstringência	1,3±0,5	1,3±0,5	1,5±1,0
Flavor a castanha	3,3±0,5^a	2,5±0,6^a	4,5±0,6^b

Flavor a avelã	1,8±1,0	1,8±1,0	2,3±1,3
Flavor a amêndoa	1,8±1,0	1,5±1,0	2,0±1,4
Flavor a manteiga	1,5±0,6	1,0±0,0	1,8±1,0
Flavor a caramelo	1,0±0,0	1,0±0,0	1,3±0,5
Flavor a fermento	1,0±0,0	1,0±0,0	1,0±0,0
Flavor a mostarda	1,0±0,0	1,0±0,0	1,0±0,0
Flavor frutado/floral	1,3±0,5	1,0±0,0	1,5±1,0
Flavor a terra	1,0±0,0	1,0±0,0	1,0±1,0

3 Eixo 3- Melhoria das condições de acondicionamento e comercialização da castanha

3.1 Teste de vários tipos de embalagens. Coordenação IPB

Nesta tarefa, a Sortegel colaborou com o IPB com o armazenamento, em ambiente refrigerado, de diferentes tratamentos em amostras de castanha. Em 2021 não foram realizados ensaios.

4 Eixo 4- Conceção de formas alternativas de consumo da castanha em espécie

4.1 Fase 4.1- Desenvolvimento de novas formas de consumo de castanha. Coordenação UTAD

Pelas razões apontadas anteriormente, no ponto 2.4.2.1, este estudo não teve mais desenvolvimento, para além do já realizado anteriormente e reportado no relatório de atividades de 2019. Entretanto, está planeada ser dada a devida continuidade a esta tarefa, logo que concluídos os trabalhos referentes à aplicação de revestimentos para limitar as perdas de água, o que prevemos poder vir a ter lugar a partir de março de 2022.

4.2 Fase 4.2- Melhoramento da tecnologia de produção de farinha de castanha. Coordenação IPV

Continuação do desenvolvimento dos processos de secagem e moagem da castanha com possibilidade de ser facilmente transponíveis para o setor. Este processo é muito importante porque irá ajudar a valorizar o lote de castanhas de menor valor comercial, contribuindo para o desenvolvimento económico e social dos territórios, criando valor acrescentado e satisfazendo nichos de mercado muito próprios. Durante o ano de 2020, iniciou-se a caracterização de farinhas de castanha produzidas através de diferentes processos de

moagem (moinho de pedra e moinho de martelos), bem como a comparação entre as farinhas obtidas a partir de diferentes variedades. Foram avaliadas algumas características químicas (análise elementar e actividade da água) e físicas (cor) das farinhas de castanha.

Para além destas atividades, o IPV finalizou um estudo de aplicação de vários tipos de farinha de castanha no desenvolvimento de pão leve, ultra macio, um pão para hambúrgueres, com aceitabilidade dos possíveis consumidores e usando como referência outros produtos existentes no mercado mas sem farinha de castanha. Os resultados mostram que é possível obter este tipo de alimento utilizando a farinha de castanha, substituindo 30% de farinha de trigo, o que se revela bastante promissor para o setor e também para a indústria. Verificou-se também, que o tipo de farinha influenciou as características do pão e a preferência dos consumidores. De salientar que este projeto “D’ouriço” foi submetido ao concurso nacional da CAP “Cultiva o teu Futuro”, tendo sido classificado como uma das 5 melhores ideias em concurso.

Continuou-se ainda um estudo relacionado com o aproveitamento das cascas e películas da castanha que resultam do processo de secagem e produção de farinha, com vista à sua valorização. O objetivo foi uma análise química completa deste material, que constitui um resíduo da indústria, para melhor compreender as suas características químicas, pois estas condicionam o potencial aproveitamento destes materiais. Deste modo pretendeu-se otimizar as condições de liquefação que levem à produção de uma maior percentagem de liquefação. Após este estudo será iniciado um ensaio para utilizar polióis obtidos durante o processo de liquefação para a produção de espumas de poliuretano. Os resíduos de casca de castanha foram ainda utilizados como possível material adsorvente.

Continuação do desenvolvimento dos processos de secagem e moagem da castanha com possibilidade de ser facilmente transponíveis para o setor. Este processo é muito importante porque irá ajudar a valorizar o lote de castanhas de menor valor comercial, contribuindo para o desenvolvimento económico e social dos territórios, criando valor acrescentado e satisfazendo nichos de mercado muito próprios. Durante o ano de 2021, continuou a caracterização de farinhas de castanha produzidas através de diferentes processos de moagem (moinho de pedra e moinho de martelos), bem como a comparação entre as farinhas obtidas de diferentes variedades (Boaventura, Cota, Judia, Longal e Martainha). Foram avaliadas algumas características física, químicas e funcionais das farinhas de castanha. Iniciou-se também à análise dos resultados no âmbito desta tarefa para divulgação dos resultados, nomeadamente através de publicações.

Durante o ano de 2021 houve a preocupação de compilar e tratar os resultados dos trabalhos realizados em 2020 no IPV, sendo os mesmos divulgados e publicados (ver outputs do projeto) ainda durante esse ano.

Foi finalizado e publicado o estudo que pretendeu analisar a casca de castanha, bem, considerado um resíduo agroindustriais e de baixo custo, mas com potencial adsorvente e capacidade de reter iões metálicos em sua superfície. Visto que a qualidade dos recursos hídricos é grandemente afetada pelos metais pesados,

neste trabalho foi estudada a contaminação causada pelo chumbo (Pb^{2+}), pelo crómio (Cr^{6+}) e pelo níquel (Ni^{2+}). De forma a avaliar o processo, procedeu-se à otimização do pH da solução, a determinação da cinética da adsorção e das isotérmicas de equilíbrio. Este trabalho permite concluir que todos o resíduo lenhocelulósico utilizado é capaz de reter os iões metálicos, sendo a adsorção mais significativa e com melhores resultados a relativa aos iões de chumbo.

5 Eixo 5- Consolidação e análise financeira das soluções propostas. Coordenação Espaço Visual

Nesta primeira fase procedeu-se ao desenvolvimento de um fluxograma de perdas de valor na fileira da castanha pós-colheita, tendo por objectivo avaliar, no final do projeto, o impacto que as eventuais reduções de perdas ao longo da fileira devido à aplicação das diferentes estratégias experimentadas pelos parceiros possam promover.

6 Eixo 6- Divulgação de resultados

6.1 Fase 6.1- Página web. Coordenação RefCast

Foi abertura uma hiperligação integrada na página institucional da RefCast para o ValorCast a fim de divulgar as ações deste GO (Figura 42).

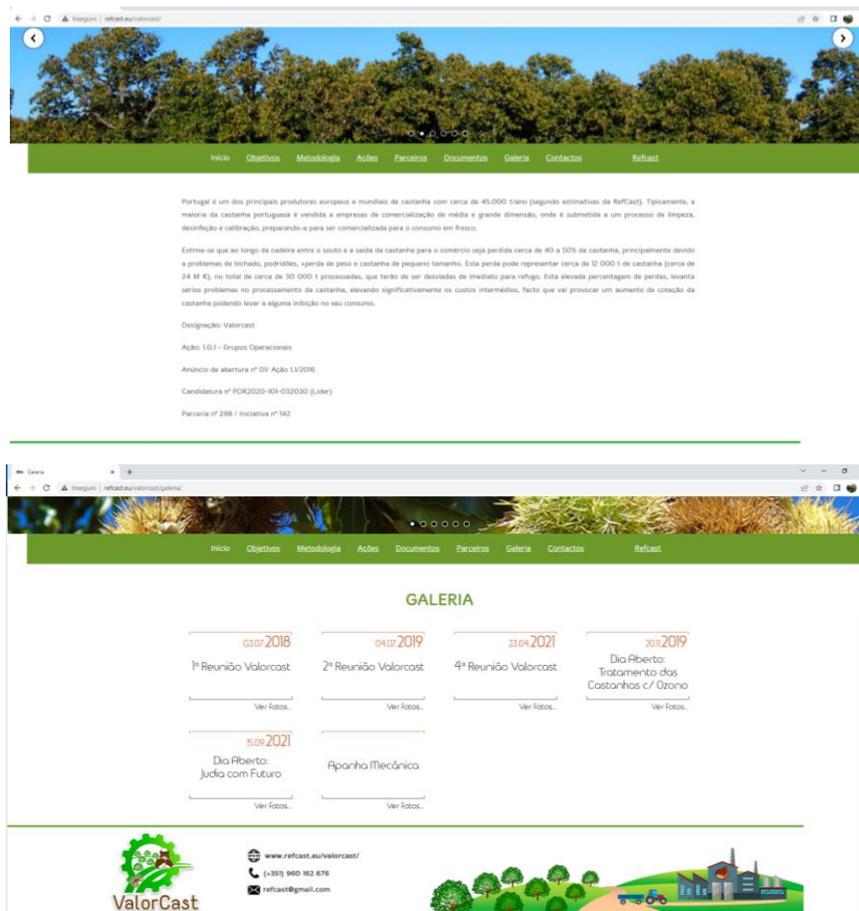


Figura 42- Frontpage da página web do GO ValorCast.

6.2 Fase 6.2- Facebook. Coordenação RefCast

A comunicação foi, sempre que oportuno, efetuada através da inserção de conteúdos acompanhados do respetivo logótipo, na página da RefCast.

6.3 Fase 6.3- Dias abertos sobre colheita da castanha. Coordenação RefCast

Realizou-se um Dia Aberto na DOP da Padrela, intitulado “Judia com Futuro”, a 15 de setembro (Figura 43). O evento teve uma participação de cerca de 150 pessoas.



Figura 43- Cartaz do dia aberto "Judia com Futuro" e aspeto da assistência.

6.4 Fase 6.4- Produção de artigos científicos, técnicos. Coordenação UTAD, IPB, IPV, UP

- (1) Arlindo Almeida, António Borges (2021). Avaliação de sistemas de colheita mecânica de castanha, in Revista Agrotec 39, junho 2021, p.92-95. ISSN: 2182-4401.
- (2) Arlindo Almeida, António Borges (2021). Estimating Costs of a Chestnut Mechanical Harvester, in Proceedings of the European Conference on Agricultural Engineering AgEng2021, Évora, Universidade de Évora p. 302-307. ISBN 978-972-778-214-7
- (3) Guiné RPF, Correia P, Fernandes S, Ramalhosa E (2021). Consumption of Nuts and Similar Dried Foods in Portugal and Level of Knowledge about their Chemical Composition and Health Effects. Journal of Nuts, 12(3), 171-200. DOI: 10.22034/jon.2021.1928049.1112. IPV REP: <http://hdl.handle.net/10400.19/6815>
- (4) Brochard M, Correia P, Barroca MJ, Guiné RPF (2021). Development of a New Pasta Product by the Incorporation of Chestnut Flour and Bee Pollen. Applied Science, 11, 6617. <https://doi.org/10.3390/app11146617>. IPV REP: <http://hdl.handle.net/10400.19/6785>
- (5) Cruz-Lopes, L., Macena, M, Esteves, B, Guiné, R. (2021). Ideal pH for the Adsorption of Metal Ions Cr⁶⁺, Ni²⁺, Pb²⁺ in Aqueous Solution with Different Adsorbent Materials. Open Agriculture, 6, 115–123. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0225>. IPV REP: <http://hdl.handle.net/10400.19/6656>

6.5 Fase 6.6- Participação no X Encontro Europeu da Castanha

Concluído

6.6 Fase 6.7- Participação no III Congresso Nacional da Castanha. Coordenação UTAD, IPB, IPV, UP

Concluído

6.7 Fase 6.8- Orientação de teses de mestrado e relatórios de estágio. Coordenação UTAD, IPB, IPV, UP

- (1) Gabriel Hilário. Monitorização do estado de conservação da castanha proveniente de apanha manual ou mecânica no período pós-colheita. Relatório de Estágio. Licenciatura em Biologia. Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro. Orientador: José Gomes Laranjo

6.8 Fase 6.10- Produção de um filme. Coordenação RefCast - Realmark

Esta tarefa encontra-se ainda em curso, com a recolha de mais imagens, em função da evolução dos trabalhos.

6.9 Comunicações orais em congressos e jornadas técnicas

Comunicações orais:

- (1) Gomes, A. & Sampaio, A. (2021). A Castanha, um Alimento Tradicional: Qualidade e Segurança Alimentar. 6 de maio. Dia aberto da UTAD 2021, Edição Online.
- (2) Gomes-Laranjo, J. (2021). Judia com futuro. Dia Aberto. 15 setembro. GO ValorCast “Judia com futuro”. Agrifuturo, Associação Cultural de Rio Bom. Carrizado de Montenegro, Valpaços.
- (3) Gomes-Laranjo, J. (2021). Novos desafios para o setor da castanha num mercado cada vez mais global. Jornada Técnica “. O castanheiro e a castanha, que futuro?”. 12 novembro. Câmara Municipal de Montalegre e Junta de Freguesia de Santo André. Santo André.
- (4) Junior S, Guiné R, Correia P. Production of hyper soft breads with castanea sativa flour for fast food chains. CMR | International Conference on Multidisciplinary Research. Viseu. Portugal. 1 e 2 de julho de 2021.
- (5) Guiné R, Brochard M, Correia P, Barroca MJ. Development of a new pasta product incorporating chestnut flour and bee pollen. CMR | International Conference on Multidisciplinary Research. Viseu. Portugal. 1 e 2 de julho de 2021.

- (6) Askri F, Pereira E, Correia P, Lema F, Martins F, Ouesleti S, Droga R, Ramalhosa E. Effect of using microperforated bags on the storage of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) for six months. CMR | International Conference on Multidisciplinary Research. Viseu. Portugal. 1 e 2 de julho de 2021.
- (7) Askri F, Pereira EL, Correia P, Lema F, Martins F, Ouesleti S, Droga R, Ramalhosa E. Effect of diferente packaging materials on the shelf-life of chestnut (*Castanea sativa* Miller) during short-time storage. 6th International ISEKI-Food Conference “Sustainable Development Goals in Food Systems: Challenges and Opportunities for the Future. On-line. 23 a 25 de junho de 2021.
- (8) Correia P. Use of chestnut flour for food innovation. International Webinar on Nutrition and Health. 12 de março 2021.
- (9) Gomes, A., Sampaio, A., Rodrigues, P. e Gomes-Laranjo, J. (2021). Field trial for the evaluation of two pesticides and a nutrient solution in the control of *Gnomoniopsis smithogilvyi*. 18 e 19 novembro. XII Jornadas de Transferencia Técnica y Científica de Biocastanea. Universidad de León, Campus de Ponferrada, Mesa del Castaño. Ponferrada, Espanha.
- (10) Driss, J.O., Possamai, G., Giaretta, R., Camelo, V., Gomes-Laranjo, J., Sampaio, A. e Rodrigues, P. (2021). Chestnut brown rot in Portugal: presence, virulence and perspectives on disease control. Webinar New insights and current experiments on diseases caused by the nut rot agent of chestnut *Gnomoniopsis castaneae* in Europe. 12 janeiro. Rede Europeia da Castanha-Eurocastanea, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari- DISAFA, Union Interprofessionnelle Châtaigne Sud-Oueste France. Bordéus, França.

Comunicação em poster

- (11) Correia P, Fouche L, Guiné R. From dried chestnuts to hydro-sweet chestnuts. CMR | International Conference on Multidisciplinary Research. Viseu. Portugal. 1 e 2 de julho de 2021. Poster

7 PLANO DE ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

7.1 Reunião Geral nº 4

A reunião decorreu no dia 23 abril 2021, em formato online com a seguinte agenda:

1- Início trabalhos

2- Apresentação dos principais resultados/ponto de situação das linhas de trabalho por cada grupo e planos para 2021 (podem preparar alguns diapositivos para partilhar)

- inquéritos (José Laranjo) -
- apanha mecânica (Arlindo Almeida)
- desinfestação castanha e instalação de protótipo (Adriano Carvalho)
- podridões castanha (Paula Rodrigues)

- difusão água castanha (José Morais)
- revestimentos (Elsa Ramalhosa, Fernando Nunes)
- embalagens (Elsa Ramalhosa)
- novos produtos (Paula Correia, Jorge Cardoso)
- Impacto económico (José Martino)

3- Planificação workshop 2021

4 - Orientações e publicações

5- Video ValorCast. Ponto de situação e planificação das recolhas finais de imagem.

6- Planificação livro

7- Jornada técnica final

8 - Outros assuntos

Estiveram presentes 21 pessoas.

7.2 Outras reuniões entre parceiros

Nada a registar.

8 EXECUÇÃO FINANCEIRA

O GO apresenta de acordo com a execução financeira apresentada pelos parceiros uma execução de 49%, valor (Tabela 14), variando a taxa individual de execução entre 11% e 93%.

Tabela 14- Execução financeira dos parceiros do GO ValorCast até 31 dezembro 2021.

Designação das entidades	Investimento Elegível Aprovado (€)(1)	Investimento Elegível Realizado (€)(2)	Taxa de Execução (%) (3)
Refcast – Associação Portuguesa da Castanha	14 218,26 €	8 402,85 €	59,09%
Aguiarfloresta – Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar	17 159,77 €	12 426,79 €	72%
Coopenela - Cooperativa Agrícola de Penela da Beira	35 937,34 €	17 467,65 €	
GEOSIL Empreendimentos Agro-Silvicolas, SA	10 998,20 €	10 298,20 €*	93,64%
IPB - Instituto Politécnico de Bragança	34 092,22 €	23 913,62 €	70,14%
IPV - Instituto Politécnico de Viseu	49 803,38 €	42 001,40 €	85%
UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	67 250,00 €	57 174,94 €	85,02%
ARATM – Associação Regional dos Agricultores das Terras de Montenegro	5 947,56 €		
Espaço Visual – Consultores de Engenharia Agronómica, Lda	17 587,08 €		
Agromontenegro, Lda	18 363,59 €	10 637,55 €*	57,93%
SORTEGEL Produtos Congelados, SA	35 413,42 €	14 048,60*	39,67%
Universidade do Porto	75 081,19 €	67 441,06 €	89,82%
Total	381 852,01 €	254 512,66 €	66,65%

(1) Investimento total elegível aprovado para cada entidade que integra o grupo operacional

(2) Investimento elegível realizado até à data que reporta o relatório anual de progresso (31/12/2021). Os valores marcados com * reportam-se a 31 dezembro 2020.

(3) Quociente entre o investimento elegível realizado e o investimento elegível aprovado