



ValorCast: Valorização da castanha e otimização da sua comercialização

2º Relatório Anual de Progresso

2020

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 2021

Caracterização da Operação e Período do Relatório

Relatório nº: 3/2020

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

Período do relatório: 1 janeiro 2020 a 31 dezembro 2020

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

Coordenação UTAD

Esta tarefa, que decorreu todo o ano de 2020, 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).

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.

Após reunião geral do projeto, na qual se procedeu à validação dos modelos de inquéritos específicos a aplicar tanto aos produtores como aos grossistas/transformadores, definiu-se a dimensão da 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%. Assim, 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.

Até à presente data 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).

O tratamento estatístico dos dados e obtenção dos resultados dos restantes inquéritos será concluído durante o 1º semestre de 2021, de modo a concluir esta tarefa. Neste relatório são apresentados alguns resultados preliminares relativos à caracterização, por concelho, dos produtores em termos de idade, escolaridade e área média de exploração.

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

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 (Tabela 3) cuja distribuição por concelho variou entre 24 anos em Mirandela e 88 anos em Lamego.

Tabela 3- Idade média dos produtores de castanha em cada concelho

Concelho	Idade (anos)
Aguiar da Beira	57
Alfândega da fé	63
Armamar	50
Bragança	55
Caldas da Rainha	66
Chaves	55
Lamego	88
Macedo de Cavaleiros	52
Mirandela	24
Moimenta da Beira	63
Murça	64
Penedono	62
S. João da Pesqueira	56
Sernancelhe	63
Tabuaço	56
Tarouca	60
Trancoso	60
Valpaços	53
Vila Pouca de Aguiar	54
Vimioso	42
Vinhais	60
Média	57

Em relação ao grau de escolaridade dos produtores de castanha, 31% dos produtores têm o 1º ciclo, sendo que cerca de 58% dos produtores tem um nível de escolaridade até ao 3º ciclo (Tabela 4).

Tabela 4- Escolaridade dos produtores de castanha (número por concelho).

	Total	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Ensino secundário	Bacharelato	Licenciatura	Mestrado	Doutoramento
Aguiar da Beira	4	1	1	0	1	0	1	0	0
Alfândega da fé	2	0	0	0	1	0	1	0	0
Armamar	6	0	0	0	4	0	2	0	0
Bragança	27	4	3	5	5	1	8	1	0
Caldas da Rainha	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Chaves	12	5	1	2	2	1	1	0	0
Lamego	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Macedo de Cavaleiros	10	1	2	1	2	0	3	1	0
Mirandela	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Moimenta da Beira	7	5	0	1	0	0	1	0	0
Murça	4	2	1	0	1	0	0	0	0
Penedono	12	2	4	1	2	0	3	0	0
S. João da Pesqueira	6	3	1	1	1	0	0	0	0
Sernancelhe	12	6	1	1	2	0	2	0	0
Tabuaço	4	2	1	0	0	0	1	0	0
Tarouca	6	2	0	1	1	0	2	0	0
Trancoso	16	5	0	5	2	0	1	2	1
Valpaços	44	15	7	8	13	0	1	0	0
Vila Pouca de Aguiar	12	4	1	2	3	0	2	0	0
Vimioso	4	0	0	1	1	0	2	0	0
Vinhais	19	6	4	2	2	0	3	1	1
Total (nº)	210	65	27	31	43	2	35	5	2
Total (%)	100,0	31,0	12,9	14,8	20,5	1,0	16,7	2,4	1,0

Cerca de 79% dos produtores têm áreas de exploração inferior a 10 hectares, sendo que 53% tem mesmo áreas inferiores a 5 hectares (Tabela 5).

Tabela 5- Distribuição das áreas de exploração segundo classes de área (número por concelho). A sombreado destacam-se as classes sem correspondência no concelho.

	Classes área (hectare)											
	Total	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	36-40	41-45	46-50	56-60	106-110
Aguiar da Beira	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alfândega da fé	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armamar	6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bragança	27	10	11	1	2	1	1	0	0	0	1	0
Chaves	13	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Lamego	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macedo de Cavaleiros	10	4	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0
Mirandela	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moimenta da Beira	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Murça	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penedono	12	8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S. João da Pesqueira	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sernancelhe	12	6	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Tabuaço	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tarouca	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trancoso	16	13	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Valpaços	45	18	11	6	3	4	0	0	1	2	0	0
Vila Pouca de Aguiar	12	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vimioso	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Vinhais	15	2	5	6	0	0	1	0	0	0	0	1
Total(nº)	208	111	54	17	9	7	3	1	1	3	1	1
Total (%)	100	53,4	26,0	8,2	4,3	3,4	1,4	0,5	0,5	1,4	0,5	0,5

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 soto

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

A Geosil participou em duas reuniões via WEB com os parceiros do projeto Valorcast:

- Em 3 de Julho de 2020, reunimos com todos os parceiros com o objetivo de fazer o ponto de situação do projeto, onde todos elencaram as tarefas realizadas até à data da reunião e fez-se o planeamento das tarefas a realizar até ao fecho do projeto.
- Dia 23 de Julho, fizemos uma reunião com os Parceiros do sub-tema da mecanização da colheita da castanha. Nesta reunião foi planeada a agenda dos trabalhos de campo a realizar, nomeadamente a planificação da operacionalização da limpeza da castanha proveniente da colheita mecânica no ano de 2020.

No seguimento das reuniões via WEB, foi agendada uma reunião presencial na Quinta de Arufe (propriedade da Geosil) onde está a máquina de limpeza da castanha. Nessa reunião estiveram presentes: António Borges (Geosil), o Prof. Arlindo Almeida (IPB) e o Eng. Vitor Meles (Manuel Meles).

Este encontro, no local onde estava instalada a máquina, serviu para identificar problemas detetados na operacionalização da mesma no ano anterior. Desta forma, planeou-se alterar e otimizar alguns procedimentos e também construir uma “guilhotina” na tremonha de descarga da castanha de modo a dosear a entrada da quantidade de castanha na máquina de limpeza (a entrada livre de castanha, por gravidade, criava obstrução do equipamento). A construção desse ajuste mecânico ficou a cargo do Eng. Vitor Meles.

Durante a colheita da castanha, a GEOSIL utilizou a máquina de limpeza de castanha e foram realizadas as medições dos tempos de trabalho, assim como os rendimentos, pelo Prof. Arlindo Almeida do (IPB).

A Sortegel colaborou com esta tarefa fazendo o armazenamento, em ambiente refrigerado, das amostras de castanhas colhidas manualmente e mecanicamente para estudos de possíveis lesões mecânicas provocadas pela recolha mecânica de castanhas. Os resultados foram estudados pela Prof. Elsa Ramalhosa (IPB).

Ações desenvolvidas pelo IPB:

- De janeiro a agosto 2020 – Tratamento dos dados obtidos em 2019 nos testes de campo efetuados com equipamento mecânico de colheita de castanha.
- De 05 a 24 novembro 2020:

(I) Realização de testes de campo de avaliação de desempenho de equipamento de colheita rebocado – relação castanha colhida/tempo, uso de equipamento complementar (sopradores) em Carragosa (Bragança), em agricultor não parceiro do projeto (Figura 1).

Deu-se continuidade à recolha de dados iniciada em 2019 para posterior tratamento e consolidação.

– (II) Realização de testes de avaliação da velocidade de trabalho de equipamento automotriz de colheita por dispositivos exclusivamente mecânicos (sem recurso a aspiração/vácuo) em Espinhosela e Carragosa (Bragança), em agricultor não parceiro do projeto (Figura 2).



Figura 1– Testes para avaliação de desempenho de equipamento de colheita rebocado





Figura 2– Testes de avaliação da velocidade de trabalho de equipamento automatizado de colheita por dispositivos exclusivamente mecânicos.

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 3).

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 3).



Figura 3- 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 “encordoadá” previamente com a ajuda de um soprador para melhorar a eficácia do funcionamento da máquina (Figura 4). 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 5).



Figura 4 – Máquina em funcionamento.



Figura 5- 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 6). De igual forma também foi observada alteração na cor da castanha a partir dos 30 dias após a colheita (Figura 7), sendo

que a castanha da apanha manual permaneceu com tons de epiderme mais acastanhados e amarelados que a da apanha mecânica.

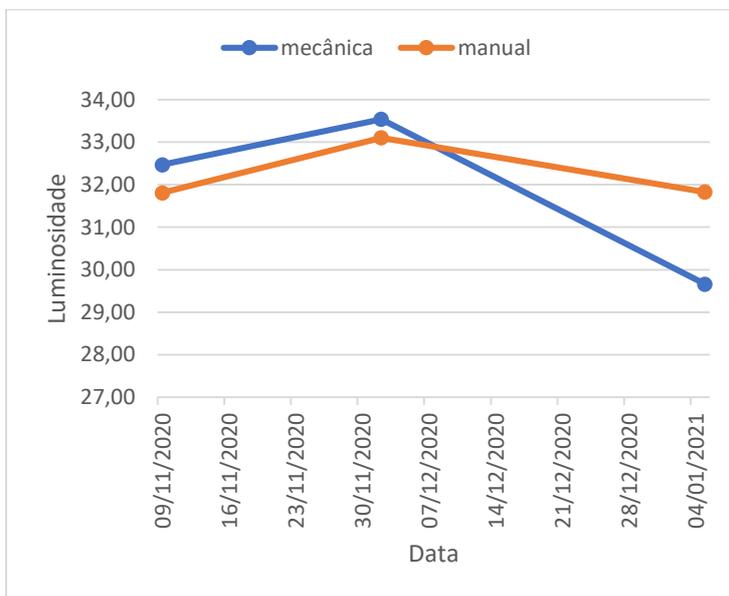


Figura 6- Variação da luminosidade da epiderme da castanha var. Longal, entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

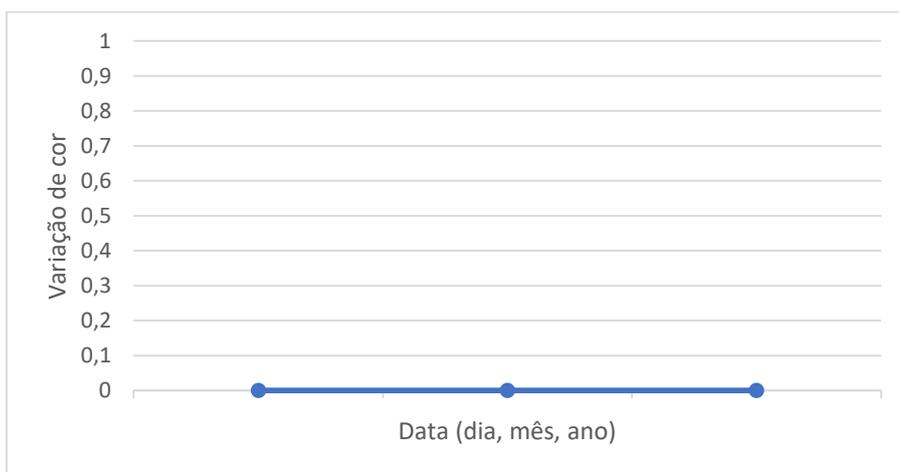


Figura 7- Análise da variação da cor da epiderme da castanha var. Longal (cor apanha manual vs apanha mecânica) entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

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 8). Também foi avaliada a perda de água (Figura 9).

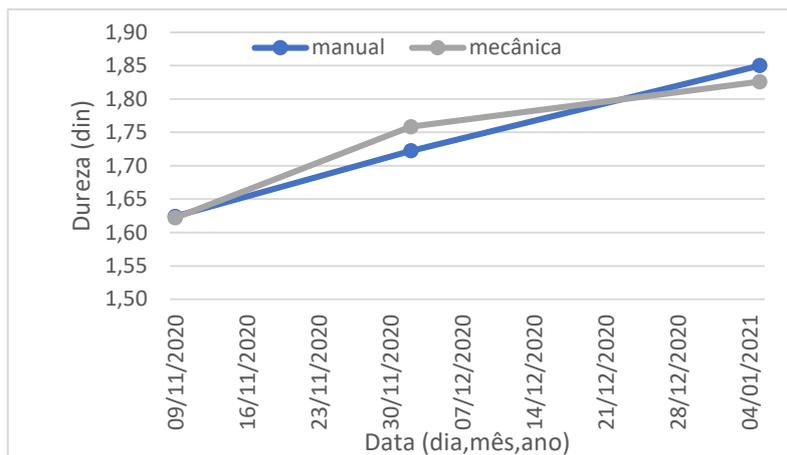


Figura 8- Variação do grau de dureza da castanha descascada, var. Longal, proveniente da colheita manual e mecânica.

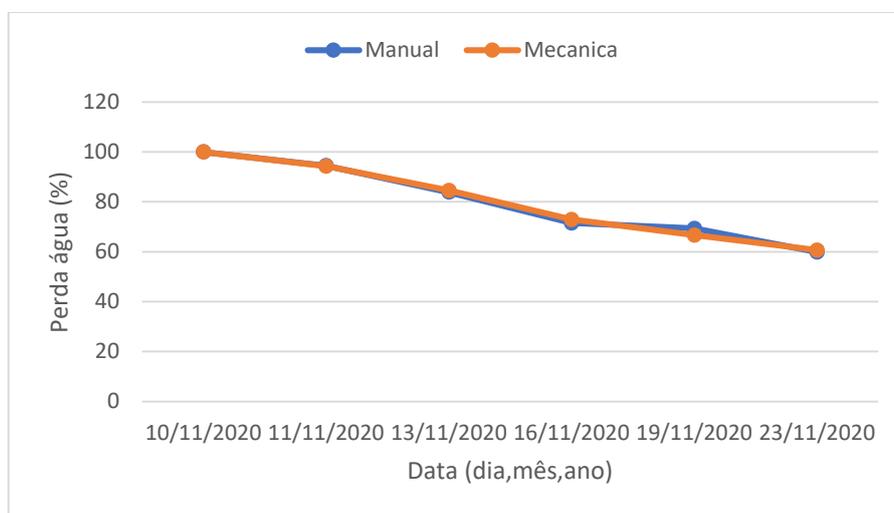


Figura 9- Variação da perda de água em castanhas var. Longal, provenientes da colheita manual e colheita mecânica entre 10/11/2020 e 23/11/2020.

2.1.1.3 Ensaio colheita mecânica DOP Soutos da Lapa – Coopenela, UTAD, IPB

A Coopenela 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 Martainha (Figura 10). De notar que, conforme a Figura 10, o lote de castanha saído da máquina estava limpo de pedras.



Figura 10- 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 11). 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 12).

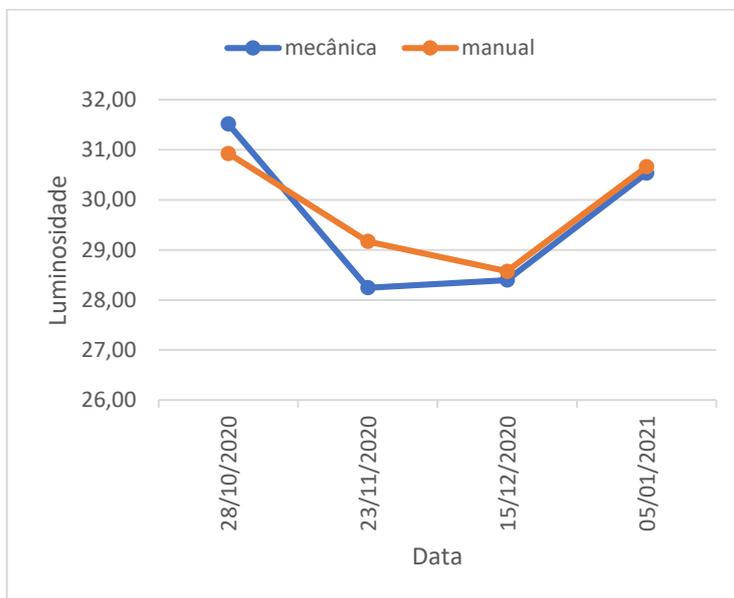


Figura 11- Variação da luminosidade da epiderme da castanha var. Martainha, entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

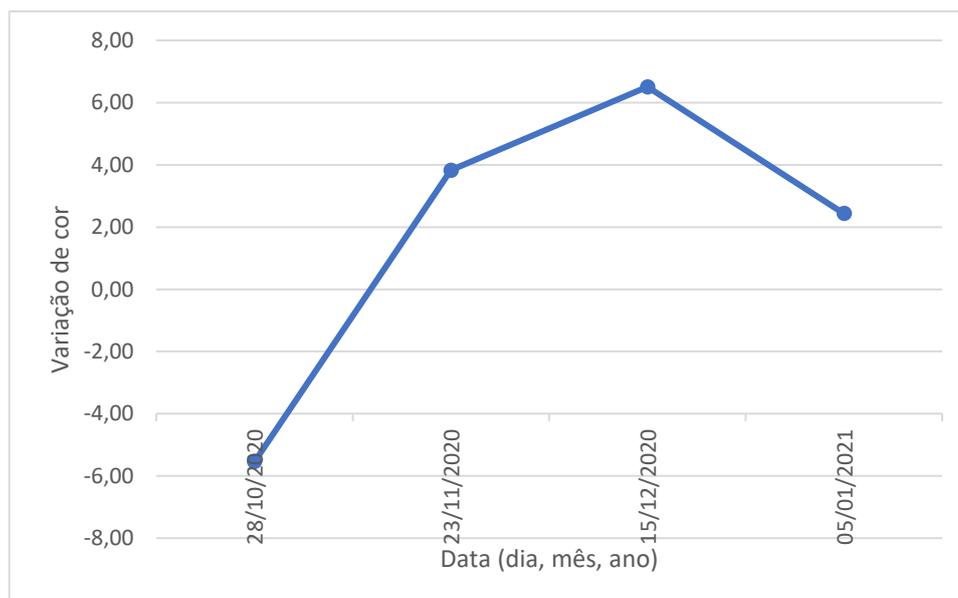


Figura 12- Análise da variação da cor da epiderme da castanha var. Martáinha (cor apanha manual vs apanha mecânica) entre o momento da apanha, 9/11/2020 e 4/01/2021.

Em relação à dureza da castanha (sem casca) não se observaram diferenças entre os dois lotes (Figura 13).

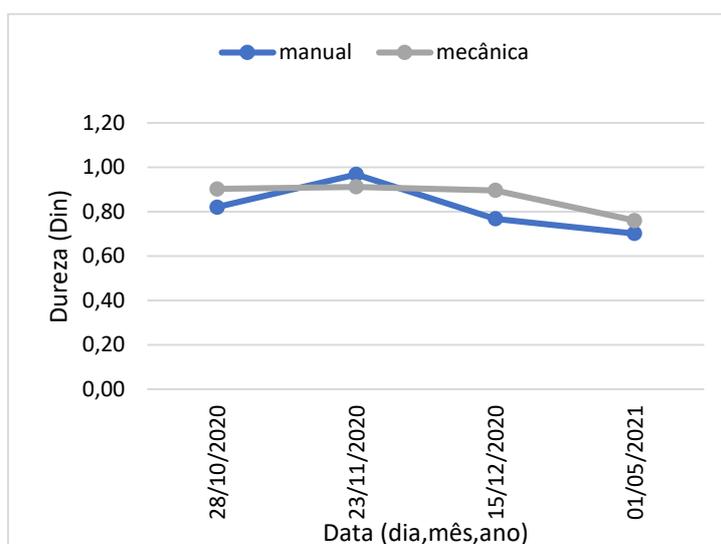


Figura 13- Variação do grau de dureza da castanha descascada, var. Martáinha, proveniente da colheita manual e mecânica.

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 14) ao fim de 12 dias.

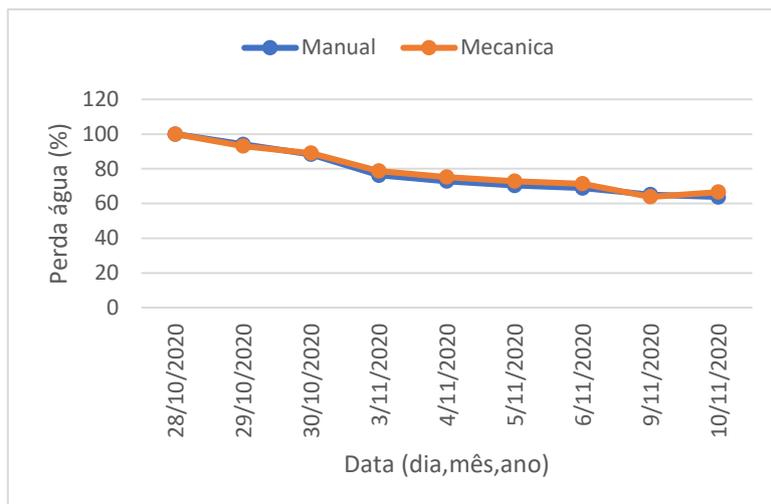


Figura 14- Variação da perda de água em castanhas da var. Martainha provenientes da colheita manual e colheita mecânica entre 10/11/2020 e 23/11/2020.

2.1.2 Fase 2.1.2- Colheita mecânica com limpeza e desourçamento feitos no armazém. Coordenação IPB

Atividades de desenvolvimento experimental:

- De 03 a 24 novembro 2020 – Realização de testes de campo com o equipamento de limpeza e desourçamento em armazém em Rebordainhos - Arufe / Geosil (Figura 15).

Foi recolhida informação que permitirá avaliar a capacidade de trabalho (kg/hora) de castanha desourçada e limpa. Foi também avaliada a qualidade da limpeza efetuada, com castanha colhida em souto velho e com castanha colhida em souto mais recente.

Para as avaliações indicadas, o equipamento foi colocado em funcionamento com diferentes regulações da velocidade de aspiração e diferentes ângulos de defletores.

Estes testes parecem demonstrar que a solução encontrada na reunião de 23 de setembro de 2020 para a instalação do equipamento foi a possível, mas pode não ser a melhor. A instalação do equipamento de facto em armazém, para o que será necessário um tapete elevador transportador que eleve a castanha até ao ponto de alimentação

Foram recolhidas amostras de castanhas colhidas mecanicamente e outras colhidas manualmente, com o objetivo de avaliar a qualidade do trabalho de equipamento (massa de inertes; castanha danificada; outros). Esta tarefa será realizada pela Profa. Elsa Ramalhosa (ESA/IPB).



Figura 15– Testes para avaliação de desempenho de equipamento de limpeza e desourição em armazém

- **Danos nos frutos colhidos mecanicamente vs colhidos manualmente**

A equipa do IPB decidiu realizar uma experiência na colheita de 2020 (novembro) com o intuito de avaliar se a colheita mecânica provoca mais danos aos frutos e acarreta o aparecimento de podridões internas do que a colheita manual. Para isso, procedeu-se à recolha de castanha em soutos onde se efetuou a colheita mecânica e a colheita manual. Ao longo de 3 meses de armazenamento irão ser avaliadas diversas propriedades físico-químicas de modo a determinar qual o efeito que o tipo de colheita tem sobre as propriedades dos frutos. Na figura seguinte encontram-se representadas castanhas após 15 dias de terem sido colhidas manual e mecanicamente (Figura 16). O ensaio encontra-se em curso.

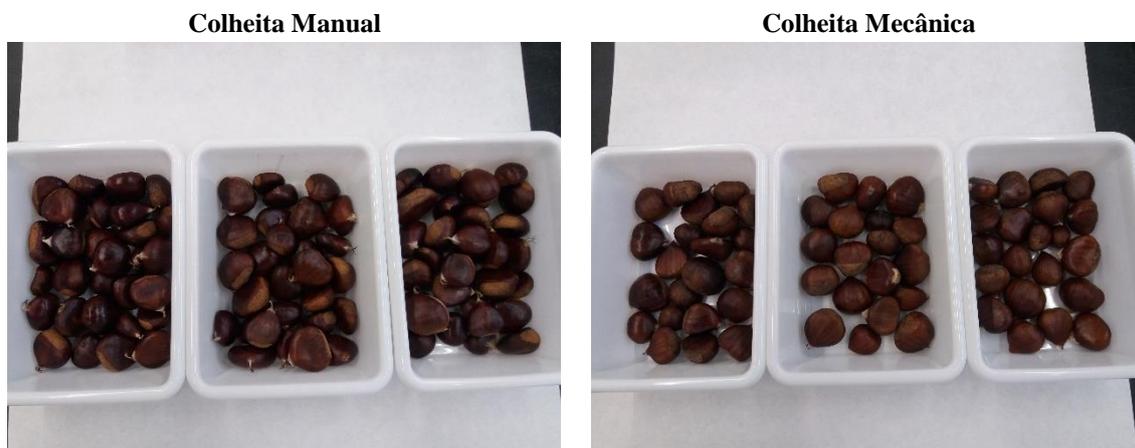


Figura 16- Castanhas após quinze dias de terem sido colhidas manual e mecanicamente.

2.1.3 Desvios

Nada a registrar.

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

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 17) 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 17- 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 18 representa o modelo simplificado do conversor e da câmara de desinfeção. 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.

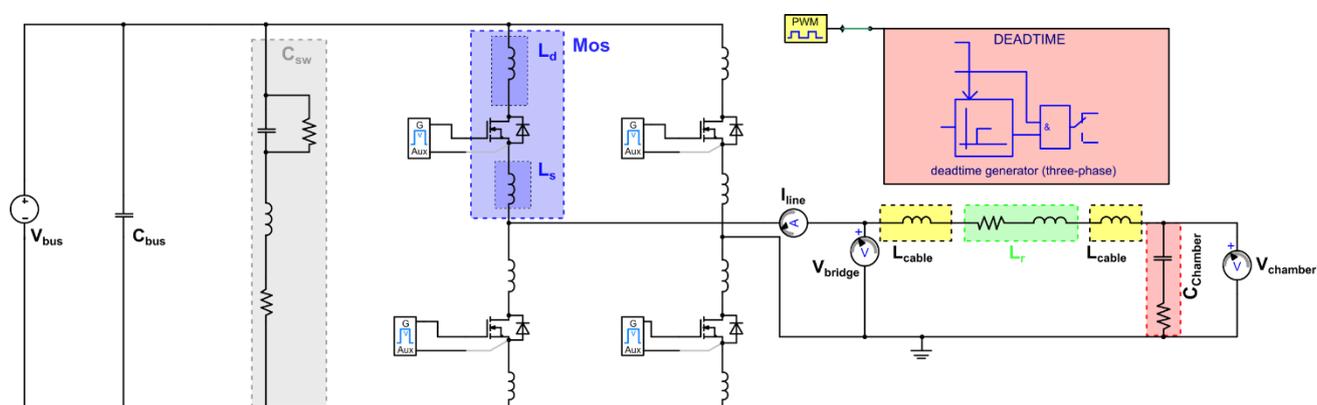


Figura 18– Modelo simplificado do conversor e câmara de desinfeção

Usando o *software* *Simplorer* da *ANSYS*, foi possível simular o circuito da Figura 18 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 19. 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.

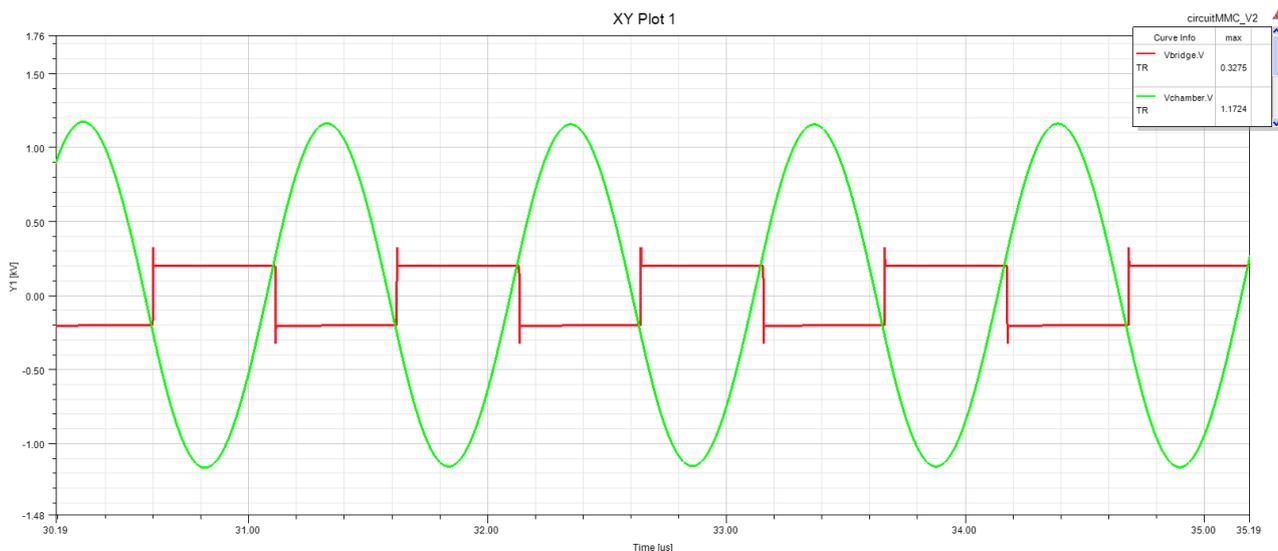


Figura 19– Formas de onda da tensão na ponte (vermelho) e na câmara de desinfecção (verde)

Na Figura 20 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*.

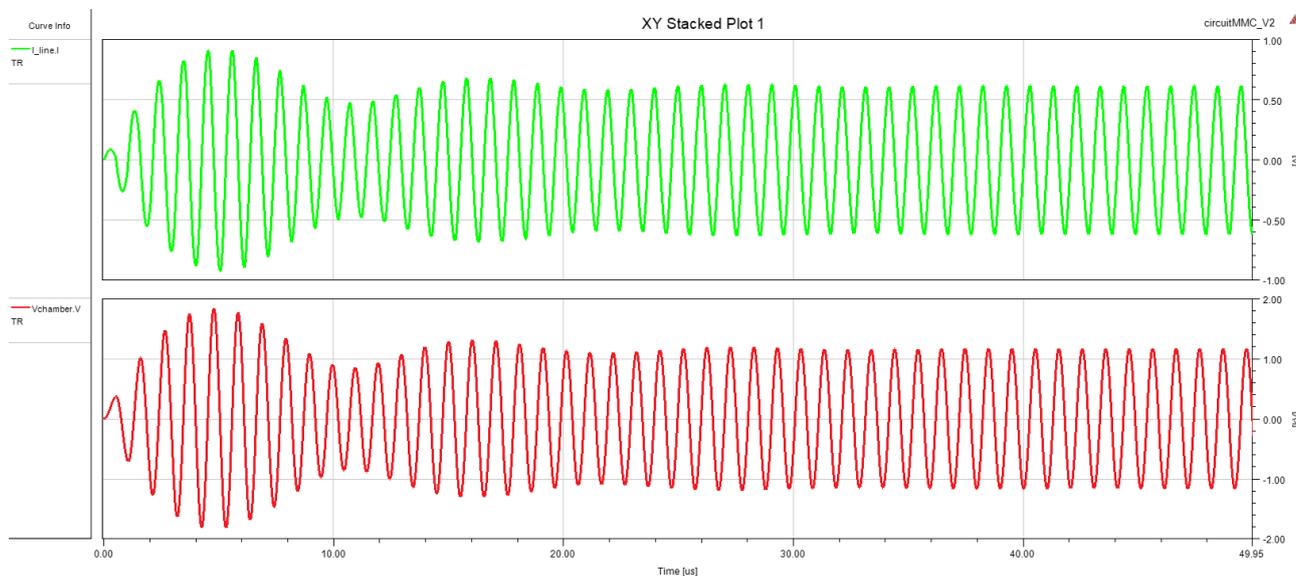


Figura 20– Formas de onda da corrente na linha (verde) e tensão na câmara de desinfecção (vermelho)

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 21. 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.

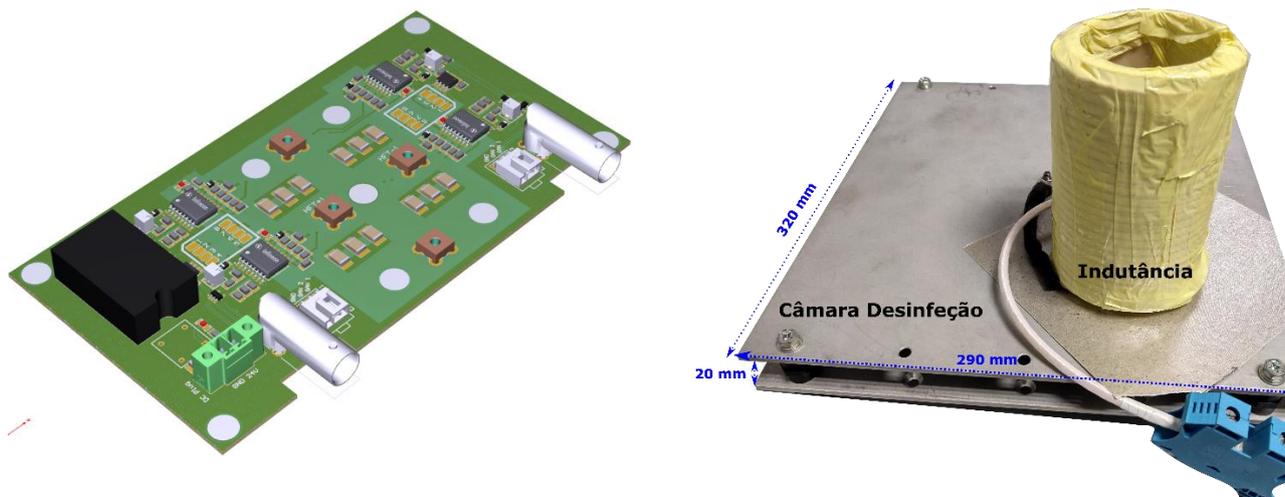


Figura 21- Nova placa de circuito impresso da ponte H (esquerda) e Sistema: Indutância e câmara de desinfecção (direita).

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 22 podemos ver o sistema de ensaio laboratorial completo.

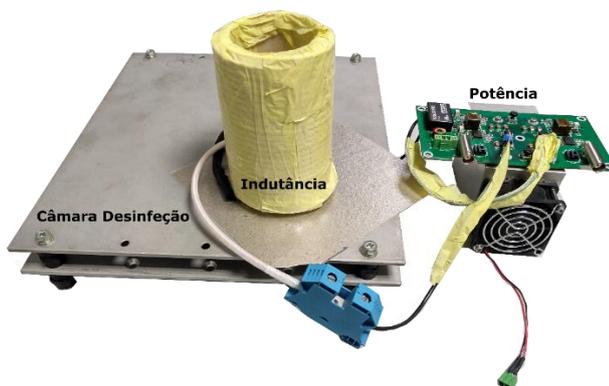


Figura 22– Interligação do sistema: câmara desinfecção, indutância e Potência.

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 23. Como se pode ver nas Figura 24 e Figura 25, com o mesmo *setup* consegue-se duplicar a tenção na câmara ($V_{Chamber} \cong 3430 V$).

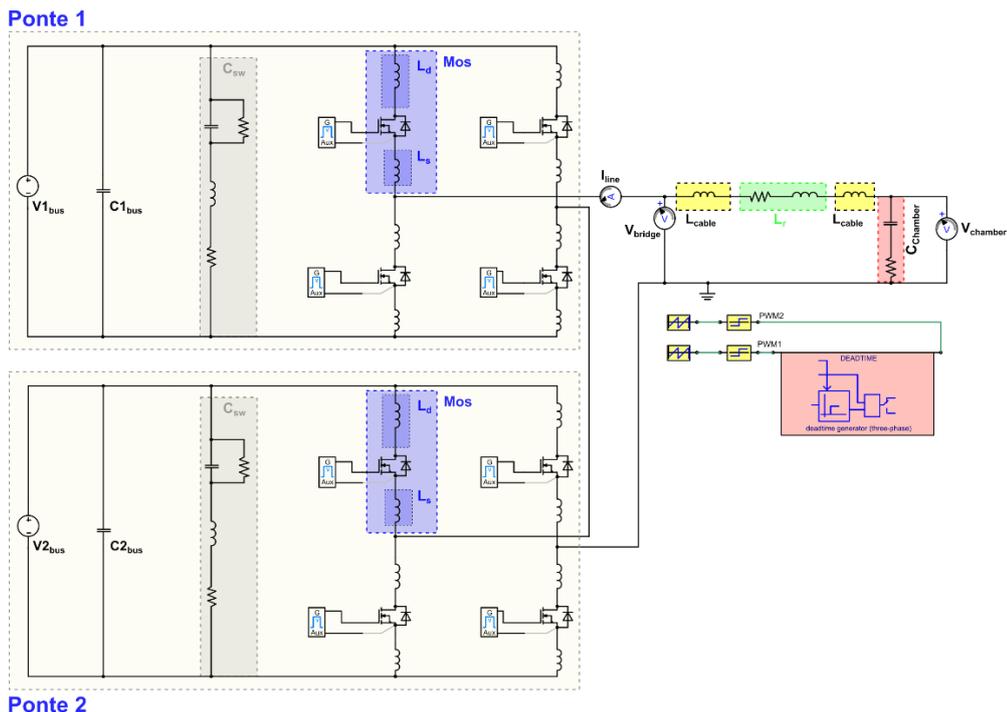


Figura 23– Topologia MMC: simulação.

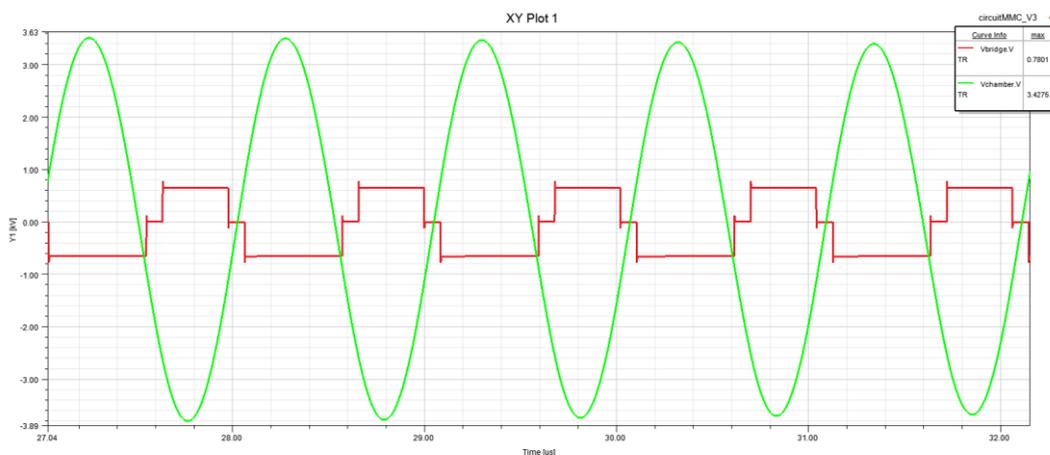


Figura 24– Formas de onda da tensão à saída do MMC (vermelho) e na câmara de desinfecção (verde)

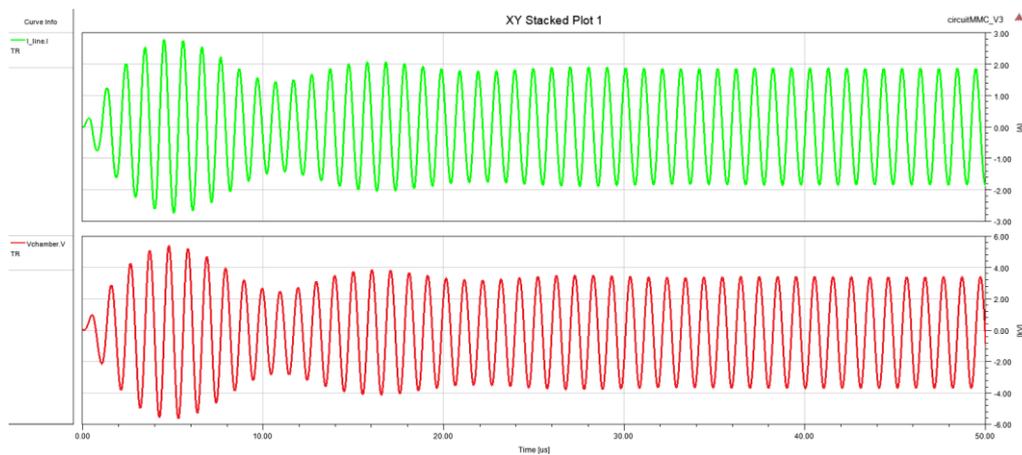


Figura 25– Formas de onda da corrente na linha (verde) e tensão na câmara de desinfecção (vermelho)

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 26, onde a castanha bichada (castanha de controlo) é a indicado a vermelho.

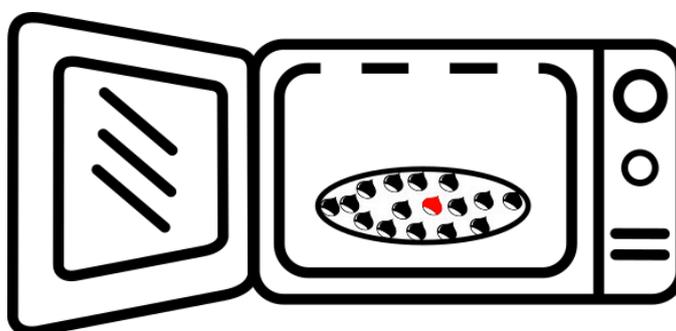


Figura 26– Ensaio com múltiplas castanhas usando micro-ondas

A uma temperatura ambiente de 20 °C, foi-se testando vários grupos de castanhas (indicados a cor diferente na Tabela 6) monitorizando a temperatura quer da castanha com lagarta, quer das castanhas na periferia do prato. Os resultados recolhidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6– 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 desinfestação, 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 7. É de referir que o tempo entre ensaios foi de um mês.

Tabela 7– 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

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.

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

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 27, Figura 28);



Figura 27- Sinal característico da podridão castanha causada por *G. smithogilvyi* em castanha.



Figura 28- 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 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 endófito e encontra-se presente nas castanhas de Trás-os-Montes, de maneira semelhante entre as três variedades de castanha estudadas (Judia, Longal e Martainha). 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 29).

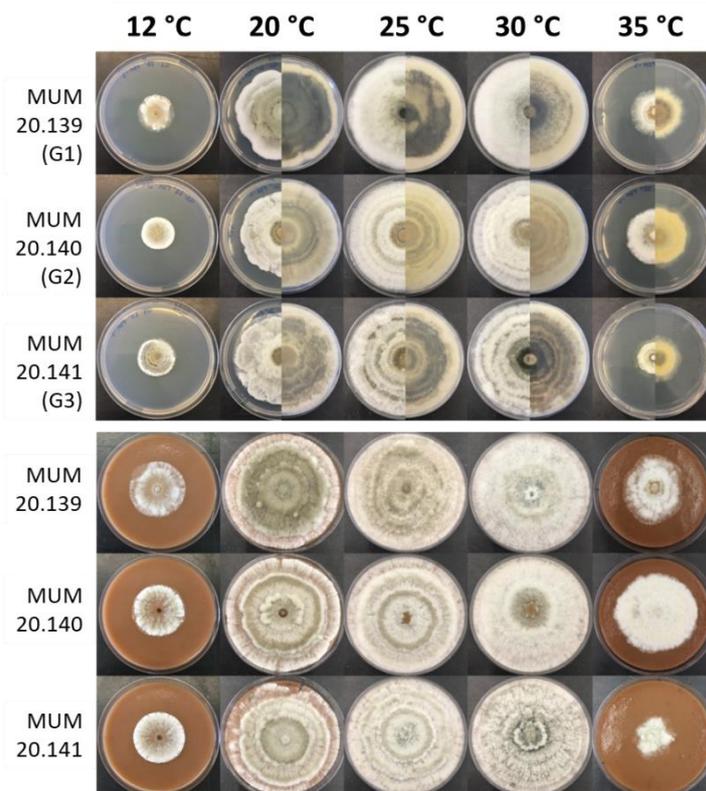


Figura 29- Crescimento de três isolados de *G. smithogilvyi* (G1, G2 e G3) em 5 temperaturas (12, 20, 25, 30 e 35 °C) em meio de cultura PDA (em cima) e meio de castanha (em baixo), após 7 dias de incubação.

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.

2.3.4 Efeito da radiação UV. Coordenação UTAD.

Não foram realizados ensaios neste eixo

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 incidiu sobre as seguintes variedades: Boaventura, Martainha, Lada, Cota, Longal e Judia. 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 30a) 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 30b). Na Tabela 8 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).

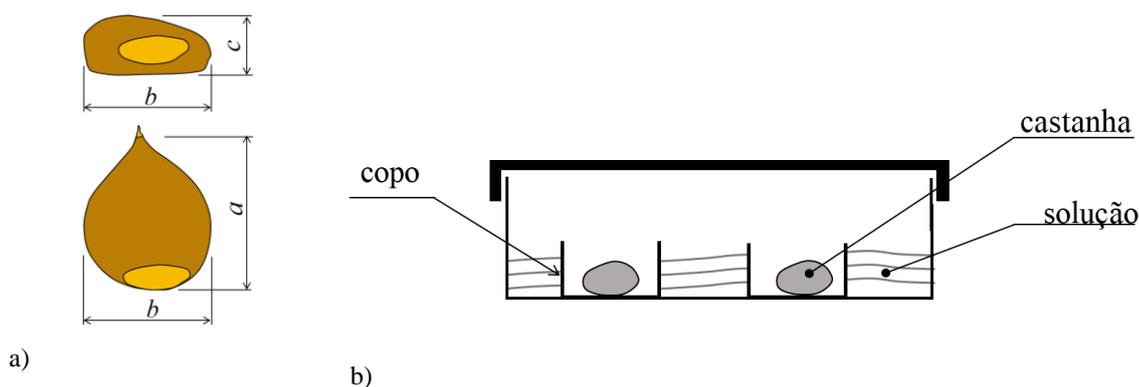


Figura 30- (a) Dimensões características e (b) esquema do acondicionamento dos frutos.

Tabela 8 – 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%

Curvas de secagem da variedade “Boaventura”

Na Figura 31 a Figura 33 encontram-se os resultados experimentais básicos dos ensaios de secagem: 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 (equação 1):

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

onde $m(t)$ representa a massa de cada fruto no instante t e m_0 representa a massa inicial.

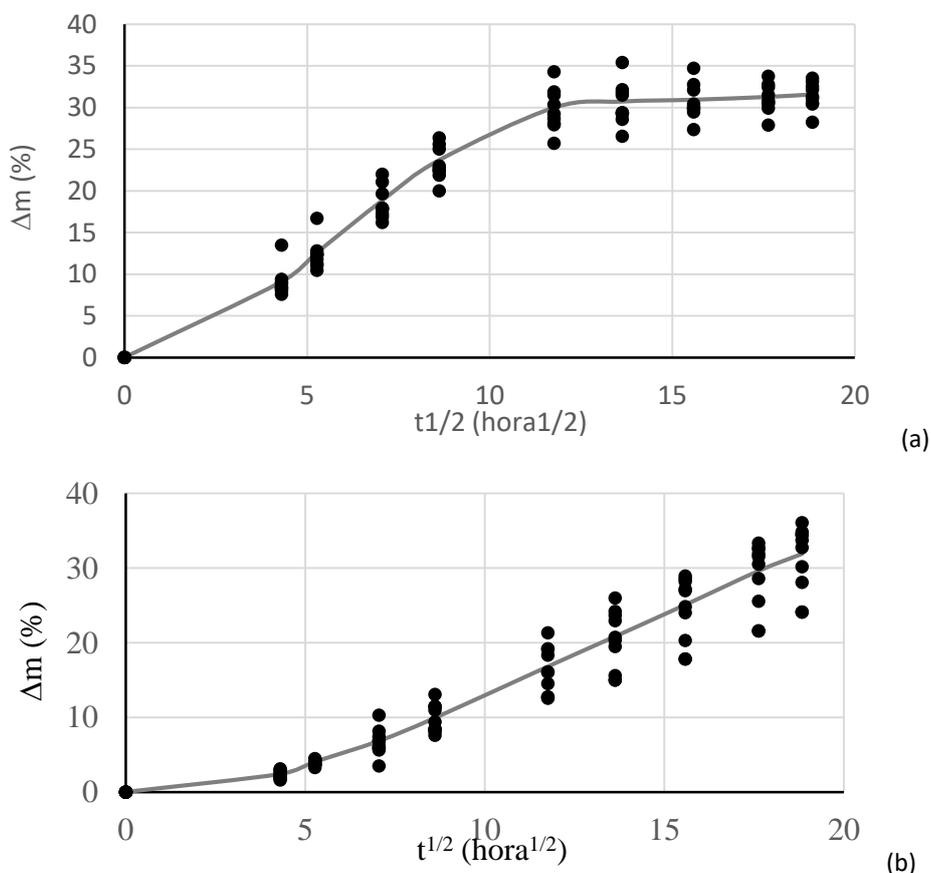
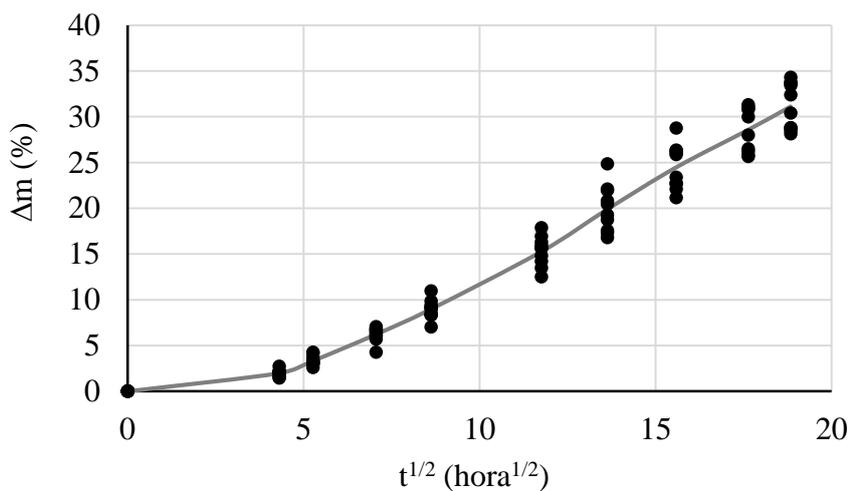
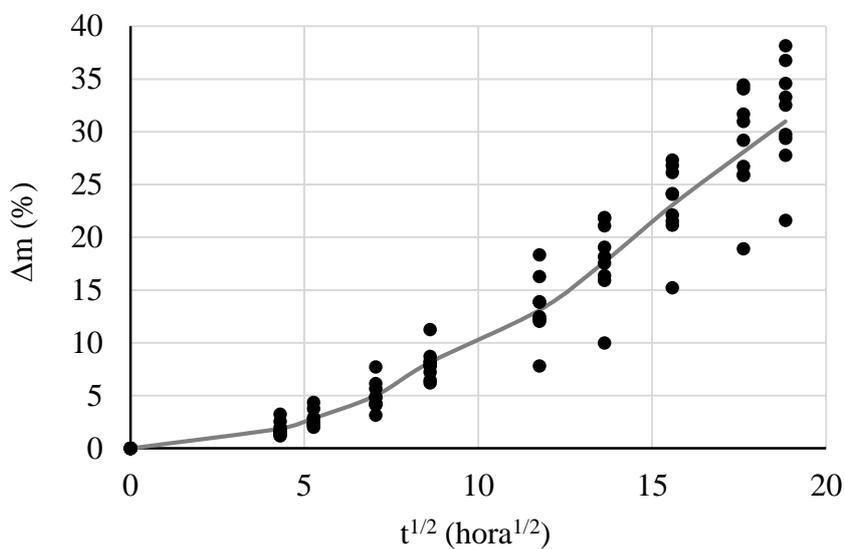


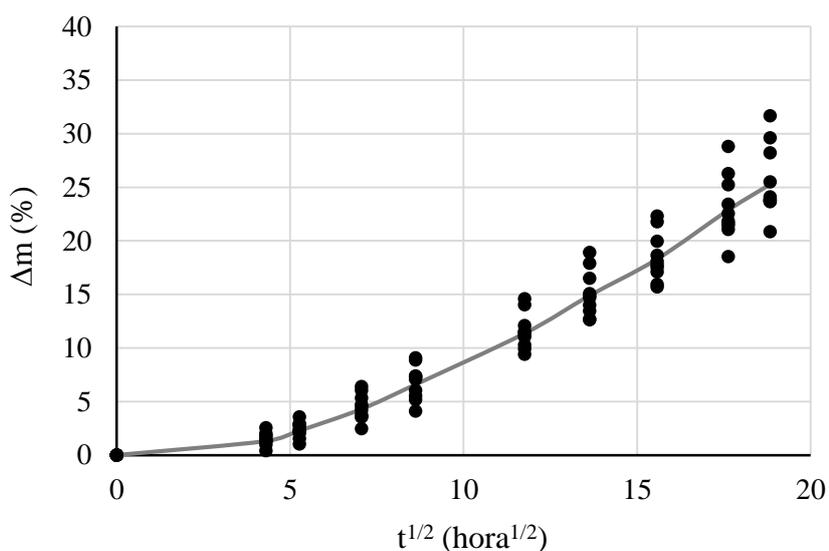
Figura 31– Curvas de secagem da variedade “Boaventura”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8% (continua).



(c)

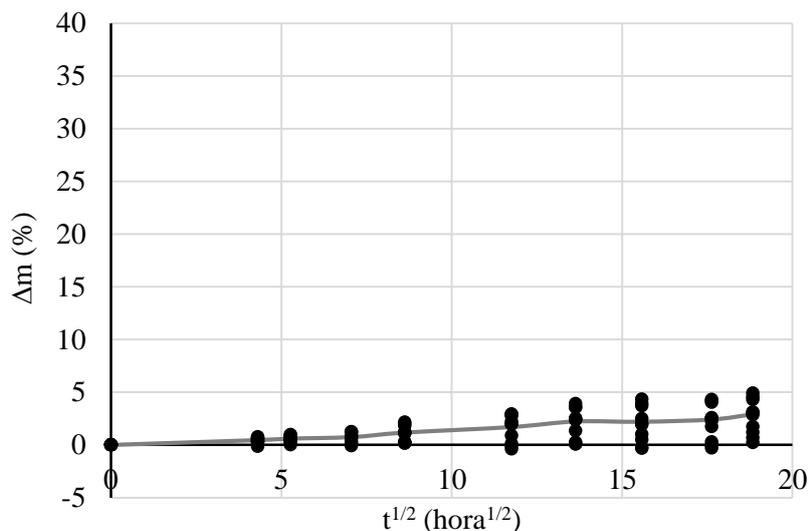


(d)



(e)

Figura 32– Curvas de secagem da variedade “Boaventura”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8% (continua).

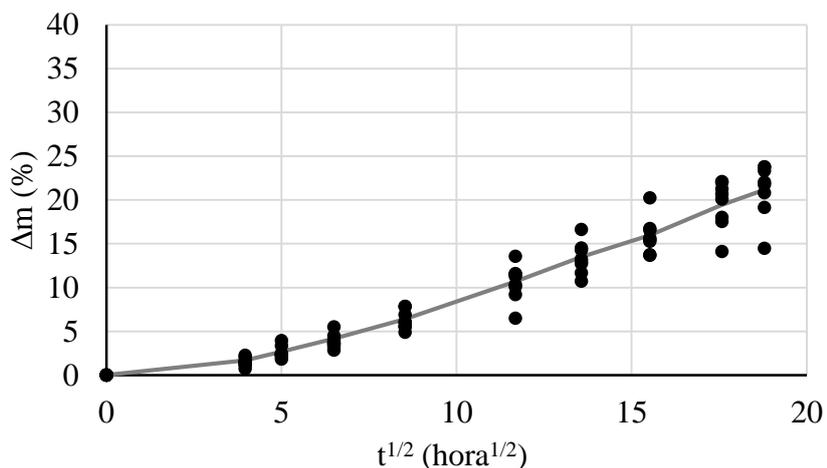


(f)

Figura 33– Curvas de secagem da variedade “Boaventura”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%.

Curvas de secagem da variedade “Martainha”

Na Figura 34 a Figura 36 encontram-se as curvas de secagem obtidas para todos os frutos da variedade “Martainha”. Estas curvas exprimem a percentagem de perda de água (equação 1) em função da raiz quadrada do tempo.



(a)

Figura 34 – Curvas de secagem da variedade “Martainha”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8% (continua).

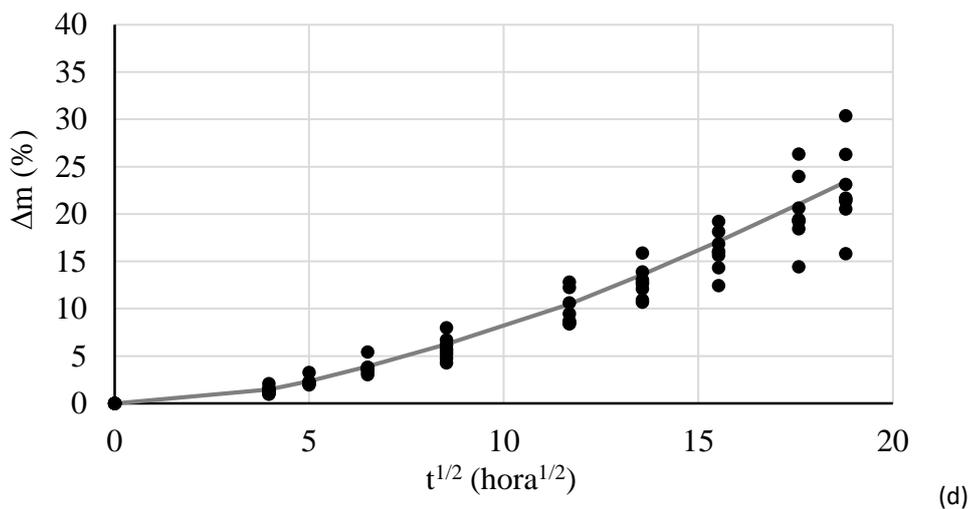
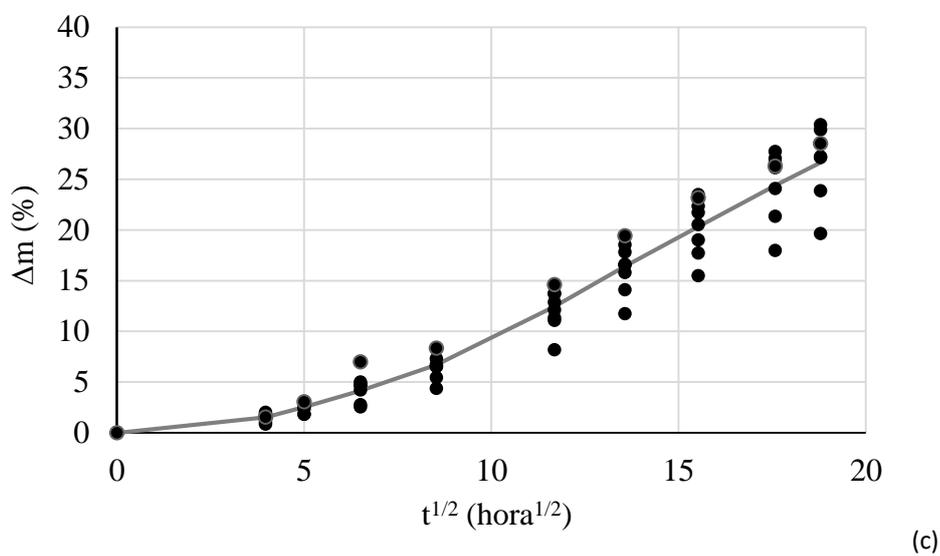
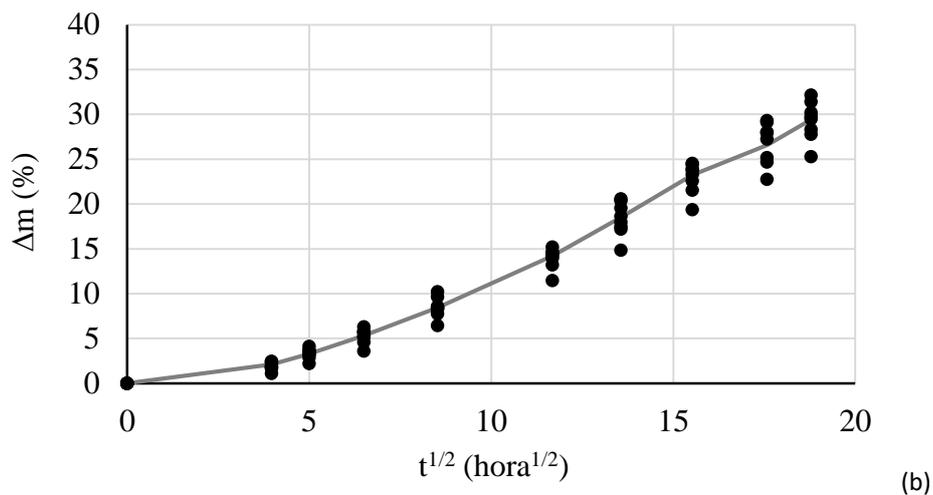


Figura 35 – Curvas de secagem da variedade “Martainha”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8% (continua).

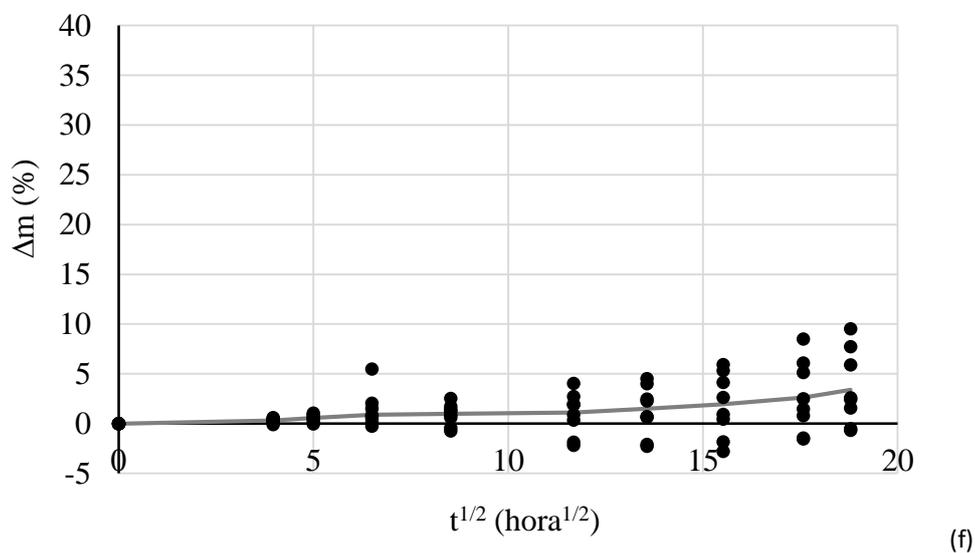
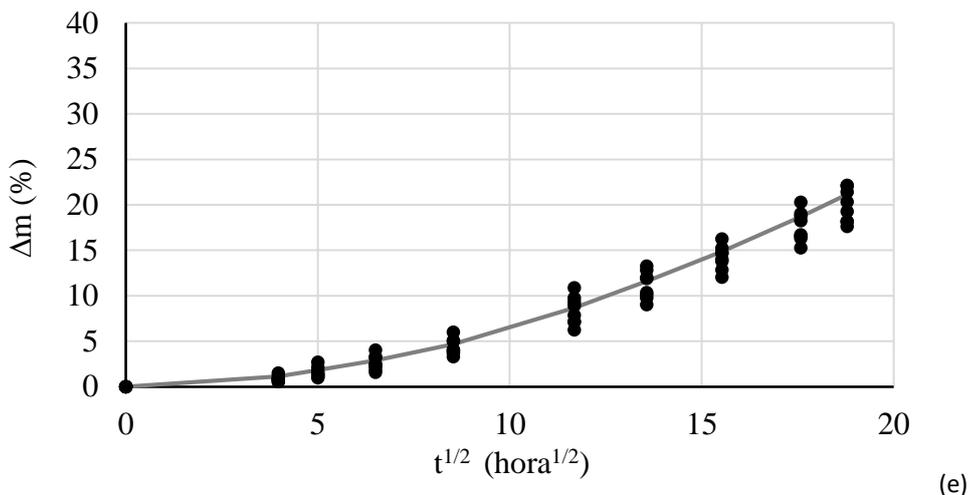
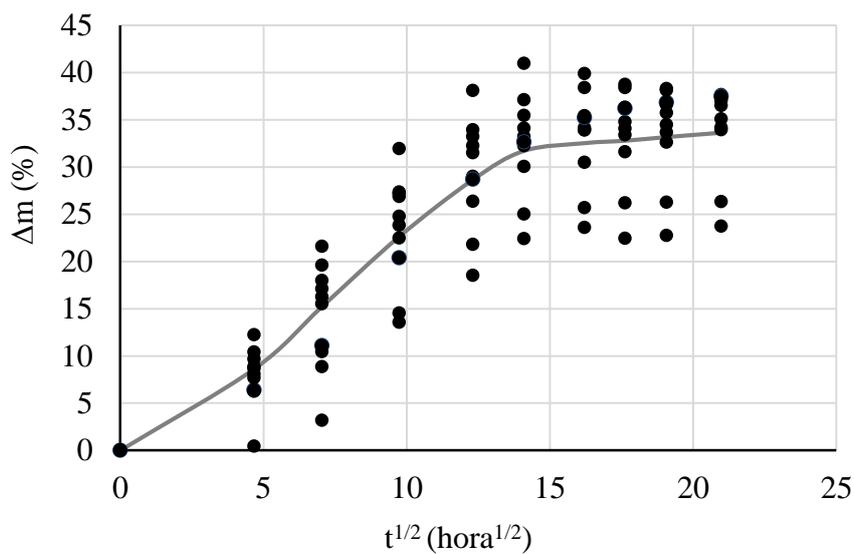


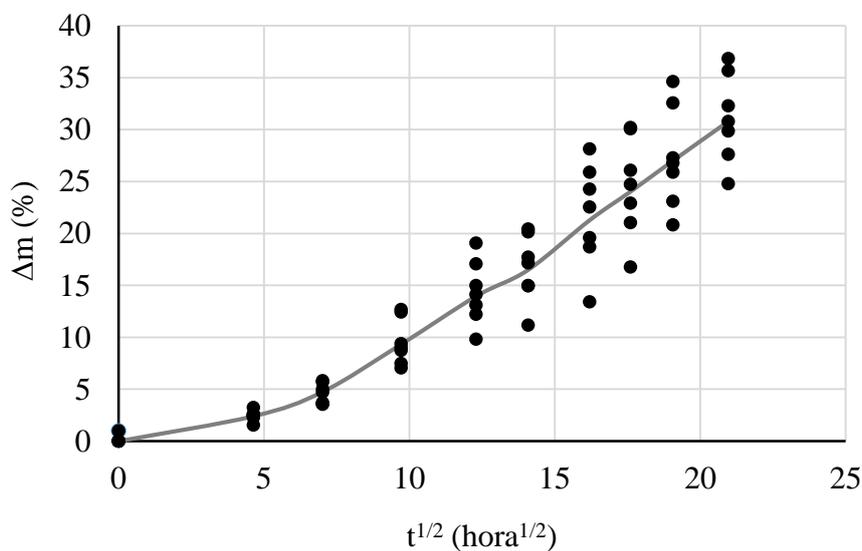
Figura 36– Curvas de secagem da variedade “Martainha”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%.

Curvas de secagem da variedade “Lada”

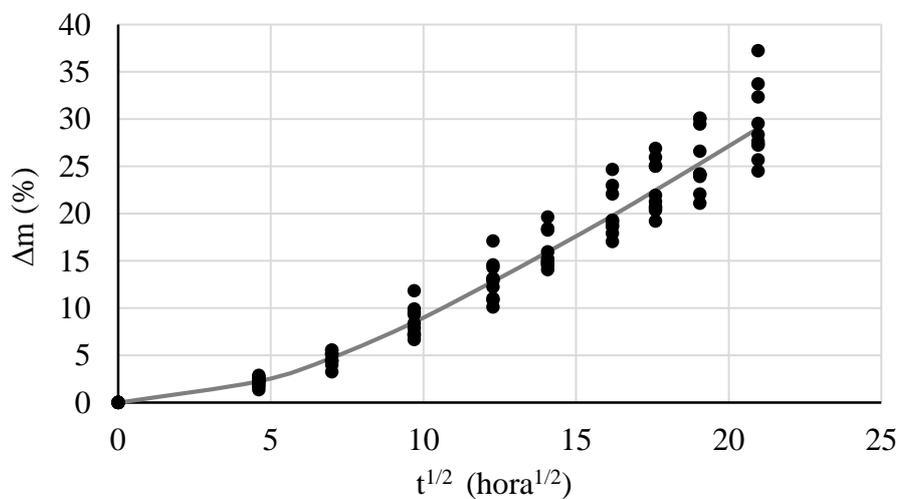
As curvas de secagem (ΔM versus \sqrt{t}) de todas as castanhas da variedade “Lada” estão reunidas na Figura 37 e Figura 38.



(a)



(b)



(c)

Figura 37– Curvas de secagem da variedade “Lada”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8% (continua).

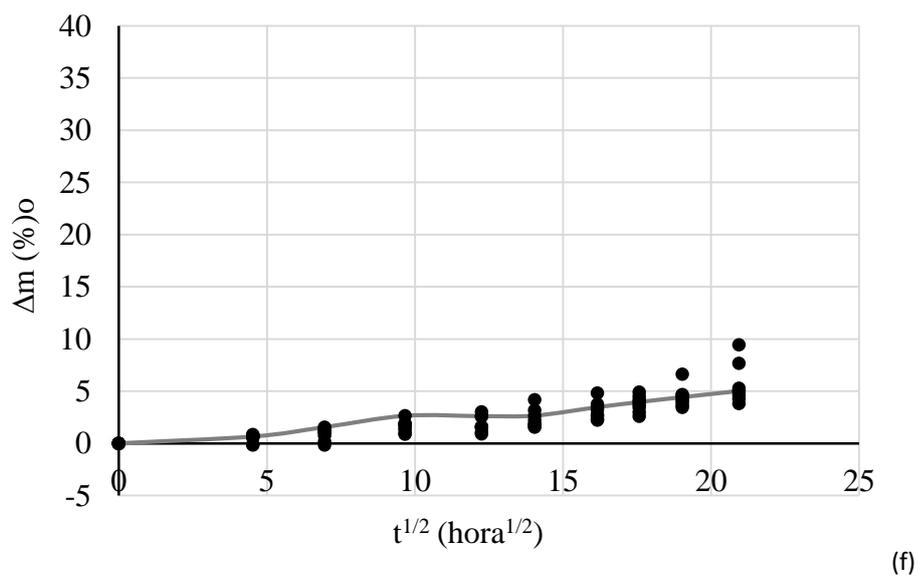
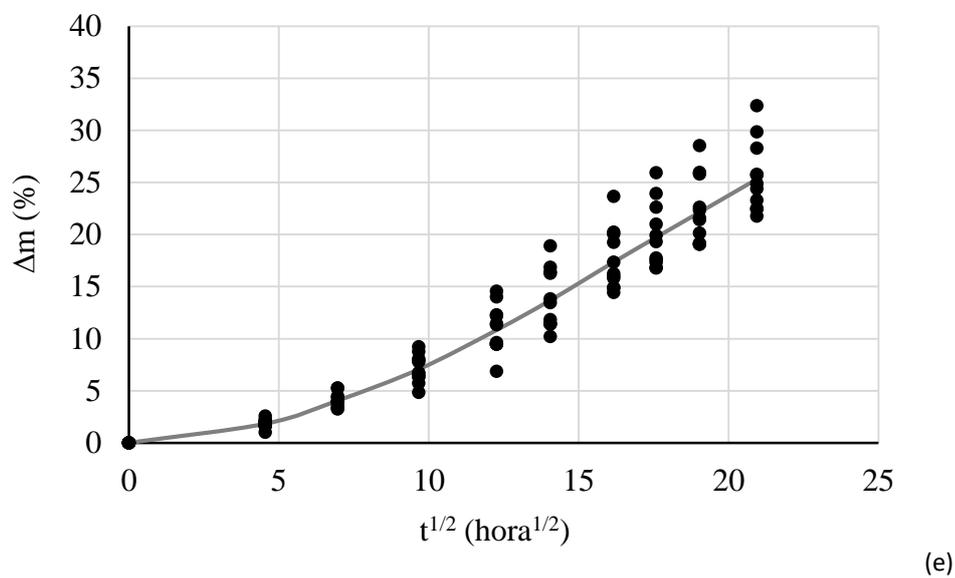
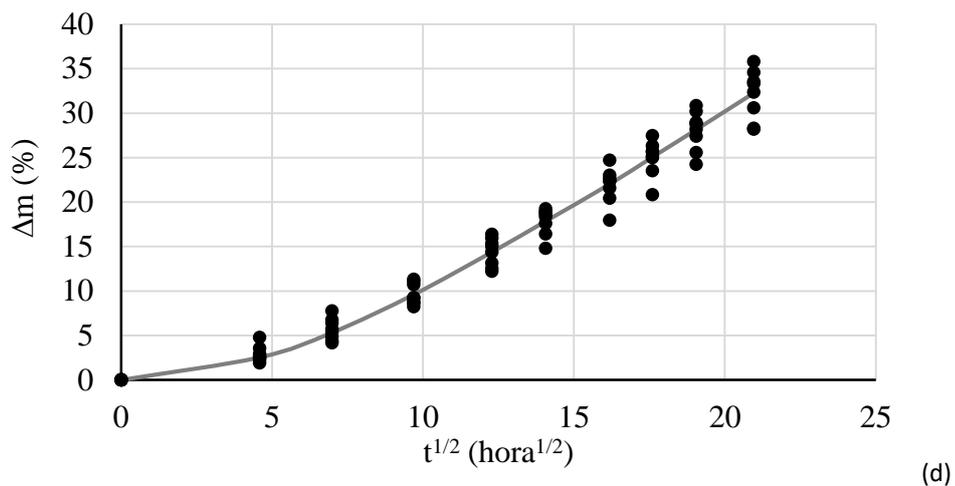


Figura 38– Curvas de secagem da variedade “Lada”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%.

Curvas de secagem da variedade “Longal”

As curvas de secagem determinadas experimentalmente para as castanhas da variedade “longal” encontram-se nos gráficos da Figura 39 e Figura 40.

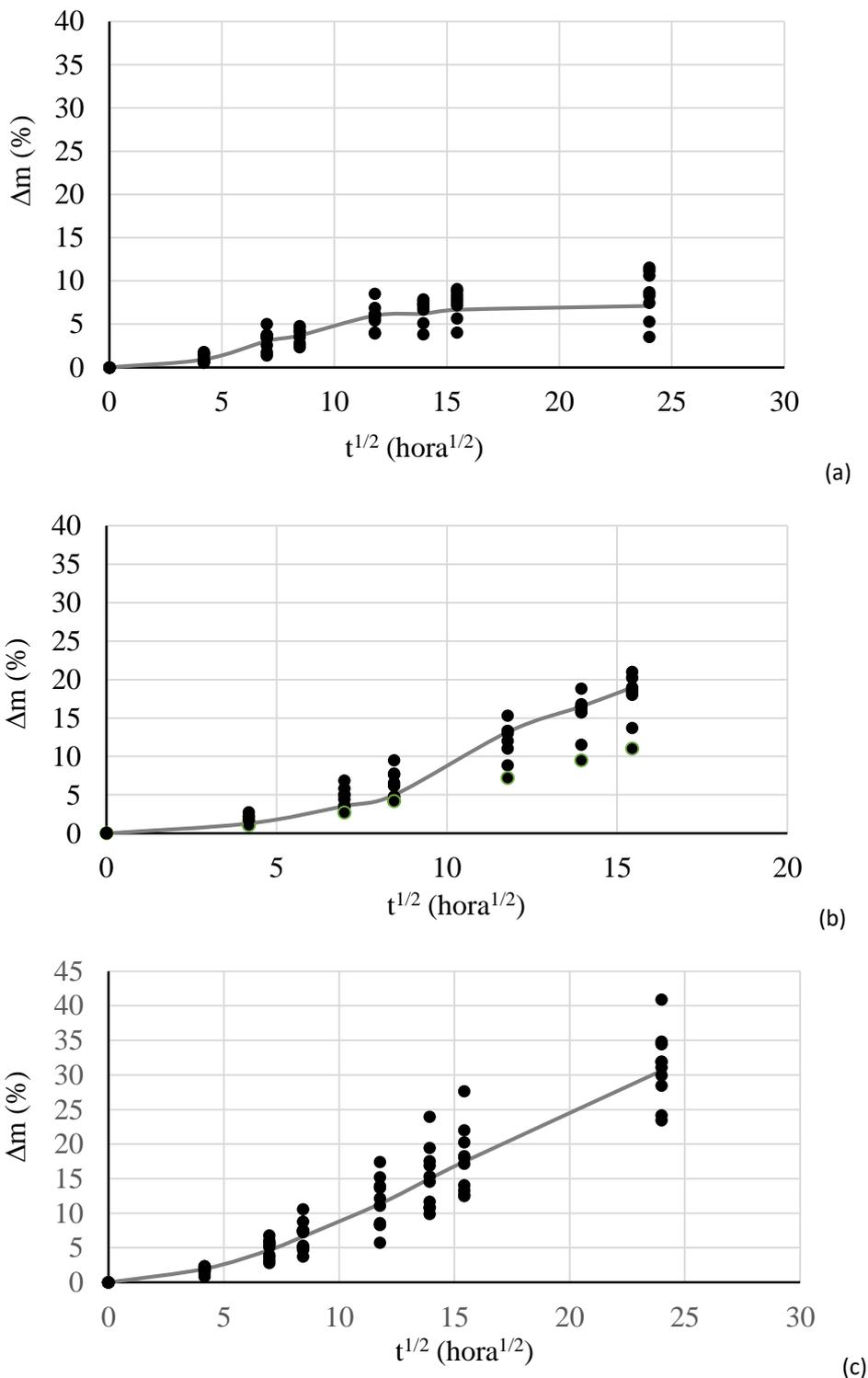


Figura 39– Curvas de secagem da variedade “Longal”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%. (continua).

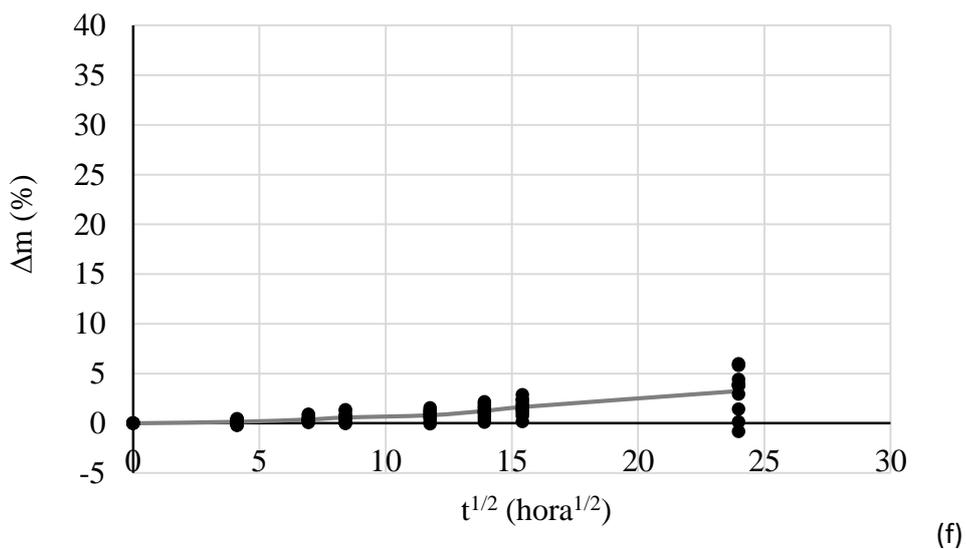
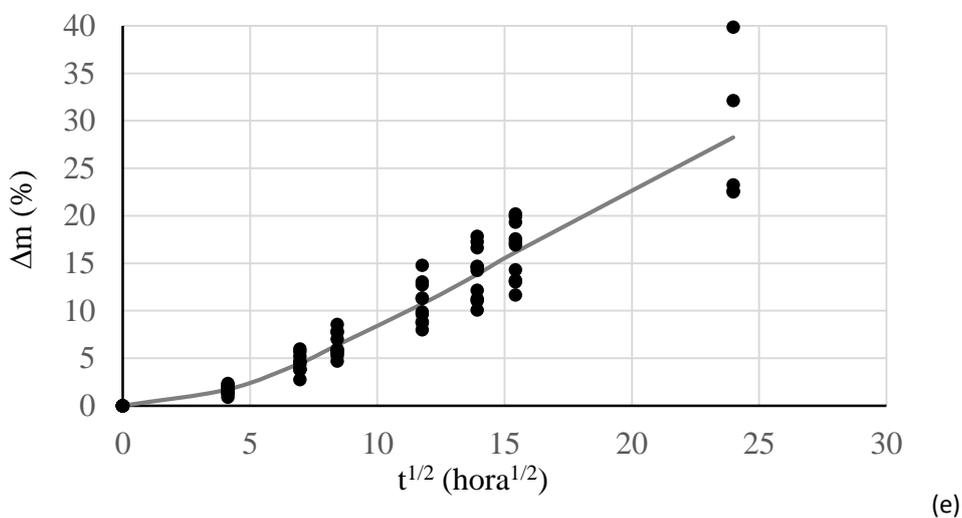
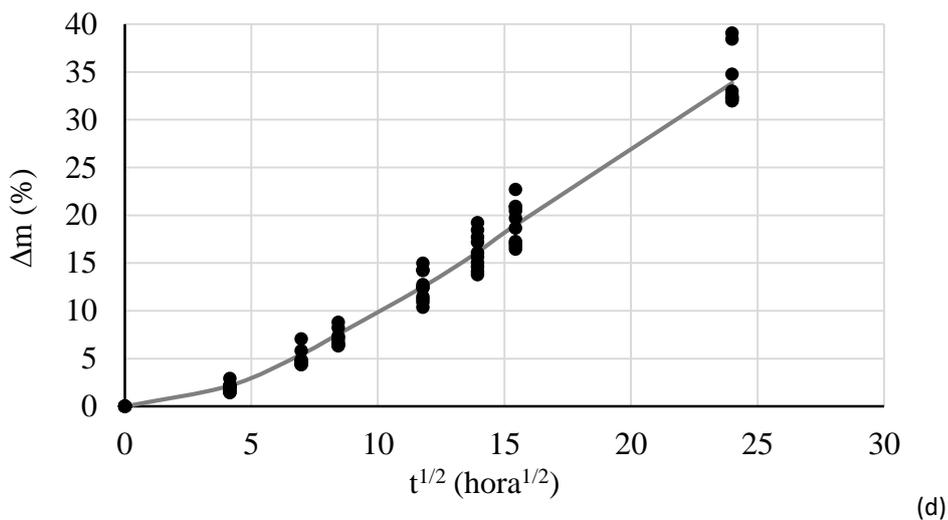


Figura 40– Curvas de secagem da variedade “Longal”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%. (continuação)

Curvas de secagem da variedade “Judia”

As curvas de secagem da variedade “Judia” encontram-se na Figura 41 e Figura 42. Recordemos que nestas curvas se representa a evolução da percentagem de perda de massa (equação 1) em função da raiz quadrada do tempo.

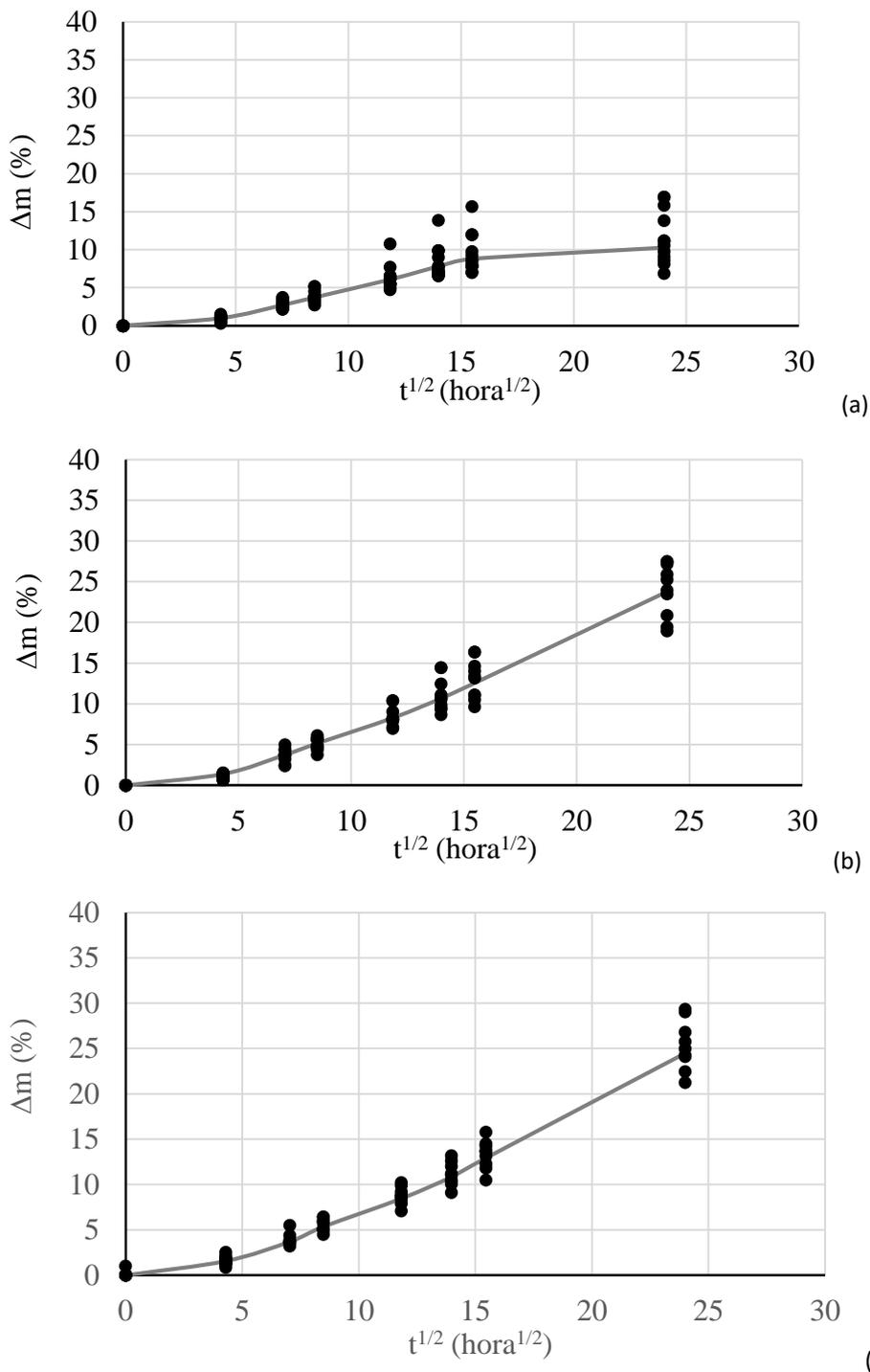
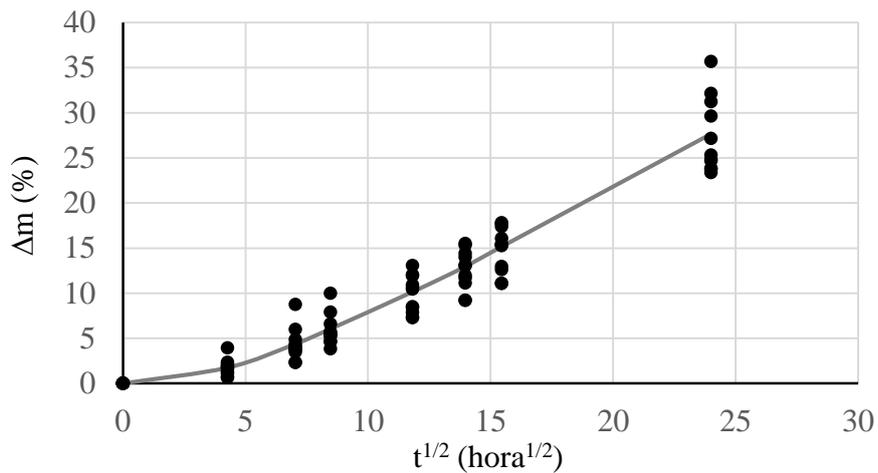
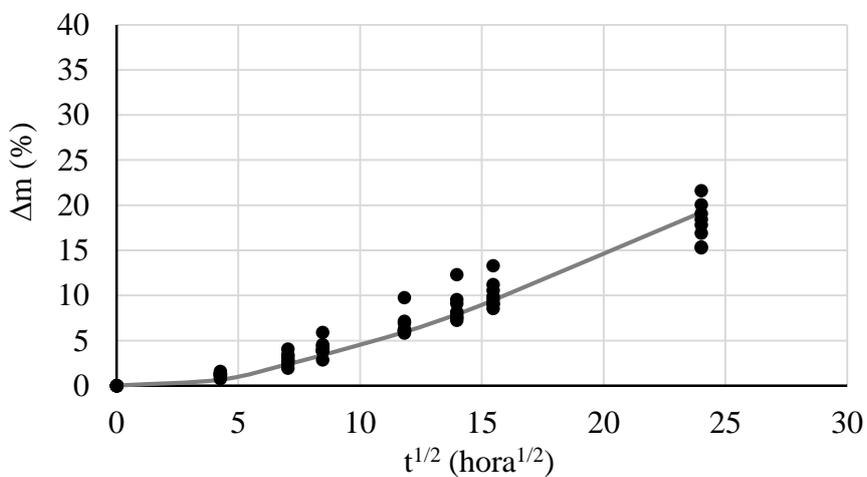


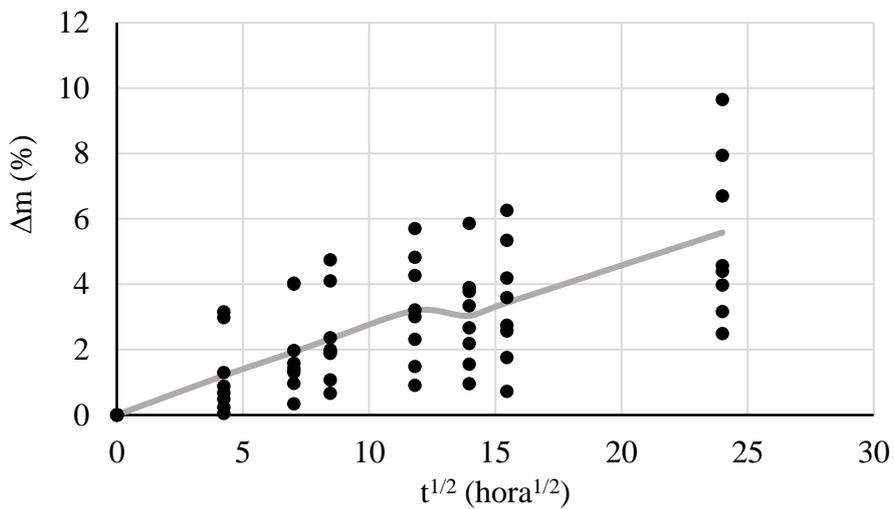
Figura 41– Curvas de secagem da variedade “Judia”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%. (continua)



(d)



(e)



(f)

Figura 42– Curvas de secagem da variedade “Judia”, a 30°C e para diferentes humidades relativas: (a) 0%; (b) 30,5%; (c) 45,4%; (d) 54,6%; (e) 67,0%; (f) 95,8%.

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 –UTAD

Em virtude da evolução negativa da situação pandémica que restringiu fortemente o acesso à realização do trabalho laboratorial, os trabalhos inerentes a esta tarefa (Figura 43) acabaram por ser suspensos, tendo as amostras para o efeito sido devidamente conservadas. Perante esta situação, e visto pertencer a um grupo de risco, tendo sido aconselhada pelo seu médico para evitar a realização de trabalho presencial, a bolsreira contratada decidiu assumir não ter condições para a renovação do contrato, tendo solicitado a rescisão do mesmo. Entretanto, procedeu-se à sua substituição, tendo a nova bolsreira iniciado a partir de fevereiro 2021 os trabalhos inerentes a este estudo, seguindo os procedimentos e a metodologia descrita no último relatório de atividades e aplicada nas amostras da anterior campanha, prevendo-se que esses trabalhos estejam concluídos em finais de março 2021, e cujos resultados serão apresentados no próximo relatório.



Figura 43- Imagem de um tabuleiro com os alvéolos ocupados com castanhas com revestimento e sem revestimento.

2.4.2.2 Teste com quitosano, farinha de mandioca e cera de abelha – IPB.

Na sequência dos trabalhos já realizados, em frutos colhidos em 2019/2020, a equipa do IPB testou novamente o revestimento de quitosano (0.5%, 1% e 2%), e aplicou mais dois revestimentos, um de amido de mandioca (3% e 5%) e outro de cera de abelha, de modo a avaliar a sua aplicabilidade futura. No entanto, o revestimento de cera de abelha mostrou ser impraticável, tendo sido logo de início descartado.

Após a aplicação dos revestimentos com quitosano e farinha de mandioca, as castanhas foram armazenadas numa câmara de refrigeração industrial, propriedade de um dos parceiros do projeto, tendo sido recolhidas amostras antes da aplicação dos revestimentos, correspondente ao tempo zero, e após 1, 2, 3 e 6

meses de armazenamento. Em simultâneo, foram também armazenadas castanhas sem qualquer tipo de revestimento. Na Figura 44 apresenta-se o estado dos frutos ao longo do armazenamento.



Figura 44- *Aspecto visual dos frutos revestidos com quitosano e farinha de mandioca.*

Verificou-se que a nível visual, as castanhas não revestidas e as revestidas com amido de mandioca a 5% apresentavam bolores visíveis após 6 meses de armazenamento. A cor e a textura não foram muito afetadas com a aplicação dos revestimentos. Contudo, a perda de peso foi maior no controlo. A atividade da água manteve-se entre os 0,98 e 0,93, permitindo o desenvolvimento de alguns microrganismos.

Em relação aos sólidos solúveis totais, até um mês de armazenamento, estes apresentaram uma tendência decrescente, estabilizando posteriormente. No caso dos açúcares redutores, só se observou um aumento significativo no controlo. Já para o amido, os resultados sugeriram a ocorrência de uma hidrólise parcial nas castanhas não revestidas (controlo).

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.

Na colheita seguinte (2019/2020) foram realizados dois ensaios de armazenamento, um durante seis semanas (armazenamento de curta duração), e outro durante seis meses (armazenamento de longa duração). No primeiro ensaio foram testadas diferentes embalagens, designadamente: sacos de polietileno “POLY”,

sacos de polietileno com furos “PH”, embalagens em atmosfera modificada “MAP”, sacos de vácuo “VAC” (alta barreira) e sem embalagem (“controlo”). Todas as amostras foram armazenadas à temperatura ambiente, durante 0, 2, 4 e 6 semanas, de modo a encontrar a melhor solução para reduzir as perdas durante o processo de venda no supermercado (condições de retalho). Verificou-se que a cor, a textura, o teor de água, a aw, a acidez titulável, e os sólidos solúveis totais foram pouco afetados pelo tipo de embalagem utilizada. Pelo contrário, diferenças significativas foram observadas entre os diferentes tipos de sacos, no que se refere à perda de peso, açúcares redutores e contagens microbianas. Os sacos VAC (alta barreira), MAP e POLY apresentaram percentagens de perda de peso inferiores a 2%, enquanto o controlo e os sacos PH apresentaram valores de 13,2 e 9,2%, respetivamente. Os maiores valores de açúcares redutores foram observados nos sacos POLY e PH, seguidos do controlo, sugerindo uma hidrólise parcial do amido. Adicionalmente, a aplicação de sacos VAC (alta barreira) e MAP causaram um decréscimo considerável no crescimento de mesófilos aeróbios, bolores e leveduras quando comparado com o controlo durante as duas ou quatro semanas de armazenamento. Após este período, as contagens aumentaram possivelmente devido ao aparecimento de fissuras microscópicas nos sacos, resultado da sua excessiva expansão, tal como pode ser observado na Figura 45.



Sacos com atmosfera modificada

Sacos de vácuo (alta barreira)

Figura 45- Aspeto visual dos frutos embalados em sacos com atmosfera modificada e vácuo (alta barreira) após 6 semanas de armazenamento.

No armazenamento de longa duração, foram utilizados sacos micro-perfurados (sacos-MP), tendo-se armazenado as amostras em câmaras industriais durante 1, 2, 3 e 6 meses. Durante o armazenamento de longa duração, não foram observadas diferenças significativas na cor interior da castanha entre os sacos-MP e o controlo, na maioria das situações. Além disso, a textura foi pouco afetada. Após seis meses, a perda de peso nos sacos-MP foi bastante menor do que no controlo. A acidez titulável, sólidos solúveis totais e o amido não variaram significativamente entre as embalagens. Os açúcares redutores foram significativamente influenciados pelo tipo de embalagem e o tempo de armazenamento. Os maiores valores foram observados nas castanhas não embaladas (controlo). Pelo contrário, no controlo e sacos-MP não foram observadas diferenças significativas nos mesófilos aeróbios, bem como nos bolores e leveduras no final do

armazenamento. Os sacos-MP demonstraram ser uma solução promissora para aumentar o tempo de prateleira de castanhas durante o armazenamento de longa duração (6 meses), preservando a qualidade nutricional dos frutos.

Os resultados do presente estudo demonstraram que a conservação da castanha pelo uso de uma embalagem específica pode ter um impacto substancial na preservação da cor e textura do fruto, em prevenir a perda de peso e o crescimento microbiano, e em manter o teor de água do fruto.

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 abril/maio próximos.

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 atividade 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 (Figura 46), 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.



Figura 46- Pão leve de castanha.

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.

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 47).



Figura 47- 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 (Figura 48).



Figura 48- Exemplo de uma notícia postada na página facebook da RefCast.

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

Devido ao confinamento provocado pela pandemia do vírus Covid-19, a organização de workshops e dias abertos foi muito limitada. Realizaram-se dias abertos sobre apanha mecânica da castanha.

Realizou-se um Dia Aberto na DOP Soutos da Lapa a 23 outubro 2020, com organização da Coopenela (Figura 49).



Figura 49- Aspeto de alguns dos participantes que durante o dia aberto assistiram ao trabalho da máquina de apanha de castanha.

Realizou-se um Dia Aberto na DOP da Padrela, no dia 4 novembro 2020, com organização da AguiarFloresta (Figura 50), tendo merecido destaque na comunicação social regional.



Figura 50- Uma notícia gerada a partir do dia aberto.

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

Cruz-Lopes, L. P., Domingos, I., Ferreira, J., Esteves, B. (2020). Chemical composition and study on liquefaction optimization of chestnut shells. *Open Agriculture*, 5(1), 905-911. (IF-SJR-2019-1.2)

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) (doi: 10.1016/j.scienta.2019.109105)

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. *International Journal of Fruit Science*, **20**(S2), S785-S801 (doi: 10.1080/15538362.2020.1768619)

6.5 Fase 6.5- Produção de artigos técnicos. Coordenação UTAD, IPB, IPV, UP

Cruz-Lopes, L., Domingos, I., Ferreira, J. V., Esteves, B., Fragata, A. (2020). Study on Liquefaction Optimization of Chestnut Shells. *International Journal of Mechanical and Production Engineering (IJMPE)*, Volume-8, Issue-2, pp 57-61.

Ramalhosa, E., Pereira, E.L., Lopes da Silva, M.F. (2020), Tecnologias de conservação pós-colheita aplicadas à castanha. *Voz do Campo*, 233, p. V-VI.

6.6 Fase 6.6- Participação no X Encontro Europeu da Castanha

Concluído

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

Concluído

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

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

Sidnei Aparecido de Castro Junior. Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de fast-food. Tese de mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu. Orientadora: Paula Correia

Possamai, Guilherme (2020). Podridão da castanha em Trás-os-Montes: caracterização morfológica, ecofisiológica e molecular do agente causal *Gnomoniopsis smithogilvyi*. Mestrado em Agroecologia no âmbito do duplo diploma da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Orientador no IPB: Paula Rodrigues; Orientador na UTFPR: prof. Rosângela Dallemole Giaretta

Askri F. (2020). Effect of different packaging materials on the shelf-life of chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Tese de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar. Instituto Politécnico de Bragança (Orientadora: Elsa Ramalhosa; Coorientadora: Ermelinda Pereira).

6.9 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.

6.10 Comunicações orais em congressos e jornadas técnicas

J. G. Laranjo. RefCast. Lições a aprender com a fileira da castanha. Webinar. Da Ciência à Aplicação. Pinha e Pinhão. Desafios e oportunidades. 14 de dezembro 2020. Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=WbpK5Pq74c4&feature=youtu.be>. [Oral].

J. Gomes Laranjo. Estrategias inovadoras destinadas a aumentar la resiliencia del castaño contra el cambio climático – ClimCast/ValorCast. XI Jornadas Técnico-científicas – BioCastanea. 19 e 20 novembro. Mesa del Castaño del Bierzo. Acesso: www.biocastanea.es. [Oral].

Silva K., Lamas S., Ferreiro N., Lema F., Pereira E., Ramalhosa E. (2020). Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na qualidade e segurança alimentar de castanhas (*Castanea sativa*). I Encontro Internacional da Agroindústria, 16 a 18 de Dezembro 2020, Brasil.

7 PLANO DE ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

7.1 Reunião Geral nº 3

A reunião decorreu no dia 3 julho 2020, em formato online com a seguinte agenda:

9h30m- início trabalhos e marcação de presenças

9h40m - Apresentação dos principais resultados/ponto de situação das linhas de trabalho por cada grupo (pode preparar alguns diapositivos para partilhar):

- Inquéritos -
- Apanha mecânica
- Protótipo desinfestação castanha
- podridões castanha
- difusão água castanha
- revestimentos
- embalagens
- novos produtos
- Impacto económico
- 11h00m - planificação workshop 2020
- 11h20m - orientações e publicações
- 11h30m - outros assuntos.

Estiveram presentes 21 pessoas.

7.2 Outras reuniões entre parceiros

02 outubro 2020 - Reunião da equipa técnica da UTAD (coordenação Jorge Ferreira Cardoso) para planificação dos trabalhos referentes à campanha de colheita de castanha de 2020.

Grupo de trabalho “Apanha mecânica da Castanha”- Coordenação de Arlindo Almeida – ESA/IPB

- 03 de julho 2020 – Reunião online via Zoom com os parceiros do projeto para a apresentação dos trabalhos já realizados e organizar as atividades de investigação a desenvolver no período de colheita de 2020.

Nesta reunião foi feita uma breve apresentação do trabalho já realizado.

Foi solicitada pelo Coordenador do projeto, uma reunião parcelar do grupo de mecanização, para melhor esclarecer todos os intervenientes deste grupo, sobre as tarefas a desenvolver e dados a recolher na campanha de colheita de 2020. Essa reunião foi agendada para 23 de Julho de 2020.

- 23 de julho 2020 – Reunião parcelar online via Zoom com os parceiros do grupo de mecanização.

Foi debatido nessa reunião o plano de trabalho dos testes de campo a realizar na campanha de colheita de 2020 - (I) Equipamento de limpeza e desourçamento no armazém e (II) Equipamento rebocado de colheita e desourçamento no campo.

Desta reunião foi elaborada a respetiva ata que se encontra anexa ao Relatório de Progresso 2020 do IPB.

No final da reunião foi apontada a necessidade de um guião para o trabalho de campo. Esse guião foi produzido e enviado para os parceiros deste grupo de trabalho. Este documento encontra-se anexo ao Relatório de Progresso 2020 do IPB.

- 23 de outubro 2020 – Reunião na Coopenela, em Penela da Beira, com a participação da maioria dos parceiros do grupo de mecanização.

Nesta reunião, realizada no campo, foram colocados em funcionamento equipamentos de colheita do parceiro Coopenela e afinados os procedimentos a adotar para a colheita de dados, indicados no guião para o trabalho de campo (produzido como solicitado na reunião de 23 de Julho de 2020).

Ficou definido que a avaliação da capacidade de trabalho (área trabalhada por unidade de tempo e kg de castanha colhidos na área selecionada) na zona de Penela da Beira fica a cargo da Coopenela.

Os testes de campo para recolha de dados na zona de Bragança são da responsabilidade da ESA/IPB.

Idêntica colheita de informação na zona de Vila Pouca de Aguiar ficará a cargo da equipa do parceiro UTAD.

Desta reunião foi elaborada a respetiva ata que se encontra anexa ao Relatório de Progresso 2020 do IPB.

- 23 de setembro 2020 – Reunião na Geosil (Quinta de Arufe) com a presença de Victor Meles (Empresa Manuel Meles); António Borges (Geosil/Sortegel); Arlindo Almeida (IPB).

Esta reunião teve como objetivo analisar e definir a melhor forma de instalar o equipamento de limpeza e desourçamento em armazém do parceiro Geosil. Em resultado desta reunião, o equipamento foi instalado e colocado em funcionamento.

Grupo de trabalho “podridões da castanha” - Coordenação Ana Sampaio (UTAD) e Paula Rodrigues (IPB)

03 outubro 2020 – Reunião do grupo para definir plano de ação para a campanha de colheita de castanha de 2020.

8 EXECUÇÃO FINANCEIRA

O GO apresenta de acordo com a execução financeira apresentada pelos parceiros uma execução de 49%, valor (Tabela 9), variando a taxa individual de execução entre 11% e 93%.

Tabela 9- Execução financeira dos parceiros do GO ValorCast até 31 dezembro 2020.

Designação das entidades	Investimento Elegível Aprovado (€)(1)	Investimento Elegível Realizado (€)(2)	Taxa de Execução (%) (3)
Refcast – Associação Portuguesa da Castanha	14 218,26 €	1 637,85 €	11,52%
Aguiarfloresta – Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar	17 159,77 €	10 658,78 €	62,11%
Coopenela - Cooperativa Agrícola de Penela da Beira	35 937,34 €		
GEOSIL Empreendimentos Agro-Silvícolas, SA	10 998,20 €	10 298,20 €	93,64%
IPB - Instituto Politécnico de Bragança	34 092,22 €	16 520,06 €	48,46%
IPV - Instituto Politécnico de Viseu	49 803,38 €	24 938,63 €	50,07%
UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	67 250,00 €	47 252,66 €	70,26%
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 €	51 241,84 €	68,25%
Total	381 852,01 €	187 234,17 €	49,03%

(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 (31/12/2020)

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

8.1 Execução Financeira UTAD (acumulado 2017+2018+2019+2020):

Designação das entidades	Investimento Elegível Aprovado (€) ⁽¹⁾	Investimento Elegível Previsto (€) ⁽²⁾	Taxa de Execução (%) ⁽³⁾
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	67.250,00 €	47.252,66 €	70,26 %

1. Investimento total elegível para cada entidade que integra o grupo operacional
2. Investimento elegível previsto e/ou realizado
3. Quociente entre o investimento elegível previsto e/ou realizado e o investimento elegível aprovado

Rubricas de Investimento	Investimento Aprovado	Investimento Previsto
Remunerações e Encargos sociais	56.786,11 €	40.538,55 €
Aquisição de bens e serviços	8.760,31 €	6.714,11 €
TOTAL	67.250,00 €	47.252,66 €

Desvios:

O investimento elegível previsto inclui:

Remunerações e Encargos sociais da entidade patronal: valor total elegível de 56.786,11 €; valor previsto a apresentar 40.538,55 € – Corresponde ao valor de imputações de vencimentos referente aos anos 2018 e 2019 e o valor previsional de imputações referente ao ano 2020 e da bolsa de investigação, no período de 01/02/2019 a 31/12/2020.

Aquisição de bens e serviços – Engloba:

- Matérias-primas e materiais consumíveis: valor total elegível de 6.241,70 €; valor previsto: 5.075,45 €. Os restantes reagentes serão adquiridos no 1º trimestre de 2021;

- Deslocações (Ajuda de custo + Subsídio de transporte): valor total elegível de 2.193,46 €; valor previsto a apresentar 1.620,20 €. O período de confinamento obrigatório, resultado da situação pandémica que o país e o mundo estão a atravessar desde março de 2020, veio limitar a realização das deslocações inicialmente previstas;
- Produção ou aquisição de material: valor total de 325,15€. Apenas foi necessário, até ao momento, a produção de um poster para participação numa ação, prevendo realizar-se mais despesa com a apresentação de resultados noutros eventos previstos participar.

O investimento elegível aprovado prevê ainda os custos indiretos que, sendo calculados de forma automática no final do Projeto, não estão previstos nos valores de investimento executado apresentados.

8.2 IPB - Desvios ao plano de ação:

Em 2020 não se registam desvios com impacto significativo no que se refere às atividades laboratoriais e de campo, com exceção do seguinte:

Eixo 2 - 2.3 Controlo da podridão da castanha, 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.

Eixo 2 – 2.1 – Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha - Devido aos condicionalismos impostos pelas autoridades de saúde em consequência da pandemia COVID 19, não foram promovidos os eventos de divulgação de resultados junto dos potenciais utilizadores.