

Grupos Operacionais de Fruticultura 2018-2022



Ficha técnica

Título: Grupos Operacionais de Fruticultura no período 2018-2022

Editores: Maria Paula Simões e Carmo Martins

Propriedade e edição: Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional - Centro de Competências (COTHN-CC)

Revisão do texto: Maria Paula Simões

Grafismo da capa: Super. Brand Consultants

Depósito legal:

Data de impressão: 2021

ISBN: 978-972-8785-18-5

GO PrunusPÓS - Otimização de processos de armazenamento, conservação em frio, embalagem ativo e/ou inteligente, e rastreabilidade da qualidade alimentar no pós-colheita de produtos frutícolas

Parceria

Cerfundão – Organização de Produtores (**Líder**);

CATAA – Associação Centro Apoio Tecnológico ao Agro-Alimentar;

Cerejorange;

COTHN-CC – Centro Operativo Tecnológico Hortofrutícola Nacional –
Centro de competências

IPCB-ESA – Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária;

SAQL – Sociedade Agrícola Quinta de Lamaçais;

UBI – Universidade da Beira Interior.

Palavras-chave: pêssego; cereja; refrigeração; atmosfera controlada; embalagem.

Website: <https://goprunus.wixsite.com/prunoideas>

Investimento total: 462 588,25 €

Investimento elegível: 411 786,97 €

Logótipos dos Parceiros



Objetivos do GO PrunusPÓS

Conhecer os efeitos qualitativos da aplicação de frio na conservação da cereja e pêssego;

1. Quantificar tempos e parâmetros de operação de referência nas diferentes etapas de conservação e armazenamento dos produtos frutícolas, recorrendo a avaliação experimental em câmaras de refrigeração com atmosfera controlada e embalagens com atmosfera modificada e simulação numérica.
2. Desenvolver uma ferramenta computacional provisional que permita otimizar o tempo de permanência em cada etapa do processo de conservação e armazenamento, assegurando a qualidade do produto.
3. Desenvolver embalagens ativas ou inteligentes apropriadas à extensão da vida útil dos pêssegos e cerejas, recorrendo a novas tecnologias e materiais.
4. Desenvolver um manual técnico de recomendações para as condições ambientais de referência nas diferentes etapas do processo de armazenamento e conservação em frio.

Equipa do GO PrunusPÓS

Entidades	Pessoas
CATAA	Ana Riscado; Ana Silveira
	Christophe Espírito Santo
	Cristina Miguel Pintado
	Helena Beato; Luísa Paulo
	Mafalda Resende
Cerejorange	Fernando Proença
Cerfundão	Filipe Costa
COTHN	Carmo Martins; Catarina Ribeiro
	Helder Coelho; Patrícia Anaia
IPCB-ESA	Abel Veloso
	Cristina Canavarro
	João Pedro Luz
	José Nunes
	Luís Pinto de Andrade
	Maria Conceição Amaro
	Maria Paula Simões
Soc. Agrícola Quinta de Lamaçais	Paulo Parente
UBI	Pedro Dinis Gaspar
	Pedro Dinho Silva
	Diogo Moraes; Sasi Kumar
Colaboração	Cristina Rodrigues; Dora Ferreira
	Yuran Belane; Inês Brandão
	Catarina Caseiro; João Reis
	Ângela Estevam; Beatriz Azinheira
	Mariana Fernandes; Tatiana Venâncio
	Mara Ribeiro; Ersa Payasli

PrunusPÓS - Otimização de processos de armazenamento, conservação em frio, embalagem ativo e/ou inteligente, e rastreabilidade da qualidade alimentar no pós-colheita de produtos frutícolas.

Maria Paula Simões^{1,4*}, Abel Veloso^{1,4}, Pedro D. Gaspar^{3,5}, Christophe Espírito Santo^{2,6}, Pedro D. Silva^{3,5} e Luís P. Andrade^{1,4}

¹ IPCB-ESA - Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Quinta da Senhora de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

² CATAA – Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar, Zona Industrial de Castelo Branco, Rua A, 6000-459 Castelo Branco

³ UBI – Universidade da Beira Interior, Rua Marquês d’Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã, Portugal

⁴ CERNAS - Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Av. Pedro Álvares Cabral 12, 6000-084 Castelo Branco

⁵ C-MAST - Centre for Mechanical and Aerospace Science and Technologies, Covilhã

⁶ CFE - Centre for Functional Ecology, University of Coimbra, 3000-456 Coimbra, Portugal

*Email: mpaulasimoes@ipcb.pt

Resumo

Este projeto tem como objetivos i) avaliar os efeitos qualitativos da aplicação de frio na conservação de **cereja** e **pêssego** recorrendo à avaliação experimental em câmaras de refrigeração com atmosfera normal (em ambiente laboratorial e em Organização de Produtores) e com atmosfera controlada; ii) desenvolver embalagens inteligentes que conciliem a manutenção das características organolépticas com o controlo do grau de respiração e transpiração da fruta e com as características da transferência de calor decorrentes do processo de refrigeração.

Para tal foram estabelecidos ensaios de conservação em câmaras de refrigeração com cerejas da cultivar Satin e com pêssegos da cultivar Sweet Henry que compreenderam 2 modalidades em atmosfera normal (uma conservada na Organização de Produtores e a outra no Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar – CATAA) e 3 ou 4 modalidades em

atmosfera controlada. O período total de conservação foi de 49 dias para a cereja e de 63 dias para o pêssego. Foram monitorizadas a temperatura e humidade relativa e a qualidade dos frutos, nomeadamente, perda de peso, diferença de cor, teor de sólidos solúveis, firmeza e acidez titulável, bem como parâmetros sensoriais e a incidência de podridões.

Relativamente à cereja verificou-se que a maior temperatura de conservação da modalidade conservada na Organização de Produtores poderá estar relacionada com a maior perda de peso, a menor firmeza, o aspeto mais castanho e desidratado dos pedúnculos e com as menores classificações atribuídas às variáveis sensoriais aspeto, sabor e apreciação global. Adicionalmente, foram encontradas diferenças na cor entre os frutos conservados em atmosfera normal e os frutos conservados em atmosfera controlada.

Relativamente ao pêssego, verificou-se que as modalidades conservadas em atmosferas controladas tiveram menores perdas de peso e de acidez. Com este projeto pretende-se também desenvolver uma embalagem que possibilite a extensão da vida útil dos produtos. Para tal, foram definidas, juntamente com as organizações, associações de fruticultores e utilizadores finais, as especificações técnicas e funcionalidades requeridas durante o armazenamento e na distribuição com ou sem refrigeração. Foram propostas várias configurações de embalagens com perfuração de diferente dimensão, forma e espessura, com e sem materiais de mudança de fase (PCM – Phase Change Materials), e com distintas estruturas e espessuras de paredes, com o intuito de avaliar qual a solução técnica que permite providenciar a melhor distribuição térmica no interior da embalagem. Estes conceitos foram testados de forma experimental e por modelação numérica de Dinâmica de Fluidos.

Palavras-chave: pêssego; cereja; refrigeração; atmosfera controlada; embalagem.

Abstract

This project intended i) to evaluate the effect of refrigeration and controlled atmospheres in the conservation of **sweet cherry** and **peach**; ii) to develop smart packages that maintain the organoleptic characteristics while controlling the respiration of the fruit and the heat transference by the package. In order to fulfil these objectives, the study was implemented in refrigeration chambers with sweet cherries (cv. *Satin*) and peaches (cv. *Sweet Henry*) comprising 2 modalities under normal atmosphere conditions (one in a Farmers' Organization and the other in a Research Centre) and 3 to 4 modalities under controlled atmosphere conditions. The total conservation period was 49 days for sweet cherry and 63 days for peach. The monitored variables included temperature, relative humidity, weight loss, colour difference, soluble solids content, firmness, titrable acidity, sensory parameters and rotten incidence. Concerning the sweet cherry storage, a higher temperature of conservation was found in the Farmers' Organization which may be related with the higher weight loss, lower firmness, browner and more dehydrated stems and with the lower sensory classifications of aspect, flavour and global score. Beyond these effects, some differences between the colour of the fruits stored under normal atmosphere and the fruits stored under controlled atmosphere conditions were found. Concerning the peach storage, the modalities under controlled atmosphere conditions showed lower weight and acidity loss. The development of a package which extends the shelf life of fruits was also intended. To achieve that goal, the technical specifications and the required functionalities for storage and distribution with or without refrigeration were set together with Producers' Organizations and final consumers. Several package configurations were proposed with different sized holes, dimensions and thicknesses, either with or without phase change materials and with different structures and wall thicknesses. Those proposals helped to evaluate the technical solution that provides the best distribution of heat inside the package. These concepts were tested both experimentally and with fluid dynamic based numerical models.

Keywords: peach; sweet cherry; refrigeration; controlled atmosphere; package.

Introdução

A cereja (*Prunus avium* L.) e o pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch) são frutos de caroço (prunóideas) altamente apreciados pelas suas características organolépticas e nutricionais. Contudo, a sua elevada sensibilidade ao manuseamento e a sua perecibilidade tornam o transporte e conservação difíceis. A conservação sob refrigeração é o método mais difundido. A refrigeração conjugada com atmosfera controlada apresenta elevada potencialidade para o aumento do tempo de vida útil destes frutos.

Apesar de a cereja ser um fruto não climatérico, a sua deterioração após a colheita é rápida tendo, por isso, um período de comercialização curto. Na região da Beira Interior, a colheita vai de início de maio a finais de julho (Costa, 2006), um pouco menor do que o referido para o hemisfério norte, que se estende desde maio até agosto (Blando & Oomah, 2019). A deterioração inclui alterações na cor da epiderme, a desidratação e o acastanhamento dos pedúnculos, a diminuição da firmeza da polpa e o aparecimento de bolores (Wang et al., 2016).

O pêssego é um fruto climatérico, em que o período de maturação se caracteriza pelo aumento da taxa de respiração celular e de produção de etileno que, por sua vez, são responsáveis pela rápida perda de firmeza após a colheita (Abbasi et al., 2019).

A conservação em atmosfera controlada pode ajudar a atrasar o processo de maturação e consequente senescência dos frutos. Esta técnica, combinada com a refrigeração, consiste na alteração das concentrações de oxigénio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂), nomeadamente a indução de baixas concentrações de O₂ e elevadas de CO₂, levando à redução da taxa respiratória e do desenvolvimento de

fungos, responsáveis pelo aparecimento de podridões (Thompson, 2010; Yang et al., 2019).

O sucesso depende da escolha de condições de conservação corretas, nomeadamente em termos de temperatura, humidade relativa e concentrações de O₂ e de CO₂. Se tal não suceder, poderão surgir ou acentuarem-se problemas de conservação como o aparecimento de cheiros e sabores desagradáveis que estão geralmente associados a concentrações de O₂ demasiado baixas e/ou a concentrações de CO₂ demasiado elevadas.



Figura 1 – Pitting.

No caso particular da cereja, poderão ainda acentuarem-se ou desenvolverem-se depressões na sua superfície designadas, habitualmente, por pitting (Figura 1).

No pêsego, a conservação em valores inadequados de temperatura poderá levar ao aparecimento de danos por frio (Chilling Injury) (Figura 2), que se caracterizam por polpa dos frutos com coloração acastanhada e de uma textura seca que, por vezes, é designada por lanosidade.

O intervalo 2,2 °C a 7,6 °C é especialmente suscetível ao aparecimento de dano por frio no pêsego (Crisosto et al., 1999; Wang & Vestrheim, 2002; Crisosto & Ader, 2016; Abbasi et al., 2019).



Figura 2 – Dano por frio (Chilling Injury).

Os valores de temperatura, humidade relativa e concentrações de O₂ e de CO₂ recomendados para conservação de cereja e pêssego estão indicados no Quadro 1.

Quadro 1 – Condições de conservação recomendadas.

	Temperatura	Humidade relativa	O ₂	CO ₂
Cereja ⁽¹⁾	-1 °C e 0 °C	90% e 95%	3% e 10%	10% e 15%
Pêssego ⁽²⁾	-1 °C e 0 °C	90% e 95%	1% e 6%	3% e 15%

⁽¹⁾ Mitcham et al., 1996. ⁽²⁾ Cantillano et al., 2010; Crisosto et al., 1996.

Para o estudo das embalagens e rastreabilidade foram desenvolvidos estudos de análise do estado da arte com o intuito de desenvolver uma tecnologia de monitorização (temperatura e/ou humidade e/ou gases em embalagens). Para tal, foram avaliadas condições presentes na literatura científica relativas a a) quebras na cadeia de frio, b) temperatura de transporte, c) indicadores tempo-temperatura, d) tecnologia de comunicação por identificação por rádio-frequência RFID, e e) tecnologia de comunicação por Bluetooth (Morais et al., 2019a).

Materiais e métodos

Os ensaios de conservação decorreram anualmente entre 2018 e 2020 e está previsto um novo ensaio em 2021.

Ensaio de conservação de cereja

Para o estudo de conservação da cereja utilizou-se a cv. Satin que é uma cultivar com maturação em meados de junho. Para minimizar a variabilidade dos parâmetros de qualidade relacionados com o local de produção, as cerejas vieram do mesmo produtor e foram colhidas no mesmo estado de maturação.

As modalidades de conservação avaliadas, o local de conservação, a composição da atmosfera e os períodos de amostragem estão sistematizadas

no Quadro 2. A temperatura e a humidade relativa das câmaras foram monitorizadas através de sensores colocados junto às cerejas.

Quadro 2 – Modalidades testadas, locais de conservação, composição da atmosfera e períodos de amostragem no ensaio de conservação de cereja Satin.

Ciclo	Modalidade	Composição da atmosfera (%O ₂ -%CO ₂)	Local de conservação	Tempos de amostragem (dias)
2018	1-OP	21%-0%	Cerfundão	3, 7, 14, 21, 28
	2-AN			
	3-310	3%-10%	Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar	7, 21, 35, 42, 49
	4-315			
	5-1010			
	6-1015			
2019 e 2020	1-OP	21%-0%	Cerfundão	7, 14, 21, 28
	2-AN			
	3-310	3%-10%	Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar	14, 21, 28, 35, 42, 49
	4-315			
	5-1010			
	6-1015			

As amostras de 50 cerejas destinadas às análises foram colocadas num cesto posicionado no centro de um tabuleiro de 5 kg cheio de cerejas de forma a simular as condições comerciais de conservação (Figura 3).



Figura 3 – Cesto com 50 cerejas, colocado no centro de um tabuleiro de 5 kg.
410

As variáveis físico-químicas avaliadas foram as seguintes: diferença de peso, parâmetros de cor CIE-Lab, firmeza, teor de sólidos solúveis e acidez titulável. Para que fosse possível avaliar a diferença de peso e a diferença nos parâmetros de cor entre o dia de colheita e entrada em conservação e o dia de saída, 20 das 50 cerejas foram numeradas, sendo o peso e a cor avaliado individualmente. Assim, no dia de instalação do ensaio, foi necessário fazer 96 amostras homogêneas de 50 cerejas e avaliar individualmente um total de 1920 cerejas [(2 mod. x 4 tempos + 4 mod. x 6 tempos) x 3 repetições x 20 cerejas]. Em 2020 incorporou-se mais uma repetição para cada modalidade, em que os frutos sofreram um manuseamento mínimo, para avaliação de pitting e podridões.

O aspeto dos pedúnculos foi avaliado em 2020 por observação direta através de uma escala de 5 pontos, em que 1 corresponde a um pedúnculo completamente desidratado e castanho e 5 a um pedúnculo com um aspeto verde e fresco (Figura 4).



Figura 4 – Escala de 5 pontos utilizada para a avaliação do aspeto dos pedúnculos.

A análise sensorial, realizada em 2019 e em 2020, incluiu as variáveis aspeto, firmeza, suculência, sabor e apreciação global, avaliadas por 10 provadores através de uma escala de 9 pontos (1 – não gosto, 5 – indiferente, 9 – gosto muito).

Ensaio de conservação de pêssego

Para o estudo de conservação do pêssego utilizou-se a cv. Sweet Henry que é uma cultivar com maturação em meados de agosto. Os pêssegos utilizados no ensaio vieram do mesmo produtor e encontravam-se no

mesmo estado de maturação. As modalidades de conservação avaliadas, o local de conservação, a composição da atmosfera e os períodos de amostragem para o ensaio do pêssego estão sistematizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Modalidades testadas, locais de conservação, composição da atmosfera e períodos de amostragem no ensaio de conservação de pêssego.

Ciclo	Mod.	Composição da atmosfera (%O ₂ -%CO ₂)	Local de conservação ²	Tempos de amostragem (dias) ¹
2018	1-OP	21%-0%	SAQL	7, 14, 21, 28, 35
	2-AN			7, 14, 21, 28, 35, 42
	3-45	4%-5%	CATAA	14, 21, 28, 35, 42, 63
	4-23	2%-3%		
	5-25	2%-5%		
	6-210	2%-10%		
2019	1-OP	21%-0%	SAQL	7, 14, 21, 28, 35
	2-AN			
	3-23	2%-3%	CATAA	14, 21, 28, 35*
	4-25	2%-5%		
	5-28	2%-8%		
	6-210	2%-10%		
2020	1-OP	21%-0%	SAQL	7, 14, 21, 28, 35
	2-AN			
	3-25	2%-5%	CATAA	14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63
	4-210	2%-10%		
	5-215	2%-15%		

¹ * A amostragem destas modalidades terminou aos 35 dias devido a uma avaria no sistema de refrigeração.

² Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar: CATAA; Quinta de Lamaçais: SAQL

Para o pêssego observou-se um ajuste nas concentrações de O₂ e CO₂ de 2018 a 2020, pois não foi possível garantir a pequena diferença de concentração de O₂ entre modalidades. Assim, em 2020, as AC foram 2%-5%, 2%-10% e 2%-15%.

As amostras foram constituídas por 24 frutos de calibre A, correspondendo uma amostra a um tabuleiro de pêssegos, com 3 repetições por modalidade e tempo (Figura 5). Para que fosse possível avaliar a diferença de peso e a diferença nos parâmetros de cor entre o dia de colheita e entrada em conservação e o dia de saída, todos os frutos foram marcados e avaliados individualmente para peso e cor.

Assim, no dia de instalação do ensaio, foi necessário fazer amostras homogêneas de 24 pêssegos e avaliar individualmente um total de 2520 pêssegos em 2019, 3096 em 2019 e 2088 em 2020 [(OP x 5 tempos + AN x 5 ou 6 tempos + AC x 6 ou 8 tempos) x 3 repetições x 24 pêssegos] (Figura 6).



Figura 5 – Amostra de pêssegos correspondente a um tabuleiro de 24 frutos.



Figura 6 – Estabelecimento do ensaio de conservação de pêssego.

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram os seguintes: diferença de peso, parâmetros de cor CIE-Lab, firmeza, teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Embalagens e rastreabilidade

Para o estudo de soluções de embalagens que permitam maior eficiência na conservação e para a análise de percursos produtivos e de transporte utilizaram-se dataloggers colocados em diferentes posições em paletes. A análise preliminar mostrou que basta a existência de um

dispositivo de rastreabilidade por palete, sendo esse o procedimento utilizado.

Principais resultados

A-Ensaio de conservação de cereja

As condições de conservação em termos de temperatura e humidade relativa (Quadro 4) diferiram entre a modalidade OP e as restantes em termos de temperatura. A temperatura média na modalidade OP foi de 4,8°C (2019) e 6,7°C (em 2020), enquanto nas restantes modalidades esteve no intervalo de 0,6°C a 2,0°C. Os valores de humidade relativa mantiveram-se dentro ou ligeiramente acima dos parâmetros aconselhados na bibliografia (90% a 95%, Quadro 3) (Mitcham et al., 1996).

Quadro 4 – Valores médios, mínimos e máximos de temperatura (T) e humidade relativa (HR) para cada grupo de modalidades em cada um dos ciclos de ensaios de conservação de cereja.

Ciclo		Modalidade(s)	Média ± desvio padrão	Mínimo	Máximo
2019	T (°C)	OP	4,8±2,7	1,1	12,9
		AN,51010,61015	1,8±0,6	1,6	10,8
		3310,4315	2,0±0,7	1,7	10,5
	HR (%)	OP	91,1±2,9	81,2	98,0
		AN,51010,61015	97,0±1,5	83,9	99,0
		3310,4315	97,1±1,2	84,4	99,9
2020	T (°C)	OP	6,7±1,0	4,5	12,0
		AN,3310,4315	0,9±0,42	0,2	6,8
		51010,61015	1,6±0,7	0,6	10,7
	HR (%)	OP	94,2±3,3	81,4	100,0
		AN,3310,4315	98,7±3,2	60,2	100,0
		51010,61015	98,8±3,3	58,8	100,0

Na Figura 7 apresenta-se a perda de peso dos frutos para cada modalidade ao longo do período de conservação, em 2019 e 2020, observando-se que a modalidade OP apresenta uma perda de peso constante chegando a -10% em 2019 e -11% em 2020 no final de 28 dias. As modalidades de AC apresentam uma média de perda de peso de -2%, que se mantém semelhante ao longo dos 49 dias de conservação. Observou-se um aumento de peso das cerejas quando ocorreram fenómenos de condensação dentro das câmaras de refrigeração (AN em 2020).

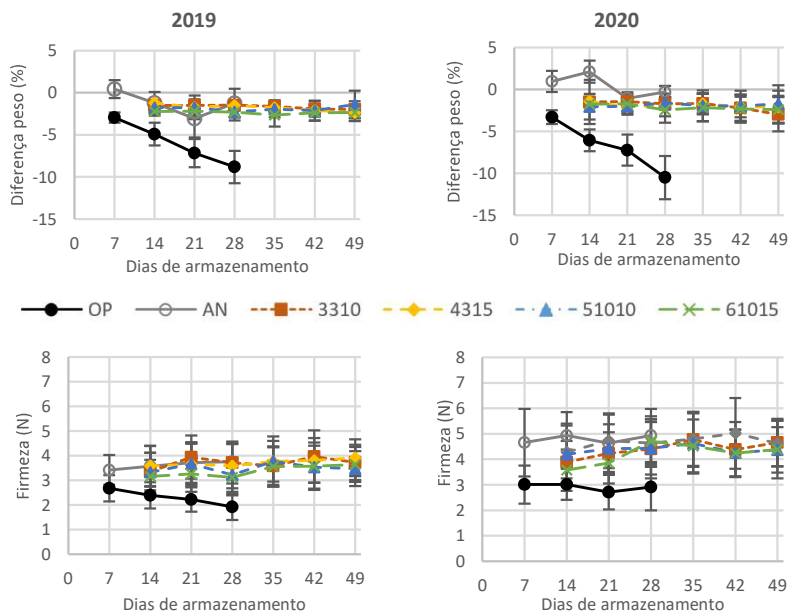


Figura 7 – Evolução da diferença de peso e da firmeza ao longo do período de amostragem do ensaio de conservação de cereja para cada modalidade.

Relativamente à firmeza dos frutos, parâmetro determinante na qualidade e manuseamento, observou-se uma perda de firmeza mais acentuada em 2019 na modalidade OP, com 2 N no final de 28 dias de conservação (Figura 12). As restantes modalidades permitiram manter a firmeza dos frutos ao longo do período de conservação sem que se tenham registado diferenças acentuadas entre modalidades quer entre AC quer na comparação entre AC e AN.

Relativamente aos pedúnculos (Figura 8), os frutos da modalidade OP apresentam um aspeto mais desidratado, mas não se observaram diferenças nas modalidades de AC.

A análise sensorial indica que as modalidades de AC e AN permitiram manter a qualidade dos frutos, enquanto os frutos da modalidade OP,

aos 28 dias de conservação, tiveram menores pontuações nas variáveis sensoriais “aspecto”, “sabor” e “classificação global” (Figura 9).

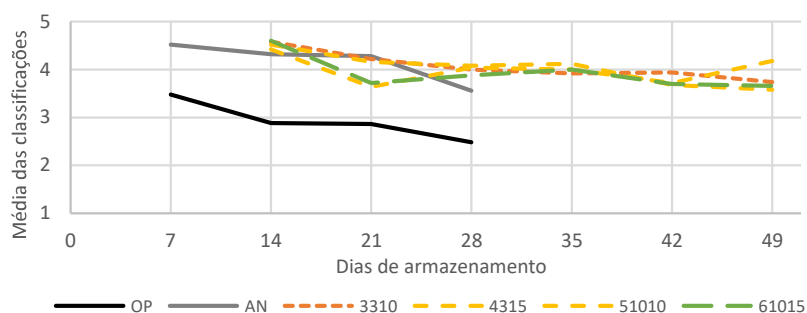


Figura 8 – Evolução da classificação dos pedúnculos ao longo do período de amostragem para cada modalidade

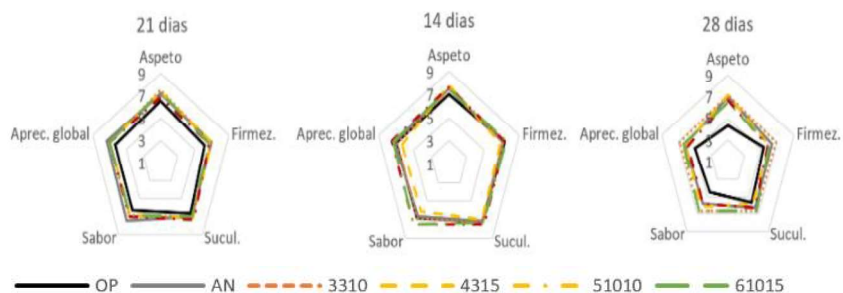


Figura 9 – Resultados da análise sensorial realizada em 2020 aos 14, 21 e 28 dias.

O efeito da composição da atmosfera não foi tão marcado quanto o da temperatura. No entanto, foram observadas diferenças na cor dos frutos entre as modalidades conservadas em atmosfera normal e as modalidades conservadas em atmosfera controlada.

Por outro lado, não foi encontrada nenhuma relação clara entre a incidência de podridões e as modalidades testadas no ensaio. Contudo,

essa incidência foi muito baixa, sendo sempre igual ou inferior a 3% (2 cerejas) por modalidade e por dia de análise.

B-Ensaio de conservação de pêsego

As condições de conservação em termos de temperatura e humidade relativa (Quadro 5) diferiram ligeiramente entre a modalidade OP e as restantes em termos de temperatura, com uma temperatura média de 0,3°C e 0,4°C na OP. Nas restantes modalidades esteve entre 1,8°C e 1,9°C em 2019 e 1,3°C em 2020 nas. O valor médio de temperatura da modalidade OP (Quadro 5) esteve abaixo dos valores médios das restantes modalidades e próximo do intervalo aconselhado para a conservação do pêsego, ou seja, -1 °C a 0 °C (Crisosto et al., 1996). Pelo contrário, a temperatura média das restantes modalidades esteve acima desse intervalo e dentro do intervalo considerado como de maior suscetibilidade à ocorrência de danos por frio (2,2 °C a 7,6 °C). Mesmo assim, a incidência desse tipo de danos, nomeadamente de acastanhamento interno e lanosidade, foi sempre inferior a 17% (Quadro 5).

Em 2019, os primeiros casos de podridão surgiram na modalidade 528 aos 49 dias e, em 2020, na modalidade 325 aos 42 dias (Quadro 6). A modalidade de atmosfera controlada com menor concentração de CO₂ (325) foi aquela que, em 2020, apresentou uma maior incidência acumulada de podridões (Quadro 7). Em 2019 a maior incidência ocorreu na modalidade com 10% de CO₂ (6210).

Quadro 5 – Valores médios, mínimos e máximos de temperatura (T) e humidade relativa (HR) para cada grupo de modalidades em cada um dos ciclos de ensaios de conservação de pêsego.

Ciclo		Modalidade(s)	Média ± desvio padrão	Mínimo	Máximo
2019	T (°C)	OP	0,3±0,7	-0,5	22,3
		AN,323,425	1,9±0,7	0,8	13,4
		528,6210	1,8±0,8	-0,1	13,5
	HR (%)	OP	98,6±2,6	46,2	100,0
		AN,323,425	97,9±4,1	74,8	99,9
		528,6210	94,4±6,4	66,2	99,9
2020	T (°C)	OP	0,4±0,4	-0,2	2,8
		AN,325,4210,5215	1,3±1,6	-0,8	22,3
	HR (%)	OP	99,4±1,0	94,2	100,0
		AN,325,4210,5215	96,0±1,8	92,0	100,0

Quadro 6 – Incidência de danos por frio (acastanhamento interno e lanosidade) e de podridões no ensaio de conservação de pêsego em 2019.

Causa	Mod.	35 d	42 d	49 d	56 d	63 d
Acast. Int.	425					
Lanosidade		2,3%				
Podridão						
Acast. Int.	528					
Lanosidade			6,8%	4,6%	2,3%	
Podridão				2,3%		15,9%
Acast. Int.	6210					
Lanosidade						
Podridão				11,4%		20,4%

N=44 frutos por dia de amostragem e modalidade. A ausência de valores indica uma incidência de 0%.

Quadro 7 – Incidência de danos por frio (acastanhamento interno e lanosidade) e de podridões no ensaio de conservação de pêssago em 2020.

Causa	Mod.	35d+2	42d+2	49d+2	56d+2	63d+2
Acast. Int.	325		4,2%		12,5%	4,2%
Lanosidade				8,3%		12,5%
Podridão			4,2%			20,8%
Acast. Int.	4210	4,2%	4,2%			
Lanosidade				8,3%		4,2%
Podridão					4,2%	4,2%
Acast. Int.	5215				4,2%	8,3%
Lanosidade					4,2%	
Podridão					4,2%	4,2%

N=24 frutos por dia de amostragem e modalidade. A ausência de valores indica uma incidência de 0%. Avaliação realizada após 2 dias à temperatura ambiente.

Contudo, é necessário ter em conta que as modalidades com menor teor de CO₂ foram, em 2019, as afetadas pela avaria que ocorreu numa das câmaras e que fez com que o tempo de conservação dessas modalidades fosse apenas de 35 dias. É ainda de referir que a inibição do desenvolvimento de fungos e, portanto, de podridões, é um dos efeitos de concentrações elevadas de CO₂ referidos na literatura (Thompson, 2010).

Genericamente, não foram encontradas diferenças significativas entre modalidades para as variáveis sensoriais. Pelo contrário registaram-se diferenças significativas entre modalidades nas variáveis físico-químicas de diferença de peso e acidez titulável que poderão ser explicadas pelas diferenças na composição da atmosfera. Mais concretamente, foram observadas maiores perdas de peso e uma maior diminuição da acidez nas modalidades em AN em comparação com as modalidades em AC (Figura 10).

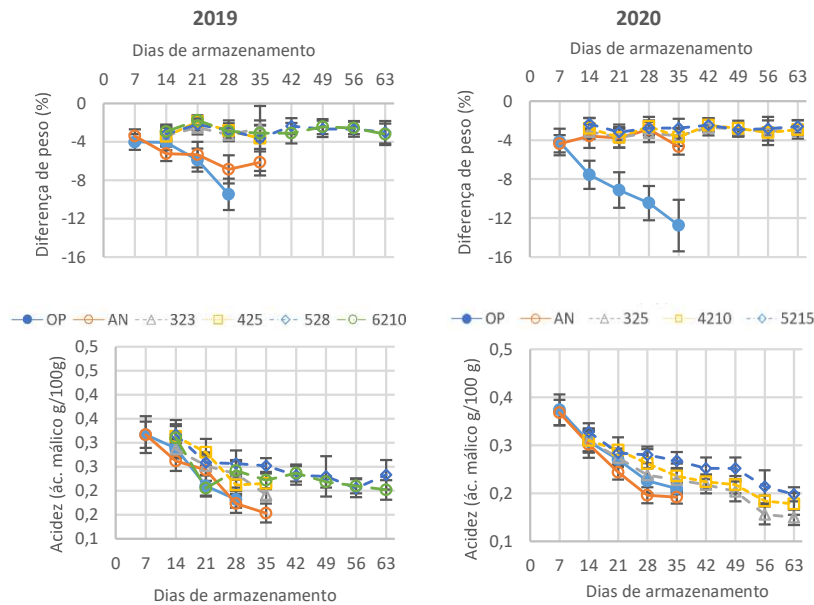


Figura 10 – Evolução das variáveis “diferença de peso” e “firmeza” ao longo do período de amostragem do ensaio de conservação de cereja para cada modalidade.

Adicionalmente, verificou-se que a modalidade com maior concentração de CO₂ em 2020 (15%, modalidade 5215) manteve valores mais elevados de acidez. Esse resultado ilustra um dos efeitos do uso de atmosferas controladas e que está relacionado com a diminuição da taxa respiratória, tendo em conta que os ácidos orgânicos são utilizados como substrato e, por isso, consumidos durante a respiração dos frutos (Thompson, 2010).

C-Embalagens e rastreabilidade

Foi desenvolvido um sistema de monitorização em tempo real com capacidade de comunicação via GSM (Morais et al., 2019b). A localização é obtida por triangulação usando o módulo GSM. Após essas operações, e com base no valor da intensidade do sinal, o sistema envia

os dados via GSM para um servidor remoto ou armazena o valor da temperatura do ar e os envia no próximo ciclo. Nesta condição, apenas a temperatura é enviada, pois é o parâmetro que mais afeta a qualidade dos produtos perecíveis. Os resultados de monitorização expostos na Figura 11 foram validados em viagens realizadas entre Covilhã e Albufeira.

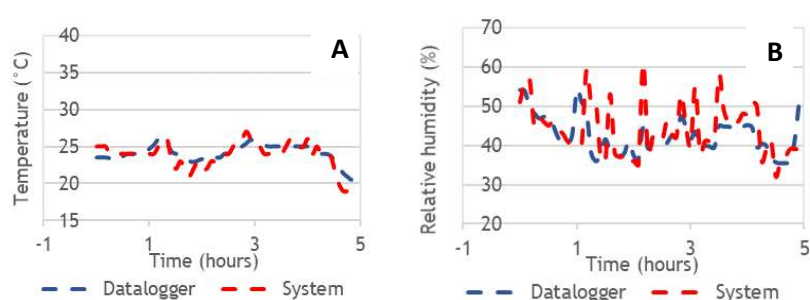


Figura 11 - Resultados comparativos das medições do sistema de rastreabilidade e datalogger de referência. **A**- Temperatura; **B**-Humidade Relativa.

Este dispositivo sofreu consecutivas evoluções até atingir a solução do sistema de rastreabilidade iTRACE. Este sistema é composto pelo dispositivo de monitorização apresentado na Figura 12 e por uma página disponível em www.prunuspos.pt, que permite afetar os dispositivos de monitorização a trajetos e rastrear em tempo real as condições de conservação (Figura 13).

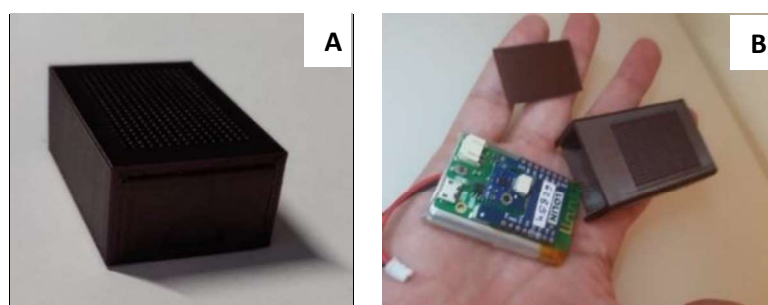


Figura 12 – Sistema de rastreabilidade otimizado. **A**-dispositivo; **B**-componentes.

A plataforma iTrace permite monitorizar todo o processo de transporte e entrega de cargas conservadas em frio, desde a saída do Produtor até ao destino e entrega no Cliente.

Na Figura 13 são expostas as janelas do software do sistema de rastreabilidade: (1) Detalhes do transporte e todas as entregas; (2) Localização GPS das transmissões dos sensores (3) Leituras dos sensores em formato gráfico. Também é possível, na qualidade de administrador, efetuar alterações e ajustes no transporte, eliminar por completo o transporte e aceder ao documento de Transporte iDRIVE (4).

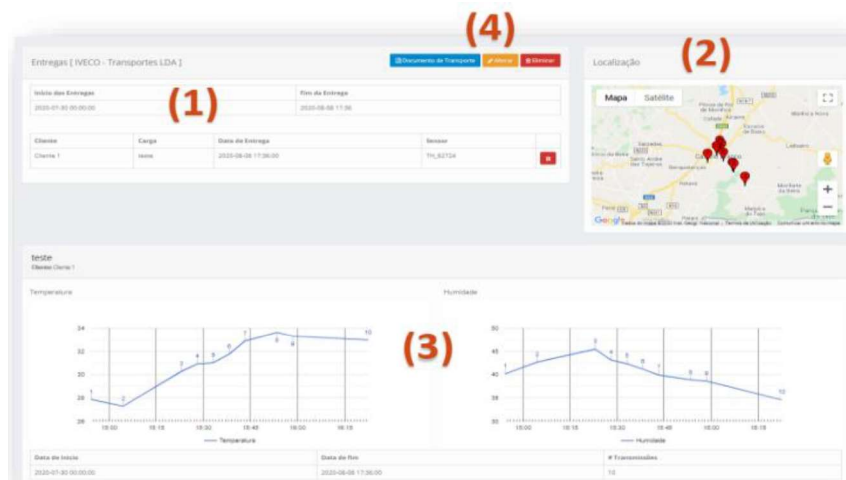


Figura 13 – Sistema de rastreabilidade otimizado.

Adicionalmente, foram conduzidos estudos dirigidos ao desenvolvimento de embalagens (estrutura física, materiais, isolamento térmico). Inicialmente, foi avaliado experimentalmente o comportamento térmico de embalagens secundárias utilizadas com e sem materiais de mudança de fase por baixo dos alvéolos. Foram analisados alvéolos de cartão, com e sem furação, e de película de alumínio, também com e sem furação (Figura 14). Estes estudos experimentais serviram para analisar o arrefecimento dos produtos (simuladores de fruta desenvolvidos com agar conforme Figura 6f)