

Principais resultados

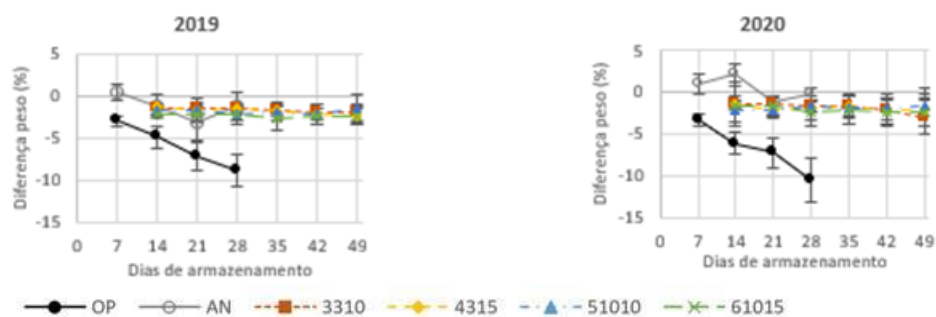
A-Ensaio de conservação de cereja

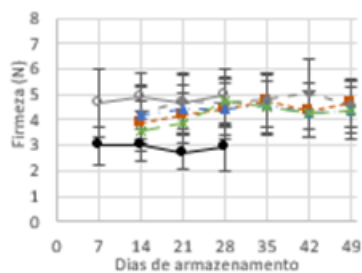
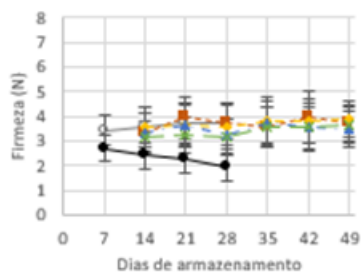
As condições de conservação em termos de temperatura e humidade relativa diferiram entre a modalidade OP e as restantes em termos de temperatura. A temperatura média na modalidade OP foi de 4,8°C (2019) e 6,7°C (em 2020), enquanto nas restantes modalidades esteve no intervalo de 0,6°C a 2,0°C. Os valores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

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 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).



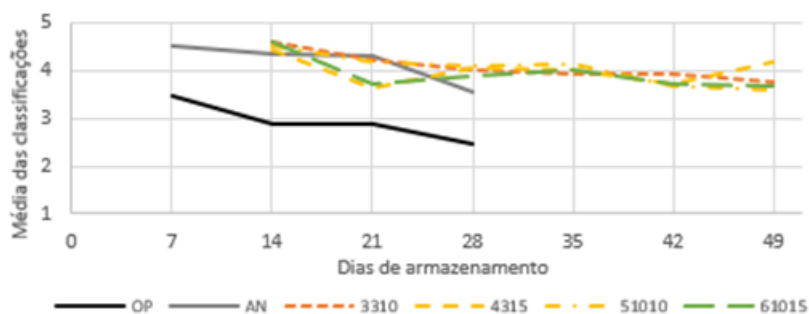


Evolução da diferença de peso e da firmeza ao longo do período de amostragem do ensaio de conservação de cereja para cada modalidade.

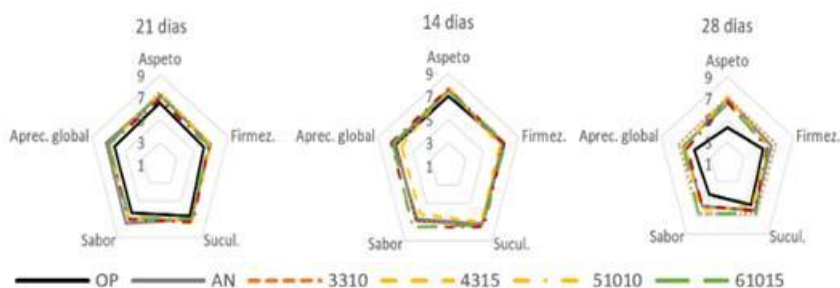
Relativamente à firmeza dos frutos, parâmetro determinante na qualidade e manuseamento, observou-se uma perda de firmeza mais acentuada em 2019 na modalidade OP, com 2 N no final de 28 dias de conservação. As restantes modalidades permitiram manter a firmeza dos frutos ao longo do período de conservação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

Relativamente aos pedúnculos, 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 “aspeto”, “sabor” e “classificação global”.



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



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 pêssego

As condições de conservação em termos de temperatura e humidade relativa 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 esteve abaixo dos valores médios das restantes modalidades e próximo do intervalo aconselhado para a conservação do pêssego, 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%.

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

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 pêssego.

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

Incidência de danos por frio (acastanhamento interno e lanosidade) e de podridões no ensaio de conservação de pêssego 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%.

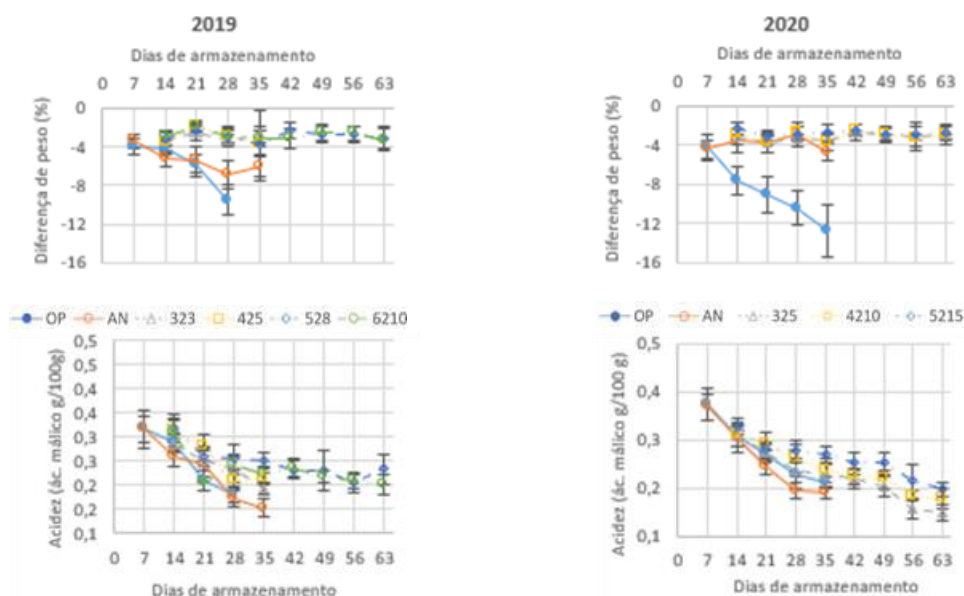
Incidência de danos por frio (acastanhamento interno e lanosidade) e de podridões no ensaio de conservação de pêssego em 2020.

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.



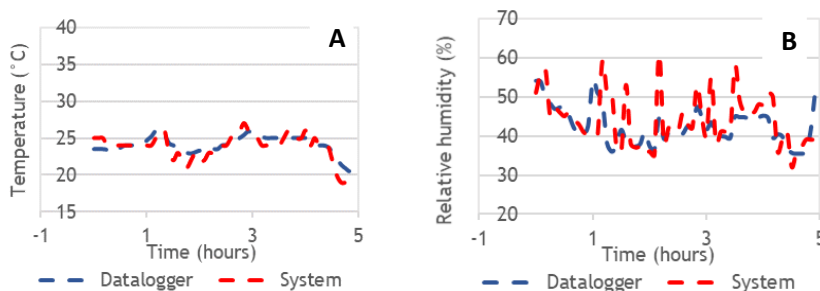
Evolução das variáveis “diferença de peso” e “firmeza” ao longo do período de amostragem do ensaio de conservação de cereja para cada modalidade.

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).

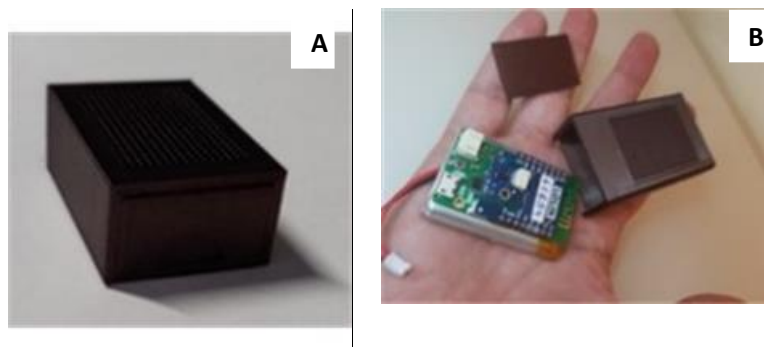
C-Embalagens e rastreabilidade

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.



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

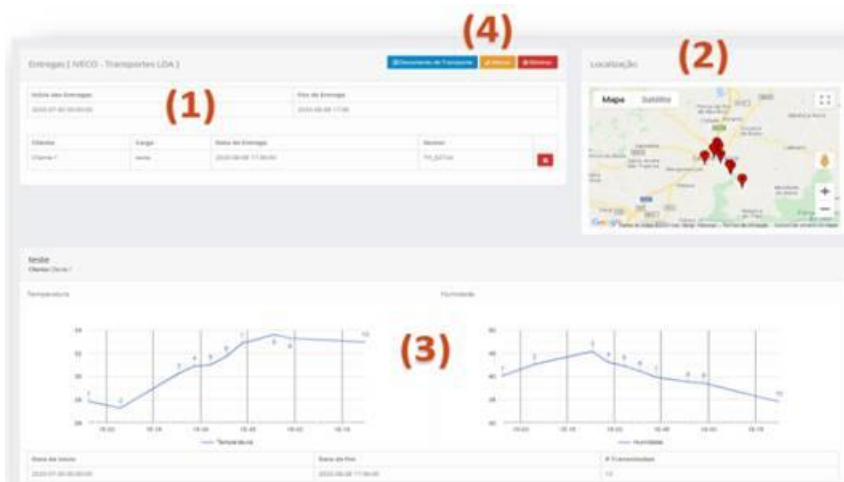
Este dispositivo sofreu consecutivas evoluções até atingir a solução do sistema de rastreabilidade iTRACE. Este sistema é composto pelo dispositivo de monitorização apresentado na Figura 12 e por uma página disponível em www.prunuspos.pt, que permite afetar os dispositivos de monitorização a trajetos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



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 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).



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. Estes estudos experimentais serviram para analisar o arrefecimento dos produtos (simuladores de fruta desenvolvidos com agar conforme Figura, aquando da colocação em câmara de refrigeração, assim como o aquecimento dos produtos aquando da retirada da câmara de refrigeração e colocação da embalagem à temperatura ambiente.



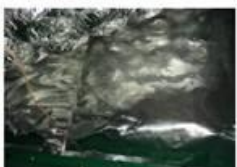
a) embalagem com alvéolo de cartão sem PCM.



b) embalagem com alvéolo de cartão com PCM.



c) embalagem com alvéolo de alumínio (com e sem perfuração) sem PCM.



d) embalagem com alvéolo de alumínio (com e sem perfuração) com PCM.



e) Localização das caixas no interior da câmara climática.



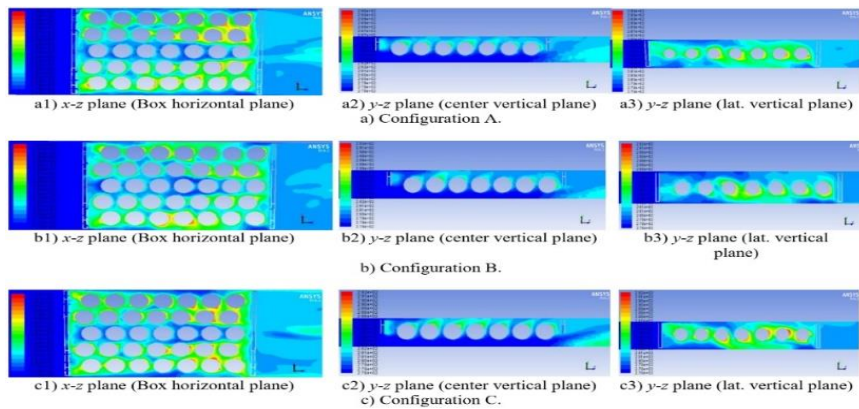
f) Simulador de fruto em agar com termopar colocado a uma profundidade de 7 cm

Ensaios experimentais de análise do comportamento térmico de embalagem com diferentes tipos de alvéolos.

Pretende-se avaliar o efeito do material de mudança de fase (PCM – phase change material) disposto por baixo dos alvéolos com diferentes materiais e características. A análise de resultados indica que o

processo de arrefecimento é mais lento, todavia, aquando da saída da câmara de refrigeração, o processo de aquecimento dos produtos é também mais lento, providenciando uma temperatura mais baixa de conservação o que se traduz na extensão da vida de prateleira do produto (Madhan et al, 2020).

Foram desenvolvidos um conjunto de estudos paramétricos em Dinâmica de Fluidos Computacional que visam fornecer os dados de entrada a um modelo previsional dos tempos de conservação e sua relação com a qualidade dos frutos. Por aplicação da técnica de volumes finitos, o domínio foi discretizado em volumes de controlo para serem resolvidas as equações de conservação de massa, de quantidade de movimento e de energia em cada volume de controlo. As condições de fronteira foram especificadas com valores determinados nos ensaios experimentais. Foram desenvolvidos diversos modelos computacionais onde foi alterada a configuração, alinhamento e dimensão dos orifícios presentes na embalagem. Na Figura são apresentados alguns exemplos dos resultados numéricos do escoamento de ar e transferência de calor no interior das configurações de embalagens que providenciaram maior uniformidade e valor mais baixo da temperatura.



Três exemplos das previsões numéricas do perfil de temperatura num plano horizontal, plano vertical central e plano central lateral.