

Novas recomendações para o armazenamento prolongado de pera ‘Rocha’ produzida na região Oeste de Portugal

Domingos P.F. Almeida

Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, dalmeida@isa.ulisboa.pt

Resumo

A introdução do 1-metilciclopropeno em 2011, as mudanças regulatórias impostas em 2013 sobre a difenilamina e a etoxiquina, a rápida evolução nas tecnologias de controlo da atmosfera das câmaras de armazenamento e o grande aumento da área de produção vieram alterar significativamente as condições de armazenamento prolongado de pera ‘Rocha’. Os fornecedores de atmosfera controlada presentes no mercado português não emitiram ainda recomendações sobre a forma ótima de conservar pera ‘Rocha’ nos seus sistemas, ao contrário do que se faz nas principais regiões produtoras mundiais. Apresentam-se aqui as recomendações para assegurar o armazenamento de pera ‘Rocha’ produzida na região Oeste por períodos de 8 a 10 meses, com base em 24 ensaios realizados em 2015/16 e 2016/17. Associadas a uma boa sanidade do pomar e da central, os fungicidas para aplicação pós-colheita controlam eficazmente os problemas patológicos. Assim, o fator determinante da duração prática de armazenamento são os acidentes fisiológicos escaldão superficial e acidentes internos. Os melhores resultados obtêm-se quando se adotam as seguintes práticas: segregação de lotes em função do estado de maturação à colheita e do potencial de conservação determinado pelas condições pré-colheita, nomeadamente edáficas; enchimento da câmara num período inferior a 5 dias; arrefecimento dos frutos para uma temperatura de polpa de 0 °C em menos de 5 dias; colocação da atmosfera controlada em regime logo após os frutos atingirem a temperatura de polpa recomendada; redução da pressão parcial de O₂ para <3 kPa em 24 horas e para 0,5 kPa em 5 dias. As condições de armazenamento recomendadas são: temperatura entre -1 a 0 °C, humidade relativa 93 a 95%, pressão parcial de O₂ ≤0,5 kPa e pressão parcial de CO₂ ≤0,6 kPa. Alternativamente, os frutos podem ser tratados com 1-metilciclopropeno e armazenados entre -1 a 1 °C com pressão parcial de O₂ de 3,5 a 6,0 kPa e pressão parcial de CO₂ ≤0,6 kPa.

Palavras-chave: acidentes fisiológicos internos, atmosfera controlada, conservação, *Pyrus communis*, tecnologia pós-colheita.

Abstract

The introduction of 1-methylcyclopropene in 2011, the regulatory ban on diphenylamine in 2013, the rapid technological evolution in the control of atmosphere composition on storage room and the increase in production area and volume are changing the technical and market conditions for long-term storage of ‘Rocha’ pear. The suppliers of controlled atmosphere storage operating in the Portuguese market have not yet issued recommendations about optimal storage protocols for ‘Rocha’ pear, in contrast with the main pear growing regions worldwide. Storage recommendations are presented ‘Rocha’ pear grown in the Oeste Region of Portugal for up to 10 months, based on 24 trials performed in 2015/16 e 2016/17. Together with adequate orchard sanitation, postharvest fungicide treatments are effective in preventing decay. The determinant factor of practical storage duration in pear becomes the storage physiological disorders superficial scald and internal browning disorders. The best storage results are obtained with the following practices: segregation of batches based on maturity stage at harvest and the storage potential determined by preharvest conditions,

namely soil texture; loading the cold room in less than 5 days (ideally 3 days); cooling the fruit to a flesh temperature of 0 °C in less than 5 days after the beginning of the load; establishment of the controlled atmosphere regime immediately after the fruit are cooled; pull down the partial pressure of O₂ to <3 kPa in 24 h and to 0.5 kPa in 5 days. Recommended storage conditions are: temperature of -1 to 0 °C, 93 to 95% relative humidity, O₂ partial pressure ≤0.5 kPa and CO₂ partial pressure ≤0.6 kPa. Alternatively, the fruit can be treated with 1-methylcyclopropene and stored at -1 to 1 °C with O₂ partial pressure of 3.5 to 6.0 kPa and CO₂ ≤0.6 kPa.

Keywords: controlled atmosphere, fruit storage, physiological disorders postharvest technology, *Pyrus communis*.

Introdução

Portugal é atualmente o quinto maior produtor europeu de pera *ex aequo* com a França, após a Itália, Espanha, Holanda e Bélgica, (FAO, 2017). A ‘Rocha’ é a quarta cultivar com maior volume produzido na União Europeia após a ‘Conference’, ‘Abate Fetel’ e ‘Williams’ (WAPA, 2016). A produção de pera em Portugal duplicou em três décadas, passando de uma média de 92 700 t no triénio 1986-1988 (CE, 2013) para 184 559 t no triénio 2013-2015 (INE, 2016). Estimamos que os atuais 12 046 ha (triénio 2013-2015, INE, 2016) tenham um potencial produtivo agrícola de 300 000 t pelo que a produção real declarada tem sido cerca de 60% deste potencial.

Este crescimento na produção nacional de pera foi acompanhado por alterações significativas na geografia da produção, na fitotecnia dos pomares, no manuseamento pós-colheita e nos sistemas de armazenamento. No início da década de 1990 a cultivar ‘Rocha’ representava cerca de 70% da produção nacional de pera (Avelar et al., 1994); atualmente representa mais de 95% e apenas uma pequena proporção da produção é polinizada. No início da década de 1990 a pera armazenava-se a cerca de 0 °C em atmosfera normal por um período máximo de 5 meses (Avelar et al., 1994). Aperfeiçoou-se o domínio dos tratamentos pós-colheita com difenilamina e com fungicidas, duas tecnologias-base do sector (Almeida, 2017). Até 2013 a pera Rocha foi tratada após a colheita com difenilamina, uma substância homologada para o controlo do escaldão superficial que também reduz os acidentes internos, os danos pelo CO₂ e os acastanhamentos epidérmicos devidos a abrasões. Para além dos tratamentos destinados a prevenir o escaldão superficial, a pera Rocha é tratada pré-colheita ou pós-colheita com fungicida destinado a prevenir podridões dos frutos. Atualmente encontram-se homologadas para aplicações pós-colheita as substâncias ativas fludioxonil, imazalil e tiabendazol. Em 2011 foi homologado em Portugal para aplicação em pera ‘Rocha’ o 1-meticiclopropeno (1-MCP), um inibidor da ação do etileno que previne o escaldão superficial e retarda o amadurecimento (Almeida et al., 2016). O 1-MCP encontra-se homologado para aplicação em frio normal e em atmosfera controlada, com os ensaios de eficácia efetuados com 3 kPa O₂ (Almeida et al., 2016).

A temperatura adequada ao armazenamento prolongado de pera está bem estabelecida: entre -1 e 0 °C (Porritt, 1964; Knee, 1987). A -1 °C o período de armazenamento de peras (‘Anjou’ e ‘Bartlett’) é 35 a 40 % superior do que a 0 °C (Porritt, 1964). Ensaios de armazenamento a 2 °C de frutos tratados com 1-MCP revelaram-se arriscados e incompatíveis com armazenamento prolongado (D. Almeida, dados não publicados), mas com uma boa sanidade é possível usar uma temperatura não superior a 1 °C em frutos tratados com 1-MCP a 300 nL L⁻¹. Note-se que com um teor em sólidos solúveis de 11% o ponto de congelação da pera é de -1,9 °C, mas esse valor eleva-se para cerca de -1,3 °C quando as peras têm apenas 8% de sólidos solúveis. A humidade relativa deve situar-se entre 92 e 95% para manter as perdas de peso em níveis eficientes; valores mais elevados de humidade relativa (> 95%) favorecem o desenvolvimento de podridões e alguns acidentes fisiológicos. A humidade relativa numa câmara de conservação não pode ser desligada do dimensionamento do sistema de refrigeração mecânica; a humidade relativa da câmara é determinada

pela área de permuta do evaporador, pelo diferencial de temperatura entre o ar e o fluido frigorígeno e pelas taxas de renovação de ar.

Em pera, a atmosfera controlada é um complemento útil à refrigeração e ao controlo da humidade relativa, permitindo prolongar substancialmente o período de armazenamento. Datam do início dos anos 90 as primeiras experiências laboratoriais e comerciais com o armazenamento de pera ‘Rocha’ em atmosfera controlada (Avelar et al., 1994). As recomendações sobre a conservação de pera em atmosfera controlada são específicas, não só da cultivar, mas também da região de produção, variando em intervalos amplos de 0,5 a 4 kPa O₂ e 0,1 a 5 kPa CO₂ (Richardson e Gerasopoulos, 1994). Para a pera ‘Rocha’ os valores indicados na literatura científica ou técnica têm variado. Os primeiros estudos de armazenamento de pera Rocha em atmosfera controlada foram efetuados após a colheita de 1993 (Avelar et al., 1994). As condições ensaiadas foram 4,1 kPa O₂ + 3,5 kPa CO₂ e 4.4 kPa O₂ + 1.3 kPa CO₂ a 0°C (Avelar et al., 1994). Já antes Herrero e Guardia (1992) recomendavam 3 kPa de O₂ e 2,5 a 3 kPa de CO₂ a uma temperatura de -0,5 a 0 °C e 90 a 92% de humidade relativa. Estes autores notam que a pera Rocha é sensível ao CO₂ e aconselham a não ultrapassar os 3 kPa. Amaro (2000) recomenda valores de 2,5 a 4 kPa de O₂ e 0,7 a 1 kPa de CO₂ a -0,5 a 0 °C e 90 a 95% de humidade relativa. Rodrigues (2005), baseando-se em diversos estudos, recomenda 2,0 a 2,5 kPa O₂ e 0,5 a 0,7 kPa CO₂. As atuais normas técnicas para a Produção Integrada indicam valores de 2 kPa de O₂ e 2 kPa de CO₂ a temperatura entre -1 e 0 °C, embora notem que existem «outras tecnologias de conservação com valores mais baixos de oxigénio» (Cavaco, 2012). Deuchande et al. (2015) referem recomendações para a pera ‘Rocha’ de 3 kPa O₂ e 0,5 kPa CO₂.

Desde 2003 foram introduzidos no mercado mundial novos protocolos de pilotagem da atmosfera controlada com base em respostas fisiológicas dos frutos. Estes baseiam-se em resposta da fluorescência de clorofilas, deteção de etanol nos frutos ou na atmosfera e nas alterações do quociente respiratório. Os sistemas comerciais têm distintas designações registadas como *Dynamic Controlled Atmosphere* (DCA), *Dynamic Control System* (DCS) e *HarvestWatch*, e aplicam os princípios com base em variantes nos sistemas de monitorização e controlo da resposta do frutos e da composição gasosa da atmosfera. A melhoria nos sistemas de monitorização e controlo da composição gasosa, a eliminação da difenilamina e a introdução do 1-MCP nos sistemas de armazenamento, bem como o aumento dos volumes de pera produzidos e as necessidades de exportação obrigam a rever as recomendações para o armazenamento da pera ‘Rocha’ em condições ideais.

Este artigo resume a experimentação aplicada efetuada em dois anos consecutivos (2015/16 e 2016/17) para desenvolver recomendações para o armazenamento prolongado de pera ‘Rocha’ no atual contexto dos sistemas de produção e de manuseamento pós-colheita. Os resultados destas experiências, combinados com estudos complementares anteriores e concomitantes e com observações empíricas nas centrais fruteiras e nas cadeias de distribuição suportam as recomendações que aqui se divulgam.

Material e métodos

Frutos

Durante duas campanhas consecutivas (2014/15 e 2015/16) foram conduzidos ensaios de armazenamento de pera (*Pyrus communis* L.) ‘Rocha’. Frutos de calibre 65 a 75 mm foram colhidos no estado maturo verde num pomar plantado em 1990 com uma densidade de 1667 plantas por hectare enxertadas em marmeleiro BA 29, localizado na Sobrena, Cadaval. As características dos frutos utilizados em 2015 foram: tonalidade da casca de 106,4°; firmeza da polpa 5,2 kgf, índice de regressão do amido (escala de 1 a 10) de 8,2, teor em sólidos solúveis de 11,2% e 0,2% de acidez titulável expressa em equivalentes de ácido málico. Em 2016, os frutos tinham uma tonalidade da casca de 110,1°, 6,2 kgf de firmeza de polpa, índice de regressão do amido (escala de 1 a 10) de 6,9, 11,9 % de sólidos solúveis e 0,20% de acidez titulável. Os frutos foram colhidos para caixas de 60 ×

40 cm, tratados no dia da colheita com Scholar (s.a. fludioxonil) na dose de 3 L p.c. por 1000 L água, arrefecidos e mantidos a 0 - 5 °C até ao início dos ensaios.

Condições de armazenamento

Os frutos foram armazenados em cabines experimentais com 0,52 m³ a uma densidade de armazenamento de 200 kg m⁻³. A temperatura foi geralmente mantida entre -0,8 e -0,2 °C e a humidade relativa entre 92 e 95%. Todas as modalidades estiveram sujeitas a flutuações de temperatura semelhante.

Em 2015/16 os frutos foram armazenados nas seguintes condições experimentais: ar, frutos tratados com 1-MCP a 300 ou 150 nL L⁻¹ em ar, frutos tratados com 1-MCP a 150 nL L⁻¹ e armazenados a pressão parcial de O₂ (*p*O₂) de 3 kPa e *p*CO₂ de 0,5 kPa em atmosfera controlada diferida de 32 ou 60 dias, frutos tratados com 1-MCP a 150 nL L⁻¹ e armazenados a 0,5 kPa O₂ e 0,5 kPa CO₂ em atmosfera controlada diferida de 32 dias; 3 kPa O₂ combinado com 0,5 kPa CO₂ e atraso na colocação em regime de 6 ou 46 dias; 0,5 kPa O₂ combinado com 0,5 kPa CO₂ e atraso na colocação em regime de 6 ou 46 dias; 1 kPa O₂ e 0,5 kPa CO₂; 3 kPa O₂ combinados com 0,5 kPa CO₂ e redução da *p*O₂ em 20 dias.

Em 2016/17 foram estudadas as seguintes condições de armazenamento: ar, frutos tratados com 1-MCP a 300 nL L⁻¹ em ar, 3 kPa O₂ e 0,5 kPa CO₂ com redução da *p*O₂ em 1 ou 20 dias, 0,5 kPa O₂ combinado com 0,5 kPa CO₂ e redução da *p*O₂ em 1 ou 20 dias, 0,5 kPa O₂ combinado com 0,1 e 1,0 kPa CO₂, frutos tratados com 1-MCP a 300 nL L⁻¹ e mantidos 3,5 kPa O₂ e 0,5 kPa CO₂ e um atraso de 56 dias na colocação em regime; 0,1 kPa O₂ e 0,1 kPa CO₂ com redução da *p*O₂ em 1 ou 30 dias e 0,5 kPa O₂ e 8 kPa CO₂ com redução da *p*O₂ rápida.

Determinações

A incidência e severidade de escaldão superficial e de acidentes fisiológicos internos foi avaliada visualmente (Saquet e Almeida, 2017). Complementarmente, para fundamentar as recomendações, foi medida a firmeza, a cor dos frutos, o teor em sólidos solúveis e a acidez titulável.

Resultados e discussão

Escaldão superficial e sua prevenção

Em 2015/16 não se observou escaldão superficial nos ensaios. Em 2016/17 foi observado escaldão superficial nos frutos armazenados em ar e com 3 kPa O₂. A incidência de escaldão após 7 dias em prateleira a seguir ao armazenamento durante 191 dias foi de 57% no ar, 13% nos frutos armazenados com 3 kPa O₂ reduzida em 20 dias e 2% nos frutos armazenados nas mesmas condições mas com redução da *p*O₂ em 1 dia. Está bem estabelecido que o 1-MCP é eficaz na prevenção do escaldão superficial em pera 'Rocha' (Isidoro e Almeida, 2006; Almeida et al., 2016). A atmosfera controlada com redução rápida da *p*O₂ para < 3 kPa também reduz o escaldão que é prevenido a 0,5 kPa O₂.

Acidentes fisiológicos internos e sua prevenção

A incidência de acidentes fisiológicos internos associados à atmosfera controlada (Saquet e Almeida, 2017) em 2015/16, após 8 meses de armazenamento seguidos de 7 dias a 20 °C, foi superior a 50% em frutos armazenados com 3 kPa O₂, de 20% a 1 kPa O₂ e não ocorreram a 0,5 kPa O₂. A atmosfera controlada diferida em 46 dias reduziu a incidência de acidentes internos em frutos armazenados a 3 kPa O₂ mas agravou-a nos frutos a 0,5 kPa O₂. Este efeito da atmosfera controlada diferida na pera 'Rocha' encontra-se discutido em Saquet et al. (2017).

Em 2016/17, ao fim de 191 dias de armazenamento seguidos de 7 dias em prateleira a 20 °C não ocorreram acidentes fisiológicos internos em frutos mantidos nas seguintes condições: 0,5 kPa O₂, 0,5 kPa CO₂ com redução da *p*O₂ em 1 dia; 0,1 kPa O₂, 0,1 kPa CO₂ com redução da *p*O₂ em 1

dia. A incidência ultrapassou os 50% de frutos afetados nas seguintes condições: 3,0 kPa O₂, 0,5 kPa CO₂ com redução da *p*O₂ em 1 ou em 20 dias.

Em pera ‘Rocha’ sem tratamentos pós-colheita com difenilamina, etoxiquina ou 1-metilciclopropeno, o risco de acidentes fisiológicos internos aumenta quando (1) existe um atraso na colocação em regime superior a 7 dias, (2) a redução da *p*O₂ entre 20,8 kPa e 0,5 kPa é lenta; o risco agrava-se se período de redução da *p*O₂ for superior a 2 semanas, (3) a pressão parcial de O₂ se situa entre 1 e 3 kPa (zona de risco); (4) os frutos são colhidos com estado de maturação avançada (firmeza < 6 kgf) e (5) em frutos de calibre superior a 75 mm.

Efeito da pressão parcial do O₂

Frutos armazenados em ar (20,8 kPa O₂) conservaram-se por um período máximo de 5 meses em condições de segurança. A redução da *p*O₂ para 3 kPa não foi suficiente para conservar a pera Rocha sem acidentes fisiológicos internos (Figura 1). A redução da *p*O₂ até 1 kPa não foi suficiente para conservar a pera Rocha até 9 meses devido a amolecimento e acidentes fisiológicos internos. A redução da *p*O₂ para 0,5 kPa possibilitou a conservação da pera até 9 meses sem acidentes internos (Figura 1), com manutenção da firmeza da polpa, tonalidade verde da casca e ausência de acidentes fisiológicos de conservação.

Efeito da pressão parcial de CO₂

Comparou-se o efeito da *p*CO₂ a uma *p*O₂ constante de 0,5 kPa. Após 191 dias de armazenamento, 100% dos frutos armazenados com 8 kPa CO₂ apresentavam severos danos (necrose seca) externos e internos (Figura). A incidência de acastanhamentos internos a *p*CO₂ de 0,1; 0,5 e 1,0 kPa foi reduzida (0 a 4%). No entanto, observou-se uma tendência: ausência de acidentes sob 0,5 kPa, 1 a 2% dos frutos afetados a 0,1 kPa e 3 a 4% a 1,0 kPa CO₂ (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Esta observação, no intervalo de *p*CO₂ entre 0,1 e 1 kPa, pode ser espúria e a correspondência a um efeito consistente carece de verificação. Neste contexto, é necessário não ignorar que observações efetuadas entre a década de 1930 e 1970 nos Estados Unidos e em França – embora em condições experimentais muito distintas da atuais – notaram efeitos benéficos da elevação da *p*O₂, em tratamentos de choque ou intermitentes, na redução dos acidentes internos.

Efeito da velocidade de redução da pressão parcial de O₂

A redução da *p*O₂ de 20,8 kPa para 3 kPa ou para 0,5 kPa foi efetuada de forma linear em 1 ou 20 dias. A 3 kPa a incidência de acidentes internos após 191 dias de armazenamento seguidos de 7 dias a 20 °C foi superior a 50%, independentemente na taxa de redução da *p*O₂, embora se observasse uma menor incidência na taxa lenta (Figura 4). Em contraste, uma taxa lenta induziu acidentes internos em frutos armazenados a 0,5 kPa O₂ o que não ocorreu quando a redução da *p*O₂ foi rápida (Figura 4).

Efeito da atmosfera controlada diferida

O atraso na colocação do regime da atmosfera controlada em 60 dias com 3 kPa de O₂ e 150 nL L⁻¹ de 1-MCP apresentou elevada incidência de acastanhamentos internos. O atraso na colocação do regime em 46 dias, com 3 kPa de O₂ aumentou a incidência de acidentes fisiológicos internos e acelerou o amolecimento e amarelecimento dos frutos em relação à colocação imediata em regime. O atraso na colocação do regime em 46 dias, com 0,5 kPa de O₂, causou perda de frutos por acastanhamentos internos, menor firmeza de polpa e tonalidade mais amarela. O atraso de 32 dias na colocação em regime em frutos armazenado em 3 e 0,5 kPa de O₂ com tratamento de 1-MCP a 150 nL L⁻¹ não mitigou a incidência de acidentes a 3 kPa O₂ e agravou-a a 0,5 kPa O₂.

Embora o efeito da atmosfera controlada diferida seja diferente em função da *p*O₂ (ligeiro benefício a 3 kPa e agravamento a 0,5 kPa, Saquet et al. 2017), conclui-se que esta prática não é

benéfica para a pera 'Rocha' da região Oeste. Estas observações suportam relatos anteriores (Silva et al., 2009; Almeida et al., 2016).

Boa prática para o armazenamento da pera Rocha em atmosfera controlada

A gestão de operações de receção, carregamento das câmaras e colocação em funcionamento deve considerar: (1) a segregação de lotes; (2) enchimento da câmara; (3) a taxa de arrefecimento; (4) a colocação em regime da atmosfera controlada e (5) a velocidade de redução da pO_2 .

A segregação de lotes e sua repartição pelas câmaras tem de ser efetuada com base nos seguintes critérios: (1) estado de maturação à colheita e (2) potencial de conservação, com base na fitotecnia do pomar, no histórico do pomar e na textura do solo; frutos provenientes de solos de textura ligeira apresentam potencial de conservação inferior aos produzidos em solos francos.

O enchimento das câmaras destinadas a armazenamento prolongado deve ser efetuado de preferência até 3 dias e num período superior a 5 dias. A temperatura de polpa recomendada deve ser atingida em menos de 5 dias após a primeira carga.

Em frutos não tratados com 1-MCP, a atmosfera controlada deve ser colocada em regime imediatamente após atingir a temperatura de polpa recomendada (sem *delay*). A redução da pO_2 (*pull down*) deve ser rápida; sugere-se uma redução para <3 kPa O_2 em 24 horas e para 0,5 kPa O_2 em 5 dias.

Condições ideais para o armazenamento prolongado da pera Rocha em atmosfera controlada

A temperatura de armazenamento deve situar-se entre -1 e 0 °C com um gradiente no interior da câmara inferior a 0,5 °C. A humidade relativa deve situar-se entre os 93 e 95%, o que requer sistemas de expansão indireta. Para minimizar os acidentes fisiológicos internos e o escaldão superficial, os níveis recomendados de O_2 são de 0,2 a 0,5 kPa e os níveis de CO_2 < 0,7 kPa. As condições de atmosfera controlada para a pera 'Rocha' produzida na região Oeste encontram-se no Quadro 1. O Quadro 2 sumaria as estratégias de armazenamento para a conservação por diferentes períodos da campanha. O 1-MCP requer ajustamentos significativos nas condições de atmosfera controlada aqui indicadas.

Referências

- Almeida, D.P.F. 2017. Tools for strategic management of postharvest technology: An application to the Portuguese pear industry. *Acta Horticulturae* (in press).
- Amaro, P. (Ed.). 2000. A produção integrada de pêra Rocha. ISA Press, Lisboa.
- Avelar, M.L., Rizzolo, A., Lombardi, P. and Eccher Zerbini, P. 1994. Physiological and quality responses of "Rocha" pears to controlled atmosphere storage. E. J. Woltering, L. G. Gorris, W. M. F. Jongen, B. McKenna, E. Höhn, P. Bertolini, M. L. Woolfe, A. de Jager, R. Ahvenainen, F. Artes Calero (Eds.). *The PostHarvest Treatment of Fruit and Vegetables Current Status and Future Prospects*, Proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST 94, 19-22 October 1994, Oosterbeek, The Netherlands, pp 15-22.
- Cavaco, M. (Coord.) 2012. Normas técnicas para a produção integrada de pomóideas. Volume II. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- CE. 2013. Document de travail. Groupe de travail prévisions poires. AGRIC.2 / POIR24 / 13, Commission européenne.
- Deuchande, T., Carvalho, S.M.P., Larrigaudière, C. & Vasconcelos, M.W. 2015. Advances in refrigerated and controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. In Gaspar, P.D. & Silva, P.D. (Eds). *Handbook of Research on Advances and Applications in Refrigeration Systems and Technologies*. IGI Global, Hershey PA, USA, pp.457-489.
- FAO. 2017. FAOSTAT Statistics Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Herrero, A. & Guardia, J. 1992. Conservación de frutos. Manual técnico. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

INE. 2016. Estatísticas Agrícolas – 2015. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.

Porritt, S.W. (1964). The effect of temperature on postharvest physiology and storage life of pears. Canadian Journal of Plant Science, 44, 568-579.

Richardson, D.G. & Gerasopoulos, D. 1994. Controlled atmosphere recommendations for pear fruits and storage chilling satisfaction requirements for ripening winter pears. Acta Horticulturae 367: 452-454.

Rodrigues, A.C. 2005. Pêra Rocha. Colheita e conservação. Associação para a Valorização Agrícola em Produção Integrada, Alcobaça, 28 p.

Saquet, A.A. & Almeida, D.P.F. 2017. Internal disorders of 'Rocha' pear affected by oxygen partial pressure and inhibition of ethylene action. Postharvest Biology and Technology 128: 54–62.

Saquet, A.A., Streif, J. & Almeida, D.P.F. 2017. Responses of 'Rocha' pear to delayed controlled atmosphere storage depend on oxygen partial pressure. Scientia Horticulturae 222: 17–21.

Silva, F.J.P., Gomes, M.H., Fidalgo, F. & Almeida, D.P.F. 2009. Influência da atmosfera controlada diferida na actividade antioxidante e acastanhamentos internos da pêra 'Rocha'. Actas Portuguesas de Horticultura 11: 189-196.

WAPA. 2016. European apple and pear forecast. World Apple and Pear Association, Brussels – Belgium.

Figuras e quadros

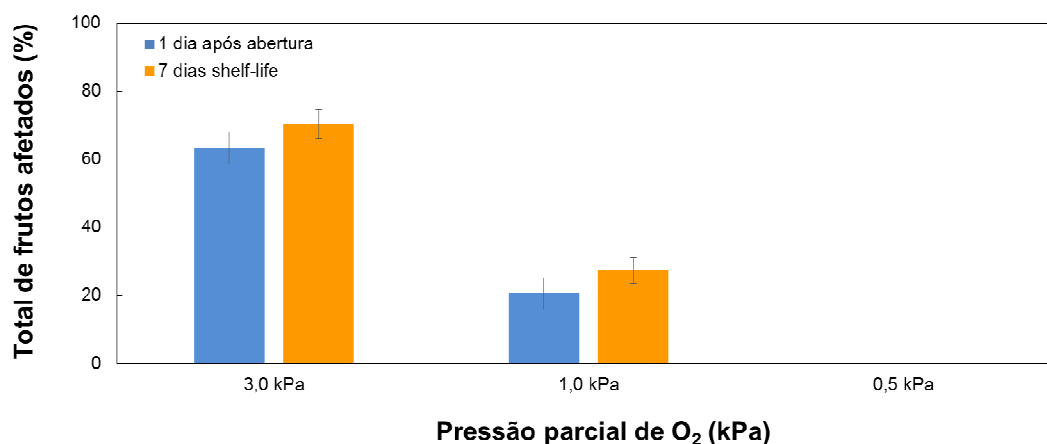


Figura 1- Efeito da pressão parcial do O₂ na incidência de acidentes fisiológicos internos após 254 dias de armazenamento a -0,5 °C sob pressão parcial de 0,5 kPa O₂ e subsequente período de 7 dias em prateleira a 20 °C no ar.



Figura 2- Aspeto dos frutos armazenados em 8 kPa CO₂ após 60 e 191 dias de armazenamento a -0,5 °C sob pressão parcial de 0,5 kPa O₂.

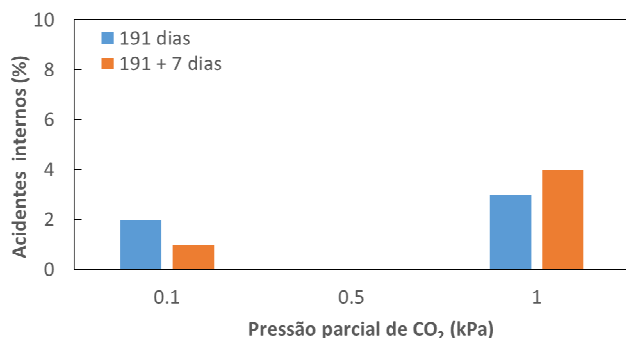


Figura 3- Efeito da pressão parcial do CO₂ na incidência de acidentes fisiológicos internos após 191 dias de armazenamento a -0,5 °C sob pressão parcial de 0,5 kPa O₂ e subsequente período de 7 dias em prateleira a 20 °C no ar. Os acidentes foram avaliados em 100 frutos em cada amostragem.

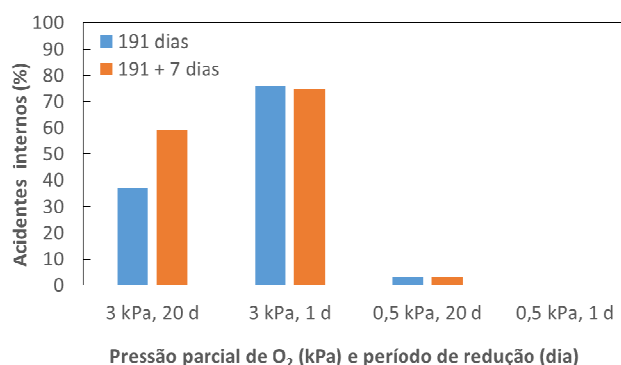


Figura 4- Efeito da velocidade de redução na pressão parcial do O₂ para 3 e para 0,5 kPa na incidência de acidentes fisiológicos internos após 191 dias de armazenamento a -0,5 °C sob pressão parcial de 0,5 kPa CO₂ e subsequente período de 7 dias em prateleira a 20 °C no ar. Os acidentes foram avaliados em 100 frutos em cada amostragem.

Quadro 1- Condições de atmosfera controlada para a pera ‘Rocha’ produzida na região Oeste armazenada à temperatura de -1 a 0 °C.

Critério	Oxigénio	Dióxido de carbono
Intervalo	0,2 a 3,0 kPa	≤ 0,7 kPa
Ótimo técnico	0,2 a 0,5 kPa	0,5 kPa
Benefícios	Redução da taxa de respiração, produção de etileno, alteração de cor, manutenção de firmeza	Retenção da cor e firmeza.
Potencial de benefício	Elevado	Ligeiro
Níveis indutores de danos	<0,1 kPa	≥1 kPa
Sintomas de danos	Flavores de fermentação,	Flavores de fermentação; acidentes fisiológicos internos
Potencial de danos	Moderado	Elevado

Quadro 2- Recomendações para o armazenamento de pera Rocha produzida na região Oeste de Portugal em função da duração prevista.

Estado de maturação	Período de armazenamento			
	Ago-Nov	Dez-Jan	Fev-Abr	Mai-Jun
7,0 – 6,0 kgf	-	-	0,5 kPa O ₂ + 0,5 kPa CO ₂	0,5 kPa O ₂ + 0,5 kPa CO ₂
5,5 – 6,0 kgf	Frio normal	Frio normal (risco moderado de escaldão superficial)	Frio normal + 1-MCP	0,5 kPa O ₂ + 0,5 kPa CO ₂
			0,5 kPa O ₂ + 0,5 kPa CO ₂	1-MCP + 3,5 a 6,0 kPa O ₂
5,0 – 5,5 kgf	Frio normal	Frio normal + 1-MCP	Frio normal + 1-MCP	-