



UTILIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS EDÍVEIS PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAÇÃ

Neste trabalho pretendeu-se estudar o efeito da aplicação de tratamentos de pós-colheita na conservação a longo prazo da qualidade da maçã de Alcobaça. A abordagem consistiu na utilização de revestimentos bioativos para proteção do fruto, pretendendo-se a redução significativa ou substituição total dos químicos de síntese usados comumente em pós-colheita.

Claudia Sánchez, Anabela Eira, Daniel Garcia, Paula Vasilenko, Mário Santos e Carmo Serrano

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



Existem vários tipos de revestimentos utilizados em aplicações alimentares para vários fins, tais como na conservação, nomeadamente no que se refere ao realce do sabor, à melhoria da textura e ao aspeto visual (Galus & Kadzińska, 2015).

No caso dos revestimentos para aumentar o prazo de validade dos frutos, ao serem aplicados, formam uma camada protetora à superfície, ajudando a reduzir a perda de humidade, inibir o crescimento microbiano e a retardar o processo de amadurecimento e senescência. Alguns exemplos incluem os **revestimentos de ceras comestíveis**, como a cera de abelha, que criam uma barreira que reduz a perda de água e ajudam a manter a firmeza, a textura e o aspeto da fruta, os **revestimentos de película comestível**, como o alginato ou quitosano, que proporcionam uma barreira à humidade e previnem o crescimento microbiano, atrasando o amadurecimento dos frutos, os **revestimentos de cálcio**, como o cloreto de cálcio, que reforçam as paredes celulares e reduzem a suscetibilidade dos frutos à podridão e a alterações fisiológicas, e os **revestimentos de atmosfera modificada**, que envolvem os frutos com uma mistura gasosa, de composição variável, reduzindo o teor de oxigénio, através de embalagens especializadas, retardando o amadurecimento dos frutos e aumentando o tempo de vida útil. Outros revestimentos incluem a **adição de óleos essenciais** que, ao proporcionarem uma barreira protetora, inibem o crescimento microbiano,

impedindo a alteração dos frutos. Neste caso, são aplicados uniformemente, através de pulverização, à superfície, podendo os óleos essenciais ser diluídos em água ou num solvente de qualidade alimentar para formar o revestimento (Cran *et al.*, 2013).

Quando são utilizados revestimentos com incorporação de óleos essenciais, é importante considerar a sua estabilidade, uma vez que podem variar devido a vários fatores, e que incluem a seleção e concentração do óleo essencial, a formulação do revestimento e as condições de armazenamento.

Na seleção do óleo essencial deve ser considerada a composição química e a volatilidade, uma vez que os óleos menos voláteis tendem a apresentar um prazo de validade mais longo e podem manter o aroma e as propriedades antimicrobianas durante um período mais longo. No que diz respeito à concentração dos óleos essenciais, a sua estabilidade pode ser afetada, uma vez que concentrações mais elevadas podem não só conduzir a um aumento das propriedades antimicrobianas, mas também aumentar a probabilidade de degradação do sabor e reduzir a estabilidade no revestimento a aplicar aos frutos.

A formulação do revestimento desempenha um papel crucial na estabilidade dos óleos essenciais, pelo que a incorporação de emulsionantes, antioxidantes ou estabilizadores podem aumentar a sua estabilidade. As embalagens e o armazenamento também podem afetar a estabilidade dos revestimentos de óleos essenciais, uma vez que a luz, o calor e o oxigénio podem degradá-los e reduzir a sua eficácia ao longo do tempo.

A estabilidade dos revestimentos de óleos essenciais deve ser avaliada, nomeadamente através da monitorização de alterações do aroma, aspeto, crescimento microbiano e qualidade geral dos frutos revestidos durante o armazenamento. A determinação do prazo de validade pode ajudar a identificar as condições ideais de armazenamento e a duração máxima durante a qual os revestimentos de óleo essencial permanecem eficazes.

Os fabricantes e investigadores efetuam frequentemente estudos de estabilidade para avaliar o desempenho e a longevidade dos revestimentos de

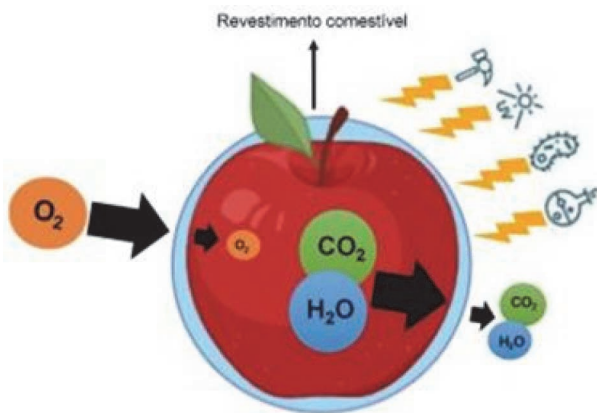


Figura 1 – Principais funções dos revestimentos comestíveis em frutos e legumes (adaptado de Oliveira Filho *et al.*, 2021).

óleos essenciais em aplicações específicas. Além disso, os óleos essenciais utilizados devem ser de qualidade alimentar ou edíveis, seguros para consumo e devem estar em conformidade com os regulamentos relevantes.

Revestimentos edíveis como estratégia de pós-colheita

Nos últimos anos, os revestimentos naturais edíveis têm sido amplamente estudados como uma alternativa viável ao uso de tratamentos químicos para a conservação pós-colheita de produtos hortofrutícolas (Sivakumar & Bautista-Baños, 2014; Khetabi *et al.*, 2022).

Neste contexto, no âmbito do Grupo Operacional (GO) “SafeApple – Conservação da Qualidade da Maçã de Alcobaça: objetivo resíduos zero” (PDR2020-101-031742), cujo objetivo principal consiste na conservação a longo prazo dos atributos de qualidade da maçã, foram avaliados diferentes revestimentos naturais, visando a obtenção de frutos com resíduos zero ao nível da aplicação de produtos químicos no período pós-colheita.

No início do projeto foram selecionados e caracterizados diferentes extratos e compostos com propriedades antimicrobianas e/ou antioxidantes, tais como extratos de plantas (camarinha, murta e moringa), óleos essenciais (tomilho, tomilho-bela-luz, orégão, poejo, aneto e esteva) e óleos vegetais (sésamo, gérmen de trigo e cenoura). Aqueles compostos que, em função da sua composição química, apresentaram as melhores propriedades para a conservação dos frutos, foram selecionados e in-

corporados em várias formulações de revestimentos poliméricos bioedíveis (Fig. 2). A estabilidade, a capacidade antioxidante e antimicrobiana destes revestimentos foi avaliada em laboratório.

Aplicação de revestimentos em maçã ‘Gala’

Numa primeira abordagem, a aplicação dos revestimentos foi realizada à escala laboratorial em maçãs da variedade ‘Gala’ cultivadas na região de Alcobaça. Depois da colheita, as maçãs foram seleccionadas (frutos livres de feridas e sinais de doenças), lavadas e tratadas mediante pulverização (Fig. 3). Os revestimentos utilizados foram emulsões de óleos voláteis de aneto (*Anethum graveolens* L.) e de esteva (*Cistus ladanifer* L.) e de óleos não voláteis de gérmen de trigo (*Triticum vulgare* L.) e de moringa (*Moringa oleifera* L.), em água com lecitina de soja como emulsionante. Frutos pulverizados com água ou com uma solução de lecitina em água foram usados como controlos. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados em câmaras frigoríficas de atmosfera normal (1 °C e 90% HR) durante 8 meses. Realizaram-se amostragens aos 5 (T5) e 8 meses (T8) de conservação e foram analisados parâmetros biométricos (peso, calibre e altura), físico-químicos (cor, dureza, teor de sólidos solúveis totais e acidez) e teor de compostos fenólicos totais. Foi avaliado também o efeito dos revestimentos na prevenção do desenvolvimento de alterações fisiológicas e podridões, assim como na perda de água dos frutos.



Figura 2 – Obtenção de extractos de plantas e desenvolvimento de formulações para uso como revestimentos.



Figura 3 – Aplicação de revestimentos bioedíveis nos frutos, realizado à escala laboratorial.

Em geral, durante os 8 meses de conservação não se verificaram diferenças significativas na coloração ou luminosidade dos frutos, quer para cada um dos revestimentos ao longo do tempo, quer entre revestimentos comparativamente com os controlos. Estes resultados indicam que os revestimentos em análise não interferem na conservação da cor da epiderme das maçãs.

Relativamente à firmeza da polpa dos frutos provenientes de cada uma das modalidades, verificou-se uma diminuição gradual ao longo do tempo tanto para os frutos tratados como para os controlos. No entanto, após 5 meses de conservação não existiram diferenças significativas em termos de dureza entre as modalidades em estudo e os controlos, observando-se uma situação semelhante ao fim dos 8 meses. O mesmo comportamento verificou-se para o teor de sólidos solúveis totais, indicador do conteúdo de açúcares dos frutos, e para a acidez total, reforçando a ideia que os revestimentos apli-

cados não provocaram alterações nos parâmetros de qualidade dos frutos tratados.

Já ao nível do aspeto externo dos frutos, nomeadamente o engelhamento provocado pela perda de água, pode destacar-se o efeito positivo da aplicação dos revestimentos em comparação aos controlos. Após 5 meses de conservação, verificou-se que os revestimentos com aneto, gérmen de trigo e moringa exibiram um maior número de frutos sem sinais de desidratação (Fig. 4a). Já para o 8.º mês de conservação, o revestimento com moringa foi o que apresentou frutos com melhor aspeto externo, menor grau de desidratação e engelhamento, seguido pelos revestimentos com gérmen de trigo e esteva (Fig. 4b). Ao longo de toda a conservação, o controlo com água foi o que apresentou uma maior percentagem de frutos desidratados, comparativamente às restantes modalidades. Estes resultados estão em concordância com o observado por outros autores, que registaram um efeito positivo dos revestimentos na redução das alterações na aparência de maçãs (Ochoa *et al.*, 2011).

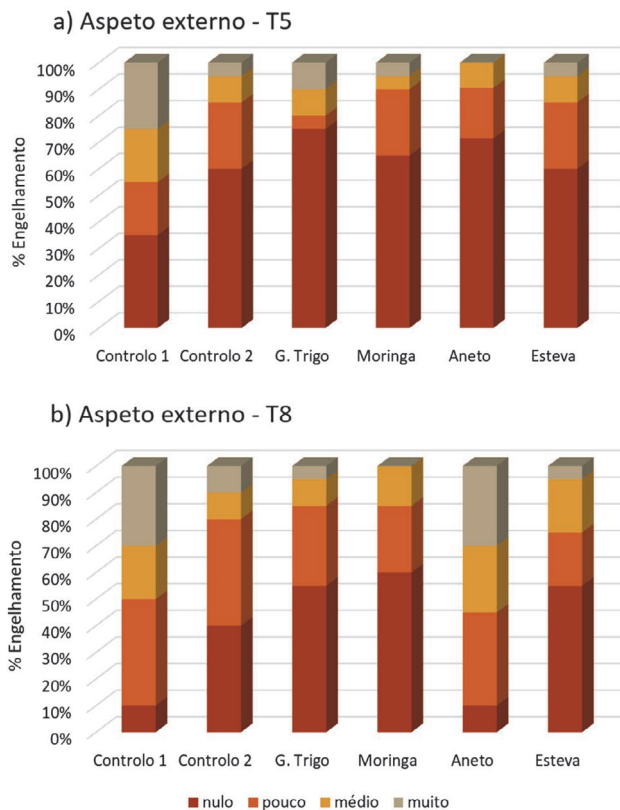


Figura 4 – Percentagem de frutos engelhados ou com sinais de desidratação em cada um dos tratamentos, após 5 (a) e 8 (b) meses de conservação.

Enriquecimento em compostos bioativos

Os compostos bioativos, embora não sejam nutrientes essenciais, uma vez que o corpo pode funcionar adequadamente sem eles, são compostos que através da sua ingestão e digestibilidade promovem benefícios na saúde do consumidor, nomeadamente proteção das células contra agentes exógenos ou endógenos, e apoio na regulação das funções do organismo. Os compostos bioativos podem ser encontrados em produtos de origem vegetal ou animal, sendo exemplos dos primeiros os carotenóides e polifenóis (presentes em frutas e hortaliças), e os fitoesteróis (presentes nos óleos).

Neste estudo, todos os frutos com revestimentos apresentaram em geral maior teor de compostos fenólicos relativamente aos controlos, apesar de não se registarem diferenças estatisticamente significativas, à exceção do revestimento com aneto para o 5.º mês de conservação (Fig. 5). No final da conservação (T8), observou-se uma diminuição geral dos níveis de fenóis para todas as modalidades

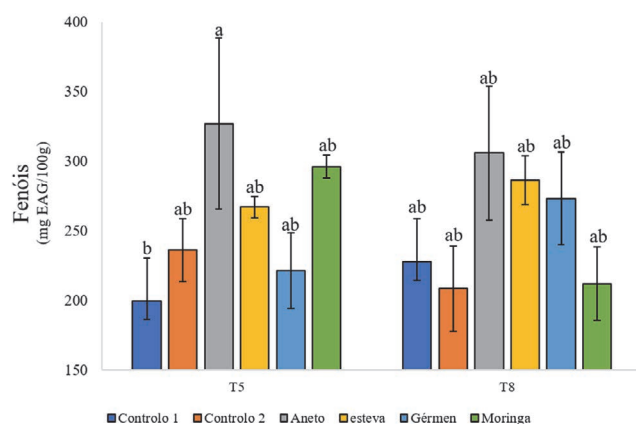


Figura 5 – Conteúdo de compostos fenólicos totais nos frutos submetidos aos diversos tratamentos, ao longo do período de conservação. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre modalidades, para um nível de significância $\alpha=0,05$.

em estudo, no entanto, as modalidades com revestimentos apresentaram novamente valores superiores aos controlos. Estes resultados indicam um potencial efeito benéfico dos revestimentos, que favorecem a acumulação de compostos fenólicos nos frutos, incrementando assim o seu valor nutricional.

Conclusões

Nas condições do estudo, os resultados preliminares obtidos permitem concluir que a aplicação de revestimentos bioedíveis à base de óleos essenciais voláteis e não voláteis representam uma alternativa viável ao uso de tratamentos químicos para a conservação pós-colheita da maçã ‘Gala’. Após 8 meses de conservação, considerado um período bastante prolongado em condições de atmosfera normal, os revestimentos reduziram eficazmente a desidratação dos frutos, assegurando um melhor aspeto externo dos mesmos, sem afetar parâmetros de qualidade tais como a cor, a dureza e o sabor. Favoreceram também a acumulação de compostos bioativos, aumentando o valor nutricional dos frutos. Novas formulações, assim como diferentes condições de aplicação e períodos de conservação serão avaliados em ensaios futuros. 🍏

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado no âmbito do Grupo Operacional “SafeApple: Conservação da qualidade da maçã de Alcobaça: objetivo resíduos zero” (PDR2020-101-031742), financiado pelo Programa de Desenvolvimento Rural 2014-2020. Parceiros: INIAV, ISA, FCUL, APMA, CO-THN, Granfer, Frubaça, Campotec, Cooperfrutas, Soati e Frutalcoa. Site do projeto: safeapple.webnode.pt. Os autores agradecem às empresas Ervitas Catitas e SINFIC.

PARCEIROS



Bibliografia

Cran, M.J.; Ghasemlou, M.; Shojaee-Aliabadi, S.; Aliheidari, N.; Fahmi, R.; Keshavarz, B.; Khaksar, R. (2013). Physical, mechanical and barrier properties of corn starch films incorporated with plant essential oils. *Carbohydr. Polym.*, **98**(1):1117–1126.

de Oliveira Filho, J.G.; Miranda, M.; Ferreira, M.D.; Plotto, A. (2021). Nanoemulsions as Edible Coatings: A Potential Strategy for Fresh Fruits and Vegetables Preservation. *Foods*, **10**(10):2438.

Galus, S.; Kadzińska, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends Food Sci Technol*, **45**(2):273–283.

Khetabi, A.; Lahlali, R.; Ezrari, S.; Radouane, N.; Lyousfi, N.; Banani, H.; Barka, E.A. (2022). Role of plant extracts and essential oils in fighting against postharvest fruit pathogens and extending fruit shelf life: A review. *Trends Food Sci Technol*, **120**:402-417.

Ochoa, E.; Saucedo-Pompa, S.; Rojas-Molina, R.; Garza, H.D.; Charles-Rodríguez, A.V.; Aguilar, C.N. (2011). Evaluation of a candelilla wax-based edible coating to prolong the shelf-life quality and safety of apples. *AJABS*, **6**(1):92–98.

Sivakumar, D.; Bautista-Baños, S. (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Prot.*, **64**:27–37.