


APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS CONTENDO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA E HORTELÃ PIMENTA EM ABÓBORA MINIMAMENTE PROCESSADA

 <https://doi.org/10.56238/arev6n4-336>

Data de submissão: 20/11/2024

Data de publicação: 20/12/2024

Pedro Augusto Pimentel Vasconcelos
Bacharel em Ciência e Tecnologia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Lourena Fonseca dos Santos
Bacharel em Ciência e Tecnologia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Efraim Costa Pereira
Mestre em Saúde de Tecnologia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: efraim.costa@ufma.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-9559-5221>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4285698094651573>

Queli Cristina Fidelis
Doutora em Química
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: qc.fidelis@ufma.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8191-5955>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6512228521177397>

Francisco Eduardo Aragão Catunda Júnior
Doutor em Química
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
E-mail: catundajr@uemasul.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8089-730X>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7298552271098818>

RESUMO

Revestimentos comestíveis têm se mostrado uma alternativa na preservação de frutas e verduras. A incorporação de agentes ativos como óleo essencial tem mostrado eficientes na inibição de proliferação microbiana em vegetais minimamente processados. O presente trabalho investigou a eficiência de revestimentos a base de quitosana com óleos essenciais de folha de canela e hortelã pimenta na conservação de abóboras minimamente processadas e armazenadas durante dez dias a 5 °C. Foi realizado um experimento inteiramente casualizado com quatro grupos, grupo de abóboras tratadas com revestimento de quitosana, grupo com revestimento de quitosana e óleo essencial de canela e grupo de revestimento de quitosana e óleo essencial de hortelã pimenta, além do grupo controle sem revestimento. Foram realizadas análises de determinação da perda de massa, firmeza, pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis totais durante o período de estocagem. O grupo com revestimento e

óleo de hortelã pimento apresentou maior eficiência na retenção de massa, firmeza e valor de pH durante os cinco primeiros dias de estocagem. Os grupos revestimento contendo óleo de canela e de hortelã pimenta apresentaram redução semelhante na perda de massa no final dos dez dias de estocagem. O uso de revestimentos à base de quitosana e óleo essencial de hortelã pimenta é uma alternativa viável para a conservação da abóbora processada para curto período de estocagem.

Palavras-chave: Revestimentos comestíveis, Quitosana, Óleos essenciais.

1 INTRODUÇÃO

A abóbora (*Cucurbita moschata*) é uma cultura sazonal amplamente cultivada em países tropicais e subtropicais, tradicionalmente utilizada tanto para alimentação humana quanto animal (Gomes, 2021). Embora seja altamente benéfica para saúde, a comercialização de abóboras encontra resistência devido ao tamanho do vegetal e dureza da casca, características comuns em várias espécies (Priore et al., 2018).

Tais dificuldades tem levados mercados e consumidores a recorrer aos alimentos vegetais processados devido à sua praticidade e ao estilo de vida atual da sociedade. Assim, estratégias têm sido adotadas para diminuir o desperdício de alimentos perecíveis, tais como, processamento e aplicação de revestimentos comestíveis (Khan et al., 2021). Quando combinada com o armazenamento em baixa temperatura, esse processo prolonga o tempo de prateleira e preserva o valor nutritivo do alimento (Yousuf et al., 2021).

Um revestimento comestível pode ser definido como uma camada fina de material comestível aplicada na superfície do vegetal, de forma a recobri-lo totalmente. Sua função é servir de barreira para o ambiente circundante durante o armazenamento, transporte e comercialização desses vegetais (Sharma et al., 2018).

Inúmeras melhorias têm sido relatadas em pesquisas sobre elaboração e aplicação de revestimentos comestíveis. Estas incluem a adição de componentes funcionais, como substâncias antimicrobianas, antioxidantes, vitaminas e nutrientes, até revestimentos específicos para alimentos processados que impedem alterações na cor, sabor e textura do alimento (Sharma et al., 2019).

A quitosana é um polissacarídeo derivado da quitina capaz de formar biofilmes e revestimentos com boa resistência e aderência em frutas e legumes (Haghighi et al., 2020). Além disso, a quitosana possui propriedades antifúngicas e antibacterianas o que a torna uma escolha atrativa para aplicação em revestimento comestível (Tahir et al., 2023).

Yousuf et al. (2021) mencionam que, nos últimos anos, houve um crescente uso de óleos essenciais (OE) em formulações de revestimentos comestíveis para vegetais minimamente processados. Os óleos essenciais são compostos voláteis de ocorrência natural, pertencentes principalmente às classes dos terpenos e fenilpropanoides (Basak, Guha, 2018). Eles são amplamente utilizados por suas propriedades antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes, além de serem preferidos pelos consumidores que buscam evitar aditivos sintéticos (Yousuf et al., 2021).

A utilização de óleos essenciais como agentes de preservação em revestimentos comestíveis se apoia principalmente na sua origem natural e em suas características funcionais que promovem o prolongamento da vida de prateleira do produto, como atividade antimicrobiana e antioxidante (Ju et

al., 2018). O processamento de vegetais aumenta a oxidação do alimento causando escurecimento enzimático, redução de nutrientes e alteração de sabor (Khan et al., 2021).

A boa aceitação no mercado também está relacionada a familiaridade do consumidor com os aromas oriundos de condimentos e ervas já conhecidas e apreciadas. A hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) é uma erva medicinal de aroma refrescante proveniente de seu óleo essencial que contém menthol e menthone em maior concentração (Beigi et al., 2018). O óleo essencial de hortelã-pimenta apresenta atividades biológicas relevantes, tais como antibacteriana, antiviral, imunomoduladora e antioxidante (Zhao et al. 2022). O óleo das folhas de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) é rico em eugenol, diferente do óleo das cascas de canela que possui cinamaldeído como constituinte principal (Wang et al., 2009). O eugenol possui atividade antimicrobiana reconhecida (Carneiro et al., 2019). Apesar de revestimentos contendo óleo de canela e hortelã-pimenta já terem sido estudados anteriormente, não foram identificados na literatura estudos de aplicação em abóbora minimamente processada.

No presente trabalho, foram avaliadas duas formulações a base de quitosana, uma incorporada ao óleo essencial de folhas de canela e outra ao óleo essencial de hortelã-pimenta com o objetivo analisar a viabilidade desses revestimentos na conservação de abóbora minimamente processada (AMP) e armazenada sob refrigeração.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 MATERIAIS

As abóboras utilizadas foram adquiridas no mercado municipal da cidade de Balsas, Maranhão. A quitosana e celulose microcristalina foram adquiridas da Cimed, glicerina e Tween 80 da Synth, ácido acético glacial da Dinâmica e hidróxido de sódio da Isofar. O óleo essencial das folhas de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) foi obtida da Phytoterápica e o óleo essencial de hortelã pimenta (*Mentha piperita*) da Do Terra.

2.2 PROCESSAMENTO MÍNIMO DA ABÓBORA

As abóboras foram cuidadosamente lavadas em água potável e higienizadas em solução aquosa de 10% de hipoclorito de sódio e enxaguadas com água destilada. Em seguida, as abóboras foram descascadas e cortadas de forma a obter cubos de aproximadamente 4 cm³. Cerca de 450 a 500 g de abóbora em cubo foram usados para cada grupo avaliado. Ao todo foram quatro grupos com 5 cinco repetições cada (Silva et al., 2013).

2.3 PREPARAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE REVESTIMENTO

O revestimento de quitosana foi preparado utilizando quitosana a 1% (m/v), celulose microcristalina 0,3% (m/v) e ácido acético a 1% (v/v) em água deionizada. A homogeneização foi obtida com agitação constante por 3 horas, a temperatura de 60°C. Após resfriamento da formulação em banho de gelo, adicionou-se glicerina a 1% (m/m) o que resultou na formulação de quitosana (SO). As formulações contendo óleo essencial foram produzidas com a formulação SO e adição de óleo essencial de canela 1% (m/m, OC) ou óleo essencial de hortelã pimenta 1% (m/m, OM) solubilizados em *Tween* 80 a 1% (m/m) na formulação final.

2.4 APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO

A aplicação das formulações de revestimento foi realizada pelo método de imersão também conhecido por “*Dipping*”. As abóboras processadas foram imersas em uma das formulações, SO, OC e OM, e permaneceram submersas por cerca dois minutos. Posteriormente, os pedaços foram depositados em tela de aço inoxidável e submetidas à secagem a temperatura de 25°C por 6 horas. Após a secagem, as abóboras foram agrupadas segundo as formulações SO, OC e OM, resultando em 3 grupos. Um quarto grupo foi formado por abóboras sem revestimento para ser o grupo controle (SR). Todos os grupos foram embalados em bandejas de poliestireno e filme de polivinilcloreto e mantido em refrigerador a temperatura de 5 °C, por 10 dias (Genevois, Pla, Flores, 2016)

2.5 ANÁLISE EXPERIMENTAL

Para analisar as alterações durante o processo de armazenamento, amostras dos quatro grupos foram retiradas para determinar a perda de massa, firmeza, teor de sólidos solúveis totais, valor de pH e acidez titulável. As análises foram realizadas nos tempos 0, 5 e 10 dias de armazenamento das amostras. Essas análises foram conduzidas em duplicatas ou triplicata.

2.6 PERDA DE MASSA

A perda de massa das amostras de abóbora foi determinada por meio de pesagem em balança analítica. Todos os grupos foram pesados no dia zero e nos dias previamente definidos e estabelecidos pela relação entre o peso inicial (w_i) das amostras e o peso final (w_f). A perda de peso foi expressa em porcentagem (Huynh, Nguyen, 2021) através da equação 1:

$$\% \text{ Weight loss} = \frac{(w_i - w_f)}{w_i} \times 100\% \quad (1)$$

2.7 DETERMINAÇÃO DA FIRMEZA

A determinação da firmeza das amostras de abóbora foi realizada em penetrômetro portátil e analógico modelo GY-3 (Soonda), com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro. A leitura foi registrada em unidades de Pascal (10^5 Pa) e convertida para valores em Newton (N/m^2) usando a conversão 1×10^5 Pa = 1×10^5 N/m² (adaptado de Silveira et al. 2018).

2.8 TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

A determinação do teor de sólidos solúveis totais foi realizada a partir de refratômetro manual de determinação de açúcares em escala Brix (0-32% °Brix, fabricante ATC system), a temperatura de 25 °C, onde foi inserido uma gota do suco de abóbora triturada. Os resultados foram expressos em °Brix, de acordo com a AOAC (2000). O refratômetro foi previamente calibrado com água destilada (Silveira et al. 2018).

2.9 VALOR DE POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

A determinação do valor de pH foi realizada através de um potenciômetro (Gênesis Científica) previamente calibrado com soluções padrão de 4,0 e 7,0. Duas amostras de 10 g, de cada grupo, foram trituradas em liquidificador e diluída em 100 ml de água destilada. O pH foi determinado pela média das repetições (Silveira et al. 2018).

2.10 ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

A acidez total titulável foi determinada por um potenciômetro previamente calibrado com soluções padrão de 4,0 e 7,0. Amostras de 10 g de abóbora foram trituradas em 100 mL de água destilada. A solução foi filtrada e titulada com uma solução padronizada de 0,05 N de NaOH até pH 8,2 (AOAC, 2000). Os resultados da ATT foram expressos em percentual de ácido cítrico (Soares, 2015) conforme a Equação 2.

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{[\text{mL}(\text{NaOH}) \times N(\text{NaOH}) \times 0,064]}{10} \times 100\% \quad (2)$$

2.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada a análise da variância de fator único para as análises físico-químicas, firmeza e perda de massa e teste de Tukey para perda de massa e firmeza, com um nível de significância de 5%. Os dados foram tratados usando o programa Microsoft Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERDA DE MASSA

A perda de massa das amostras de AMP tratadas e do grupo controle foi determinada no quinto e décimo dia de armazenamento, sendo identificado perdas de massa com diferenças significativas entre os grupos para ambos os dias de análise, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Efeito do revestimento comestível em grupos de revestimento com OE de folha de Canela revestimento com OE de hortelã-pimenta (OM), revestimento sem OE (SO) e grupo sem revestimento (SR) sobre a perda de massa, firmeza, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais de abóboras minimamente processadas durante armazenamento a 5°C.

Grupos	Perda de massa (%)	Firmeza (N)	pH	Acidez titulável (%AC)	Sólidos solúveis totais (°Brix)
0 dia de armazenamento					
Abóbora fresca	0,00	10,23 ± 0,25	6,72 ± 0,17	0,06 ± 0,02	8,66 ± 2,08
5 dias de armazenamento					
SR	1,39 ± 0,35	10,00 ± 1,67	6,95 ± 0,09	0,07 ± 0,02	11,25 ± 0,25
SO	0,66 ± 0,55	8,08 ± 0,91	7,28 ± 0,04	0,05 ± 0,01	11,75 ± 0,25
OC	2,43 ± 0,64	7,83 ± 1,21	7,36 ± 0,14	0,06 ± 0,01	12,00 ± 0,50
OM	0,75 ± 0,24	9,58 ± 1,88	7,02 ± 0,21	0,09 ± 0,00	11,75 ± 1,25
F-significativo	**	*	**	*	ns
10 dias de armazenamento					
SR	9,30 ± 1,40a	9,57 ± 0,46a	6,87 ± 0,22	0,09 ± 0,01	10,67 ± 2,52
SO	6,68 ± 0,25b	7,20 ± 1,33b	7,24 ± 0,05	0,09 ± 0,01	11,50 ± 2,60
OC	6,02 ± 1,33b	6,23 ± 1,51b	7,15 ± 0,27	0,09 ± 0,01	12,50 ± 2,18
OM	6,55 ± 0,83b	6,00 ± 0,64b	7,20 ± 0,14	0,10 ± 0,00	13,00 ± 2,18
F-significativo	**	**	ns	ns	ns

(AC) ácido cítrico, (ns) não significativo, (*) significativo a $P < 0.05$ ou (**) significativo a $P < 0.01$.

Todos os grupos apresentaram perda de massa até o quinto dia variando de 0,66 a 2,43%. O grupo SO (0,66 ± 0,55%) seguido de OM (0,75 ± 0,24%) foram os que perderam menos massa nos cinco dias de estocagem. No décimo dia, a diferença na perda de massa foi menor para os grupos revestidos, com menores perdas para o grupo OC (6,02 ± 1,33%). No teste de Tukey os grupos tratados se diferenciaram do grupo controle apenas na análise do décimo dia.

Os percentuais de perda de massa dos grupos tratados são menores que os obtidos por Huynh e Nguyen (2021), com abóboras com revestimento de quitosana estocadas a 5°C por 12 dias, porém bem acima dos obtidos por Cortes-Vega et al. (2014) em condições de estocagem semelhantes.

A grande variação nos valores de perda de massa de vegetais minimamente processados tem relação com vários fatores, pois incluir o metabolismo de maturação do vegetal, a taxa de respiração, além da área superficial por volume (Sandhya, 2010; Choe et al. 2016). Quanto as perdas por aumento da área superficial de AMP Sasaki et al. (2006) relata que os cortes do tipo cubo e retalho tende a ter maiores perdas de massa que o corte tipo meia-rodela durante o período de estocagem.

Os grupos OC e OM apresentaram perda de massa semelhante ou maior que o grupo SO. O grupo OC teve elevada perda de massa nos cinco primeiros dias de estocagem, esse resultado pode estar relacionado a um revestimento com superfície porosa capaz de permitir trocas gasosas mais facilmente. Filmes de quitosana que continham óleos essenciais de tomilho e cravo apresentaram rachaduras em sua microestrutura mostradas por microscopia eletrônica de varredura (Hosseini et al., 2009). Estes resultados também são consistentes com os de outros investigadores (Peng et al., 2013; Perdonés et al., 2014; Xavier et al., 2020). Zhang et al. (2021) tem relatado que filmes e revestimento a base de quitosana que incorporam óleos essenciais podem apresentar microestrutura heterogênea e redução da resistência mecânica do revestimento.

3.2 FIRMEZA

A determinação da firmeza de todos os grupos de AMP com revestimento sofreu diminuição em relação ao grupo controle, em ambos os dias de análises, com diferenças significativas. Nos grupos revestidos com OE, observou-se uma maior variação no valor de firmeza, sendo o grupo OM o de maior firmeza, no quinto dia, e no décimo dia o grupo OC. A diferença estatística entre as AMP tratadas e o controle também foi observado no teste de Tukey para a análise do décimo dia. Esses resultados estão de acordo com dados da literatura para AMP e revestida (Huynh, Nguyen, 2021). O grupo SR, apresentou um aumento na firmeza ao longo do período de estocagem, porém o resultado pode ter sido ocasionado pelo ressecamento da superfície do fruto em ambiente refrigerado, efeito semelhante foi observado por Cortes-Veja et al. (2014).

A perda de firmeza nos vegetais minimamente processados, ao longo do período de estocagem, pode ser atribuída à hidrólise de polissacarídeos presentes na parede celular da abóbora, que ocorre devido à ação de enzimas (Melo, Vilas Boas, 2007; Nascimento et al., 2014).

3.3 TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)

Os valores de sólidos solúveis totais de todos os grupos não apresentaram diferenças significativas para as análises do quinto (11,25 a 12 °Brix) e décimo (10,66 a 13 °Brix) dias, mas houve um aumento quando comparado ao valor obtido para a abóbora fresca (8,7 °Brix). Russo et al. (2014) relata aumento no conteúdo de SST durante o armazenamento de abóboras em atmosfera modificada. A ausência de diferenças significativas no conteúdo de SST, independente do revestimento, também foi observado por Soares (2015), contudo o valor médio de SST foi de 8,2 °Brix. Em AMP e embaladas com PVC, à 10 °C, os valores de SST variaram de 9,83 a 10,38 °Brix (Silva et al., 2009). Diversos autores relatam uma tendência natural no aumento do conteúdo de SST ao longo do período de

estocagem, sendo decorrente do metabolismo de senescência do vegetal que promove a conversão de polissacarídeos em açúcares simples (Chitarra; Chitarra, 2005; Benítez et al. 2013).

3.4 pH E ACIDEZ TITULÁVEL

O pH e a acidez titulável apresentaram o mesmo comportamento estatístico nas análises do quinto e do décimo dia. A diferença de pH das abóboras tratadas e controle foi significativa e revelou um leve aumento no pH dos grupos tratado em relação ao controle na análise do quinto dia. No décimo dia, o pH variou entre 6,87 e 7,24, sem apresentar diferenças significativas entre os grupos. Russo et al. (2014) também observou leve aumento de pH em aboboras estocadas em diferentes embalagens durante 9 dias. Esse resultado é desejável para vegetais minimamente processados e estocados e tem sido associado ao metabolismo de respiração dos vegetais (Lucera et al., 2012). A acidez titulável apresentou diferenças significativas entre os grupos apenas no quinto dia, com diminuição no percentual de ácido cítrico nos grupos SO e OC, e aumento no grupo OM em relação ao grupo controle. No décimo dia o percentual de ácido cítrico aumentou em todos os grupos, sem diferenças significativas entre os grupos. Esses resultados estão em concordância com a literatura (Russo et al., 2014), onde um leve aumento na acidez em vegetais durante o período de estocagem é natural. A acidez está relacionada as reações metabólicas que leva a formação de ácidos orgânicos (Utama, Pramata, Pramesi, 2022). Contudo, é desejável que a acidez total titulável não sofra aumento demasiado para não influenciar as características sensoriais do produto e diminui sua vida útil (Santos et al., 2016).

4 CONCLUSÃO

O estudo realizado demonstrou que os revestimentos comestíveis à base de quitosana e óleos essenciais de canela e hortelã-pimenta favoreceram a conservação de abóboras minimamente processadas. Contudo, as perdas de massa foram maiores do que as relatadas na literatura possivelmente devido a microestruturas porosas que facilitaram as trocas gasosas, para ambos os revestimentos com óleos essenciais.

Os revestimentos usados não foram capazes de reter a firmeza nas AMP de forma satisfatória, mas as deixou com aspecto desejável, mesmo após 10 dias de armazenamento. O teor de sólidos solúveis totais, pH e à acidez titulável apresentaram variações esperadas para vegetais minimamente processados durante o armazenamento, as quais estão alinhadas com a literatura.

Ainda se faz necessário outros estudos para verificar a diminuição da senescência das AMP revestidas quanto a perda de pigmentos e nutrientes durante o período de estocagem, bem como

avaliação da inibição microbiologia pelos óleos essenciais. Estudos adicionais de melhoria da formulação visando diminuir a formação de microporos também são necessários.

REFERÊNCIAS

- BEIGI, Mohsen; TORIKI-HARCHEGANI, Mehdi; GHASEMI PIRBALOUTI, Abdollah. Quantity and chemical composition of essential oil of peppermint (*Mentha× piperita* L.) leaves under different drying methods. *International Journal of Food Properties*, v. 21, n. 1, p. 267-276, 2018. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1453839>
- BENÍTEZ, S. et al. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, v. 81, p. 29-36, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.009>.
- CARNEIRO, V.A. et al. Inhibition of *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) biofilm formation on eugenol-impregnated surgical sutures. *African Journal of Microbiology Research*, v. 13, n. 9, p. 168-175, 2019. <https://doi.org/10.5897/AJMR2018.9044>
- CHITARRA, Maria Isabel Fernandes. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Universidade Federal de Lavras, 2005.
- CHO, J. L. Y. et al. Extending shelf-life of minimally processed pumpkin with a carrageenan-based coating. In: III International Conference on Fresh-Cut Produce: Maintaining Quality and Safety 1141. 2015. p. 175-180. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1141.20>
- CORTEZ-VEGA, William Renzo et al. Influence of different edible coatings in minimally processed pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch). *International Food Research Journal*, v. 21, n. 5, 2014.
- DHALL, R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 53, n. 5, p. 435-450, 2013.
- GENEVOIS, Carolina E.; DE ESCALADA PLA, Marina F.; FLORES, Silvia K. Application of edible coatings to improve global quality of fortified pumpkin. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 33, p. 506-514, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.11.001>.
- GOMES, Aline Batista Belem et al. Variedades de abóboras (*Cucurbita moschata*) agronomicamente superiores e com altos teores de carotenoides via seleção participativa. 2021. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/29678>
- HAGHIGHI, Hossein et al. Recent advances on chitosan-based films for sustainable food packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 26, p. 100551, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100551>.
- HOSSEINI, M. H.; RAZAVI, S. H.; MOUSAVI, M. A. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal of food processing and preservation*, v. 33, n. 6, p. 727-743, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00307.x>
- HUYNH, Anh T.; NGUYEN, Ha VH. Effects of storage temperature on the quality of minimally processed pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch) treated with ethanol and chitosan. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, v. 4, n. Special Issue-Fresh-cut Products, p. 1-12, 2021. <http://dx.doi.org/10.22077/jhpr.2020.3318.1140>

JU, Jian et al. Application of edible coating with essential oil in food preservation. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 59, n. 15, p. 2467-2480, 2019. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402>

KHAN, Muhammad Rehan et al. Recent advances in biopolymeric antioxidant films and coatings for preservation of nutritional quality of minimally processed fruits and vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 30, p. 100752, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100752>.

LUCERA, Annalisa et al. Minimally processed butternut squash shelf life. *Journal of food engineering*, v. 113, n. 2, p. 322-328, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.05.026>.

MELO, Ânderson Adriano Martins; VILAS BOAS, Eduardo Valério de Barros. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. *Food Science and Technology*, v. 26, p. 110-115, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100019>

MARCELINO, J. S.; MARCELINO, M. S. Dossiê técnico: cultivo de abóboras. Instituto de Tecnologia do Paraná, v. 24, 2012.

DO NASCIMENTO, Kamila de Oliveira et al. Alimentos minimamente processados: uma tendência de mercado. *Acta Tecnológica*, v. 9, n. 1, p. 48-61, 2014. <https://doi.org/10.35818/acta.v9i1.195>

PENG, Yong; YIN, Lu; LI, Yunfei. Combined effects of lemon essential oil and surfactants on physical and structural properties of chitosan films. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 48, n. 1, p. 44-50, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03155.x>

PERDONES, Ângela et al. Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan–cinnamon leaf oil films as affected by oleic acid. *Food Hydrocolloids*, v. 36, p. 256-264, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.10.003>

PRIORI, Daniela et al. Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do sul do Brasil. *Revista Ceres*, v. 65, p. 337-345, 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865040006>

RUSSO, Viviane Citadini et al. Qualidade de abóbora minimamente processada armazenada em atmosfera modificada ativa. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 3, p. 1071-1083, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1071>

SASAKI, Fabiana Fumi. Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.11.2005.tde-15072005-165826>

SASAKI, Fabiana F. et al. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. *Horticultura Brasileira*, v. 24, p. 170-174, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200009>

SHARMA, Poorva et al. Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. *International Journal of Vegetable Science*, v. 25, n. 3, p. 295-314, 2019. <https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1510863>

SANDHYA. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT-Food Science and Technology*, v. 43, n. 3, p. 381-392, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.018>.

SANTOS, Adrielle R. et al. Application of edible coating with starch and carvacrol in minimally processed pumpkin. *Journal of Food Science and Technology*, v. 53, p. 1975-1983, 2016. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2171-6>

MUNIZ, AVC da S. et al. Processamento mínimo da abóbora. 2013. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98899/1/Circular tecnica66.pdf>

SILVA, Ana Veruska Cruzda et al. Temperatura e embalagem para abóbora minimamente processada. *Food Science and Technology*, v. 29, p. 391-394, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200025>

SILVA, E. de O. et al. Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas. 2011. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54160/1/DOC11007.pdf>

DA SILVEIRA, M. R. S. et al. Protocolos para avaliação das características físicas e físico-químicas, dos compostos bioativos e atividade antioxidante do pedúnculo do caju. 2018. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175343/1/DOC18004.pdf>

SOARES, Ariana de Souza. Impregnação a vácuo de revestimento comestível de quitosana em abóbora minimamente processada. 2015. <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7039>

UTAMA, Nafi Ananda; PRANATA, Iin Anggi; PRAMESI, Putrika Citta. Maintaining physicochemical and sensory properties of guava var. Getas Merah using alginate and *Cyclea barbata* leaveas powder as edible coating. *Advances in Horticultural Science*, v. 36, n. 2, p. 135-144, 2022. <https://doi.org/10.36253/ahsc-12341>

XAVIER, Leandra Oliveira et al. Chitosan packaging functionalized with *Cinnamodendron dinisii* essential oil loaded zein: A proposal for meat conservation. *International journal of biological macromolecules*, v. 169, p. 183-193, 2021.

WANG, Rui; WANG, Ruijiang; YANG, Bao. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 10, n. 2, p. 289-292, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.002>.

YOUSUF, Basharat; QADRI, Ovais Shafiq; SRIVASTAVA, Abhaya Kumar. Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *Lwt*, v. 89, p. 198-209, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.051>

ZHANG, Xinhui et al. Emerging chitosan-essential oil films and coatings for food preservation-A review of advances and applications. *Carbohydrate Polymers*, v. 273, p. 118616, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118616>.

ZHAO, Hui et al. Peppermint essential oil: Its phytochemistry, biological activity, pharmacological effect and application. *Biomedicine & pharmacotherapy*, v. 154, p. 113559, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113559>.