

**COBERTURAS COMESTÍVEIS ATIVAS PARA FRUTAS:
AVALIAÇÕES PÓS-COLHEITA****DOUGLAS DE SOUZA SANTOS ^{1*}, HEITOR FLORES LIZARELLI², VÂNIA ZANELLA
PINTO³****1 INTRODUÇÃO**

Um dos produtos da horticultura nacional que representa importância socioeconômica é o morango (*Fragaria x ananassa* Duch.). Na década passada foram relatados aumento de 50% de rendimento das safras e 25% de área cultivada. Um dos maiores desafios para comercialização desses produtos está relacionado a conservação durante o armazenamento, fato expressivo no morango que possui alta taxa respiratória (15 mg kg⁻¹ hr⁻¹ em 0°C) (KADER, 1991; CORRÊA ANTUNES; JUNIOR, 2007; FAGHERAZZI et al., 2017; BRECHT et al., 2019).

A utilização de coberturas comestíveis é uma técnica que apresenta potencial na conservação pós colheita de frutas e hortaliças. Consistem na aplicação de substâncias na epiderme das frutas capazes de reduzir a taxa de trocas gasosas, retardando o amadurecimento. Podem ser elaboradas através de diferentes matérias-primas comestíveis, como carboidratos, proteínas, lipídios e compostos bioativos. O amido de mandioca (*Manihot esculenta*) e o álcool poli-vinílico (PVA) aditivados com componentes como a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) podem resultar na redução de perdas na qualidade pós-colheita de morangos (BALDWIN; HAGENMAIER; BAI, 2012; ASSIS; BRITTO, 2014; KNAPP et al., 2019; BOONSUK et al., 2020; SAPELLI; RIOS FARIA; BOTELHO, 2020).

2 OBJETIVOS

Avaliar a utilização de coberturas elaboradas com amido de mandioca, PVA e extrato de erva-mate, na conservação pós-colheita de morangos orgânicos em armazenamento refrigerado.

3 METODOLOGIA

Os morangos orgânicos foram coletados de um experimento na Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Laranjeiras do Sul- PR (UFFS) e direcionados ao laboratório de operações unitárias para 24h de aclimação em incubadora a 5° C. Os materiais utilizados na produção das

1 Graduando do curso de Agronomia - Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. E-mail souzaa11@outlook.com Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos.

2 Graduando do curso de Agronomia - Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. E-mail Heitor.lizarelli@estudante.uffrs.edu.br Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos.

3 Doutora, Professora Adjunta –Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. Doutora. E-mail: vania.pinto@uffrs.edu.br. Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos.

coberturas foram amido de mandioca (polvilho doce grupo fécula tipo1), PVA, 99+ % hidrolisado (Sigma-Aldrich Brasil Ltda) e erva-mate de marca comercial do município de Laranjeiras do sul-PR.

O experimento foi conduzido através do planejamento experimental fatorial completo 2^3 , sendo o delineamento composto central rotacional (DCCR), incluindo 3 repetições no ponto central e 6 pontos axiais, totalizando 17 ensaios (ou tratamentos) para as respostas perda de massa fresca, coloração da epiderme e índice de podridão. Na tabela 1 estão apresentados os valores utilizados no planejamento e a tabela 2 os valores codificados e os reais para as três variáveis.

Tabela 1 – Variáveis codificadas (x) e valores reais, em cada nível, do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^3 , para as coberturas.

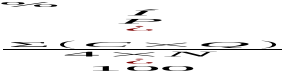
Variáveis	Código	-1,68	-1	0	+1	+1,68
Amido (g)	x ₁	1,66	2,0	2,5	3,0	3,34
PVA (g)	x ₂	1,16	1,5	2,0	2,5	2,84
Extrato de Erva Mate (mL)	x ₃	1,6	5	10	15	18,4

Para o preparo de diferentes proporções das coberturas foi utilizado extrato das folhas de erva-mate, realizado a partir de metodologia previa (KNAPP et al., 2019). Cada formulação foi elaborada em 100mL água destilada em constante agitação no banho maria a 70° C, em seguida homogeneizadas durante 2 minutos em homogeneizador tipo ultraturrax (T10 basic, IKA) e assim reservadas em temperatura ambiente próximo 23° C.

Para a aplicação das coberturas utilizou-se aspersão com aerógrafo comum, com distância de $\pm 0,03$ m do alvo por um período de ± 60 s por fruto. Após a secagem em temperatura ambiente da cobertura os frutos permaneceram em armazenamento refrigerado (5 °C) durante 18 dias com avaliações periódicas a cada 3 dias. As análises físicas foram perda de massa fresca, coloração da epiderme e índice de podridão, representadas pelas equações no Quadro 1. Cada análise foi realizada individualmente para cada uma das 10 repetições posteriormente feita a média diária de cada tratamento e controle sem cobertura.

Quadro 1- Equações utilizadas para as análises físicas e seus respectivos significados:

Análises físicas	Equações	Significado
Perda de massa fresca	$\%PPM = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100$	%PPM: porcentagem da perda de massa; M_i e M_f :massa inicial e final da amostra (g), respectivamente.
Coloração da epiderme	$H^{\circ} = \arctan\left(\frac{a^*}{b^*}\right)$	Ângulo Hue (h°), expressos graficamente como ângulo de 0°: cor vermelha; 90°: amarelo; 180°: verde e 270°: azul. b^* e a^* obtidos através de calorímetro digital.

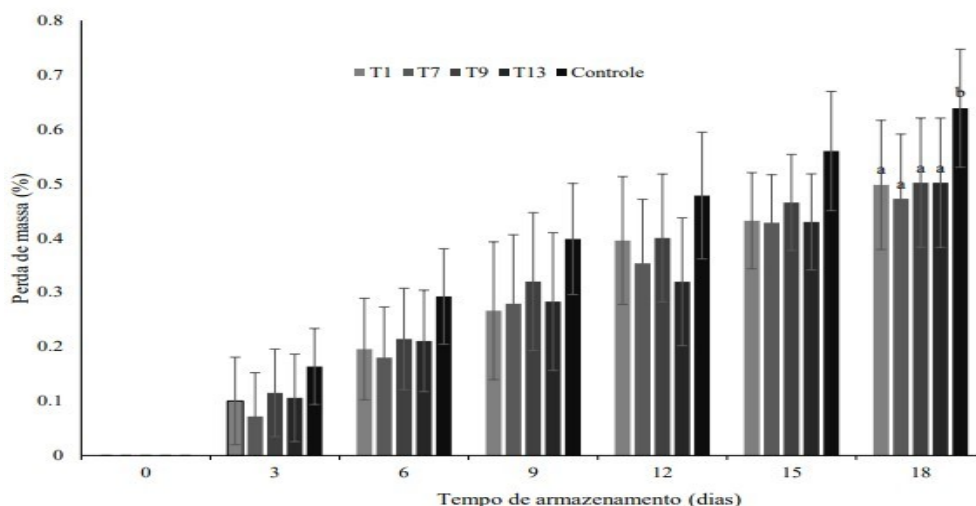
Índice de podridão		$\%IP$: porcentagem do índice de podridão; C : classificação; Q : quantidade de amostras com a respectiva classificação e N : quantidade de amostras nos grupos tratamento ou controle.
--------------------	---	--

Os dados coletados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificação da normalidade, quando $p > 0,05$ passou ao teste de colinearidade para exclusão de correlações altas $R > 0,05$. Logo após realizou-se regressão múltipla e então a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos sofreram perda de massa fresca contínua durante o tempo de armazenamento, assim como observado por Martínez et al. (2018). Nos dias 15 e 18 de armazenamento refrigerado, o tratamento T2, cobertura nas proporções de $x_1=3,0$ g, $x_2=1,5$ g e $x_3=5$ mL se destacou por demonstrar a %PPM mais efetiva, de 37,86% e 42,09% para os respectivos dias, 18,13% e 21,76% menores do que a %PPM apresentada pelo Controle; ($p < 0,05$) em ambos os dias. No 18º dia, os tratamentos T1, T7, T9 e T13, também demonstraram %PPM (49,75%; 47,22%; 50,18% e 50,17%) inferiores ($p < 0,05$) ao Controle (63,86%) (Figura 1).

Figura 1 – Porcentagem da Perda de Massa (%PPM) de morangos em função do Tempo (dias) de armazenamento a 5° C para controle, tratamentos T1- T17. Letras diferentes entre si representam diferença estatística ($p < 0,05$). Intervalo de confiança a 95% de confiança.



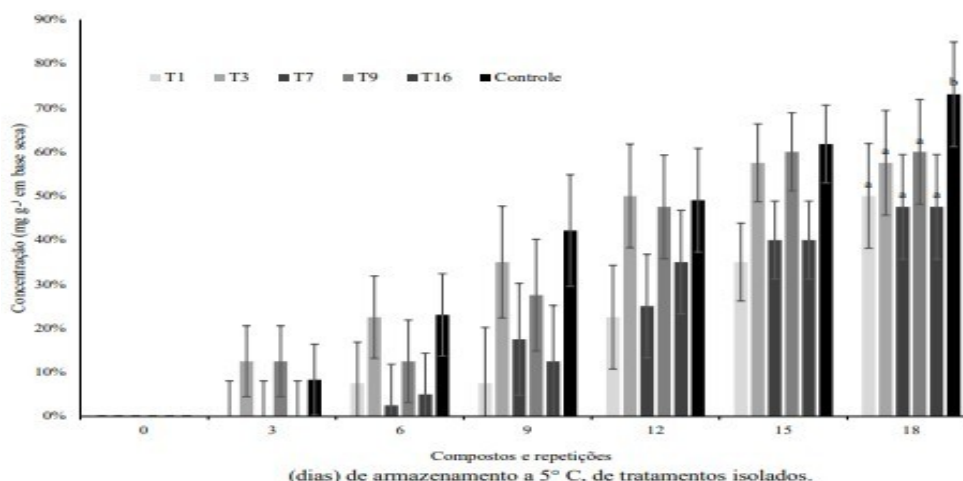
As coberturas comestíveis que utilizam como base o amido de mandioca somado a outros compostos, apontam resultados bastante significativos, principalmente em análises visuais. No 18º dia de armazenamento (5°C), os morangos do grupo Controle apresentaram característica visual inferior aos tratamentos com cobertura demonstrando que as coberturas comestíveis à base de amido de mandioca, PVA e extrato de erva-mate são capazes de prolongar as características visuais

durante a vida de prateleira.

Os tratamentos T1, T2, T3, T7, T9 e T16 apresentaram %ÍP de 50%; 37,5%; 57,5%; 47,5%; 60% e 47,5%, respectivamente enquanto o Controle apresentou %ÍP de 73,04% ($p < 0,05$) (Figura 2).

Figura 2 – Índice de podridão (%) de morangos em função do Tempo (dias) de armazenamento a 5° C, de tratamentos isolados. Letras diferentes entre si representam diferença estatística ($p < 0,05$).

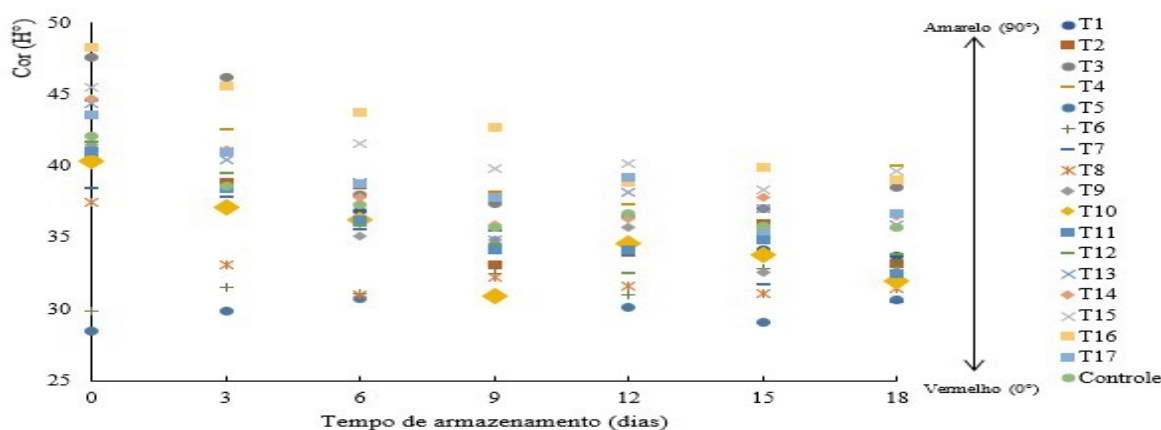
Intervalo de confiança a 95% de confiança.



No 9º dia de armazenamento, o tratamento que obteve destaque positivo entre os demais foi T1 (7,5%), quando comparado ao Controle (42,16%). Neste dia, o tratamento T16 (12,50%) também apresentou diferença ($p < 0,05$) comparado ao Controle.

Na figura 3, duas direções são verificadas na regressão polinomial para o ângulo Hue de cor, (seta preta) a inferior representa o direcionamento dos valores próximos ao do vermelho (0°) e a superior em direção da cor amarela (90°). Assim, conclui-se que todos os frutos de morangos apresentaram mudança da coloração para tons mais avermelhados ao decorrer dos dias armazenados.

Figura 3 – Regressão polinomial da Cor demonstrada a partir do ângulo Hue (°h) de morangos em função do Tempo (dias) de armazenamento a 5° C.



A diferença do aumento da intensidade de tons avermelhados durante no armazenamento é notável em um exemplo específico, no qual o Controle apresentou uma redução do °h de 6,32% entre o primeiro e o nono dia, enquanto tratamentos como o T7, apresentou valor inferior (2,87%). Podendo demonstrar a capacidade da cobertura em retardar a intensificação de tons vermelhos nos frutos.

5 CONCLUSÃO

A utilização da cobertura comestível a base de amido de mandioca, aditivados de PVA e extrato de erva mate, mostrou-se como uma cobertura eficaz em grande parte dos ensaios. A coloração dos frutos foi melhor preservada, resultando em boa aparência visual. Houve um efeito positivo da presença da cobertura, atrasando a intensificação de tons vermelhos nos frutos de morango e reduzindo os tons marrons. A cobertura comestível reduziu a perda de massa gradativa dos frutos armazenados sob a $5 \pm 3^\circ\text{C}$, havendo um efeito positivo na sua conservação, estendendo a sua vida útil em relação ao grupo Controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, jun. 2014.
- BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R. D.; BAI, JINHE. **Edible coatings and films to improve food quality**. [s.l.] CRC Press, 2012.
- BOONSUK, P. et al. Modified cassava starch/poly(vinyl alcohol) blend films plasticized by glycerol: Structure and properties. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 137, n. 26, 10 jul. 2020.
- BRECHT, J. K. et al. Fisiologia pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. (Eds.). **Química de Alimentos de Fennema**. [s.l.] Artmed, 2019. v. 5p. 766-undefined.
- CORRÊA ANTUNES, L. E.; JUNIOR, C. R. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'exportazione in Europa. **Frutticoltura (Bologna)**, p. 60–65, 2007.
- FAGHERAZZI, A. F. et al. **Strawberry production progress in Brazil**. *Acta Horticulturae*. Anais. International Society for Horticultural Science, 20 abr. 2017.
- KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. In: DALE, A.; LUBY, J. J. (Eds.). **The strawberry into the 21 st**. Portland, Oregon: Timber Press, 1991. v. 1p. 145–152.
- KNAPP, M. A. et al. Yerba mate extract in active starch films: Mechanical and antioxidant properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 3, 1 mar. 2019.
- SAPELLI, K. S.; RIOS FARIA, C. M. D.; BOTELHO, R. V. Postharvest conservation of peaches with the use of edible coatings added with yerba mate extract. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

Palavras-chave: Cobertura Comestível; *Ilex paraguariensis*; Armazenamento; Pós-colheita.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2019 – 0239.

Financiamento: Fundação Araucária.