

AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTO À BASE DE SORO DE LEITE NA CONSERVAÇÃO DE MORANGOS

Modalidade: Artigo Completo

Thaísa Juliana Escher*;

Érika Dambrosio Kostetzer;

Ana Paula Sone;

* thaesaescher2006@gmail.com

RESUMO: O soro de leite apresenta potencial para o desenvolvimento de revestimentos comestíveis aplicáveis à conservação pós-colheita de frutas. Este estudo avaliou, de forma preliminar, a aplicação de uma solução à base de soro de leite em morangos armazenados sob refrigeração, com foco na perda de massa e na conservação visual. Quinze frutos foram distribuídos em três grupos ($n = 5$): controle, sem revestimento; imersão, com contato com a solução por aproximadamente 30 s; e aspersão, com aplicação por borrifamento. Os morangos foram acompanhados durante 15 dias, com registros fotográficos e pesagens nos dias 1, 2, 6, 7, 8, 12, 13, 14 e 15. Ao final do período, a perda média de massa foi de $2,95 \pm 0,45\%$ no controle, $4,34 \pm 0,93\%$ na imersão e $3,00 \pm 0,25\%$ na aspersão. Apesar da maior perda percentual calculada, o grupo imersão apresentou melhor manutenção visual dos frutos, enquanto a aspersão apresentou deterioração visual mais pronunciada. A diferença de perda de massa da imersão surgiu principalmente no início do acompanhamento, devendo ser interpretada considerando que a massa de referência foi obtida após a aplicação e que a secagem não foi completamente padronizada. Os resultados indicam que aparência visual e perda de massa não evoluíram de forma diretamente correspondente e reforçam a necessidade de estudos com maior controle experimental.

1 INTRODUÇÃO

O soro de leite é um subproduto da fabricação de queijos que apresenta proteínas, lactose, minerais e outros constituintes com potencial de aproveitamento tecnológico. Seu uso em materiais de base biológica pode contribuir para a valorização dessa corrente agroindustrial e para estratégias relacionadas à economia circular (SELMi et al., 2025).

Entre as possibilidades de aproveitamento estão os revestimentos comestíveis aplicados diretamente sobre alimentos. Em frutas, essas camadas vêm sendo estudadas como estratégia complementar para retardar alterações de qualidade durante o armazenamento, especialmente por influenciarem a interação da superfície do alimento com o ambiente (PIRES et al., 2024; KANDASAMY et al., 2021).

O morango apresenta elevada perecibilidade, superfície delicada e rápida perda de qualidade pós-colheita. Alterações de massa, cor, brilho, textura, integridade e desenvolvimento de deterioração visual afetam sua aceitabilidade, tornando o fruto um modelo relevante para estudos de conservação sob refrigeração e aplicação de revestimentos (SILVEIRA et al., 2025).

A forma de aplicação também pode influenciar o comportamento do revestimento. Imersão e aspersão podem gerar diferenças na quantidade e na uniformidade de material depositado sobre o fruto. Por isso, a avaliação não deve se restringir a um único parâmetro: a conservação visual e a perda de massa, por exemplo, podem apresentar comportamentos distintos ao longo do armazenamento.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a aplicação de um revestimento à base de soro de leite em morangos, comparando os métodos de imersão e aspersão com um grupo controle quanto à evolução da perda de massa e à conservação visual durante 15 dias de armazenamento refrigerado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os revestimentos comestíveis são camadas formadas diretamente sobre a superfície do alimento a partir de soluções filmogênicas. Em frutas, esses sistemas podem atuar como barreira adicional às trocas de umidade e gases, mas seu desempenho depende da composição da matriz, da uniformidade da camada, do método de aplicação e das condições de armazenamento (PIRES et al., 2024; KANDASAMY et al., 2021).

As proteínas do soro de leite apresentam capacidade filmogênica após tratamento térmico e secagem. Entretanto, sua natureza hidrofílica pode limitar a barreira à umidade. A associação com polissacarídeos, como a pectina, e com plastificantes, como glicerina e sorbitol, pode modificar flexibilidade, solubilidade e permeabilidade do material, tornando necessária a avaliação de cada formulação e condição de uso (KANDASAMY et al., 2021; SYARIFUDDIN et al., 2025).

O morango apresenta elevada perecibilidade e rápida perda de qualidade pós-colheita, sendo adequado para a avaliação de revestimentos. Em morangos refrigerados, SILVEIRA et al. (2025) observaram resultados favoráveis com revestimento à base de isolado proteico de soro. Contudo, o presente estudo empregou soro líquido centrifugado e clarificado, e não isolado proteico, além de comparar duas formas de aplicação. Assim, os resultados devem ser interpretados de acordo com as características específicas do sistema experimental.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Formulação utilizada no revestimento

Foi utilizada uma formulação previamente selecionada no projeto de iniciação científica. Para cada 100 mL de soro de leite centrifugado, clarificado e filtrado, foram utilizados 1,5 g de pectina cítrica, 1,0 mL de glicerina bidestilada e 0,5 mL de solução de sorbitol a 70%. O preparo foi realizado sob aquecimento e agitação magnética, conforme protocolo previamente estabelecido no projeto. Nesta investigação, o foco experimental foi a aplicação do revestimento e o acompanhamento dos morangos, e não a otimização da formulação.

3.2 Delineamento e aplicação dos tratamentos em morangos

Foram utilizados 15 morangos adquiridos em estabelecimento comercial no município de Toledo, Paraná. Buscou-se selecionar frutos do mesmo lote, com tamanho, grau de maturação e aparência semelhantes e sem sinais evidentes de deterioração. Após lavagem cuidadosa e redução da umidade superficial, os frutos foram distribuídos em três grupos com cinco unidades cada.

Tabela 1 – Condições experimentais dos grupos de morango

Grupo	Tratamento	Método de aplicação	n
Controle	Sem revestimento	—	5
Imersão	Solução filmogênica	Imersão por aproximadamente 30 s	5
Aspersão	Solução filmogênica	Borrifamento	5

Fonte: Autoria própria (2026).

No grupo imersão, cada morango permaneceu em contato com a solução filmogênica por aproximadamente 30 s, seguido de escoamento do excesso. No grupo aspersão, a mesma solução foi aplicada por borrifamento sobre a superfície dos frutos, buscando-se manter procedimento semelhante entre as unidades. O grupo controle não recebeu solução.

Após os tratamentos, os morangos foram mantidos separados para secagem e acondicionados individualmente em recipientes transparentes identificados. As tampas continham cinco pequenos orifícios para proporcionar ventilação semelhante entre os grupos. Os frutos foram então mantidos sob refrigeração. O tempo de secagem do revestimento foi inferior ao inicialmente planejado, aspecto considerado na interpretação dos resultados.

3.3 Acompanhamento da conservação e cálculo da perda de massa

A massa individual dos frutos foi registrada no Dia 1, após a aplicação dos tratamentos, e adotada como referência para os cálculos. Novas pesagens foram realizadas nos dias 2, 6, 7, 8, 12, 13, 14 e 15. A perda de massa foi calculada individualmente pela expressão:

$$\text{Perda de massa (\%)} = [(\text{massa no Dia 1} - \text{massa no dia de avaliação}) / \text{massa no Dia 1}] \times 100.$$

Para cada tratamento e dia de avaliação, foram calculadas a média e o desvio-padrão amostral das perdas percentuais dos cinco frutos. Em paralelo, foram realizados registros fotográficos e avaliação visual descritiva, considerando aspectos como integridade, alteração de cor, perda de brilho, enrugamento, amolecimento, liberação de líquido e presença de sinais de

deterioração. Por se tratar de um ensaio piloto, os resultados foram tratados de forma descritiva, sem inferência estatística entre os grupos.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Evolução da perda de massa

A perda média de massa aumentou progressivamente nos três grupos durante o armazenamento refrigerado. Os resultados completos, expressos como média $\pm$ desvio-padrão, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Evolução da perda média de massa (%) dos morangos durante o armazenamento refrigerado (média $\pm$ DP; n = 5)

Dia	Controle (%)	Imersão (%)	Aspersão (%)
1	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
2	0,28 $\pm$ 0,06	1,62 $\pm$ 0,56	0,42 $\pm$ 0,19
6	1,21 $\pm$ 0,27	2,39 $\pm$ 0,57	1,20 $\pm$ 0,17
7	1,29 $\pm$ 0,35	2,47 $\pm$ 0,58	1,27 $\pm$ 0,12
8	1,53 $\pm$ 0,36	2,81 $\pm$ 0,65	1,55 $\pm$ 0,16
12	2,31 $\pm$ 0,36	3,64 $\pm$ 0,91	2,31 $\pm$ 0,23
13	2,52 $\pm$ 0,39	3,86 $\pm$ 0,93	2,53 $\pm$ 0,25
14	2,71 $\pm$ 0,40	4,09 $\pm$ 0,94	2,76 $\pm$ 0,24
15	2,95 $\pm$ 0,45	4,34 $\pm$ 0,93	3,00 $\pm$ 0,25

Fonte: Autoria própria (2026).

No Dia 15, o grupo controle apresentou perda média de 2,95 $\pm$ 0,45%, o grupo imersão 4,34 $\pm$ 0,93% e o grupo aspersão 3,00 $\pm$ 0,25%. A evolução temporal está apresentada no Gráfico 1.

Evolução da perda média de massa dos morangos

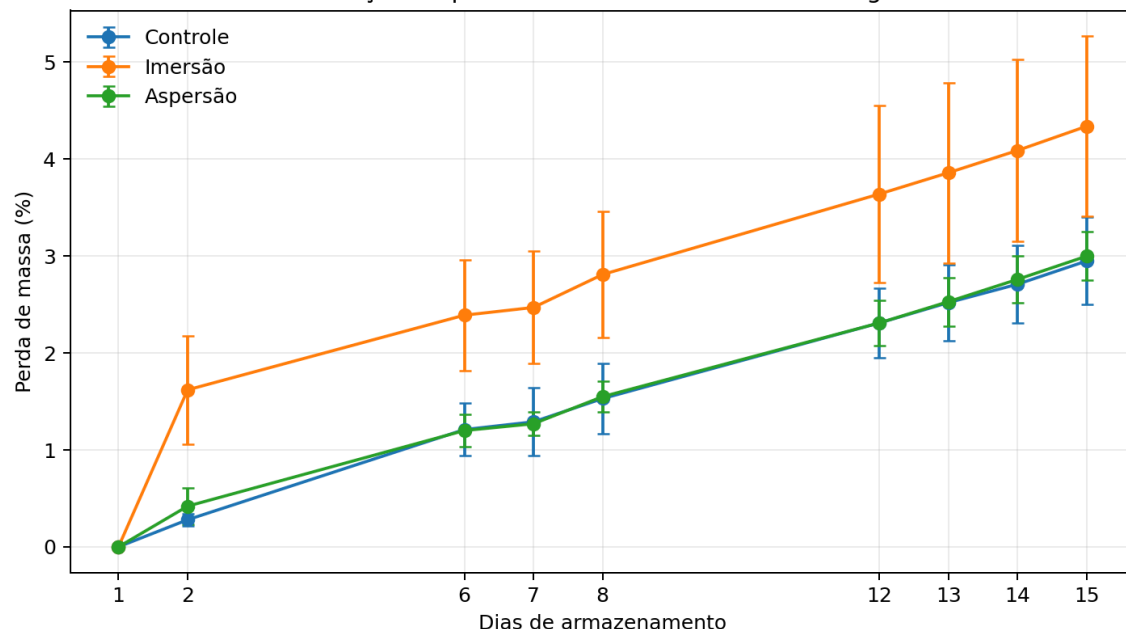


Gráfico 1 – Evolução da perda média de massa dos morangos durante 15 dias de armazenamento refrigerado. Barras de erro: desvio-padrão amostral (n = 5).

Fonte: Autoria própria (2026).

O grupo imersão apresentou valores de perda de massa superiores aos demais grupos desde o início do acompanhamento. No Dia 2, a perda média já correspondia a $1,62 \pm 0,56\%$ na imersão, enquanto controle e aspersão apresentavam $0,28 \pm 0,06\%$ e $0,42 \pm 0,19\%$, respectivamente. Esse padrão é relevante porque a maior separação entre os tratamentos se estabeleceu logo após a aplicação.

Quando se considera apenas a variação adicional entre os dias 2 e 15, o aumento da perda média foi de aproximadamente 2,67 pontos percentuais no controle, 2,72 pontos percentuais na imersão e 2,58 pontos percentuais na aspersão. Assim, após a diferença inicial, as curvas apresentaram progressão relativamente semelhante. Essa observação não permite afirmar equivalência entre os tratamentos, mas ajuda a localizar temporalmente a principal divergência encontrada no ensaio.

A interpretação desse comportamento deve considerar uma limitação metodológica importante: a massa adotada como referência foi registrada após a aplicação dos tratamentos. Como o revestimento por imersão promove maior contato da superfície do fruto com a solução e o tempo de secagem foi inferior ao inicialmente planejado, é possível que parte da massa registrada no Dia 1 correspondesse à água e à solução retidas superficialmente. A evaporação desse conteúdo nas primeiras horas ou no primeiro dia de armazenamento poderia contribuir para uma perda aparente mais elevada no grupo imersão, sem representar exclusivamente maior desidratação do

tecido do morango. Essa hipótese é compatível com o padrão observado, mas não pode ser confirmada com o delineamento atual.

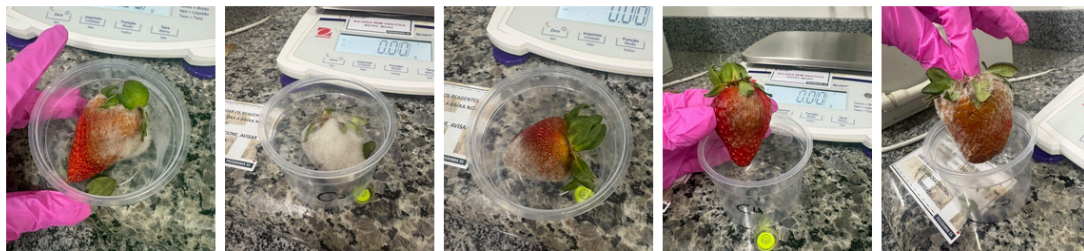
A literatura demonstra que o efeito de revestimentos à base de proteínas do soro sobre a perda de massa depende da composição, do tipo de matéria-prima proteica, do método de aplicação e das condições de armazenamento. Silveira et al. (2025), utilizando revestimentos à base de isolado proteico de soro em morangos, observaram redução da perda de massa e prolongamento da aceitabilidade comercial. Entretanto, o presente estudo empregou soro líquido centrifugado e clarificado, e não isolado proteico, além de utilizar uma formulação contendo pectina e plastificantes. Essas diferenças impedem uma comparação direta dos valores e reforçam a necessidade de avaliar cada sistema experimental de forma específica. Em outro alimento, Alleoni, Jacomino e Rosa (2006) observaram que coberturas formuladas com concentrado proteico de soro e plastificantes não apresentaram redução global da perda de massa em laranjas, demonstrando que o desempenho dos revestimentos pode variar entre matrizes alimentares e formulações.

4.2 Conservação visual e relação com a perda de massa

A avaliação visual revelou comportamento diferente daquele observado para a perda de massa. Ao longo dos 15 dias, os frutos submetidos à imersão apresentaram, de forma geral, melhor manutenção visual da aparência e da integridade. Em contraste, os frutos submetidos à aspersão apresentaram sinais de deterioração visual mais pronunciados durante o acompanhamento. O grupo controle apresentou comportamento intermediário em parte dos registros.

Figura 1 – Comparação visual dos grupos controle, imersão e aspersão no Dia 15 de armazenamento refrigerado.

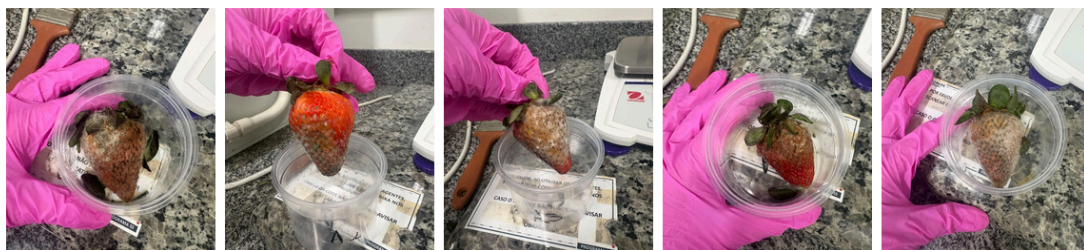
Controle - Dia 15



Imersão - Dia 15



Aspersão - Dia 15



Fonte: Autoria própria (2026).

Esse resultado é particularmente importante porque mostra que a aparência visual e a perda de massa não evoluíram de maneira diretamente correspondente. O grupo imersão, apesar de apresentar a maior perda percentual calculada, foi aquele com melhor conservação visual. Já a aspersão apresentou perda de massa muito próxima à do controle no Dia 15, mas desempenho visual menos favorável. Portanto, a perda de massa, isoladamente, não foi suficiente para representar o conjunto de alterações observadas nos frutos.

Uma possível explicação é que o revestimento formado por imersão tenha promovido uma cobertura mais contínua e uniforme da superfície, influenciando características visuais e a interação do fruto com o ambiente, embora a quantidade efetivamente depositada não tenha sido determinada. A aspersão, por outro lado, pode ter produzido uma camada mais heterogênea. Essa interpretação deve ser considerada uma hipótese, pois não foram realizadas medidas de massa de revestimento depositada, espessura da camada, firmeza, cor instrumental, atividade de água ou análises microbiológicas.

A natureza hidrofílica de matrizes à base de proteínas do soro também deve ser considerada. Embora esses materiais possam apresentar boas propriedades de barreira a gases e formar películas transparentes, sua barreira à umidade pode ser limitada, especialmente em formulações contendo plastificantes hidrofílicos (KANDASAMY et al., 2021; PIRES et al., 2024). A associação com pectina e a relação entre glicerina e sorbitol podem modificar flexibilidade, solubilidade e permeabilidade, tornando o desempenho dependente da formulação específica (SYARIFUDDIN et al., 2025).

Os resultados deste ensaio, portanto, não sustentam a afirmação de que o revestimento por imersão reduziu a perda de massa. Por outro lado, indicam um comportamento qualitativo promissor quanto à manutenção visual, que merece investigação com delineamento mais controlado. Em estudos futuros, recomenda-se registrar a massa dos frutos antes do tratamento, após a aplicação e somente após secagem padronizada; quantificar a quantidade de solução depositada em cada método; ampliar o número de frutos por tratamento; e incorporar medidas instrumentais de cor, firmeza, sólidos solúveis, pH, perda de massa, espessura do revestimento e qualidade microbiológica. Essas modificações permitirão separar com maior segurança a perda de água do fruto da perda inicial associada ao próprio revestimento e avaliar de forma objetiva sua eficiência pós-colheita.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da solução filmogênica à base de soro de leite apresentou comportamentos distintos conforme o parâmetro avaliado. Ao final de 15 dias de armazenamento refrigerado, a perda média de massa foi de $2,95 \pm 0,45\%$ no controle, $4,34 \pm 0,93\%$ na imersão e $3,00 \pm 0,25\%$ na aspersão. Portanto, nas condições deste ensaio piloto, a imersão não promoveu menor perda de massa em relação aos demais grupos.

Entretanto, a avaliação visual indicou melhor manutenção da aparência dos frutos submetidos à imersão, evidenciando que perda de massa e conservação visual não apresentaram comportamento diretamente correspondente. A diferença de perda de massa do grupo imersão surgiu principalmente no início do acompanhamento, enquanto a progressão entre os dias 2 e 15 foi semelhante à dos demais grupos. Como a massa inicial foi registrada após o tratamento e a secagem não foi completamente padronizada, parte dessa diferença inicial pode estar relacionada à perda de água ou de solução presente no próprio revestimento.

Os achados devem ser interpretados como resultados preliminares de um estudo piloto. Como principal aprendizado experimental, destaca-se a necessidade de registrar a massa dos frutos antes da aplicação, padronizar o tempo de secagem e quantificar a quantidade de revestimento depositada em cada método. Em estudos futuros, recomenda-se ampliar o número de amostras e incorporar análises instrumentais e microbiológicas para avaliar com maior segurança a eficiência do revestimento, especialmente da aplicação por imersão.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, A. C. C.; JACOMINO, A. P.; ROSA, A. S. Recobrimento de laranja 'Pêra' com filme de concentrado protéico de soro de leite associado a plastificantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1221-1226, 2006.

KANDASAMY, S.; YOO, J.; YUN, J.; KANG, H.-B.; SEOL, K.-H.; KIM, H.-W.; HAM, J.-S. Application of whey protein-based edible films and coatings in food industries: an updated overview. *Coatings*, v. 11, n. 9, 1056, 2021. DOI: 10.3390/coatings11091056.

PIRES, A. F.; DÍAZ, O.; COBOS, A.; PEREIRA, C. D. A Review of Recent Developments in Edible Films and Coatings—Focus on Whey-Based Materials. *Foods*, v. 13, n. 16, 2638, 2024. DOI: 10.3390/foods13162638.

SELMİ, H.; PRESUTTO, E.; SPANO, G.; CAPOZZI, V.; FRAGASSO, M. Valorising Whey: From Environmental Burden to Bio-Based Production of Value-Added Compounds and Food Ingredients. *Foods*, v. 14, n. 21, 3646, 2025. DOI: 10.3390/foods14213646.

SILVEIRA, M. F. da; VIEIRA, C.; COMETTANT-RABANAL, R.; LOAYZA-SALAZAR, S.; FERNANDES, L.; GONÇALVES, S.; CARVALHO, C. W. P.; CONTE-JÚNIOR, C.; FREITAS-SILVA, O.; CABRAL, L. M. C. Biodegradable Films and Edible Coatings Based on Whey Protein Isolate for Extending the Shelf Life of Commercial Strawberries. *Foods*, v. 14, n. 22, 3980, 2025. DOI: 10.3390/foods14223980.

SYARIFUDDIN, A.; MUFLIH, M. H.; IZZAH, N.; FADILLAH, U.; AINANI, A. F.; DIRPAN, A. Pectin-based edible films and coatings: From extraction to application on food packaging towards circular economy—A review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, v. 9, 100680, 2025. DOI: 10.1016/j.carpta.2025.100680.