

**EFICÁCIA DE MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO CASEIROS EM MAÇÃS E SUAS
RELAÇÃO COM A CONTAMINAÇÃO MICROBIANA**

**EFFICACY OF HOMEMADE APPLE PRESERVATION METHODS AND THEIR
RELATIONSHIP WITH MICROBIAL CONTAMINATION**

**EFICACIA DE LOS MÉTODOS CASEROS DE CONSERVACIÓN DE MANZANAS Y SU
RELACIÓN CON LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA**

 10.56238/ramv20n15-018

Luísa Helena dos Santos Oliveira

Doutora em Microbiologia Aplicada

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

E-mail: luisa.oliveira@ufabc.edu.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2514856487081771>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5632-2023>

Arthur Anacleto de Lima

Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BC&T)

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

E-mail: lima.arthur@aluno.ufabc.edu.br

Gustavo Nascimento Carvalho

Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BC&T)

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

E-mail: n.gustavo@aluno.ufabc.edu.br

Igor de Meneses Vieira

Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BC&T)

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

E-mail: igor.vieira@aluno.ufabc.edu.br

Kaique Vieira da Silva

Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BC&T)

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

E-mail: kaique.vieira@aluno.ufabc.edu.br

Pedro Henrique Justi Souza

Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BC&T)

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

E-mail: pedro.justi.souza@aluno.ufabc.edu.br

RESUMO

Este estudo analisou a eficácia de métodos domésticos de conservação (suco de limão e ácido ascórbico) em maçãs cortadas, com o objetivo de determinar a relação entre o escurecimento enzimático e a contaminação microbiológica. A metodologia envolveu a aplicação dos tratamentos em maçãs Gala, que foram armazenadas sob diferentes condições de temperatura (congelamento, refrigeração e ambiente). A avaliação da deterioração foi realizada por meio de escores visuais de oxidação e contagem de fungos e leveduras. Os resultados indicaram que a temperatura é o fator mais crítico. Sob refrigeração, o suco de limão se mostrou o tratamento mais eficaz contra a oxidação e a contaminação. Curiosamente, a amostra tratada com ácido ascórbico, apesar de exibir menor escurecimento que o controle, foi a mais contaminada. A pesquisa concluiu que o escurecimento enzimático e a contaminação microbiológica são fenômenos independentes, sendo a aparência visual um indicador não confiável da segurança microbiológica da fruta. Este achado sugere a necessidade de considerar múltiplos parâmetros para uma avaliação completa da qualidade dos alimentos.

Palavras-chave: Contaminação Microbiana. Preservação de Alimentos. Escurecimento Enzimático. Ácido Ascórbico.

ABSTRACT

This study analyzed the effectiveness of domestic preservation methods (lemon juice and ascorbic acid) on cut apples, aiming to determine the relationship between enzymatic browning and microbiological contamination. The methodology involved applying the treatments to Gala apples, which were stored under different temperature conditions (freezing, refrigeration, and ambient). Deterioration was assessed using visual oxidation scores and fungal and yeast counts. The results indicated that temperature is the most critical factor. Under refrigeration, lemon juice proved to be the most effective treatment against oxidation and contamination. Interestingly, the sample treated with ascorbic acid, despite exhibiting less browning than the control, was the most contaminated. The research concluded that enzymatic browning and microbiological contamination are independent phenomena, with visual appearance being an unreliable indicator of the fruit's microbiological safety. This finding suggests the need to consider multiple parameters for a complete assessment of food quality.

Keywords: Microbial Contamination. Food Preservation. Enzymatic Browning. Ascorbic Acid.

RESUMEN

Este estudio analizó la efectividad de métodos de conservación domésticos (jugo de limón y ácido ascórbico) en manzanas cortadas, con el objetivo de determinar la relación entre el pardeamiento enzimático y la contaminación microbiológica. La metodología consistió en aplicar los tratamientos a manzanas Gala, almacenadas bajo diferentes condiciones de temperatura (congelación, refrigeración y temperatura ambiente). El deterioro se evaluó mediante puntuaciones de oxidación visual y recuentos de hongos y levaduras. Los resultados indicaron que la temperatura es el factor más crítico. Bajo refrigeración, el jugo de limón demostró ser el tratamiento más efectivo contra la oxidación y la contaminación. Curiosamente, la muestra tratada con ácido ascórbico, a pesar de presentar menor pardeamiento que el control, fue la más contaminada. La investigación concluyó que el pardeamiento enzimático y la contaminación microbiológica son fenómenos independientes, siendo la apariencia visual un indicador poco fiable de la seguridad microbiológica de la fruta. Este hallazgo sugiere la necesidad de considerar múltiples parámetros para una evaluación completa de la calidad de los alimentos.

Palabras clave: Contaminación Microbiana. Conservación de Alimentos. Pardeamiento Enzimático. Ácido Ascórbico.



1 INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus domestica*), símbolo de nutrição e saúde, possui uma qualidade efêmera. Uma vez cortada, sua polpa inicia um rápido processo de escurecimento enzimático, transformação que compromete sua aparência e sabor, frequentemente levando à sua rejeição [1]. Essa reação é catalisada pela enzima polifenol oxidase, que, na presença de oxigênio, altera os compostos fenólicos da fruta [2]. Felizmente, a solução para este dilema culinário pode estar em nossas próprias cozinhas. O uso de agentes antioxidantes, como o suco de limão e o ácido ascórbico (vitamina C), e o controle da temperatura por meio de refrigeração ou congelamento são técnicas conhecidas por retardar esse processo [3]. Diante disso, este estudo foi desenhado não apenas para comparar a eficácia dessas estratégias em um cenário doméstico simulado, mas também para investigar uma questão fundamental: o escurecimento visual está diretamente ligado à contaminação microbiológica? Ao testar a hipótese de que estes são fenômenos independentes, buscamos aprofundar o entendimento sobre a deterioração da fruta [4].

2 OBJETIVO

Este trabalho se propôs a desafiar a percepção comum sobre a deterioração de frutas, sendo o objetivo determinar se o escurecimento de uma maçã cortada indicaria, de fato, sua contaminação. Para isso, foi avaliada a eficácia de métodos de conservação caseiros para retardar a oxidação, ao mesmo tempo em que mediou-se o crescimento microbiano. Ao confrontar esses dois resultados — a mudança de cor e a contagem de microrganismos —, buscou-se esclarecer se estes são fenômenos independentes e, assim, aprofundar o entendimento sobre o que realmente significa a deterioração de uma fruta.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregou maçãs da variedade Gala, provenientes de uma mesma árvore e adquiridas no comércio local na cidade de Santo André (SP), garantindo assim uma alta homogeneidade do material vegetal [5]. Para simular um ambiente caseiro, todos os procedimentos foram realizados sem técnicas de assepsia. Cada maçã foi padronizada através do corte em quatro partes iguais (quartos). O estudo utilizou um total de 9 unidades amostrais, uma para cada condição de um esquema fatorial 3x3, que combinou três tratamentos com três condições de armazenamento [5]. Para a aplicação dos tratamentos, cada quarto de maçã foi individualmente acondicionado em um saco plástico. No primeiro grupo (controle), apenas o fruto foi guardado. No segundo grupo, foi adicionado ao saco um volume definido de suco de limão Tahiti puro. No terceiro grupo, foi adicionado o mesmo volume de uma solução de ácido ascórbico a 1%. As 9 unidades amostrais foram então distribuídas para as três condições de armazenamento: congelamento em freezer doméstico (Electrolux ffe24) com temperatura não padronizada entre -18°C e -12°C, refrigeração a 6 °C e temperatura ambiente a 18 °C.



A primeira etapa analítica consistiu na avaliação visual do grau de oxidação em intervalos de tempo pré-definidos. Nesta análise, foi feito um registro fotográfico de cada amostra e um painel de avaliadores atribuiu escores de 1 (nenhum escurecimento) a 5 (escurecimento máximo) (Tabela I), permitindo uma comparação descritiva da eficácia dos tratamentos. A segunda etapa foi a análise microbiológica, focada exclusivamente na contagem de fungos e leveduras [6].

Esta decisão metodológica se baseia em três fatores principais: primeiramente, fungos são os agentes primários de deterioração em frutas de pH ácido como a maçã, que naturalmente inibe o crescimento bacteriano; em segundo lugar, os próprios tratamentos ácidos utilizados reforçam essa seletividade; e por fim, como o estudo correlaciona dois fenômenos visuais (oxidação e contaminação), a análise se concentrou no grupo microbiano que produz os sinais de deterioração mais visíveis, como as colônias de bolor [7]. Para esta análise, amostras de cada uma das 9 condições foram processadas, envolvendo a homogeneização de uma massa conhecida em diluente estéril, seguida de diluições seriadas, onde alíquotas foram plaqueadas em meio de cultura Potato Dextrose Agar (PDA) [8]. As placas foram incubadas a 25 °C e a contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama foi realizada 2 dias (48 horas) após o início da cultura [8]. Finalmente, os dados obtidos foram analisados de forma descritiva e comparativa. Para investigar a proporcionalidade entre os fenômenos, os escores de oxidação foram relacionados com as contagens de microrganismos para verificar a existência de uma correlação.

Tabela I: Análise visual comparativa em ordem crescente de oxidação (notas de 1 a 5)

Temperatura	Conservação	Pedro		Kaique		Igor		Gustavo		Arthur		Média	
		Semana 1	Semana 2	Semana 1	Semana 2	Semana 1	Semana 2	Semana 1	Semana 2	Semana 1	Semana 2	Semana 1	Semana 2
Ambiente	Limão	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ambiente	Acido	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4,8	5
Ambiente	Normal	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4,8	5
Geladeira	Limão	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2,6
Geladeira	Acido	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2,4	3
Geladeira	Normal	3	5	3	4	2	5	3	5	3	4	2,8	4,6
Congelada	Limão	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Congelada	Acido	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1,6
Congelada	Normal	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1,8	2,2

Fonte: Autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos permitiu uma avaliação clara tanto do processo de oxidação enzimática quanto da contaminação microbiológica, revelando como os tratamentos e as condições de armazenamento influenciaram esses fenômenos de forma distinta. A temperatura de armazenamento se mostrou o fator mais determinante para ambos os processos. No congelamento, tanto a atividade enzimática quanto o crescimento microbiano foram completamente inibidos, resultando em amostras com mínima oxidação e ausência de contaminação. Em contrapartida, a temperatura ambiente acelerou drasticamente as reações, levando ao escurecimento máximo e a massiva proliferação de fungos em



todas as amostras. Foi, portanto, na condição de refrigeração a 6 °C que a eficácia diferencial dos tratamentos pôde ser observada e discutida em detalhe.

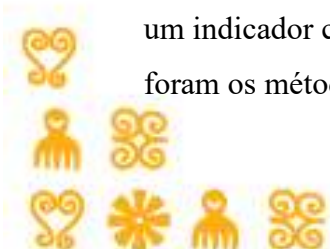
Na avaliação do escurecimento visual sob refrigeração, cujos escores atribuídos pelo painel de avaliadores estão detalhados na Tabela I, a amostra controle apresentou, como esperado, a maior oxidação. O tratamento com suco de limão destacou-se como o mais eficaz na preservação da cor, um resultado atribuído à sua dupla ação: o ácido ascórbico (Vitamina C) atua como um potente antioxidante, enquanto o ácido cítrico reduz o pH da superfície da fruta, criando um ambiente desfavorável para a atividade da enzima polifenol oxidase (PPO). A solução de ácido ascórbico a 1% demonstrou uma eficácia intermediária, confirmando seu papel como antioxidante, mas evidenciando que, sem o efeito adicional de redução de pH, sua capacidade de inibição é mais limitada, uma observação corroborada por Son, Moon e Lee (2001) [9].

A análise microbiológica, por sua vez, trouxe os resultados mais reveladores do estudo. Em refrigeração, o tratamento com suco de limão novamente se mostrou protetor, resultando em baixa contaminação por fungos, o que reforça o forte efeito antimicrobiano de seu baixo pH. O achado mais surpreendente, no entanto, foi que a amostra tratada com ácido ascórbico apresentou a maior contagem de colônias de fungos e leveduras, superando inclusive a amostra controle. A discussão para este fenômeno reside no duplo papel do ácido ascórbico: enquanto combatia a oxidação, ele serviu como uma fonte de nutriente prontamente metabolizável para os microrganismos, estimulando sua proliferação na ausência de um forte efeito inibitório, como discutido por Rico et al. (2007) [10].

Ao cruzar os dados de oxidação e microbiologia, os resultados refutam claramente a hipótese de que um maior escurecimento visual indica, necessariamente, uma maior contaminação. A amostra com melhor aparência (tratada com limão) também se mostrou segura microbiologicamente, sendo a amostra de aparência intermediária (tratada com ácido ascórbico), paradoxalmente, a mais contaminada. Isso confirma que o escurecimento enzimático e a contaminação microbiológica são fenômenos independentes, regidos por mecanismos distintos, como sugerido por Soliva-Fortuny & Martín-Belloso (2003) [11]. A aparência de uma fruta cortada não é, portanto, um indicador confiável de sua segurança microbiológica, reforçando a complexidade da deterioração de alimentos e a importância de se analisar diferentes parâmetros de qualidade de forma integrada.

5 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o escurecimento enzimático e a contaminação fúngica em maçãs cortadas são fenômenos independentes. A prova disso foi a amostra tratada com ácido ascórbico, que, apesar de menos oxidada que o controle, foi a mais contaminada, o que reforça que a aparência não é um indicador confiável de segurança. Conclui-se também que a refrigeração e o uso de suco de limão foram os métodos mais eficazes de conservação, por inibirem ambos os processos.



REFERÊNCIAS

- [1] MARTÍNEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 6, n. 6, p. 195-200, jun. 1995. Disponível em: https://belinrae.inrae.fr/doc_num.php?explnum_id=5172 . Acesso em: 30 jul. 2025.
- [2] YORUK, R.; MARSHALL, M. R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review. **Food Reviews International**, New York, v. 19, n. 4, p. 361-422, 2003. Disponível em: <https://college.agrilife.org/talcottlab/wp-content/uploads/sites/108/2019/01/Review-PPO.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.
- [3] SON, S. M.; MOON, K. D.; LEE, C. Y. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. **Food Chemistry**, London, v. 73, n. 1, p. 23-30, abr. 2001. Disponível em: <https://2024.sci-hub.se/460/cc6c222bfd63a454b90106c26a1731dd/10.1016@s0308-81460000274-0.pdf> . Acesso em: 23 jul. 2025.
- [4] SOLIVA-FORTUNY, R. C.; MARTÍN-BELLOSO, O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 9, p. 341-353, set. 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/30224904/2003-Review-New-Advances-in-Extending-the-Shelf-life-of-Fresh-cut-Fruits>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- [5] BOX, G. E. P.; HUNTER, J. S.; HUNTER, W. G. *Statistics for experimenters: design, innovation, and discovery*. 2. ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2005. Disponível em: [https://pages.stat.wisc.edu/~yxu/Teaching/16%20spring%20Stat602/%5BGeorge_E._P._Box,_J._Stuart_Hunter,_William_G._Hu\(BookZZ.org\).pdf](https://pages.stat.wisc.edu/~yxu/Teaching/16%20spring%20Stat602/%5BGeorge_E._P._Box,_J._Stuart_Hunter,_William_G._Hu(BookZZ.org).pdf) . Acesso em: 10 jul. 2025.
- [6] MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory evaluation techniques*. 5. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. Disponível em: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781482216912_A37870469/preview-9781482216912_A37870469.pdf . Acesso em: 10 jul. 2025.
- [7] JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. *Modern food microbiology*. 7. ed. New York: Springer, 2005. Disponível em: <https://muhammadsabchi.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/04/modern-food-microbiology-7th-ed-springer-2005.pdf> Acesso em: 10 jul. 2025.
- [8] TOURNAS, V. *et al.* BAM Chapter 18: Yeasts, Molds, and Mycotoxins. *In: U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. Silver Spring: FDA, 2023. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- [9] SON, S. M.; MOON, K. D.; LEE, C. Y. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. **Food Chemistry**, London, v. 73, n. 1, p. 23-30, abr. 2001. Disponível em: <https://2024.sci-hub.se/460/cc6c222bfd63a454b90106c26a1731dd/10.1016@s0308-81460000274%E2%80%93930.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2025.
- [10] RICO, D. *et al.* Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n. 12, p. 2215-2234, 2007. Disponível em: <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=schfsehart>. Acesso em: 6 ago. 2025.
- [11] SOLIVA-FORTUNY, R. C.; MARTÍN-BELLOSO, O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 9, p.



341-353, set. 2003. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224403000542>. Acesso em: 6 ago. 2025.

