



VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DA CADEIA PRODUTIVA DA ACEROLA POR MEIO DA PRODUÇÃO DE FARINHA: ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA E DA QUALIDADE TECNOLÓGICA

Tarcienny S. Rodrigues¹; Maurício S. S. Araújo¹; Alice M. Oliveira¹; Jocileia R. Mendonça¹; Leonardo M. C. Pereira¹; Audirene A. Santana¹; Djavanina A. L. Silva¹

¹ Universidade Federal do Maranhão – Campus Bacanga – CEP: 65080-040 – São Luís, MA.

Email: tarcienny.rodrigues@discente.ufma.br

Palavras-Chave: Reaproveitamento, Resíduo de acerola, Vida de prateleira

Introdução

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) é uma fruta tropical amplamente cultivada no Brasil, reconhecida pelo seu elevado teor de vitamina C e por compostos bioativos de interesse nutracêutico. Seu consumo ocorre tanto in natura quanto processado, especialmente em sucos, polpas congeladas e geleias, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais (Campos et al., 2026).

Segundo Silva, Silva e Moura (2022), O bagaço de acerola possui uma quantidade considerável de vitamina C, de antocianinas, carotenóides e pigmentos antioxidantes, que, quando combinados, são responsáveis pela coloração vermelha do fruto, além de conter um considerável teor de fibras.

A industrialização da acerola gera toneladas de resíduos como sementes e bagaço, sendo necessário destinar adequadamente esse material, de modo que tenha menor impacto ao meio ambiente (Rezende et al., 2018). Uma alternativa para aproveitamento de resíduos agroindustriais é a transformação em farinha, visto que a desidratação é uma técnica de conservação capaz de garantir a estabilidade do produto por maior tempo (Silva et al., 2016; Reis et al., 2017).

O aproveitamento integral e/ou parcial de resíduos não utilizados de frutas e hortaliças vem ganhando notoriedade ao longo dos últimos anos. A maioria dos resíduos agroindustriais, como cascas, sementes, talos e bagaços de frutas podem ser utilizados na produção de novos alimentos, pois são ricos em fibras, antioxidantes, sais minerais, vitaminas e outros componentes, que podem contribuir para a melhoria de ingestão de nutrientes (Monteiro et al., 2020).

A utilização integral dos alimentos possibilita o incremento da culinária diária, com a criação de novas receitas como geleias, tortas, sucos, doces, além de enriquecer nutricionalmente a dieta, proporcionando mais fibras, vitaminas e sais minerais. (Silva et al., 2022)

Tendo em vista a importância do aproveitamento de resíduos de frutas, quanto a sustentabilidade e o aporte nutricional, este trabalho teve por objetivo obter uma farinha proveniente dos resíduos agroindustriais de acerola e analisar o tempo de vida útil (teste de prateleira).

Material e Métodos

Os resíduos agroindustriais de acerola foram fornecidos pela fábrica de polpa de frutas parceira deste projeto de pesquisa, localizada no município de São Luís, Maranhão, onde foram

transferidos em caixas térmicas até o Laboratório de Ensino e Pesquisa de Engenharia Química (LEPEQ – UFMA) para que fosse dado início a etapa de obtenção da farinha através da desidratação (secagem) em desidratador de alimentos (Marca: Pardal) sob temperatura controlada de 60°C durante o período de 48 horas. Após a desidratação, o material seco foi triturado em liquidificador e, em seguida, submetido ao processo de peneiramento para a obtenção e padronização granulométrica da farinha. O processo da obtenção da farinha do resíduo de acerola está ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Etapas de obtenção da farinha de resíduo de acerola: secagem (A e B) e produto final (C).



Fonte: Os autores, 2026.

A vida de prateleira da farinha foi monitorada por meio das determinações físico-químicas de pH e acidez titulável, segundo a metodologia estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), o qual seguiu um intervalo de 15 em 15 dias, durante 180 dias (6 meses).

Para a determinação do pH, utilizou-se um pHmetro de bancada aferido à temperatura de 25°C e calibrado adequadamente com soluções tampão de pH 4,01 e 7,00. Pesou-se cerca de 10 g de cada amostra de farinha em béquer, seguidos do acréscimo de 100 mL de água destilada. A mistura foi homogeneizada com auxílio de bastão de vidro e a leitura do pH foi feita por imersão do eletrodo de vidro combinado na suspensão.

A acidez titulável foi quantificada por titulometria de neutralização, e alíquotas de aproximadamente 2,000 g de cada amostra foram transferidas para erlenmeyers de 125 mL contendo 50 mL de água destilada. Na solução, foi adicionado 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% (m/v), efetuando-se a titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 M até a obtenção de coloração marrom-avermelhado. A acidez titulável total (ATT) foi expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de amostra (g de ácido cítrico/100g), de acordo com a Equação 1.

$$ATT = \frac{V \times F \times M \times MM}{P \times 10 \times N} \quad (1)$$

Em que:

V = volume de solução de NaOH consumido na titulação (mL);

f = fator de correção da solução de NaOH (0,1 M);

M = concentração molar da solução de NaOH (0,1 M);

MM = massa molar do ácido orgânico;

P = massa da amostra (g);

n = número de hidrogênios ionizáveis.



Resultados e Discussão

Os testes de prateleira foram conduzidos com a finalidade de avaliar o prazo de validade das farinhas produzidas. Conforme estabelece a Anvisa (2025), este prazo corresponde ao período durante o qual o alimento mantém suas condições de segurança e qualidade para o consumo, tendo início imediatamente após a sua fabricação.

O monitoramento foi estipulado em 180 dias, com base em uma pesquisa de campo, realizado em lojas de produtos naturais da cidade de São Luís/MA, nas quais se verificou que as farinhas obtidas a partir de subprodutos de frutas costumavam ser comercializadas dentro desse prazo de validade.

A tabela 1 reúne os resultados provenientes dos testes de prateleira da farinha obtida a partir do bagaço úmido da acerola. Nessa análise, utilizou-se o pH e a acidez total titulável como indicadores de qualidade, sendo as amostras avaliadas em intervalos quinzenais durante o período de 180 dias. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como média e desvio padrão utilizando o *software* Microsoft Excel.

Tabela 1: Resultados do teste de prateleira da farinha do resíduo de acerola produzida a partir das análises físico-químicas de pH e acidez titulável.

Amostra	Período de Estocagem (dias)	PARÂMETROS	
		pH	Acidez Titulável (ác. cítrico)
Farinha do Resíduo de Acerola	0	2,45±0,01	2,18±0,11
	15	2,43±0,03	1,74±0,03
	30	2,40±0,03	1,60±0,10
	45	2,33±0,03	1,85±0,08
	60	2,30±0,01	1,57±0,03
	75	2,30±0,01	1,30±0,15
	90	2,33±0,08	1,47±0,17
	105	2,33±0,02	1,33±0,15
	120	2,45±0,03	1,53±0,09
	135	2,54±0,01	1,28±0,15
	150	2,57±0,04	1,50±0,15
	165	2,59±0,03	1,46±0,04
	180	2,44±0,02	1,21±0,18

Fonte: os autores, 2026.

O pH é um fator de grande importância na restrição do crescimento microbiano, onde o valor de segurança de até 4,5 tem papel limitante no desenvolvimento de microrganismos



patogênicos (EMBRAPA, 1995). Os valores obtidos nesta pesquisa para a análise de pH, permaneceram dentro da faixa considerada segura ($\text{pH} \leq 4,5$), com pouca variação ao longo do tempo, atuando como uma barreira natural contra o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. No entanto, a elevação e as oscilações no pH a partir dos 120 dias de estocagem estão associadas à degradação oxidativa dos ácidos orgânicos pré-existent na acerola (como o ácido ascórbico e cítrico), o que reduz a disponibilidade de íons H^+ livres na matriz alimentícia. Além disso, variações na umidade relativa do ambiente e a permeabilidade da embalagem podem alterar o equilíbrio higroscópico da farinha, favorecendo oscilações pontuais. O comportamento equivalente quanto a redução da acidez com elevação do pH em patamares ácidos durante a estocagem foi observada por Reis et al. (2017) em farinhas de acerola desidratadas e por Ferreira et al. (2015) em farinhas obtidas a partir de resíduos de maracujá e abacaxi, confirmando que as alterações estruturais nos ácidos orgânicos são esperadas em produtos desidratados mantidos sob estocagem prolongada.

Ressalta-se que a acidez é um importante parâmetro na determinação do estado de conservação de um alimento (IAL, 2008). Valores de acidez superiores aos encontrados neste estudo foram obtidos por Lima (2019) e Silva et al. (2020), que obtiveram 3,44 e 2,69, respectivamente. Essas diferenças nas análises de acidez estão associadas ao grau de maturação do fruto que propicia a redução no teor de ácido cítrico (Oliveira, 2016).

A determinação da acidez titulável em farinhas é uma análise fundamental no controle da qualidade industrial, garantindo a manutenção dos padrões de excelência exigidos pelos consumidores e a segurança do produto (Silveira, 2024). Quanto aos dados obtidos para acidez titulável, percebeu-se uma tendência de redução gradual ao longo do armazenamento devido à degradação química dos ácidos orgânicos voláteis e não voláteis presentes na farinha, em que a circulação de oxigênio no interior da embalagem e a exposição à luz catalisam a oxidação do ácido L-ascórbico em ácido deidroascórbico e subprodutos não ácidos. No entanto, os valores mantiveram-se em níveis adequados para a preservação das características físico-químicas do produto. Segundo Ortolan, et al. (2010), a acidez indica o estado de conservação do produto, refletindo a presença de processos de degradação, como a oxidação lipídica. Dessa forma, essa análise torna-se essencial não apenas para validar métodos de fabricação, processamento e armazenamento, mas também para monitorar a integridade e a vida útil das farinhas durante a comercialização (Silveira, 2024).

Tendo em vista o que foi abordado anteriormente, os resultados obtidos nas análises dos testes de prateleira indicam estabilidade da farinha quanto aos parâmetros avaliados (pH e acidez titulável) ao longo do período de armazenamento.

Análise Estatística

Na tabela 2, estão os resultados da análise estatística da vida de prateleira da farinha do resíduo de acerola, utilizando o *software* Microsoft Excel.



Tabela 2: Valores da análise estatística da vida de prateleira da farinha do resíduo de acerola

Dias	pH			Média	Desvio Padrão	Acidez Titulável (ácido cítrico)			Média	Desvio Padrão
0	2,46	2,45	2,44	2,45	0,01	2,18	2,29	2,07	2,18	0,11
15	2,42	2,40	2,46	2,43	0,03	1,76	1,70	1,75	1,74	0,03
30	2,43	2,40	2,38	2,40	0,03	1,70	1,50	1,59	1,60	0,10
45	2,33	2,36	2,31	2,33	0,03	1,90	1,90	1,76	1,85	0,08
60	2,30	2,31	2,29	2,30	0,01	1,59	1,53	1,59	1,57	0,03
75	2,30	2,31	2,29	2,30	0,01	1,46	1,17	1,26	1,30	0,15
90	2,27	2,42	2,30	2,33	0,08	1,67	1,40	1,35	1,47	0,17
105	2,30	2,34	2,34	2,33	0,02	1,46	1,17	1,35	1,33	0,15
120	2,49	2,43	2,47	2,45	0,03	1,59	1,56	1,43	1,53	0,09
135	2,53	2,57	2,55	2,54	0,01	1,43	1,14	1,27	1,28	0,15
150	2,53	2,58	2,6	2,57	0,04	1,64	1,51	1,35	1,50	0,15
165	2,62	2,59	2,57	2,59	0,03	1,48	1,41	1,48	1,46	0,04
180	2,44	2,42	2,46	2,44	0,02	1,41	1,06	1,16	1,21	0,18

Fonte: os autores, 2026.

Todas as determinações analíticas do estudo de estabilidade físico-química foram realizadas em triplicata analítica ($n=3$) para cada um dos 13 pontos de amostragem (intervalos quinzenais do dia 0 ao dia 180). Os resultados obtidos foram a partir de um único lote do resíduo de acerola, sendo assim, não foi submetido a estatística inferencial (teste de comparação de médias), pois esses testes presumem a existência de grupos independentes a serem comparados, ao contrário do estudo presente.

Conclusões

A obtenção da farinha a partir dos resíduos agroindustriais de acerola provou ser uma estratégia sustentável e promissora para o reaproveitamento de resíduos agroindustriais, agregando valor nutricional a um subproduto tipicamente descartado. Os resultados do estudo de vida de prateleira demonstraram que o produto apresentou estabilidade físico-química satisfatória durante os 180 dias de armazenamento. Os parâmetros de pH mantiveram-se em uma faixa fortemente ácida (2,30 a 2,59), com pouca variação ao longo do tempo, o que atua como uma barreira natural contra o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos.

Embora tenha sido observada uma tendência de redução gradual na acidez titulável ao longo do armazenamento, os valores mantiveram-se em níveis adequados para a preservação das características físico-químicas do produto. Dessa forma, conclui-se que a farinha do resíduo de acerola apresentou estabilidade físico-química satisfatória durante os 180 dias de armazenamento, sendo possível que se consolide como um ingrediente com estabilidade para que possa ser aproveitado e enriquecido nas formulações alimentícias.



Agradecimentos

A Universidade Federal do Maranhão (UFMA), aos Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos e Águas (PCQA), Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos (LEPPBio) e ao Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Química (GPIQUI), todos pertencentes a UFMA.

Referências

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para determinação prazos de validade de alimentos**. Guia nº 16/2018 – versão 2, de 03 de julho de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 27 de jul. 2026.
- BÖCK, F. C.; HELFER, G. A.; COSTA, A. B.; DESSUY, M. B.; FERRÃO, M. F. Rapid Determination of Ethanol in Sugarcane Spirit Using Partial Least Squares Regression Embedded in Smartphone. **Food Analytical Methods**, 11(4), 1951-1957, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322692657_Rapid_Determination_of_Ethanol_in_Sugarcane_Spirit_Using_Partial_Least_Squares_Regression_Embedded_in_Smartphone. Acesso em: 25 de ago. 2026.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia nº 16/2018**: Guia para determinação de prazos de validade de alimentos. Versão 3. Brasília, DF: Anvisa, 2 abr. 2025. Disponível em: <https://anexosportal.datalegis.net/arquivos/1888483.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2026.
- CAMPOS, V. G.; VELOSO, A. M. P.; SANTOS, M. O.; SILVA, E. R.; ALVES, R. O.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, W. B.; SANTOS, W. W. V.; SILVA, S. P. Farinha de resíduo de acerola como fonte de compostos bioativos. In: **Open Science Research**. [S. l.]: Científica Digital, 2026. v. 24, p. 373-382. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/260421630>. Acesso em: 25 jul. 2026.
- EMBRAPA. **Manual de microbiologia de alimentos**. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos. Brasília: EMBRAPA-SPI. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/410937/1/Manual-de-Microbiologia-de-alimentos-1995.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2026.
- FERREIRA, M. S. L.; SANTOS, M. C. P.; MORO, T. M. A.; BASTO, G. J.; ANDRADE, R. M. S.; GONÇALVES, É. C. B. A. Brostamento e estabilidade físico-química de farinhas de resíduos de frutas tropicais durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 480-489, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25694690/>. Acesso em: 25 ago. 2026.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4º ed. São Paulo, SP: IAL, 2008. 1000p. Disponível em: https://www.crq4.org.br/downloads/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 26 de jul. 2026.
- MAGALHÃES, M. P. D.; GANDRA, K. M. B.; CUNHA, L. R.; LIMA, E. M. F. Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 14, e188101420714, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20714>. Acesso em: 25 jul. 2026.
- MONTEIRO, S. A.; BARBOSA, M. M.; BEZERRA, R. F.; MAIA, K. S. Elaboração, caracterização microbiológica e avaliação sensorial de cookies produzidos a partir da farinha do bagaço de acerola (*Malpighia emarginata*). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e1489119605, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/9605/8625>. Acesso em: 25 jul. 2026.
- OLIVEIRA, A. S. **Elaboração de farinha de polpa, casca e cilindro central de abacaxi cv. Pérola para produção de bolo**. Doutorado, 186 f. (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande - UFCG – PB, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufcg.edu.br/\(https://repositorio.ufcg.edu.br/](https://repositorio.ufcg.edu.br/(https://repositorio.ufcg.edu.br/). Acesso em: 23 ago. 2026.
- ORTOLAN, F.; HECKTHEUER, L.H.; MIRANDA, M.Z.; Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4 °C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Food Science Technology**, v.30, n. 1. Mar 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/Y4L4hbbhJqKLtxcn4qXPnVbF/?format=pdf&lang=pt&ilang=pt_BR. Acesso em: 25 jul. 2026.
- REIS, D. S.; FIGUEIREDO NETO, A.; FERRAZ, A. V.; FREITAS, S. T. Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2015083, 2017. Disponível em:



https://www.scielo.br/bjft/a/KsyLDGczNQ3z8kkLH4VR5md/?format=pdf&lang=pt&ilang=pt_BR. Acesso em: 25 jul. 2026.

SILVA, J. A.; SILVA, Y. Y. V.; MOURA, S. M. A. Aceitabilidade de produtos alimentícios funcionais ricos em ômega-3: uma revisão de literatura. *In*: MEDEIROS, Jackson Andson de; NIRO, Carolina Madazio (org.).

Pesquisas e atualizações em ciência dos alimentos. [S. l.]: Agron Food Academy, 2021. Cap. 27. p. 193-200. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/9786599539657-21/>. Acesso em: 27 jul. 2026.

SILVEIRA; A. J.M. L.; CLARK, A. A.; FERNANDES, R.A.; VANIER, N.L.; COLUSSI, R.; MENDONÇA, C.R.B., Determinação de Acidez Titulável em Farinha: Otimização de Metodologia. *In*: XXXIII Congresso de Iniciação Científica. 10ª SIIPE – Semana Integrada UFPEL, 2024. **Anais [...]** Disponível em: https://anais-siipe.ufpel.edu.br/2024/CA_04987.pdf Acesso em: 27 jul. 2026.

VIVAS-REYES, R.; NAVARRO, D.; CORTES, L. E. Exploring Emergent Properties in Chemistry Education: A Philosophical Perspective on the Molecular Revolution. **Journal of Chemical Education**, v. 101, n. 10, p. 4173–4181, 2024. Disponível em: <https://pubs.acs.org/jceda8/article-abstract/101/10/4173/156298/Exploring-Emergent-Properties-in-Chemistry?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 27 jul. 2026.