REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

POTENCIAL NUTRICIONAL E VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS ÚMIDOS DO PROCESSAMENTO DA POLPA DE ACEROLA (MALPIGHIA EMARGINATA DC.): PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SUSTENTÁVEIS

NUTRITIONAL POTENTIAL AND VALORIZATION OF WET AGRO-INDUSTRIAL RESIDUES FROM THE PROCESSING OF ACEROLA PULP (MALPIGHIA EMARGINATA DC.): PERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE FOOD PRODUCTS

POTENCIAL NUTRICIONAL Y VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES HÚMEDOS PROCEDENTES DEL PROCESAMIENTO DE LA PULPA DE ACEROLA (MALPIGHIA EMARGINATA DC.): PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS SOSTENIBLES

Jociléia Ribeiro Mendonça
Graduanda em Química Licenciatura, UFMA, Brasil
E-mail: leiamendonc4@gmail.com

Maurício Sérgio Souza Araújo
Graduando em Química Industrial, UFMA, Brasil
E-mail: mauricioxp166@gmail.com

Leonardo Monteles Castro Pereira
Graduando em Química Industrial, UFMA, Brasil
E-mail: leomonteles868@gmail.com

Tarcienny da Silva Rodrigues
Graduanda em Química Industrial, UFMA, Brasil
E-mail: tarciennyd@gmail.com

Renan Candeira Alves
Graduado em Química dos Alimentos, UFMA, Brasil
E-mail: renancandy@hotmail.com

Profª Drª Audirene Amorim Santana
Professora Associada, COEQ – CCET, UFMA, Brasil
E-mail: audirene.santana@ufma.br

Profª Drª Djavania Azevêdo da Luz Silva
Professora Associada, COQUIN – CCET, UFMA, Brasil
E-mail: djavania.luz@ufma.br

Resumo

Uma boa alternativa para aproveitar os resíduos provenientes das frutas, por exemplo: bagaço úmido,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

seria uma avaliação prévia do valor nutritivo ainda bruto, a fim de se comprovar seu potencial na incorporação em formulações. Neste contexto o presente estudo propôs a avaliação da composição nutricional do resíduo agroindustrial da acerola (bagaço úmido), cedido por uma agroindústria familiar local de produção de polpas de frutas, levando-se em consideração sua relevância nutricional, sendo submetidos às seguintes análises: pH; umidade; cinzas (resíduo mineral fixo); proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico. Os resultados obtidos neste estudo foram respectivamente: pH (2,68 ± 0,01); umidade (81,2 ± 0,50%); cinzas (0,6 ± 0,10%); proteínas (2,4 ± 0,30%); lipídios (0,65 ± 0,23%); carboidratos (15,05%) e valor calórico (75,90 kcal/100 g), sendo estes dois últimos valores estimados. Esses dados contribuem para o conhecimento da composição nutricional e do valor energético do bagaço úmido de acerola, fornecendo informações que poderão subsidiar futuras investigações sobre seu aproveitamento em formulações alimentícias, como pães, biscoitos, barras de cereais e bebidas, podendo contribuir para a agregação de valor aos coprodutos da cadeia produtiva.
Palavras-chave: Resíduo agroindustrial; Acerola; Caracterização nutricional.

Abstract

A promising approach to utilizing fruit processing by-products - such as pomace - is to first assess their nutritional value in their raw state to determine their potential for incorporation into formulations. In this context, the present study evaluated the nutritional composition of acerola agro-industrial waste (raw pomace) - supplied by local fruit pulp processing plants, considering its nutritional significance and potential. The material was subjected to the following analyses: pH, moisture, ash (fixed mineral residue), protein, lipid, and carbohydrate content, as well as caloric value. The results obtained were: pH (2.68 ± 0.01); moisture (81.2 ± 0.50%); ash (0.6 ± 0.10%); protein (2.4 ± 0.30%); lipids (0.65 ± 0,23%); carbohydrates (15.05%); and caloric value (75.90 kcal/100 g), with these last two values being estimates. These data contribute to the understanding of the physicochemical composition and energy value of wet acerola pomace, providing information that can support future research into its use in food formulations—such as breads, cookies, cereal bars, and beverages—potentially contributing to value addition for the production chain's co-products.
Keywords: Agro-industrial residue; Acerola; Nutritional characterization.

Resumen

Una buena alternativa para utilizar subproductos de frutas, como bagazo, sería una evaluación previa de su valor nutricional mientras aún se encuentra en su estado natural, para verificar su potencial de incorporación en formulaciones. En este contexto, el presente estudio propuso una evaluación de la composición nutricional de los residuos agroindustriales de acerola (bagazo bruto), proporcionado por una agroindustria local de producción de pulpa de fruta, considerando su relevancia nutricional y potencial. Se realizaron los siguientes análisis: pH; humedad; cenizas (residuo mineral fijo); proteína; lípidos; carbohidratos; y valor calórico. Los resultados obtenidos en este estudio fueron respectivamente: pH (2,68 ± 0,01); humedad (81,2 ± 0,50%); cenizas (0,6 ± 0,10%); proteína (2,4 ± 0,30%); lípidos (0,65 ± 0,23%); carbohidratos (15,05%) y el valor calórico (75,90 kcal/100 g) son destacables, estos dos últimos valores son estimaciones. Estos datos contribuyen al conocimiento de la composición fisicoquímica y del valor energético del bagazo húmedo de acerola, proporcionando información que podrá servir de base para futuras investigaciones sobre su aprovechamiento en formulaciones alimenticias —como panes, galletas, barras de cereales y bebidas—, y contribuir así a agregar valor a los coproductos de la cadena productiva.
Palabras clave: Residuos agroindustriales; Acerola; Caracterización nutricional.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

1. Introdução

A produção de frutas tropicais no Brasil, especialmente a acerola (*Malpighia emarginata DC.*), tem crescido de forma expressiva, gerando grandes volumes de resíduos agroindustriais, como bagaços e sementes, que muitas vezes são descartados sem aproveitamento. Segundo Cerino (2018), esses resíduos apresentam potencial nutricional relevante. De acordo com Moraes et al. (2017), o aproveitamento de bagaços e sementes torna-se uma oportunidade de economia circular e inovação sustentável.

Estudos relatam que resíduos do processamento da acerola podem apresentar composição química complexa, cuja proporção varia conforme a cultivar, o estágio de maturação e as condições de processamento. Segundo Marques et al. (2012), a caracterização físico-química detalhada é essencial para identificar as potencialidades desses subprodutos, orientando seu uso em formulações alimentícias e industrializadas. De acordo com Miskinis et al. (2023), algumas técnicas podem contribuir para a preservação da matéria-prima, aumentando sua estabilidade durante o armazenamento.

O aproveitamento integral do bagaço e da polpa residual da acerola depende, em primeiro lugar, do conhecimento detalhado de sua composição, o que orienta a escolha de estratégias adequadas de processamento e valorização. Segundo Rezende, Nogueira e Narain (2017), esses procedimentos potencializam o valor dos resíduos e contribuem para práticas sustentáveis na agroindústria, ampliando as possibilidades de aproveitamento desses subprodutos em diferentes aplicações industriais, seja em alimentos, suplementos e outros.

O aproveitamento dos resíduos agroindustriais da acerola representa uma alternativa promissora para agregar valor aos coprodutos do processamento de frutas e incentivar práticas alinhadas aos princípios da sustentabilidade e da economia circular. De acordo com Marques et al. (2012) e Cerino (2018), esses atributos conferem benefícios à saúde humana e permitem que produtos derivados da acerola atendam à crescente demanda por alimentos saudáveis,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

promovendo inovação e valorização nutricional. Assim sendo, a presente pesquisa teve como proposta a caracterização nutricional do bagaço úmido de acerola (*Malpighia emarginata DC.*), proveniente do processamento de polpas de frutas, visando contribuir para a valorização deste resíduo agroindustrial e ampliar o conhecimento sobre sua composição. Nesse sentido, o estudo foi concebido como um ensaio preliminar de bancada (*pilot-scale baseline*), fornecendo parâmetros fundamentais sobre a matéria-prima bruta que poderão subsidiar pesquisas futuras voltadas ao desenvolvimento de novos produtos, à otimização de processos de secagem e ao aproveitamento de subprodutos agroindustriais, contribuindo potencialmente para estratégias de valorização integral do fruto e redução da geração de resíduos.

2. Revisão da Literatura

2.1. Resíduos agroindustriais e sustentabilidade

A cadeia de processamento de frutas tropicais gera um volume expressivo de subprodutos que, ao serem descartados sem o devido aproveitamento, resultam em perdas econômicas e sérios impactos ambientais para o setor agroindustrial (Sousa et al. 2011). Dentre os resíduos gerados pelas indústrias, destacam-se as cascas, sementes e bagaços, os quais podem concentrar frações significativas de nutrientes e fibras alimentares que, na maioria das vezes, acabam sendo desperdiçados em vez de serem incorporados à cadeia produtiva (Lazzari et al. 2021).

2.2. Características nutricionais e compostos relevantes dos resíduos da acerola

O aproveitamento dos resíduos gerados durante o processamento da acerola (*Malpighia emarginata DC.*), destaca-se como uma alternativa promissora para a recuperação de componentes nutricionais de valor agregado, alinhando-se às diretrizes de sustentabilidade agroindustrial. De acordo com Carvalho et al. (2021), o bagaço e as sementes resultantes do despolpamento conservam uma fração expressiva da matriz nutricional do

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

fruto. Adicionalmente, o emprego do processamento térmico para a obtenção de pós e farinhas a partir desses subprodutos permite a preservação e concentração dos seus constituintes secos (Meneses et al. 2018). A retenção desses macronutrientes no resíduo evidencia o seu potencial para a caracterização e desenvolvimento de novos ingredientes alimentícios, promovendo a valoração do coproduto sob a perspectiva da economia circular.

2.3. Potencial de aplicação dos resíduos da acerola na indústria de alimentos

Estudos têm investigado o aproveitamento de resíduos de frutas tropicais em diferentes matrizes alimentícias, como produtos de panificação, cárneos e lácteos, demonstrando que a incorporação dessas frações ricas em fibras altera positivamente o perfil nutricional e as propriedades funcionais tecnológicas das formulações (Medeiros et al. 2020). Conforme descrito por Poletto et al. (2021), a farinha obtida a partir do bagaço da acerola pode ser integrada a tais sistemas alimentares, viabilizando a melhoria de atributos físicos e nutricionais do produto final. Entretanto, o sucesso da aplicação desses subprodutos depende da determinação precisa de sua composição centesimal, propriedades tecnológicas, estabilidade e aceitação sensorial, sendo a caracterização nutricional preliminar uma etapa fundamental para respaldar tais aplicações.

3. Metodologia

As atividades deste trabalho foram realizadas nos Laboratórios de Análises de Alimentos do PCQA – UFMA, pertencentes ao Departamento de Tecnologia Química – CCET.

3.1. Coleta das amostras

Os resíduos de acerola (bagaço não desidratado) foram obtidos de uma fábrica familiar de polpas de frutas localizada no município de Magalhães de Almeida, Maranhão, sendo provenientes da etapa de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

despolpamento dos frutos. Foi coletado um único lote independente de resíduo de acerola, no dia 10/07/2025 e realizado o despolpamento no mesmo dia, em seguida, foi enviado para o laboratório aproximadamente 5 kg de material. O despolpamento foi realizado mecanicamente em despolpadeira vertical de 20 L, utilizando peneira/malha de 25 cm, sem adição de água durante a extração.

O resíduo, caracterizado como bagaço úmido, apresentou-se como uma massa heterogênea, composta predominantemente por sementes inteiras e fraturadas, cascas (epicarpo) e resíduos fibrosos de polpa prensada, apresentando coloração avermelhada a rosada e odor característico. A cultivar utilizada correspondia às variedades Junco e Okinawa, cultivadas localmente e empregadas na produção de sucos e polpas. Quanto ao grau de maturação, os frutos processados no momento da coleta apresentavam diferentes estádios, variando de verde a maduro e totalmente maduro, este último caracterizado pela coloração vermelho-intensa.

Após a coleta, os resíduos foram acondicionados em caixas térmicas e transportados até os Laboratórios de Análises Físico-Químicas do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde foram submetidos às análises previstas no estudo.

A utilização de um único lote independente constitui uma limitação da presente pesquisa, uma vez que as análises foram realizadas em triplicata (n = 3), permitindo avaliar a repetibilidade analítica da amostra analisada, mas não a variabilidade biológica ou sazonal dos frutos e dos resíduos provenientes de diferentes lotes ou períodos de coleta.

3.2. Armazenamento da amostra – Resíduos

Após a amostragem, os resíduos foram acondicionados em potes plásticos e armazenados sob congelamento em compartimento congelador de refrigerador doméstico de duas portas, a aproximadamente −18 °C (valor

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

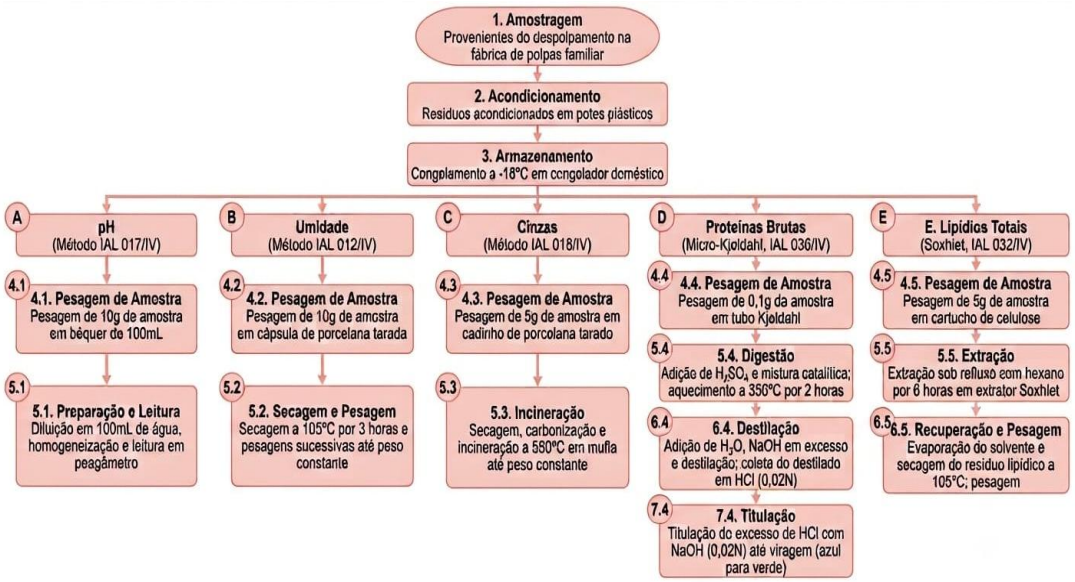
Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

padrão de congelador), por um período total de 16 dias até a realização dos ensaios. A amostra matriz recebida congelada foi mantida à temperatura ambiente apenas até o descongelamento parcial para o fracionamento em potes plásticos, sendo imediatamente congelada novamente. Uma das frações foi descongelada à temperatura ambiente somente no dia de sua respectiva análise, mantendo os demais lacrados para evitar contaminação e evaporação, além de evitar múltiplos ciclos de congelamento e descongelamento no mesmo lote.

3.3. Análises Nutricionais

Para as análises nutricionais, os bagaços úmidos da acerola foram descongelados à temperatura ambiente (± 27ºC) e submetidos às seguintes análises: pH, umidade, cinzas (resíduo mineral fixo), proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico. As etapas e processos utilizados desde a amostragem aos resultados deste estudo, estão ilustrados em um fluxograma a seguir na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma completo das análises nutricionais de resíduos úmidos de acerola.



Fonte: Autores, 2025.

3.3.1. pH: Método IAL nº 017/IV

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

Para determinação de pH fez-se o uso de um peagâmetro previamente calibrado com soluções tampões de 4,0 e 7,0. A seguir diluiu-se em 100 mL de água destilada, 10 g de cada amostra pesadas em béquer de 100 mL, em seguida houve a homogeneização com o auxílio de um bastão de vidro. Logo após, as amostras foram levadas ao equipamento para leitura dos resultados.

3.3.2. Umidade: Método IAL nº 012/IV

Inicialmente foram pesados 10 g de amostra em cápsulas de porcelana (previamente aquecidas em estufa a 105ºC, por uma hora, resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e tarada). A mesma foi aquecida em estufa a 105ºC por três horas e foram submetidas a pesagens sucessivas a cada 1 hora até a obtenção de massa constante. Após a amostra ser resfriada em dessecador até a temperatura ambiente, foi pesada novamente, obtendo-se então, a massa da amostra ausente de umidade. Por fim, foi utilizada a Equação (1) a seguir para calcular o teor de umidade:

$$Umidade\ (\%\ m/m) = \frac{100\ x\ N}{P} \qquad (1)$$

Onde: N: (cápsula + amostra úmida) – (cápsula + amostra seca) = perda de peso (g) e P: massa da amostra (g).

3.3.3. Cinzas: Método IAL nº 018/IV

Na determinação de cinzas, foram pesadas 5 g de cada amostra em cadinhos de porcelana previamente aquecidos em estufa a 105ºC por uma hora, resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e pesados. Em seguida, as amostras foram secas em chapa elétrica e carbonizadas em temperatura baixa. Após isso foram incineradas a 550ºC em forno mufla, até a eliminação completa do carvão (cerca de quatro horas), foram resfriadas à temperatura ambiente em dessecador e pesadas até massa constante. Por fim,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

por meio da Equação (2), calculou-se o percentual de cinzas nas amostras:

$$Cinzas\ (\%\ m/m) = \frac{100\ x\ N}{P} \qquad (2)$$

Onde: N: (cadinho + amostra após a calcinação) – (cadinho sem amostra) = massa (g) de cinzas e P: massa da amostra (g).

3.3.4. Proteínas: Método IAL nº 036/IV

O teor de proteína bruta do bagaço úmido de acerola foi determinado pelo método de Kjeldahl. A conversão do teor de nitrogênio total em proteína bruta foi efetuada utilizando o fator de conversão de 5,75, conforme estabelecido nos critérios legais de rotulagem nutricional de alimentos da ANVISA para proteínas de origem vegetal gerais (ANVISA, IN nº 75/2020 (BRASIL, 2020), Anexo XXIII; mantendo o parâmetro da RDC nº 40/2001 (BRASIL, 2001)). Esta análise ocorreu em três etapas: digestão, destilação e titulação. Como descrito abaixo:

1. **Digestão:** Pesou-se aproximadamente 0,1 g da amostra. Foram transferidos para um tubo de Kjeldahl, onde será adicionado 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. A seguir serão adicionados 1 g de uma mistura catalítica (K2SO4 e Se, numa proporção 2:1). A adoção da proporção 2:1 justifica-se pelo efeito sinérgico entre o sulfato de potássio (K2SO4), que eleva o ponto de ebulição do ácido sulfúrico para acelerar a decomposição térmica, e a quantidade otimizada de selênio (Se), que atua como catalisador de alta eficiência na oxidação da matéria orgânica, prevenindo perdas de nitrogênio por volatilização sem excesso do metal. Em seguida aqueceu-se a 350º C por 2 horas até a solução se tornar clara e em seguida espera-se esfriar para seguir com a etapa posterior.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

2. **Destilação:** Após o resfriamento do tubo Kjeldahl contendo a amostra digerida, adicionou-se 2 mL de água destilada, em seguida, algumas gotas do indicador fenolftaleína 1%. O tubo foi adaptado ao conjunto de destilação, mergulhando-se a extremidade afilada ao condensador em 20 mL de ácido clorídrico (0,02 N), contidos em Erlenmeyer de 250 mL, juntamente com 5 gotas vermelho de metila 1% e 1 gota azul de metileno 1% (indicador misto de Patterson). Ao mesmo tubo, adicionou-se por meio de funil com torneira, um excesso (15 mL) de solução de hidróxido de sódio (40%). Logo após, foram aquecidos até a ebulição e a destilação ocorreu por 4 minutos. Coletando-se o destilado no Erlenmeyer contendo 20 mL de ácido clorídrico (0,02 N).
3. **Titulação:** Nesta última etapa, foi titulado o excesso de ácido clorídrico (0,02 N) com solução de hidróxido de sódio (0,02 N), até que se observe a mudança de coloração de azul para verde.

A Equação (3) expressa o cálculo para o valor da percentagem de nitrogênio a amostra:

$$Nitrogênio\ (\%) = \frac{V\ x\ 0{,}028}{P} \qquad (3)$$

Onde: V: (V HCl (0,02 N) x f HCl) – (V NaOH (0,02 N) x f NaOH) = diferença entre o volume de ácido clorídrico (0,02 N), adicionado (multiplicado pelo o fator de padronização do ácido clorídrico) e o volume de hidróxido de sódio (0,02 N) gastos na titulação da amostra em mL (multiplicado pelo fator de padronização da solução de hidróxido de sódio); 0,028: miliequivalente grama do nitrogênio multiplicado pela concentração e P: massa da amostra em gramas.

A percentagem de proteína é expressa pela Equação (4):

$$P = N\ x\ 5{,}75 \qquad (4)$$

Onde: N: % de nitrogênio e 5,75: fator de conversão para proteína vegetal.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

3.3.5. Lipídios: Método IAL nº 032/IV

A determinação do teor de lipídios totais foi realizada pelo método de extração contínua em extrator de Soxhlet, adaptado do método nº 032/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e do método 920.39 da AOAC International (AOAC, 2019). Utilizou-se o hexano como solvente extrator em substituição ao éter, sendo uma modificação adotada por razões de segurança e menor volatilidade no ambiente laboratorial.

Para a análise, pesaram-se aproximadamente 5 g de cada amostra, as quais foram transferidas para um cartucho de celulose e cobertas com algodão desengordurado. O cartucho foi inserido no extrator de Soxhlet acoplado a um balão de fundo chato previamente aquecido em estufa a 105 °C por uma hora, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e tarado. A extração foi realizada sob refluxo com hexano durante seis horas. Após o término da extração e evaporação do solvente, o balão contendo o resíduo lipídico foi mantido em estufa a 105 °C por mais uma hora, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado logo em seguida. O teor de lipídios foi determinado pela Equação (5).

Cálculo:

$$Lipídios\ (\%) = \frac{100\ x\ N}{P} \qquad (5)$$

Onde:

N = (balão com gordura) – (balão sem gordura) = massa de lipídios em gramas; M = massa da amostra em grama.

3.3.6. Carboidratos

A determinação de teor de carboidratos foi feita pela diferença do valor 100 (cem) subtraído do somatório dos valores já obtidos de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, seguindo a Equação (6).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

$$Carboidratos\ (\%) = 100 - (\%U + \%Cz + \%P + \%L) \qquad (6)$$

Onde: U: umidade; Cz: cinzas, P: proteínas e L: lipídios.

3.3.7. Valor Calórico

Valor Calórico Total (VCT) foi estimado a partir das médias finais obtidas para os macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos), utilizando-se os fatores de conversão do sistema de Atwater: 4 kcal/g para proteínas, 9 kcal/g para lipídios e 4 kcal/g para carboidratos totais, conforme expresso na Equação (7), resultando no valor de 75,90 kcal/100 g.

$$Valor\ Calórico\ (kcal/100\ g\ = (\mathrm{P\ x\ 4})\ +\ (\mathrm{L\ x\ 9})\ +\ (\mathrm{C\ x\ 4}) \qquad (7)$$

Onde: P: valor da proteína (%); L: valor de lipídios (%); C: valor de carboidratos (%); 4: fator de conversão em kcal para proteínas e carboidratos metabolizadas pelo organismo; 9: fator de conversão em kcal para lipídios metabolizados pelo organismo.

Vale ressaltar que todas as análises foram realizadas em triplicatas.

4. Resultados e Discussão

Após a conclusão de todas as análises descritas na metodologia, apresentam-se a seguir os resultados obtidos, já considerando os cálculos previamente realizados.

4.1. Análises nutricionais

Na Tabela 1 estão inseridos os dados obtidos das análises, que mostram alguns parâmetros essenciais para avaliar o valor nutricional do resíduo úmido. Esses valores ajudam a comparar os resultados adquiridos nesta pesquisa com os reportados na literatura mostrando vertentes promissoras para usar esses resíduos em formulações alimentícias futuras.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

Tabela 1: Valores médios da composição nutricional dos resíduos da acerola.

Parâmetros	Bagaço[1]	Parametros	Bagaço[1]
pH	2,68 ± 0,01	**Lipídios (%)**	0,65 ± 0,23
Umidade (%)	81,22 ± 0,5	**Carboidratos**	15,05
Cinzas (%)	0,63 ± 0,1	**Valor calórico (kcal/100 g)**	75,90
Proteínas (%)	2,44 ± 0,3		

Fonte: Autores, 2025,
[1]Resultados apresentados em valores médios ± desvio padrão.
[2]Valor teórico.

De acordo com os dados expostos na Tabela 1, o pH da amostra do resíduo úmido apresentou valor médio de 2,68, caracterizando-se como altamente ácido. Segundo Carneiro Ferreira et al. (2021), valores de pH para acerola fresca (úmida) variam entre 2,6 e 3,0, dependendo do estádio de maturação e das condições climáticas, estando, portanto, o resultado obtido encontra-se dentro da faixa esperada, reforçando a elevada acidez como uma característica marcante do fruto e de seus subprodutos. Entretanto, esse parâmetro, isoladamente, não permite inferir a estabilidade microbiológica do material, que deve ser avaliada por ensaios específicos, nem assegurar a preservação de seus compostos bioativos.

O teor de umidade encontrado no presente estudo foi de 81,2%, valor compatível com aqueles relatados na literatura para resíduos úmidos de acerola. Moreira (2008) encontrou teor de umidade de 82,1% em resíduos agroindustriais úmidos de acerola, resultado próximo ao observado neste estudo. A elevada umidade desses materiais pode favorecer sua rápida deterioração, evidenciando a necessidade de estratégias de conservação, especialmente por meio de processos de secagem, visando reduzir o teor de água e aumentar sua estabilidade e vida útil.

O teor de cinzas obtido foi de 0,60% (bagaço úmido), correspondente a 3,19% na matéria seca, ratifica a retenção de minerais essenciais no bagaço úmido de acerola. O valor experimental corrobora os dados de Moreira (2008), que relatou 0,68% de cinzas em resíduo bruto de acerola, e

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

de Costa et al. (2011), que observaram variações entre 0,50% e 0,80% em função do estádio de maturação do fruto. Essa fração inorgânica é indicativa da presença de macrominerais e microminerais da matriz vegetal, importantes no direcionamento de processos de transformação e aproveitamento de subprodutos.

O teor de proteínas obtido neste estudo para o resíduo bruto foi de 2,4%, e encontra-se em concordância com os dados descritos por Costa et al. (2011), que observaram valores próximos a 2,0 – 2,3% dependendo do estádio de maturação dos frutos (úmidos) utilizados no processamento. Com dados mais atualizados, Santos (2024) em seus estudos também demonstrou que resíduos úmidos de acerola mantêm níveis consistentes de proteína (2,2%) dentro dessa faixa, confirmando a aplicabilidade do resíduo para aproveitamento nutricional.

O teor médio de lipídios de 0,66 ± 0,23% reflete a baixa concentração de extrato etéreo no bagaço úmido de acerola. Esse resultado alinha-se aos encontrados por Cunha (2015), que observou 0,85% de lipídios em resíduo não desidratado de acerola, e de Santos (2024), que reportou o teor de 0,92% para a matéria-prima úmida. Essa convergência de valores confirma que a fração lipídica do resíduo bruto é naturalmente reduzida, parâmetro que atesta a baixa susceptibilidade do material à oxidação lipídica inicial e subsidia o planejamento de etapas futuras de secagem e processamento. A variabilidade observada entre as réplicas (CV de 35,43%) é atribuída à heterogeneidade estrutural do bagaço não desidratado, no qual a distribuição pontual de sementes (detentoras da maior fração lipídica da matriz) varia entre as alíquotas analíticas (Costa et al., 2011; Moreira, 2008).

Em relação aos carboidratos totais estimados por diferença, o valor médio de 15,05% obtido para o bagaço úmido de acerola demonstra convergência com a literatura para o resíduo bruto. Essa concentração alinha-se às evidências apresentadas por Costa et al. (2011), que encontraram teores entre 14,00% e 17,00% para resíduos em diferentes fases de maturação, e aos resultados de Santos (2024), que reportou 14,85%

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

de carboidratos em amostragem do resíduo úmido. A predominância dessa fração na matéria seca do subproduto ratifica seu potencial tecnológico para aplicação no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Por fim, quanto ao valor energético, o resultado obtido para o bagaço úmido foi de 75,90 kcal/100 g. Este achado mostra-se condizente com os dados de Sousa et al. (2011), que relataram estimativas na faixa de 74,50 kcal/100 g para o resíduo não desidratado de acerola. Essa contribuição energética está fortemente associada à fração de carboidratos, seguida em menor escala por proteínas e lipídios residuais presentes na amostra.

4.2. Análise estatística

Na tabela 2, estão os resultados das análises nutricionais realizadas em triplicata para o bagaço bruto da acerola, incluindo os valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de pH, umidade, cinzas, proteínas e lipídios.

Tabela 2: Valores de pH, umidade, cinzas, proteínas e lipídios do bagaço úmido da acerola.

Parâmetro	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Média	Desvio Padrão	CV(%)
pH	2,67	2,67	2,69	2,68	0,0115	0,43
Umidade%	80,54	81,63	81,49	81,22	0,5937	0,73
Cinzas%	0,62	0,56	0,70	0,63	0,0694	11,10
Proteínas%	2,30	2,81	2,21	2,44	0,3257	13,34
Lipídios%	0,6	0,46	0,91	0,65	0,2328	35,43

Fonte: Autores, 2025.

Todas as determinações nutricionais foram realizadas em triplicata analítica (n = 3), a partir de um único lote independente de bagaço úmido de acerola, conforme descrito no item 3.1. Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão (DP). Para cada parâmetro, calculou-se o coeficiente de variação (CV%), obtido pela razão entre o desvio padrão e a média, multiplicada por 100, com o objetivo de avaliar a precisão/repetibilidade das

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

determinações analíticas. Os cálculos foram realizados a partir dos valores brutos (não arredondados) obtidos em cada réplica, utilizando planilha eletrônica Microsoft Excel. Em virtude da utilização de um único lote, não foi conduzida estatística inferencial (testes de comparação de médias), uma vez que tais testes pressupõem a existência de grupos ou tratamentos independentes a serem comparados, o que não é o caso do presente estudo exploratório.

4.3. Limitações do estudo

O presente estudo teve como foco a caracterização nutricional preliminar do bagaço úmido de acerola (*Malpighia emarginata DC.*), abrangendo parâmetros de composição centesimal, pH e valor energético. Dessa forma, não foram realizadas análises específicas de fibras alimentares, vitamina C, compostos fenólicos, carotenóides, composição mineral, atividade antioxidante, estabilidade microbiológica ou propriedades tecnológicas em formulações alimentícias.

Em razão dessas limitações, os resultados obtidos não permitem inferir propriedades funcionais, estabilidade microbiológica, composição de compostos bioativos ou o desempenho do material em produtos alimentícios. Assim, as possíveis aplicações do bagaço úmido de acerola na indústria de alimentos devem ser interpretadas como perspectivas para pesquisas futuras, que deverão incluir avaliações tecnológicas, microbiológicas, sensoriais e nutricionais específicas.

5. Conclusão

A caracterização nutricional do bagaço úmido de acerola permitiu determinar parâmetros como pH, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos e valor energético, contribuindo para o conhecimento da composição dessa matéria-prima. Os resultados obtidos fornecem informações que podem subsidiar futuras pesquisas sobre o aproveitamento desse resíduo em formulações alimentícias, bem como orientar estudos voltados à avaliação de suas propriedades tecnológicas,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

nutricionais e sensoriais. Dessa forma, o presente trabalho contribuirá para ampliar o conhecimento sobre o potencial de valorização desse coproduto agroindustrial como matéria-prima para futuras investigações.

Referências

AOAC International. *Official Methods of Analysis of AOAC International.* 21st ed., AOAC International, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020.** Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 195, p. 111, 9 out. 2020. Disponível em: AnvisaLegis. Acesso em: 27 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 40, de 21 de março de 2001.** Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 22 mar. 2001. Acesso em: 27 ago. 2026.

CARNEIRO FERREIRA, I. et al. Brazilian varieties of acerola (*Malpighia emarginata DC.*) produced under tropical semi-arid conditions: bioactive phenolic compounds, sugars, organic acids, and antioxidant capacity. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 8, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jfbc.13829. Acesso em: 27 ago. 2026.

CARVALHO, N. et al. Bioactive compounds and antioxidant activities in the agroindustrial residues of acerola (*Malpighia emarginata L.*), guava (*Psidium guajava L.*), genipap (*Genipa americana L.*) and umbu (*Spondias tuberosa L.*) fruits assisted by ultrasonic or shaker extraction. **Food Research International**, v. 147, art. 110538, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110538. Acesso em: 27 ago. 2026.

CERINO, M. C. Chemical characterization of *Malpighia emarginata DC*. bioresidues. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018. Disponível em: https://www.proquest.com/openview/077c4582ad80fbc6538dc0f7013fddc2/1. Acesso em: 27 ago. 2026.

COSTA, A. C. S. et al. Caracterização físico-química de acerola e dos resíduos do processamento em dois estádios de maturação. **In:** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 3., 2011, Nova Friburgo. **Anais [...]**. Nova Friburgo: Embrapa, 2011. Disponível em:

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/907746/1/Dora22011.pdf. Acesso em: 27 ago. 2026.

CUNHA, R. N. Desidratação de resíduo de acerola em leito de jorro. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17866. Acesso em: 27 ago. 2026.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LAZZARI, A. et al. Potencial antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, art. e23110313357, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13357. Acesso em: 27 ago. 2026.

MARQUES, T. R. et al. Minerais e propriedades funcionais em resíduos agroindustriais de acerola (Malpighia emarginata D.C.): análise mineral e funcional (absorção de água, óleo, emulsificação) de farinhas de semente e bagaço. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012. **Anais [...]**. Associação Brasileira de Química, 2012. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/52513680.html. Acesso em: 27 ago. 2026.

MEDEIROS, I. U. D. et al. Characterization and functionality of fibre-rich pomaces from the tropical fruit pulp industry. **British Food Journal**, v. 122, n. 3, p. 813-826, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2019-0507. Acesso em: 27 ago. 2026.

MENESES, V. P. et al. Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 472-482, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5810. Acesso em: 27 ago. 2026.

MISKINIS, R. de A. S. et al. Bioactive compounds from acerola pomace: a review. **Food Chemistry**, v. 404, part A, art. 134613, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134613. Acesso em: 27 ago. 2026.

MORAES, F. P. et al. Freeze-dried acerola (*Malpighia emarginata*) pulp and pomace: physicochemical attributes, phytochemical content and stability during storage. **Journal of Food Industry**, v. 1, n. 1, p. 17, 2017. Disponível em: https://www.macrothink.org/journal/index.php/jfi/article/view/11795. Acesso em: 27 ago. 2026.

MOREIRA, G. É. G. Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em:

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 25/07/2026 - **Accepted:** 28/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/qgq60994
Pages: 1-19

https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15742. Acesso em: 27 ago. 2026.

POLETTO, Patrícia et al. Recovery of ascorbic acid, phenolic compounds and carotenoids from acerola by-products: an opportunity for their valorization. **LWT – Food Science and Technology**, v. 146, art. 111654, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111654. Acesso em: 27 ago. 2026.

REZENDE, Y. R. R. S. et al. Comparison and optimization of conventional and ultrasound assisted extraction for bioactive compounds and antioxidant activity from agro-industrial acerola (*Malpighia emarginata DC*) residue. **LWT – Food Science and Technology**, v. 85, p. 158-169, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.020. Acesso em: 27 ago. 2026.

SANTOS, S. C. Caracterização físico-química e nutricional do resíduo de acerola (in natura). **In: Caracterização, propriedades e aplicações de compostos bioquímicos.** Atena Editora, 2024. p. 1-10. Disponível em: https://atenaeditora.com.br/catalogo/dowload-post/87872. Acesso em: 27 ago. 2026.

SOUSA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300017. Acesso em: 27 ago. 2026.

CC BY