

BATATA-DOCE ROXA: CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL DE VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS APÓS EXTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS

PURPLE SWEET POTATO: CHARACTERIZATION AND VALORIZATION POTENTIAL OF RESIDUES AFTER ANTHOCYANIN EXTRACTION

Thaís Gonçalves Subeldia¹
Flavia Tayná Serra Silva²
Renires dos Santos Teixeira³
Nubia Marilyn Lettnin Ferri⁴
Márcia Vizzotto⁵
Leonardo Nora⁶

Área Temática 3: (Engenharia de Alimentos, Tecnologias Agroalimentares e Sistemas Agroindustriais)
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

A batata-doce roxa (*Ipomoea batatas L.*) é uma importante fonte natural de antocianinas, pigmentos fenólicos com reconhecida atividade antioxidante e crescente interesse da indústria alimentícia e farmacêutica. A extração desses compostos gera quantidade significativa de resíduos sólidos, geralmente subutilizados, mas com propriedades físico-químicas relevantes. Conforme sua composição, esses resíduos podem ser aproveitados em diversas aplicações tecnológicas ou sustentáveis. Nesse contexto, estudos de caracterização são essenciais para sua valorização, promovendo o uso integral da matéria-prima, em consonância com os princípios da economia circular.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os resíduos gerados na extração de antocianinas da batata-doce roxa e propor alternativas de aproveitamento. Amostras da batata-doce roxa *in natura* e dos resíduos foram analisadas quanto à composição centesimal, sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez total titulável (ATT), concentração de antocianinas e cor. Os resultados mostraram redução expressiva das antocianinas no resíduo, evidenciando a eficiência do processo extrativo. Apesar da perda nutricional, os resíduos apresentaram elevado teor de fibras, acidez e sólidos solúveis, características promissoras para aplicações específicas.

Palavras-Chave: Coproduto, Caracterização, Antocianinas, Aproveitamento.

Abstract

Purple sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) is a significant natural source of anthocyanins, phenolic pigments with recognized antioxidant activity and growing interest from the food and pharmaceutical industries. The extraction of these compounds generates a substantial amount of solid residues, which are often underutilized despite possessing relevant physicochemical properties. Depending on their composition, these residues can be directed toward various technological or sustainable applications. In

¹ Universidade Federal de Pelotas; thaissubeldia12@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas; flavia.belavista2@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas; reniresantos@gmail.com

⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; nubia.ferri@embrapa.br

⁵ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; marcia.vizzotto@embrapa.br

⁶ Universidade Federal de Pelotas; l.nora@me.com

this context, characterization studies are essential to enable their valorization and promote the full use of the raw material, in line with the principles of the circular economy.

This study aimed to characterize the residues generated from the extraction of anthocyanins from purple sweet potato and propose alternatives for their utilization. Samples of fresh purple sweet potato and the resulting residues were analyzed for centesimal composition, total soluble solids (°Brix), pH, titratable acidity (TTA), anthocyanin concentration and color. The results showed a significant reduction in anthocyanin content in the residue, indicating the efficiency of the extraction process. Despite the nutritional loss, the residues exhibited high fiber content, acidity, and soluble solids, suggesting potential for specific applications.

Key words: Co-product, Characterization, Anthocyanins, Utilization.

1. Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) é uma das culturas alimentares mais importantes do mundo, destacando-se especialmente por seu valor nutricional. Em particular, a batata-doce de cor roxa é rica em antocianinas, amido, fibras, vitaminas e minerais. As antocianinas, compostos fenólicos responsáveis pela cor roxa, têm atraído crescente atenção devido às suas diversas atividades biológicas benéficas e potenciais aplicações (Tang *et al.*, 2023). Nos últimos anos, diversas metodologias têm sido desenvolvidas para a extração desse pigmento, com o metanol acidificado sendo o solvente mais comumente utilizado. No entanto, apesar de sua eficiência, o metanol é tóxico e perigoso de manusear, levando à busca por alternativas mais seguras e ecológicas, como o etanol acidificado, que também pode recuperar antocianinas de alta qualidade (Bridgers, Chinn e Truong, 2010).

A extração de antocianinas, contudo, gera uma quantidade significativa de resíduos sólidos. Estudos sobre a valorização desses resíduos são escassos, mas pesquisas existentes indicam que podem ser utilizados como substrato para a produção de açúcares fermentáveis e amido, formulação de biocompósitos, obtenção de nanocristais de celulose, fertilizantes, vasos biodegradáveis e biogás (Akoetey, Britain e Morawicki, 2017; Bridgers, Chinn e Truong, 2010; Liu *et al.*, 2019; Vannini *et al.*, 2021; Zhu *et al.*, 2023).

Nesse contexto, é evidente a importância de aprofundar o estudo sobre o aproveitamento integral da batata-doce roxa (BDR), valorizando cada um de seus componentes. Essa abordagem está alinhada com os princípios da economia circular, que vem ganhando destaque globalmente como uma alternativa sustentável à economia linear tradicional de extração,

transformação e descarte. A economia circular oferece oportunidades para inovação e criação de valor, promovendo a utilização eficiente de recursos (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Com isso este trabalho tem como objetivo caracterizar os resíduos gerados na extração de antocianinas da batata-doce roxa e propor alternativas viáveis para seu aproveitamento, visando o uso integral da matéria-prima. Ao explorar novas possibilidades de valorização desses resíduos, busca-se contribuir para a sustentabilidade e a inovação na cadeia produtiva da batata-doce roxa.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizada batata-doce roxa (Figura 1) fornecida por um produtor rural da região de Pelotas, RS. As análises da BDR *in natura* foram conduzidas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), enquanto as análises dos resíduos advindos da extração de antocianinas da BDR (Figura 2) foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

Figura 1 - Batata-doce Roxa



Fonte: Autores.

Figura 2 - Resíduo após extração de antocianinas da BDR



Fonte: Autores.

A avaliação da composição centesimal da BDR *in natura* e do resíduo oriundo da extração de antocianinas foi conduzida conforme os protocolos analíticos estabelecidos pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). A determinação da umidade foi realizada por secagem em estufa: a 105 °C por 8 horas para a BDR *in natura* e a 70 °C sob vácuo por 6 horas para o resíduo. O teor de cinzas foi obtido por incineração em forno mufla a 550 °C.

A quantificação de proteínas seguiu o método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão 6,25. A determinação dos teores de lipídios e de fibra bruta na BDR foi realizada em extrator ANKOM^{XT15}. Nos resíduos, os lipídios foram quantificados por extração contínua em aparelho de Soxhlet, utilizando éter como solvente, e a fibra bruta, por digestão sucessiva com soluções ácida e alcalina.

As análises de pH, sólidos solúveis e acidez titulável total foram realizadas, respectivamente, por meio de potenciômetro digital, refratômetro digital (a 25 °C) e titulação com solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹.

A extração e quantificação de antocianinas foi realizada pelo método espectrofotométrico de pH único, conforme Fuleki e Francis (1968) e Gonçalves *et al.* (2024). Utilizando 5 g de batata com três repetições e 15 mL de solução aquosa acidificada para cada

repetição. As amostras foram homogeneizadas em ultra turrax, e centrifugadas durante 20 minutos a 3100 g entre 0 °C a 4 °C. O sobremadante e o precipitado foram recolhidos separadamente e mantidos em freezer a -4°C.

As características colorimétricas foram avaliadas com colorímetro, por leitura direta em placa de Petri, expressas pelas coordenadas CIELab: L* (luminosidade), a* (eixo verde-vermelho) e b* (eixo azul-amarelo).

Os dados foram submetidos à análise por meio do teste t de Student, que foi aplicado para comparar médias com nível de significância estatística de $p \leq 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas através do programa R Studio (R versão 4.3.3).

3. Resultados/Discussões

As Tabelas 01 e 02 apresentam a caracterização físico-química da BDR *in natura* e dos resíduos obtidos após a extração de antocianinas utilizando etanol acidificado. A análise da composição centesimal (Tabela 01) evidencia que o processo de extração resultou em uma redução significativa ($p < 0,05$) nos teores de umidade, proteína, cinzas e lipídeos no resíduo, em comparação à matriz original.

Tabela 01 - Composição Centesimal da Batata-doce roxa *in natura* e Resíduos de BDR, expressa em base úmida.

Amostra	Umidade	Proteína	Cinzas	Lipídeos	Fibra Bruta
Batata-doce Roxa	59,40 ± 0,01 a	1,86 ± 0,03 a	1,05 ± 0,01 a	0,45 ± 0,01 a	1,16 ± 0,01 b
Resíduo BDR	53,70 ± 0,09 b	0,87 ± 0,01 b	0,28 ± 0,02 b	0,36 ± 0,02 b	1,43 ± 0,03 a

Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

A Tabela 02 mostra os efeitos do processo de extração nos parâmetros de pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e concentração de antocianinas totais. O resíduo apresentou pH significativamente mais baixo e ATT significativamente maior, devido à presença residual do ácido utilizado no processo de extração, indicando forte acidificação do material remanescente. Além disso, observou-se um aumento nos sólidos solúveis no resíduo,

possivelmente relacionado à hidrólise ácida do amido presente na BDR (Bridgers, Chinn e Truong, 2010; Damodaran e Parkin, 2018).

Tabela 02 - Sólidos solúveis totais (SST, em °Brix), Potencial Hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT, em % de ácido cítrico) e concentração de antocianinas monoméricas totais (mg de cianidina-3-glicosídeo/100 g).

Amostra	pH	ATT (% ácido cítrico)	SST (°Brix)	Antocianinas (mg de cianidina-3-glicosídeo/100 g)
Batata-doce Roxa	6,52 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 b	15,30 ± 0,10 b	298,48 ± 0,13 a
Resíduo de BDR	2,71 ± 0,01 b	11,46 ± 0,01 a	20,60 ± 0,40 a	9,65 ± 0,10 b

Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

A concentração de antocianinas foi drasticamente reduzida no resíduo em comparação à BDR *in natura*, confirmando a eficácia do processo de extração desses compostos (Bridgers, Chinn e Truong, 2010). Contudo, os dados indicam que os resíduos pós-extração apresentam menor valor nutricional. No entanto, a presença de fibras, a acidez elevada e o conteúdo de sólidos solúveis podem ser aproveitados em processos específicos, desde que seja realizado ajustes conforme a aplicação desejada.

Diversos estudos têm explorado alternativas sustentáveis para o aproveitamento integral da batata-doce roxa (BDR), especialmente após a extração de antocianinas. Em um desses trabalhos, foi realizada a extração de antocianinas da BDR, seguida de hidrólise enzimática dos resíduos, visando à obtenção de açúcares fermentáveis. Constatou-se que, embora os solventes à base de metanol tenham promovido maior recuperação de antocianinas e compostos fenólicos, apresentaram menor eficiência na liberação de açúcares fermentáveis em comparação aos solventes à base de etanol. Dentre as três condições avaliadas, a extração com etanol acidificado a 50 °C resultou na maior concentração de glicose. Assim, demonstrou-se ser possível extrair antocianinas da BDR, preservando o amido, que permanece disponível para hidrólise (Bridgers, Chinn e Truong, 2010).

Em outro estudo, foi abordada a extração aprimorada de antocianinas da BDR assistida por micro-ondas (MAE), com foco na valorização do resíduo gerado. A técnica MAE convencional pode provocar a dextrinização do amido, dificultando sua posterior utilização e

comprometendo a filtragem. Para contornar esse problema, foi desenvolvida uma extração assistida por micro-ondas aprimorada (iMAE), que combinou alta eficiência com o uso reduzido de etanol aquoso ácido, gerando um extrato límpido e preservando a estrutura das antocianinas. Além disso, o bagaço resultante manteve elevado teor de açúcares, sendo favorável à sua utilização em processos subsequentes. A iMAE mostrou-se, portanto, uma alternativa promissora para a extração industrial de antocianinas, ao mesmo tempo em que favorece o aproveitamento do amido residual (Liu *et al.*, 2019).

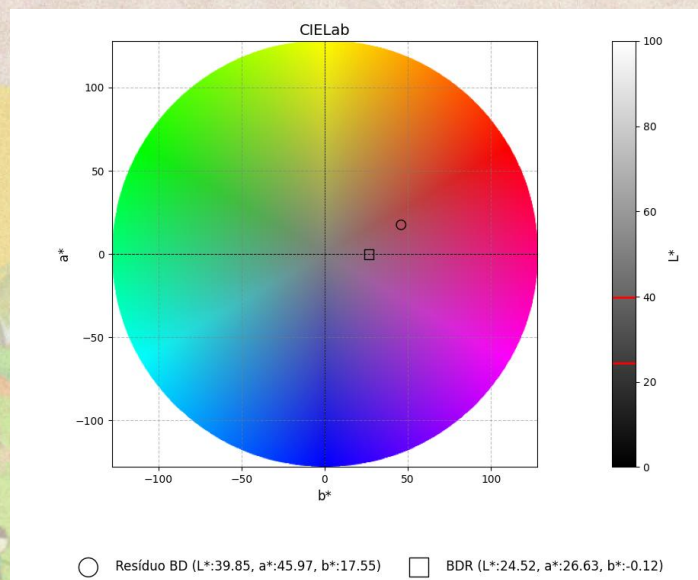
O reaproveitamento do resíduo da batata-doce também tem sido explorado na produção de materiais sustentáveis. Em um estudo, o bagaço remanescente após a extração do amido foi incorporado como aditivo na formulação de biocompósitos à base de poli(3-hidroxi-butarato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV). Os compósitos, elaborados por mistura por fusão com adição de 5 a 40% (p/p) de resíduo, apresentaram boa estabilidade térmica (até 260 °C) e dispersão adequada na matriz polimérica. Esses resultados indicam o potencial uso desses materiais em embalagens biodegradáveis (VANNINI *et al.*, 2021).

Outro estudo teve como foco a valorização das cascas da BDR. Inicialmente, as antocianinas foram extraídas por etanol assistido por ultrassom. Em seguida, os resíduos foram utilizados para produzir nanocristais de celulose (CNCs) por meio de hidrólise com ácido maleico assistida por ultrassom. Os CNCs obtidos apresentaram características físicas e estruturais similares às versões comerciais, demonstrando o potencial do processo para aplicação industrial (Zhu *et al.*, 2023).

A utilização agrícola também tem sido explorada. Em uma pesquisa, resíduos de biocombustível derivados da batata-doce foram aplicados como fonte de fósforo em pastagens de *Brachiaria* híbrida (cv. CONVERT HD 364), promovendo aumento significativo na produção de matéria seca, altura das plantas e perfilhamento (Hackenhaar, 2012). No Japão, os resíduos da fermentação da batata-doce, utilizados na produção da bebida alcoólica shochu, têm sido aproveitados na fabricação de vasos de papel fibroso para mudas. Esses vasos, além de biodegradáveis, contribuem com nutrientes ao solo após o plantio. Adicionalmente, os resíduos da destilação do shochu também têm sido utilizados na produção de biogás por digestão anaeróbia (Akoetey, Britain e Morawicki, 2017).

A localização da cor das amostras de BDR e do resíduo obtido após a extração de antocianinas com etanol acidificado foi avaliada e demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Gráfico de cores da Batata-doce Roxa *in natura* (BDR) e do Resíduo da Batata-doce Roxa (Resíduo BD).



Fonte: Autores.

Os parâmetros de luminosidade (L^*), tonalidade no eixo verde-vermelho (a^*) e azul-amarelo (b^*) evidenciam alterações significativas na coloração da matriz após o processo de extração (Ferreira, 2021). Observa-se que o resíduo apresentou maior valor de L^* (39,85) em comparação à BDR (24,52), indicando aumento na luminosidade e, portanto, aspecto mais claro. O valor de a^* também aumentou (de 26,63 para 45,97), refletindo uma intensificação no tom avermelhado do resíduo. Além disso, o valor de b^* passou de -0,12 (BDR) para 17,55 no resíduo, o que indica uma transição de um tom neutro para uma tonalidade amarelada, em decorrência da degradação de pigmentos. A diferença total de cor entre as amostras, expressa pelo valor de ΔE foi igual a 30,35, confirmando uma alteração de tonalidade perceptível, demonstrando que o processo de extração de antocianinas modificou a coloração da matriz, possivelmente devido a remoção dos pigmentos da batata-doce roxa.

4. Conclusão

Os dados obtidos permitem concluir que houve uma redução expressiva na concentração de antocianinas nos resíduos em comparação à batata-doce roxa *in natura*, evidenciando a

eficiência do processo extrativo. Apesar da diminuição no valor nutricional, os resíduos apresentaram teores relevantes de fibras, acidez acentuada e um considerável conteúdo de sólidos solúveis, características que podem ser aproveitadas em aplicações específicas, desde que devidamente ajustadas conforme a finalidade desejada.

A valorização desses subprodutos contribui para o aproveitamento integral da batata-doce roxa e reforça a importância de estratégias voltadas à sustentabilidade e à economia circular no contexto agroindustrial.

5. Agradecimentos

Este trabalho contou com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), da Universidade Federal de Pelotas (PPGCTA), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS – Processo nº 21/2551-0002257-4) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – Processo nº 409933/2021-0).

Agradecemos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado pela disponibilização das amostras, pelo uso do laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e pelo apoio prestado por seus pesquisadores e técnicos.

6. Referências Bibliográficas

- AKOETEY, W.; BRITAIN, M. M.; MORAWICKI, R. O. Potential use of byproducts from cultivation and processing of sweet potatoes. **Ciência Rural**, v. 47, p. e20160610, 2017.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16th ed. Arlington, VA: AOAC International, 2005.
- BRIDGERS, E. N.; CHINN, M. S.; TRUONG, V. Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweet potatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars. **Industrial crops and products**, v. 32, n. 3, p. 613-620, 2010.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial. Produto da inteligência coletiva dos membros da rede CE100 Brasil. Janeiro de 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em: 10 de maio de 2025.

FERREIRA, N. F. M. **Implementação do sistema cielab na avaliação colorimétrica de vinhos brancos e vinhos rosados**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade NOVA de Lisboa (Portugal).

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries, **Journal of Food Science**, v. 33, n. 1, p. 72-77, 1968.

Gonçalves, G. C. P., *et al.*, A green method for anthocyanin extraction from *Clitoria ternatea* flowers cultivated in southern Brazil: Characterization, in vivo toxicity, and biological activity. **Food Chemistry**, v. 435, p. 137575, 2024.

HACKENHAAR, C. **Utilização do resíduo de biocombustível de batata doce (*Ipomoea batatas* (Lam.)) como fonte de adubação orgânica na formação de pastagens de *Brachiaria* CONVERT HD 364 em solos do cerrado**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2012.

LIU, W. *et al.* An improved microwave-assisted extraction of anthocyanins from purple sweet potato in favor of subsequent comprehensive utilization of pomace. **Food and bioproducts processing**, v. 115, p. 1-9, 2019.

TANG, C. *et al.* Recent advances on the biological activities of purple sweet potato anthocyanins. **Food Bioscience**, p. 102670, 2023.

VANNINI, M. *et al.* Integrated efforts for the valorization of sweet potato by-products within a circular economy concept: Biocomposites for packaging applications close the loop. **Polymers**, v. 13, n. 7, p. 1048, 2021.

ZHU, S. *et al.* Preparation of cellulose nanocrystals from purple sweet potato peels by ultrasound-assisted maleic acid hydrolysis. **Food chemistry**, v. 403, p. 134496, 2023.