

BATATA-DOCE ROXA (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) COMO FONTE DE ANTOCIANINAS: EXTRAÇÃO ENZIMÁTICA, COMPOSTOS FENÓLICOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

PURPLE SWEET POTATO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) AS A SOURCE OF ANTHOCYANINS: ENZYMATIC EXTRACTION, PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT POTENTIAL

Flavia Tayná Serra Silva¹
Renires dos Santos Teixeira²
Gabriel Laquete de Barros³
Thais Gonçalves Subeldia⁴
Nubia Marilin Lettnin Ferri⁵
Márcia Vizzotto⁶
Leonardo Nora⁷

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

Resumo

As antocianinas são pigmentos naturais hidrossolúveis, da classe dos flavonoides, cuja coloração varia do vermelho ao azul em diversas matrizes vegetais. Devido a estas características, despertam interesse como corantes naturais, incentivando a busca por métodos eficientes de extração. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção de antocianinas de batata-doce roxa por extração enzimática, assim como avaliação de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante do extrato antociânico obtido. Para isso a extração enzimática foi conduzida sob três condições: (A) temperatura ambiente (20,0 °C a 25,0 °C); (B) em banho-maria, a 40°C; (C) em estufa, a 40°C. Os resultados sugerem que a temperatura e o tempo de extração afetaram o teor de antocianinas e, conseqüentemente, a atividade antioxidante do extrato. No entanto essas mesmas variáveis podem ter favorecido o aumento na concentração de compostos fenólicos totais.

Palavras-Chave: Tecnologia, alimentos, pigmentos, antioxidante, cor.

Abstract

Anthocyanins are natural water-soluble pigments, from the class of flavonoids, their color varies from red, purple to blue in various plant matrices. Due to their colors, anthocyanins arouse interest in their exploration as a potential natural colorant, so their extraction through various extraction methods has become constant. In this sense, the present work aimed to obtain anthocyanins from purple sweet potatoes by enzymatic extraction, as well as to evaluate total phenolic compounds and antioxidant

¹ Universidade Federal de Pelotas; flavia.belavista2@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas; reniresantos@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas; gabrielbarros95@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de Pelotas; thaissubeldia12@gmail.com

⁵ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; nubia.ferri@embrapa.br

⁶ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; marcia.vizzotto@embrapa.br

⁷ Universidade Federal de Pelotas; l.nora@me.com

activity capacity of the anthocyanin extract obtained. For this, the enzymatic extraction was performed adopting three treatments: (A) room temperature (20,0 °C a 25,0 °C); (B) in a water bath, 40°C; (C) in an oven, 40°C and carried out the analyses. The results suggest that the temperature and time of exposure may have affected the anthocyanin content and consequently the antioxidant activity capacity of the compound. However, it indicates that these same variables may have contributed to the increase in the concentration of total phenolic compounds.

Key words: Technology, food, pigments, antioxidant, color.

1. Introdução

As antocianinas são pigmentos naturais que fazem parte da classe dos flavonoides, sua coloração varia do vermelho, roxo ao azul (Meng et al., 2020), são solúveis em água, estão difundidas na natureza em diversas matrizes vegetais, nas plantas, são responsáveis por desempenhar importantes funções, tais como, atrair polinizadores e fornecer proteção contra radiação ultravioleta (Tao Wen et al., 2025). Os pigmentos naturais além de apresentarem benefícios ao meio vegetal e conseqüentemente animal, são associados a benefícios a saúde, e apresentam cores vibrantes e chamativas (Krga; Milenkovic, 2019).

Devido a sua pigmentação, as antocianinas despertam cada vez mais interesse em sua exploração como potencial corante natural. Dessa forma, se tornou constante a exploração de diversos métodos de extração das antocianinas em inúmeras matrizes vegetais ricas destes compostos, como frutas, flores e verduras (Tao Wen et al., 2025; Gonçalves et al. 2024; Zannou et al., 2024; Barros et al., 2024; Gomez et al., 2022). Principalmente visando seu uso em substituição aos corantes sintéticos, que geralmente são associados a potencial efeito carcinogênico a longo prazo de constante consumo e reações alérgicas (Perez et al., 2022).

As antocianinas podem ser encontradas em uva, mirtilo, groselha negra, amora-preta, hibisco, morango, repolho roxo e batata-doce roxa.

A batata-doce roxa (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) (BDR), é uma raiz tuberosa rica em carboidratos, fibras, minerais, vitaminas e compostos bioativos (Jiang et al., 2022). Bastante difundida na agricultura familiar, tem bom rendimento, baixo custo, presente na alimentação das pessoas como um componente base nutricional de muitas culturas (Vizzotto et al., 2018). Esta se mostra um excelente recurso natural para extração de antocianinas em pequena e larga escala considerando suas características.

Considerando que as antocianinas por se tratarem de um pigmento natural, apresenta baixa estabilidade em variação de pH, presença de oxigênio e temperaturas elevadas (Huang et al., 2019). A extração é uma etapa importante na obtenção das antocianinas, seu método de extração pode ser determinado a partir da matriz vegetal a ser explorada (Gomez et al., 2022).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção de antocianinas de BDR por extração enzimática visando seu uso como corante natural para aplicação em alimentos, assim como avaliação de compostos fenólicos totais e capacidade da atividade antioxidante do extrato antociânico obtido.

2. Metodologia

As batatas-doces roxas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) usadas neste trabalho foram colhidas no município de Pelotas-RS, sob supervisão da Embrapa Clima Temperado Pelotas-RS.

Os reagentes utilizados foram, etanol P.A., ácido cítrico, folin-ciocalteu, metanol P. A., água destilada e complexo enzimático (COAPECT), DPPH (2,2-difenil-2-picril-hidrazil), ácido clorogênico, Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametacromano-Ácido 2- carboxílico).

A extração e quantificação das antocianinas foi realizada conforme o método de Fuleki e Francis (1968) e (Lotfi et al., 2015), com adaptações. Para a formulação do solvente extrator, foi preparada uma solução aquosa acidificada com ácido cítrico com pH 2,0, nesta foi adicionada 5% do complexo enzimático (COAPECT) para cada 15 mL de água/ 0,75 mL de enzima.

Para a extração, as batatas foram selecionadas, lavadas e cortadas em pequenos cubos. Após isso, foram pesados 5 g da amostra em replicata, em cada uma destas foram adicionados 15 mL da solução extratora. Então foram homogeneizadas em ultra-turrax por ± 5 minutos. Em seguida o extrato obtido foi subdividido e submetido a três tratamentos, ao abrigo da luz, por 2 horas: (A) mantido sob temperatura ambiente ($20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), (B) mantido em estufa, a 40°C e (C) mantido em banho, a 40°C . Ao final dos tratamentos os extratos foram centrifugados (Eppendorf Centrífuga 5430 R, Alemanha) por 20 minutos, a $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a $3100 \times g$. O sobrenadante foi coletado para ser analisado.

Para a quantificação das antocianinas totais, foram feitas diluições de 100 μL de extrato para 1100 μL de solução extratora, e as leituras das absorbâncias foram realizadas em 535 nm, utilizando o mesmo equipamento descrito anteriormente. O resultado foi expresso em mg equivalente de Cianidina-3-glicosídeo/100 g de amostra em base úmida.

A análise de compostos fenólicos foi realizada de acordo com Swain & Hillis (1959). Para a reação, primeiro se fez a diluição de amostra utilizando uma alíquota de 50 μL de extrato em 250 μL de solução extratora, então adicionou-se 4 mL de água destilada e 250 μL de Folin-Ciocalteu. A solução foi homogeneizada por 3 min, e então foi adicionado 500 μL de carbonato de sódio, integralizando um tempo total de reação de 2 h. As leituras de absorbância das amostras foram realizadas em espectrofotômetro (Genesys, 10UV), em 725 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido clorogênico em 100 g de amostra, em base úmida.

Atividade antioxidante foi realizada conforme a metodologia de Brand-Williams et al. (1995). Para isso, 20 μL de amostra foi diluída em 200 μL de metanol. Em seguida foi adicionaram-se 3,8 mL da solução de DPPH diluída, e a reação foi mantida por 24 h. As amostras foram analisadas em espectrofotômetro (Genesys 10UV) a 515 nm, e os resultados foram expressos em μg Trolox / g de batata-doce roxa in natura.

Os dados obtidos foram analisados utilizando os softwares R (versão 4.4.3) e RStudio (versão 2024.12.1+563) para análise estatística. Foram realizados testes de normalidade e de homogeneidade de variância, análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e de comparação de médias de tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

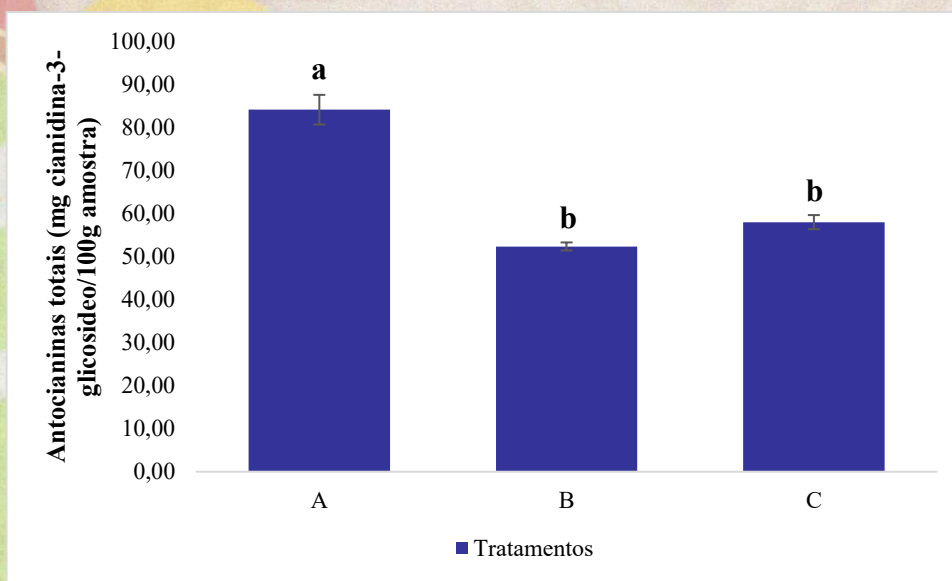
3. Resultados/Discussões

A extração enzimática é considerada um método verde, rápido e eficiente para extração de antocianinas e outros compostos bioativos a partir de diferentes matrizes vegetais.

Os resultados obtidos nas análises de antocianinas totais corresponderam a médias de $84,13 \pm 3,45$; $52,34 \pm 0,94$ e $57,99 \pm 1,64$, para os tratamentos A, B e C, respectivamente, evidenciando que o tratamento A, sob temperatura ambiente (20,0 $^{\circ}\text{C}$ a 25,0 $^{\circ}\text{C}$), foi mais eficiente na extração de antocianinas ($p < 0,05$). Já os tratamentos B e C, resultaram em teores de antocianinas totais equivalentes e significativamente mais baixos do que o tratamento A (Fig.

1). Isso sugere que a temperatura mais elevada (40,0 °C), utilizada em A e B, pode ter comprometido a estabilidade das antocianinas. Na perspectiva de que as antocianinas são compostos sensíveis a altas temperaturas e de que o tempo de exposição foi longo (2 h), estes resultados eram esperados e foram semelhantes aos observados por Kumar et al., 2022.

Figura 1. Antocianinas totais em extrato de batata-doce roxa (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), obtidos por três diferentes tratamentos (A, B e C).



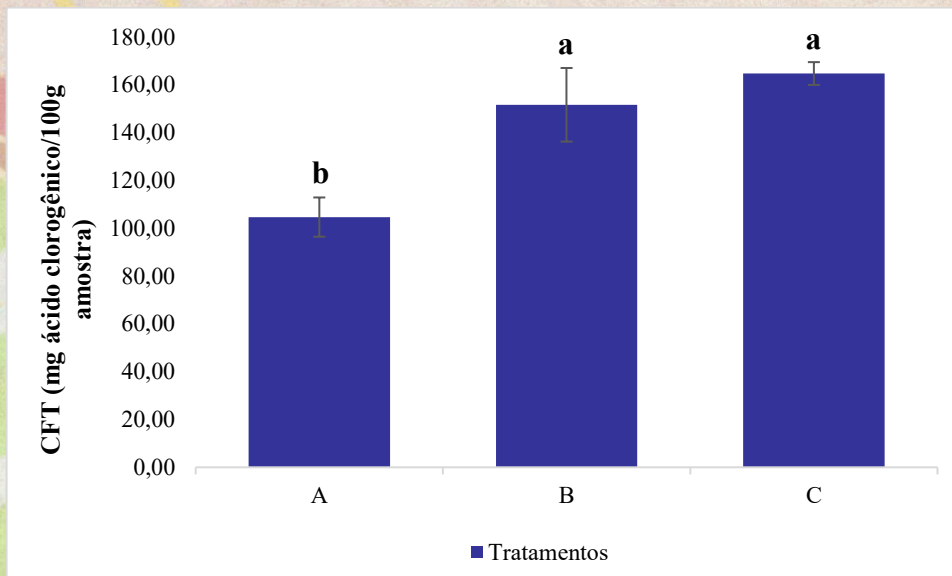
(A) corresponde ao tratamento realizado em temperatura ambiente (20,0 °C a 25,0 °C), (B) corresponde ao tratamento realizado em estufa, a 40° C, e (C) corresponde ao tratamento realizado em banho de água, a 40° C. Todos os tratamentos foram realizados em 2 horas, sem exposição à luz. Letras diferentes indicam que houve diferença significativa entre as médias (n = 3) de tratamentos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

O conteúdo fenólico total nos extratos resultou médias de 104,65 ± 8,21; 151,61 ± 15,39 e 164,70 ± 4,77, correspondentes aos tratamentos A, B e C, respectivamente. Os tratamentos C e B apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, sem diferença estatística entre si. Já o tratamento A, que não foi exposto a aquecimento, apresentou o menor teor e diferiu estatisticamente dos demais tratamentos (Fig. 2). Considerando estes resultados, pode-se afirmar que a temperatura mais elevada contribuiu para a maior extração de compostos fenólicos da batata-doce roxa.

O efeito do calor nos compostos fenólicos é complexo e depende de vários fatores. Em alguns casos, o aquecimento pode ser benéfico para sua extração, como observado por Kumar et al. (2022) e Machado et al. (2013); entre outros, no entanto, pode resultar em degradação. Por isso,

é fundamental considerar não apenas a temperatura, mas também o tempo de exposição desses compostos durante o processo de extração.

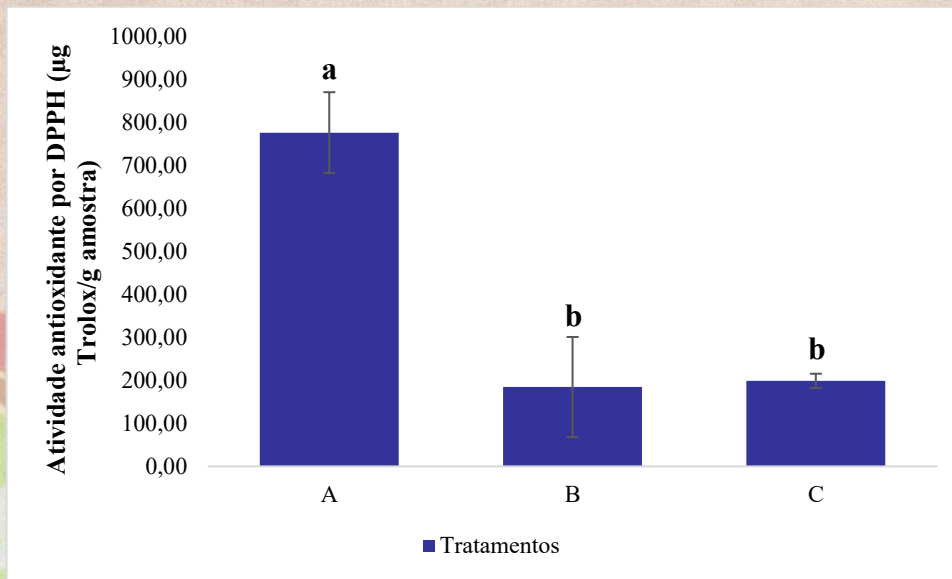
Figura 2. Teores de compostos fenólicos totais em extrato de batata-doce roxa (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), obtidos por três diferentes tratamentos (A, B e C).



(A) corresponde ao tratamento realizado em temperatura ambiente (20,0 °C a 25,0 °C), (B) corresponde ao tratamento realizado em estufa, a 40° C, e (C) corresponde ao tratamento realizado em banho de água, a 40° C. Todos os tratamentos foram realizados em 2 horas, sem exposição à luz. Letras diferentes indicam que houve diferença significativa entre as médias (n = 3) de tratamentos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

O maior valor de atividade antioxidante nos extratos de batata-doce roxa foi observado no tratamento A, com média de $775,58 \pm 94,01$, diferindo significativamente (p < 0,05) dos tratamentos B ($184,45 \pm 116,30$) e C ($198,79 \pm 16,55$), que apresentaram atividades antioxidantes significativamente menores (Fig. 3). Esse resultado está diretamente relacionado ao teor de antocianinas, uma vez que esses compostos possuem reconhecida atividade antioxidante, atuando na proteção das plantas e potencialmente na saúde humana (Gomes et al., 2022). À medida que as antocianinas se degradam, há redução na atividade antioxidante.

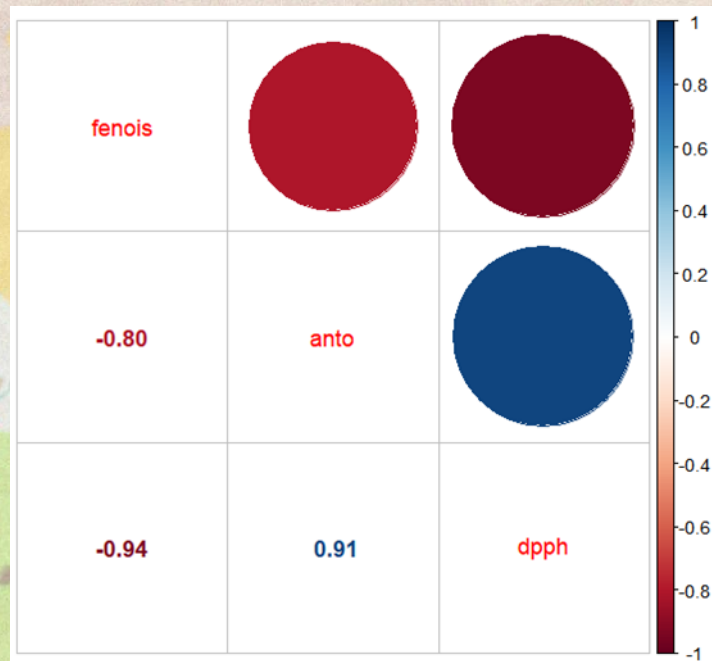
Figura 3. Capacidade antioxidante (DPPH) em extratos de batata-doce roxa (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), obtidos por três diferentes (A, B e C)



"A" é o tratamento realizado em temperatura ambiente, (B) é o tratamento realizado estufa a 40° C, e (C) é o tratamento realizado banho a 40° C, todos realizados em 2 horas. Letras diferentes mostram que houve diferença significativa estatisticamente ente os tratamentos.

O A Figura 4 apresenta a matriz de correlação entre os teores de compostos fenólicos totais (fenóis), antocianinas totais (anto) e a atividade antioxidante (DPPH) nos extratos de batata-doce roxa. Observa-se forte correlação positiva entre antocianinas e atividade antioxidante ($r = 0,91$), indicando que o aumento na concentração de antocianinas está diretamente associado à maior capacidade de eliminação de radicais livres. Por outro lado, os compostos fenólicos totais apresentaram correlação negativa tanto com as antocianinas ($r = -0,80$) quanto com a atividade antioxidante ($r = -0,94$). Esse padrão sugere que, embora o aquecimento favoreça a liberação de compostos fenólicos da matriz vegetal, também pode levar à degradação das antocianinas, que possuem maior capacidade antioxidante. Assim, a diminuição da atividade antioxidante nos tratamentos submetidos ao calor pode estar relacionada à menor estabilidade das antocianinas sob essas condições, reforçando seu papel como os principais responsáveis pela bioatividade antioxidante dos extratos analisados.

Figura 4. Correlação entre compostos fenólicos totais (fenóis), antocianinas totais (anto) e capacidade antioxidante (dpph) em extratos de batata-doce roxa (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.).



A matriz de correlação apresenta os coeficientes de Pearson entre as variáveis fenóis, anto e dpph. Círculos azuis indicam correlações positivas e círculos vermelhos, correlações negativas. Quanto maior o diâmetro e a intensidade da cor, mais forte a correlação. A escala lateral representa os valores dos coeficientes, variando de -1 a +1.

4. Considerações Finais ou Conclusão

Dentre os tratamentos avaliados, o tratamento A (realizado em temperatura ambiente, 20 °C a 25 °C) foi o mais eficaz na preservação das antocianinas e na manutenção da atividade antioxidante dos extratos de batata-doce roxa, apresentando valores significativamente superiores aos tratamentos B (estufa a 40 °C) e C (banho-maria a 40 °C), os quais não diferiram entre si. Por outro lado, os tratamentos B e C favoreceram a extração de compostos fenólicos totais, provavelmente devido à ação do calor na ruptura celular, embora tenham apresentado menor capacidade antioxidante.

Esses resultados indicam que diferentes condições térmicas durante a extração enzimática impactam de maneira distinta os compostos bioativos da matriz vegetal. Enquanto o calor promove o aumento do conteúdo de fenólicos totais, também compromete a estabilidade

das antocianinas — compostos mais sensíveis —, reduzindo assim o potencial antioxidante do extrato. Considerando o objetivo de preservar antocianinas e otimizar a atividade antioxidante, o tratamento A mostrou-se mais adequado dentre as condições testadas.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (PPGCTA), pela oportunidade de desenvolver nossa pesquisa de mestrado e doutorado. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado pela disponibilização das amostras e uso do laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Assim como ao apoio de seus técnicos e pesquisadores.

Agradecemos também, pelo apoio financeiro, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS – Processo nº 21/2551-0002257-4) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – Processo nº 409933/2021-0).

6. Referências Bibliográficas

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

DE BARROS, Gabriel Laquete et al. Extração de antocianinas da batata-doce roxa utilizando dióxido de carbono supercrítico e abordagens convencionais. **Applied Food Research**, v. 4, n. 2, p. 100505, 2024.

GOMES, Beatriz Borges et al. Efeitos das antocianinas na saúde: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e6411427069-e6411427069, 2022.

GOMEZ, Saji et al. Avaliação comparativa do rendimento do pigmento antocianina e seus atributos em flores de ervilha-borboleta (*Clitoria ternatea* L.) como corante alimentar potencial usando diferentes métodos de extração. **Future Foods**, v. 6, p. 100199, 2022.

KRGA, Irena; MILENKOVIC, Dragan. Antocianinas: Das fontes e biodisponibilidade aos benefícios para a saúde cardiovascular e mecanismos moleculares de ação. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 67, n. 7, p. 1771-1783, 2019.

KUMAR, Manoj et al. Otimização do uso de preparação enzimática celulolítica para a extração de antocianinas promotoras de saúde da cenoura preta usando metodologia de superfície de resposta. **LWT**, v. 163, p. 113528, 2022.

LOTFI, L.; KALBASI-ASHTARI, A.; HAMED, M.; GHORBANI, F. Effects of enzymatic extraction on anthocyanins yield of saffron tepals (*Crocus sativus*) along with its color properties and structural stability. **Journal of Food and Drug Analysis**, 23, n. 2, p. 210-218, 2015.

MACHADO, Willian Moreira; PEREIRA, Alex Dias; MARCON, Márcia Venâncio. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 19, n. 1, p. 17-17, 2013.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. - The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Science and Food Agriculture**. Washington, v. 10, p. 63-68, 1959.

TAO, Wen et al. Uma metodologia de extração em fase sólida em duas etapas, confiável, ecológica e rápida, para a obtenção de extratos ricos em antocianinas de diferentes fontes. **Journal of Food Composition and Analysis**, p. 107232, 2025.

VIZZOTO, Márcia. et al. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, e2016175, 2018.

ZANNOU, Oscar; KOCA, Ilkay; IBRAHIM, Salam A. Solvente eutético ácido profundo como meio mais ecológico para extração altamente eficiente de antocianinas de amoras: Otimização, estabilidade e purificação com o método de duas fases aquosas. **Microchemical Journal**, v. 205, p. 111291, 2024.