

APLICAÇÃO DA QUÍMICA VERDE NO ENSINO DE QUÍMICA: EXTRAÇÃO SUSTENTÁVEL DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA PLANTA *Epipremnum Aureum* COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA

Rafaela S. Santos¹; Mario R. Oliveira¹; Gildomar L. Valasques¹; Isanna S. Carvalho¹; Maria P. P. Souza¹; Martha S. Vianna¹; Rosane M. Aguiar¹; Leonardo O. Aguiar¹.

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

E-mails: rafinhasotnas10@hotmail.com; leonardo.aguiar@uesb.edu.br.

Palavras-Chave: Sustentabilidade, extração vegetal, ensino experimental.

Introdução

A crescente demanda por práticas científicas sustentáveis tem incentivado a adoção de estratégias didáticas que aproximem os conteúdos químicos de temáticas ambientais. Nesse cenário, a Química Verde surge como uma abordagem inovadora, voltada à redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas, conforme os doze princípios formulados por Anastas e Warner (1998). Esses princípios incluem o uso de solventes mais seguros, a prevenção de resíduos e a valorização de matérias-primas renováveis, promovendo a integração entre ciência, ética e sustentabilidade (Lenardão et al., 2003). No ensino de Química, a incorporação dessa abordagem favorece aprendizagens contextualizadas, críticas e alinhadas às atuais demandas ambientais (Ayres e Amaral, 2016; Lima; Silva; Muniz, 2021).

Entre as possibilidades de aplicação da Química Verde no ensino, destaca-se o uso de materiais naturais e acessíveis, como plantas medicinais e alimentícias, capazes de articular conteúdos de Química Orgânica, Analítica e Ambiental com discussões sobre sustentabilidade (Wartha; Silva; Bejarano, 2013). Os compostos fenólicos, amplamente distribuídos no reino vegetal, possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (Harborne; Williams, 2000; Liu et al., 2018), o que os torna relevantes para a pesquisa e para fins didáticos. A extração de fenólicos por métodos sustentáveis reforça a conexão entre a química e questões de saúde, meio ambiente e inovação tecnológica (Zanoni; Carvalho, 2017).

A *Epipremnum aureum*, popularmente conhecida como jibóia, é uma planta ornamental da família Araceae, resistente e de fácil cultivo, amplamente encontrada em ambientes domésticos e escolares (Pereira et al., 2021). Estudos apontam que suas folhas e raízes contêm metabólitos bioativos, como flavonoides, terpenoides e alcaloides, associados a propriedades antioxidantes, antibacterianas e cicatrizantes (Sherikar; Mahanthesh, 2015; Panchal et al., 2022). Essa disponibilidade, aliada ao baixo custo e à familiaridade da espécie, favorece seu uso como recurso didático.

A extração hidroalcoólica, que utiliza etanol e água, é um exemplo de técnica alinhada à Química Verde por empregar solventes de baixa toxicidade e potencial renovável, mantendo a eficiência do processo (Sales et al., 2023). Tal metodologia é viável em contextos educacionais com infraestrutura limitada, permitindo a realização de práticas seguras e de baixo impacto ambiental.

Diante desse panorama, o presente trabalho teve como objetivo aplicar os princípios da Química Verde na extração sustentável de compostos fenólicos da *E. aureum*, propondo uma sequência didática voltada ao ensino superior. A proposta visa promover a conscientização

ambiental, o pensamento crítico e a integração entre teoria e prática, evidenciando que é possível unir ciência e responsabilidade socioambiental no ensino de Química.

Materiais e Métodos

A planta *Epipremnum aureum* foi coletada em Jequié (BA), sendo suas folhas, raízes e caule separadas e secas em estufa a 40 °C por cerca de 15 dias. Após secagem, o material foi triturado e submetido à extração hidroalcoólica com solução etanol/água (70:30), permanecendo em repouso por 11 dias. Em seguida, o extrato foi filtrado e concentrado em evaporador rotatório a 70 °C, com secagem final em soprador térmico. Os rendimentos foram de 6,23% (folhas) e 12,46% (caule e raízes).

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu, com leituras em espectrofotômetro a 765 nm e ácido gálico como padrão. Os dados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g). Para os flavonoides totais, utilizou-se o método de complexação com cloreto de alumínio (AlCl_3), com leituras em 415 nm e quercetina como padrão. As análises foram feitas em triplicata, com dados expressos em mg de equivalente de quercetina por grama de amostra (mg EQ/g). A etapa de filtração em celite foi aplicada apenas aos extratos foliares para remoção de interferentes.

Todos os procedimentos seguiram o sistema internacional de unidades (SI), com análise descritiva dos resultados para comparação com a literatura. A metodologia foi selecionada por sua simplicidade, segurança e viabilidade em contextos educacionais com recursos limitados.

Resultados e Discussão

A análise dos compostos fenólicos revelou maior concentração nas folhas (117,524 mg EAG/g), enquanto o caule e raízes apresentaram 46,690 mg EAG/g. Esse resultado sugere que as folhas da *E. aureum* são a parte mais promissora da planta para fins antioxidantes. Em comparação com estudos prévios, como os de Meshram e Srivastava (2015), os valores obtidos foram superiores, o que pode estar relacionado às diferenças na metodologia, no tipo de solvente utilizado e nas condições ambientais do cultivo.

Tabela 1: Compostos de fenólicos totais

<i>E. aureum</i>	Abs (765 nm) +- DP	Concentração de fenólicos (EAG.g ⁻¹)
Caule e raízes	0,145 +- 0,013	46,690
Folhas	0,344 +- 0,036	117,524

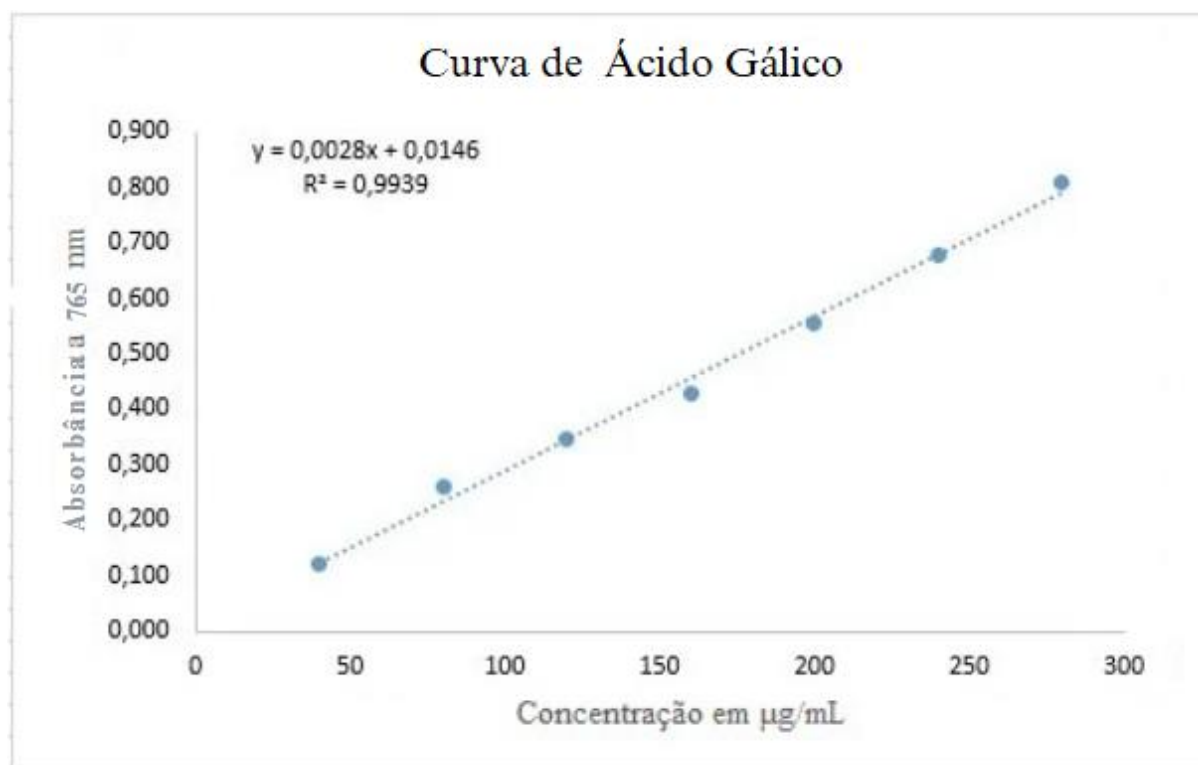


Figura 1: Curva de Calibração - Ácido Gálico

Já os flavonoides apresentaram maior concentração no caule e raízes (0,547 mg EQ/g), em comparação às folhas (0,477 mg EQ/g). Embora não existam dados específicos sobre os flavonoides na *E. aureum*, a presença desses compostos em outras espécies da família Araceae é bem documentada. Os valores observados neste estudo são comparáveis aos de outras espécies do mesmo grupo, como *Amorphophallus opertus* e *A. lanceolatus*, cujos teores variam entre 0,032 mg e 0,313 mg EQ/g (Van et al., 2020).

Tabela 2: Compostos flavonoides totais

<i>E. aureum</i>	Abs (415 nm) +- DP	Média (EQ/g)	Teor %
Caule e raízes	0,700 +- 0,127	547,538	5,47%
Folhas	0,634 +- 0,049	477,538	4,77%



Figura 2: Curva de Calibração - Quercetina

Esses resultados reforçam o potencial antioxidante da planta, bem como a viabilidade do método adotado. A escolha do etanol como solvente extrator, além de eficiente, está alinhada às recomendações do Guia de Solventes Sustentáveis (GSK), que o classifica como de alta performance ambiental.

A partir dos dados obtidos, foi elaborada uma sequência didática voltada ao ensino superior, integrando a extração dos compostos com o uso da ferramenta DOZN 2.0, desenvolvida pela MilliporeSigma com base nos 12 princípios da Química Verde, para avaliação qualitativa dos princípios da Química Verde no experimento.

A proposta pedagógica foi estruturada como uma sequência didática em quatro etapas, envolvendo aspectos teóricos, experimentais e reflexivos. Na primeira, os estudantes serão introduzidos aos conceitos de Química Verde e à contextualização do estudo de caso, por meio de discussões e levantamento de conhecimentos prévios. Na segunda, abordagem da fundamentação química dos compostos fenólicos e do potencial antioxidante da *E. aureum*, com apoio de material teórico e exemplificação de aplicações.

A terceira etapa consisti na execução prática da extração e quantificação dos compostos fenólicos e flavonoides, com acompanhamento orientado e atenção às normas de segurança. Nesta fase, será realizada a simulação do uso da DOZN 2.0, com os estudantes avaliando cada princípio aplicado no experimento, discutindo e justificando suas pontuações com base em dados obtidos e informações técnicas.

Na quarta e última etapa, os grupos compilarão os resultados experimentais e pedagógicos, comparando-os com dados da literatura e sugerindo melhorias metodológicas.

Essa sistematização favorece o desenvolvimento de competências como análise crítica, tomada de decisão baseada em evidências, comunicação científica e reflexão sobre a sustentabilidade dos processos químicos.

A integração entre os dados experimentais, a avaliação via DOZN 2.0 e a sequência didática possibilita uma abordagem prática e contextualizada para a compreensão dos princípios da Química Verde, aproximando os estudantes da realidade científica e dos desafios ambientais contemporâneos.

Conclusões

A planta *Epipremnum aureum* demonstrou potencial significativo como fonte de compostos fenólicos e flavonoides, evidenciando propriedades antioxidantes e viabilidade de aplicação em práticas didáticas sustentáveis. A utilização da extração hidroalcoólica com etanol revelou-se eficiente, segura e adequada aos princípios da Química Verde, tornando-se uma alternativa acessível para experimentações no ensino de Química.

Além da prática laboratorial, a proposta pedagógica construída promoveu a integração entre ciência, sustentabilidade e formação crítica, incentivando o protagonismo estudantil e a reflexão sobre o papel social da Química. O trabalho reforça a possibilidade de aliar conhecimento técnico a valores éticos e ambientais, mesmo em contextos com infraestrutura limitada, contribuindo para a construção de um ensino mais consciente e transformador.

Agradecimentos

Agradeço à UESB, aos professores, colegas, laboratórios e à minha família pelo apoio em todas as etapas desta jornada.

Referências

- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- AYRES, F. M.; AMARAL, C. L. C. A questão da sustentabilidade ambiental no ensino de Química. Revista de Ensino de Ciências e Matemática – REnCiMa, v. 7, n. 5, p. 1–11, 2016.
- HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in Flavonoid research since 1992. Phytochemistry, New York, v. 52, n. 6, p. 481- 504, 2000.
- LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. Green chemistry – Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. Química Nova, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.
- LIMA, S. G. F.; SILVA, G. S.; MUNIZ, S. S. Green chemistry: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. Revista Educação, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 1, n. 2, p. 44–61, 2021.
- LIU, Y. et. al. Phenolic compounds and antioxidant activity in red- and in green-fleshed kiwifruits. Food Research International, 2018.
- MESHRAM, A; SRIVASTAVA, N. Epipremnum aureum (Jade photos): a multipurpose plant with its medicinal and pharmacological properties. Journal of Critical Reviews. Department of Bioscience and Biotechnology, Banasthali University, Rajasthan, India. 2015.



PANCHAL, V.; SAPRA, P.; MANKAD, A. Bio-efficacy of *Epipremnum aureum*: A review. International Association of Biologicals and Computational Digest International & Peer-Reviewed Journal, v. 1, 2a edição, 2022.

PEREIRA, E. C. F. F.; ATROCH, E. M. A. C.; ATROCH, A. L. Araceae ornamental: possibilidades de cultivo e produção de mudas em recipientes recicláveis. Revista Biodiversidade, v. 20, n. 2, p. 54–61, 2021.

SALES, A. P. S. et. al.. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico das folhas de *Psidium guajava* contra *Enterococcus faecalis*. Revista Foco, v. 16, n. 11, p. 1–13, 2023.

SHERIKAR, A. S.; MAHANTHESH, M. C. Evaluation of aqueous and methanolic extract of leaves of *Epipremnum aureum* for radical scavenging activity by DPPH Method, total phenolic content, reducing capacity assay and FRAP assay. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, v. 4, n. 4, p. 36–40, 2015.

VAN, H. T. et. al.. Antioxidant capacity and flavonoids, triterpenoids, polyphenol, polysaccharide content from tubers of two *Amorphophallus* species (Araceae). Journal of Applied Biological Sciences, v. 14, n. 1, p. 15–25, 2020.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 35, N° 2, p. 84-91, 2013.

ZANONI, M. V. B.; CARVALHO, L. M. Métodos sustentáveis para extração de compostos fenólicos e suas aplicações. Química Nova, v. 40, n. 3, p. 307-321, 2017.