

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

Rafaela S. Santos<sup>1</sup>; Mario R. Oliveira<sup>1</sup>; Gildomar L. Valasques<sup>1</sup>; Isanna S. Carvalho<sup>1</sup>; Maria P. P. Souza<sup>1</sup>; Martha S. Vianna<sup>1</sup>; Rosane M. Aguiar<sup>1</sup>; Leonardo O. Aguiar<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> 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 <sup>-1</sup> )
<b>Caule e raízes</b>	0,145 +- 0,013	46,690
<b>Folhas</b>	0,344 +- 0,036	117,524

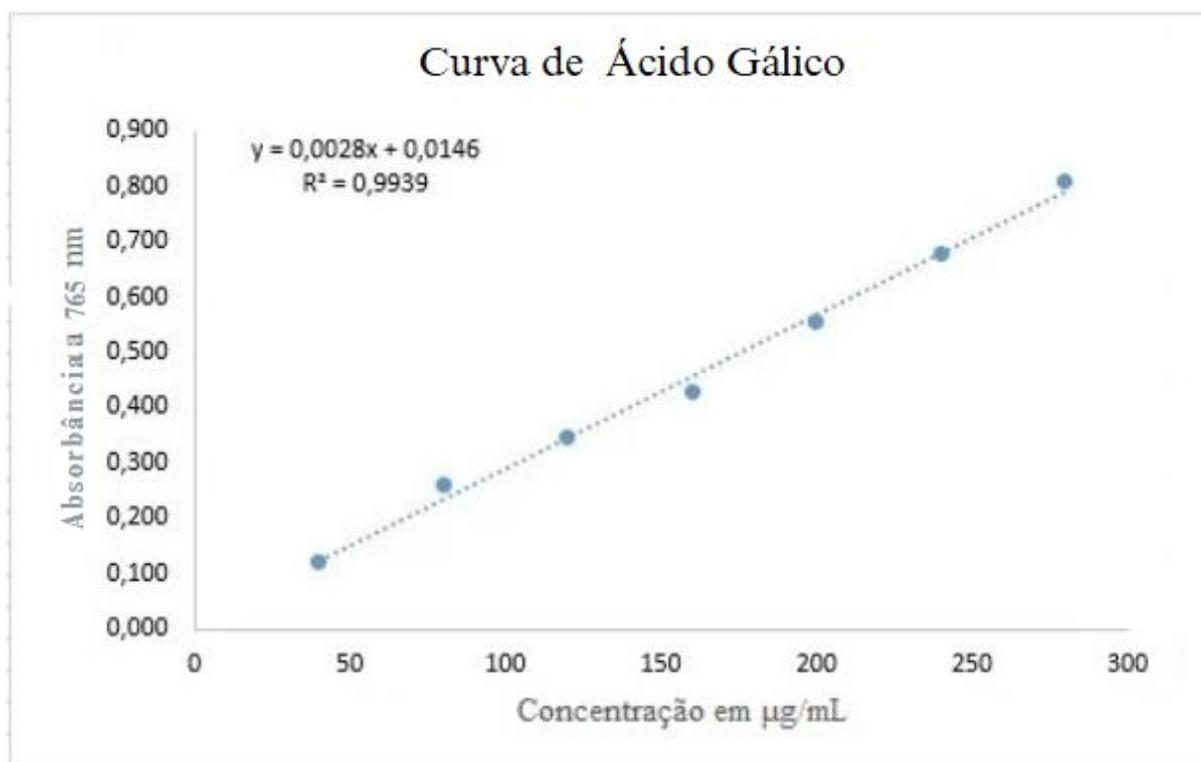


Figura 1: Curva de Calibração - Ácido Gálico

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 %
<b>Caule e raízes</b>	0,700 +- 0,127	547,538	5,47%
<b>Folhas</b>	0,634 +- 0,049	477,538	4,77%

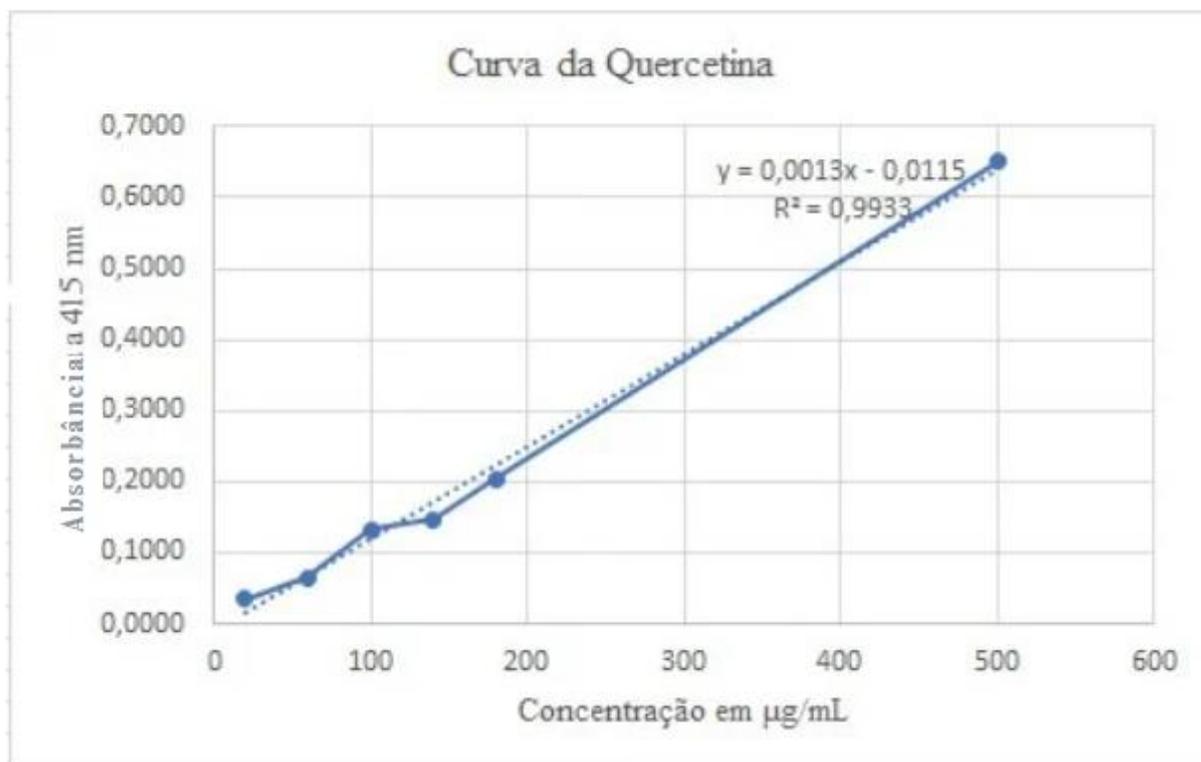


Figura 2: Curva de Calibração - Quercetina

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.
- MESHARAM, 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.