

GARCINIA GARDNERIANA COMO ESPÉCIE PROMISSORA PARA BIORREMEDIAÇÃO E BIOPROSPECÇÃO DE COBALTO

Ayrton Felipe da Silva Serafim de Souza¹; Elvis Joacir de França²; Maria José de Filgueiras Gomes³, Raphael Henrique de Moura Pereira⁴, Amanda Katielly Jordão Pessoa Felix da Silva⁵, Matheus Andrade Rocha Costa⁶, Neura Mendes da Silva⁷, Karolyne Santos da Silva⁸ Nathália Virgínia Ferreira Pereira⁹.

¹Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/3697597043377196>

²Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE-CNEN), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/1716496767364751>

³Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/0060810526769648>

⁴Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/5600183954524705>

⁵Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE-CNEN), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/0600207134536458>

⁶Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE-CNEN), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/0269073658419341>

⁷Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE-CNEN), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/5572921381396407>

⁸Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE-CNEN), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/3100689264595769>

⁹Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/0471659744788008>

PALAVRAS-CHAVE: *Garcinia gardneriana*. Cobalto. Biorremediação.

DOI: 10.47094/ICOLUBRAPECI.2026/RE-31

INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por minerais estratégicos, especialmente o cobalto (Co), tem impulsionado pesquisas voltadas ao desenvolvimento de métodos sustentáveis de extração e recuperação mineral. O cobalto possui ampla aplicação tecnológica, sendo utilizado principalmente em baterias recarregáveis, ligas metálicas especiais, catalisadores e dispositivos eletrônicos, tornando-se essencial para a transição energética e para o avanço de tecnologias modernas. Entretanto, a mineração convencional está associada a impactos ambientais significativos, como degradação do solo, contaminação hídrica e emissão de resíduos tóxicos.

Nesse contexto, a biorremediação destaca-se como alternativa sustentável por utilizar organismos vivos capazes de absorver, acumular ou transformar contaminantes presentes no ambiente. Entre as estratégias baseadas no uso de espécies vegetais, destacam-se a fitorremediação, aplicada na recuperação de áreas contaminadas, e a fitomineração, voltada à extração de metais de interesse econômico em solos de baixo teor mineral. A espécie *Garcinia gardneriana* (bacupari), pertencente à família *Clusiaceae* e nativa da Mata Atlântica, apresenta potencial para bioacumulação de elementos-traço, especialmente cobalto. Estudos anteriores relataram concentrações elevadas desse metal em folhas da espécie, inclusive em áreas preservadas, sugerindo mecanismos associados à absorção e ao armazenamento do elemento. Assim, o presente trabalho investiga o potencial da *Garcinia gardneriana* como espécie promissora para biorremediação e bioprospecção de cobalto.

OBJETIVO

Avaliar a capacidade de bioacumulação de cobalto pela espécie arbórea *Garcinia gardneriana*, visando sua aplicação em estratégias sustentáveis de bioprospecção mineral.

METODOLOGIA

O estudo caracterizou-se como uma pesquisa experimental de natureza aplicada e abordagem quali-quantitativa, realizada nas dependências do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE). Foram utilizadas 18 mudas de *Garcinia gardneriana*, cultivadas inicialmente em casa de vegetação e, posteriormente, transplantadas para o solo natural de uma área delimitada. No início do experimento, as mudas apresentavam entre 6 e 8 meses de desenvolvimento e altura que variava de 30 cm a 50 cm.

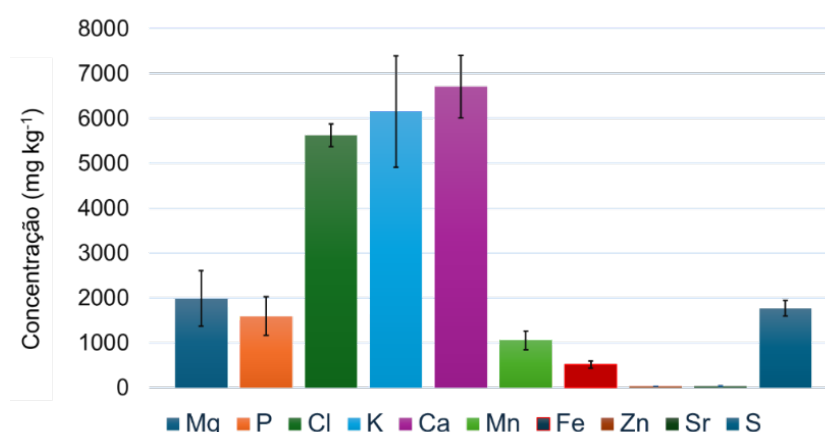
Foram realizadas coletas de folhas higienizadas e amostras de solo para análises elementares. As amostras de vegetais passaram por trituração e preparo específico para aplicação das técnicas analíticas. Utilizou-se a Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energia (EDXRF) para determinação quali-quantitativa de macro e micronutrientes

nas folhas (Ca, K, Mg, P, S, Fe Mn e Zn). Paralelamente, empregou-se a Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GFAAS) para quantificação de cobalto em baixas concentrações. Para as análises por GFAAS, as amostras foram submetidas à digestão ácida assistida por micro-ondas utilizando ácido nítrico (~65%). O controle de qualidade analítica foi realizado por meio de avaliação metrológica, aplicação de materiais de referência certificados e análise da incerteza dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que a *Garcinia gardneriana* apresentou capacidade de absorção e acúmulo de diversos elementos químicos essenciais ao metabolismo vegetal. Por meio da técnica de EDXRF foram determinadas concentrações médias significativas de macronutrientes, destacando-se cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), fósforo (P) e enxofre (S), além de micronutrientes como ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) e o cloro (Cl).

Gráfico 1: Concentração de elementos químicos analisados por EDXRF.

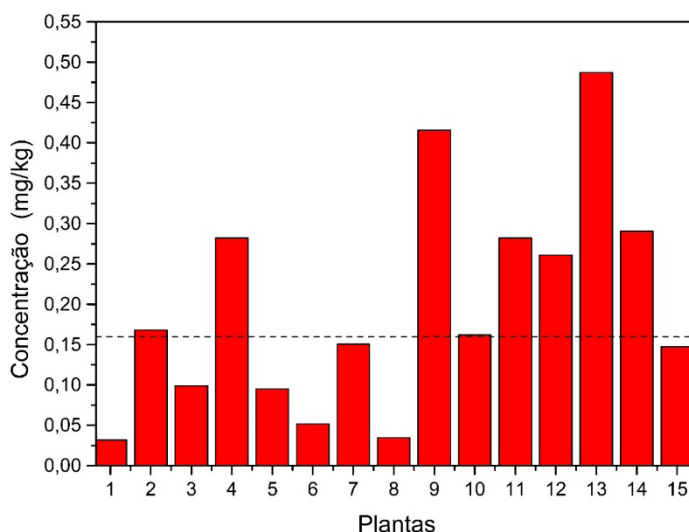


Barras verticais representam incerteza expandida (%) a um nível de 95% de confiança (k=2).

Fonte: Autor, 2025.

Também foi identificada a presença de elementos-traço, como estrôncio (Sr), indicando a eficiência da *Garcinia gardneriana* na absorção de diferentes elementos químicos presentes no ambiente. A análise por GFAAS permitiu quantificar concentrações de cobalto variando entre 0,0318 mg kg⁻¹ e 0,4157 mg kg⁻¹ nas folhas analisadas, enquanto o solo apresentou média de aproximadamente 1,9 mg kg⁻¹ ± 0,7 mg kg⁻¹.

Gráfico 2: Concentrações (mg/kg) de Co nas folhas de *Garcinia gardneirana* em comparação com a concentração média de Co no solo do CRCN/NE.



Fonte: Autor, 2025.

Apesar das concentrações relativamente baixas de Co encontradas nas mudas jovens, observou-se elevada variabilidade entre as amostras analisadas, sugerindo influência de fatores fisiológicos intrínsecos na capacidade de transporte e armazenamento dos metais. Esses resultados reforçam o potencial bioacumulador da espécie, especialmente considerando que os exemplares avaliados ainda estavam em estágios iniciais de desenvolvimento.

Além do potencial aplicado à biorremediação, os dados indicam que a espécie pode atuar em programas de recuperação ambiental e monitoramento de áreas contaminadas, associando conservação ambiental e valorização de recursos vegetais nativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Garcinia gardneriana* demonstrou potencial para bioacumulação de cobalto, evidenciando sua relevância como espécie promissora para aplicações em biorremediação, bioprospecção mineral e fitorremediação ambiental. O uso de espécies vegetais nativas em estratégias sustentáveis representa uma alternativa viável frente aos impactos da mineração convencional, especialmente em cenários de crescente demanda por minerais estratégicos. Os resultados obtidos contribuem para ampliação do conhecimento sobre espécies bioacumuladoras brasileiras, além de reforçar a importância da integração entre sustentabilidade, química ambiental e inovação tecnológica.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BARAN, E. J. *Cobalto: química, propriedades e aplicações*. Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias Exactas, 2018.

FRANÇA, E. J. *A bioacumulação de elementos químicos em espécies arbóreas da Mata Atlântica*. Recife: UFPE, 2006.

KABATA-PENDIAS, A. *Trace elements in soils and plants*. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

MÉLO, K. S. Aplicação da fluorescência de raios-X por dispersão de energia em matrizes biológicas. Recife: UFPE, 2019.

AKINBILE, C.; MBOHWA, C. Phytomining and sustainable biomining technologies. *Journal of Environmental Management*, v. 355, p. 1–12, 2025.