



## Preparo e modificação de nanopartículas de ouro empregando extrato de *Endopleura uchi* (uxi-amarelo).

Marcos Marques da Silva Paula<sup>1\*</sup>(Dr), João Vitor Santos Almeida<sup>1\*</sup>(PQ).

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amazonas, Departamento de física, Laboratório de Materiais Nano-estruturados, Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

\* [vitor.santos@ufam.edu.br](mailto:vitor.santos@ufam.edu.br)

**Palavras-Chave:** Espectroscopia de emissão, sondas fluorescentes, micelas.

### Introdução

A nanotecnologia apresenta ampla relevância devido às suas aplicações biomédicas e industriais, destacando-se as nanopartículas de ouro (NPs<sub>Au</sub>) pela versatilidade sintética, biocompatibilidade e propriedades ópticas associadas à ressonância de plasmon de superfície (SPR) (TIMKO, 2010; MULLER et al., 2017). O tamanho nanométrico dessas partículas permite interação eficiente com sistemas biológicos, favorecendo sua aplicação terapêutica. Entretanto, métodos convencionais de síntese utilizam solventes tóxicos, restringindo o uso biomédico das NPs<sub>Au</sub> (FISCHER, 2007). Nesse contexto, as rotas verdes de biossíntese, que empregam extratos vegetais como agentes redutores e estabilizantes, surgem como alternativas ambientalmente seguras (KULKARNI; MUDDAPUR, 2014).

Diversos estudos evidenciam o potencial terapêutico das NPs<sub>Au</sub> em patologias inflamatórias e neurodegenerativas, como uveíte, tendinite, traumas musculares e doença de Alzheimer (PEREIRA et al., 2012; DOHNERT et al., 2012; VICTOR et al., 2012; MULLER et al., 2017). A *Endopleura uchi* (uxi-amarelo), espécie amazônica de relevância etnofarmacológica, possui compostos bioativos com propriedades anti-inflamatórias, hipoglicemiantes e antioxidantes (BASTOS et al., 2020; DE OLIVEIRA et al., 2021). Estudos indicam que a bergenina, componente do extrato da planta, atua na redução de sais de ouro, possibilitando a síntese verde de NPs<sub>Au</sub> (MUNIZ et al., 2013). Assim, a conjugação entre NPs<sub>Au</sub> e o extrato de *E. uchi* constitui uma estratégia promissora para o desenvolvimento de terapias anti-inflamatórias sustentáveis, demandando, contudo, maior elucidação dos mecanismos de ação e otimização dos parâmetros sintéticos.

### Material e Métodos

O estudo abordou a síntese e caracterização de nanopartículas de ouro (NPs<sub>Au</sub>), ilustrada na figura 1 e obtidas por dois métodos: o convencional de Turkevich, utilizando citrato de sódio como agente redutor, e a rota verde, empregando extrato da casca de *Endopleura uchi* (uxi-amarelo).

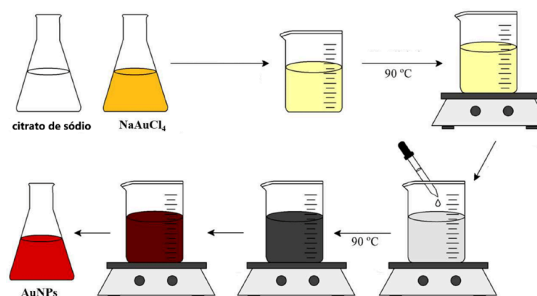


figura 1: Síntese de Nanopartículas de Ouro.

Os frutos foram coletados no município de Coari (AM) e submetidos a etapas de descontaminação, secagem (65–70 °C), moagem e armazenamento, assegurando a integridade e homogeneidade das amostras (DA SILVA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2016). O extrato vegetal foi utilizado como redutor e estabilizador natural das NPs<sub>Au</sub>, explorando compostos bioativos previamente relatados, como a bergenina, identificada por espectrometria de massas ( $m/z$  327.1), figura 2, como composto majoritário do extrato (MUNIZ et al., 2013).

As NPs<sub>Au</sub> foram caracterizadas por espectroscopias de UV-Vis e FTIR, que confirmaram a formação e estabilidade das partículas. No método convencional, o UV-Vis, representado na figura 3, apresentou uma banda de ressonância plasmônica de superfície (SPR) em 528 nm, enquanto a síntese verde apresentou deslocamento do pico para 535 nm, indicando partículas de menor diâmetro e melhor dispersão (HAISS et al., 2007; SANGWAN et al., 2021). As análises de FTIR, figura 4, evidenciaram bandas típicas de estiramento O–H, C=C e compostos aromáticos (3312–3327, 2112–2107 e 1634–1636  $\text{cm}^{-1}$ ), presentes em ambos os métodos, sugerindo semelhanças estruturais entre os agentes redutores (EL-NAGGAR et al., 2012; SANTOS, 2024).

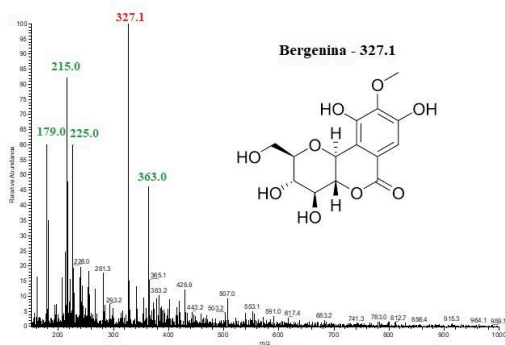


Figura 2: Espectrometria de massas

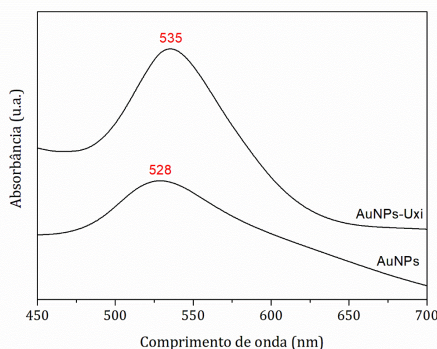


Figura 3: UV-Vis

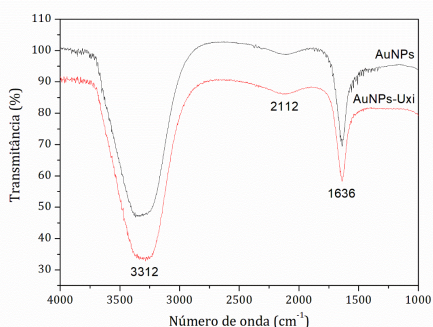


Figura 4: FTIR

Os ensaios biológicos de viabilidade celular (MTT), conduzidos em células HUVEC, demonstraram citocompatibilidade satisfatória e tendência de recuperação da viabilidade após 48 h, com aumento da resposta celular nas formulações contendo a conjugação NPsAu + extrato de *E. uchi*. Esse resultado reforça o potencial sinérgico entre os componentes, sugerindo efeito protetor e modulador da atividade celular frente a estímulos inflamatórios. Em síntese, os resultados indicam que a síntese verde de NPsAu utilizando extrato de *Endopleura uchi* representa uma alternativa sustentável e eficiente à rota convencional, promovendo redução ecológica de sais metálicos e potencial terapêutico ampliado devido às propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias conferidas pelos compostos fitoquímicos do extrato. O estudo contribui significativamente para o avanço de estratégias ecoeficientes na nanobiotecnologia aplicada à área biomédica.

## Conclusões

Os resultados obtidos demonstram que a síntese verde de nanopartículas de ouro (NPsAu) utilizando o extrato da casca de *Endopleura uchi* representa uma rota promissora e

ambientalmente sustentável, capaz de substituir métodos convencionais que empregam reagentes tóxicos. As análises espectroscópicas (UV-Vis e FTIR) confirmaram a formação e estabilidade das NPsAu, evidenciando a atuação dos compostos fitoquímicos da planta, especialmente a bergenia, como agentes redutores e estabilizantes naturais. A associação entre as propriedades anti-inflamatórias do extrato vegetal e as características físico-químicas das NPsAu confere à formulação obtida um potencial terapêutico ampliado, especialmente em condições inflamatórias e oxidativas. Ademais, a citocompatibilidade observada reforça sua viabilidade para aplicações biomédicas seguras e eficientes.

Assim, este estudo contribui para o avanço do conhecimento em nanobiotecnologia aplicada à saúde, demonstrando que a integração entre recursos naturais amazônicos e tecnologias emergentes pode promover o desenvolvimento de sistemas terapêuticos inovadores, sustentáveis e de elevado valor científico.

## Agradecimentos

Agradeço ao Programa PIBIC pelo apoio concedido, aos laboratórios LAMAN e NANOPOL pela infraestrutura e suporte técnico, e ao meu orientador pelo incentivo e dedicação ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

- BASTOS, L. M. et al. Caracterização química e potencial antioxidante da *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (Humiriaceae). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, v. 22, n. 1, p. 32–41, 2020.
- DE OLIVEIRA, R. T. et al. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade anti-inflamatória do extrato da casca de *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. *Revista Fitos*, v. 15, n. 1, p. 32–43, 2021.
- KULKARNI, N.; MUDDAPUR, U. Biosynthesis of metal nanoparticles: a review. *Journal of Nanotechnology*, v. 2014, Article ID 510246, 2014.
- MULLER, A. P. et al. Gold nanoparticles prevent cognitive deficits, oxidative stress, and inflammation in a rat model of sporadic Alzheimer's disease. *Journal of Biomedical Nanotechnology*, v. 13, n. 6, p. 776–788, 2017.
- MUNIZ, M. P. et al. Isolation and characterization of bergenin from *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. and evaluation of its biological potential. *Phytochemistry Letters*, v. 6, n. 2, p. 331–336, 2013.
- OLIVEIRA, G. P. et al. Influência das condições de secagem sobre o teor de compostos fenólicos em extratos vegetais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 2, p. 180–186, 2016.
- PEREIRA, D. V. et al. Gold nanoparticles as a novel therapeutic approach for experimental autoimmune uveitis. *Journal of Biomedical Nanotechnology*, v. 8, n. 6, p. 1106–1114, 2012.
- SANGWAN, P. et al. Green synthesis and characterization of gold nanoparticles: role of plant secondary metabolites in reduction and stabilization. *Materials Today: Proceedings*, v. 46, p. 5249–5255, 2021.
- SANTOS, A. R. Síntese verde e caracterização de nanopartículas metálicas utilizando extratos vegetais amazônicos. *Dissertação (Mestrado em Química) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.*
- TIMKO, B. P.; DVIR, T.; KOHANE, D. S. Remotely triggerable drug delivery systems. *Advanced Materials*, v. 22, n. 44, p. 4925–4943, 2010.
- VICTOR, E. G. et al. Gold nanoparticles reduce oxidative stress and inflammation after muscle trauma in rats. *Journal of Nanobiotechnology*, v. 10, n. 1, p. 1–9, 2012.