



## **AuNPs REDUZIDAS E ESTABILIZADAS COM POLISSACARÍDEO DA *Amburana cearensis*, COM POTENCIAL APLICAÇÃO EM NANOBIOTECNOLOGIA**

EZIEL CARDOSO DA SILVA; IRANILDO COSTA ARAÚJO; GEANDERSON EMÍLIO DE ALMEIDA; CARLA EIRAS; LÍVIO CÉSAR CUNHA NUNES

### **RESUMO**

A síntese de nanopartículas metálicas (NPs) têm atraído atenção por suas propriedades únicas, a exemplo de suas propriedades óticas e catalíticas, quais estão diretamente relacionadas a forma e tamanho dessas nanoestruturas. Dentre as nanopartículas metálicas as nanopartículas de ouro (AuNPs) destacam-se uma vez que o ouro trata-se de um material inerte e biocompatível. Vários estudos têm mostrado que as AuNPs possuem potencial para uma variedade de aplicações como: conjugação de anticorpos, entrega de drogas, como agente antimicrobiano, desenvolvimento de sensores e biossensores eletroquímicos dentre outras. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo propor uma rota simples e eficiente para a síntese de AuNPs as quais serão reduzidas e estabilizadas com o polissacarídeo, também chamado goma, extraído da espécie *Amburana cearensis* (Gamb), uma árvore típica do nordeste brasileiro. A goma foi isolada e purificada pelo método da extração alcalina com precipitação em Etanol. As sínteses das AuNPs foram realizadas seguindo o método de Turkevich utilizando a Gamb como agente redutor e estabilizante. A goma da *Amburana*, nas formas isolada e purificada foram caracterizadas pelo FTIR apresentando picos de absorção característico de polissacarídeos como  $3400\text{ cm}^{-1}$  para O-H,  $1620\text{ cm}^{-1}$ , referente aos íons amida do tipo 3,  $1050\text{ cm}^{-1}$  atribuído à ligação glicosídica C-O-C. Já os espectros de UV-Vis, para ambas as formas da Gamb, apresentaram absorção máxima em 280 nm correspondente a presença de proteínas associadas aos ácidos nucleicos que constituem o polissacarídeo. As AuNPs formadas a partir da Gamb também foram caracterizadas por espectroscopia na região do UV-vis mostrando máximos de absorção em 529 nm para as AuNPs/Gamb<sub>ISO</sub> e de 524 nm AuNPs/Gamb<sub>PUR</sub>, enquanto o tamanho médio de partícula foi de 31 nm e 27 nm, respectivamente. Os resultados obtidos até o momento mostraram que a Gamb tem potencial para reduzir e estabilizar as AuNPs formadas. No entanto, outras análises, como por exemplo (*Dynamic Light Scattering*, DLS) precisam ser realizadas para avaliar, o tamanho médio das nanoestruturas bem como sua estabilidade.

**Palavras-chave:** Goma de exsudato; agente redutor; nanopartículas metálicas

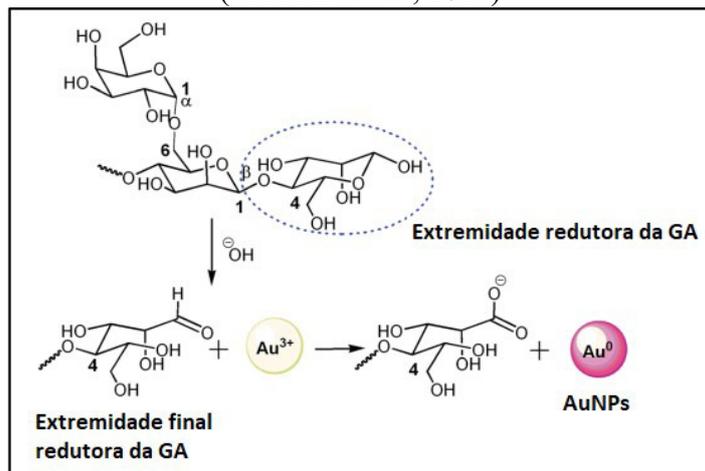
### **1. INTRODUÇÃO**

Uma das áreas da ciência que ganhou destaque e desenvolvimento nas últimas décadas foi a Nanotecnologia, que consiste na produção e manipulação de materiais em escala nanométrica ( $10^{-9}\text{ m}$ ). Dentro dessa área, as nanopartículas de ouro (AuNPs) logaram de grande destaque devido suas características peculiares, como baixa toxicidade, biocompatibilidade, elevada resistência à oxidação, elevada condução térmica, elétrica e a estrita dependência do seu tamanho com suas propriedades eletrônicas, magnéticas e ópticas permitindo a aplicação em diferentes campos (SILVA, 2016).

Os polissacarídeos, como os extraídos do exsudato de plantas gomíferas, são exemplos

de agentes que podem atuar na estabilização de nanopartículas de ouro ou até mesmo na redução dos íons  $\text{Au}^{3+}$  para gerar as nanoestruturas, uma vez que os açúcares presentes na composição desses biopolímeros possuem grupos funcionais específicos em suas cadeias macromoleculares, tais como,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{CONH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ , que podem conferir a estes o papel de agente redutor dos íons ouro. A Figura 01 mostra um exemplo para a redução de nanopartículas de ouro a partir da goma da algaroba (GA)(TAGAD et al., 2014). Assim, rotas sustentáveis e de baixo custo podem ser propostas, pois estes polissacarídeos são produzidos a partir de fontes renováveis e de simples obtenção (MZWD et al., 2022).

**Figura 01.** AuNPs utilizando a extremidade redutora da Goma da Alfarroba (GA) (TAGAD et al., 2014).



Diante do que foi abordado, o presente estudo teve como objetivo inicial a síntese e a caracterização de nanopartículas de ouro reduzidas e estabilizadas com o polissacarídeo extraído do exsudato da *Amburana cearensis* (Gamb) em suas formas, isolada e purificada com potencial aplicação em nanobiotecnologia.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O polissacarídeo foi isolado utilizando a metodologia proposta por COSTA; RODRIGUES; PAULA, (1996), com adaptação para o meio alcalino (pH 10). Foram realizadas caracterizações espectroscópicas na região do Infravermelho (FTIR) e na região do Ultravioleta visível (UV-Vis). As sínteses das nanopartículas de ouro foram preparadas a partir do método de Turkevich descrito por JUNIOR et al., 2012, utilizando soluções de ácido tetracloroáurico a  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , NaOH a  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  e Gamb a 0,2% (m/v). As suspensões coloidais obtidas foram nomeadas de nanopartículas reduzidas com a Goma da *Amburana* Isolada (AuNPs/GambIso) e purificada (AuNPs/GambPur). A caracterização das nanopartículas foi realizada pela técnica de espectroscopia no UV-Vis.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

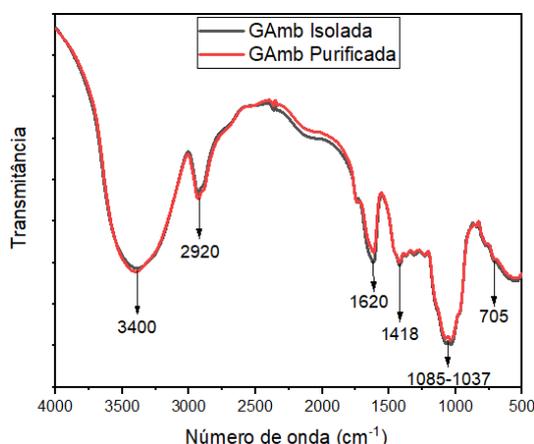
A técnica de FTIR foi empregada para avaliar possíveis diferenças entre as formas GambIso e GambPur. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre elas, Figura 02, sugerindo, assim que o processo purificação, realizado após o isolamento da Gamb, não promove alterações químicas em sua estrutura.

As bandas largas observadas na região de absorção de  $3400 \text{ cm}^{-1}$ , Figura 02, são características da presença de grupos O-H de carboidratos (BOULET; WILLIAMS; DOCO,

2007). Bandas de absorção de média intensidade são observadas em  $2920\text{ cm}^{-1}$ , e podem ser atribuídas às vibrações simétricas e assimétricas de C-H dos grupos metil e metileno provenientes das unidades monossacarídicas da GAMB (WIERCIGROCH et al., 2017). Sinais característicos que confirmam a presença e caracterização de carboidratos foram observados em  $1037\text{ cm}^{-1}$  atribuído ao grupo C-O,  $1050\text{ cm}^{-1}$  atribuído à ligação glicosídica C-O-C e em  $1085\text{ cm}^{-1}$  atribuído ao grupo C1-H carbono anomérico (SYNYTSYA et al., 2003). A presença da ligação C-H foi confirmada pela presença da frequência de deformação em torno de  $705\text{ cm}^{-1}$  (BRAMBILLA et al., 2011).

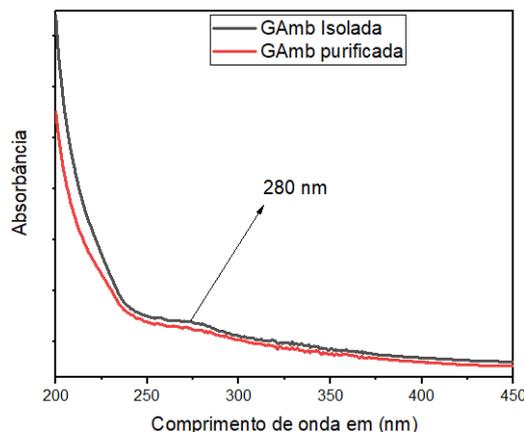
A presença de proteína pode ser identificada através das frequências de absorção em  $1620\text{ cm}^{-1}$ , referente aos íons amida carboxilato tipo I, em  $1418\text{ cm}^{-1}$  (íons carboxilato), caracterizada pela presença de proteína não ordenada e tipo III grupo amida (NEP; CONWAY, 2011). O trecho N-H, que muitas vezes absorve em  $3400\text{ cm}^{-1}$ , sobrepõe a banda O-H larga (GAŁAT, 1980; WIERCIGROCH et al., 2017).

**Figura 02.** FTIR das GAMB isolada e purificada. (Autor 2022)



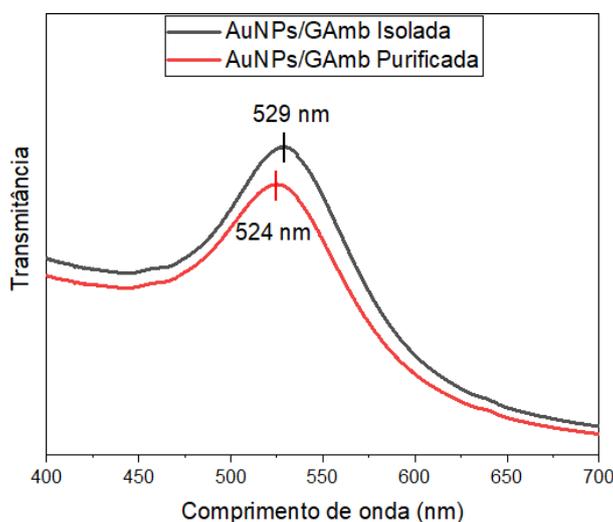
Os espectros de absorção na região do UV-Vis estão ilustrados na Figura 14. Pode se observar uma banda de absorção em  $280\text{ nm}$  que pode ser atribuída à presença de proteínas associadas a ácidos nucleicos presentes na GAMB<sub>ISO</sub> e GAMB<sub>PUR</sub>, uma vez que bandas de absorção localizadas nessa região de  $280\text{ nm}$  é atribuída a essas espécies químicas (SIMAS-TOSIN et al., 2010). Transições eletrônicas associadas a proteínas das mais diversas composições de aminoácidos (fenilalanina, cisteína, cistina, metionina, triptofano, histidina e tirosina) também tendem a se mostrar espectroscopicamente ativas na região de  $280\text{ nm}$  (LIANG et al., 2014).

**Figura 03.** Espectros de UV-vis da GAMB isolada e purificada. (Autor 2022)



Após a síntese das AuNPs, as nanoestruturas também foram caracterizadas a partir da técnica de espectroscopia na região do UV-Vis, Figura 04 com máximo de absorção em 529 nm para as AuNPs/GAmb<sub>ISO</sub> e em 524 nm para a AuNPs/GAmb<sub>PUR</sub>. Essa absorbância está relacionada com a ressonância plasmônica de superfície em nanopartículas de ouro, à qual é esperada em comprimentos próximos de 520 nm (LIU; KOUSHKI; TAYEBEE, 2021). Vale ressaltar que as dispersões coloidais das nanopartículas de ouro sintetizadas apresentaram coloração vermelho rubi características dessa faixa de absorção (COURA et al., 2018). O tamanho médio das partículas foi estimado pela largura da meia altura do pico de absorbância no UV-Vis (SOLOMON et al., 2007) onde as AuNPs/GAmb<sub>ISO</sub> apresentaram tamanhos médios de 31 nm e a AuNPs/GAmb<sub>PUR</sub> 27 nm.

**Figura 04:** Espectros de UV-Visível das AuNPs (Autor 2022)



#### 4 CONCLUSÃO

Assim, conclui-se que tanto a GAm<sub>ISO</sub> como a GAm<sub>PUR</sub> mostraram-se capaz de atuar como agente redutor e estabilizante das AuNPs, provavelmente devido a presença de grupos funcionais, como: hidroxila (-OH) e carboxila (-COOH) comprovados pelo FTIR e UV-Vis do polissacarídeo. Os espectros do UV-Vis mostraram absorção na região de 524 e 529 nm e tamanho médio de partícula de 31 nm e 27 nm para AuNPs/GAm<sub>ISO</sub> e AuNPs/GAm<sub>PUR</sub> respectivamente. Ainda será necessário fazer um estudo de estabilidade do material utilizando a técnica do DLS para saber o potencial zeta (PZ), índice de polidispersividade (PDI) e comparar o tamanho médio de partícula, com aqueles obtidos nesse estudo. Devido as propriedades em nanoescala, esse nanomaterial sintetizado, tem potencial aplicação na nanobiotecnologia como: entrega controlada de fármacos, obtenção de imagens e sensores eletroquímicos.

#### REFERÊNCIAS

- BOULET, J. C.; WILLIAMS, P.; DOCO, T. A Fourier transform infrared spectroscopy study of wine polysaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v. 69, n. 1, p. 79–85, 2007.
- BRAMBILLA, L. et al. Characterization of fresh and aged natural ingredients used in historical ointments by molecular spectroscopic techniques: IR, Raman and fluorescence. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 401, n. 6, p. 1827–1837, 2011.

COSTA, S. M. O.; RODRIGUES, J. F.; PAULA, R. C. M. DE. Gomas Naturais : Goma do Cajueiro. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v. 6, p. 4, 1996.

COURA, M. et al. Como Obter Nanopartículas De Ouro Usando Suco De Limão? **Química Nova**, v. 41, n. 5, p. 533–539, 2018.

GAŁAT, A. **Study of the Raman scattering and infrared absorption spectra of branched polysaccharides**. *Acta Biochimica Polonica*, 1980.

JUNIOR, M. A. M. et al. Preparation of silver and gold nanoparticles: a simple method to introduce nanotechnology into teaching laboratories. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1872–1878, 2012.

LIANG, F. et al. An arabinogalactan from flowers of *Chrysanthemum morifolium*: Structural and bioactivity studies. **Carbohydrate Research**, v. 387, n. 1, p. 37–41, 2014.

LIU, L.; KOUSHKI, E.; TAYEBEE, R. Surface modification of gold nanoparticles by cetirizine through surface plasmon resonance and preliminary study of the in vitro cellular cytotoxicity. **Journal of Molecular Liquids**, v. 330, p. 115542, 2021.

MZWD, E. et al. Green synthesis of gold nanoparticles in Gum Arabic using pulsed laser ablation for CT imaging. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2022.

NEP, E. I.; CONWAY, B. R. Physicochemical characterization of grewia polysaccharide gum: Effect of drying method. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 1, p. 446–453, 2011.

SILVA, A. A. Síntese e Estabilização de nano partículas de Ouro para fins biotecnológicos e cosméticos. p. 80, 2016.

SIMAS-TOSIN, F. F. et al. Rheological and structural characteristics of peach tree gum exudate. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 5, p. 486–493, 2010.

SOLOMON, S. D. et al. Encyclopedia\_of\_International\_Political\_Economy (BookFi.org).pdf. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 2, p. 322–325, 2007.

SYNYTSYA, A. et al. Fourier transform Raman and infrared spectroscopy of pectins. **Carbohydrate Polymers**, v. 54, n. 1, p. 97–106, 2003.

TAGAD, C. K. et al. Green synthesis of polysaccharide stabilized gold nanoparticles: Chemo catalytic and room temperature operable vapor sensing application. **RSC Advances**, v. 4, n. 46, p. 24014–24019, 2014.

WIERCIGROCH, E. et al. Spectrochimica Acta Part A : Molecular and Biomolecular Spectroscopy Raman and infrared spectroscopy of carbohydrates : A review. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 185, p. 317–335, 2017.