

SÍNTESE VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA UTILIZANDO EXTRATO AQUOSO DE CASCAS DE UVA (*VITIS LABRUSCA*)

Gabriela G. Sonai[1]; Roberta A. N. da Silva[1]; Ricardo Zottis[1]

[1] *Instituto Federal do Rio Grande do Sul /Campus Rolante, Rolante, RS, Brasil, 95690-000*
gabriela.sonai@rolante.ifrs.edu.br

Palavras-Chave: Nanotecnologia, química verde, resíduos agroindustriais.

Introdução

As nanopartículas de prata (AgNPs) estão entre as nanopartículas mais utilizadas em aplicações tecnológicas atualmente, devido às suas propriedades ópticas, elétricas e térmicas distintas, além de propriedades catalíticas e biológicas importantes (Eker et al., 2025; Jeevanandam et al., 2018). Devido a estas propriedades características, as AgNPs têm sido empregadas como agentes antimicrobianos em diversos produtos, em sensores ópticos, cosméticos, além de aplicações na indústria farmacêutica e alimentícia, dentre outros (Zhang et al., 2016).

De modo geral, as AgNPs podem ser preparadas por uma ampla variedade de métodos físicos ou químicos, os quais envolvem alto custo e uso de substâncias prejudiciais ou tóxicas, como o borohidreto de sódio e solventes orgânicos (Abbas et al., 2024; Ahmed et al., 2016; Duan; Wang; Li, 2015; Mulfinger et al., 2007). A síntese verde de AgNPs tem como objetivo reduzir ou eliminar o uso de substâncias tóxicas e perigosas, além de minimizar ou prevenir a geração de resíduos (Jorge De Souza; Rosa Souza; Franchi, 2019; Poliakoff; Anastas, 2001; Tarannum; Divya; Gautam, 2019). Em especial, a síntese à base de extratos vegetais proporciona uma abordagem eficiente e de baixo custo de nanopartículas estáveis (Eker et al., 2025; Rosman et al., 2021).

Nos últimos anos, diversas espécies vegetais têm sido utilizadas na síntese verde de AgNPs devido à presença de compostos bioativos capazes de reduzir íons Ag^+ a Ag^0 e estabilizar as nanopartículas, tais como flavonoides, ácidos fenólicos, polifenóis, terpenoides, alcaloides, saponinas e taninos (Eker et al., 2025; Rodrigues et al., 2021; Tarannum; Divya; Gautam, 2019). Nesse contexto, resíduos agroindustriais vegetais, como aqueles provenientes da cadeia produtiva da uva, apresentam potencial para aplicação na síntese verde de AgNPs, agregando valor a esses materiais e contribuindo para processos mais sustentáveis.

As variedades de uva *Vitis labrusca* são amplamente cultivadas no Brasil, especialmente para a produção de vinho de mesa e suco de uva (Canossa et al., 2014; Moura; Hernandes; Júnior, 2021). As cascas resultantes desse processamento são ricas em flavonoides (catequina, epicatequina, procianidinas e antocianinas), ácidos fenólicos e resveratrol, compostos capazes de promover a redução de íons prata, tornando esse resíduo

agroindustrial uma matéria-prima de interesse para a síntese verde de AgNPs e agregando valor à cadeia produtiva (Soares et al., 2008; Tarannum; Divya; Gautam, 2019).

Desta maneira, este trabalho tem como objetivo preparar nanopartículas de prata por síntese verde utilizando extratos aquosos de cascas de uva (*Vitis labrusca*) provenientes de resíduos agroindustriais da região de Rolante (RS), avaliando sua formação por espectroscopia de absorção UV-visível.

Material e Métodos

Preparação do extrato aquoso de cascas de uva

Foram utilizados resíduos agroindustriais provenientes de vinícolas da região de Rolante/RS. As cascas foram separadas manualmente do bagaço de uva por catação e submetidas a secagem em estufa a 60°C por aproximadamente 48 horas. Na sequência, as cascas foram trituradas em moedor analítico. Para a preparação do extrato aquoso, as cascas trituradas foram adicionadas em água ultrapura na proporção de 1:20 (m/v) e mantidas em banho termostatizado a 50°C por 1 hora. Por fim, a mistura foi centrifugada por 10 minutos a 4000 rpm para separação do sobrenadante, o qual foi coletado e armazenado sob refrigeração até posterior uso. A Figura 1 apresenta as principais etapas do processo de preparação do extrato aquoso de cascas de uva, incluindo a separação do resíduo, secagem, moagem e obtenção do extrato utilizado na síntese das nanopartículas de prata.



a) b) c) d)

Figura 1: Etapas da preparação do extrato de cascas de uva: a) bagaço de uva; b) cascas após a secagem; c) cascas após a moagem; e d) extrato aquoso obtido.

Síntese das nanopartículas de prata

A síntese das AgNPs foi adaptada de Xu et al. (2015) utilizando extrato aquoso de cascas de uva e solução de $AgNO_3$ 1 mM. Inicialmente, foi avaliado o efeito do pH na reação, sendo selecionado o pH 8 para os experimentos posteriores. Nessa condição, foi investigada a influência do volume de extrato aquoso (50, 250, 500, 750 e 1000 µL) na síntese das AgNPs. O ajuste de pH foi realizado com solução de NaOH 0,1 M.

As nanopartículas de prata foram caracterizadas por espectroscopia de absorção UV-visível (SHIMADZU). Para as análises, as amostras foram diluídas em água, na proporção de 1:4 (v/v). Essa técnica é amplamente empregada para confirmar e avaliar a estabilidade das nanopartículas de prata em suspensão aquosa (Cheviron; Gouanvé; Espuche, 2014).

Resultados e Discussão

A presença das AgNPs foi inicialmente evidenciada pela mudança de coloração das misturas reacionais, que passaram de tons levemente roxos, devido à presença do extrato de cascas de uva, para amarelo-âmbar imediatamente após a adição de NaOH para ajuste do pH, sugerindo a formação de nanopartículas de prata. A Figura 2 apresenta essa mudança de coloração durante o processo de síntese das AgNPs.



Figura 2: Mudança de cor durante o processo de síntese verde de AgNPs preparadas com diferentes volumes do extrato de cascas de uvas.

A análise por espectroscopia de absorção UV-Vis confirmou a formação das AgNPs pela presença de bandas de absorção características em torno de 400 nm, atribuídas ao fenômeno de ressonância plasmônica de superfície das nanopartículas de prata (Alzoubi et al., 2023; Cheviron; Gouanvé; Espuche, 2014). De acordo com a literatura, o extrato aquoso de cascas de uva contém compostos bioativos, como compostos fenólicos e antocianinas, capazes de atuar na redução de íons Ag^+ a Ag^0 e na estabilização das nanopartículas formadas (GöktürkBaydar et al., 2025; Soares et al., 2008).

A influência do volume de extrato na formação das AgNPs foi avaliada por espectroscopia UV-Vis, conforme apresentado na Figura 3. Observou-se que o aumento gradativo do volume de extrato resultou em bandas de absorção de maior intensidade, sugerindo maior formação de AgNPs. Esse comportamento pode estar relacionado à maior disponibilidade de compostos bioativos capazes de promover a redução dos íons Ag^+ e a estabilização das nanopartículas. Entretanto, para o maior volume de extrato avaliado (1000 µL), observou-se o alargamento e a diminuição da intensidade da banda de absorção, sugerindo possível agregação das nanopartículas ou alterações em sua distribuição de tamanho (Velgosová; Mražíková; Marcinčáková, 2016).

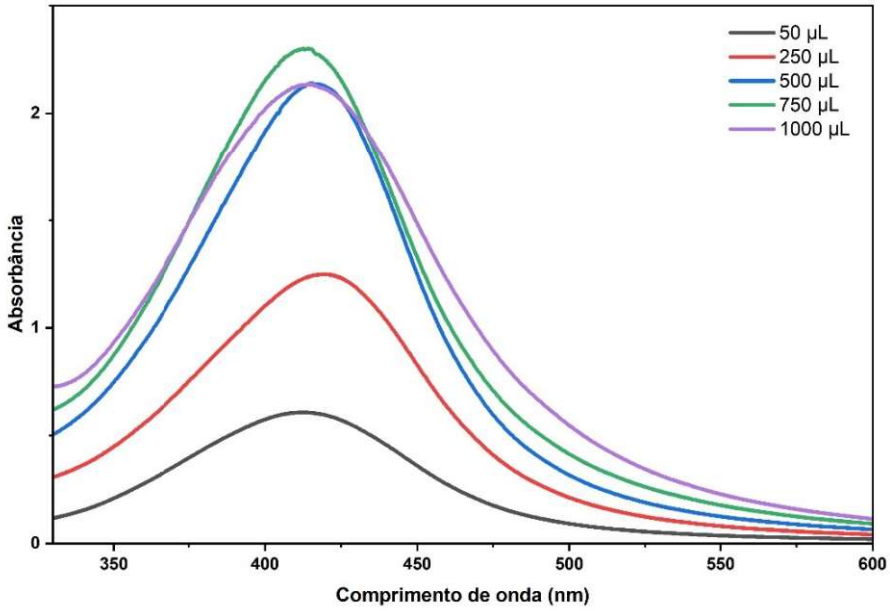


Figura 3: Espectros de absorção UV-Visível das AgNPs sintetizadas com diferentes volumes do extrato de cascas de uvas.

Conclusões

Este trabalho demonstrou a viabilidade da síntese verde de nanopartículas de prata utilizando extratos aquosos de cascas de uva (*Vitis labrusca*) provenientes de resíduos agroindustriais da região de Rolante (RS). Os resultados evidenciaram que o volume de extrato aquoso influencia a formação das AgNPs, destacando o potencial dessa abordagem para o aproveitamento e a valorização dos resíduos da cadeia produtiva da uva.

Agradecimentos

Ao IFRS pela bolsa concedida (BICT do Edital nº 03/2025); ao IFRS (Rolante/RS) e a FURG (Santo Antônio da Patrulha/RS) pela infraestrutura disponível.



Referências

ABBAS, R. et al. Silver Nanoparticles: Synthesis, Structure, **Properties and Applications. Nanomaterials**, v. 14, n. 17, p. 1425, 2024.

AHMED, S. et al. A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise. **Journal of Advanced Research**, v. 7, n. 1, p. 17–28, 2016.

ALZOUBI, F. Y. et al. Localize surface plasmon resonance of silver nanoparticles using Mie theory. **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, v. 34, n. 32, p. 2128, 2023.

CANOSSA, S. et al. Avaliação físico-química dos sucos das uvas provenientes da espécie de Vitis labrusca acondicionados em diferentes recipientes. **Revista brasileira de viticultura e enologia.** n. 6, p. 66-71, 2014.

CHEVIRON, P.; GOUANVÉ, F.; ESPUCHE, E. Green synthesis of colloid silver nanoparticles and resulting biodegradable starch/silver nanocomposites. **Carbohydrate Polymers**, v. 108, p. 291–298, 2014.

DUAN, H.; WANG, D.; LI, Y. Green chemistry for nanoparticle synthesis. **Chemical Society Reviews**, v. 44, n. 16, p. 5778–5792, 2015.

EKER, F. et al. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts: A Comprehensive Review of Physicochemical Properties and Multifunctional Applications. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 26, n. 13, p. 6222, 2025.

GÖKTÜRKBAYDAR, N. et al. Synthesis methods impact silver nanoparticle properties and phenolic compound production in grapevine cell cultures. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, p. 7667, 2025.

JEEVANANDAM, J. et al. Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations. **Beilstein Journal of Nanotechnology**, v. 9, p. 1050–1074, 2018.

JORGE DE SOUZA, T. A.; ROSA SOUZA, L. R.; FRANCHI, L. P.. Silver nanoparticles: An integrated view of green synthesis methods, transformation in the environment, and toxicity. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 171, p. 691–700,2019.

MOURA, M. F.; HERNANDES, J. L.; JÚNIOR, M. P. Uvas de interesse econômico para vinificação e consumo in natura. **Revista Visão Agrícola**, v. 14, p. 8–13, 2021.

MULFINGER, L. et al. Synthesis and Study of Silver Nanoparticles. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 2, p. 322, 2007.

POLIAKOFF, M.; ANASTAS, P. A principled stance. **Nature**, v. 413, n. 6853, p. 257–257, 2001.

RODRIGUES, G. et al. Can metallic nanomaterials be green and sustainable**? Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 24, p. 100292, 2021.

ROSMAN, N. S. R. et al. Nanobiotechnology: Nature-inspired silver nanoparticles towards green synthesis. **Energy & Environment**, v. 32, n. 7, p. 1183–1206, 2021.

SOARES, M. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 59–64, 2008.

TARANNUM, N.; DIVYA; GAUTAM, Y. K. Facile green synthesis and applications of silver nanoparticles: a state-of-the-art review. **RSC Advances**, v. 9, n. 60, p. 34926–34948, 2019.

VELGOSOVÁ, O.; MRAŽÍKOVÁ, A.; MARCINČÁKOVÁ, R. Influence of pH on green synthesis of Ag nanoparticles. **Materials Letters**, v. 180, p. 336–339, 2016.

XU, H. et al. Making Good Use of Food Wastes: Green Synthesis of Highly Stabilized Silver Nanoparticles from Grape Seed Extract and Their Antimicrobial Activity. **Food Biophysics**, v. 10, n. 1, p. 12–18, 2015.

ZHANG, Xi-F. et al. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 9, p. 1534, 2016.