PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ELETRODOS COM SUPERFÍCIES MODIFICADAS COM NANOPARTÍCULAS METÁLICAS OBTIDAS POR SÍNTESE VERDE

Thaylla Cruz Oliveira (PIBIC/UEPG), André Victor Bassani, Christiana Andrade Pessoa (Orientador)
e-mail: capessoa@uepg.br
Departamento de Química, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, PR, Brasil.

Química; Química Inorgânica; Físico-química inorgânica.
Palavras-Chave*: síntese verde, nanopartículas, grafeno.*

Resumo

Nanopartículas metálicas (MNPs) e óxido de grafeno reduzido (rOG) apresentam potencial em aplicações eletroquímicas, mas sua síntese convencional é tóxica. A síntese verde com *Monteverdia ilicifolia* (MI), rica em fenólicos, mostrou-se eficiente. Foram obtidos rOG e AuNPs-MI a partir de extratos aquoso e etanólico, confirmados por UV-Vis, FTIR e Raman. O rOG 24h MI-EtOH apresentou menor band gap (2,63 eV). A voltametria apresentou maior área eletroativa e menor ΔE_p, com valor de 0,322 V com a amostra sintetizada por 12h em meio aquoso, destacando o potencial da síntese verde para aplicações eletroquímicas.

Introdução

MNPs apresentam propriedades únicas, como elevada área superficial e condutividade elétrica, sendo amplamente aplicadas em sensores e biomedicina (Tonet et al., 2019). A utilização do rOG potencializa essas características, mas sua síntese convencional envolve agentes tóxicos (Zhang et al., 2010; Wang et al., 2019). A síntese verde, utilizando extratos vegetais, surge como alternativa sustentável. Nesse contexto, a MI destaca-se pelo alto teor de compostos fenólicos e antioxidantes, atuando como agente redutor e estabilizante (Santos et al., 2021; Ferreira et al., 2022; Almeida et al., 2020). Estudos demonstraram a obtenção de nanopartículas de prata e ouro a partir da planta (Humacayo et al., 2023; Bassani, 2025). Este trabalho propõe, de forma inédita, a síntese simultânea de rOG e AuNPs-MI para aplicação como modificadores de eletrodos em fins eletroquímicos.

Materiais e Métodos

A obtenção dos extratos de MI foi realizada pelos métodos de maceração etanólica (MI-EtOH) e decocção aquosa (MI-Aq). Esses extratos foram empregados na síntese verde de óxido de grafeno reduzido (rOG), utilizando 25 mg de OG em 90 mL de extrato, submetidos a 90 °C por 4 e 24 h. As amostras foram lavadas, secas a vácuo (80 °C) e caracterizadas por UV-Vis, FTIR e Raman. Os eletrodos de pasta de carbono foram preparados com 10% m/m de roG e 90% de grafite em pó juntamente com óleo mineral. A caracterização eletroquímica foi realizada utilizando da técnica de voltametria cíclica (CV) em cela (Ag/AgCl/KCl 3,0 mol L^{-1} de referência), utilizando sonda redox ferri/ferrocianeto em KCl 0,1 mol L^{-1}, pH 3.

Resultados e Discussão

Na análise UV-Vis, o OG exibiu pico em 200–215 nm, enquanto o rOG deslocou para 260–275 nm, confirmando a restauração da rede π (Saleem et al., 2018). O band gap de OG diminuiu de 5,55 eV para 4,89 eV (rOG 4h MI-EtOH), 3,53 eV (rOG 4h MI-Aq), 3,39 eV (rOG 24h MI-Aq) e 2,63 eV (rOG 24h MI-EtOH), indicando maior eficiência do etanólico. O Raman mostrou aumento das bandas G e 2D, com maiores intensidades em rOG 24h MI-EtOH, em concordância com o menor *band gap* (Wang et al., 2019). No FTIR, os fenólicos do extrato etanólico atuaram como redutores (Silva et al., 2020), enquanto no aquoso houve redução de bandas O-H, C=O e C-O, evidenciando remoção de grupos oxigenados (Santos et al., 2018). A CV revelou que os eletrodos modificados com rOG/AuNPs apresentaram respostas significativas, em especial a amostra rOG/AuNPs-MI-Aq-12h, que apresentou a maior área eletroativa e menor ΔE_p, com valor de 0,322 V, seguida da rOG/AuNPs-MI-EtOH-4h.

Conclusões

A síntese verde utilizando extratos de MI demonstrou-se eficiente na redução do óxido de grafeno, com destaque para o extrato aquoso por 4h. Esses resultados confirmam o potencial da *MI* como agente redutor e estabilizante, viabilizando a aplicação de rOG e AuNPs-MI como modificadores de eletrodos em sistemas eletroquímicos sustentáveis.

Agradecimentos

Ao CNPq, UEPG, GDEM, PET, FNDE e C-LABMU.

BASSANI, A. V. **Síntese verde de nanopartículas de prata e ouro utilizando extrato de *Monteverdia ilicifolia* e modificação de eletrodos a base de carbono para detecção de cloridrato de trazodona e succinato de desvenlafaxina**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 122 p., 2025.

HUMACAYO, F. S.; ESPINOZA, J. T.; DE PAULA, J. DE F. P.; *et al.* Detection of dopamine using glassy carbon electrodes modified with AgNPs synthetized with *Monteverdia ilicifolia* extract. ***Eclética Química***, v. 48, n. 2, p. 35–48, 2023.

SILVA, C. R.; OLIVEIRA, A. P.; NASCIMENTO, F. M. Propriedades antioxidantes e espectroscopia no infravermelho de compostos fenólicos naturais. ***Spectrochimica Acta Part***,, 2020.

SALEEM, H.; HANEEF, M.; ABBASI, H. Y. Synthesis route of reduced graphene oxide via thermal reduction of chemically exfoliated graphene oxide. *Materials* ***Chemistry and Physics*****,** 2018.

SANTOS, L. B.; OLIVEIRA, J. R.; SILVA, M. A. Metabólitos secundários presentes na Monteverdia ilicifolia e suas propriedades terapêuticas. ***Caderno de Ciências e Engenharia***, 2021**.**

WANG, G. *et al.* Facile synthesis and characterization of reduced graphene oxide. ***Journal of Materials Chemistry***, 2019.

ZHANG, J. *et al.* Reduction of graphene oxide via L-ascorbic acid. ***Chemical Communications***, 2010.