

DESENVOLVIMENTO DE SENSOR DE MERCÚRIO BASEADO EM NANOPARTÍCULAS DE OURO COM FIBRA ÓPTICA

Saavedra, P.M.*¹; Cajahuaringa, C.A.³; Silva-Calpa, L. del R.³; Allil, R.C.S.B.²;
Werneck, M.M.²

¹ Programa de Engenharia Elétrica-PEE, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

² Laboratório de Instrumentação e Fotônica, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

³ Programa de Engenharia de Nanotecnologia-PENt, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

*E-mail: msaavedrap@uni.pe

Palavras-chave: Sensor de mercúrio. Nanopartículas de ouro. Fibra óptica.

Entre os metais peados, o mercúrio é considerado o metal mais tóxico e carcinogênico. De 5 a 9 mil toneladas liberadas anualmente na atmosfera, cerca de 90% têm origem antrópica, principalmente em descargas industriais, mineração, queima de combustíveis fósseis e incineração de resíduos [1]. No garimpo de ouro, é usado para formar amálgamas. Emitido como vapor (Hg^0), oxida-se a Hg^{2+} e retorna por precipitação a solos e corpos d'água [2], onde microrganismos convertem Hg^{2+} em compostos orgânicos (CH_3Hg^+ e $(CH_3)_2Hg$). Essas espécies químicas são altamente tóxicas, penetram tecidos biológicos, bioacumulam e biomagnificam na cadeia alimentar, causando efeitos neurotóxicos e danos sistêmicos [3]. O Hg^{2+} inorgânico também se liga a grupos tiol de proteínas, afetando rins e neurotransmissores [4]. Devido à alta toxicidade do Hg^{2+} e sua fácil conversão nas formas metiladas, sua detecção precoce é estratégica; contudo, as técnicas existentes dependem de equipamentos caros e não portáteis. Nesse contexto, nanopartículas de ouro (AuNPs) surgem como uma alternativa promissora por apresentarem ressonância plasmônica localizada (LSPR), cuja absorbância no UV-Vis depende do tamanho e da funcionalização das partículas [5]. Este estudo tem como objetivo geral desenvolver um sensor portátil baseado em LSPR para detecção de mercúrio utilizando AuNPs (puras e funcionalizadas com grupos tiol para interação seletiva com Hg^0 e Hg^{2+}), depositadas em fibra óptica. Como primeira etapa, o trabalho concentra-se na síntese de AuNPs homogêneas e estáveis, com propriedades ópticas adequadas que servirão de base para a etapa seguinte de funcionalização e integração em fibras ópticas. Para obter AuNPs homogêneas e estáveis, foram realizadas sínteses pelo método de redução direta [6]. As amostras foram caracterizadas por UV Vis, MEV e DRX. A estabilidade foi monitorada por UV-Vis em 0, 1, 3 e 4 semanas após a síntese, obtidas em diferentes semanas e analisadas no mesmo momento. Os difratogramas (DRX) apresentaram picos em $38,35^\circ$, $44,36^\circ$, $64,65^\circ$ e $77,73^\circ$ 2θ , correspondentes aos planos (111), (200), (220) e (311), confirmando estrutura CFC [7]. Os espectros UV-Vis (Figura 1) mostraram máxima absorbância (λ_{max}) em ~ 520 nm [8], estável ao longo do tempo e reprodutível. Os λ_{max} entre 516,7 e 519 nm indicam

partículas de 12-20 nm [6], tamanho confirmado por MEV (Figura 2), que revelou diâmetro médio de ~14 nm. As AuNPs obtidas apresentam tamanho e estabilidade adequados para aplicações baseadas em LSPR e serão, na etapa seguinte, depositadas em fibras ópticas para o desenvolvimento de sensores colorimétricos de íons de mercúrio.

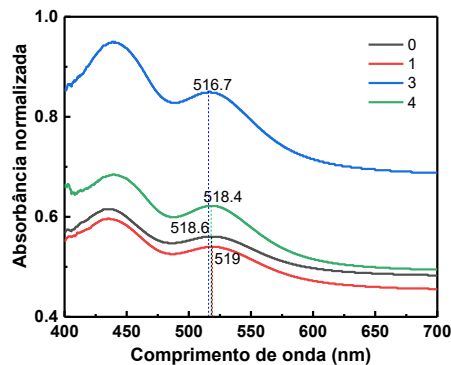


Figura 1: Espectros UV-Vis de quatro sínteses avaliadas em diferentes períodos a preparação em 0, 1, 3 e 4 semanas após a síntese.

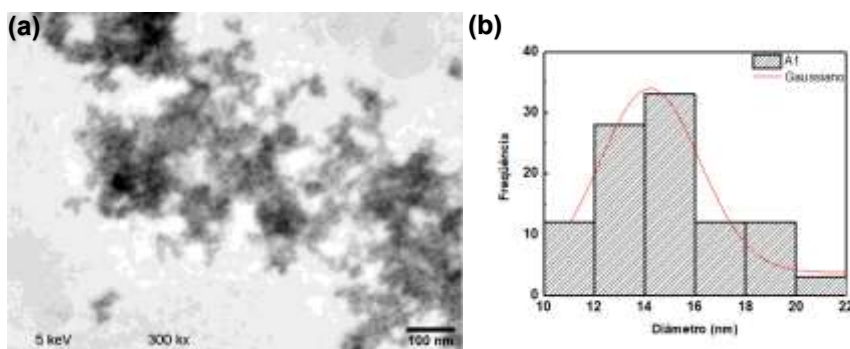


Figura 2: (a) Micrografia obtida por MEV das AuNPs. (b) Histograma do tamanho de partícula.

REFERÊNCIAS

1. T. Garcia Peinado and O. P. de Amarante Junior, São Carlos, SP. Brasil, 2024.
2. J. C. Wasserman *et al.*, vol. 2, 2001.
3. S. Ali, M. Mansha, N. Baig, and S. A. Khan, *Chem. Rec.*, vol. 22, no. 7, 2022.
4. A. G. Bravo, S. Bouchet, J. Tolu, E. Björn, A. Mateos-Rivera, and S. Bertilsson, pp. 1–9, 2017.
5. G. Zhang, vol. 2, no. 3, pp. 269–288, 2013.
6. D. S. B. Dias, L. Y. A. Jaramillo, J. D. Lopez, P. H. S. Pinto, R. C. S. B. Allil, and M. M. Werneck, *Opt. Mater. (Amst)*, vol. 150, no. December 2023, p. 115265, 2024.
7. B. Sundararajan and B. D. Ranjitha Kumari, *J. Trace Elem. Med. Biol.*, vol. 43, no. September, pp. 187–196, 2017.
8. S. H. De Paoli Lacerda *et al.*, *ACS Nano*, vol. 4, no. 1, pp. 365–379, 2010.