

DISPOSITIVO SUSTENTÁVEL IMPRESSO EM 3D A PARTIR DE MATERIAIS RECICLADOS PARA APLICAÇÕES ELETROANALÍTICAS DE DETECÇÃO

SUSTAINABLE 3D-PRINTED DEVICE FROM RECYCLED MATERIALS FOR SENSING ELECTROANALYTICAL APPLICATIONS

Domingos R. SANTOS-NETO^{1*}; João. P. C. Silva¹; Carlos E. C. Lopes¹; Lizandra N. Castro¹; Jéssica S. Costa²; Rebeca B. Praseres²; Luiz R. G. Silva¹; Jéssica S. Stefano²; Iranaldo S. Silva²

1 - Programa de Pós-Graduação em Química - PPGQuim, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, Brasil.

2 - Departamento de Tecnologia da Química (DETEQ), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, Brasil.

domingosrosan@outlook.com

RESUMO

Nos últimos anos, a impressão 3D ganhou atenção significativa no desenvolvimento de dispositivos eletroanalíticos, incluindo sensores e células eletroquímicas. Entre as várias técnicas de impressão 3D, a modelagem por deposição fundida (FDM) é a mais econômica e amplamente usada para a fabricação de sensores eletroquímicos [1]. Essa abordagem requer filamentos termoplásticos compostos de ácido polilático (PLA) ou acrilonitrila butadieno estireno (ABS) [2], contendo também materiais condutores, como negro de fumo e grafeno [3]. Aqui, apresentamos um dispositivo eletroquímico portátil totalmente impresso em 3D, acoplado a eletrodos fabricados a partir de um filamento condutor ultraflexível feito em laboratório, obtido de acordo com um trabalho anterior [4]. Esse material, denominado CB-rPLA, consiste em 65% em peso de PLA reciclado (proveniente de cápsulas de café), 25% em peso de negro de fumo (Super P, >99% em peso, Fisher Scientific, Loughborough, Reino Unido) e 10% em peso de óleo de ricino (Merck, Gillingham, Reino Unido). Os sensores apresentaram boa reprodutibilidade e repetibilidade nas respostas analíticas. As análises da morfologia da superfície foram realizadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (SEM) antes e depois do polimento, e a técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica (EIS) também foi empregada. Os resultados corroboraram os achados dos estudos voltamétricos, demonstrando a construção bem-sucedida de eletrodos para a detecção dos analitos-alvo.

Palavras-chave: Impressão 3D, produzido em laboratório, eletrodos, sensor, analítica.

ABSTRACT

In recent years, 3D printing has gained significant attention in the development of electroanalytical devices, including sensors and electrochemical cells. Among the various 3D

printing techniques, fused deposition modeling (FDM) is the most cost-effective and widely used for electrochemical sensor fabrication [1]. This approach requires thermoplastic filaments composed of polylactic acid (PLA) or acrylonitrile butadiene styrene (ABS) [2], also containing conductive materials, such as carbon black and graphene [3]. Herein, we present a fully 3D-printed electrochemical portable device coupled from electrodes manufactured from a lab-made, ultraflexible conductive filament, obtained following previous work [4]. This material, referred as CB-rPLA, consists of 65 wt % recycled PLA (sourced from coffee pods), 25 wt% carbon black (Super P, >99 wt%, Fisher Scientific, Loughborough, UK) and 10 wt% castor oil (Merck, Gillingham, UK). The sensors exhibited good reproducibility and repeatability in analytical responses. Surface morphology analyses were conducted via Scanning Electron Microscopy (SEM) before and after polishing, and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) technique was also employed. The results corroborated the findings from the voltammetric studies, demonstrating the successful construction of electrodes for the detection of the target analytes.

Keywords: 3D printing, lab-made, electrodes, sensor, analytical.

REFERÊNCIAS

- [1] DAMINABO, Samuel Clinton et al. Fused deposition modeling-based additive manufacturing (3D printing): techniques for polymer material systems. *Materials today chemistry*, v. 16, p. 100248, 2020.
- [2] STEFANO, Jéssica Santos et al. Electrochemical (Bio)Sensors Enabled by Fused Deposition Modeling-Based 3D Printing: A Guide to Selecting Designs, Printing Parameters, and Post-Treatment Protocols. *Anal. Chem.* 2022, 94, 17, 6417–6429.
- [3] Crapnell, R. D et al. Additive manufacturing electrochemistry: an overview of producing bespoke conductive additive manufacturing filaments. Volume 71, December 2023, Pages 73-90.
- [4] Crapnell, R. D et al. Utilising Bio-Based Plasticiser Castor Oil and Recycled PLA for the Production of Conductive Additive Manufacturing Feedstock and Detection of Bisphenol A. *Green Chem.* 2023, 25 (14), 5591–5600.