cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Síntese e caracterização eletroquímica de compósitos de grafeno 3D com óxidos mistos de metais de transição

Gustavo K. dos S. Scholz[1]; Julia M. C. de Santana[1]; Deborah V. Cesar[1], Lilian F. de Senna[1]
1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Introdução

Óxidos mistos de metais de transição apresentam potencial eletroquímico devido aos efeitos sinérgicos entre metais e estados de oxidação. O grafeno tridimensional (G3D), por sua estrutura porosa, elevada área superficial e condutividade, reduz o reempilhamento das folhas e pode favorecer a acessibilidade aos sítios ativos e a eficiência eletroquímica dos compósitos.

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo a caracterização estrutural e eletroquímica dos materiais $CuCo_2O_4$, $NiCo_2O_4$ e $CoFe_2O_4$, bem como de seus compósitos com grafeno tridimensional, visando avaliar sua viabilidade em aplicações de caráter eletroquímico

Metodologia

✓ Sínteses e caracterização eletroquímica



Figura 1 – Métodos utilizados para síntese e caracterização dos materiais

Resultados e Discussão

✓ Difração de raios-x (DRX)

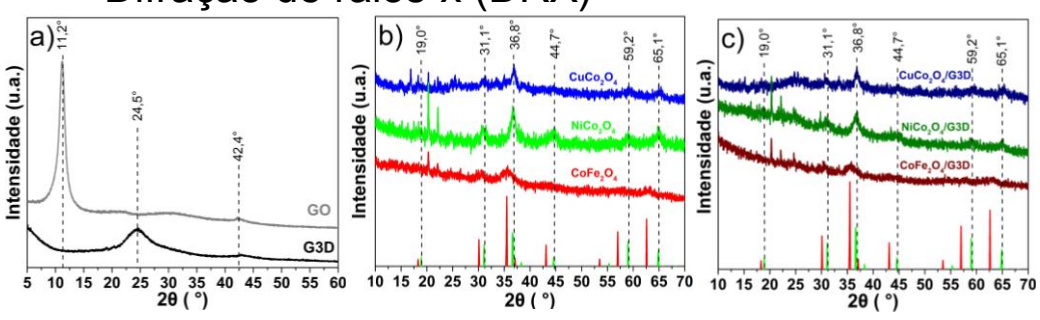

Figura 2 – Resultados de DRX: a) GO e G3D; b) $CuCo_2O_4$, $NiCo_2O_4$ e $CoFe_2O_4$ e; c) $CuCo_2O_4$/G3D, $NiCo_2O_4$/G3D e $CoFe_2O_4$/G3D.

✓ Espectroscopia Raman

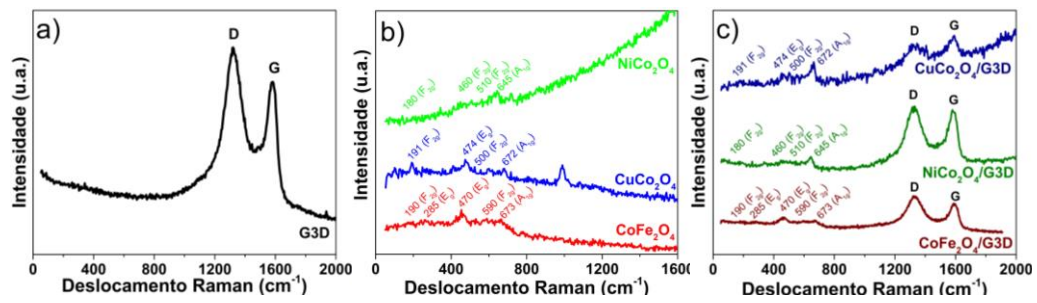

Figura 3 – Resultados de espectroscopia Raman: : a) G3D; b) $CuCo_2O_4$, $NiCo_2O_4$ e $CoFe_2O_4$ e; c) $CuCo_2O_4$/G3D, $NiCo_2O_4$/G3D e $CoFe_2O_4$/G3D.

✓ Resultados de ensaios eletroquímicos

Amostra	Área eletroativa[1] (cm^2)	Resistência à transferência de carga[2] ($\Omega.cm^2$)	Capacitância específica[3] (F/g)
GCE	0,065 ± 0,008	71,5 ± 44,4	-
G3D	0,106 ± 0,006	3,0 ± 0,0	-
$CuCo_2O_4$	0,061 ± 0,002	32,2 ± 2,7	27,8 ± 2,1
$CuCo_2O_4$/G3D	0,042 ± 0,003	5,7 ± 2,0	30,1 ± 4,8
$NiCo_2O_4$	0,057 ± 0,010	8,9 ± 0,4	16,6 ± 2,0
$NiCo_2O_4$/G3D	0,071 ± 0,005	3,5 ± 0,8	16,9 ± 0,9
$CoFe_2O_4$	0,071 ± 0,009	121,1 ± 68,8	1,1 ± 0,0
$CoFe_2O_4$/G3D	0,100 ± 0,010	51,0 ± 18,1	3,9 ± 0,0

Tabela 1 – Caracterização eletroquímica através de ensaios de voltametria cíclica (VC)[1], espectroscopia de impedância eletroquímica (EIS)[2] e carga e descarga (GCD)[3].

Conclusões

As caracterizações por DRX e Raman confirmaram a síntese dos espinélios $CuCo_2O_4$, $NiCo_2O_4$ e $CoFe_2O_4$ e de seus respectivos compósitos com óxido de grafeno reduzido tridimensional (G3D). Eletroquimicamente, a voltametria cíclica indicou um incremento na área eletroativa dos compósitos em comparação aos óxidos puros, enquanto a EIS demonstrou que a incorporação do G3D tende a reduzir a resistência de transferência de carga (Rtc). Contudo, os ensaios de carga/descarga galvânica apontaram que o G3D não alterou significativamente a capacitância específica do material.

Referências e Agradecimentos

✓ BALRAM, Deepak et al. Ultrasensitive quantification of neonicotinoid thiamethoxam in environment using MOF-derived $CuCo_2O_4$/3D rGO based electrochemical sensor integrated with optimized neural network. Environmental Research, v. 269, p. 120831, 2025.

✓ BOOPATHIRAJA, R.; PARTHIBAVARMAN, M.; BEGUM, A. Nishara. Hydrothermal induced novel $CuCo_2O_4$ electrode for high performance supercapacitor applications. Vacuum, v. 165, p. 96-104, 2019.

✓ LV, Huizhen et al. A review on nano-/microstructured materials constructed by electrochemical technologies for supercapacitors. Nano-Micro Letters, v. 12, n. 1, p. 118, 2020.

UERJ Universidade do Estado do Rio de Janeiro
CAPES
CNPq
FAPERJ
LabMEQ IQ/UERJ
Laboratório de Eletroquímica e Corrosão — LEC —
PPGEQ programa de pós-graduação em engenharia química