

# Synthesis, characterization and electrochemical studies of carbon nanotubes/reduced graphene oxide/Prussian blue films

Samuel C. Silva<sup>1</sup>(IC), Edson Nossol<sup>1</sup>(PQ)\* \*enossol@ufu.br

<sup>1</sup>Instituto de Química - Universidade Federal de Uberlândia, Avenida João Naves de Ávila, Uberlândia, MG, Brasil.

Palavras Chave: azul da Prússia, nanotubos de carbono, óxido de grafeno reduzido.

## Abstract

Synthesis and characterization of self-assembly carbon structures/Prussian blue films aiming the application on sensors and batteries.

## Introdução

Filmes modificados com compostos como o azul da Prússia (AP) apresentam aplicações em diversas áreas, como sensores, equipamentos eletrônicos, transistores, eletrodos em baterias e supercapacitores.<sup>1</sup> Uma das maneiras de maximizar as propriedades desses filmes é a preparação de nanocompósitos com materiais carbonáceos, como o óxido de grafeno reduzido (rGO) e os nanotubos de carbono (NTC). O objetivo desse trabalho é a síntese de filmes automontáveis do tipo rGO/NTC/AP pelo método interfacial<sup>2</sup>, utilizando o citrato de sódio como agente complexante e no controle do tamanho das partículas de AP,<sup>3</sup> além da caracterização dos filmes por diferentes técnicas.

## Resultados e Discussão

O filme foi sintetizado a partir de uma solução de 10 mmol L<sup>-1</sup> de K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], 9 mmol L<sup>-1</sup> de FeSO<sub>4</sub> e 17 mmol L<sup>-1</sup> de citrato de sódio mantida sobre agitação magnética por 48 horas juntamente com uma dispersão contendo 2,0 mg de rGO e 0,15 mg de NTC em 20 mL de tolueno. Após o período citado, a formação do filme ocorre com a adição de 100 µL de HNO<sub>3</sub> 14,5 mol L<sup>-1</sup> durante 15 s. Filmes contendo somente rGO/NTC ou AP também foram preparados. O perfil voltamétrico para o filme de AP (Figura 1-a) apresenta picos simétricos, característicos do AP,<sup>4</sup> atribuídos aos processos redox envolvendo o branco da Prússia/azul da Prússia (0,11/0,25 V) e o azul da Prússia/verde de Berlin (0,79/0,93 V), respectivamente.

O mapeamento elementar do filme nanocompósito rGO/NTC/AP utilizando análise dispersiva de raios X (EDX) está apresentado na Figura 1-b. O espectro mostrou picos referentes a presença de C (0,26 keV) e oxigênio (0,51 keV), que são elementos constituintes do material carbonáceo, sinais atribuídos a N (0,38 keV) e Fe (0,71 e 6,40 keV), confirmando a formação do AP no material.

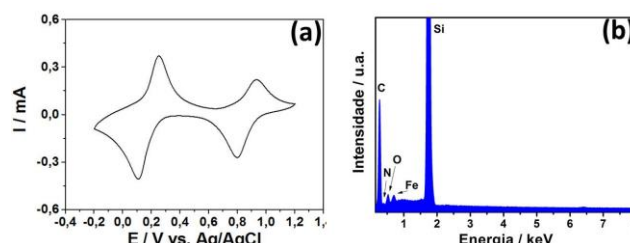


Figura 1. (a) Voltamograma cíclico do filme de AP.  $v$ : 50 mV s<sup>-1</sup>. KCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>. (b) EDX do filme NTC/rGO/AP.

Na Figura 2-a é atestada através das imagens de MEV a presença de folhas de rGO entre os NTCs,. Após a formação do AP (Figura 2-b) nota-se a presença de nanocubos de ~50 nm dispersos sobre todo o filme de NTC/rGO.

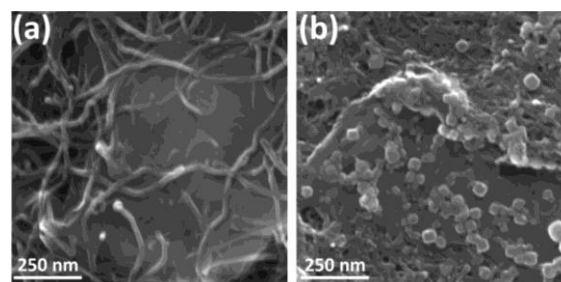


Figura 2. Imagens de MEV dos filmes preparados: a) NTC/rGO e b) NTC/rGO/AP.

## Conclusões

A rota se apresentou eficaz para preparação de nanocompósitos NTC/rGO/AP. Estudos adicionais relacionados à concentração de ácido, tanto na fase orgânica quanto na aquosa, em relação ao tempo de reação estão em andamento visando a otimização e consequente aplicação em sensores e baterias.

## Agradecimentos

FAPEMIG, UFU, CNPq, CAPES, GMIT e GQM-UFPR.

<sup>1</sup> Kong, B.; et al. *Chem. Soc. Rev.*, **2015**, *22*, 7997.

<sup>2</sup> Salvatierra, R.V.; et al. *Chem. Mater.* **2010**, *22*, 5222.

<sup>3</sup> Chiang, Y.D.; et al.. *Eur. J. Inorg. Chem.* **2013**, *18*, 3141.

<sup>4</sup> Jin, U.; et al. *Electrochim. Acta.* **2010**, *55*, 7230.