

# Preparação e caracterização de filmes compósitos nanotubos de carbono/azul da Prússia visando aplicação em baterias transparentes

Edson Nossol\* (PQ), Victor Hugo Rodrigues de Souza (PG) e Aldo José Gorgatti Zarkin (PQ)

Universidade Federal do Paraná

edsonnossol@yahoo.com.br

Palavras Chave: azul da Prússia, baterias

## Introdução

Uma característica importante e inovadora na confecção de baterias utilizadas em dispositivos eletrônicos, e que tem emergido com destaque na literatura, é a necessidade de preparação de baterias transparentes,<sup>1</sup> material esse que pode ser integrado aos componentes do dispositivo, proporcionando a obtenção de um equipamento eletrônico transparente.

O azul da Prússia (AP) se apresenta como um material ideal na aplicação em baterias de íon potássio,<sup>2</sup> com a apresentação simultânea de dois grupos de picos redox e a presença de sítios intersticiais com diâmetro aproximado de 3,2 Å (conferindo um caráter zeolítico e seletivo para esse material), proporcionando um processo reversível de intercalação de íons potássio.<sup>3</sup>

Esse trabalho consiste na preparação de filmes compósitos transparentes entre nanotubos de carbono e AP, com a exploração das propriedades eletroquímicas, visando à aplicação dos mesmos em baterias secundárias de íon potássio

## Resultados e Discussão

A formação do AP sobre os filmes de nanotubos de carbono do tipo multi-paredes (MWCNT) e parede simples (SWCNT), preparados pelo método interfacial e depositados sobre substrato PET, foi realizada através da técnica de voltametria cíclica, em uma solução  $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  em  $\text{KCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , resultando na formação de um filme transparente e flexível de cor azul, como mostrado na Figura 1-a. Os filmes PET/SWCNT/PB e PET/MWCNT/PB mostraram excelente estabilidade quando da aplicação de 50 ciclos voltamétricos em  $\text{KCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , de acordo com os voltamogramas apresentados na Figura 1-b e 1-c, respectivamente.

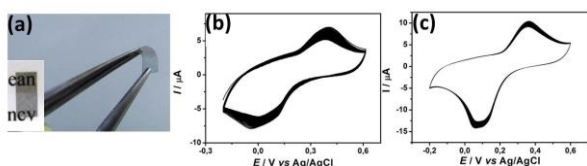


Figura 1. (a) Imagem do filme PET/SWCNT/PB. Voltamogramas cíclicos do filme (a) e do compósito PET/MWCNT/PB.

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para ambos os filmes compósitos (Figura 2-a e 2-b) revelam a presença de nanocubos de AP decorando os nanotubos de carbono.

Os filmes compósitos MWCNT/AP e SWCNT/AP analisados por espectroscopia Raman apresentaram, além das bandas características de cada tipo de nanotubo, bandas atribuídas ao hexacianoferrato de ferro. Os estudos galvanostáticos para o filme SWCNT/PB (Figura 2-c) revelam uma capacidade específica máxima de  $8,3 \text{ mA.h cm}^{-2}$ , utilizando uma janela de  $0,8 \text{ V}$ . A diferença de potencial que acarreta em histerese aumenta linearmente com o aumento da densidade de corrente, variando de um valor de  $0,15 \text{ V}$  ( $2,5 \mu\text{A}$ ) até  $0,61 \text{ V}$  ( $20 \mu\text{A}$ ).

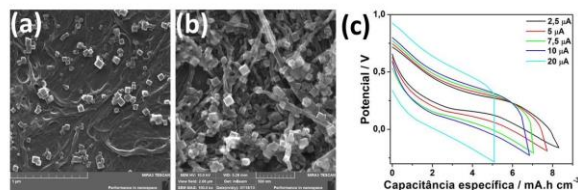


Figura 2. Imagens MEV dos filmes SWCNT/PB (a); MWCNT/PB (b); (c) dados galvanostático de (a).

Outra característica importante observada para o filme nanocompósito SWCNT/AP foi a preservação da estrutura zeolítica do material mesmo após a aplicação de correntes elevadas (máximo  $20 \mu\text{A}$ ).

## Conclusões

Filmes compósitos SWCNT/AP e MWCNT/AP foram preparados e caracterizados. Os resultados eletroquímicos obtidos são muito expressivos, visto a pequena massa utilizada e as características flexível e transparente do material, abrindo a possibilidade de aplicação em dispositivos sólidos.

## Agradecimentos

UFPR, INCT Nanomateriais de carbono, CNPq, NENNAM (Pronex-F. Araucária/CNq)

<sup>1</sup>Yang, Y., Jeong, S., Hu, L., Wu, H., Lee, S. W., Cui, Y. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2011**.

<sup>2</sup>Wessels, C. D., Huggins, R. A., Cui, Y. *Nat. Commun.* **2011**, 2, 550.

<sup>3</sup>Li, Z., Chen, J., Li, W., Chen, K., Nie, L., Yao, S. J. *Electroanal. Chem.* **2007**, 603, 59.