

PESQUISA MOVIMENTA INOVAÇÃO. INOVAÇÃO MOVIMENTA O FUTURO.

XXVIII ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES E
X MOSTRA ACADÊMICA DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

07 e 08 de OUTUBRO de 2020
UCS CAMPUS-SEDE - CAXIAS DO SUL



UCS
UNIVERSIDADE
DE CAXIAS DO SUL
PESSOAS EM
MOVIMENTO

PROBIC/PROBITI Desenvolvimento de estruturas carbonosas para aplicação em supercapacitores e baterias

Grafeno - Supercapacitores

Autores: Tayse Circe Turossi, Ademir José Zattera

NTPol
(P-O-I-I-m-e-r-o-s)
Núcleo de Tecnologia e Processos de Materiais Poliméricos

INTRODUÇÃO / OBJETIVO

A utilização do grafite como matéria prima para a obtenção de novos materiais carbonosos, como o óxido de grafite, óxido de grafeno e grafeno, tem sido muito estudadas atualmente. O mesmo consiste em camadas de carbono que são empilhadas em uma sequência AB e estão ligadas por uma fraca interação de Van der Waals produzida por um orbitário π deslocado. As camadas de carbono no grafite são conhecidas como camadas de grafeno.

Para obtenção de óxido de grafite, o método químico mais utilizado é o de Hummers. Já para obtenção de grafeno e nanoplaquetas de grafeno por via mecânica, o método de moagem é o mais utilizado.

Neste trabalho verificou-se rotas de obtenção de estruturas a base de carbono, com propriedades condutivas e dielétricas, para aplicação em dispositivos de energia (baterias, supercapacitores, eletrodos, separadores, etc). Dessa forma, serão apresentados os resultados da caracterização do grafite comercial (G-C), das nanoplaquetas de grafeno comerciais (NPG-C) e das nanoplaquetas de grafeno desenvolvidas neste projeto (NPG-UCS).

Para a amostra de grafite comercial (G-C) calculou-se aproximadamente 150 camadas. No entanto, a amostra de nanoplaquetas de grafeno comercial (NPG-C) possui aproximadamente 80 camadas e as nanoplaquetas de grafeno UCS (NPG-UCS) 90 camadas.

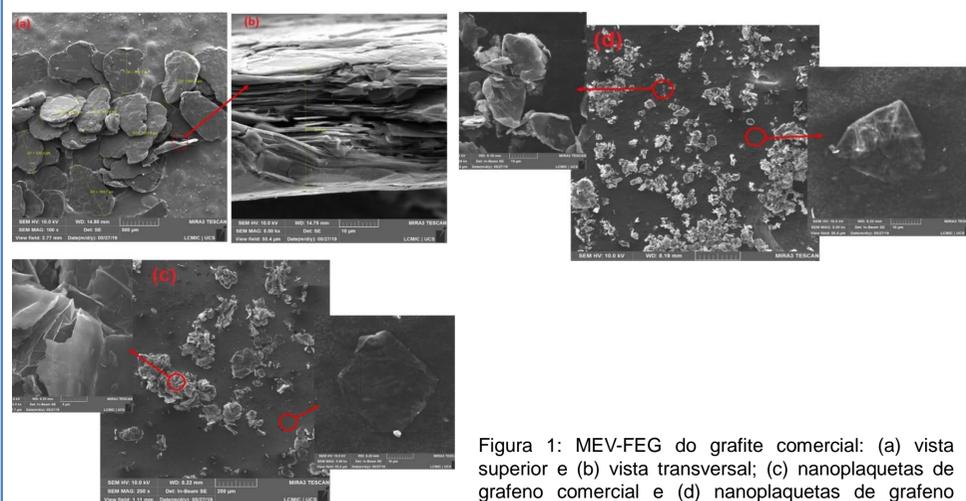
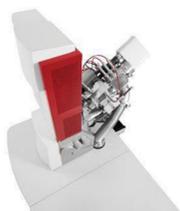


Figura 1: MEV-FEG do grafite comercial: (a) vista superior e (b) vista transversal; (c) nanoplaquetas de grafeno comercial e (d) nanoplaquetas de grafeno UCS.

EXPERIMENTAL

O grafite comercial foi pesado e adicionado em água pura. Em um moinho de alto cisalhamento, a mistura foi moída durante várias horas. Para a caracterização dos materiais foram utilizadas diversas técnicas como: difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-FEG) e dimensionamento de partículas por espalhamento dinâmico de luz (DLS).

Para a análise de MEV-FEG, utilizou-se um microscópio TESCAN MIRA3 do Laboratório Central de Microscopia da Universidade de Caxias do Sul, com uma tensão de aceleração de 15 kV.



Para a análise espalhamento dinâmico de luz (DLS) utilizou-se dimensionador de partículas NANO-flex a fim de estimar os tamanhos médios das partículas dispersas em água.



Na análise de DRX, utilizou-se um equipamento da marca Shimadzu, modelo XRD-6000, radiação monocromática de $\text{Cu K}\alpha$ ($\lambda = 0,1542 \text{ nm}$), corrente de 30 mA e tensão de 40 kV numa faixa de $2\theta = 2^\circ$ a 40° , com velocidade de varredura de $2^\circ/\text{min}$.

Para a estimativa do número de camadas dos compostos de grafeno formados, utilizou-se a combinação da equação de Scherrer e da Lei de Bragg.

Equação de Scherrer

$$D_{hkl} = \frac{K\lambda}{\beta \cos(\theta)}$$

Onde:

D - diâmetro médio das partículas
 K - constante que depende da forma das partículas (sefera = 0,94)
 λ - comprimento de onda da radiação eletromagnética
 θ - ângulo de difração
 β (2 θ) - largura na metade da altura do pico de difração

LEI DE BRAGG

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

- λ = comprimento de onda do raio X incidentes
- d = espaçamento interplanar
- θ = ângulo de difração
- n = múltiplo inteiro do comprimento de onda

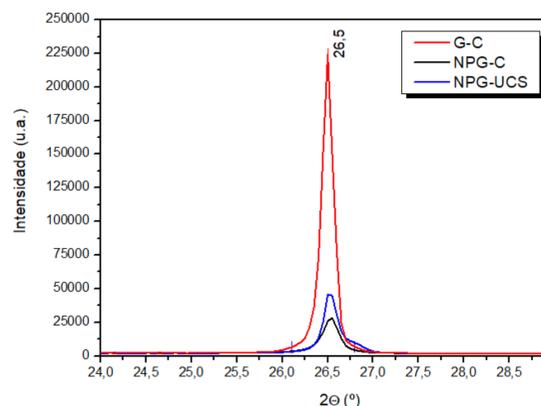


Figura 2: Difratograma de DRX para as amostras de grafite comercial (G-C), nanoplaquetas de grafeno comercial (NPG-C) e nanoplaquetas de grafeno UCS (NPG-UCS).

CONCLUSÕES

Após a moagem do grafite comercial obteve-se um material de ótima qualidade, com estrutura muito semelhante as nanoplaquetas comerciais. As semelhanças estruturais entre as nanoplaquetas de grafeno comerciais (NPG-C) e as nanoplaquetas de grafeno UCS (NPG-UCS) foram observadas em todas os ensaios de caracterização aplicados. Nas micrografias de MEV-FEG observou-se em ambas as amostras partículas pequenas, com tamanho homogêneo, além da presença de folhas semi-transparentes, típicas de grafeno com poucas camadas. Os tamanhos médios de partículas, além do número de camadas estimados também são muito próximos.

Diante destes resultados, considera-se que o material desenvolvido neste projeto tem grande potencial de aplicabilidade em semicondutores e baterias, podendo substituir as nanoplaquetas de grafeno comerciais

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a micrografia obtida por MEV-FEG das amostras de grafite comercial (Fig. 1a e 1b), das nanoplaquetas de grafeno comercial (Fig. 1c) e das nanoplaquetas de grafeno UCS (Fig. 1d).

Observa-se que o grafite comercial é formado por partículas grandes, com tamanho médio de $600 \mu\text{m}$ (Fig. 1a), além disso, é possível identificar a presença de diversas camadas (Fig. 1b). Já a amostra de nanoplaquetas de grafeno comercial apresentou-se em partículas menores, com tamanho médio de $65 \mu\text{m}$ e espessura de 80 nm , e a presença de folhas de grafeno muito finas, praticamente transparentes. A amostra de nanoplaquetas de grafeno UCS, produzidos neste projeto, apresentaram características semelhantes às da amostra de nanoplaquetas de grafeno comercial, sendo o tamanho médio das partículas de $30 \mu\text{m}$ e espessura de 120 nm .

A Figura 2 apresenta os difratogramas de DRX para as amostras estudadas. Para todas as amostras observou-se a presença de um único pico em torno de $26,5^\circ$, típico dos material carbonosos. Dessa forma, com as aplicação das equações de Scherrer e de Bragg, calculou-se o número de camadas das amostras. As nanoplaquetas de grafeno comercial apresentaram o número menor de camadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, M. L. M.; MATSUSHIMA, J. T.; BALDAN, M. R. Síntese e caracterização de óxido de grafeno e/ou grafeno pelo método de oxidação química da grafite visando suas aplicações como materiais nanoestruturados em capacitadores, 2015. 39. Relatório final de iniciação científica (PIBIC/CNPq/INPE) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2015.

CHUNG, D. D. L. Review graphite. *Journal of Materials Science*, v. 37, p. 1475-1489, 2002.

MARCANO, D. C.; DMITRY, V. K.; BERLIN, J. M.; SINITSKII, A.; SUN, Z.; SLESAREV, A.; ALEMANY, L. B.; LU, W.; TOUR, J. M. Improved synthesis of grapheme oxide. *ACS Nano*, v. 4, p. 4806-4814, 2010.

CHEN, W.; RAKHI, R. B.; HU, L.; XIE, X.; CUI, Y.; ALSHAREEF, H. N. High-Performance Nanostructured Supercapacitors on a Sponge. *Nano Letters*, v. 11, n. 12, p. 5165-5172, 2011.

YUAN, L.; LU, X.; XIAO, X.; ZHAI, T.; DAI, J.; ZHANG, F.; HU, B.; WANG, X.; GONG, L.; CHEN, J.; HU, C.; TONG, Y.; ZHOU, J.; WANG, Z. L. Flexible Solid-State Supercapacitors Based on Carbon Nanoparticles/MnO₂ Nanorods Hybrid Structure. *Acs Nano*, v. 6, n. 1, p. 656-661, 2011.

GUSSOW, M. *Eletricidade básica*. São Paulo: McGraw-Hill, 2004.

BOCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: Funcionamento e impacto, ambiental. *Revista Química Nova*, v. 5, p. 222, 2000.