

## Óxido de grafeno: Síntese e redução com o flavonóide naringenina.

Sumye T. das Virgens\* (IC), Gilmar da S. Ferasso (IC), Douglas N. Ferreira (IC), Maura V. Rossi (PQ), Anamaria D. P. Alexiou (PQ).

\*sumye.taniguti@hotmail.com

Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie Rua da Consolação 930, São Paulo, SP, (CEP 01302-00).

Palavras Chave: óxido de grafeno, naringenina, redução química.

### Introdução

Estudos sobre a funcionalização do grafeno são de vital importância para entender suas aplicações. Um dos métodos empregados na obtenção do grafeno consiste na redução de seu óxido (GO), a qual pode ser realizada por processos químicos, térmicos ou fotoquímicos. Na maioria das vezes, tal redução envolve materiais explosivos ou poluentes, o que pode acarretar em danos ambientais<sup>1</sup>. Uma alternativa mais branda foi empregada por Liao e colaboradores<sup>2</sup> que utilizaram extrato de chá verde na redução do GO. Na procura por redutores ambientalmente corretos, uma opção seria utilizar flavonoides, que normalmente encontram-se presentes em extratos de plantas. A naringenina é um flavonóide que vem sendo estudado por apresentar várias propriedades biológicas e farmacológicas<sup>3</sup>. Assim, nesse trabalho será apresentada a síntese do GO e sua reação com a naringenina.

### Resultados e Discussão

O óxido de grafeno foi obtido pelo método de Hummers modificado<sup>4</sup> e foi caracterizado por espectroscopia eletrônica e Raman.

A redução do GO com a naringenina foi feita de acordo com o procedimento descrito por Liao e colaboradores<sup>2</sup>. 2,5 mL de uma solução  $9,18 \cdot 10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup> de naringenina em metanol foi adicionada em 7,5 mL de solução  $1,33 \text{ g.L}^{-1}$  do GO em água. Essa mistura foi colocada num banho ultrassônico por 30min em temperatura ambiente e logo após, a solução foi mantida aquecida a 80°C por 8h. Obteve-se uma solução homogênea de cor marrom (figura 1).



Figura 1. Imagem obtida após aquecimento por 8 horas a uma temperatura de 80 °C.

O espectro eletrônico da naringenina (figura 2) apresenta bandas em 210, 288 e um ombro ao redor de 330nm que são atribuídas as transições  $\pi-\pi^*$  dos anéis A e B dos flavonoides, enquanto o do GO (figura 2b) mostra uma banda larga ao redor de 231nm e um ombro ao redor de 300nm, devido às transições  $\pi-\pi^*$  das ligações C=C e  $n-\pi^*$  das ligações C=O, respectivamente. Após a reação do GO com

a naringenina, o espectro eletrônico da mistura apresenta um pequeno deslocamento das bandas do flavonóide e elevação da linha base ao redor de 250nm. Tal fato foi atribuído a formação do óxido de grafeno reduzido, que segundo literatura<sup>2</sup>, apresenta uma banda em 278nm. Devido a grande intensidade das bandas do flavonóide não é possível observar diretamente banda do GO reduzido. Assim, obteve-se um gráfico da diferença entre as bandas do GO na presença e na ausência de naringenina e uma nova banda pode ser observada em 268nm.

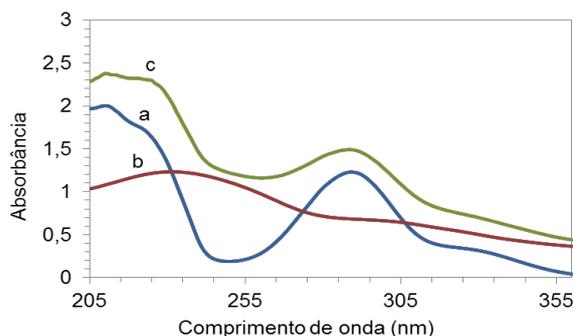


Figura 2. Espectros eletrônicos de soluções de  $9,2 \cdot 10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup> da naringenina (a),  $1,33 \text{ g.L}^{-1}$  do GO (b) e da mistura do GO com a naringenina (c).

O espectro Raman da grafite apresenta as bandas D e G em  $1361$  e  $1586 \text{ cm}^{-1}$ , enquanto no GO elas se deslocam para  $1367$  e  $1598 \text{ cm}^{-1}$ . Após a reação com a naringenina o espectro da grafite é regenerado.

### Conclusões

Os dados obtidos sugerem que a naringenina é capaz de reduzir o óxido de grafeno e manter a solução estável por vários dias.

### Agradecimentos

Ao Fundo Mackenzie de Pesquisa pelo auxílio concedido.

<sup>1</sup>Kuila, T.; Bose, S.; Mishra, A. K.; Khanra, P.; Kim, N. H. e Lee, J. H. *Prog. Mater. Sci.*, **2012**, *57*, 1061.

<sup>2</sup>Liao, R.; Tang, Z.; Lei, Y.; Guo, B. *J. Phys Chem. C*, **2011**, *115*, 20740.

<sup>3</sup>Hu, Y.-J.; Wang, Y.; Yang, Y. O.; Zhou, J. e Liu, Y. *J. Lumin.* **2010**, *130*, 1394.

<sup>4</sup>Krishnamoorthy, K.; Veerapandian, M.; Yun, K.; Kim, S.-J. *Carbon*, **2013**, *53*, 38.