

# Funcionalização de Nanotubos de Carbono para Biodispositivos

## Nanoestruturados

Elaine C. R. Vaz\* (IC), Ricardo Schneider (PG) e Petrus Santa Cruz (PQ) . \* elaine@renami.com.br

Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, 50740-540 Recife-PE, Brasil.

Palavras Chave: nanotubos, grupos funcionais, funcionalização.

### Introdução

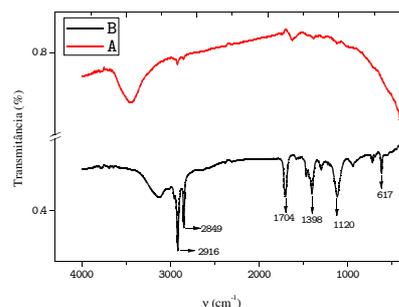
A funcionalização de nanotubos de carbono possibilita a ligação de moléculas mais complexas, como DNA, aminoácidos e marcadores luminescentes, através de grupos inseridos previamente<sup>1</sup>. O objetivo deste trabalho é a modificação da superfície de nanotubos de múltiplas camadas (MWCNTs) por grupos que viabilizem reações posteriores com moléculas de interesse específico. A continuação do trabalho busca a inserção de PNA (*Peptide Nucleic Acid*) aos MWCNTs modificados. Esses nanotubos funcionalizados com PNA serão, em trabalho futuro, parte ativa de dispositivos para diagnóstico precoce de câncer de pele, atuando no reconhecimento de DNA<sup>2</sup>.

### Resultados e Discussão

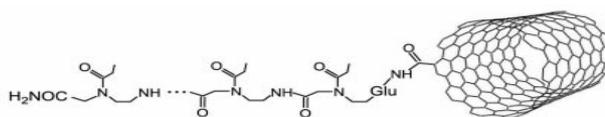
A inserção de grupos carboxílicos à superfície dos MWCNTs foi realizada através de tratamento com ácidos sulfúrico e/ou nítrico. Foram avaliados parâmetros como tempo de tratamento, concentração relativa dos ácidos e banho ultra-sônico durante o tratamento.

A caracterização dos MWCNTs submetidos ao tratamento foi realizada por TGA e FT-IR. As análises de TGA mostram substancial evolução das curvas características em função do tempo de tratamento ultra-sônico, fator determinante na quantidade de grupos inseridos, por aumentar a superfície disponível para ataque ácido, através da desaglomeração dos nanotubos por sonicação.

As análises por FT-IR confirmam a inserção de grupos nitrosos através do tratamento com HNO<sub>3</sub> concentrado, e a inserção de grupos sulfônicos à superfície dos nanotubos através de tratamento com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Quando o tratamento é realizado com uma mistura desses ácidos, os resultados variam de acordo com a concentração relativa dos mesmos. O tratamento com ácidos sulfúrico e nítrico 3:1, durante 4,5 h em banho ultra-sônico, apresentou o melhor resultado. Foram verificadas bandas em 1398 cm<sup>-1</sup>, 1120 cm<sup>-1</sup>, 617 cm<sup>-1</sup>, características de ácidos sulfônicos, e 1704 cm<sup>-1</sup>, característica de ácidos carboxílicos (figura 1). Com os grupos funcionais inseridos, pretende-se substituir o grupo -OH por ésteres, e subsequente acoplamento com PNA (figura 2). Para tanto, alguns testes foram realizados com êxito utilizando Guanosina 5'-monofosfato (GMP), sal dissódico hidratado, representando o PNA.



**Figura 1.** Espectros FT-IR de MWCNTs: A - sem tratamento ácido; B - submetidos a tratamento com ácidos sulfúrico e nítrico (3:1) por 4,5 h em banho ultra-sônico.



**Figura 2.** Nanotubo de carbono funcionalizado com PNA. (adaptado da Ref. [2])

### Conclusões

A maioria dos trabalhos da literatura refere-se à funcionalização de SWCNTs, que apresentam maior homogeneidade. No presente trabalho, caracterizou-se MWCNTs modificados para funcionalização com PNA. As análises de TGA e FT-IR confirmaram modificação nos MWCNTs submetidos a tratamento ácido, resultando no aumento da reatividade dos mesmos. Houve inserção de grupamentos de ácido sulfônico (-SO<sub>3</sub>H) na superfície dos nanotubos através de tratamento com ácido sulfúrico, e inserção de grupamentos nitrosos (-NO) por tratamento com ácido nítrico. Quando os nanotubos são submetidos a tratamento com uma mistura de ácidos nítrico e sulfúrico, o tipo de grupo funcional inserido varia de acordo com a concentração relativa dos ácidos e com o tempo de reação em banho ultra-sônico. Através da inserção desses grupos funcionais, pôde-se acoplar GMP, utilizado aqui como representante de um monômero de PNA.

### Agradecimentos

FACEPE, RENAMI, INCT-INAMI, CNPq e CAPES.

<sup>1</sup>Kam, N. W. S.; Jessop, T. C.; Wender, P. A. e Dai, H. *J. Am. Chem. Soc.* 2004, 126, 6850.

<sup>2</sup>Williams, K. A.; Veenhuizen, P. T. M.; De La Torre, B. G.; Eritja, R. e Dekker, C. *Nature* 2002, 420, 761.