

# Preparação de Amostras de Nanotubos de Carbono utilizando Técnica de Alta Pressão



Guilherme Silva Almeida<sup>1</sup> (guilherme.almeida@ufrgs.br),  
Pâmela Andréa Mantey dos Santos<sup>1</sup>, Márcia Russman Gallas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Altas Pressões e Materiais Avançados (LAPMA) - Instituto de Física, UFRGS



## Introdução

Os nanotubos de carbono (NTC) são nanoestruturas formadas por folhas de átomos de carbono dispostas em formas cilíndricas produzidas, entre outras maneiras, com o método de deposição química por vapor (CVD). Os NTC apresentam diversas propriedades elétricas, térmicas e mecânicas de grande valor para diversas áreas tecnológicas, como óptica, eletrônica e novos materiais. Porém, ainda são poucos os estudos sobre a produção de compactos de NTC na forma autossustentada, isto é, uma matriz constituída apenas de nanotubos de carbono.

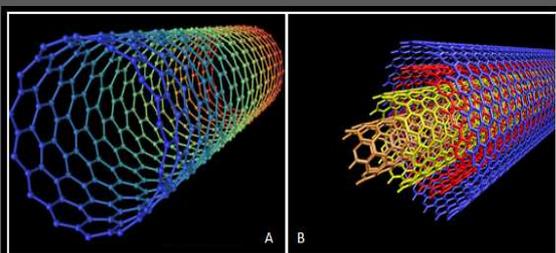


Figura 1 – Esquema Gráfico de Nanotubos de Carbono  
a) Nanotubos Simples; b) Nanotubos de Paredes Múltiplas

## Objetivos

O objetivo deste trabalho é a produção e caracterização de estruturas autossustentadas na forma de *bulk* constituídos por nanotubos de carbono de paredes múltiplas (NTCPM). Para isso utilizamos a técnica de processamento em altas pressões. As alterações provocadas devido ao processamento serão analisadas a partir de técnicas de Espectroscopia Raman, DRX, TEM e BET. No estágio atual do projeto as caracterizações de TEM e DRX para algumas amostras já foram realizadas. Posteriormente, todas as amostras serão analisadas antes e depois do processamento em altas pressões com as técnicas descritas acima.

## Metodologia

Os NTCPM foram obtidos da Bayer®, produzidos a partir do método CVD, utilizando Co como catalisador. Estes NTC foram funcionalizados de duas maneiras distintas: ácido nítrico (menos agressivo) e ácido nítrico mais ácido sulfúrico (mais agressivo). As amostras analisadas estão identificadas na Tabela 1.

Amostra	Nomenclatura sem processamento	Nomenclatura após processamento
Baytubes	B	Bp
Baytubes/HNO <sub>3</sub>	BN	BNp
Baytubes/HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	BNS	BNSp

Tabela 1 – Identificação das amostras

Utilizando uma câmara de alta pressão do tipo toroidal acoplada a uma prensa hidráulica de 1000 tonf, as amostras foram processadas a 4.0 GPa. Como meio transmissor de pressão foi utilizado grafite e o processamento ocorreu a temperatura ambiente por 10 minutos.

### Agradecimentos

- CNPq;
- PROPESQ-UFRGS;
- CAPES;
- CME-UFRGS;
- FAPERGS;

## Resultados

Como resultado do processamento foram obtidas amostras cilíndricas de NTCPM com diâmetros de cerca de 4 mm e altura de 5 mm. A Figura 2 apresenta as amostras obtidas.



Figura 2 – Amostras obtidas após aplicação de alta pressão.

### DRX

A Figura 3 mostra a análise dos padrões DRX obtidos a partir das amostras originais, sem processamento. Os quadrados representam picos característicos de NTC, no qual observamos que as estruturas continuam praticamente inalteradas, mesmo após a funcionalização.

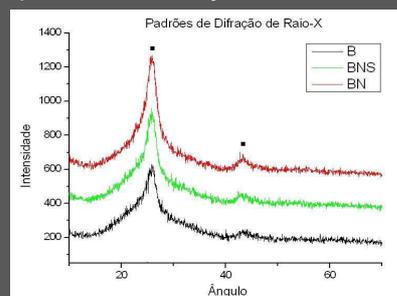


Figura 3 – DRX das amostras B, BN e BNP

### TEM

As Figuras 4 e 5 mostram imagens de TEM, onde é possível visualizar a diferença entre as amostras que sofreram processamento, como um maior aglomeramento das mesmas. Também é possível a observação de rupturas e deformações causadas possivelmente pela alta pressão.

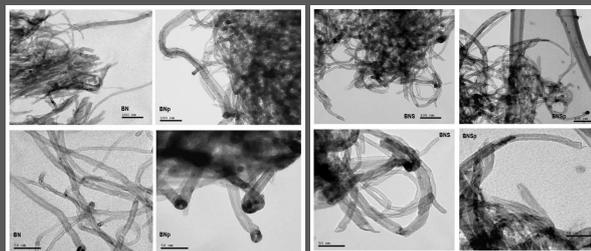


Figura 3 – TEM das amostras BN e BNP

Figura 4 – TEM das amostras BNS e BNSp

## Considerações Finais

O projeto ainda está em andamento. Caracterizações como espectroscopia Raman e BET ainda não tiveram seus resultados analisados. Porém, podemos afirmar que estes resultados preliminares mostram que uma funcionalização mais severa dos NTC melhora a sua reatividade, deixando-os mais suscetíveis a formação das estruturas autossustentadas. Como passos futuros, pretendemos realizar a análise de caracterizações já realizadas, processamentos com aplicação de alta temperatura (400 °C) e sob ação de pressões ainda maiores (7.7 GPa).

### Referências

- SANTOS, P. A. M. Avaliação de nanotubos de carbono submetidos à alta pressão. 2011. 84 f. Tese (Mestrado Acadêmico em Nanociências) - Centro Universitário Franciscano, UNIFRA, Brasil.