

Sergio Augusto V. Jannuzzi\*, Mara Adriana Canesqui, Stanislav Moshkalev

sergio@ccs.unicamp.br

CENTRO DE COMPONENTES SEMICONDUTORES – CCS – Universidade Estadual de Campinas

Financiamento: PIBIC/CNPq.

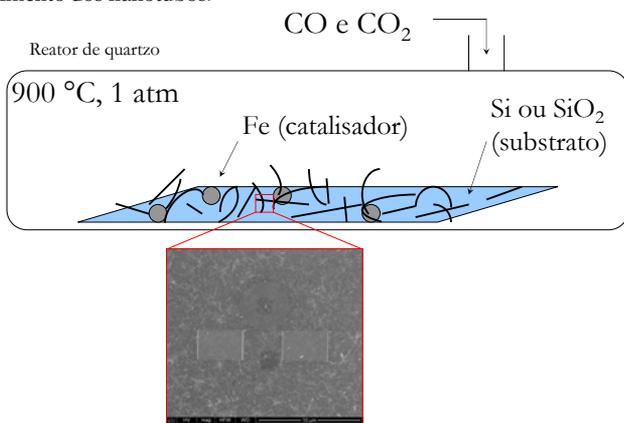
Palavras-chave: Nanotubos de carbono – Espectroscopia Raman – Microscopia de força atômica

## Introdução

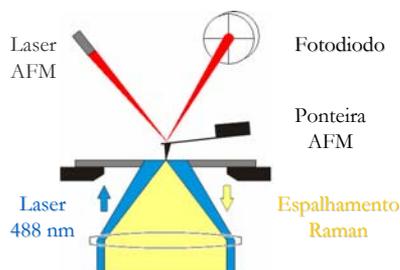
A técnica de espalhamento Raman é amplamente utilizada para caracterização de objetos nanoestruturados como nanotubos de carbono e grafeno (folhas finas de grafite). A associação entre espectroscopia micro-Raman e microscopia de força atômica permite investigação da morfologia, da distribuição espacial, de propriedades eletrônicas e estruturais de objetos nanoestruturados. A correlação dessas características é de fundamental importância para o aprofundamento do conhecimento de tais sistemas e para a identificação de suas possíveis aplicações na construção de dispositivos microeletrônicos e sensores químicos e físicos.

## Metodologia

### Crescimento dos nanotubos:



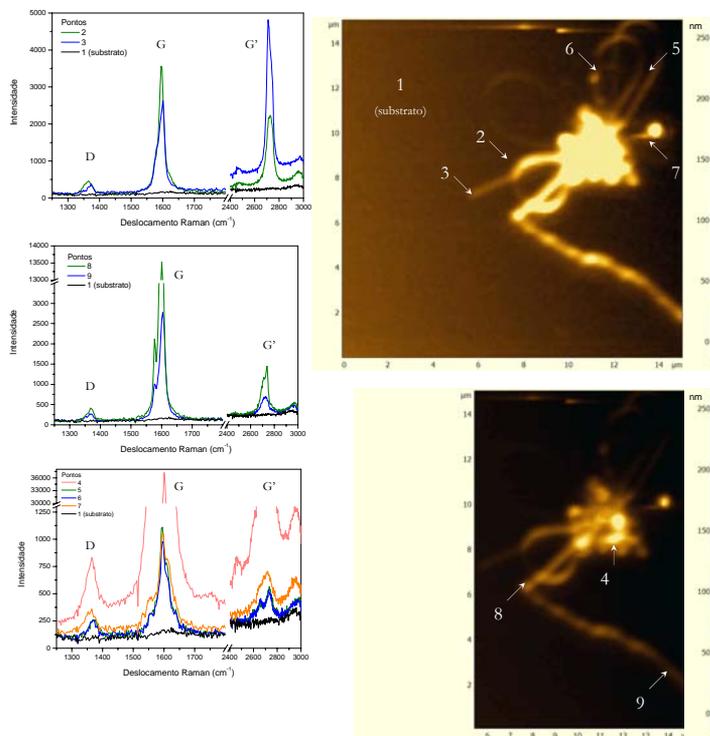
**Análise:** microscópio NTEGRA Spectra NT-MDT com espectrômetro Raman e módulo para microscopia de varredura por sonda.



**Figura 1:** esquema do microscópio utilizado: amostra em suporte transparente pode ser analisada por Raman confocal e/ou por AFM.

- SWNT tem uma componente nas bandas D e G'. DWNT tem duas componentes nas bandas D e G'.
- Nanotubo semicondutor: banda tipo Lorentziana; metálico: tipo BWF.
- A qualidade dos nanotubos é proporcional à razão entre as intensidades das bandas G e D.

## Resultados



**Figura 2:** microscopia Raman confocal de nanotubos de carbono de parede dupla e simples (direita) e espectro Raman dos pontos indicados (esquerda).

**Tabela 1:** resultados da análise dos espectros Raman mostrados na Figura 2.

Pontos	2	3	4	5	6	7	8	9
Nanotubo	SWNT	DWNT	ambos	DWNT	DWNT	DWNT	DWNT	ambos
Caráter	Semicondutor	Semicondutor	Semicondutor	Metálico	Metálico	Metálico	Semicondutor	Semicondutor
Qualidade	Média	Média	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Média
$I_G/I_D$	8,0	8,8	45,7	1,3	1,2	1,4	33,6	11,2

## Conclusão

O método de crescimento de nanotubos de carbono rendeu DWNT metálicos de baixa qualidade dispostos em forma de alça e SWNT e DWNT semicondutores de maior qualidade dispostos em feixes lineares.

## Agradecimentos

Dra. Carla Veríssimo – imagem SEM. Pessoal do CCS.  
Amostra DWNT – Helsinki University of Technology. CNPq.