

## 6

# Conclusões

Nanotubos de carbono têm atualmente suas propriedades do ponto de vista teórico bem conhecidas e descritas em vasta literatura, e a idéia de se produzir essas estruturas dopadas com átomos vizinhos na tabela periódica é embasada no conhecimento teórico e experimental para a dopagem de semicondutores tradicionais. Uma idéia que não deve fugir à mente é que quando se fala de estruturas dopadas estamos nos referindo à presença do elemento dopante em partes por milhão(ppm). Como se mostrou nesse trabalho, a taxa média de incorporação de nitrogênio é da ordem de [1-2]%, um número grande o suficiente para que seja considerado a formação de material composto ao invés de nanotubos dopados.

A funcionalização das paredes de nanotubos pode apresentar duas formas de incorporação. Nitrogênio substitucional e nitrogênio em forma piridínica onde a existência de duas ligações insatisfeitas aumenta a reatividade na superfície. Esse tipo de incorporação é interessante quando, por exemplo, se deseja usar nanotubos como sensores de gás. Via de regra um dado importante é a razão entre os picos de nitrogênio substitucional e piridínico, que pode indicar a presença de tubos mais reativos.

As análises realizadas mostram que o processo de spray-pirólise permite limitado controle do material na região de crescimento sendo extremamente dependente do aparato experimental usado. Por exemplo, a formação de nitrogênio gasoso parece ser de difícil controle, apenas se apresentando mais provável quando ocorre aumento no material precursor (e isso é esperado) e quando a temperatura aumenta.

Os resultados obtidos mostram que é possível produzir MWNT de carbononitrogênio de boa qualidade para diferentes combinações precursor / temperatura. Em todos os casos aqui estudados foi observada a incorporação do nitrogênio nas formas substitucional e piridínica, porém não se verificou o deslocamento do pico Raman G de segunda ordem, ao contrário do observado por Bulusheva *et. al.* na referência [47], quando se aumenta a quantidade de acetonitrila ou propionitrila no material precursor, embora a redução da intensidade nesse pico tenha sido confirmada.

Para se alcançar taxas de incorporação que correspondam à dopagem (ppm) é necessário melhorar o processo de fabricação, assim como o necessário desenvolvimento dos equipamentos usados para a detecção de pequenas quantidades incorporadas.

Por último, seria interessante que se reduzisse a escala do aparato experimental no intuito de se melhorar o controle termodinâmico para que se possa alcançar amostras mais reprodutíveis.