

1 Introdução

1.1. Nanotubos de Carbono

A *nanotecnologia* vem despertando muito interesse nas comunidades científicas, e principalmente ao longo das últimas décadas, muito esforços foram feitos no sentido de atingir o tão desejado controle em nível atômico e molecular sobre os processos industriais. Com o surgimento dos materiais nanoestruturados e objetos de dimensões nanométricas, e em função deles, novas técnicas de caracterização foram projetadas e implementadas.

Um dos frutos desse interesse pelo domínio das pequenas dimensões foi a obtenção dos nanotubos de carbono (NTC) observados pela primeira vez por Sumio Iijima em 1991 [1] durante os estudos da superfície dos eletrodos de grafite utilizados para a síntese de fulerenos [2]. Imediatamente após o seu descobrimento na forma de paredes múltipla, nanotubos de carbono de paredes simples foram encontrados [3, 4].

A Figura (1) mostra uma ilustração da configuração atômica de uma seção de um nanotubo de carbono.

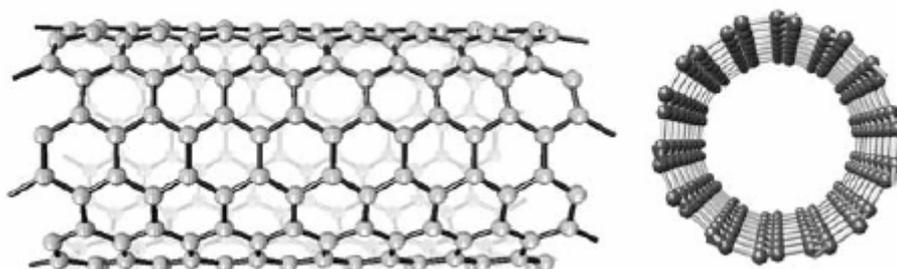


Figura 1_ Vista lateral e frontal da configuração atômica de uma seção de um nanotubo de carbono. A estrutura cristalina deste tubo particular é denotada como (7, 7).

Em um nanotubo, os átomos de carbono formam uma estrutura cilíndrica quase unidimensional feita de uma camada de grafite, podendo chegar até alguns micrometros de comprimento e um nanômetro de diâmetro. Ao longo da direção do eixo do cilindro podem ser considerados como infinitamente compridos (aproximadamente 10^4 átomos ao longo de um micrometro), enquanto que ao longo da circunferência têm só uns poucos átomos (≈ 20). Tais sistemas de baixas dimensões devem exibir um número interessante de propriedades físicas, motivo pelas quais têm sido tema de pesquisas no mundo todo, abrindo novos horizontes para seu estudo mais completo [5], gerando assim, novos conceitos e uma grande variedade de experiências. Suas propriedades eletrônicas são verdadeiramente impressionantes e tem recebido a maioria das atenções, pois, embora os nanotubos de carbono sejam constituídos puramente de átomos de carbono, suas propriedades físicas podem variar significativamente dependendo sensivelmente da estrutura microscópica do tubo. O mais proeminente é seu caráter metálico ou semicondutor, aproximadamente 2/3 das possíveis estruturas de nanotubos são semicondutoras e 1/3 são metálicas. Também foi relatado que podem suportar correntes de até 10^9 A/cm² [6] e são considerados as fibras mais resistentes da natureza com um módulo de Young medido em nanotubos de paredes simples da ordem de 1 T Pa, aproximadamente 1000 vezes maior do que o aço, e uma resistência a tensão de aproximadamente 1 GPa [7]

Os esforços sistemáticos para caracterizar e desenvolver novas técnicas de síntese têm aberto o caminho para medir e controlar as propriedades dos nanotubos individuais. Diversas propriedades físicas e químicas tem sido mostradas e estão sendo estudadas para uma grande variedade de aplicações, como por exemplo, os nanotubos de carbono como emissores de campo em painéis eletrônicos, nanosondas em microscopia de varredura, microeletrodos em reações bioeletroquímicas, trilhas condutoras em nanotransistores, meios para estocagem de hidrogênio, como fibras para a elaboração de “músculos” artificiais, e estão atraindo a atenção como novos materiais para suporte de catálise heterogênea [8-13].

Neste último campo da catálise os NTC tem sido usados satisfatoriamente e têm se mostrado até o presente como materiais para suporte de catalisadores com propriedades superiores aos outros materiais conhecidos tais como: o carbono

ativado, fuligem, ou grafite [14]. A principal vantagem de utilizar os NTC como materiais suportes para catálise é devido ao fato de possuírem uma grande área superficial (grande razão comprimento-diâmetro) e uma boa condutividade elétrica, quando comparados aos materiais de carbono convencionais, o que faz com que tenha um papel fundamental na sua aplicação como suporte catalítico devido a sua habilidade para dispersar partículas metálicas.

Para desenvolver este novo tipo de sistemas para catálise são necessárias técnicas para decorar a superfície dos NTC com aglomerados de partículas metálicas bem dispersas, especificamente como é o caso desta tese de nanopartículas de cobalto.

1.2. Objetivos do Trabalho

O objetivo principal desta tese é otimizar um sistema de crescimento de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (NCPMs) utilizando o método de *Spray Pyrolysis*. A meta é encontrar os parâmetros de crescimento ideais de nosso sistema, tais como: temperatura de crescimento, fluxo de gás e solução, concentração, e tempos de depósito adequados para obter nanotubos livres de defeitos e com uma boa qualidade estrutural, para que a sua qualidade superficial seja ótima para permitir que sejam decorados com nanopartículas metálicas, em nosso caso, partículas de cobalto. Para isso foram crescidos nanotubos de carbono variando fundamentalmente o fluxo do gás, da solução e a concentração dos reagentes usados durante o processo de deposição.

Os nanotubos de carbono podem se comportar como eficientes recipientes para a armazenagem de gás e metais. Com tal finalidade e para ampliar a variedade de NTC a serem decorados posteriormente com nanopartículas metálicas, NCPMs dopados com nitrogênio [15] foram crescidos também por *Spray Pyrolysis*.

1.3. Desenvolvimento da Tese

No capítulo dois são descritas brevemente as bases gerais do conhecimento atual sobre os nanotubos de carbono: Sua geometria e propriedades eletrônicas e a sua síntese pelos métodos de deposição por arco elétrico, ablação por laser e deposição química por vapor. Também são descritas algumas de suas aplicações.

No capítulo três é descrito detalhadamente o método de crescimento por *Spray Pyrolysis*, a preparação da solução de partida, e as condições de crescimento empregadas, assim como são analisados os possíveis mecanismos de crescimento. Também é descrito o processo segundo o qual foram decorados os nanotubos de carbono por partículas metálicas de cobalto.

Os resultados nos levam às melhores condições de crescimento descritas no Capítulo quatro. Essa escolha foi feita a partir de caracterizações feitas com Espectroscopia Raman e Microscopia eletrônica de Transmissão (MET). As amostras decoradas com cobalto foram posteriormente caracterizadas com Espectroscopia Raman e Microscopia eletrônica de Varredura (MEV).

Finalmente no capítulo cinco os resultados e discussões são resumidos e as perspectivas para trabalhos futuros são indicadas.