

1

Introdução : Das Fibras de Carbono aos Nanotubos

As fibras de carbono são formadas pelo crescimento filamentar de ligações sp^2 típicas do grafite ao longo de um eixo paralelo ao plano basal formando estruturas com alta razão comprimento-diâmetro[1]. Muitas dessas formas de carbono que foram estudadas na escala micrométrica possuem análogos em escala nanométrica. Embora nanotubos de carbono possam ser crescidos em uma gama de maneiras, uma em especial, o método de spray-pirólise, é bastante semelhante à usada para o crescimento de fibras de carbono : a deposição química na fase de vapor (CVD)[2]. Fibras de carbono crescidas por este método alcançam diâmetros que vão de 100nm até algumas centenas de micrômetros.

Desde o início do século XIX o homem procura por materiais novos com propriedades especiais; e mais recentemente após a 2ª Guerra Mundial, impulsionado por exemplo, pela demanda das indústrias aeronáutica e aeroespacial. Devido ao fato de que as ligações carbono-carbono observadas no grafite são as ligações químicas mais rígidas na natureza, consequência de

sua reduzida distância internuclear e do caráter covalente, os nanotubos de carbono são excelentes candidatos para se enquadrar no quesito dos mais resistentes materiais já produzidos.

A primeira fibra de carbono foi produzida por Thomas A. Edison em busca de um filamento para as primeiras lâmpadas elétricas. Seguindo esse trabalho pioneiro de Edison[3] a pesquisa em filamentos de carbono procedeu de modo mais lento com sua substituição pelos mais resistentes filamentos de tungstênio. O segundo impulso veio na década de 50 quando a indústria buscou estruturas sofisticadas, mais resistentes e mais leves no intuito de construir materiais com propriedades mecânicas superiores. Este foi um período de intensa atividade na busca de materiais filamentosos mais perfeitos, reduzindo os defeitos de fabricação de modo a evitar o aparecimento e propagação de rupturas. O desejo de se sintetizar filamentos mais cristalinos em condições melhores controladas, fez com que a síntese por CVD evoluísse, lançando uma base científica, quanto ao mecanismo e termodinâmica para o crescimento em fase de vapor. Em paralelo a esses estudos outros pesquisadores trabalharam no processo de síntese de fibras de carbono crescidas por vapor conduzindo ao uso comercial corrente ainda na década de 1990 para várias aplicações. Atualmente as pesquisas continuam no sentido de se obter materiais com melhor qualidade e no desejo de se diminuir os custos de produção.

Provavelmente a primeira série de imagens de alta resolução em microscopia de transmissão (HRTEM) de nanotubos de carbono foram obtidas por M.Endo na década de setenta [4, 5]. Endo procurava analisar a estrutura interna de fibras de carbono produzidas a partir da pirólise de benzeno e ferroceno para elucidar o mecanismo de crescimento de modo a controlar a produção em massa de fibras. A necessidade de amostras finas para análise

HRTEM fez com que ele variasse os parâmetros de produção para alcançar fibras finas, menores que 100nm, acabando por encontrar formas de grafite tubular da ordem de nanômetros. Infelizmente esse trabalho causou pouco impacto devido ao fato de que naquele momento os cientistas estavam mais interessados em fibras de carbono com diâmetros da ordem de vários micra. À medida que a pesquisa em escala micrométrica prosseguia, conseguiam-se diâmetros cada vez menores ($< 10nm$), existem trabalhos[6, 7] ainda na década de 70 que mostram nanotubos com diâmetro menor que 10 nm. Nesta altura uma pergunta precisava ser respondida. Qual seria o tamanho mínimo para o diâmetro desses filamentos?

O estímulo para se estudar filamentos de carbono com pequenos diâmetros veio com a descoberta dos fulerenos em 1985 [8]. Em dezembro de 1990 em um encontro sobre compostos de carbono, foram mostrados trabalhos contendo uma nova rota de síntese para fulerenos, e veiculou-se uma proposta no sentido de existirem nanotubos em dimensões comparáveis ao C_{60} . Em 1991 na Filadélfia foi exposto um trabalho sobre a simetria de nanotubos fechados por meias-cascas de fulerenos. Mas foi o importante trabalho de Iijima que suprimiu a lacuna entre modelo teórico e a observação experimental[9].