

V Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí
V Jornada Científica
19 a 24 de novembro de 2012

Nanotubos de Carbono: características e aplicações

Jessiara Garcia PEREIRA¹; Alan Barros de OLIVEIRA²

¹ Licenciada em Física pelo Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *Campus* Bambuí. Aluna do Mestrado em Ciências: Física de Materiais da Universidade Federal de Ouro Preto ² Professor do Departamento de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto.

RESUMO

Diante do apelo pela produção de tecnologias que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, a nanotecnologia tem gerado conhecimentos que prometem revolucionar diversos campos do conhecimento. Porém, apesar deste novo e promissor campo de estudo ser considerado a terceira revolução industrial da humanidade, ele tem sido mal compreendido, gerando desconfianças ou esperanças exacerbadas. Perante este cenário, torna-se importante a divulgação dos estudos que vem sendo desenvolvidos nas universidades e centros de pesquisa, tornando o conhecimento acessível, bem como desmistificando possíveis equívocos. Um dos estudos mais promissores relacionados à nanotecnologia refere-se às pesquisas com nanotubos de carbono. Estes nanotubos são estruturas que podem ser representadas por uma folha de grafeno enrolada, sendo que o mais interessante é o fato de que as diferentes formas de “enrolar” uma folha de grafeno para formar o nanotubo, bem como seus diferentes diâmetros, geram estruturas com características totalmente diferentes umas das outras, fazendo com que este material possa ter características de um isolante, um semicondutor ou um metal. Por considerar relevante o conhecimento sobre este novo material, pretende-se apresentar neste trabalho os principais aspectos que envolvem a estrutura e as características dos nanotubos de carbono, descrevendo também algumas aplicações desenvolvidas recentemente.

Palavras-chave: nanotecnologia, nanotubos de carbono, novos materiais.

V Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí
V Jornada Científica
19 a 24 de novembro de 2012

INTRODUÇÃO

O progresso científico e tecnológico tem repercussão direta na qualidade de vida das pessoas. Não é preciso ir muito longe para constatar que o conhecimento produzido nos centros de pesquisa tem impacto direto sobre a produção de alimentos, desenvolvimento de novos medicamentos e aparelhos hospitalares, bem como nos setores de informação e entretenimento.

Grande parte destas conquistas deve-se ao desenvolvimento da nanotecnologia, uma nova área da ciência que se dedica ao estudo das estruturas que possuem dimensão igual a um bilionésimo de um metro (10^{-9} metros). Segundo Amer (2010), o que torna os materiais nanométricos tão especiais é o fato de que seu comportamento é essencialmente diferente daquele observado nos grupos maiores. Isso ocorre porque no nível nanométrico os efeitos quânticos são determinantes na descrição do comportamento dos sistemas, podendo ser observados novos fenômenos.

Apesar da nanotecnologia ser considerada a próxima revolução industrial e prometer grande impacto em todos os aspectos da vida humana, ela tem sido mal compreendida. Uma pesquisa realizada pela National Science Foundation dos Estados Unidos em 2007 indicou que 54% da população deste país nunca tinham ouvido falar sobre nanotecnologia (AMER, 2010).

Um dos estudos promissores deste campo de pesquisa refere-se às pesquisas com nanotubos de carbono: estruturas cilíndricas formadas a partir da organização dos átomos de carbono sob hibridização sp^2 . Uma representação pictórica destas estruturas indica que estes nanotubos podem ser considerados como folhas de grafeno enroladas em forma de cilindro. Uma compreensão mais completa destas estruturas demanda a compreensão de algumas formas alotrópicas do carbono, tais como o grafite e o grafeno. Por considerar relevante o conhecimento sobre este novo material, pretende-se apresentar neste trabalho os principais aspectos que envolvem a estrutura e as características dos nanotubos de carbono.

HIBRIDIZAÇÃO E FORMAS ALOTRÓPICAS DO CARBONO

Os átomos de carbono possuem uma configuração eletrônica muito específica. No estado fundamental a configuração $1s^2 2s^2 2p^2$ indica que existem dois elétrons fortemente ligados no nível $1s^2$ e quatro elétrons na banda de valência ($2s^2 2p^2$). Porém, quando excitado, o carbono assume uma configuração: $1s^2 2s^1 2p^3$. Deste modo, os orbitais da banda de valência podem combinar-se formando

V Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí
V Jornada Científica
19 a 24 de novembro de 2012

hibridizações que podem ser dos tipos sp , sp^2 e sp^3 , fato que possibilita a formação de compostos feitos unicamente por átomos de carbono, mas que apresentam características totalmente diferentes umas das outras.

A combinação de orbitais híbridos do tipo sp^2 possibilita a formação de estruturas onde os átomos de carbono estruturam-se em uma camada hexagonal plana, tal como uma colméia de abelhas. Quando estas camadas ficam sobrepostas através das forças de Van der Waals, temos como resultado o grafite. O que faz este material ter uma estrutura tridimensional frágil é a presença destas forças, que por serem fracas tornam-se insuficientes para impedir que as camadas de grafite se desloquem umas sobre outras quando uma força externa é aplicada, fazendo o grafite muito útil como lubrificante.

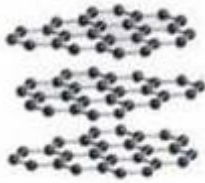


Figura 1: Estrutura do grafite, mostrando hibridização sp^2 .

As camadas que formam o grafite são folhas que têm uma estrutura com átomos dispostos em hexágonos, essas folhas são denominadas grafeno.

NANOTUBOS DE CARBONO

Quando as folhas de grafeno são enroladas pode-se formar um cilindro oco com diâmetro nanométrico que é chamado de nanotubo de carbono. A Figura 2 representa esquematicamente o processo de “dobra” de uma folha de grafeno que gera nanotubos de carbono (NTC). Esta é apenas uma representação pictórica da formação de um NTC e não tem relação com o processo físico real de formação ou crescimento dos NTC.

V Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí
V Jornada Científica
19 a 24 de novembro de 2012

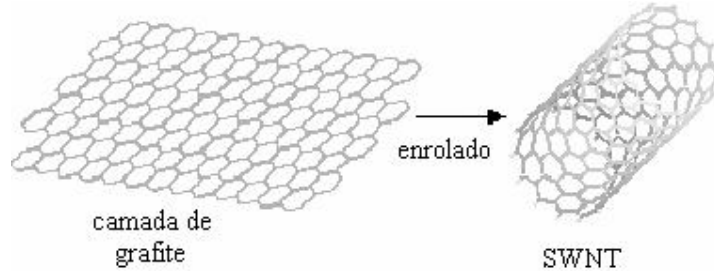


Figura 2: Representação esquemática de uma camada de grafite que ao ser enrolada origina um nanotubo.

As estruturas de nanotubos feitos com apenas uma camada de grafeno são os Nanotubos de Parede Única (NCPs). Já os nanotubos com mais de uma folha são os Nanotubos de Parede Múltipla (NCPMs). A simetria hexagonal dos átomos de carbono no grafeno possibilita diferentes maneiras de orientar os anéis hexagonais de carbono sobre a superfície dos tubos. Desse modo, a quiralidade, isto é, as diferentes formas de “enrolar” a folha de grafeno para formar o nanotubo geram estruturas com características diferentes umas das outras, fazendo com que este material seja isolante, semicondutor ou metálico.

CONCLUSÕES

A nanotecnologia tem gerado conhecimentos que prometem revolucionar diversos campos do conhecimento. A pesquisa básica e aplicada com nanotubos de carbono tem impacto direto em áreas como a Construção Civil e a Engenharia Genética. No primeiro caso, a introdução de fibras de nanotubos de carbono em estruturas concreto é capaz de criar blocos extremamente resistentes, substituindo as estruturas metálicas comumente utilizadas. Na Engenharia Genética, os nanotubos de carbono são utilizados como cápsulas capazes de transportar genes no desenvolvimento de alimentos geneticamente modificados. Estas são apenas algumas das inúmeras aplicações deste novo e promissor material, que desde a sua descoberta despertou a curiosidade dos cientistas e ainda continua apresentando resultados surpreendentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

V Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí
V Jornada Científica
19 a 24 de novembro de 2012

AMER, M. S. **Raman Spectroscopy, Fullerenes and Nanotechnology**. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, 2010.