

ESTUDO DOS EFEITOS PROVOCADOS PELA RADIAÇÃO IONIZANTE NO GRAFITE PIROLÍTICO

Thiago Oliveira Santarelli^{1*}, Marcilei Aparecida Guazzelli¹, Luís Humberto Avanzi¹

¹Departamento de Física, Centro Universitário FEI

thisantarelli@outlook.com, marcilei@fei.edu.br, lhavanci@fei.edu.br

Resumo: Este projeto de pesquisa propõe a caracterização de amostras finas de Grafite Pirolítico Altamente Orientado (HOPG – *Highly Oriented Pyrolytic Graphite*), observando as possíveis variações nas propriedades físicas do material após ser irradiado por diferentes fontes de radiação ionizante (ondas eletromagnéticas e feixes de íons de alta energia).

1. Introdução

O projeto NUMEN, do qual a FEI participa juntamente com várias instituições nacionais e internacionais, tem por objetivo estudar a natureza dos neutrinos e validar ou a teoria de Dirac sobre eles (o neutrino seria uma partícula ou uma antipartícula) ou a de Majorana (o neutrino seria uma quase partícula, chamada de Férmion de Majorana). Nos experimentos que serão realizados no NUMEN, um alvo depositado sobre substrato cuidadosamente escolhido será irradiado com feixe de íons de energia muito alta e, o que é importante, nem o alvo nem o substrato poderão sofrer um superaquecimento já que isso afetaria as suas estruturas e as suas propriedades, que são especiais para a confecção do experimento [1,2].

Sugeriu-se então, como dissipador de calor, a utilização do Grafite Pirolítico Altamente Ordenado (HOPG) como substrato para o alvo, já que ele tem estrutura hexagonal plana feita apenas por átomos de carbonos, o que facilitaria a condução térmica nesses planos. Segundo alguns autores inclusive, o HOPG teria a qualidade de supercondutor de calor [3,4].

O grafite pirolítico é considerado um semimetal estruturado em camadas, sendo ele composto por um empilhamento de folhas de grafeno com uma pequena e muito sutil desorientação (menos de 1°), o que faz com que ele se aproxime de um monocristal. Com sua estrutura molecular específica, o material pode ser considerado altamente anisotrópico [5]. O HOPG possui estrutura cristalina hexagonal, nos planos basais os átomos de carbono estão ligados de forma covalente e a ligação intercadas é fraca e deve surgir da dispersão ou interações de van der Waals. Os valores dos parâmetros de rede, que são os tamanhos de uma célula unitária, são: $a = b = 2,4540(91) \text{ \AA}$ e $c = 6,72(21) \text{ \AA}$ [6].

Para que o HOPG atue com a funcionalidade de dissipação de energia térmica durante os experimentos propostos pelo projeto NUMEN, é necessário verificar se possíveis alterações causadas por exposição ao feixe de radiação têm influência direta ou indireta nas suas propriedades mecânicas e térmicas. Na literatura, é possível encontrar vários artigos que descrevem os da irradiação (diferentes fontes, doses e fluxo de partículas) sobre o HOPG. Em geral, esses artigos relacionam os efeitos da irradiação com as mudanças nas ligações

químicas [7,8], produzidas pela formação de vacâncias (únicas e duplas) [9], e até mudanças no parâmetro de rede do HOPG [10]. Entretanto, até onde se pode verificar, em nenhum destes artigos há uma correlação entre os danos produzidos pela irradiação com as mudanças nas propriedades mecânicas e térmicas do HOPG. Desta forma, este projeto de pesquisa, que faz parte da colaboração entre a FEI e o NUMEN, tem por finalidade estudar as mudanças nas propriedades mecânicas do HOPG produzidas (ou não) por diferentes fontes de radiação ionizante.

2. Materiais e Métodos

2.1 Caracterização da amostra virgem

Como o objetivo inicial é conhecer a estrutura cristalina do material virgem, a amostra será submetida à difração de raio X e a espectroscopia Raman, a fim de determinar: i) o número de camadas axiais que compõe a amostra, ii) os parâmetros da rede cristalina e as regiões de interesse do espectro Raman, caracterizando as bandas em termos das ligações químicas presentes. A Figura 1 mostra os possíveis modos de vibração do HOPG [6].

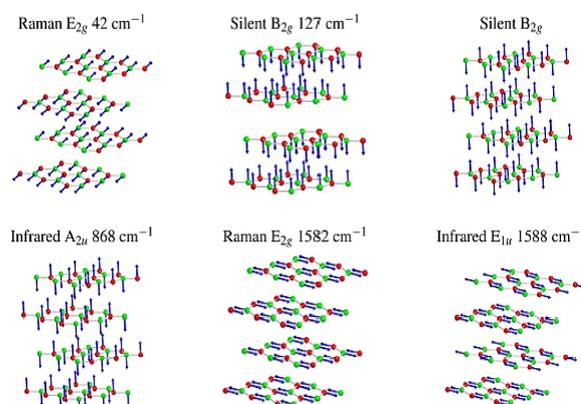


Figura 1. Demonstração das possíveis formas de vibração (setas azuis) dos átomos em uma medida de espectroscopia Raman. Os pontos verdes e vermelhos representam os átomos de carbono na estrutura cristalina do HOPG. Fonte: ref. [6].

2.2 Exposição à Radiação

A amostra virgem já devidamente caracterizada, com seus parâmetros de rede conhecidos, será exposta a diferentes doses de radiação $\text{CuK}\alpha$ proveniente do equipamento X-Ray Diffractometer XRD-6100 Shimadzu (LERI – FEI), podendo-se assim estudar os efeitos da radiação eletromagnética na sua estrutura. Outra amostra virgem, quando possível, será submetida a uma fonte de prótons (3 MeV) e partículas alfa (até 5,8 MeV) no Acelerador Linear de Partículas do LAMFI (USP) [12]. Por último, quando possível, uma parte de amostra virgem será exposta a radiação no Acelerador

