

CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS A BASE DE GRAFENO PARA SENSORES DE GÁS

Filipe Oliveira Tavares da Silva¹, Sueli Hatsumi Masunaga², Eliane de Fátima Chinaglia²

¹ Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI

² Departamento de Física, Centro Universitário FEI
 uniefsil@fei.edu.br; smasunaga@fei.edu.br

Resumo: Neste trabalho apresentamos a preparação e caracterização de materiais a base de grafeno para a produção de sensores de gás, evidenciando sua aplicabilidade em diversos ramos da tecnologia. Depositaram-se sobre lâminas de óxido de silício (SiO₂) filmes finos de grafeno e óxido de grafeno, pelo método de *spin coating*. A caracterização das amostras foi feita por microscopia ótica, por microscopia atômica (via AFM) e por condutividade elétrica. Os resultados evidenciaram a rápida recuperação e linearidade da resistência do filme em função do gás presente.

1. Introdução

Desde 2004 quando foi descoberto e isolado, o grafeno tem sido muito estudado em diversas áreas da física e na ciência dos materiais. O grafeno, como pode ser visto na Figura 1, é uma forma bidimensional do carbono, com estrutura organizacional semelhante a um favo de mel hexagonal, hibridizado na forma *sp*². Suas excelentes propriedades mecânicas, elétricas, elásticas, ópticas etc. trazem um olhar otimista sobre o futuro, visto que ele pode proporcionar novas tecnologias por ser muito leve e ter alta resistência mecânica. Além disso, possui um grande potencial em aplicações como supercondutores elétricos, super capacitores, condutores de energia em meios transparentes etc. [1] Devido a essas propriedades, o grafeno também está sendo estudado na aplicação de sensores de gás. Portanto, o objetivo deste trabalho foi produzir diversos filmes finos de grafeno e óxido de grafeno e investigar a sua sensibilidade a um gás para aplicações em sensores de gás.

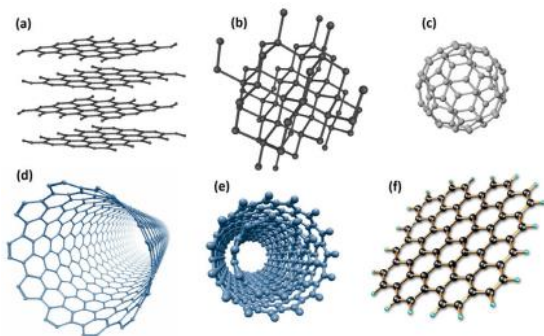


Figura 1 – Representação esquemática de diferentes alótropos de carbono: a) grafite; b) diamante; c) fulereno; d) nanotubo de carbono de parede simples; e) nanotubo de carbono de parede múltipla; e f) grafeno.

Para utilizar o grafeno na aplicação de sensor, é necessário depositá-lo em um substrato como o SiO₂, e para isso existem diversas formas de deposição, como

por exemplo, a clivagem ou por *spin coating*, que consiste em despejar o grafeno em solução líquida sobre o substrato preso em uma base giratória, que espalha a solução e mantém poucas camadas depositadas sobre o substrato. [2]

2. Metodologia

Para fazer a deposição do grafeno no substrato, foram separadas lâminas de óxido de silício (SiO₂) de 230 nm de espessura, com dimensões de aproximadamente 1 cm × 1 cm, mostradas na Figura 2.

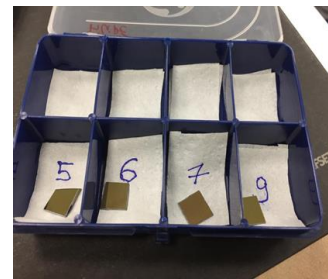


Figura 2 – Lâminas de Óxido de Silício (SiO₂).

Após a preparação das lâminas de SiO₂, foram feitas as deposições com solução de óxido de grafeno (GO) comercial diluído em água. Foi elaborada uma composição de 6000 µL de H₂O para 1600 µL de GO e depositada no substrato por *spin coating*, utilizando uma micropipeta e um equipamento com rotação variável.

Para caracterização do filme, foi utilizado a estação de medidas elétricas do laboratório de física da FEI, para medidas de transporte elétrico utilizando o método das quatro pontas, onde o equipamento mede a resposta de tensão em duas pontas quando outras duas são submetidas a uma fonte de corrente, um exemplo do método é evidenciado na Figura 3.

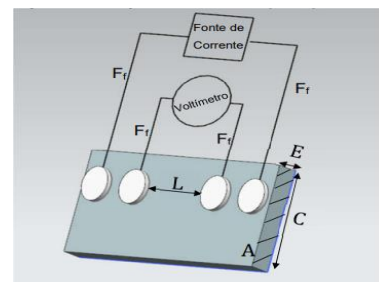


Figura 3 – Exemplo do método das quatro pontas.

As medidas foram feitas em temperatura ambiente e variando a pressão de gás com o auxílio de um sistema

de vácuo para simular o sensoriamento de um gás qualquer, que no caso foi o próprio ar do ambiente.

3. Resultados

A Figura 4 mostra uma imagem registrada no microscópio ótico de uma das amostras que foram depositadas, com 5 repetições por 30s, de 30µL de uma solução de 6 mL de H₂O para 1,6 mL de GO. As setas mostram regiões com filmes finos e regiões com muitas camadas. Esse mesmo fato pode também ser constatado pois a imagem segue um padrão de tons verdes, vermelhos e amarelos, onde o tom verde representa a região com mais camadas sobrepostas, os tons vermelhos regiões intermediárias, e os tons amarelos regiões com menos camadas sobrepostas.

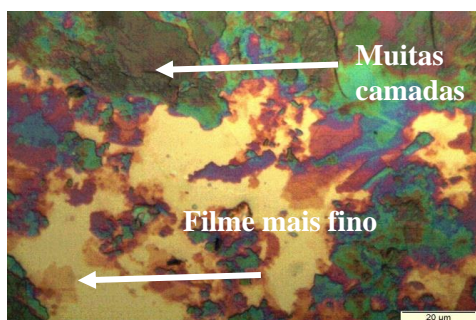


Figura 4 – Imagem obtida num microscópio ótico.

Notou-se que a qualidade dos filmes depositados é influenciada pela variação da velocidade de rotação do spin coater. Foi realizado diversas deposições entre 1800 e 4000 rpm, e a melhor foi a de 2500 rpm, que inclusive foi utilizado para fazer a caracterização elétrica. O tempo de deposição não mostrou diferença.

Depois de efetuar as deposições e caracterizações óticas, foi escolhida a amostra mais uniforme e foram colados quatro fios para fazer contato na amostra, com tinta a base de prata, para fazer um contato com a menor resistência possível. Isto pode ser visto na Figura 5, onde foi fotografado uma amostra pela lente do microscópio.

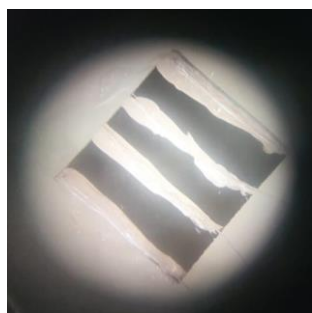


Figura 5 – Amostra com contatos de fios de cobre, colados com tinta de prata.

A seguir, os contatos foram soldados no porta amostras da estação de medidas elétricas e o sistema foi devidamente fechado para controlar a pressão no espaço da amostra. Para a medida, o sistema foi evacuado até a pressão de 20 mTorr e foram feitas três inserções de ar

ambiente no espaço que estava a amostra, uma por vez e respeitando um certo tempo para a recuperação do material, sempre medindo a resistência uma vez a cada segundo. O resultado pode ser visto na Figura 6.

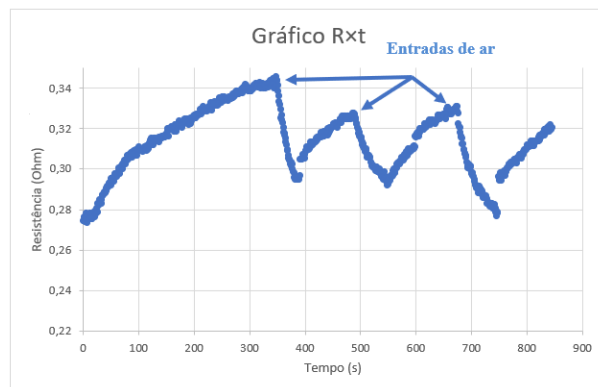


Figura 6 – Resistência medida na amostra ao longo do tempo com entradas de ar.

4. Conclusões

Os resultados da caracterização acima mostram que um resultado ideal de deposição não foi alcançado, visto que há várias lacunas e vários espaços onde vemos muitas camadas de grafeno, o que mostra que o filme não ficou regular, com apenas alguns pontos onde pode-se notar que há algo próximo a 1 camada, que seria o ideal para estudar o grafeno.

Porém, mesmo com estas irregularidades na deposição, em uma das amostras foi possível realizar a medida de resistência entre os terminais, através do método das quatro pontas para esta caracterização. Com essa caracterização, é possível notar que a amostra reagiu conforme o esperado pelos estudos teóricos, onde vemos que após a entrada de ar no espaço da amostra a resistência responde rapidamente a variação da composição do ar, e da mesma forma se recupera rapidamente, o que mostra que o grafeno tem grande potencial nesta aplicação de sensor, principalmente porque o teste foi feito em temperatura ambiente, e a maioria dos materiais utilizados atualmente tem grandes dificuldades de trabalhar nesta temperatura, sendo necessário algum tipo de climatização ou forma de controlar a temperatura no local onde o sensor será instalado.

5. Referências

- [1] STOLLER, Meryl D. et al. *Nano letters*, **8** (2008) 3498-3502.
- [2] ZHOU, Xiaosi et al. *Nano Research*, **5**, (2012) 845-853.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

¹ Aluno de IC do CNPq. Projeto com vigência de 09/20 a 08/21.