

UMA REVISÃO SOBRE O USO DO GRAFENO NA CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS E DISPOSITIVOS

LLAMAS, Ludimila Patrícia da Silva de¹

¹Estudante do curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - *Campus* Formiga. E-mail: ludillamas@gmail.com

Resumo: O grafeno é uma camada densa de átomos de carbono ligados de forma hexagonal, como um favo de mel. Foi descoberto em 2004, pela Universidade de Manchester, e sua importância conferiu o Nobel de Física em 2010. Basicamente, o grafeno é uma folha de carbono retirada inicialmente por esfoliação do grafite, e os nanotubos de carbono são tubos de grafeno. É um exemplo de material planar, formado por átomos de carbono hibridizados na forma sp^2 . Possui excelentes propriedades, como fina espessura (espessura de um átomo de carbono), baixa densidade (1 folha hipotética de grafeno pesaria 0.77mg), transparência ótica, alta resistência (100x mais se comparada a uma folha hipotética de aço), condutividade elétrica pouco maior se comparada ao cobre e 10x melhor condutor térmico se comparado ao cobre. Esse trabalho consiste na pesquisa bibliográfica sobre o comportamento dos materiais quando dopados de grafeno.

Palavras-chave: Grafeno. Materiais semicondutores. Transistores de grafeno.

1 INTRODUÇÃO

A justificativa do trabalho é relevante, trata-se de estudar o comportamento da inserção de grafeno em materiais, as interações e as consequências em resinas, e compará-los a resinas puras, e analisar as características elétricas e mecânicas desse material.

O uso do silício como semicondutor possibilitou o grande avanço da eletrônica analógica e digital, e o grafeno possui algumas propriedades semelhantes, logo, estuda-se a possibilidade de trabalho do grafeno como um material semicondutor que possa ser aplicado em diversos circuitos, como condutor, material dopante, entre outras.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais Campus Formiga como parte de avaliação para a aprovação na disciplina obrigatória de Materiais elétricos e magnéticos e dispositivos semicondutores. A metodologia consistiu na pesquisa bibliográfica sobre o que é o material grafeno, seus aspectos químicos, formas de extração, e diferentes formas de isolamento, e características mecânicas e elétricas.

Posteriormente, foi feita uma pesquisa sobre o uso do grafeno em aplicações biomédicas, o uso como material condutor, e a comparação com outros materiais como por exemplo o cobre.

Foram coletadas informações sobre variáveis como condutividade elétrica, resistência mecânica, condutividade térmica, massa hipotética por metro quadrado de grafeno, e propriedades eletrônicas. Após a coleta, iniciou-se a etapa de comparação entre as formas de uso do grafeno e suas respectivas consequências no uso do material. Por fim, foram feitas conclusões sobre a versatilidade do material e a construção de JFET com grafeno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O carbono é um ametal de número atômico $z=6$, sólido à temperatura ambiente, com distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^2$, e massa atômica $12,0107 \text{u.a.}$ É um ametal tetravalente, ou seja, realiza ligação covalente e compartilha 4 elétrons.

O grafeno é uma rede hexagonal composta somente por uma única camada de carbono, assim tendo a espessura de um único átomo, como a Figura 1. Inicialmente, foi previsto em 1970, mas somente em 2004 foi extraído em laboratório através do método de fita adesiva. A ligação entre os átomos do material é do tipo Van der Waals, e uma característica interessante neste material é que as bandas de valência e de condução se cruzam/tocam, ou seja, ele possui característica de material do tipo semicondutor.

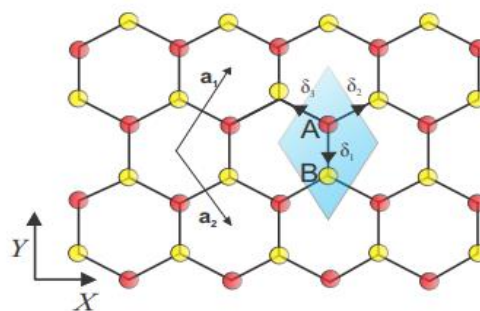


Figura 1 - Arranjo estrutural do grafeno
Fonte: Correa (2014).

Há diferentes formas de extração e produção de grafeno, como microesfoliação de grafite, decomposição por vapor, crescimento epitaxial em carvão de silício, e esfoliação química. Este último método tem sido bastante utilizado devido a facilidade de esfoliação por meio de oxidação, como por exemplo; através do grafeno oxidado, que produz grafeno de altíssima qualidade, e alta resistividade. Este método confere boa condução elétrica ao material cristalino.

A grande indústria eletrônica está no limite de sua produção de dispositivos a base de silício, no entanto, com o desenvolvimento dos dispositivos MOSFET e GFET, ainda há espaço para o desenvolvimento de transistores utilizando o mesmo processo de produção utilizando grafeno ao invés do tão utilizado silício. A diferença está na forma de construção do dispositivo, como mostra a Figura 2.

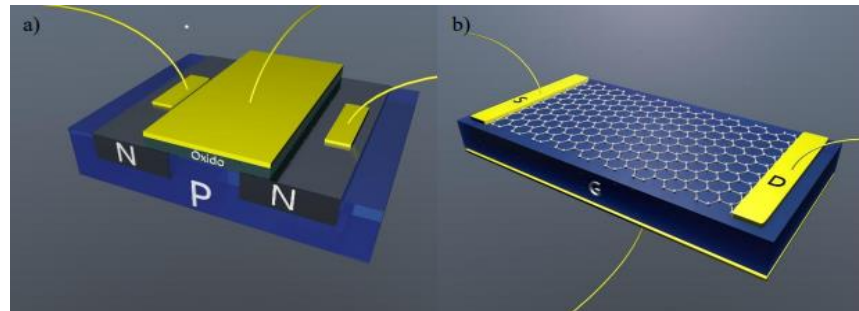


Figura 2 - Esquema básico de a) MOSFET E b) GFET
Fonte: Santos (2017).

Os primeiros dispositivos GFET foram construídos por Geim e Novoselov em 2004, e possuem escalabilidade (produção pela indústria atual), transporte balístico de cargas, comportamento linear de corrente e tensão, e altos valores de correntes ($>10^8$ A/cm²). Geim e Novoselov (2007) relatam que, a característica que geralmente não é observada em semicondutores e é observada no grafeno é a condução ambipolar, onde os transportadores de cargas mudam de elétrons para lacunas e vice-versa. Há também outro tipo de GFET, onde o material semicondutor pode ser substituído por uma solução eletrolítica, possibilitando seu uso como transdutores para o desenvolvimento de biossensores, que através da interação das biomoléculas com a parede semicondutora modulam o transporte de carga através da concentração de transportadores de carga.

A inserção de grafeno e nanotubos de carbono em epóxi teoricamente resultaria na diminuição da massa e melhoria das propriedades mecânicas, elétricas e térmicas, podendo ser aplicados em diversas áreas, como próteses, fuselagens e estruturas aeronáuticas. A condução elétrica a temperatura ambiente é maior que 5kW/(mK). Foram coletados dados de operação de resina pura e resina dopada com 0,1%, 0,3% e 0,5% em massa de grafeno e nanotubos de carbono, e avaliados os melhores desempenhos, comparando-os.

As resinas epóxi são polímeros termofixos de alto desempenho. São mais caras se comparadas as poliésteres mas possuem melhor desempenho à umidade, temperatura de uso mais elevada, entre outras características. Os nanomateriais podem ser cerâmicas, polímeros, compósitos e metais, sendo diferenciados por seus tamanhos, e as características dos materiais estão fortemente ligados ao tamanho das suas partículas.

Segundo Osório (2018), foram feitos ensaios mecânicos dos compósitos. A elasticidade foi obtida através do coeficiente angular da reta da região linear do gráfico. Sete de oito compósitos apresentaram uma elasticidade 58% maior do que sem adição de 0,1% em massa de NTC's. Cinco compósitos de oito no total apresentaram melhoria de 20% com a adição de 0,3% de NTC's na resistência a flexão.

Sobre a microdureza, não foi observado diferença nos ensaios. Sobre a resistência a tração, foram feitos ensaios utilizando dopagem em diferentes percentuais no material, conforme mostra a Figura 3:

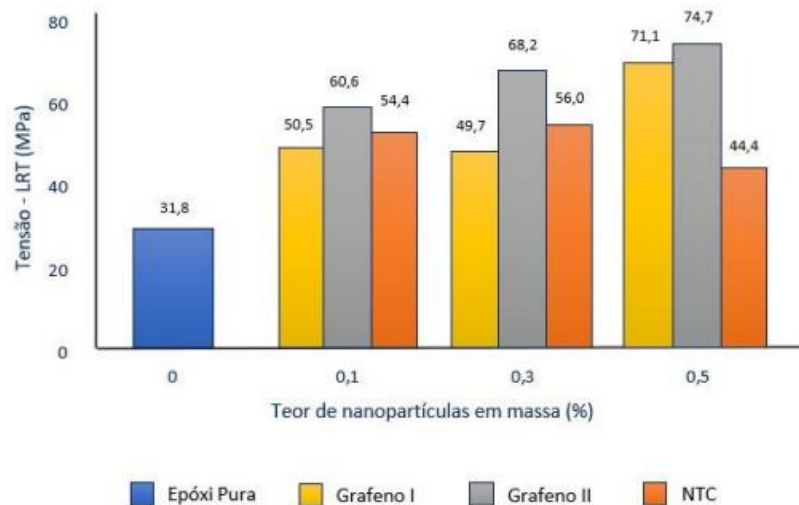


Figura 3 - variação da resistência a tração de epóxi com adição de diferentes porcentagens de grafeno e NTC's
Fonte: Geim e Novoselov (2007).

De uma forma geral, observa-se melhora na resistência a tração com a inserção de Grafeno I (0,3% m.m.), Grafeno II (0,5% m.m.) e NTC(0,3% m.m.) se comparadas a epóxi pura, obtendo assim melhorias significativas com baixa adição em massa de material.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que há um novo campo dentro da física de materiais muito promissora com os grafenos, e nanotubos de carbono, tanto na adição de materiais já existentes quanto na construção e desenvolvimento de novos dispositivos na área de eletrônica e associada a biomedicina. Conclui-se que as propriedades do grafeno são interessantíssimas para a confecção de materiais para aeronáutica, próteses e biossensores, e ao longo do desenvolvimento, esses materiais poderão trazer para mais próximo a realidade materiais supercondutores e de excelentes propriedades mecânicas e elétricas.

REFERÊNCIAS

BIZÃO, Rafael Amatte. **Propriedades estruturais e mecânicas de materiais baseados no grafeno**. 2017. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

CORREA, Jorge Luis Huamaní. **Estrutura eletrônica e propriedades de transporte quântico em nanoestruturas de grafeno e siliceno**. 2014. 91 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

GEIM; A. K., NOVOSELOV; K. S. The rise of graphene. Nature Materials. University of Manchester. Manchester Centre of Mesoscience and Nanotechnology. 2007. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/cond-mat/papers/0702/0702595.pdf>. Acesso em: 15/09//2019.

OSÓRIO; S. L. F. **Avaliação do desempenho mecânico, elétrico e térmico da resina epóxi reforçada com nanotubos de carbono e grafeno para uso aeronáutico**. 2018. Tese (Mestrado em Engenharia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

SANTOS, Fabrício Aparecido dos. **Caracterização de grafeno quimicamente esfoliado para aplicações em nanomedicina**. 2017. 143 f. Tese (Doutorado em Física Aplicada) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

Como citar este trabalho:

LLAMAS, L. P. S. Uma revisão sobre o uso do grafeno na construção de materiais e dispositivos. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO (SemPI), III., 2019. Formiga. Anais eletrônicos [...]. Formiga: IFMG – Campus Formiga, 2019. ISSN – 2674-7111.*