

Simpósio de Integração Acadêmica

“Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023

UFV
Universidade Federal
de Viçosa

Técnicas de Produção e Caracterização de Dispositivos à Base de Grafeno

Erika P. Pimenta, Departamento de Física UFV, erika.pimenta@ufv.br
Eduardo N. D. de Araújo, Departamento de Física UFV, eduardo.Araujo@ufv.br
Daniel C. Jardim, Departamento de Física UFV, daniel.jardim@ufv.br
Gabriel T. Massardi, Departamento de Física UFV, gabriel.massardi@ufv.br
Grafeno, Litografia óptica, Nanomateriais, GFET, Dispositivos 2D

Introdução

O grafeno é um material bidimensional com propriedades únicas, que possibilita diversas aplicações tecnológicas. Devido à sua alta área superficial e a presença de orbitais fora do plano do material, que possuem elétrons fracamente ligados, o grafeno se destaca como um material extremamente sensível para detecção de gases [1,2]. Isso se deve principalmente ao mecanismo de transferência de carga entre o grafeno e a molécula de gás adsorvido em sua superfície, que altera o nível de Fermi do material. Esse tipo de sensor tem uma relevância significativa na indústria agrícola, especialmente considerando que as altas concentrações de gás carbônico está relacionado à degradação dos alimentos [3]. Já nas atividades que envolvem respiração em ciclos fechados, como no mergulho e na exploração espacial, a detecção de gás carbônico é essencial para a segurança nesses ambientes.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é produzir um transistor de efeito de campo à base de grafeno (GFET) que irá se portar como um sensor e avaliar os efeitos da variação do nível de Fermi induzida por um campo elétrico externo. Para isso, será usada a técnica de espectroscopia Raman modulada por gate.

Material e Método

A técnica utilizada para a produção do GFET foi a litografia óptica. Essa técnica consiste na utilização de um polímero fotossensível sobre o material, o qual, quando exposto à luz UV, torna-se solúvel e, conseqüentemente, removível em solventes adequados. Ao removê-lo se expõe um padrão, que permite a deposição de metais para definição de contatos elétricos na geometria desejada (Fig. 1).

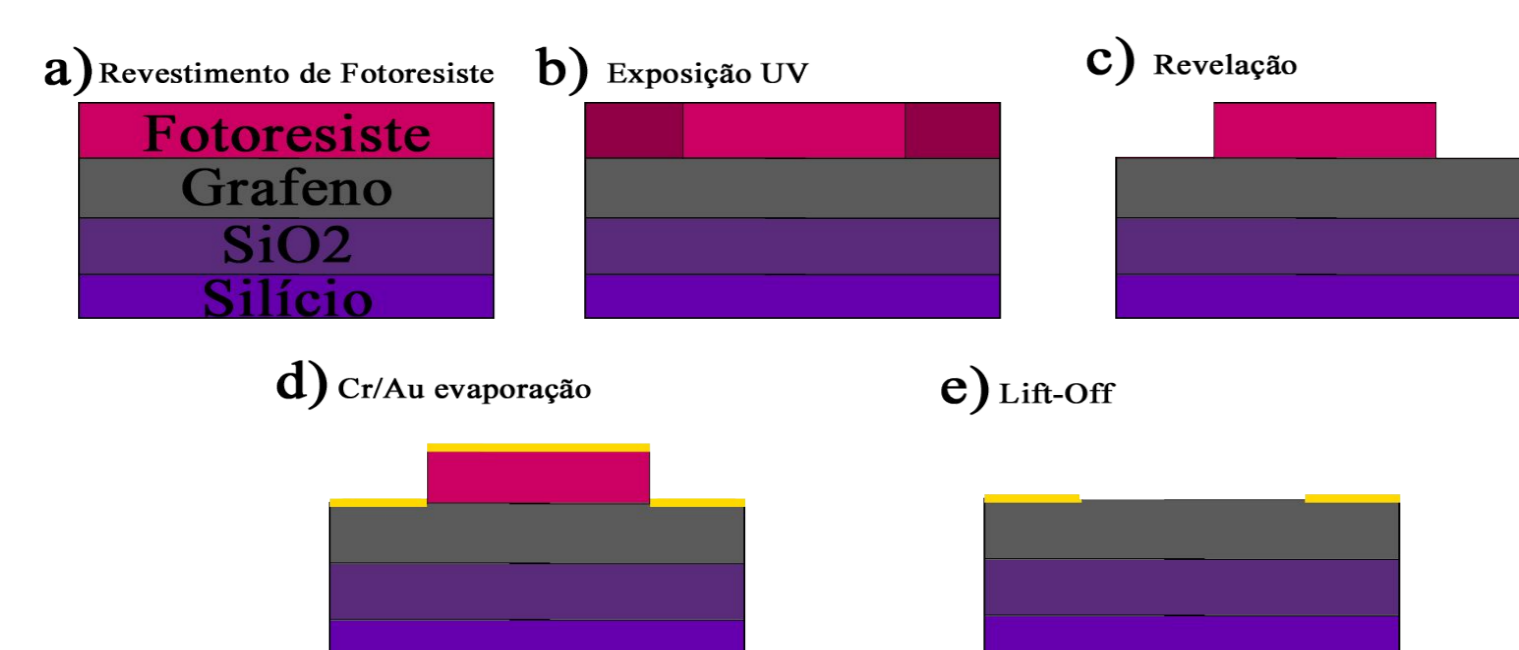


Fig. 1 - Passo a passo litografia óptica

A técnica de caracterização foi a espectroscopia Raman modulada por gate, que utiliza espectroscopia Raman simultaneamente com uma aplicação de tensão de gate no dispositivo (Fig. 2). Essa técnica permite ajustar o nível de Fermi do grafeno externamente, enquanto o espectro é monitorado via Raman. Com isso, é possível inferir sobre o tipo de dopante no material.

Além disso, foram feitos tratamentos térmicos nas amostras. Esses tratamentos têm como objetivo remover possíveis resíduos da litografia que possam interferir nas medidas posteriormente. O annealing de corrente (Fig. 3) consiste na aplicação de corrente elétrica através dos terminais dreno e source da amostra. Por outro lado, o annealing por aquecimento, consiste no aquecimento da amostra antes da montagem.

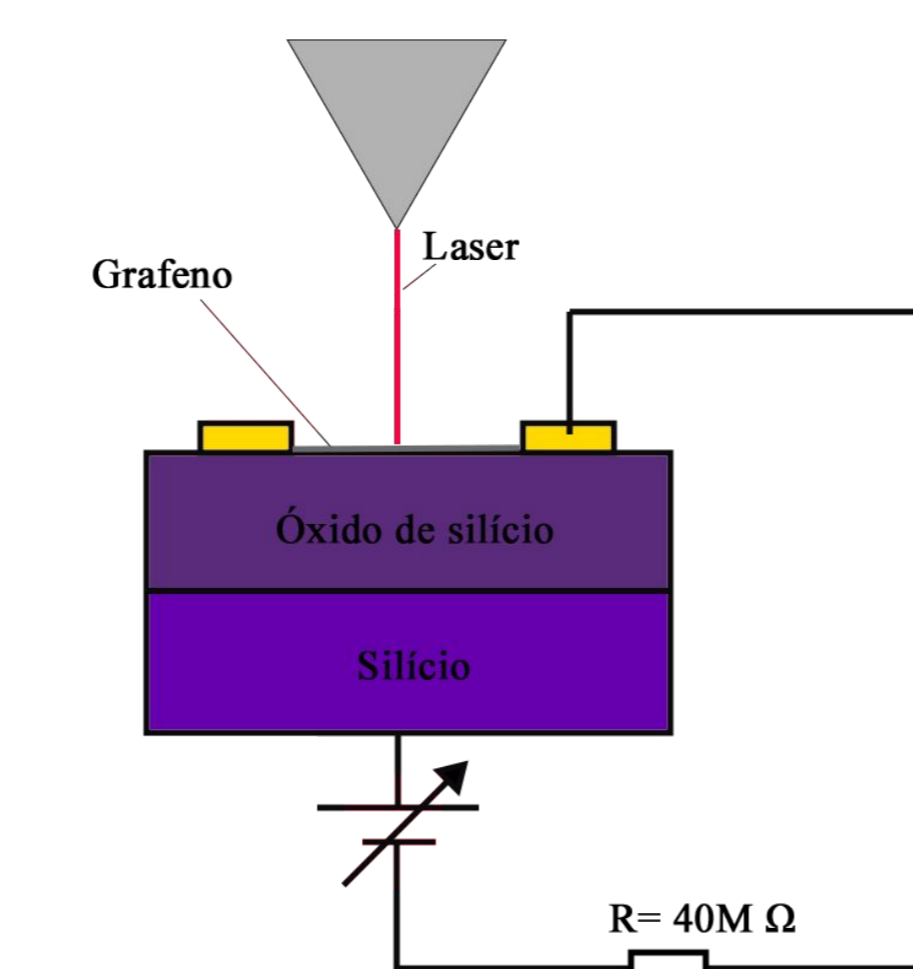


Fig. 2 - Esquema Raman Gate

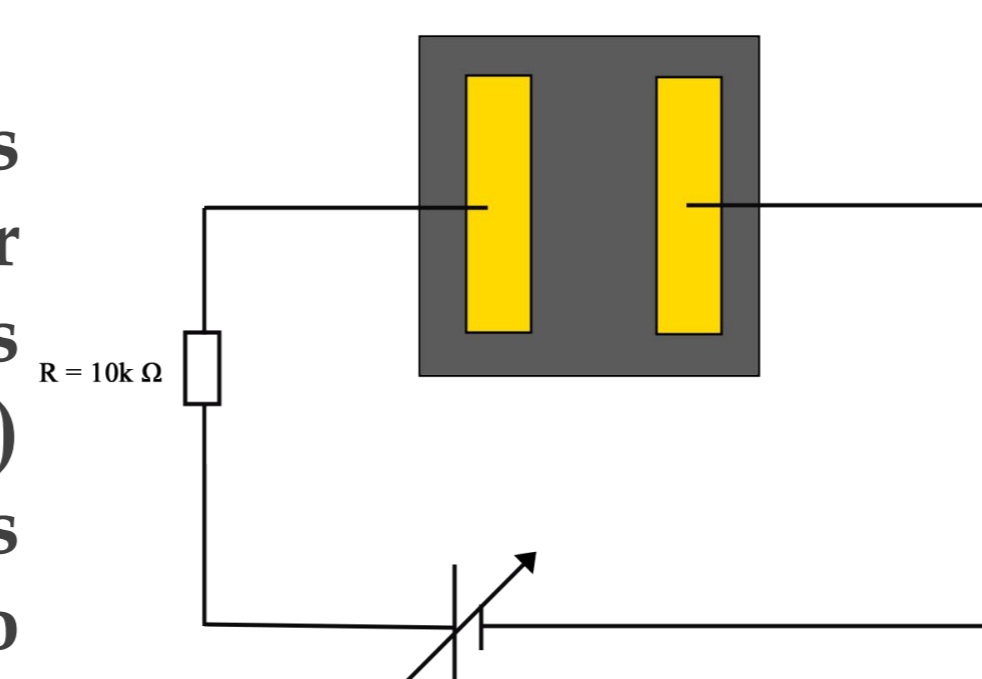


Fig. 4 - Circuito annealing de corrente

Apoio Financeiro



Resultados e Discussão

Na Fig. 5a está representado o dispositivo utilizado, que foi fabricado por litografia óptica. Na Fig. 5b o dispositivo final, já montado no porta amostra.

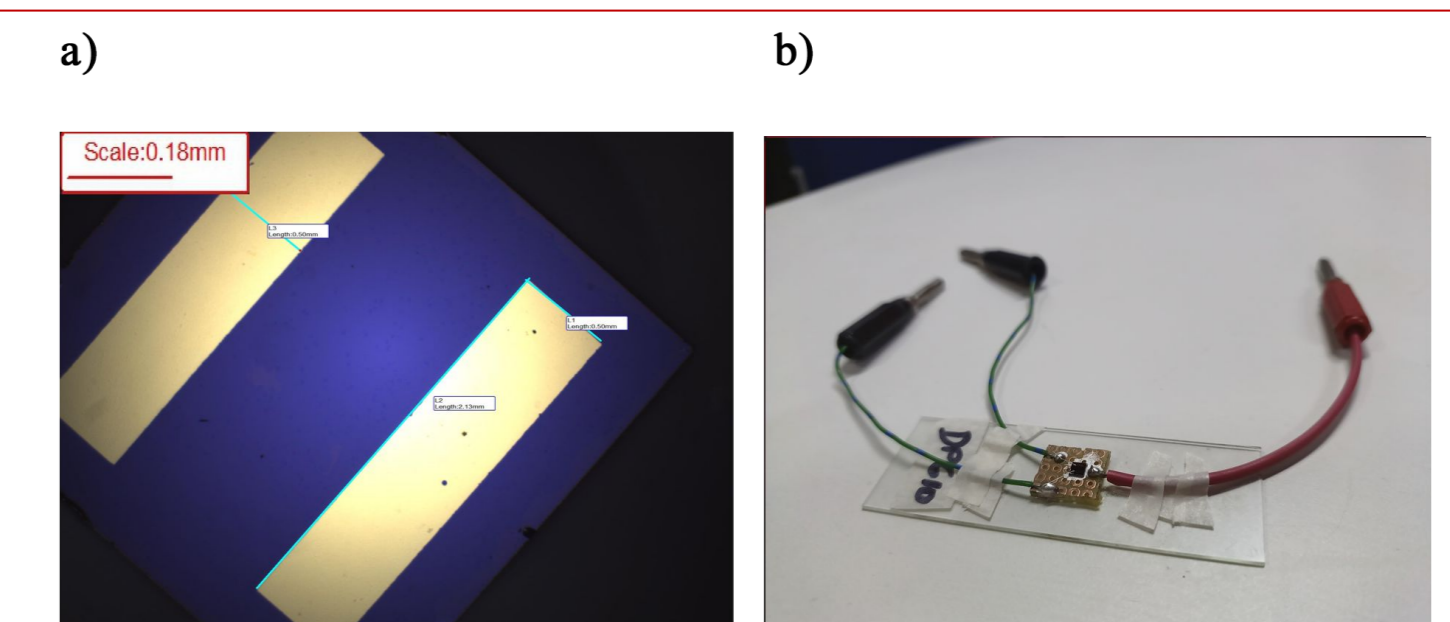


Fig. 5 - a) Dispositivo utilizado b) Dispositivo final

Nas Figuras 6 e 7 observamos o comportamento das bandas G e 2D, representados pelos gráficos de largura a meia altura (FWHM) versus V_g e posição versus V_g das suas respectivas bandas.

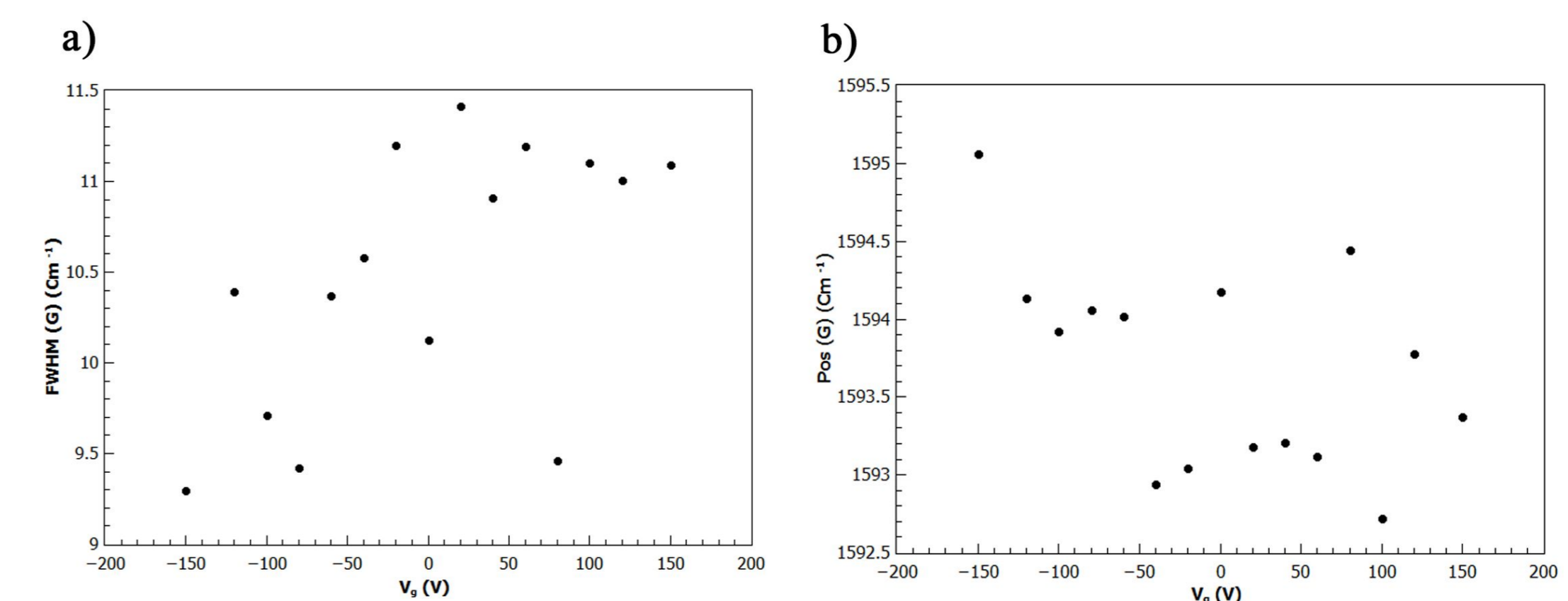


Fig. 6 - a) FWHM x V_g b) Posição x V_g da banda G

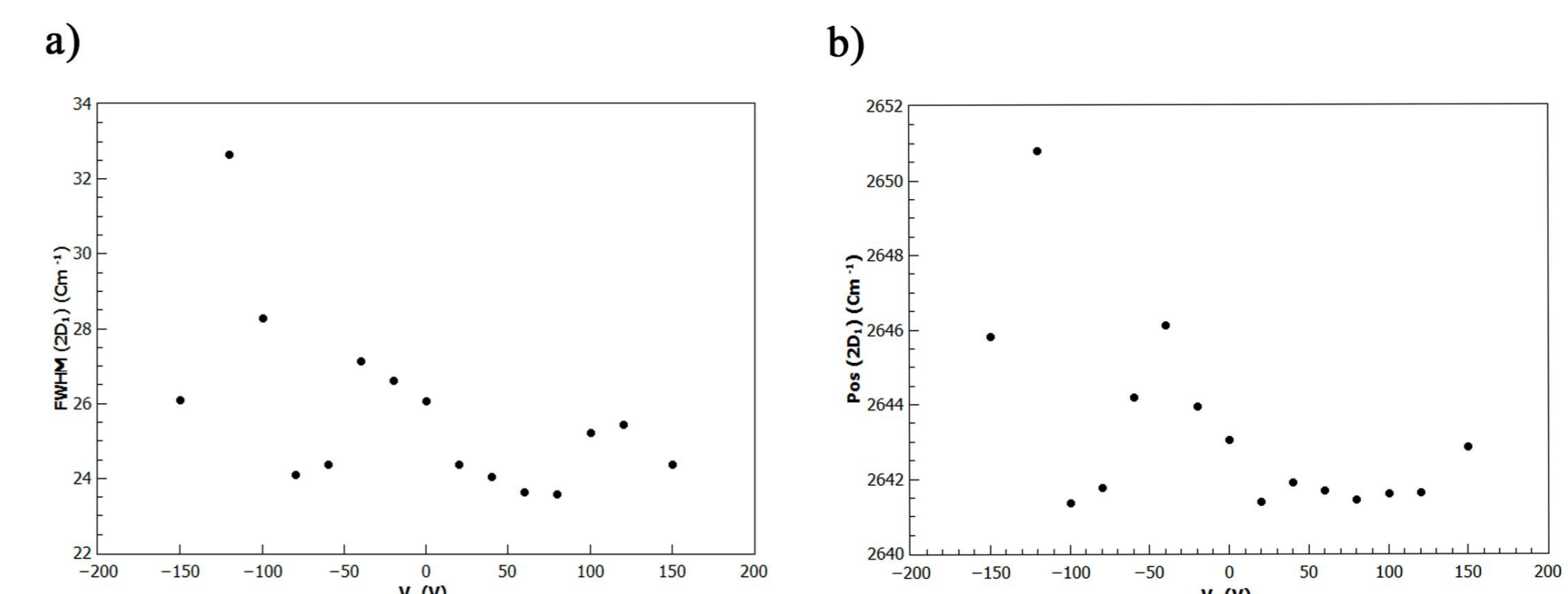


Fig. 7 - a) FWHM x V_g b) Posição x V_g da banda 2D

Esses resultados indicam que há uma grande dopagem do grafeno, quando comparados os resultados esperados presentes na referência [4].

Conclusões

Neste trabalho, a técnica de litografia óptica se mostrou eficiente para a produção dos transistores de efeito de campo à base de grafeno. As técnicas de caracterização, embora os resultados apontam que o dispositivo já apresenta uma dopagem inicial, conseguimos mostrar que é possível realizar a caracterização simultânea da espectroscopia Raman com a modulação do nível de Fermi.

Bibliografia

- [1] WALLACE, P. R. The band theory of graphite. Phys. Rev., v. 71, p. 622-634 (1947)
- [2] "electronic and electrochemical doping of graphene by surface adsorbates". Beilstein journal of nanotechnology by Pinto, H. et al (2014).
- [3] "Mold growth and carbon dioxide production during storage of high-moisture corn" by Fernandez et al. (1985)
- [4] "Monitoring dopants by raman scattering in an electrochemically top-gated graphene transistor" by Das et al. (2008)