



**IX Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG
& VII Salão de Extensão**

<http://ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao>

ISSN 2318-8014



**UTILIZAÇÃO DO FOSFORENO NA SUBSTITUIÇÃO DO SILÍCIO NA COMPOSIÇÃO
DOS TRANSISTORES**

Stéphani Pinheiro Ferreira^a, Vinícius Colombo Sonda^{a*}

a) FSG Centro Universitário, Caxias do Sul, RS.

***Orientador (autor correspondente):**

Vinícius Colombo Sonda, endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366.
Caxias do Sul - RS. CEP: 95020-472.

Palavras-chave:

Fosforeno. Fósforo. Transistor.
Semicondutor. Silício.

INTRODUÇÃO/FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: O presente trabalho visa apresentar uma discussão baseada na leitura de pesquisas acadêmicas que tratam sobre materiais bidimensionais, como o grafeno ou o novo material vindo do fósforo negro, o fosforeno, como alternativa na substituição do silício na composição dos transistores. Segundo Marques, Choueri Júnior e Cruz (2012) os transistores são dispositivos semicondutores que funcionam como interruptores eletrônicos, onde seu estado “ligado” corresponde ao 1 binário e o estado “desligado” corresponde ao zero. São amplamente utilizados em diversas aplicações, como nos processadores e microprocessadores que contém milhões ou até mesmo bilhões desses dispositivos nanométricos. Suas composições geralmente são de silício, elemento semicondutor, com estrutura composta basicamente de um emissor, uma base e um coletor. Devido ao constante uso da tecnologia nanométrica nos dispositivos atuais, os transistores compostos de silício podem se tornar inviáveis daqui a alguns anos, fazendo com que sejam realizadas buscas de materiais com características semelhantes que possam substituí-los e entregar um resultado cada vez melhor. **MATERIAL E MÉTODOS:** Este resumo foi realizado através de uma revisão de literatura baseada em livros e teses acadêmicas, além de artigos científicos relacionados ao tema. Os materiais foram obtidos por pesquisas realizadas na plataforma *Google Scholar*. Conforme foi sendo realizada a leitura dos materiais, os principais pontos tratados foram registrados e serviram de insumos para a construção do resumo, de forma a abranger todos os temas relevantes. **RESULTADOS E DISCUSSÕES:** Desde 1947 quando Walter Brattain e John Bardeen trouxeram ao mundo o transistor durante suas pesquisas na Bell Telephones, os cientistas e pesquisadores atuais estudam esse componente e buscam cada vez mais melhorar sua aplicabilidade

para novas tecnologias. Um dos grandes desafios dos estudos está no funcionamento dos circuitos, onde os elétrons de uma corrente elétrica, ao passar pelos transistores, podem perder parte de sua energia, na forma de calor, devido à resistência gerada entre o contato do metal e do material semicondutor. Conforme Padilha, Fazzio e Da Silva (2015), as pesquisas realizadas nos últimos anos vêm analisando a possibilidade da substituição do silício utilizado nos transistores, visto que a tendência cada vez maior no mercado de miniaturizar os componentes eletrônicos pode ser afetada por esta perda de energia dos elétrons, ocasionando uma possível queima dos dispositivos. A descoberta do grafeno em 2004 impulsionou a busca por materiais bidimensionais estáveis e cada vez mais os cientistas e pesquisadores do mundo todo vem estudando as propriedades desses materiais e analisando as melhores aplicações para eles. O grafeno, por exemplo, tem a capacidade de permitir que os elétrons fluam entre si milhares de vezes mais rápido do que no silício, fazendo com que não haja uma perda significativa de energia. No entanto, o grafeno não é um material semicondutor, o que faz com que seja inviável utilizá-lo na construção de transistores. Em 2014, um grupo de pesquisadores da NCSU (Universidade Estadual da Carolina do Norte) conseguiu obter a monocamada do fósforo negro, denominado fosforeno. O fósforo negro é o alótropo mais estável proveniente do fósforo que foi descoberto por Percy William Bridgman (1882-1961), porém foi pouco explorado nos últimos anos. De acordo com Souza (2018), a técnica de obtenção do material é a mesma utilizada para isolar as monocamadas do grafeno, a clivagem micromecânica. O material obtido nesse processo demonstrou-se ser um ótimo semicondutor, com propriedades semelhantes ao silício, o que faz com que haja uma grande expectativa sobre o fosforeno substituí-lo futuramente. Rodrigues (2019) afirma que além de ser um ótimo semicondutor, o silício também apresenta a formação de um óxido com características isolantes, o que permitiu a construção de modelos de transistores mais complexos, como o MOSFET. Mas apesar de possuir informações escassas a seu respeito, algumas pesquisas com o fosforeno demonstraram que ele também possui a capacidade de formar uma camada superficial de um óxido que apresenta justamente a estrutura eletrônica esperada por um bom material isolante (LIU et al.,2014). **CONCLUSÃO:** Com a necessidade cada vez maior de trabalharmos com componentes e dispositivos na escala nanométrica, foi constatada a barreira na utilização do silício, onde poderia provocar a queima de componentes devido a sua perda de energia na forma de calor. Neste cenário da busca de novos materiais bidimensionais, o fosforeno apresenta características e comportamentos eletrônicos superiores ao silício, se colocando como um poderoso concorrente na substituição do atual componente dos transistores.

REFERÊNCIAS

LIU, Han et al. Phosphorene: An Unexplored 2D Semiconductor with a High Hole Mobility. **Birck and NCN Publications**. Paper 1584, 2014.

MARQUES, Angelo Eduardo B.; CHOUERI JÚNIOR, Salomão; CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Dispositivos semicondutores: diodos e transistores**. 13. ed. São Paulo: Érica, 2012. 404 p.

PADILHA, José Eduardo; FAZZIO, Adalberto; DA SILVA, Antonio J. R. Heterostructure of phosphorene and graphene: Tuning the schottky barrier and doping by electrostatic gating. **Physical Review Letters**. v. 114, 2015.

RODRIGUES, A. C. **Estrutura atômica e eletrônica do óxido fosforeno: um novo material 2D para nanotransistores**. Campinas: CNPEM, 2019. Projeto para bolsa de Iniciação Científica. Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Centro Nacional de Pesquisa e Energia e Materiais, 2019.

SOUZA, D. J. P. **Propriedades eletrônicas do fosforeno**. Fortaleza: UFC, 2018. Tese (Doutorado em Física) Centro de Ciências, Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, 2018.