



Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURA PIEZORESISTIVAS PARA MONITORAR A FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA¹

DEVELOPMENT OF PIEZORESISTIVE STRUCTURE TO MONITORING FREQUENCY RESPIRATORY

Guilherme Pimentel Soares Lima², Luiz Antonio Rasia³

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, pelo Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF), em parceria com o Grupo de Materiais e Dispositivos (GPMaD). Projeto com financiamento externo do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

² Estudante do curso de Medicina, bolsista PIBIT/CNPq.

³ Professor orientador.

RESUMO

Tecnologias de plataforma baseadas em material flexível e papel criaram uma empolgante avenida no campo do PoC - Point-of-Care, ou seja, do diagnóstico de testes e cuidados da saúde. Essas tecnologias também têm o potencial de mudar o paradigma no desenvolvimento testes de diagnóstico, especialmente para o mundo em desenvolvimento, usando materiais que são finos, leves, flexíveis e baratos. Essas plataformas ou dispositivos sensores são fáceis de fabricar, fáceis de usar e são ecologicamente corretas. O uso da técnica GoP – Grafite sobre Papel torna possível a fabricação de diferentes tipos de sensores, em particular, sensores baseados no efeito piezoresistivo para monitoramento individual da respiração humana.

Palavras-chave: sensores, respiração humana, piezoresistividade.

INTRODUÇÃO

A piezoresistividade é o efeito que consiste na alteração da resistência elétrica de determinado material devido à aplicação de uma tensão mecânica. A descoberta deste fenômeno foi evidenciada pelo matemático, físico e engenheiro britânico Lord Kelvin, que no ano de 1856, ao verificar o aumento da resistência dos fios de cobre e ferro, quando sobre eles era aplicada determinada tensão mecânica descreveu suas relações matemáticas.

O objetivo deste trabalho é desenvolver novas tecnologias de forma experimental sobre o efeito piezoresistivo visando soluções e sistemas mecatrônicos para aplicações em automação, engenharia biomédica, laboratorial, dispositivos agroindustriais, IoT, dispositivos vestíveis e Flexíveis.

Através do uso da Modelagem Matemática de elementos sensores piezoresistivos e da técnica GoP – Grafite sobre Papel para sua fabricação, projetou-se um sensor para monitorar a



respiração humana que pode ser aplicado em máscaras descartáveis acoplado a uma placa de aquisição de dados através de um sistema microcontrolador. O microcontrolador é o responsável pelo condicionamento dos sinais elétricos e respectivas conversões fazendo a interface entre máquina-homem.

METODOLOGIA

A Figura 1 ilustra o processo de fabricação dos piezoresistores estudado e desenvolvido, já documentado em artigos publicados pelos integrantes do GPMaD [1-6].

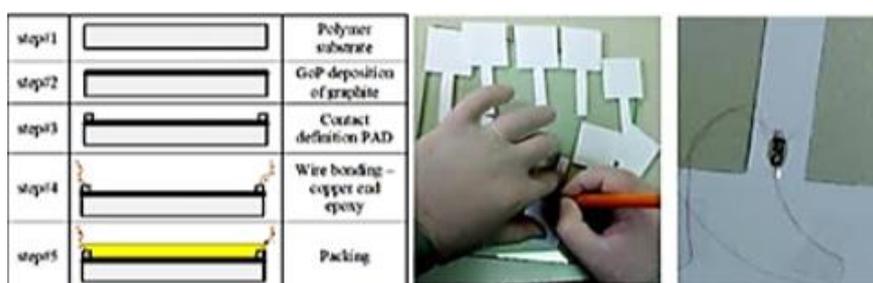


Fig. 1. Descrição das etapas de processamento manual do sensor de grafite e encapsulamento do sensor.

O desenvolvimento dos elementos sensores consiste em cinco etapas onde é definido as dimensões do substrato de papel, deposição manual de uma fina camada piezoresistiva de grafite, definição das conexões de contatos elétricos com finos fios de cobre e, finalmente, o encapsulamento com epoxy.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 ilustra a estrutura das fibras de celulose de forma esquemática e uma MEV-microscopia eletrônica de varredura do papel com aumento 430x (realizados por alunos de mestrado do GPMaD).

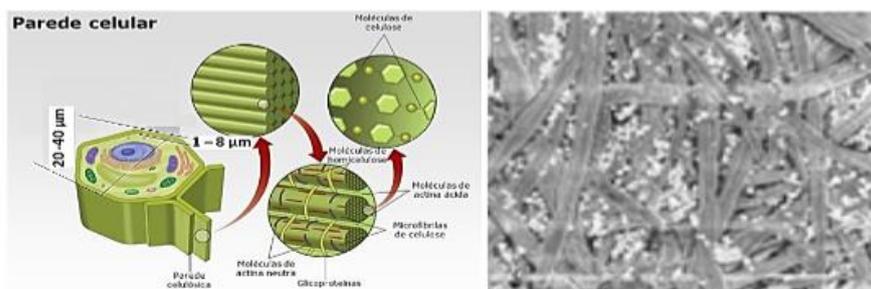


Fig. 2. Representação esquemática da estrutura da fibra de celulose adaptada [9] e vista de uma folha de papel sulfite branco vista no MEV



Os pequenos pontos brancos próximos às fibras do papel indicam resíduos devido aos processos de produção das folhas de papel.

A Figura 3 ilustra os principais resultados obtidos durante esta pesquisa evidenciados pelo aprendizado sobre o modelo geométrico do piezoresistor Figura 3 (b), prototipagem de um sensor piezoresistivo de grafite sobre substrato de papel encapsulado e, finalmente, na Figura 3 (c) uma possível aplicação em uma máscara descartável acoplada a um microcontrolador previamente programado para condicionar os sinais elétricos para monitorar a respiração humana.

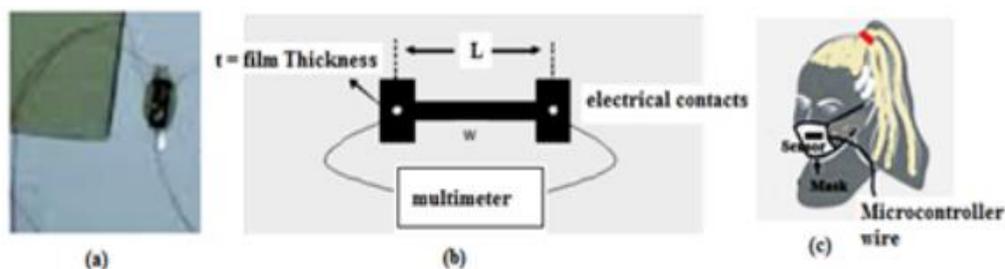


Fig. 3. Disposição experimental do sensor de respiração. (a) Fotografia do sensor encapsulado (b) modelo geométrico do piezoresistor e (c) dispositivo sensor em uma máscara descartável

Em síntese, o desenvolvimento de elementos sensores exige a compreensão do comportamento das propriedades físicas dos materiais tanto do substrato como dos filmes sensores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto possibilitou mostrar o potencial do uso de tecnologias de elementos sensores piezoresistivos de grafite sobre substrato polimérico para o monitoramento do ritmo e frequência respiratória além da taxa de oxigenação de pacientes. Os resultados obtidos podem identificar pacientes com maior risco de agravamento e piora clínica devido a doenças respiratórias e evitar a demanda de internação hospitalar, desde que seja feita uma análise precisa dos resultados obtidos do monitoramento.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Orientador Dr. Luiz Antonio Rasia, por toda a paciência durante a condução de meus primeiros passos no ambiente de iniciação tecnológica, ao Conselho



Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa e tecnologia através do financiamento de programas e bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rasia, L. A., Leal, G., Koberstein, L. L., Furlan, H., Massi, M., Fraga, M. A. Design and Analytical Studies of a DLC Thin-Film Piezoresistive Pressure Microsensor, In. Communications in Computer and Information Science, 742. **Applied Computer Sciencies in Engineering**. pp.433-443, WEA 2017. Disponível em: https://10.1007/978-3-319-66963-2_39. Acesso em: 5 junho 2021.
2. Rasia, L. A., Pedrali, P. C., Furlan, H., Fraga, M. A. Design and characterization of graphite piezoresistors in paper for applications in sensor devices, J. C. Figueroa-García et al. (Eds.): WEA 2019, CCIS 1052, pp. 577–583. **Springer Nature Switzerland** (2019). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-31019-6_48. Acesso em: 4 junho 2021.
3. Mahadeva ,S. K., Walus, K., Stoeber, B. **Paper as a platform for sensing applications and other devices: A review**, ACS Appl. Mater. Interfaces (2015). Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsami.5b0037>. Acesso em: 6 junho 2021.
4. Gabbi, R., Rasia, L. A., Valdiero A. C., Gabbi, M. T. T. An approach for computational simulation of the elements piezoresistives of graphite, **International Journal of Development Research**, 19150 – 19155 (2018).
5. Lin, C.-W., Zhao, Z., Kim, J., Huang, J. **Pencil drawn strain gauges and chemiresistors on paper**, Scientific Reports. 4: 3812, 2-6 (2014). Disponível em: <https://10.1038/srep03812>. Acesso em: 4 junho 2021.
6. Rasia, L. A., Pedrali, P. C., Valdiero, A. C., **Characterization of Piezoresistive Sensors of Graphite on Paper Substrate**, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Innovation in Education and Inclusion”, 19-21 July 2018, Lima, Peru. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.327>. Acesso em: 6 junho 2021.