cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

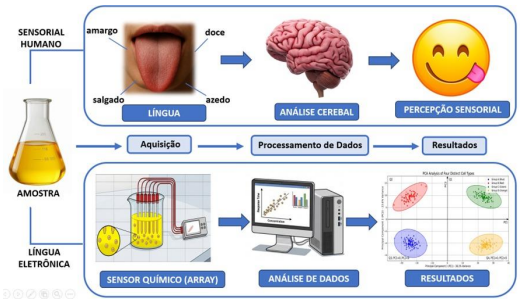
Fluence-engineered interfacial heterogeneity in laser-induced graphene for a single-response capacitive electronic tongue

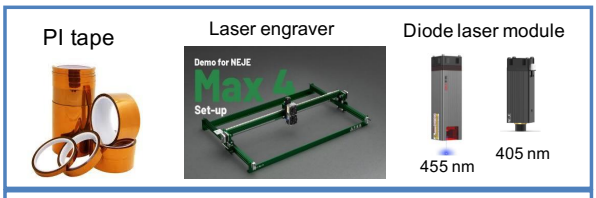
Raquel M. dos S. Pacheco[1]; **Gabriela M. S. Marcellino[1]**; Fabrício A. dos Santos[1]; Thiago T. da Silva[1]; Nirton C. S. Vieira[1];
1. Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

Introdução

Línguas eletrônicas convencionais exigem medições sequenciais de múltiplos sensores, o que compromete a velocidade da análise. Para superar isso, a conexão de sensores em paralelo permite obter o perfil químico completo em uma única medição. O grafeno induzido por laser (LIG) destaca-se nesse contexto, sendo sintetizado sustentavelmente sobre poliimida. Variando a fluência do LIG, criam-se unidades com diferentes propriedades. Assim, este trabalho propõe uma língua eletrônica com sensores LIG em paralelo, explorando uma resposta capacitiva única para reconhecer paladares básicos.

Metodologia







Resultados e Discussão

Caracterização estrutural (Raman)

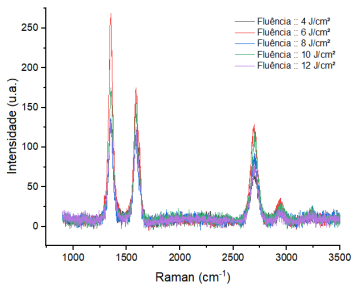


Fig. 1: Espectros de Raman (após correção de linha de base) das amostras em função da variação da fluência do laser (4 a 12 J/cm²)

Caracterização morfológica (MEV)

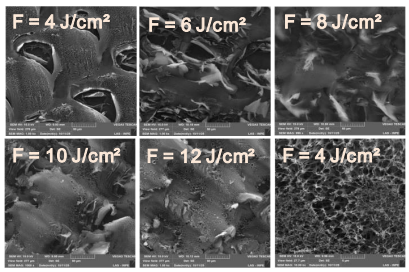


Fig. 2: Micrografias de **Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)** evidenciando as diferentes morfologias e porosidades dos interdígitos de LIG, obtidas pela variação da fluência do laser (4 a 12 J/cm²)

Desempenho analítico da língua eletrônica

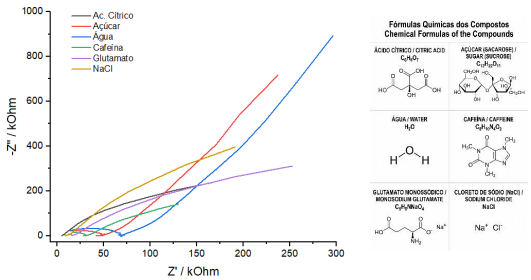


Fig. 3: Gráfico de Nyquist demonstrando a reatividade cruzada do sensor em paralelo para diferentes modelos de paladar (0,1 mmol/L)

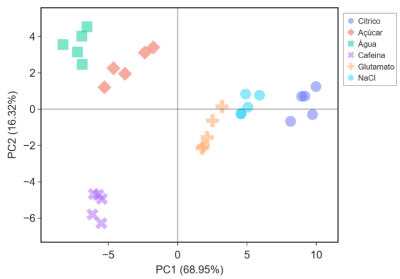


Fig. 4: Gráfico de *scores* da PCA (PC1 vs. PC2) gerado a partir dos dados de ângulo de fase da impedância. Os dois primeiros componentes principais representam 85,27% da variância total (PC1: 68,95% e PC2: 16,32%). Comprovando a discriminação e o agrupamento das amostras

Conclusões

- Modulação da fluência do laser é uma estratégia eficaz para gerar reatividade cruzada estrutural em sensores.
- A discriminação bem-sucedida dos modelos de paladar a 0,1 mmol/L, comprovada pela análise PCA.
- Grande potencial para aplicações reais na análise de líquidos complexos.

Referências

[1] BRAZ, Daniel C. et al. Using machine learning and an electronic tongue for discriminating saliva samples from oral cavity cancer patients and healthy individuals. **Talanta**, v. 243, p. 123327, 2022.
[2] ABDULHAFEZ, Moataz; TOMARAEI, Golnaz N.; BEDEWY, Mostafa. Fluence-dependent morphological transitions in laser-induced graphene electrodes on polyimide substrates for flexible devices. **ACS Applied Nano Materials**, v. 4, n. 3, p. 2973-2986, 2021.
[3] YE, Ruquan; JAMES, Dustin K.; TOUR, James M. Grafeno induzido por laser: da descoberta à aplicação prática. **Advanced Materials**, v. 31, n. 1, p. 1803621, 2019.

Agradecimentos

CAPES
CNPq
EMBRAPII
FAPESP
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO