

MAPEAMENTO DE METABÓLITOS EM FLUXO PARA O MONITORAMENTO DA SAÚDE HUMANA

GOMES, L. G. M¹

luiza.gomes@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Itaquera

ALMEIDA, F. L.2

fernando.almeida14@fatec.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Itaquera

1. Introdução

A contribuição do nitrito para os diversos setores, da agricultura à indústria, vem se expandindo, principalmente, sendo empregado como conservante na indústria alimentícia (Santos, 2014). Entretanto, a descoberta de sua toxicidade desencadeada por altas concentrações de nitrito, pode acarretar severos impactos na saúde da população, decorrentes tanto da intoxicação aguda que pode gerar um quadro de metemoglobinemia como da crônica, aumentando as chances de câncer pela formação de compostos N-nitroso carcinogênicos no organismo (Kobayashi, 2018; Olivo, 2018). E também, as elevadas concentrações de nitrito estão associadas à metemoglobinemia, uma condição grave que interfere na capacidade do sangue transportar oxigênio adequadamente, podendo levar a sintomas como falta de ar e cianose (Santos, 2022; Sales, 2023).

Estudos epidemiológicos também têm investigado o impacto do consumo crônico de nitrito na saúde cardiovascular, sugerindo uma possível ligação entre altas ingestões e maior incidência de doenças cardiovasculares, embora os mecanismos exatos ainda estejam sendo elucidados (Jackson et al., 2018). Além disso, o nitrito pode reagir com compostos secundários presentes em alimentos para formar nitrosaminas, conhecidos agentes carcinogênicos. Essas substâncias têm sido correlacionadas com o aumento do

risco de câncer, especialmente câncer gástrico e colorretal, quando consumidas regularmente em quantidades elevadas ao longo do tempo (Santos, 2022; Sales, 2023).

Neste contexto, o estudo do nitrito pode ser relacionado ao diagnóstico de uma possível intoxicação devido à dieta (Karwowska; Kononiuk, 2020) e consumo de águas contaminadas (Negreiros et al., 2024). Ainda, destaca-se que a exposição de recém-nascidos ao nitrito pode resultar em morte, principalmente em crianças com menos de seis meses, uma vez que o efeito tóxico causado pela ingestão de nitrito é a metahemoglobinemia em neonatos (síndrome do bebê azul) (Silva et al., 2020).

Para a comunidade científica, bioquímica e médica, a medição e controle de metabólitos no sangue, saliva e suor são de suma importância, visto que observações realizadas em meio a demais estudos detectaram suas influências na saúde, principalmente seus malefícios quando em excesso no corpo (Rodrigues, 2020). Desta forma, pesquisas constantes são realizadas a fim de estudar e aperfeiçoar estas áreas e garantir o bem-estar social.

Este trabalho avança com o uso de microeletrodos para a obtenção de um transdutor eletroquímico permitindo a medição do nitrito e dos metabólitos em fluidos biológicos em fluxo, avaliando a influência cruzada dos interferentes em

meio bioquímico. As principais espécies interferentes a serem estudadas serão: AA, PA, H⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻, CL⁻ e PO₄³⁻. Para tal, consideramos as concentrações encontradas em fluidos sanguíneos de humanos (Guyton; Hall, 1997; Mattos; Gorton, 2001; Sato et al., 2005; Patnaik, 2004; Laschi; Mascini, 2006) que são: (0,11; 0,15; 0,04; 0,12; 0,2, 130 e 1,46) μmol cm⁻³, respectivamente.

2. Metodologia

Os recursos utilizados nesta iniciação científica são compostos por técnicas eletroquímicas (usando o Autolab PGSTAT302N / Nova 2.1.7). A seguir, apresentam-se os recursos que estão e serão utilizados para obtenção e análise dos resultados na medição do nitrito:

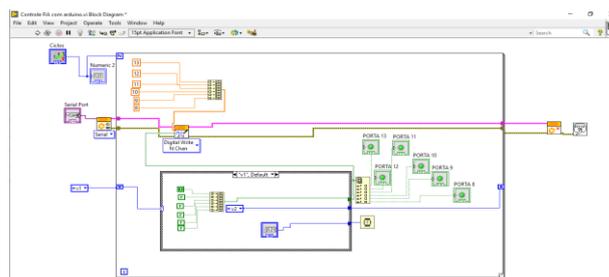
1) Cronoamperométrica – aplica-se um potencial constante em função do tempo no microeletrodo de medição e registra-se uma corrente de resposta eletroquímica correspondente, de acordo com uma dada concentração química. Usando o analisador eletroquímico Autolab PGSTAT302N e o software Nova 2.1.7 aplicado para as medições dos metabólitos;

2) Análise por injeção em fluxo (do inglês, *flow-injection analysis*, FIA) – técnica adequada para simular o ambiente in vivo e in situ, pois permite, de forma precisa, a injeção de soluções em fluxo e a pré-concentração do analito, resultando no incremento do sinal de saída.

3. Resultados e Discussões

Construiu-se um diagrama de blocos no LabView para o controle da FIA (Figura 1), a fim de controlar o tempo de abertura do fluxo das válvulas solenóides.

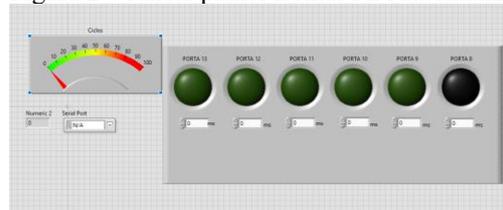
Figura 1 – Janela diagrama de blocos FIA



Fonte: autoria própria (2024).

Para operar o sistema FIA desenvolvido, criou-se uma interface intuitiva e funcional no painel frontal (Figura 2). O usuário define o tempo que a válvula ficará aberta. Os Leds acenderão para sinalizar qual válvula está aberta.

Figura 2 – Janela painel frontal FIA automatizada

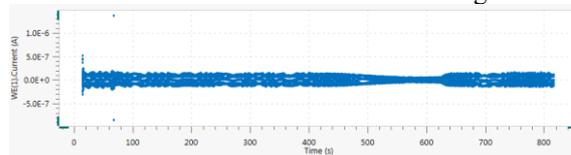


Fonte: autoria própria (2024).

Usando o sistema FIA-automatizada pelo método cronoamperométrico aplicou-se um potencial fixo de 300 mVAg/AgCl 3M NaCl a três microeletrodos interligados (ouro modificado com poli-imidazole funcionalizado com cobre (II)). Foram realizados três testes para a medição dos nitritos 20 μmol/L, cloretos 30 mmol/L e fosfatos 50 mg/L como metabólitos. Já como interferentes na medição dos metabólitos, adicionou-se sulfatos 10 mg/L e nitratos 0,12 mmol/L.

Na Figura 3, segue o gráfico para a medição do nitrito - teste 1, houve grande sinal de ruídos do microeletrodos e apresentou-se uma medição pouco definida.

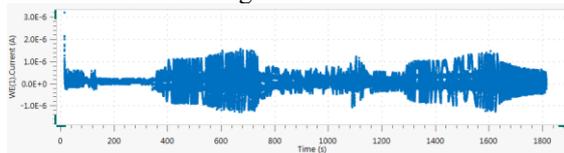
Figura 3 – Teste 1: FIA-automatizada na medição de nitrito usando três microeletrodos interligados



Fonte: autoria própria (2024).

No teste 2, amenizamos os ruídos. Segue o gráfico (Figura 4) para medição do nitrito e todos os outros metabólitos, incluindo as espécies interferentes. Observa-se primeiramente, no gráfico a onda de medição dentro de ruídos do nitritos, depois fosfatos, cloretos, nitratos, sulfatos, respectivamente.

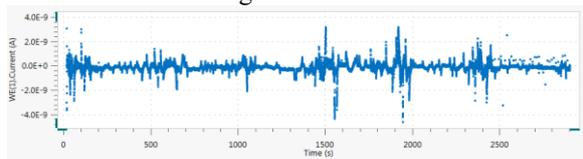
Figura 4 – Teste 2: FIA-automatizada na medição de nitrito e interferentes usando três microeletrodos interligados



Fonte: autoria própria (2024).

No teste 3, o gráfico da Figura 44, registrou ondas de medições, respectivamente: nitritos, cloretos, nitritos, cloretos, depois fosfatos, nitratos e sulfatos. Observa-se também, ondas negativas decorrentes da força iônica causada pelas grandes diferenças de íons presente nas amostras de análise e na solução usada como carregamento, o que gerou uma perturbação no sinal analítico. Essa variação provou uma queda no sinal, criando uma "onda negativa" em vez do pico positivo esperado.

Figura 5 – Teste 3: FIA-automatizada na medição de nitrito e interferentes usando três microeletrodos interligados



Fonte: autoria própria (2024).

4. Conclusões

Diante dos resultados obtidos e do objetivo geral e específicos estabelecidos para este projeto, conclui-se que foram parcialmente atingidos, uma vez que desenvolveu-se a comutação de soluções pelo sistema automático FIA usando o software Labview versão 20, acoplado a matriz de microeletrodos. Depois disso, foi empregado o analisador eletroquímico Autolab PGSTAT302N e o software Nova

2.1.7 na medição cronoamperométrica dos metabólitos.

Entretanto, não foram realizados muitos testes de medições, implicando na avaliação qualitativamente do fluxo, a seletividade para os metabólitos e a verificação da influência cruzada.

Referências

JACKSON, J. K. et al. The role of inorganic nitrate and nitrite in cardiovascular disease risk factors: a systematic review and meta-analysis of human evidence. *Nutrition Reviews*, v. 76, p. 348–371, 2018.

LASCHI, S.; MASCINI, M. Planar electrochemical sensors for biomedical applications. *Medical Engineering & Physics*, Sesto Fiorentino, v. 28, n. 10, p. 934-943, dec. 2006. doi:10.1016/j.medengphy.2006.05.006.

MATTOS, I. L.; GORTON, L. Filmes de metal hexaciano-ferrato: uma ferramenta em química analítica. *Química Nova*, v. 24, n. 2, p. 200-205, 2001. doi:10.1590/S0100-40422001000200010.

PATNAIK, P. *Electroanalytical Methods*. Dean's Analytical Chemistry Handbook: McGraw-Hill. 2 nd ed. Sec. 14. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney and Toronto: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2004.

SANTOS, C. E. Nitratos e Nitritos. *Núcleo de Pesquisas em Avaliação de Riscos Ambientais*, v. 1, 2014.

Agradecimentos

À instituição Faculdade de Tecnologia de Itaquera e a Universidade de São Paulo pelo empréstimo de equipamentos.

¹ Aluna de IT com bolsa CNPq.