

DISPOSITIVO PORTÁTIL AUTOMATIZADO COM SERINGA E VARIAÇÃO DE PRESSÃO PARA USO EM SISTEMAS DE MICROEXTRAÇÃO EM FASE LÍQUIDA

Elisson samuel gomes souza¹, Valfredo Lemos²,

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um dispositivo portátil e automatizado para aplicação em sistemas de microextração em fase líquida (LPME). A proposta baseia-se na utilização de uma seringa acoplada a um sistema de acionamento controlado por microcontrolador Arduino, permitindo variações de pressão precisas e reproduzíveis. O objetivo principal é simplificar e tornar mais acessível a técnica de LPME, que apresenta vantagens como baixo consumo de solventes, mas challenges relacionados à reprodutibilidade operacional. O protótipo foi construído e submetido a testes preliminares utilizando soluções-modelo de corantes, os quais demonstraram sua capacidade de promover o movimento controlado de fases líquidas. Os resultados parciais indicam a viabilidade do sistema em automatizar processos de extração, com potencial aplicação em contextos de ensino, pesquisa laboratorial e análises em campo. Conclui-se que o dispositivo desenvolvido representa uma ferramenta promissora de baixo custo, portátil e de fácil operação, contribuindo para a disseminação de técnicas analíticas modernas.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Automação, Controle de Pressão, Dispositivo Portátil, Microextração em Fase Líquida (LPME).

AUTOMATED PORTABLE SYRINGE DEVICE WITH PRESSURE VARIATION FOR USE IN LIQUID-PHASE MICROEXTRACTION SYSTEMS

ABSTRACT

This work presents the development of a portable and automated device for application in liquid-phase microextraction (LPME) systems. The proposal is based on the use of a syringe coupled to an actuation system controlled by an Arduino microcontroller, allowing precise and reproducible pressure variations. The main objective is to simplify and make the LPME technique more accessible, which has advantages such as low solvent consumption but faces challenges related to operational reproducibility. The prototype was built and subjected to preliminary tests using model dye solutions, which demonstrated its ability to promote controlled movement of liquid phases. The partial results indicate the system's feasibility in automating extraction processes, with potential application in teaching, laboratory research, and field analysis contexts. It is concluded that the developed device represents a promising low-cost, portable, and easy-to-operate tool, contributing to the dissemination of modern analytical techniques.

KEYWORDS: Arduino, Automation, Liquid-Phase Microextraction (LPME), Portable Device, Pressure Control.

INTRODUÇÃO

A microextração em fase líquida (LPME) consolidou-se como uma técnica moderna de preparo de amostras, oferecendo vantagens como miniaturização, baixo consumo de solventes e redução de resíduos químicos em comparação com métodos clássicos de extração. No entanto, a aplicação da LPME, especialmente em ambientes de ensino e laboratórios com recursos limitados, enfrenta obstáculos relacionados à necessidade de controle manual preciso de variáveis como pressão e tempo, o que pode comprometer a reprodutibilidade dos resultados. A automação de processos analíticos surge como uma solução estratégica para superar essas limitações. Plataformas de hardware aberto, como o Arduino, têm sido amplamente empregadas no desenvolvimento de equipamentos científicos de baixo custo e alta eficiência. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo relatar o desenvolvimento e a avaliação preliminar de um dispositivo portátil automatizado que utiliza uma seringa e um sistema controlado por Arduino para gerar variações de pressão, destinado a otimizar e popularizar o uso de sistemas LPME.

¹ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: elissonsamuel8@gmail.com

³ Coorientador, Professor Doutor, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: vlemos@uesb.edu.br.

MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo do dispositivo foi construído a partir de componentes de baixo custo, consistindo essencialmente de uma seringa comercial, um sistema mecânico de acionamento (como um motor de passo ou servo motor) e uma placa microcontroladora Arduino Uno. O Arduino foi programado para controlar o movimento do êmbolo da seringa de forma precisa, gerando ciclos de pressão e depressão de maneira automatizada e reproduzível. Para a validação inicial do funcionamento do sistema, foram realizados ensaios com soluções-modelo aquosas contendo corantes, que permitiram a visualização direta do transporte e mistura de fases líquidas simulando uma extração. A avaliação do dispositivo focou-se inicialmente em verificar a capacidade de gerar movimento de fluido

de forma controlada e consistente, seguindo princípios descritos na literatura para automação de dispositivos de laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na fase inicial de desenvolvimento confirmaram a funcionalidade do princípio de operação do dispositivo. O sistema mostrou-se capaz de realizar movimentos cíclicos do êmbolo da seringa de forma automatizada, criando as variações de pressão necessárias para aspirar e dispensar volumes líquidos de maneira controlada. Nos testes qualitativos com corantes, foi possível observar eficiência no transporte e na mistura das soluções, indicando que o dispositivo possui potencial para aplicação em procedimentos de microextração que envolvam a transferência de analitos entre fases. A automação do processo, controlada por software, é um avanço significativo em relação à operação manual, pois reduz a variabilidade operatorial, um conhecido desafio em técnicas de LPME. Embora análises quantitativas de eficiência de extração ainda estejam em andamento, a etapa de construção e teste conceitual foi bem-sucedida, validando o design proposto.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Conclui-se que o desenvolvimento do dispositivo portátil automatizado com seringa e controle de pressão via Arduino foi viável e bem-sucedido em sua fase inicial. O protótipo construído demonstrou capacidade operacional para automatizar movimentos fundamentais em processos de microextração em fase líquida. A principal contribuição deste trabalho reside na proposta de uma ferramenta de baixo custo, portátil e de código aberto, que pode facilitar a implementação da técnica LPME em diferentes cenários, incluindo laboratórios de ensino e análises rápidas em campo. Como trabalhos futuros, planeja-se a otimização dos parâmetros operacionais, a calibração de volumes e a aplicação do dispositivo na extração de analitos específicos em matrizes reais para validação analítica completa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANTHEMIDIS, A. N.; IOANNOU, K. I. Development and applications of flow injection/sequential injection liquid-phase microextraction: A review. *Talanta*, v. 79, p. 86–97, 2009.

- (2) ASSADI, Y.; HOSSEINI, M. R. M.; REZAEI, M.; AHMADI, F. Recent developments in liquid-phase microextraction. *Analytica Chimica Acta*, v. 701, p. 1–17, 2013.
- (3) DUTTA, A.; LEWIS, J.; RODRIGUEZ, D. Design and development of low-cost syringe pump. *Journal of Laboratory Automation*, v. 17, n. 1, p. 40–48, 2012.
- (4) JEANNOT, M. A.; CANTWELL, F. F. Solvent microextraction into a single drop. *Analytical Chemistry*, v. 68, p. 2236–2240, 1996.
- (5) PEIRANO, A. M.; PIRES, R. Desenvolvimento de equipamentos científicos com Arduino: aplicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 3, p. 74–89, 2019.
- (6) PSILLAKIS, E.; KALOGERAKIS, N. Developments in liquid-phase microextraction. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 22, p. 565–574, 2003.
- (7) RISTICEVIC, S. et al. Recent developments in solid-phase microextraction. *Analytica Chimica Acta*, v. 694, p. 23–36, 2010.