

## DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA NANO-VAZÕES UTILIZANDO INJEÇÃO SEQUENCIAL<sup>1</sup>

Wilgner Santos<sup>2</sup>, Sérgio de Sousa Castro<sup>3</sup>

### RESUMO

É de interesse tanto laboratorial, analítico quanto farmacêutico que sistemas mais precisos sejam apresentados e desenvolvidos, para garantir maior conforto, praticidade, simplicidade e automatização dos processos, uma vez que alguns geram grande demanda de tempo, requerem grandes taxas de precisão ou maiores índices de periculosidade. O presente estudo tem como finalidade, criar, prototipar e viabilizar o uso de um sistema sequencial de nano-vazões a fim de garantir e entregar uma maior precisão, automatização, associados a um controle rigoroso via firmware.

**PALAVRAS-CHAVE:** Protótipo, firmware, nano vazão

Development and construction of a prototype of an automated nano-valzing system using sequential injection

### ABSTRACT

It is of both laboratory, analytical and pharmaceutical interest that more precise systems are presented and developed, to guarantee greater comfort, practicality, simplicity and automation of processes, since some generate great demand for time, require high accuracy rates or higher rates of dangerous. The purpose of this study is to create, prototype and enable the use of a sequential nano-flow system in order to guarantee and deliver greater precision and automation, associated with rigorous control via firmware.

**KEYWORDS:** Prototype, firmware, nano flow

### INTRODUÇÃO

A adesão de sistemas autônomos em laboratório tende a ser amplamente utilizada conforme avanços tecnológicos na área tomam condições cada vez melhores e avançam em larga escala. O seu uso se dá unicamente em virtudes de: uso menor de reagentes químicos, aplicação precisa dos compostos uma vez que algumas soluções demandam alta precisão, realização de multitarefas já que algumas análises podem demorar e sua automatização no processo ajuda a agilizar o processo e dividir o foco sem preocupação, providenciam maior segurança (AZEREDO, 2021; BARROS GOMES et al., 2019).

<sup>1</sup> Fapesb, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia

<sup>2</sup> Bolsista Fapesb, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

<sup>3</sup> Orientador, Professor Dr., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

Sistemas controladores/reguladores são aplicados em várias áreas de atuação, com a finalidade de reduzir os custos, melhorar sua eficiência, e garantir uma maior segurança, são amplamente utilizados em indústrias automotivas ou veículos que fazem uso de bomba injetora, em indústrias alimentícias para controlar o fluxo de entrada e saída de material e/ou resíduos, entre outras áreas.

Analisadores automáticos estão continuamente surgindo e sendo empregados, com sucesso, na análise de diversas substâncias nas mais distintas matrizes.(Barreto, 2012). O sistema SIA baseia-se nos mesmos princípios dos sistemas de Análise por Injeção em Fluxo (FIA), onde é feita a injeção precisa da amostra, dispersão controlada e tempos de reação com alta repetibilidade (Santos e Masini, 2010).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Eletricidade Eletrotécnica e Controle de Processo (LEEC) da UESB, campus Itapetinga. O desenho industrial do sistema mecânico foi concluído e registrado sob o número BR 302022006620-6.

O planejamento incluía o desenvolvimento de um firmware em linguagem C++ para o microcontrolador PIC18F4550, que seria responsável pelo controle do sistema. Este firmware seria o sistema de comutação homem-máquina, permitindo o controle preciso do maquinário, mas sua implementação ainda não foi iniciada.

Para o sistema de controle, foi utilizada a placa U-Start com um cristal oscilador, posteriormente substituído por um de 20kHz, com firmware gerado no *MikroC for pic Pro*. A calibração do sistema de injeção foi realizada coletando-se 300 dados de deslocamento com um paquímetro digital. Os dados foram tratados e ajustados no firmware para determinar a velocidade e a vazão.

## CALIBRAÇÃO DO SISTEMA DE INJEÇÃO PARA NANO-VAZÃO

Para a calibração realizou a coleta do deslocamento de 300 dados, utilizando um paquímetro digital. Os dados coletados foram ajustados no firmware, e com medições de 5 segundos em relógio digital para o deslocamento.

O deslocamento foi calculado com base na média de todos os testes de deslocamento, conforme equação 01.

$$\bar{x} = \frac{1 + 2 + \dots}{m} \quad 01$$

sendo  $\bar{x}$ , o deslocamento médio em  $m$ ,  $1 \dots$  os deslocamentos medidos e  $n$  o número de deslocamentos medidos.

A velocidade foi determinada pela equação 02

$$v = \frac{d}{t} \quad 02$$

onde  $v$  é a velocidade em m/s, e  $t$  é o tempo médio em segundos(s).

A área, em  $m^2$ , foi determinada pela equação 03.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad 03$$

Onde  $D$  é o diâmetro do corpo da seringa em  $m$ .

Para determinar a vazão ( $Q$ ), em  $m^3/s$ , foi utilizada a equação 04.

$$Q = v \cdot A \quad 04$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

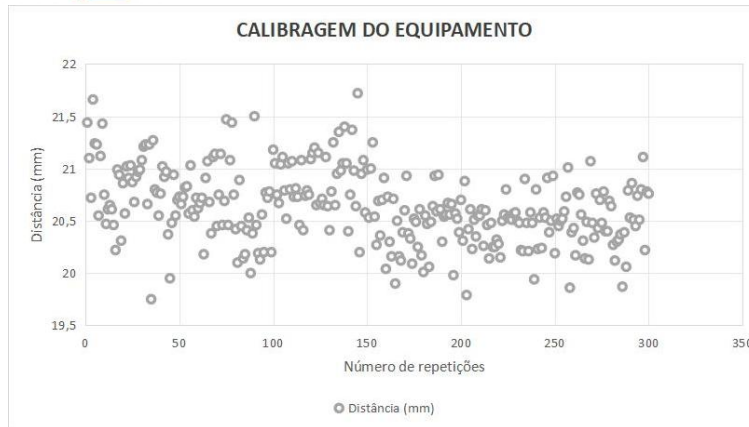
A fase de prototipagem física visava a alteração do protótipo anterior, uma vez que apresentava erros, para corrigir isso, foram desenhadas novas peças com técnica de encaixe no ambiente SolidWorks. Embora a montagem do protótipo físico final, com as peças desenhadas e o sistema de comutação, ainda não tenha sido executada, a calibração do acionamento mecânico via firmware demonstrou a capacidade do sistema em operar com alta precisão. O controle rigoroso dos passos do motor, ajustado via firmware, permitiu alcançar um deslocamento médio de  $2,06E-02$  m em 5 segundos, um resultado fundamental que valida a base eletrônica do projeto.

**TABELA 1:** Dados calculados para encontrar a vazão

	200 PASSOS
Deslocamento (m)	2,06E-02
Tempo (s)	5
Velocidade (m/s)	4,13E-03
Diâmetro (m)	0,00433
Área (m <sup>2</sup> )	1,47E-05
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	60,8E-08

Fonte: Autores, 2024

**FIGURA 1 -** Valores da distância em função da quantidade de repetições



Fonte: Autores, 2024

## CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Com base no projeto, fica visado a montagem do sistema e criação da interface responsável por operar o aparelho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEREDO, Nathália Florência Barros. Desenvolvimento de (bio) sensores (nano) estruturados visando a determinação de analitos em amostras farmacêuticas e fluidos biológicos. 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-11112021-144538/pt-br.php>>.
2. Barreto, I. S. (2012). Sistema Fluxo-Batelada Monossegmentado: Determinação Espectrofotométrica de Boro em Plantas. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO. <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7081>>.
3. Barrros Gomes, P. R., Mouchrek Filho, V. E., Santos de Oliveira, R. W., Pereira Everton, A., Batista Reis, J., Costa Louzeiro, H., Da Silva Lyra, W., Alves Fontenele, M., & Valeriano Alves, D. T. (2019). Utilização dos métodos automáticos em fluxos com detecção espectrofotométrica na determinação de diclofenaco de sódio em formulações farmacêuticas e fluidos corporais. Revista Colombiana de Ciências Químico-Farmacêuticas, 48(1), 29–43. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v48n1.80063>.
4. SANTOS, A .C .V . Masini, J .C. A análise por injeção sequencial (SIA): vinte anos em uma perspectiva brasileira. Quím. Nova 33 (9) • 2010. disponível em : <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000900023>>.