



XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica 2022

Desenvolvimento e construção de um sistema automatizado para nano-vazões utilizando injeção sequencial – protótipo em Desenho 3D e simulação¹

Dionísio Novais Brandão ²
Prof. Dr Sérgio de Souza Castro ³

RESUMO

Um sistema de injeção sequencial busca otimizar o uso de insumos necessários à realização de análises químicas (água, amostra e reagentes). Esse sistema permite além da redução dos insumos, redução de resíduos gerados, uma maior repetibilidade de amostras e redução da interferência humana garantindo maior precisão nos resultados. O objetivo desse trabalho é desenvolver e construir um protótipo de um sistema automatizado para nano-vazões utilizando injeção sequencial e mistura dos analitos, além do controle de vazão. Esse subprojeto é responsável para protótipo em desenho 3D do equipamento e simulação.

PALAVRA CHAVE: Injeção sequencial; nano-vazões; desenho industrial.

Development and construction of an automated system for nanoflows using sequential injection – prototype in drawing 3D and simulation¹

ABSTRACT :

A sequential injection system seeks to optimize the use of inputs necessary to carry out chemical analyzes (water, sample and reagents). This system allows, in addition to the reduction of inputs, reduction of waste generated, greater repeatability of samples and reduction of human interference ensuring greater precision in the results. The objective of this work is to develop and build a prototype of an automated system for nano-flows using sequential injection and mixing of analytes, in addition to flow control. This subproject is responsible for prototyping in 3D design of the equipment and simulation.

KEYWORDS : Sequential injection ; nano-flows; Industrial draw.

INTRODUÇÃO:

A análise por injeção sequencial proposta por Ruzicka e Marchall (1990), é um sistema de análise química que tem como base a introdução da amostra e reagente a serem analisados, onde por meio de uma solução de transporte, são bombeados de forma contínua por todo o sistema, esse que tem a finalidade de transportar o analito até um detector que realiza as análises, por fim ocorre o descarte do analito (Gomes et al, 2019).

Os Sistemas de Injeção Sequencial (SIA) são compostos basicamente por um propulsor, seringa, bobina coletora, sistema de multicomutação, bobinas auxiliares, câmaras de mistura e, descarte (Santos e Masini, 2010). O controle do volume e vazão são essenciais para otimização das análises e redução do consumo de amostras e reagentes (Silva, 1999). Contudo, ainda não foi observado o uso da nano-vazão devido a especificidade dessa vazão para análise de amostra de pequenos volumes.

1: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq entidade financiadora da pesquisa.

2: Discente do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -UESB; E-mail dionisio.novais1998@gmail.com

3: Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB ; E-mail: scastro@uesb.edu.br

Um sistema de análise por injeção sequencial com nano-vazão, faz uso racional de reagentes e possui baixa geração de resíduos, colaborando assim para o cumprimento do item 12.5 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 12 da agenda 2030 da Organização das nações Unidas (ONU) que diz: “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”:

12.5: Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso” (ONU, 2016, p. 34).

A utilização de sistemas de injeção sequencial com nano-vazão, garante uma maior segurança do analista no manuseio de substâncias que podem oferecer riscos à saúde, além de reduzir os custos tanto na montagem do sistema, quanto no baixo consumo de reagentes (Gomes et al, 2019).

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e construção de um protótipo de um sistema automatizado para nano-vazões utilizando injeção sequencial. Esse subprojeto é responsável para protótipo 3D do equipamento e a simulação.

MATERIAL E MÉTODOS:

O desenho industrial do sistema automatizado para nano-vazões utilizando injeção sequencial, foi desenvolvido no Laboratório de Eletricidade e Eletrotécnica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga-BA, o material utilizado foi o software AutoCad 3D 2021 ® , código da licença ID da Autodesk: 201810479.

Para modelar e simular a nano-vazão no sistema, foi utilizada a equação 01 que representa a variação do volume por unidade de tempo.

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (01)$$

Onde V é o volume(m³), t é o tempo (s), A é área(m²) da seção da tubulação e v é a velocidade(m/s) do fluido na tubulação.

A vazão será sempre a mesma em toda extensão da tubulação, portanto a equação 01 pode ser reduzida a equação 02.

$$Q = Av \quad (02)$$

onde Q é a vazão em m³/s.

Para simular a vazão foram utilizados diâmetros internos (Di) da tubulação na faixa de 1x10⁻³ a 2x10⁻³ m e velocidade (v) na faixa de 1x10⁻² a 2x10⁻² m/s.

FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A propulsão será feito por uma bomba peristáltica. A injeção será feita por meio de seringas, as quais farão a sucção do analito e a expulsão dentro da bobina coletora. Válvulas

1: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq entidade financiadora da pesquisa.

2: Discente do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -UESB; E-mail dionisio.novais1998@gmail.com

3: Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB ; E-mail: scaastro@uesb.edu.br

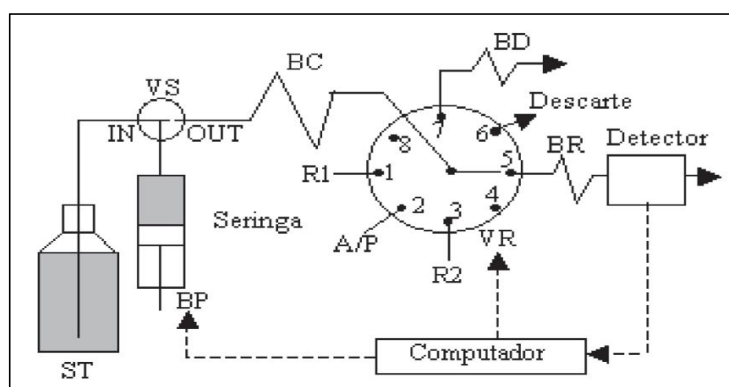
de fluxo regularão a entrada e saída de material nas seringa. Uma bobina de mistura será feita com enrolamento de tubos de politetrafluoretileno (PTFE). Motores de passo, controlados por microcontroladores, são responsáveis pela movimentação dos êmbolo das seringas. Uma bobina coletora será responsável por coletar o material a ser analisado e a bobina de mistura fará a homogeneização do analito. Para obter um sistema com nano-vazão(nm^3/s) um volume em escala nanométrica deve passar pelos tubos até a saída da bobina de mistura a cada segundo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

REPRESENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INJEÇÃO SEQUENCIAL

Buscando manter segredo industrial devido o processo de depósito do pedido de patente e de registro do desenho industrial desse protótipo junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI, neste trabalho será apresentado um modelo representativo de um sistema de injeção sequencial. A figura 1 apresenta a representação de um sistema de injeção sequencial montado por Masini (2008) nos quais foram utilizados o equipamento FIALab 3500 da FIALab Instruments ® , onde BC é bobina coletora, BD é bobina de diluição, BR é bobina de reação, AP é a entrada da solução de amostra, VR é a válvula rotatória seletora, R1 e R2 são entradas de reagentes, VS é a válvula solenóide e ST é a solução transporte.

Figura 1 – Sistema de injeção sequencial



Fonte: Masini, 2008.

SIMULAÇÃO DA VAZÃO

A tabela 1, apresenta a simulação feita no Microsoft Excel. Para o cálculo, utilizou-se a equação 2.

TABELA 1: simulação da vazão

$D_i(\text{m})$	$A (\text{m}^2)$	$V(\text{m/S})$	$Q(\text{m}^3/\text{s})$
2,00E-03	3,14159E-06	2,00E-02	62,8E-09
1,50E-03	1,76715E-06	1,50E-02	26,5E-09

1: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq entidade financiadora da pesquisa.

2: Discente do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -UESB; E-mail dionisio.novais1998@gmail.com

3: Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB ; E-mail: scastro@uesb.edu.br

Fonte: Autores, 2022

Com base na simulação feita, pode-se entender que os melhores diâmetros internos (Di) a se escolher são de 1 mm (1,00E-03 m), 1,5 mm (1,50E-03 m) ou 2 mm (2,00E-03 m), isso devido a disponibilidade do mercado em oferecer tubulações com esses diâmetros. Como as velocidades de 1 cm/s (1,00E-02 m/s) ou 1,5 cm/s (1,50E-02), são velocidades muito baixas para que a micro bomba peristáltica possa trabalhar, a velocidade escolhida foi de 2 cm/s (2,00 E-2 m/s). Utilizando um diâmetro interno de 2 mm e uma velocidade de 2 cm/s, consegue uma vazão de 62,8 nm³/s, isso sem levar em consideração as pressões, alturas e perdas de carga podem reduzir ainda mais esse valor de vazão, porém isso pode ser provado apenas com testes laboratoriais, contudo, percebe-se que o sistema atinge o objetivo de proporcionar a nano vazão.

CONCLUSÕES:

Foi feita a submissão do registro do desenho industrial desse protótipo junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial– INPI, conforme registro no Núcleo de Inovação Tecnológica da UESB (NIT-UESB). As peças foram encaminhadas à impressão, para fazer a montagem do sistema. Será feita ainda a submissão do pedido de patente desse protótipo junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI, através do NIT_UESB.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1- GOMES.P, R, B. et al. **Determinação de diclofenaco de sódio em formulações e fluidos corporais** . Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm., Vol. 48(1), 29-43, 2019 .
- 2-MASINI. JORGE CESAR . **Demonstrando os fundamentos, potencialidades e limitações da análise por injeção sequencial**: Instituto de Química, Universidade de São Paulo, CP 26077, 05513-970 São Paulo, SP - Brasil. Quim. Nova, Vol. 31, No. 3, 704-708, 2008.
- 3-ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**.2016. Disponível em: [http://www.pnud.org.br/Docs/TransformandoNossoMundo .pdf](http://www.pnud.org.br/Docs/TransformandoNossoMundo.pdf) Acesso em: Acesso em maio de 2022.
- 4-RUZICKA. J,MARSHALL G, D. **Sequential injection: a new concept Sor chemical sensors, process analysis and laboratory assays**. Department of Chemistry, Mail Stop BG-10, University of Washington, Seattle, WA 98195 (U.S.A.).1990.
- 5-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>. Acesso em 09 de outubro 2021.
- 5-SILVA. C.L.**Emprego da Análise por injeção sequencial (SIA) com detecção eletroquímica na determinação de metais pesados extraíveis de sedimento**. USP São Paulo 1999.

1: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq entidade financiadora da pesquisa.

2: Discente do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -UESB; E-mail dionisio.novais1998@gmail.com

3: Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB ; E-mail: scaastro@uesb.edu.br