



DESENVOLVIMENTO DE BOMBAS DE SERINGA PROGRAMÁVEIS PARA ESTUDO DE FLUXO EM SISTEMAS DE MICROFLUÍDICA

Palavras-Chave: instrumentação científica, microfluídica, dispositivos

Autores:

EDUARDO FERNANDES LOPES FABBRIS [IFGW-UNICAMP]
PROF.DR. VARLEI RODRIGUES (ORIENTADOR) [IFGW-UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

A microfluídica trabalha com a manipulação precisa de fluidos confinados em canais com dimensões sub-milimétricas [1], possibilitando o desenvolvimento e integração de sistemas miniaturizados, como as plataformas lab-on-a-chip. Entre os instrumentos que são importantes para o estudo de sistemas microfluídicos está a bomba de seringa, que consiste em um dispositivo capaz de bombear soluções para o interior de microcanais.

Uma característica muito importante dos sistemas de microfluídica é que os analitos injetados no microcanal fluem sempre em regime laminar devido ao baixo número de Reynolds, da ordem de 10^{-5} . Isso nos permite, por exemplo, injetar mais de um analito em um único microcanal, usando entradas distintas, e elas fluírem pelo canal sem se misturar, como exemplificado na figura 1 [2]. Esse comportamento pode ser explorado para a formação de um microcanal definido pelos fluxos adjacentes de outras soluções, ou seja, no caso do exemplo da figura 1, os dois fluxos em verde definem o canal pelo qual flui o analito vermelho. Variando fluxo das soluções envolvidas, podemos mudar dinamicamente a largura do canal central.

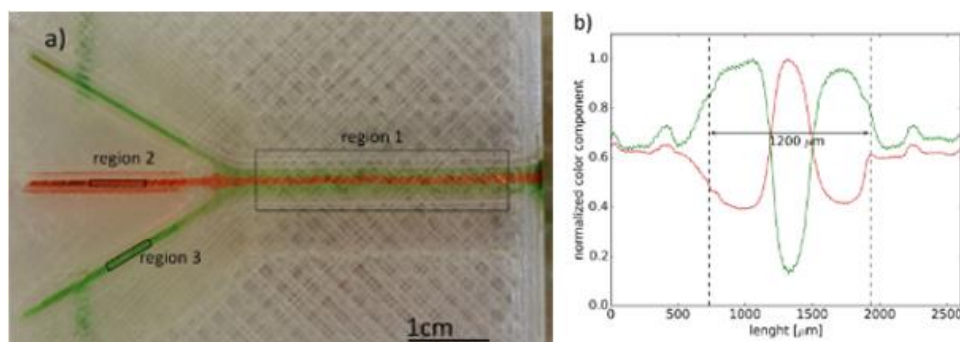


Figura 1: Fluxo laminar de soluções de corantes (anilina) inseridas em um microchip com três entradas. As regiões 2 e 3 foram utilizadas para definir os componentes de cor vermelho e verde, respectivamente, como o valor médio da cor dos pixels. (b) Assinatura na região 1 das cores definidas nas regiões 2 e 3. Representa uma média dos perfis de intensidade de cor transversais à seção transversal do canal. As linhas tracejadas indicam a posição da parede do microcanal. Extraído da referência [2].

Buscando explorar essa característica dos sistemas microfluídicos de forma eficiente e barata, esse trabalho visa a produção de um modelo de bomba de seringa, feito a partir de técnicas de impressão 3D e totalmente programável através do microcontrolador Arduino. A partir da replicação de tal modelo, seria possível obter um sistema de bombas de seringa em que cada saída seria independente e facilmente controlada, capaz de suprir as necessidades atuais do grupo.

METODOLOGIA:

IMPRESSÃO 3D:

Inicialmente foi utilizado do software OpenSCAD para o desenvolvimento do projeto (figura 2) na forma de script, que então foi transformado para GCODE, sendo possível então a sua impressão com o auxílio do software Slic3r.

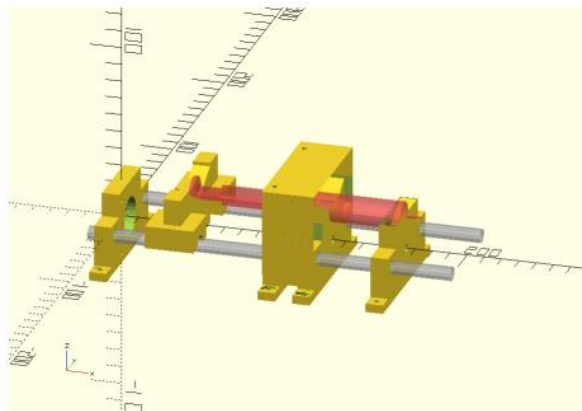


Figura 2: Desenho do modelo no OpenSCAD.

No desenvolvimento da parte estrutural da bomba de seringa, utilizou-se uma impressora 3D desenvolvida pelo orientador da pesquisa, Varlei Rodrigues, que opera através do método aditivo FDM, Fused Deposition Modeling, que consiste na deposição camada a camada de plástico fundido. Para a impressão dos dispositivos escolhemos como material o Polietileno Tereftalato Glicol (PETG) devido a sua compatibilidade com a impressora disponível, grande disponibilidade no laboratório e boa estrutura física [3].

CIRCUITO CONTROLADOR:

Para a montagem eletrônica do circuito (figura 3), utilizou-se uma fonte de 15V, juntamente do motor de passo NEMA 17, que foi controlado pelo microcontrolador Arduino, com o auxílio do driver de corrente DRV8825, permitindo uma precisão de até $\frac{1}{32}$ de passo na rotação do motor.

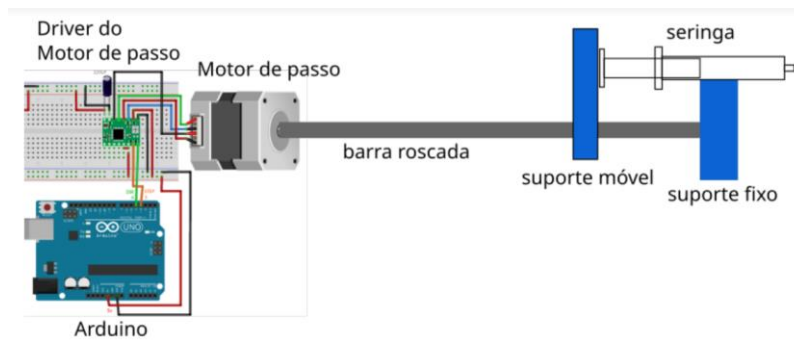


Figura 3: Esquema da bomba de seringa.

A programação do sistema foi feita na própria IDE do Arduino, com auxílio da biblioteca AccelStepper, que permite o controle de diversos parâmetros, como velocidade de giro e distância percorrida, de forma simples e intuitiva. facilmente controlada, capaz de suprir as necessidades atuais do grupo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após a finalização de ambas as partes, elétrica e estrutural, realizamos diversos testes para obter um fluxo compatível com o utilizado por outros membros do grupo, que seria de $15 \frac{mL}{h}$. Para tal, foi-se necessária a utilização de uma resolução de passo de $\frac{1}{32}$ e uma velocidade de aproximadamente 285 passos por segundo. O projeto completo pode ser visualizado na figura 4.

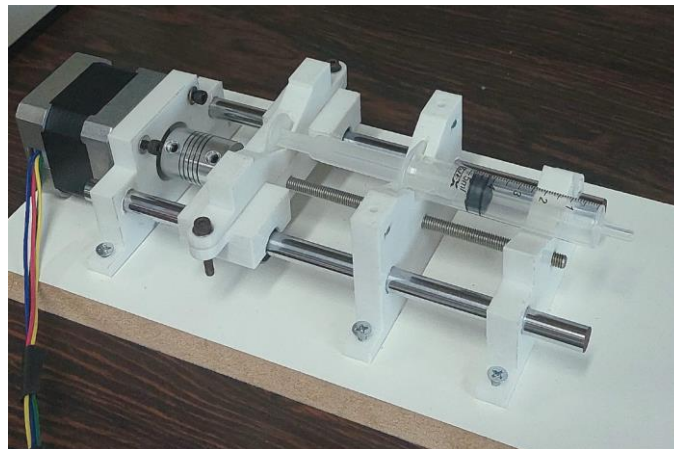


Figura 4: Bomba de seringa finalizada.

CONCLUSÕES:

Com o desenvolvimento do projeto, foi possível obter diversas práticas importantes para o meu futuro profissional, como a minha introdução as técnicas de impressão 3D e a projetos eletrônicos com um certo grau de liberdade programável. O modelo proposto foi desenvolvido com sucesso, e futuras aplicações ainda serão trabalhadas como o aperfeiçoamento da impressão dos microcanais e a replicação da bomba de seringa o melhor estudo da microfluídica.

BIBLIOGRAFIA

[1] Whitesides, G. M. Nature, 2006, 442, 368. (2006)

[2] G. Gaal et al., *Sensors and Actuators B: Chemical* 242, 35 (2017).

[3] K. Durgashyam, M. Indra Reddy, A. Balakrishna, K. Satyanarayana, *Experimental investigation on mechanical properties of PETG material processed by fused deposition modeling method* (2019).