

# CONTROLE DE VAZÃO EM CANAIS MICROFLUÍDICOS

**Cristhiano da Costa Herrera**  
**Wagner de Rossi**

**Resumo:** Este trabalho mostra os resultados obtidos no desenvolvimento de um sistema microfluídico construído para se obter um controle de vazão em malha aberta. A vazão gerada é obtida por diferença de pressão entre a entrada e a saída do sistema. Pulsos laser ultracurtos, de poucas dezenas de femtossegundos, foram utilizados para usinagem de microcanais em vidro óptico borossilicato (BK7) na construção do circuito microfluídico. O sistema é composto de dois substratos de vidro BK7 contendo microcanais usinados a laser, onde no primeiro deles circula o líquido, e o segundo possibilita o controle do fluxo desse líquido. Entre os dois substratos de vidro é utilizada uma fina película de polidimetilsiloxano (PDMS), um polímero de baixo custo bastante flexível, cuja movimentação é controlada por uma micro eletroválvula pneumática acoplada ao circuito de controle. Para controle da micro eletroválvula utiliza-se uma placa microcontrolada.

**Palavras-chave:** Microfluídica, Usinagem a laser, BK7, PDMS, Controle de vazão.

## 1. INTRODUÇÃO

Um sistema microfluídico é definido como um sistema composto de microcanais, microválvulas, microbombas, micromisturadores, microagulhas, microssensores, diferindo na quantidade de elementos que o compõem [1], e dependem da aplicação a que se destina.

O interesse em circuitos microfluídicos tem sido amplamente motivado por aplicações, e as dimensões e os fluidos são determinados por estas aplicações [2].

A construção de microcanais em diferentes substratos utilizando laser de pulsos ultracurtos é uma tecnologia desenvolvida e que vem sendo aperfeiçoada dentro do Centro de Aplicações de Lasers do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e o desafio que se apresenta atualmente é construir componentes microfluídicos e integrá-los de forma a se obter um sistema microfluídico para algumas aplicações específicas.

## 2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O circuito microfluídico construído é composto de dois substratos de vidro com microcanais usinados a laser. O primeiro deles aqui denominado de “circuito base”, por onde deve circular o líquido a ser manipulado, possui dois microcanais de  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$  interrompidos no meio do caminho (Figura 1). O segundo, denominado de “circuito de controle”, possui um microcanal de  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$  com uma ilha circular de 1mm de diâmetro em sua terminação e tem a finalidade de abrir ou fechar a comunicação entre os dois canais do circuito base, possibilitando o controle do fluxo do líquido (Figura 2). Entre os dois substratos é utilizada uma fina película de PDMS, um polímero de baixo custo bastante flexível completando o circuito microfluídico que pode ser visto na Figura 3.



Figura 1 - Vista ampliada por microscópio do encontro dos canais no circuito base.



Figura 2 - Vista ampliada por microscópio do canal no circuito de controle.

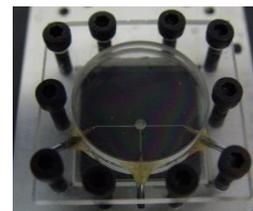


Figura 3 - Vista ampliada do circuito microfluídico.

O sistema microfluídico completo é composto de uma fonte de ar comprimido, dois reguladores de pressão, um dispositivo para armazenar líquido, uma micro eletroválvula pneumática, uma placa microcontrolada e o circuito microfluídico descrito anteriormente.

Aplicando pressão no canal inferior (circuito base), o líquido empurra a película de PDMS permitindo a passagem de um lado para o outro. A aplicação de uma pressão maior no canal superior (circuito de controle) faz com que a película de PDMS flexione em sentido contrário interrompendo o fluxo do líquido no canal inferior (circuito base). A aplicação ou não da pressão no canal superior é feita através de uma micro eletroválvula, comandada por uma placa microcontrolada MEGA2560 do Arduino.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O líquido utilizado nas experiências foi água misturada com tinta marrom para canetas tinteiro. Inicialmente, controlando a pressão para deslocamento do líquido no circuito base, sem atuar na micro eletroválvula NF do circuito de controle, o fluxo do líquido foi observado e foram feitas várias medidas de vazão em função da pressão imposta pelo mesmo. Os dados obtidos apresentaram pequena variação e os valores médios encontram-se na Tabela 1.

Uma tabela interessante e útil para a programação do microcontrolador é saber quanto tempo é necessário para obter um volume de 1µl para os diferentes valores de pressão. A Tabela 2 nos fornece esses dados e é obtida a partir da Tabela 1.

Pressão (PSI)	Vazão (ul/s)
2	0,65
4	1,15
6	1,73
8	2,43
10	3,14
12	3,56

Tabela 1 - Vazão x pressão para um fluxo contínuo.

Pressão	Tempo para 1µl
2	1.545,60
4	868,05
6	578,37
8	411,35
10	318,57
12	280,82

Tabela 2 - Tempo para obter um volume de 1µl para diferentes pressões

O programa desenvolvido para a gravação na placa microcontrolada permite colocar o volume total a ser deslocado e estipular quantos microlitros deve ser transportado em cada abertura da microválvula assim como o tempo de espera para o próximo transporte. Medidas efetuadas comprovaram a eficiência do sistema.

### 4. CONCLUSÕES

O sistema microfluídico desenvolvido permite o controle de vazão na ordem de microlitros com boa precisão e mostrou-se bastante prático e servirá de base para a construção de um sistema um pouco mais elaborado que terá a finalidade de efetuar o teste de imunoabsorção enzimática (ELISA - *Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*), que permite a detecção de várias doenças, entre as quais a Toxoplasmose, causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* e que inspirou o início deste desenvolvimento.

### 5. REFERÊNCIAS

- [1]R. H. W. Lam *et al*, IEEE **301**, 2004.
- [2]G. M. Whitesides, A. D. Stroock, Physics Today **42**, 2001.

**IV Workshop em Microfluídica, 2014, Campinas. anais do IV Workshop em Microfluídica**

**1 - 2**

**Ano 2014**