

Título: Desenvolvimento de dispositivos microfluídicos para estudo de sistemas *in vivo* e *in situ* na linha de luz Carnaúba/Sirius

Orientador: Itamar Neckel

Coorientadores: Douglas Galante e Flávia Callefo

Unidade do CNPEM: LNLS-Carnaúba/Sirius

Introdução

A linha de luz Carnaúba contará com estações de trabalho com feixe de raios X coerente, com fluxo de aproximadamente 10^{12} fótons/segundo, e diâmetro de 150 a 500 nm. Essa estação foi projetada para ter estabilidade mecânica de poucos nanômetros, possibilitando assim, obtermos imageamento de materiais por diferentes contrastes (fluorescência, difração coerente-CDI, absorção de raios-X e luminescência) com resolução nanométrica. Para que essa resolução seja atingida e toda a versatilidade da da linha seja explorada, os dispositivos para medidas precisam ser leves e de baixo peso, com aceitação de rotação. Essas características exigem que seja desenvolvida instrumentação específica para o ambiente de amostra. Assim, encontramos como solução os dispositivos microfluídicos por utilizarem uma quantidade de solução muito pequena, por permitirem o uso de sistemas *in vivo* (*bactérias, células*) e por serem compatíveis com a miniaturização necessária.

Estado da arte

Dispositivos microfluídicos podem permitir estudos *in situ* de processos biogeoquímicos, que envolvem problemas ciências básicas e aplicadas de diversas áreas. Por exemplo, medidas *in situ* e em tempo real dos processos de bioprecipitação podem ser úteis para a compreensão de ciclos biogeoquímicos, transformações de minerais e metais, conhecimentos importantes para Geociências, Ciências Ambientais e Agricultura. Além disso, a biomineração, em que a atividade biológica pode mobilizar metais das rochas, pode ser explorado na microfluídica devido à versatilidade de alterar o ambiente da cultura [2,3]. Além disso, essa abordagem pode ser aplicada em eletroquímica, incluindo eletrocatalise envolvendo estudos de eletrodos ou eletrodos modificados usando-se nanopartículas que são geralmente aplicadas em catalisadores[4].

Nos últimos anos, as características desses dispositivos têm atraído muita atenção de cientistas que trabalham em linhas de luz síncrotron, interessados em instrumentação para experimentos *in situ* e *in vivo*. Podemos encontrar aplicações desses dispositivos em síncrotrons envolvendo estudos focados em cristalografia de proteínas[5], materiais avançados[6], eletroquímica [7], experiências *in vivo* (células, bactérias)[8]. Porém, muitos dos dispositivos microfluídicos desenvolvidos atualmente são preparados utilizando-se um polímero chamado Dimetilpolisiloxano (PDMS); este polímero interfere muito nas medidas pois absorve o feixe de raio-X podendo gerar sinal de fundo (background). Neste projeto focaremos no desenvolvimento de um dispositivo cuja selagem utilizará materiais com baixa absorção, como os polímeros Mylar, Kapton e Utralene. Com essa abordagem, nossos dispositivos poderão ter alta transmissão de raios-X e luz visível, o que nos permitirá explorar várias técnicas disponíveis na linha de Luz Carnaúba.

Objetivos e Metodologia

Neste projeto pretendemos desenvolver um dispositivo microfluídico que seja multifuncional, transparente aos raios-X, luz visível e com microcanais gravados em vidro atendendo as especificações da estação Tarumã da linha de luz Carnaúba. A selagem dos microcanais será realizada com polímeros (Mylar, Utralene, Kapton) de poucos micrômetros de espessura utilizando-se uma cola sensível ao ultravioleta. Os eletrodos de platina/ouro poderão gravados nos microcanais, ou diretamente nos polímeros, por litografia ótica e posteriormente depositados pela técnica de *magnetron sputtering* disponível no Laboratório de Microfabricação/LNNANO. Testes utilizando-se fontes convencionais de raios-X poderão ser realizados no dispositivo.

Referências

1. Whitesides, G. M. The origins and the future of microfluidics. *Nature* 442, 368–373 (2006).
2. Johnson, D. B. Biomining — biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials. *Current Opinion in Biotechnology*, 30, 24-31 (2014)
3. Brierley, C.L., Brierley, J.A. (2013). Progress in bioleaching: part B: applications of microbial processes by the minerals industries. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97, 7543-7552. 3.
4. Hye Jung Lee, H., Bai, S. & Seok Song, Y. Microfluidic Electrochemical Impedance Spectroscopy of Carbon Composite Nanofluids. *Sci Rep* 7, 722 (2017)
5. Lyubimov AY, Murray TD, Koehl A, et al. Capture and X-ray diffraction studies of protein microcrystals in a microfluidic trap array. *Acta Crystallogr D Biol Crystallogr*. 2015;71(Pt 4):928-940. doi:10.1107/S1399004715002308
6. Levenstein, M. A., Anduix-Canto, C., Kim, Y.-Y., Holden, M. A., González Niño, C., Green, D. C., Foster, S. E., Kulak, A. N., Govada, L., Chayen, N. E., Day, S. J., Tang, C. C., Weinhausen, B., Burghammer, M., Kapur, N., Meldrum, F. C., *Adv. Funct. Mater.* 2019, 29, 1808172. <https://doi.org/10.1002/adfm.201808172>
7. Kwon, G., Cho, Y.-H., Kim, K.-B., Emery, J. D., Kim, I. S., Zhang, X., Martinson, A. B. F. & Tiede, D. M. (2019). *J. Synchrotron Rad.* 26, 1600-1611.
8. Real-Time Chemical Imaging of Bacterial Activity in Biofilms Using Open-Channel Microfluidics and Synchrotron FTIR Spectromicroscopy Hoi-Ying N. Holman, Robin Miles, Zhao Hao, Eleanor Wozei, L. Meadow Anderson, and Haw Yang *Analytical Chemistry* 2009 81 (20), 8564-8570 DOI: 10.1021/ac9015424