

# Transformando condutometria sem contato (C<sup>4</sup>D) em um sistema de detecção altamente sensível para microssistemas.

Paulo C. Leão (PG)<sup>1,2\*</sup>, Renato S. Lima (PG)<sup>1,2</sup>, Luiz H. Mazo (PQ)<sup>1</sup> e Emanuel Carrilho (PQ)<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Grupo de Bioanalítica, Microfabricação e Separações (BioMicS), Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, Brasil; <sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Bioanalítica – INCT Bio, Campinas-SP, Brasil.

\* paulocleao@iqsc.usp.br

Palavras Chave: Condutometria Sem Contato, Microfluídica, Sensibilidade, Sensores.

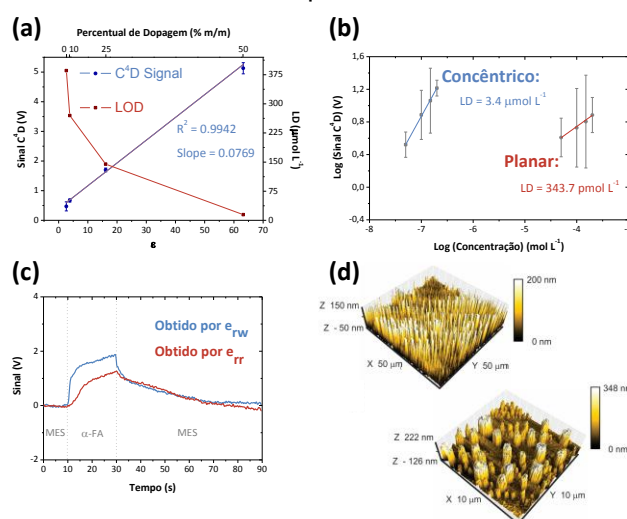
## Introdução

Este trabalho descreve os avanços recentes e expressivos obtidos em nosso grupo com detecção C<sup>4</sup>D em microdispositivos. São eles: *i*) dopagem do dielétrico com nanopartículas de TiO<sub>2</sub>,<sup>1</sup> *ii*) fabricação de eletrodos concêntricos<sup>2</sup> e *iii*) uso da C<sup>4</sup>D como transdutor em biossensores.<sup>3</sup> Os dois primeiros métodos objetivaram uma melhora na sensibilidade do detector, que é a principal limitação da técnica.

## Métodos, Resultados e Discussão

**1. Dopagem.** A camada isolante dos eletrodos (PDMS) em *microchips* vidro/PDMS foi dopada com nanopartículas esféricas de TiO<sub>2</sub> (30 a 45 nm de diâmetro) para aumentar a constante dielétrica ( $\epsilon$ ) e, assim, a capacitância do sistema segundo a lei de Gauss.<sup>1</sup> A **Figura 1a** mostra o aumento linear do sinal C<sup>4</sup>D em função de  $\epsilon$ . São ilustrados também os níveis de dopagem utilizados e os limites de detecção (LD) os quais foram obtidos para análises em fluxo usando padrões de NH<sub>4</sub>Cl. **2. Eletrodos concêntricos.** Filmes finos – eletrodos e dielétricos (PDMS e SiO<sub>2</sub>) – foram integrados em volta de todo o canal microfluídico (vidro/vidro) de modo a elevar a área sensível e, logo, a condutância em C<sup>4</sup>D.<sup>2</sup> Os LDs melhoraram em aproximadamente cinco ordens de grandeza comparados aos níveis registrados com eletrodos planares para análises em fluxo a padrões de LiClO<sub>4</sub>. A **Figura 1b** apresenta as curvas analíticas e os LDs referentes aos microdispositivos contendo eletrodos planares e concêntricos. **3. Biossensor.** O biossensor C<sup>4</sup>D foi desenvolvido em um dispositivo microfluídico vidro/PDMS contendo ácido fólico (FA) como biorreceptor.<sup>3</sup> Esse sistema contém dois eletrodos receptores – de referência (e<sub>rr</sub>) e trabalho (e<sub>wr</sub>) – os quais são responsáveis pela transdução das informações químicas primárias em sinais elétricos. A fase biossensora foi ancorada à superfície do dielétrico posicionada sobre e<sub>wr</sub>. A subtração entre os sinais registrados por e<sub>wr</sub> e e<sub>rr</sub> (sinal analítico do sensor) responde apenas pelas interações biomoleculares receptor/ligante devido ao biorreconhecimento, corrigindo a contribuição das propriedades migracionais do meio eletrolítico. A **Figura 1 (c)** ilustra sinais típicos obtidos pelo microssistema utilizando-se análise em fluxo a

padrões de anticorpos seletivos ao FA ( $\alpha$ -FA). Os resultados indicaram uma correlação direta entre o sinal e as interações biomoleculares em tempo real, mostrando que a C<sup>4</sup>D pode ser utilizada como transdutor em sensores químicos.



**Figura 1.** Avanços em C<sup>4</sup>D obtidos no grupo.

## Conclusões

Os métodos aqui descritos foram desenvolvidos de maneira inédita pelo nosso grupo e lançam novas perspectivas para a C<sup>4</sup>D com respeito aos níveis de sensibilidade – dopagem e eletrodos concêntricos, tornando essa técnica em uma alternativa real frente aos métodos eletroquímicos faradaicos. Em adição, demais melhorias nos LDs serão implementadas mediante a funcionalização dos eletrodos com CNTs verticalmente alinhados (**Figura 1d**). Esses foram recentemente caracterizados e aplicados em *chips* microfluídicos para medidas voltamétricas.<sup>4</sup> Por fim, o biossensor C<sup>4</sup>D é bastante promissor no que concerne às suas vantagens, incluindo: *i*) análise direta e *ii*) isolamento eletrodo/solução.

## Agradecimentos

FAPESP e CNPEM

<sup>1</sup> Lima, R. S.; *et al.*, *Lab. Chip.* **2011**, 11, 4148.

<sup>2</sup> Lima, R. S.; *et al.*, submetido ao periódico *Analytical Chemistry*.

<sup>3</sup> Lima, R. S.; *et al.*, *Lab. Chip.* **2012**, 12, 1963.

<sup>4</sup> Lima, R. S.; *et al.*, *Lab. Chip.* **2012**, 12, 1959.