

Desenvolvimento de chip microfluídico por impressão 3D visando a produção de lipossomas

Bruno Antônio Amarante¹, Eduardo Saccomori¹, André Eliezer Polloni², Wagner Luiz Priamo^{1*}
*Orientador

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) –
Campus Erechim, Erechim, RS

²Anton Paar Brasil, São Paulo, SP

A microfluídica vem se consolidando como uma tecnologia promissora para a síntese de sistemas carreadores, oferecendo maior controle sobre o tamanho, a homogeneidade e a estabilidade das partículas. Entre esses sistemas, os lipossomas se destacam por sua versatilidade, capazes de encapsular compostos hidrofílicos e hidrofóbicos e ampliar aplicações em áreas como farmacologia, biotecnologia e ciência dos alimentos. Para sua produção, são necessários periféricos como bombas de seringa de alta precisão e microchips que conduzem as fases aquosa e orgânica. Esses dispositivos estão disponíveis comercialmente, como o cartucho Ignite™ NxGen™, que utiliza microcanais de 100–200 µm em anéis toroidais para promover mistura caótica, mas seu alto custo e baixa acessibilidade limitam o uso em ambientes acadêmicos. Nesse contexto, a impressão 3D surge como alternativa viável para a fabricação de microchips mais simples, porém capazes de reproduzir resultados próximos aos obtidos com sistemas industriais. Com base nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver um chip microfluídico produzido em resina fotopolimerizável por impressão 3D e avaliar, preliminarmente, sua resposta na produção de lipossomas em comparação à um microchip comercial. O microchip foi projetado em software CAD com canais de 1 mm em serpentina e, em seguida, integrado a um sistema experimental equipado com duas bombas de seringa. Essas bombas controlaram os fluxos das fases orgânica e aquosa na razão 1:1, condição reconhecida por favorecer a formação de vesículas mais homogêneas. A formulação empregada consistiu em uma fase orgânica, preparada com lecitina de soja e colesterol dissolvidos em etanol 55%, e uma fase aquosa de PBS em pH 7. Ambas as soluções foram conduzidas simultaneamente pelo microchip experimental e pelo cartucho de referência citado acima, permitindo uma comparação preliminar entre os dois dispositivos. Após o processamento, os lipossomas gerados foram caracterizados por espalhamento dinâmico de luz, com análise do diâmetro médio, índice de polidispersividade (PDI) e potencial zeta (Pz). O microchip experimental resultou em partículas de $183,50 \pm 50,11$ nm, com PDI de 18,12% e Pz de $-33,39 \pm 1,22$ mV e, em contrapartida, o cartucho industrial originou, em média, partículas de 200,42 nm, com PDI de 13,28% e Pz de $-37,31$ mV. Apesar das diferenças de escala e design dos canais, os resultados de caracterização da partícula sugerem resultados semelhantes e, portanto, a impressão 3D mostrou-se uma alternativa eficaz e acessível para a fabricação de chips microfluídicos, assegurando desempenho comparável ao de cartuchos industriais. Finalmente, além da equivalência técnica, a significativa redução de custos associada à sua produção reforça o potencial da manufatura aditiva para democratizar a nanotecnologia e ampliar seu alcance em pesquisas acadêmicas.

Palavras-chave: Microfluídica; Impressão 3D; Lipossomas; Nanotecnologia.

Modalidade: Pesquisa