

## SÍNTESE ASSISTIDA POR ULTRASSOM DE ÉSTERES AROMÁTICOS VIA LIPASE- NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Rodolpho Ramilton de Castro Monteiro <sup>1</sup>, Katerine da Silva Moreira <sup>2</sup>, José Erick da Silva Souza <sup>3</sup>, Thales Guimarães Rocha <sup>4</sup>, José Cleiton Sousa dos Santos <sup>5</sup>, Maria Cristiane Martins de Souza <sup>6</sup>

### RESUMO

Enzimas são biocatalisadores que permitem a catálise natural de reações sob condições brandas de temperatura e pressão e são altamente seletivas. Objetivando aumentar a estabilidade enzimática e facilitar sua recuperação e reuso, as enzimas são imobilizadas em suportes magnéticos nanoestruturados. Nessa conjuntura, este estudo tem por objetivo analisar os parâmetros da esterificação catalisada pela lipase de *Candida antartica* do tipo B imobilizada em nanopartículas magnéticas, CALB-NPM, aplicada à produção de butirato de etila. A fim de determinar as condições ótimas para a síntese, um planejamento experimental do tipo CCD (Central Composite Design) de três variáveis (temperatura, tempo reacional e razão molar) foi realizado. A validação do ponto ótimo teórico (55°C, 240rpm, 200 minutos, 1:4 (álcool:ácido), 0,01g de CALB-NPM) à síntese foi feita experimentalmente, obtendo uma conversão de 73,8% (93,8% para a versão comercial do biocatalisador, Novozym® 435). Sob ação das ondas ultrassônicas, obteve-se uma conversão de 91,3%. Por fim, a estabilidade operacional da CALB-NPM (6 ciclos consecutivos) e a energia de ativação foi determinada. O ponto ótimo à síntese do butirato de etila foi aplicado à síntese do butirato de metila, obtendo uma conversão de 48,9%.

### Palavras-chave:

Ésteres Aromáticos. Lipase. Nanopartículas Magnéticas. Ultrassom. Planejamento Experimental.

---

<sup>1</sup> Unilab, IEDS, Discente, e-mail: rodolpho@aluno.unilab.edu.br

<sup>2</sup> Unilab, IEDS, Discente, e-mail: katerinegce@gmail.com

<sup>3</sup> Unilab, IEDS, Discente, e-mail: erick@aluno.unilab.edu.br

<sup>4</sup> Unilab, IEDS, Discente, e-mail: thales@aluno.unilab.edu.br

<sup>5</sup> Unilab, IEDS, Docente, e-mail: jcs@unilab.edu.br

<sup>6</sup> Unilab, IEDS, Docente, e-mail: mariacristiane@unilab.edu.br

## INTRODUÇÃO

Os catalisadores químicos são os principais mediadores de reações de interesse industrial; porém, sua utilização ocasiona algumas reações indesejáveis que podem gerar resíduos ao ambiente (SOUZA *et al.*, 2017). Nesse cenário, a catálise de reações realizada por catalisadores biológicos e/ou “verdes” é uma alternativa aos processos químicos industriais tradicionais que utilizam catalisadores químicos tóxicos. Enzimas são catalisadores biológicos altamente seletivos, o que reduz a ocorrência de reações indesejáveis, e requerem condições brandas de reação, o que minimiza o consumo de energia (PINHEIRO *et al.*, 2018).

As lipases (EC 3.1.1.3), que são classificadas como hidrolases, são as enzimas mais utilizadas em processos biocatalíticos, pois apresentam excelente estabilidade e atividade catalítica na presença de solventes orgânicos, o que pode ser utilizado para facilitar a solubilidade do substrato hidrofóbico a ser utilizado, além de utilização em condições brandas de temperatura e pH e grande diversidade (SOUZA *et al.*, 2017). Dentre as lipases, a lipase de *Candida antarctica* do tipo B (CALB) é produzida em organismos geneticamente modificados, destacando-se devido à sua ampla gama de especificidade para diversos substratos, uso em condições brandas de reação, resistência a solventes orgânicos e estabilidade térmica, além de atuação em uma faixa abrangente de pH e elevada estereoespecificidade (VERDASCO-MARTÍN *et al.*, 2018).

Todavia, o uso industrial extensivo da CALB é limitado; isso devido a problemas referentes à estabilidade, recuperação e reuso deste biocatalisador. De acordo com Santos *et al.* (2017), a imobilização de enzimas é uma solução alternativa à essa problemática. A imobilização enzimática é recomendada para superar algumas limitações, tais como: solubilidade, pureza, atividade, inibição e baixa estabilidade; além disso, a imobilização apresenta outras vantagens que incluem reusabilidade, controle mais fácil da reação, uso de diferentes configurações de reatores, etc (GARCÍA-GALÁN *et al.*, 2011). Suportes sólidos magnéticos nanoestruturados são uma boa alternativa para a imobilização enzimática, já que possibilitam uma fácil recuperação da enzima, possuem elevada área superficial, boa reatividade química e fortes interações com as enzimas, quando comparados aos suportes convencionais (LEI *et al.*, 2009). A aplicação de ultrassom em reações, cuja aplicabilidade se estende a categorias de reações como aquelas catalisadas heterogeneamente por enzimas, por exemplo, torna esse método uma tecnologia verde de alta eficiência, desempenho econômico e baixa necessidade instrumental (SÁ *et al.*, 2017).

A síntese de ésteres de ácidos graxos para o emprego em aditivos e aromas através de processos químicos tradicionais, que utilizam catalisadores químicos, implica em elevada demanda por energia, além das reações serem lentas e não seletivas e ocasionarem problemas ambientais. Em contrapartida, a biocatálise permite a obtenção de produtos de qualidade superior em condições brandas de reação (KISS *et al.*, 2004).

Posto isto, este estudo tem por objetivo analisar os parâmetros da reação de esterificação catalisada pela lipase de *Candida antarctica* do tipo B imobilizada em nanopartículas magnéticas, CALB-NPM, aplicada à produção de butirato de etila, que apresenta grande demanda na indústria de alimentos e bebidas, quanto aos efeitos da razão molar (álcool:ácido), temperatura e tempo reacional. Também, uma vez determinado o ponto ótimo da reação, aplicar as melhores condições reacionais para a síntese do butirato de etila sob radiação ultrassônica; além disso, determinar estabilidade operacional do biocatalisador em estudo. Para fins de comparação, as melhores condições reacionais foram consideradas para a síntese do butirato de etila catalisada pela lipase de *Candida antarctica* do tipo B imobilizada em resina acrílica (Novozym® 435). As melhores condições reacionais foram consideradas para a síntese do butirato de metila via CALB-NPM.

## METODOLOGIA