

## OTIMIZAÇÃO DA ESTERIFICAÇÃO ENZIMÁTICA PARA A PRODUÇÃO DE ÉSTERES DE ISOAMILA

BARBOSA, M S<sup>1</sup>, MENDES, A A<sup>3</sup>, PEREIRA, M M<sup>4</sup>, LIMA, A S<sup>1,2</sup> e SOARES, C M F<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tiradentes

<sup>2</sup> Instituto de Tecnologia e Pesquisa

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alfenas

<sup>4</sup> Universidade de Aveiro

barbosamilson@hotmail.com

### RESUMO EXPANDIDO

Os ésteres de isoamila, obtidos da esterificação de ácidos graxos com o álcool isoamílico, possuem ampla aplicação devido às suas propriedades lubrificantes. Lubrificantes à base de ésteres de isoamila normalmente apresentam propriedades adequadas para lubrificação de máquinas e equipamentos hidráulicos (LAGE *et al.*, 2016; BEDŐ *et al.*, 2019). Portanto, é imprescindível o desenvolvimento de processos biocatalíticos eficientes para síntese de ésteres de isoamila. Neste cenário, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um bioprocesso otimizado de esterificação com alto rendimento para a síntese de ésteres de isoamila a partir de ácidos graxos do óleo do *Moringa oleifera* Lam com alto teor do ácido oleico (88%). Assim, um delineamento composto central rotacional (DCCR) combinado com a metodologia de superfície de resposta (RSM) foi proposto para otimizar as condições operacionais da reação de esterificação enzimática para a síntese destes ésteres.

A partir dessa metodologia analisou-se a influência de três variáveis independentes (temperatura da reação (23–57 °C), razão molar ácido:álcool (4:1–1:4) e carga de proteína imobilizada (6,8–22,6 mg<sub>proteína</sub>/g<sub>substrato</sub>) e suas interações na resposta do processo (conversão (%)). Assim, foi realizado um DCCR 2<sup>3</sup>, considerando 6 repetições no ponto central e 6 pontos axiais, totalizando 20 ensaios. Com base em estudos prévios, as reações foram realizadas em ordem aleatória sob uma velocidade de agitação fixa de 200 rpm e um tempo de reação de 30 min. Neste conjunto de experimentos, o biocatalisador (lipase de *Candida rugosa* imobilizado em suporte híbrido de sílica com biomassa residual de Moringa) utilizado foi preparado utilizando uma carga inicial de proteína de 30 mg<sub>proteína</sub>/g<sub>suporte</sub>. Para a determinação da porcentagem de conversão de ácidos graxos em ésteres, as amostras foram retiradas da mistura reacional e tituladas com solução de NaOH 30 mM utilizando fenolftaleína como indicador. Os resultados obtidos foram analisados considerando um nível de confiança de 95% usando o *software* online Protimiza Experimental Design (<http://experimental-design.protimiza.com.br>).

A Figura 1 mostra os gráficos de superfície de resposta em função da temperatura da reação, razão mássica óleo:água, carga de proteína imobilizada e seus efeitos interativos na síntese ésteres de isoamila. As Figuras 1(A) e 1(B) exibem o aumento na conversão com o aumento da temperatura. Isso indica que, na faixa entre 35 e 50 °C, houve a redução na viscosidade da mistura reacional que facilita a transferência de massa no sistema (entre as moléculas de substrato e o microambiente do biocatalisador). As Figuras 1(A) e 1(C) indicam que as razões molares de ácido:álcool a 1:1 e 1:2

promoveram as maiores conversões. O aumento na concentração de álcool pode promover o acúmulo de moléculas de água no sistema, o que pode causar limitações de difusão na superfície do biocatalisador e favorecer a hidrólise do éster (TODERO *et al.*, 2015). Portanto, a conversão máxima foi alcançada em uma proporção equimolar de ácido para álcool, o que facilita a purificação dos produtos e torna o processo atraente do ponto de vista industrial. A carga de proteína aplicada também influenciou substancialmente na síntese de ésteres de isoamila. De acordo com as Figuras 1(B) e 1(C), observa-se que o aumento na carga de proteína imobilizada promoveu maiores interações entre os substratos e os sítios ativos da enzima, o que contribuiu para a maior conversão do produto. Com base nesses resultados, obteve-se uma conversão máxima de 85% a 40 °C, razão molar estequiométrica ácido:álcool e carga de proteína imobilizada de 22,6 mg<sub>proteína</sub>/g<sub>substrato</sub>.

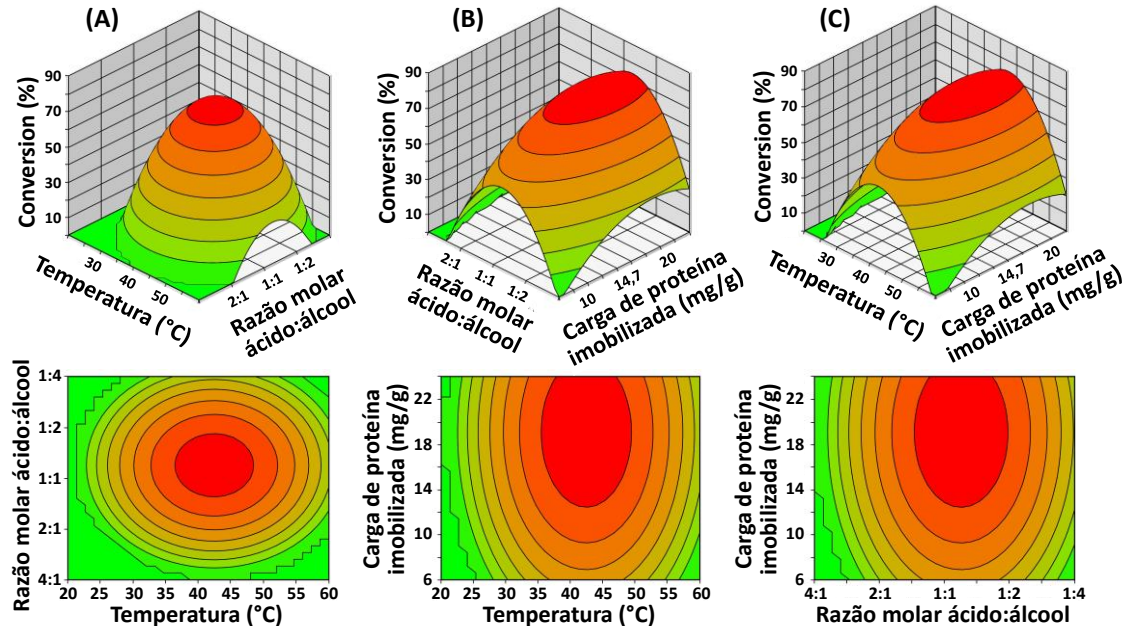


Figura 1 – Superfícies de resposta para a esterificação enzimática. Efeitos da relação: (A) temperatura da reação e razão molar ácido:álcool, (B) temperatura da reação e carga de proteína imobilizada, e (C) razão molar ácido:álcool e carga de proteína imobilizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esterificação enzimática; Otimização; lubrificante.

## REFERÊNCIAS

- BEDÓ, Z.; BÉLAFI-BAKÓ, K.; NEMESTÓTHY, N.; GUBICZA, L. Production of a biolubricant by enzymatic esterification: Possible synergism between ionic liquid and enzyme. *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, v. 46, n. 2, p. 27–31, 2019.
- LAGE, F. A. P.; BASSI, J. J.; CORRADINI, M. C. C.; TODERO, L. M.; LUIZ, J. H. H.; MENDES, A. A. Preparation of a biocatalyst via physical adsorption of lipase from *Thermomyces lanuginosus* on hydrophobic support to catalyze biolubricant synthesis by esterification reaction in a solvent-free system. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 84, p. 56–67, 2016.
- TODERO, L. M.; BASSI, J. J.; LAGE, F. A. P.; CORRADINI, M. C. C.; BARBOZA, J. C. S.; HIRATA, D. B.; MENDES, A. A. Enzymatic synthesis of isoamyl butyrate catalyzed by immobilized lipase on poly-methacrylate particles: optimization, reusability and mass transfer studies. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 2015.