

ÁREA DE PESQUISA: Simulação e Controle de Processos Químicos

DOCENTE ORIENTADOR: Antonio José Gonçalves da Cruz

TÍTULO: Análise técnica e econômica do resfriamento de fermentações alcoólicas extrativas com arraste por dióxido de carbono

RESUMO

A produção de etanol possui três fatores críticos inerentes ao processo: (1) a inibição pelo substrato; (2) a inibição pelo produto (etanol) e (3) a geração de energia devido ao crescimento celular que leva a um aquecimento do caldo de fermentação. O primeiro fator pode ser contornado pela forma de operação do reator, manipulando a vazão de alimentação do mosto (operação semi-continua durante o enchimento do reator, denominada de batelada alimentada) ou empregando sistema composto por mais de uma dorna em estado estacionário em operações contínuas. O segundo pode ser minimizado pela realização da fermentação em menor temperatura, às custas de um maior tempo de fermentação, ou pela remoção do etanol formado ao longo do cultivo por arraste empregando dióxido de carbono (técnica de *stripping*), ou ainda pelo uso de leveduras etanol tolerantes. O último fator, relacionado à energia liberada na forma de calor ao longo do processo, tem impacto direto na produção de etanol. Sendo assim, a energia liberada precisa ser removida do meio de fermentação para manter a temperatura ótima para a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (30 a 34 °C). Para realizar essa operação empregam-se trocadores de calor a placas ou serpentina, utilizando água como fluido refrigerante. Unidades industriais localizadas em regiões de clima quente encontram dificuldades operacionais para resfriar a água utilizada nos trocadores de calor que é direcionada para as torres de resfriamento. Estudos realizados por Silva et al. (2015), Almeida et al. (2021) e Campos et al. (2022) mostraram ser possível resfriar a dorna em fermentações extrativas empregando CO₂. Neste tema de mestrado propõe-se realizar uma análise de viabilidade técnica e econômica do resfriamento das dornas empregando o gás CO₂ comparativamente ao processo convencional, além de avaliar o sistema de resfriamento integrado (água e CO₂).

- 1) Almeida Letícia P., Silva Camila R., Martins Taise B., Pereira Rauber D., Esperança Mateus N., Cruz Antonio J.G., Badino Alberto C. (2021). Heat transfer evaluation for conventional and extractive ethanol fermentations: saving cooling water. *Journal of Cleaner Production*, v. 304, 127063.
- 2) Campos Brenda G., Veloso Ivan I.K., Ribeiro Marcelo P.A., Badino Alberto C., Cruz Antonio J. G. Thermal analysis of extractive fed-batch ethanol fermentation with CO₂ stripping: Modeling and simulation. *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*, v. 182, 109185.
- 3) Silva C.R., Esperança M.N., Cruz A.J.G., Moura L.F., Badino A.C. (2015). Stripping of ethanol with CO₂ in bubble columns: Effects of operating conditions and modelling. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 102, p. 150–160.

Palavras-chaves: Bioetanol; processo integrado de produção e separação; fermentação; arraste por dióxido de carbono; análise técnica-econômica; modelagem e simulação.