

## Modelagem e implementação de estratégias de controle em uma coluna de destilação em batelada

André R. Fioravanti (PQ), Roger J. Zemp (PQ), Suzane M. Cavalcanti (IC).

### Resumo

Neste trabalho, desenvolveu-se um modelo para a simulação de processos de destilação em batelada em colunas de pratos, que foi satisfatoriamente ajustado às curvas de resposta de uma coluna de recheio experimental. Com base no modelo, foram implementadas estratégias de otimização e controle, em malha aberta e em malha fechada, a fim de maximizar a quantidade de destilado produzido com pureza especificada e em um tempo fixo de operação.

*Palavras Chave:* destilação em batelada, modelagem, controle.

### Introdução

A destilação é um dos processos de separação mais utilizados na indústria química, sendo a operação em batelada geralmente associada a produtos de volume reduzido e alto valor agregado<sup>1</sup>.

A simulação de processos de destilação em batelada em colunas de recheio costuma basear-se em um modelo simplificado de colunas de pratos; nesse caso, determinam-se o número de estágios equivalentes e demais parâmetros de acordo com as simplificações do modelo.

Além disso, a destilação em batelada é um processo inerentemente transiente, em que podem-se aplicar métodos de controle e otimização para maximizar a quantidade de destilado, com a pureza do produto e o tempo de operação especificados, manipulando-se a razão de refluxo<sup>2</sup>.

### Resultados e Discussão

Foi desenvolvido e implementado computacionalmente um modelo para a destilação de misturas binárias em colunas de pratos, considerando-se a hipótese de *constant molar overflow*. O modelo, que possui como parâmetros o número de estágios, o *holdup* de cada prato e o *holdup* do condensador, foi satisfatoriamente ajustado às curvas de resposta, para diferentes razões de refluxo, de uma coluna de recheio experimental presente no Laboratório de Graduação da Faculdade de Engenharia Química/Unicamp.

A partir do modelo desenvolvido, foram implementadas estratégias de otimização e controle a fim de maximizar a quantidade de destilado obtido, sob determinada pureza e tempo de operação fixo.

Obtiveram-se regras de controle em malha aberta ótimas para diferentes intervalos de discretização da razão de refluxo (variável

manipulada), permitindo obter ganhos significativos na quantidade de destilado em comparação à operação sob refluxo constante, de acordo com a faixa de 3-7% de aumento esperada para modelos simplificados<sup>1</sup>.

Projetaram-se também controladores dinâmicos em malha fechada para a maximização do destilado sob composição constante, sendo esta inferida a partir da temperatura de topo. A operação em malha fechada permite obter melhores resultados na presença de perturbações, que são desconsideradas na abordagem em malha aberta.

### Conclusões

Pode-se concluir que o comportamento dinâmico da destilação em batelada na coluna de recheio experimental pode ser descrito, sob boa aproximação, a partir de uma modelagem de coluna de pratos.

Além disso, técnicas de otimização aplicadas em problemas de controle possibilitam um aumento da quantidade de destilado em relação à operação sob refluxo constante, o que pode representar um lucro operacional significativo, especialmente para produtos de alto valor agregado.

### Agradecimentos

À Faculdade de Engenharia Química da Unicamp pela estrutura disponibilizada, ao CNPq pelo apoio financeiro, e aos professores André Fioravanti e Roger Zemp pelo apoio e orientação.

<sup>1</sup> MUJTABA, I. M. **Batch Distillation: Design and Operation**. London: Imperial College Press, 2004.

<sup>2</sup> LOGSDON, J. S.; BIEGLER, L. T. Accurate Determination of Optimal Reflux Policies for the Maximum Distillate Problem in Batch Distillation. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 32, p. 692-700, 1993.