

ESTUDO DO MECANISMO DE UMA TORRE DE DESTILAÇÃO FRACIONADA

Liege Goergen Romero ^{a*}, Larissa Meincke Eickhoff ^a, Thasiane Alicia Darui Pinheiro ^a, Crisleine Perinazzo Draszewski ^b

^a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), Ijuí, Brasil.

^b Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil

E-mails: liege.goergen@hotmail.com, larissa_eickhoff@hotmail.com, thasi.pinheiro@gmail.com, cris.draszewski@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta os dados obtidos a partir de uma aula experimental de destilação na coluna recheada para destilação em batelada. No qual foram desenvolvidas duas situações: a) Operação em taxa de refluxo total; b) Operação em taxa de refluxo 1:1 (nominal). Dessa maneira foram analisados os perfis de temperatura obtidos para cada razão de refluxo, como a razão de refluxo interferiu nas concentrações alcoólicas nas frações molares, obtidas para os produtos de topo, condensado, adquiridas em cada situação, além determinação do número de pratos teóricos da coluna pelo método McCabe-Thiele. Onde pode-se notar que o grau de fracionamento de uma coluna é proporcional a razão de refluxo interna, ou seja, quanto maior for a razão de refluxo interna, maior será o grau de fracionamento. Em relação ao número de pratos, quanto menor for o número de pratos da coluna, pior será o seu rendimento.

Palavras Chave – Destilação, taxa de refluxo, método McCabe-Thiele, composição de fases.

1. INTRODUÇÃO

Uma das operações unitárias mais utilizadas na atualidade é a destilação. O processo de destilação ocorre devido à diferença de volatilidade que existe entre os componentes da mistura, ocorre devido ao fornecimento de calor ao sistema, juntamente com dispositivos que possibilitam que a separação dos componentes aconteça [5].

A operação de destilação pode apresentar diferenças quanto ao regime operacional (batelada ou contínuo), ao dispositivo de contato e ao sistema de aquecimento. A dinâmica do processo em batelada provoca a retificação utilizando da razão de refluxo constante ou variável [2].

No caso da utilização de refluxo constante, apresentará concentração maior de etanol no topo e que irá diminuir com o passar do tempo, dessa maneira a recuperação de etanol é grande. Já a destilação com refluxo variável, que mantém a taxa de vaporização constante é mais econômica que a de refluxo constante, dessa maneira a perda de etanol no produto de fundo é grande [3].

Uma das técnicas utilizadas é a destilação azeotrópica, que consiste na adição de um solvente para a formação de um novo azeótropo com um dos componentes que formam a mistura. Desta maneira, ela é utilizada quando o líquido em ebulição possui o mesmo valor para a composição líquida e vapor, ou seja, não muda a composição à medida que ele evapora [7].

Assim este trabalho tem como objetivo comparar a destilação de uma solução alcoólica em uma operação com refluxo total e outra com uma taxa de refluxo de 1:1.

2. MATERIAL E MÉTODO

Para a alimentar o refulvedor foram utilizados 4,5 L de uma solução aquosa composta de álcool etílico (concentrado 92,8° INPM) e água, com concentrações de 15 e 20% respectivamente. Quanto a questão de refluxo primeiramente foi realizada a operação com refluxo total e posteriormente com uma taxa de refluxo 1:1 (nominal).

2.1 OPERAÇÃO EM REFLUXO TOTAL

Com o refluxador desligado monitorou-se as temperaturas dos pratos quando a solução alcoólica entrou em ebulição, até as mesmas terem estabilizados para posteriormente realizar a coleta.

Após a coleta que foi realizada com uma seringa na parte superior da coluna, esperou-se o conteúdo da mesma chegar em temperatura ambiente, e com o auxílio de um psicrômetro determinou-se a densidade da amostra. Após o sistema estabilizar realizou-se a coleta nos pratos 3 e 5, e também do refulvedor.

2.1 OPERAÇÃO EM TAXA DE REFLUXO 1:1 (NOMINAL)

Primeiramente ajustou-se o temporizador do módulo de refluxador para um tempo de 10 segundos com tempo de reciclo desligado. Esperou-se a coluna estabilizar o que levou cerca de 20 minutos. Após coletou-se uma amostra do destilado, do topo da coluna, no módulo graduado e novamente utilizou-se um psicrômetro para determinar a densidade da amostra. Posteriormente realizou-se a coleta nos pratos 3 e 5, e também do refulvedor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Coelho *et al.* (2012) informa que quanto maior a razão de refluxo, maior será a concentração inicial do produto destilado e maior será o tempo necessário para a destilação devido a menor produção horária [1].

Após os procedimentos serem realizados, foi possível obter os resultados presentes na Tabela 1 para o refluxo total e Tabela 2 para a operação em taxa de refluxo 1:1.

Tabela 1. Dados obtidos para operação de taxa de refluxo total.

Prato	Refulvedor	3	5	Destilado
Temperatura (°C)	90	79,5	78,3	47,2
Densidade (g/mL)	0,9821	0,829	0,81	0,817
Fração Mássica	0,09	0,81	0,89	0,865
Fração Molar (%)	4	62	76	71

Tabela 2. Dados obtidos para a operação em taxa de refluxo 1:1.

Prato	Refrervador	3	5	Destilado
Temperatura (°C)	90,5	79,1	78,7	55,1
Densidade (g/mL)	0,9821	0,872	0,83	0,83
Fração Mássica	0,09	0,605	0,77	0,804
Fração Molar (%)	4	37	57	61

Para a temperatura, quanto menor for a volatilidade relativa entre os componentes da mistura, a curva de equilíbrio fica próxima da linha de 45°, ocorrendo assim um ponto azeotrópico [8]. Em misturas, em que os pontos de ebulição de seus componentes sejam diferentes de 30°, pode não ocorrer azeotropismo, mesmo que ocorra um desvio da lei de Raoult [4].

Como observado nas tabelas 1 e 2, a variação de temperatura na alimentação não influenciou no resultado do experimento, o que manteve a especificação dos componentes, ou seja, a temperatura de alimentação é uma variável que não tem necessidade de ser controlada.

Para Seader e Henley (1998) existe um método gráfico que utiliza a curva de equilíbrio para a estimação da pureza do destilado com base no valor do refluxo (Figura 1) [6]. Método esse, chamado de McCabe-Thiele, o qual foi baseado no valor da fração molar líquida e gasosas obtidas no experimento.

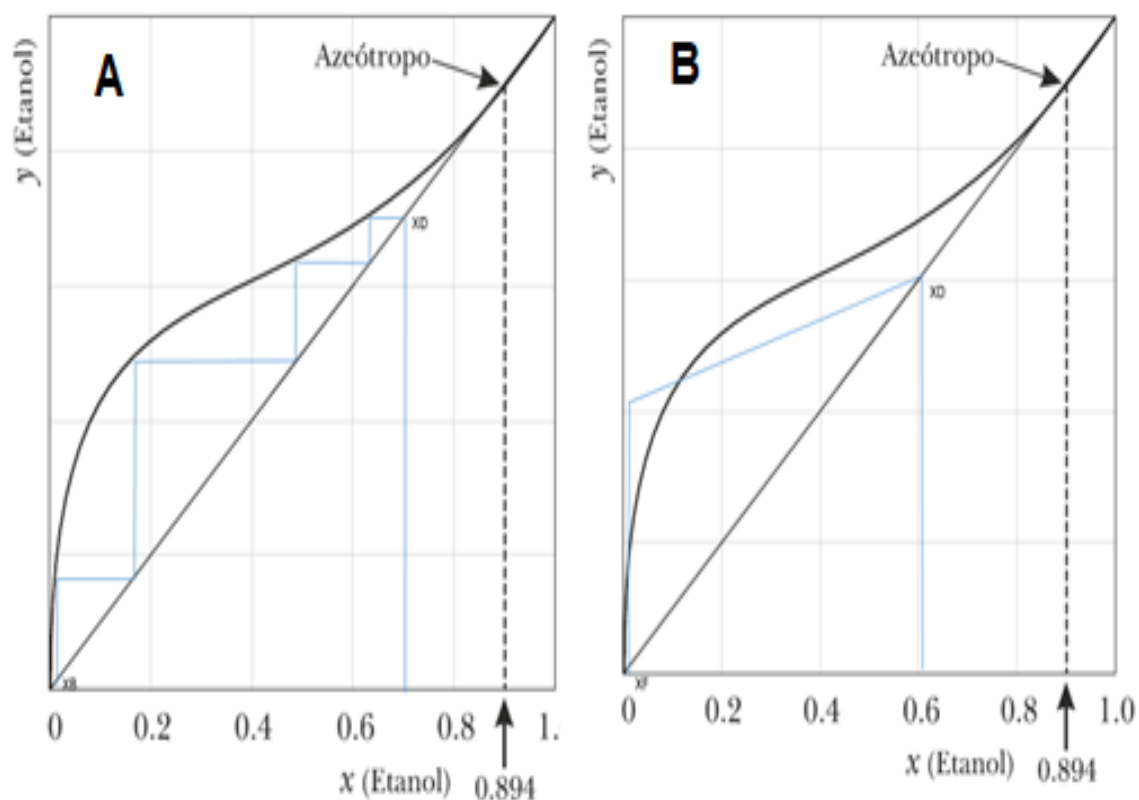


Fig. 1. Diagrama para estimação das frações molares no líquido e no vapor para destilador em refluxo total. (A) e refluxo com taxa 1:1 (B)

O diagrama representado pela Figura 1 somente é válido em casos de refluxo total, ou seja, todo refluxo retorna para a coluna. Conforme observado na figura é possível notar que valores acima de 0,8 de fração molar de etanol no líquido a curva se aproxima da linha que está a 45°.

Para valores maiores que o da fração molar de etanol no líquido a separação não é possível, já que a concentração entre os pratos não varia, pois ocorre a formação de uma mistura azeotrópica. Para que a destilação ocorra será necessário a adição de uma terceira substância.

Também de acordo com o gráfico 1, é possível observar a presença de 4 pratos e refluxo total obtido a partir da destilação com refluxo total. Já no caso do gráfico 2, é possível notar que o encontro das linhas de retificação e de esgotamento se cruzam fora do limite da linha de operação. O que indica que de alguma forma ocorreu um erro experimental, que fez os resultados divergirem e não proporcionarem a quantificação do número de pratos para a destilação 1:1 (normal).

4. CONCLUSÃO

O grau de fracionamento de uma coluna é proporcional a razão de refluxo interna, ou seja, quanto maior for a razão de refluxo interna, maior será o grau de fracionamento. Em relação ao número de pratos, quanto menor for o número de pratos da coluna, pior será o seu rendimento.

De acordo com os dados obtidos na Tabela 1, é possível notar que a fração molar no prato 5 é maior que no destilador. Isso trata-se de um erro experimental, que pode ter ocorrido por medições equivocada na balança, ou interferência da temperatura.

Também ocorreram equívocos na medição da fração de alimentação, o que impossibilitou o cálculo do número de pratos obtidos para uma destilação azeotrópica com refluxo parcial

REFERÊNCIAS

- [1]COELHO, T. C. et al. Analysis of the Reflux Ratio on the Batch Distillation of Bioethanol Obtained from Lignocellulosic Residue. *Procedia Engineering*, v. 42, n. August, jan. 2012.
- [2]KISTER, H. Z. *Distillation Operation*. New York: McGraw-Hill, 1992.
- [3]LOPES, M. M.; SONG, T. W. Batch distillation: Better at constant or variable reflux? *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, v. 49, n. 12, dez. 2010.
- [4]PERRY, R. H.; GREEN, D. W.; MALONEY, J. O. *Perry's Chemical Engineer's Handbook – 7th ed.* 1997.
- [5]ROSA, M. J.Z.; FACCIN, F. F.; OLIVEIRA, D. L.” Desempenho de uma coluna de destilação com recheio frente às perturbações na razão de refluxo” SIEPE - UNOESC, 2018.
- [6]SEADER, J. D.; HENLEY, Ernest J. **Separation Process Principles**. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- [7]SMITH, J. M.; NESS, H. C. Van.; ABBOTT, M. M. *Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química*. 5ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

[8]VASCONCELOS, C. Simulação, otimização e controle de processos para a separação de misturas não ideais. 1999. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade de Campinas, Campinas, 1999.