

Desafio Universitário Oxiteno-ABEQ 2006

1) INTRODUÇÃO

Pioneiro na utilização em larga escala do etanol como combustível renovável, o Brasil é reconhecido por suas respostas às crises de escassez ou de preços do petróleo. As crises políticas no Oriente Médio – região que responde pela maior parte das reservas conhecidas de petróleo – e o surgimento do veículo multicomcombustível representam uma nova etapa para o carro a álcool brasileiro. A mistura do etanol anidro à gasolina eliminou os aditivos ambientais venenosos da matriz de combustíveis brasileira e contribui significativamente para a redução de poluentes. Cada tonelada de cana-de-açúcar cultivada para a fabricação de álcool hidratado e álcool anidro combustível economiza, respectivamente, a emissão de 0,17 tonelada e 0,25 tonelada de CO₂, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa.

Conhecido desde a antiguidade como componente da cerveja dos egípcios ou do vinho dos povos da Mesopotâmia e da Grécia, o álcool etílico ocupou lugar de destaque em culturas variadas. Resultando da fermentação do arroz, na China, e do milho, no Império Inca, no Peru, os procedimentos para sua fabricação eram guardados a sete chaves, para preservar a produção de bebidas e de remédios e resguardar os segredos da conservação de plantas medicinais.

No início do século XX, o combustível começou a ser utilizado na iluminação pública e na indústria química. Uma das aplicações do etanol na indústria é a produção de éteres glicólicos. A figura abaixo ilustra um diagrama deste processo de produção.

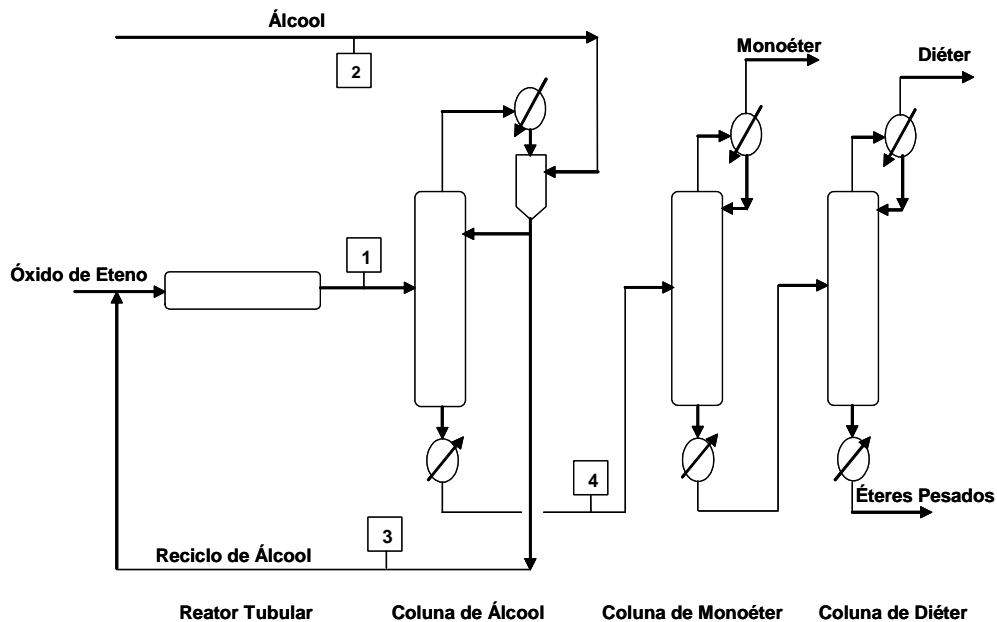
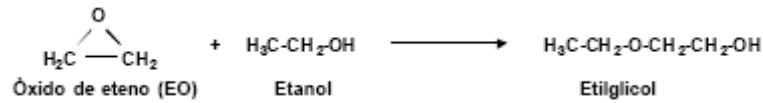
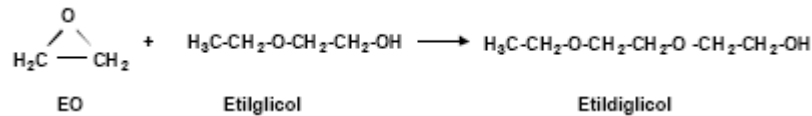


Figura 1: Diagrama simplificado do processo de produção de éteres glicólicos

A reação de formação do éter glicólico do etanol é:



O etilglicol (monoéter) formado também reage com o óxido de eteno, formando o etildiglicol (diéter) e assim sucessivamente, de acordo com um esquema de reações série-paralelo.



A corrente 2 no fluxograma é o etanol anidro proveniente de destilarias de álcool, podendo conter contaminantes, inertes ou não em relação ao óxido de eteno, que interferem no processo de produção dos éteres glicólicos. A ANP (Agência Nacional do Petróleo) estipula teores máximos para esses contaminantes, conforme a tabela abaixo.

Componente	Teor máximo
Água	2.000 mg/l
Acetal (1,1-dietoxietano)	450 mg/l
n-Propanol	250 mg/l
Ciclohexano	200 mg/l

Tabela 1: Especificação de álcool anidro - ANP

2) O PROBLEMA

Os éteres glicólicos do etanol são excelentes solventes de resinas naturais e sintéticas, sendo também utilizados como aditivos de melhora de brilho, viscosidade e auxiliares de coalescência. O mercado demanda principalmente o monoéter, e o desafio é otimizar o processo produtivo visando maximizar a geração deste homólogo. Para tanto, a corrente 3 no fluxograma deve conter no máximo 1%p de monoéter. Quanto aos contaminantes do etanol, as condições limite de operação, para a corrente 4, são conter no máximo 30 ppm de etanol, 30 ppm de ciclohexano e 70 ppm de acetal.

Com base nas informações acima, uma grande empresa química, avaliando construir uma nova unidade para produzir éteres glicólicos de etanol, solicitou a você, renomado engenheiro de processos, uma análise crítica sobre algumas dúvidas técnicas, listadas abaixo. Você deverá, em resposta, elaborar um relatório esclarecendo os seguintes pontos:

- 1) Para maximizar a produção do monoéter, quais seriam alternativas de processo de produção, por exemplo considerando variáveis, catalisadores, razão molar dos reagentes, etc? E qual o impacto da alternativa adotada na distribuição de produtos de reação?
- 2) Que efeitos indesejados os contaminantes do etanol (água, ciclohexano, acetal e n-propanol) podem trazer para o processo ou para a pureza mínima (99%) dos produtos de interesse (etilglicol e etildiglicol)? Considere também os eventuais subprodutos gerados a partir das reações entre eles e o óxido de eteno, ou entre eles e o etanol ou, ainda, entre eles e os éteres glicólicos nas condições de processo.
- 3) Quais estratégias podem ser adotadas para eliminar os contaminantes ou minimizar o efeito do acúmulo dos mesmos na unidade? Inclua na discussão alternativas de tratamento físico ou químico do etanol recebido das destilarias. Caso seja viável separar os contaminantes, indique aplicações para seu uso.
- 4) Quais as aplicações possíveis para os produtos homólogos da reação, etildiglicol e etiltriglicol?

Esse relatório deverá ser encaminhado via ABEQ. Será permitida a consulta a livros, publicações periódicas, *softwares* e internet, devendo-se explicitar a referência bibliográfica utilizada em cada tópico. Sempre que julgar necessário, e de acordo com o que está sendo discutido, fundamente seu raciocínio com base em estudos de processo que incluam fluxogramas, balanços materiais e energéticos, pré-dimensionamento de equipamentos, custo estimativo de investimentos e aspectos ambientais relacionados.

Bom trabalho!