

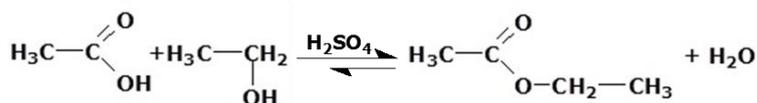
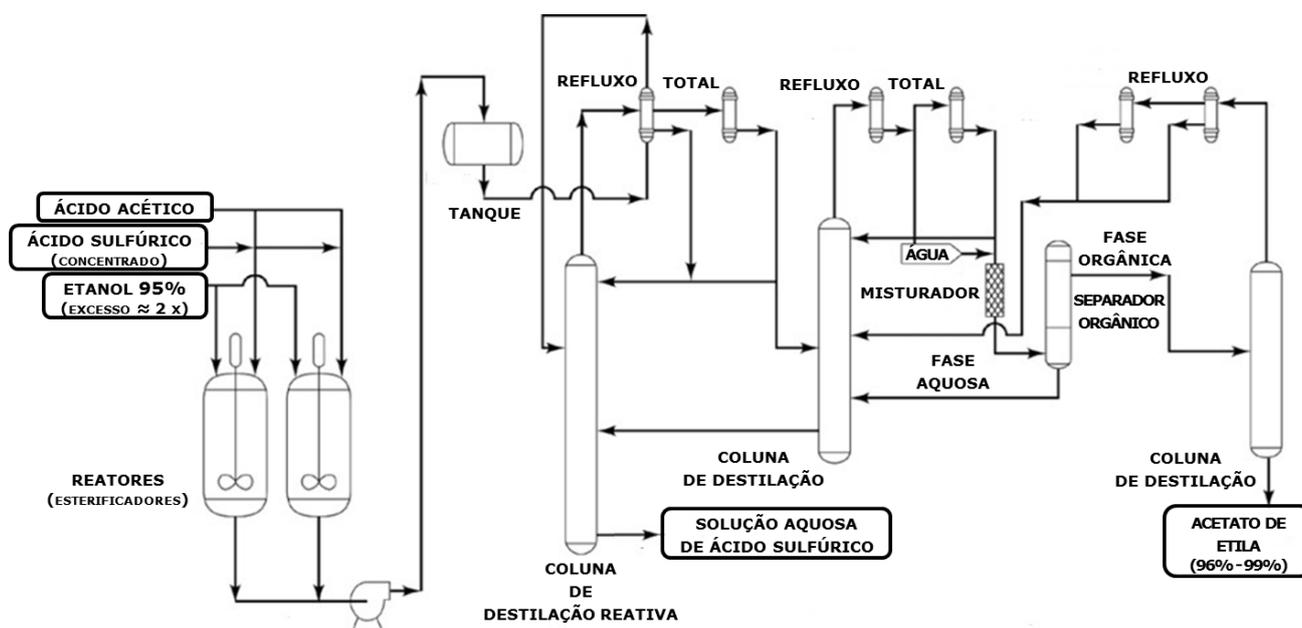


PROCESSOS INDUSTRIAIS DE ESTERIFICAÇÃO

ACETATO DE ETILA, ACRILATOS DE ALTO E BAIXO PESO MOLECULAR

Prof. Marcos Villela Barcza

ACETATO DE ETILA
PROCESSO SEMICONTÍNUO



Descrição do processo:

- Reatores (esterificadores) são carregados com ácido acético, etanol e ácido sulfúrico concentrado;
- Após alcançar o equilíbrio da esterificação, temperatura \approx de 70°C , efluentes dos reatores - éster formado, ácido orgânico, álcool, estes que não reagiram, e ácido sulfúrico - são transferidos para um tanque intermediário que alimentará a coluna de destilação reativa de forma contínua;
- A alimentação é utilizada para refrigerar a coluna de refluxo da coluna de destilação reativa, é pré-aquecida ($T \approx 70^\circ\text{C}$) e injetada na coluna;
- A coluna opera no topo a uma temperatura de $\approx 80^\circ\text{C}$ e taxa de refluxo adequada a fim de otimizar a esterificação, ampliando a conversão final. Vapor contendo álcool, éster formado e $\approx 10\%$ de água é condensado e mistura azeotrópica ternária é enviada para a primeira coluna de destilação. No fundo retira solução aquosa de ácido sulfúrico;

- Primeira coluna opera com temperatura de topo em $\approx 70^{\circ}\text{C}$, vaporizando mistura ternária com composição típica aproximada de 83% de éster, 9% de etanol e 8% de água encaminhada para um separador orgânico. No trajeto recebe volume de água adequada, misturada em um misturador instalado em linha;
- No separador orgânico, por decantação, separa as fases orgânica e aquosa;
- A fase superior (orgânica), com composição típica aproximada de 93% de acetato de etila, 5% de água e 2% de etanol, é enviada para a segunda coluna de destilação. O acetato de etila é retirado, no fundo, com pureza entre 96 e 99%, dependendo da taxa de refluxo adotada na coluna. No topo, vaporiza mistura binária, etanol e água e encaminhada para a primeira coluna de destilação.

Acrilatos de baixo peso molecular

Processo Contínuo



ÁLCOOL

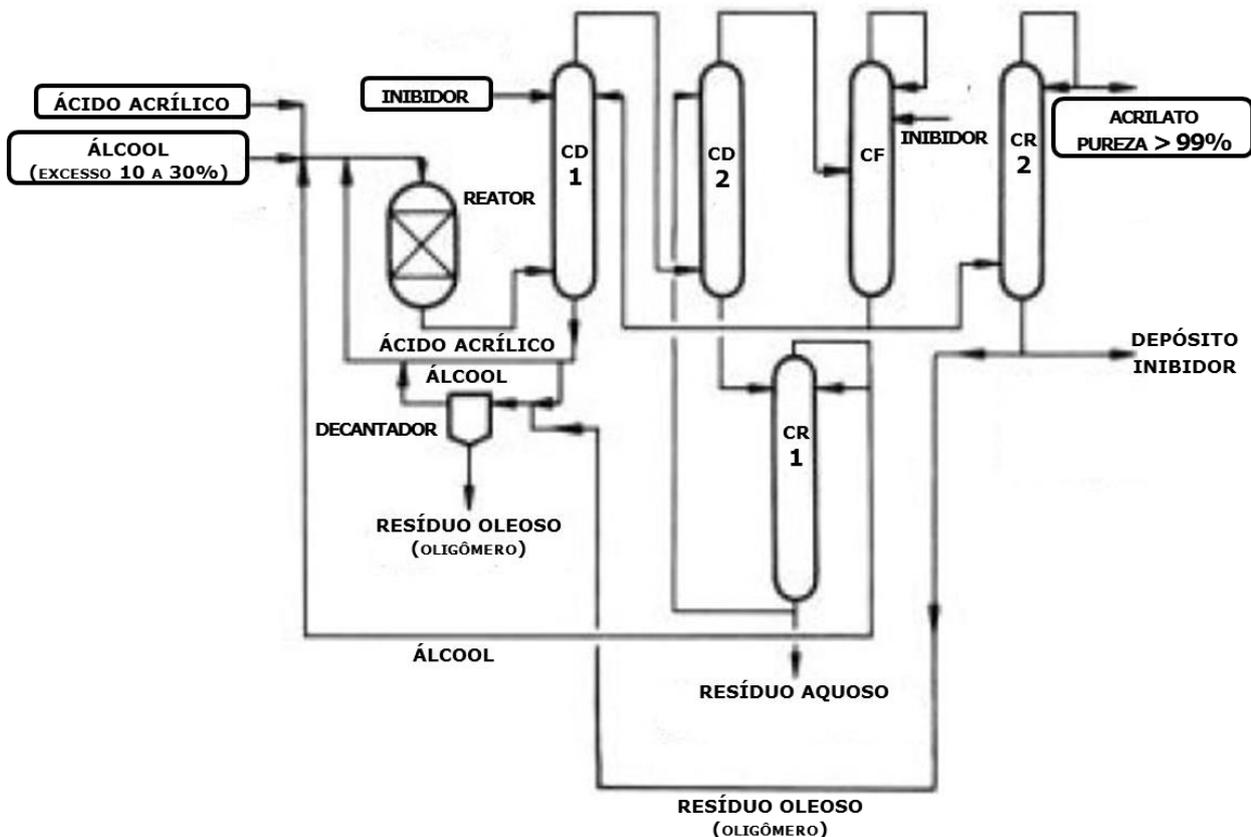
METANOL
ETANOL
PROPANÓIS

ÁCIDO MINERAL

H₂SO₄ ou ÁCIDO P-TOLUENO SULFÔNICO

RESINA

RESINA DE TROCA IÔNICA CATIÔNICA



Descrição do processo:

- Ácido acrílico e álcool, este em excesso que pode variar de 10 a 30% dependendo da reatividade do álcool empregado, alimentam o reator de recheio com catalisador resina de troca iônica (catiônica) na temperatura entre 60 e 80°C, esta também varia dependendo da reatividade do álcool;
- O efluente do reator é enviado continuamente a um conjunto de colunas de destilação que operam sob pressão sub-atmosférica para minimizar a formação

de oligômeros do acrilato formado, para aumentar a eficiência, inibidor de polimerização também é introduzido. Na primeira coluna de destilação (CD1) acrilato formado, água e álcool não reagido são removidos pelo topo. Utiliza o efluente de fundo da coluna de refluxo (CF) como auxiliar na taxa de refluxo da coluna, no fundo é retirado ácido acrílico e álcool não reagidos, encaminhados o reator. Se neste efluente é identificado presença de oligômero, é desviado para o decantador para separar a fase pesada (oligômero), efluente de fundo enviado para tratamento;

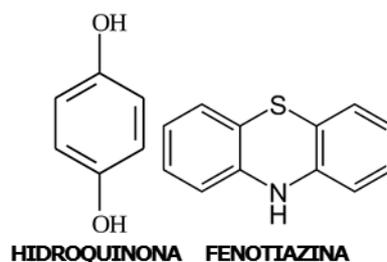
- A segunda coluna de destilação (CD2) separa excesso do álcool utilizado e água formada, efluente do fundo da coluna, enviada para a coluna de retificação de álcool (CR1). No topo, álcool recuperado e enviado ao reator e no fundo resíduo aquoso enviado para tratamento;

- Produto de topo da segunda coluna de destilação (CD2) alimenta coluna de refluxo (CF), esta auxilia na concentração de acrilato formado otimizando a sua separação. Neste ponto uma nova carga de inibidor é introduzida. O efluente do fundo é encaminhado a primeira coluna (CD1) se identificado presença de ácido acrílico ou álcool não reagido, se adequado, é enviado a coluna de retificação de acrilato (CR2);

- Na coluna de retificação (CR2) acrilato produzido é retirado pelo topo com pureza acima de 99% e efluente de fundo, separa o inibidor e encaminha o efluente para o decantador, fase pesada, resíduo oleoso, composto pelo oligômero de acrilato para tratamento;

- Rendimento do processo é $\approx 95\%$ em relação ao ácido acrílico;

- Os inibidores empregados são hidroquinona ou fenotiazina:



Acrilatos de alto peso molecular

Processo Batelada



Álcool

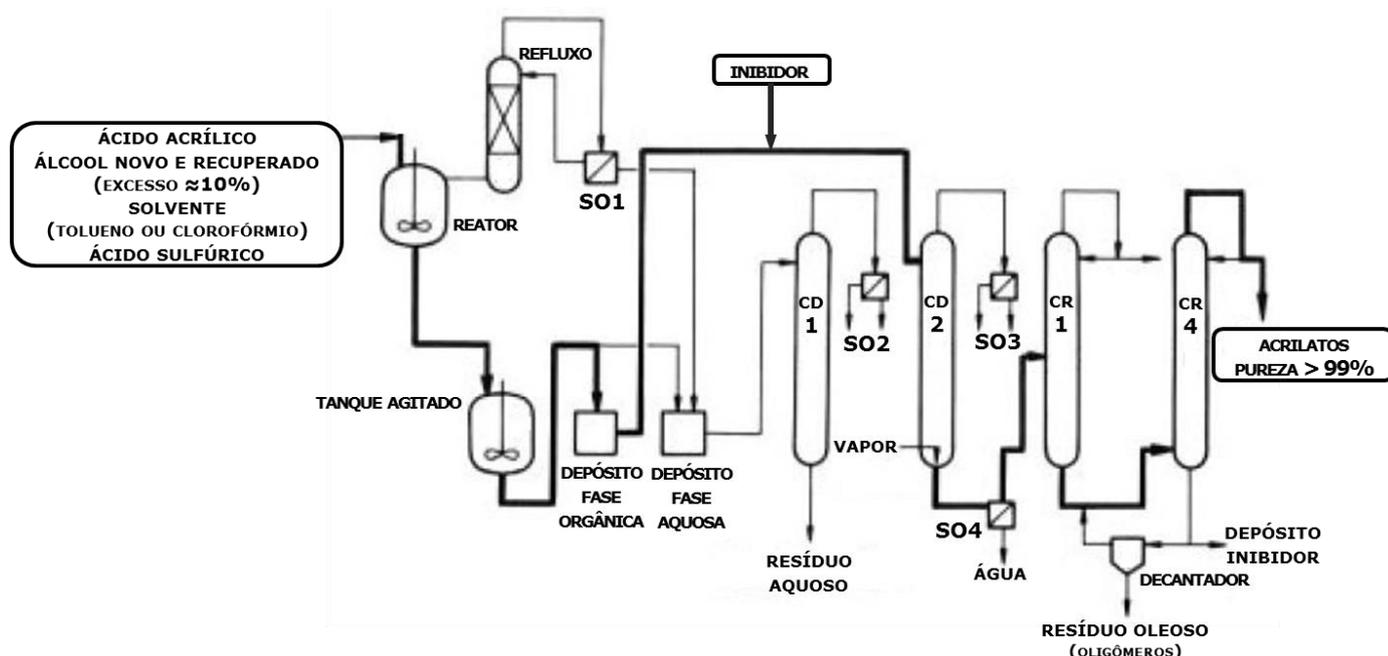
Butanóis
Pentanóis
C₆, C₇ e C₈

Ácido forte

H₂SO₄ ou Ácido p-tolueno sulfônico

Ácido sólido

Resina de troca iônica catiônica



Descrição do processo:

- Ácido acrílico, álcool, novo e recuperado, este em excesso de ≈10% independentemente do tipo empregado, solvente (tolueno ou clorofórmio) e ácido sulfúrico concentrado, catalisador, alimentam o reator agitado e encamisado na temperatura entre 85 e 95°C, esta varia segundo reatividade do álcool, e tempo típico entre 3 e 5 horas de reação (processo batelada);
- Coluna de refluxo auxilia na otimização da reação, efluente de topo é encaminhado ao separador orgânico (SO1) onde fase aquosa é separada e encaminhada ao depósito de fase aquosa e fase orgânica, contendo ácido acrílico e álcool não reagidos e acrilato formado, retornam ao reator;

- Ao final da batelada, efluente do reator é resfriado a 60°C e transferido para o tanque agitado para neutralização do ácido sulfúrico com solução de hidróxido de sódio a mesma temperatura. Fases orgânica e aquosa são separadas e estocadas nos depósitos de fase orgânica e fase aquosa respectivamente;
- Fase aquosa, efluentes recolhidos no depósito de fase aquosa, é encaminhada para a coluna de destilação (CD1). No topo é retirado o solvente utilizado (tolueno ou clorofórmio), arrasta consigo fração aquosa, separada no separador orgânico (SO2). No fundo, resíduo aquoso, enviado para tratamento;
- Fase orgânica, oriunda do depósito de fase orgânica é enviado a um conjunto de colunas de destilação que operam sob pressão sub-atmosférica para minimizar a formação de oligômeros do acrilato formado, para aumentar a eficiência, inibidor de polimerização, os mesmos utilizados no processo anterior, também é introduzido. Na primeira coluna de destilação (CD2), efluente de topo é o solvente que acumulou na fase orgânica com porção de água arrastada e separados no separador orgânico (SO3). Acrilato formado, álcool não reagido e água compõe efluente de fundo. Encaminhado ao separador orgânico (SO4) para eliminar água. Fase orgânica enviada a duas colunas de retificação, álcool e acrilato, respectivamente;
- A coluna de retificação (CR1) recupera no topo o álcool não reagido. Efluente de fundo desta coluna alimenta a coluna de retificação (CR2). Nesta coluna, acrilato produzido, é retirado pelo topo com pureza acima de 99% e efluente de fundo, separa o inibidor e encaminha o restante para um decantador, fase pesada, resíduo oleoso, composto pelo oligômero de acrilato é separado e enviado para tratamento e fase leve, que pode conter acrilato formado retorna para a coluna;
- Rendimento do processo: 95% (Ácido acrílico).