

INTRODUÇÃO

A vida imita a arte. Você certamente já ouviu essa expressão e, como observador e estudante atento de engenharia química, já percebeu quantos processos rotineiros ocorrem ao nosso redor e reproduzem o dia-a-dia de uma indústria química.

Ao tomar um vinho espumante, por exemplo, você pode não perceber, mas está saboreando um produto obtido por meio de um método extremamente rigoroso e artesanal de separação sólido-líquido. O chamado Método Champenoise é o método utilizado para a produção do autêntico *champagne*. A invenção desse processo é outorgada ao monge beneditino Dom Pérignon, e até hoje é utilizado nas famosas casas francesas da região de Champagne, por ser o método que garante uma qualidade superior aos vinhos assim produzidos. Devido à sua característica artesanal, esse método encarece os espumantes assim elaborados, em comparação com o outro método de produção, denominado Charmat.

No método Champenoise, processa-se os vinhos espumantes realizando a segunda fermentação na própria garrafa, por meio da adição de uma solução de açúcar e leveduras chamada "licor de tiragem". As garrafas são fechadas com tampas metálicas e ocorre a autólise das leveduras por cerca de 3 meses. Após cessada, as garrafas podem ficar até anos para amadurecimento, período em que sofrem rotações periódicas (geralmente manuais) e inclinações progressivas, sempre com o gargalo para baixo. Essa movimentação faz com que haja acúmulo de sedimentos no gargalo (restos da fermentação). Na fase final do método, denominada *dégorgement*, o gargalo das garrafas é congelado em solução refrigerante, as tampas são retiradas e os sedimentos congelados são expulsos por diferença de pressão. O último passo é o fechamento da garrafa com uma rolha de cortiça apropriada e com uma gaiola de arame, prendendo-a ao gargalo.

Deixando o mundo dos vinhos e voltando ao *glamour* da engenharia química, a tecnologia de separação sólido-líquido tem demandado muitos estudos visando o melhor aproveitamento técnico e econômico dos recursos empregados em processos produtivos. Por essa razão, este tema foi escolhido pela Oxiteno e pela ABEQ para o projeto químico que você e sua equipe deverão estudar. Esperamos que seu esforço na apresentação da solução possa ser um motivo para brindar, com seus familiares e amigos, a premiação neste Desafio Universitário 2007.

O PROBLEMA

Deseja-se produzir mensalmente 300 t de um produto que se apresenta em fase líquida à temperatura ambiente (25°C) e pressão atmosférica (1 bar), e que contém particulados que necessitam ser removidos para a comercialização. O produto é um sal orgânico de cálcio solubilizado em álcool isobutílico. A fração sólida (1,5 % de sólidos em massa) é basicamente Ca(OH)_2 e sulfatos de cálcio em diferentes formas cristalinas. A densidade do produto e sua viscosidade em função da temperatura estão indicadas nas figuras **1** e **2**, respectivamente. A distribuição granulométrica dos sólidos em suspensão está indicada na figura **3**. Para efeito de simplificação, pode ser considerado que 50% das partículas possuem tamanho entre 0,1 e 0,4 μm e 50% entre 0,4 e 3,0 μm . Pode-se também considerar que os particulados possuem forma esférica.

Em relação ao produto a ser comercializado, o processo deve reter no mínimo 99,5% dos sólidos iniciais com tamanho acima de 1 micron. Existe também um critério qualitativo que é a "limpidez" do produto. Esse requisito é difícil de mensurar. As figuras **4** e **5** ilustram respectivamente o produto antes e depois da separação sólido-líquido.

Para atender às expectativas dos clientes, a produção e o requisito de sólidos em suspensão, o desafio proposto é desenvolver o melhor processo de separação, considerando as seguintes questões:

a-) O sistema sólido-líquido pode ser classificado em função do tamanho de partícula (sistemas coloidais, dispersos, etc.) e do teor de particulados? Em caso afirmativo, existem técnicas mais apropriadas de separação para cada faixa de tamanho e teor de particulados?

b-) Qual o melhor processo para se obter a separação desejada neste caso?

c-) Para o processo definido no item b, elaborar o projeto do sistema de separação que inclua: balanço material e energético, seleção e dimensionamento dos equipamentos principais e secundários, fluxograma de processo incluindo linhas e estratégia de controle, etc., de acordo com as condições de processo escolhidas.

d-) Elaborar uma estimativa de investimento para o processo definido, considerando a alternativa técnica de menor custo para a obtenção da produção e qualidade desejadas.

e-) Como deve ser realizada a limpeza da unidade? Considerar a geração e minimização de efluentes e de resíduos sólidos, entre outras questões ambientais e de segurança do processo.

f-) Caso sejam necessárias informações e propriedades físico-químicas adicionais, fazer as considerações necessárias e citar as respectivas fontes.

REFERÊNCIAS

Podem ser consultadas todas as formas de literatura disponíveis: artigos, periódicos, patentes, internet, etc.

Lembramos que é vedado aos professores auxiliar os alunos na solução do problema.

FIGURAS

Figura 1 - Densidade do produto

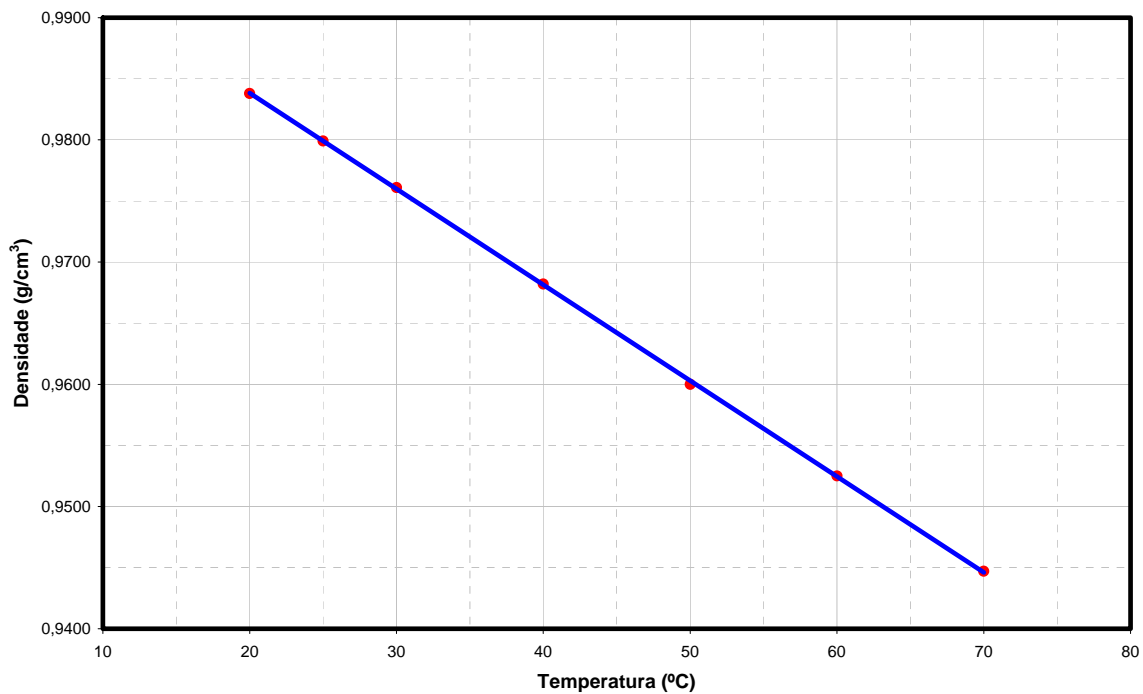


Figura 2 - Viscosidade do produto

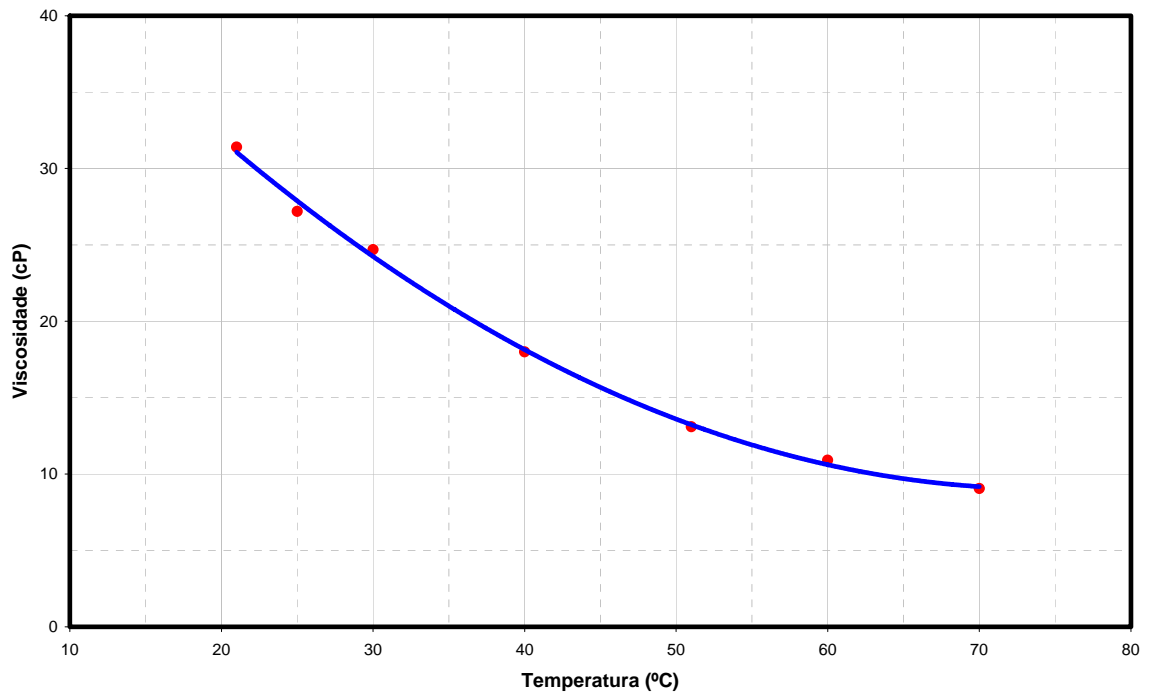


Figura 3 - Distribuição granulométrica dos sólidos suspensos

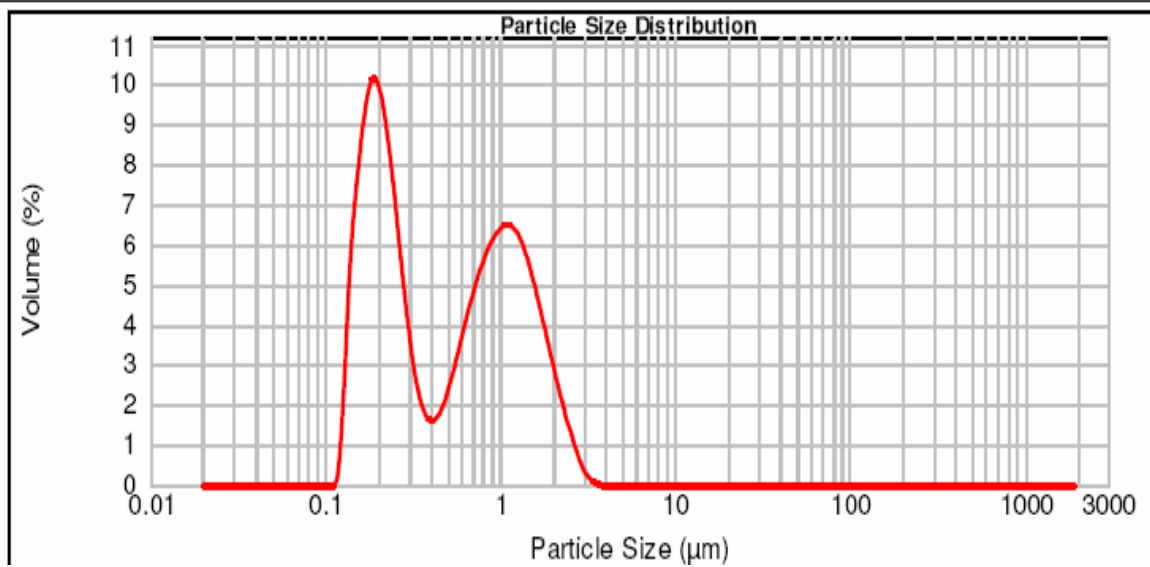


Figura 4 – Produto antes do tratamento



Figura 5 - Limpidez do produto tratado

