

Desafio Universitário Oxiteno/ABEQ 2008

O mercado brasileiro de cosméticos vem superando expectativas e apresentando desempenhos cada vez melhores, com faturamento de aproximadamente US\$ 19,8 bilhões em 2007, perdendo apenas para os EUA e Japão. O segmento de cuidados para os cabelos foi o que mais cresceu, com destaque para xampus, colorações e itens para tratamento.

Os cuidados com a beleza há muito tempo deixaram de ser prioridades femininas. Muitos produtos direcionados ao mercado masculino foram desenvolvidos para atender a uma demanda crescente de consumidores que desejam cuidar melhor de sua aparência. É um setor que movimenta mais de R\$ 1,5 bilhão por ano, segundo dados da Abihpec (Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos).

Para estes consumidores, não serve mais qualquer xampu que estiver disponível no banheiro. O consumo de cosméticos não se restringe mais ao creme de barbear ou à loção pós-barba, mas chega a perfumes, condicionadores e desodorantes, e até a cremes *anti age* e anti-celulite. Um exemplo são os sabonetes líquidos específicos para a pele do homem, que por ser mais oleosa do que a pele feminina requer uma formulação diferente, conferindo maior adstringência e melhor resultado.

O mercado de cosméticos, em alta, proporciona oportunidades em diversos segmentos. O setor cosmético no Brasil conta com mais de 1.500 empresas, sendo que 15 delas possuem faturamento líquido acima de R\$ 100 milhões, segundo a Abihpec. Por isso, as empresas precisam ser competitivas, investindo na evolução e inovação de sua linha de produtos.

Uma conceituada empresa, atenta a esta tendência, resolveu contratar uma equipe de especialistas (vocês) com o objetivo de aprimorar sua linha de xampus, sabonetes líquidos, banhos de espuma e cremes dentais voltada ao público masculino, cujo lançamento deverá ocorrer no Natal deste ano.

O Gerente Técnico da empresa identificou o **lauril éter sulfato de sódio** como um produto de interesse, pois ele confere excelente solubilidade em água, detergência, poder espumante, emulsionante e espessante na presença de eletrólitos (NaCl e NH₄Cl) nas formulações

que se deseja aprimorar. Devido a isso, encomendou um trabalho adicional à equipe, conforme segue:

“Prezada equipe de projeto:

Para atingir os objetivos de desempenho de nossa nova linha de produtos, identifiquei um excelente potencial de aplicação para o Lauril Éter Sulfato.

Ele é um sal de fórmula geral $R-O(CH_2CH_2O)_n-SO_3-M^+$, onde:

R = cadeia graxa de álcool laurílico

n = número médio de moles de óxido de etileno

M = tipo de sal de neutralização (Na, NH₄, TEA).

O grau de etoxilação e o tipo de sal proporcionam a cada lauril éter sulfato características diferenciadas, que permitem a escolha do produto ideal para cada aplicação. Esses produtos apresentam em sua molécula uma parte hidrófoba, proveniente da cadeia graxa do álcool laurílico, e uma parte hidrófila, formada pelos grupos éter sulfato.

Nós avaliamos que não só gostaríamos de utilizar o produto, mas também produzi-lo, com o objetivo de reduzir custos na cadeia de suprimento, o que é fundamental em um mercado competitivo como o de cosméticos. Nosso desejo é produzir o lauril éter sulfato de sódio, por meio da reação do ácido lauril éter sulfônico com uma solução de soda 50%p. A produção deverá ser de 6.000 kg/h.

Para tanto, peço seu apoio para:

1) Dimensionar:

- Um reator CSTR;
- Sistema de resfriamento, um trocador casco-tubo (fluido frio: água de resfriamento);
- Bomba de recirculação;
- Linha, válvulas e outros acessórios de tubulações.

2) Preparar um “Book de Projeto” contendo:

- Descrição do processo;
- Fluxograma de processo identificando todas as correntes;
- Balanço material;
- Balanço energético;
- Estratégia de controle;

- *Fluxograma de engenharia (P&ID);*
- *Definição dos materiais de construção;*
- *Folhas de especificação dos equipamentos principais;*
- *Estimativa de investimento;*
- *Avaliação econômica;*
- *Avaliação dos riscos e impactos ambientais;*
- *Disposição de subprodutos e/ou resíduos, conforme legislação;*
- *Manual de operação.*

Assim, por intermédio da ABEQ, vocês responderão a esse Gerente Técnico. Abaixo, encontrarão informações relevantes que poderão ser utilizadas no desenvolvimento do trabalho. Outras fontes de consulta poderão ser utilizadas (como livros, artigos, publicações periódicas, *softwares* e internet), desde que devidamente citadas as referências.

Dada a importância deste projeto para o seu cliente, e do potencial de negócios para sua equipe de especialistas, recomendamos atenção ao prazo de entrega do projeto.

Boa sorte! Agora, é com vocês!

Dados:

Concentração do lauril éter sulfato de sódio produto: 70%

Base de cálculo de operação: 8.000 horas/ano

Calor de reação: 29.856 kcal/kmol

Considerar cp ácido: 0,95 kcal/(kg.°C)

Considerar cp produto: 0,95 kcal/(kg.°C)

Peso molecular ácido: 360 kg/kgmol

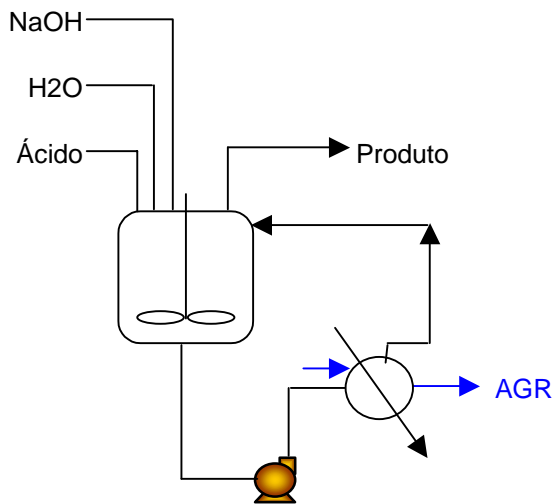
Peso molecular do produto: 382 kg/kgmol

Temperatura de entrada da solução de NaOH: 30°C

Temperatura de entrada da água: 30°C

Temperatura de entrada do ácido: 48°C

Temperatura de saída do produto: 60°C



Fórmula da viscosidade:

$$\mu = K * (\gamma)^{n-1}$$

WHERE:

- μ = APPARENT VISCOSITY (Pa*sec)
- K = CONSISTENCY(I.E.: THE APPARENT VISCOSITY CORRESPONDING TO A SHEAR RATE OF 1 SEC⁻¹)
- γ = SHEAR RATE (SEC⁻¹)
- n = POWER INDEX

FOR TEMPERATURE RANGING FROM 50 TO 60 DEGREES APPROXIMATELY AND SLES PASTE AT 70%, WE HAVE:

$$K = 136$$

$$n = 0.15$$

FOR CALCULATING THE PASTE VISCOSITY IN PIPES, WE NEED TO DETERMINE THE ACTUAL SHEAR RATE ACCORDING TO THE EQUATION:

$$\gamma = 2V/r \quad (\text{sec}^{-1})$$

WHERE:

- V = AVERAGE VELOCITY (m/sec)
- r = PIPE RADIUS (m)

Fórmula para a perda de carga:

PRESSURE DROPS CALCULATION

THE PRESSURE DROPS INSIDE THE PIPES CAN BE EXPRESSED BY MEANS OF THE EQUATION:

$$\Delta P = \frac{4K \cdot L / D \cdot [8(3n+1)Q]^n}{[\pi \cdot n \cdot D^3]^n}$$

WHERE:

- ΔP = PRESSURE DROP (Pa=10⁻⁵ BAR)
- K= CONSISTENCY (Pa*sec)
- L= PIPES LENGTH (m)
- D= PIPE DIAMETER (m)
- n= POWER LAW COEFFICIENT
- Q= VOLUMETRIC FLOW RATE (m³/sec)