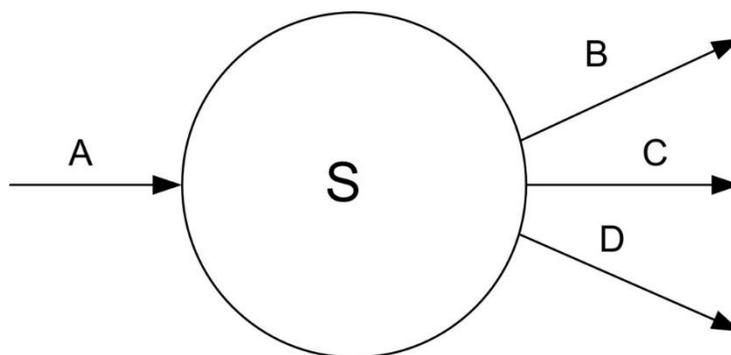




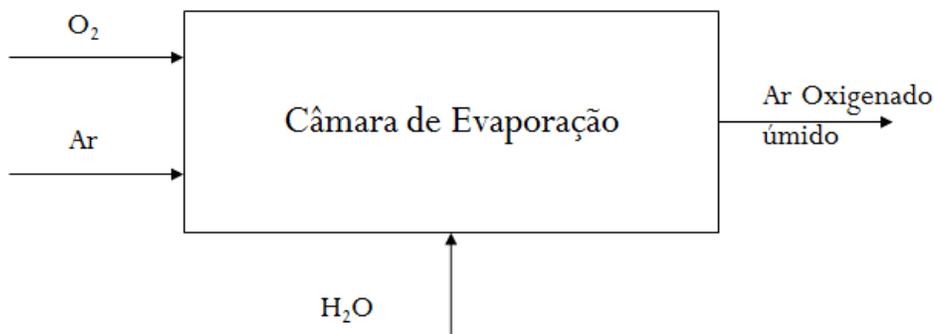
Lista de Exercícios L1 – Balanços Materiais em Sistemas Macroscópicos sem Reação Química

- 1) Considere um separador de correntes (=splitter) que divide certa corrente composta por malte, água e levedura em três ramos. Suponha que a composição (% mássica) de corrente de entrada no separador seja de 20% malte, 10% levedura e o restante de água. As vazões dos ramos que deixam o separador são reguladas de modo a que se verifique uma relação entre vazões do tipo: $B=2C$ e $C=(1/3)D$. A vazão da corrente que entra no separador é de 1000 kg/h. Pede-se determinar a vazão em cada um dos ramos de saída do sistema.



[R: $B = 333,3 \text{ kg/h}$; $C = 166,7 \text{ kg/h}$; $D = 500,0 \text{ kg/h}$]

- 2) Para otimizar o crescimento de certos microrganismos é necessário que seja criado um ambiente com ar úmido rico em oxigênio. Isso ocorre em geral em um equipamento denominado câmara de evaporação, no qual o processo de produção de ar oxigenado úmido ocorre tal como aparece indicado na figura abaixo. Na câmara de evaporação entram ar, oxigênio e água. A água entra na unidade a uma vazão de $20 \text{ cm}^3/\text{min}$. Após experimentações, verificou-se que a vazão ótima de O_2 seria de $(1/5)$ da vazão de ar. Além disso, da análise do ar oxigenado úmido conclui-se que a umidade molar é de 1.50%.
- Dados: $MM_{\text{água}} = 18 \text{ g/mol}$



Pede-se: Determinar as vazões de ar e da corrente de saída e a composição desta última

[R: $\text{Ar} = 60,8 \text{ Mol/min}$; $\text{Ar oxigenado úmido} = 74,07 \text{ Mol/min}$; $x_{\text{N}_2} = 64,85\%$; $x_{\text{O}_2} = 33,65\%$]



- 3) Cana-de-açúcar contendo 16% de açúcar, 59% polpa e 25% água é esmagada em um moinho. O bagaço resultante do processo contém 80% em massa de polpa, além de água e açúcar. Por outro lado, o xarope – fração de aceite da mesma operação – e que apresenta 14% polpa, 13% açúcar, além de água, é alimentado em peneira que remove toda a polpa. Deste tratamento decorre a geração do chamado ‘xarope límpido’ o qual contém 15% de açúcar, e água. Deixa a peneira também uma corrente de rejeito, contendo 95% de polpa, além de água e açúcar em quantidades residuais. O xarope límpido será concentrado em evaporador para preparar ‘xarope pesado’ cujo teor de açúcar atinge 40%. No estagio seguinte, que ocorre em um cristalizador, produz-se cristais de açúcar 100% puros. Sabe-se que a unidade descrita antes tem autonomia para produzir a cada hora, exatas 1000 lb de açúcar cristal.

Pede-se:

- a) Calcule a água removida no evaporador, em libras/hora **[R: 4167 lb/h]**;
b) Calcule a vazão de xarope límpido em libras/hora **[R: 6667 lb/h]**;
c) Calcule a vazão e frações mássicas dos componentes na corrente de rejeito
[R: 1152 lb/h; As frações de açúcar e água no rejeito são: $f_G^a = 1,44\%$ e $f_G^w = 3,56\%$].
- 4) Deseja-se separar por meio de destilação uma mistura (F) cuja composição – em base de quantidade de matéria – aparece apresentada na tabela abaixo.

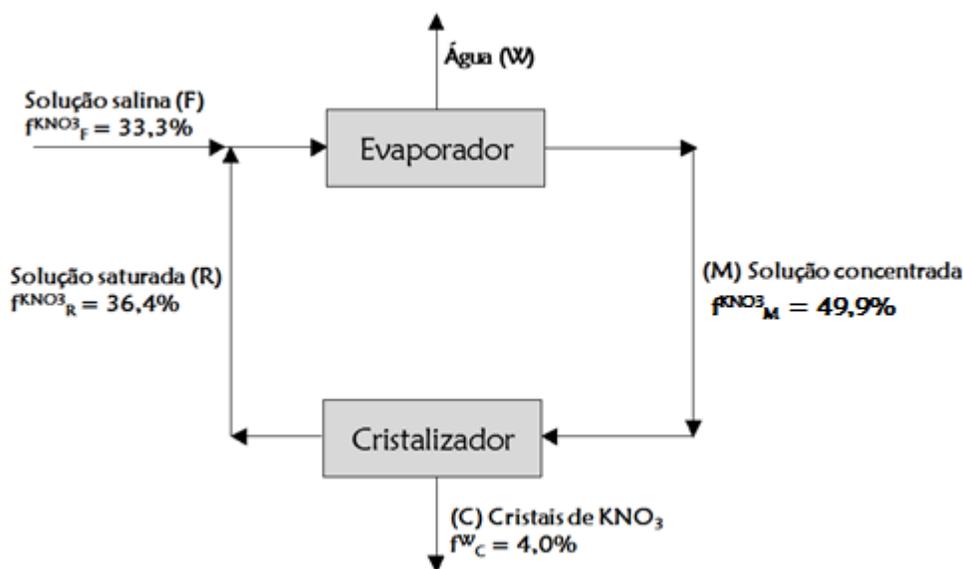
Composto	% Composição
R	50,0
S	30,0
T	20,0

A composição do destilado (D) – também chamado produto de topo – em quantidade de matéria deve ser a seguinte: R = 80,0%; S = 18,0% e T = 2,0%. Por outro lado, a relação [destilado/carga] (= D/F) é de 0,60. Nessas condições determine:

- a) A razão de quantidade de matéria resíduo/carga (B/F): **[R: $R_1 = 0,40$]**;
b) A composição percentual da corrente de resíduo (B) em base quantidade de matéria;
[R: Composição de B: 5%; 47%; e 48%];
c) A recuperação do componente R no produto de topo (D), e do composto T no resíduo (B)
[R: $R_2 = 96\%$ e $R_3 = 94\%$]



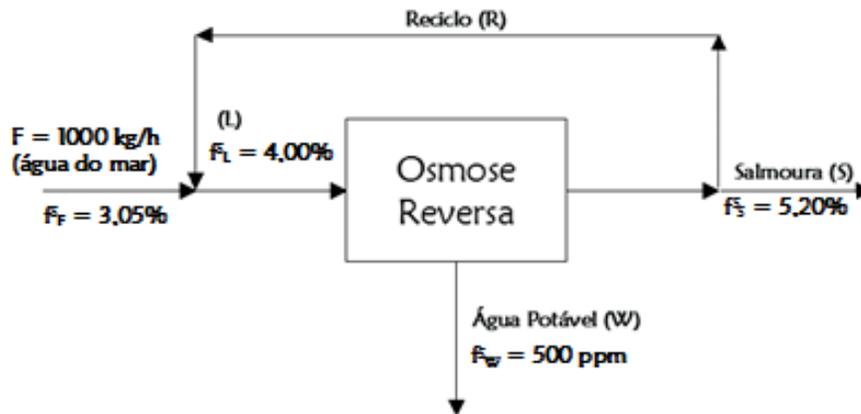
- 5) Uma solução salina (F) contendo 33,3% KNO_3 é usada na obtenção de cristais de KNO_3 contendo, no máximo, 4,00% H_2O . O processo consiste em passar a solução por um evaporador, cuja temperatura de saída seja de 150°C, gerando uma solução concentrada (M) com 49,4% KNO_3 . A solução (M) é encaminhada a um cristalizador no qual a temperatura da corrente será reduzida até 38°C para obtenção da corrente rica nos cristais (C). A cristalização gera também uma solução saturada (R) contendo 36,4% KNO_3 . A solução (R) é integralmente recirculada para o evaporador e se junta a (F) para compor a alimentação daquele equipamento. Um esquema representativo do sistema em questão aparece indicado na figura a seguir. Admitindo que a Solução salina é introduzida no sistema à razão $F = 500 \text{ kg/h}$, determine:
- A vazão de água evaporada (W) [R: 326,56 kg/h]
 - A vazão da corrente de cristais (C) [R: 173,44 kg/h]
 - A vazão da solução de recirculação (R) [R: 592,26 kg/h]



- 6) Água potável pode ser obtida por dessalinização de água do mar por meio de um processo denominado “Osmose Reversa”. Uma das aplicações dessa tecnologia para o caso em questão está representada na figura a seguir. Tal como indicado na figura, a concentração de sais na corrente L – que resulta da mistura entre R e F – será $x^s_L = 4,00\%$ quando o sistema atinge o Estado Estacionário. Determine as seguintes vazões em termos mássicos:
- Salmoura descartada (S) [R: 582,52 kg/h]
 - Água potável (W) [R: 417,48 kg/h]
 - Reciclo de salmoura (R) [R: 791,67 kg/h]

Observação: Para efeito de estimativa de concentração de sais em W, considere que o conceito de (ppm) é:

$$ppm = \left[\frac{mg \text{ sal}}{L \text{ solução}} \right] \sim = \left[\frac{mg \text{ sal}}{kg \text{ água}} \right]$$

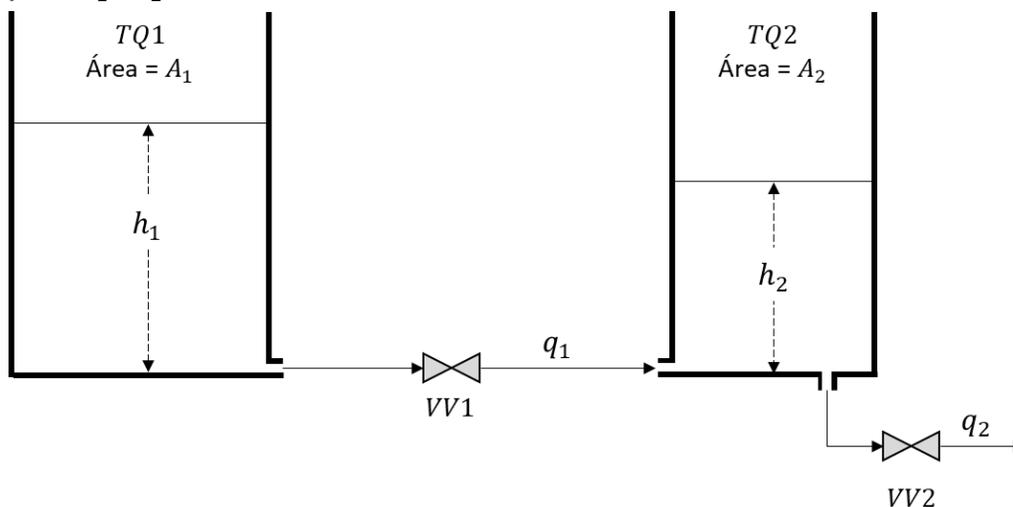


- 7) Dois tanques ($TQ1$ e $TQ2$) estão conectados entre si como indicado no esquema a seguir. Admita que as áreas internas desses equipamentos, A_1 e A_2 , sejam constantes, mas diferentes entre si, pelo fato de suas seções transversais também serem regulares. Considere também que após a abertura das válvulas $VV1$ e $VV2$, se estabeleçam fluxos (q_1) e (q_2) tais que:

$$q_1 = b_1 \times [h_1 - h_2]$$

$$q_2 = b_2 \times h_2$$

Para essas condições pede-se que sejam desenvolvidos modelos matemáticos capazes de descrever, respectivamente, os comportamentos de h_1 e de h_2 em função do tempo – ou seja, $h_1(t)$ e $h_2(t)$ –, em função de h_1 e h_2 .



Respostas:

$$\frac{dh_1}{dt} = (b_1 h_2 - b_1 h_1) / A_1$$

$$\frac{dh_2}{dt} = [b_1 h_1 - (b_1 + b_2) h_2] / A_2$$



- 8) Um tanque de contenção projetado para receber o efluente de uma pequena planta química opera de forma que a vazão de saída deste (q), após a abertura de uma válvula colocada no fundo, seja proporcional à altura de líquido (h) em seu interior; ou seja:

$$q = h \times b$$

A alimentação do tanque é intermitente, mas a vazão se torna constante, $q_F = 80 \text{ ft}^3/\text{s}$, quando o líquido entra no equipamento. O tanque tem diâmetro $d = 30 \text{ ft}$, a altura $H = 10 \text{ ft}$ ($= h_{\text{máx}}$ de líquido no tanque).

Para essas condições pede-se:

- Crie um modelo matemático que descreva o comportamento de $h = f(q_F, b, t, A, h_0)$, sendo (A) a área da secção do tanque, e (h_0) a altura inicial do líquido no equipamento;
- Determinou-se experimentalmente que, $b = 8,0 \text{ ft}^3/\text{s}$ quando a válvula de esvaziamento do tanque estivesse completamente aberta. Para o caso em que o equipamento se encontrasse completamente vazio, e a válvula de drenagem fosse totalmente aberta, por quanto tempo o fluxo de alimentação (q_F) deveria fluir para dentro do tanque antes dele transbordar?

Respostas:

a) $h = h_0 \exp\left(-\frac{bt}{A}\right) + \left(\frac{q_F}{b}\right) [1 - \exp\left(-\frac{bt}{A}\right)]$

b) $t \rightarrow \infty$