

Operações Unitárias II – 2ª Lista de exercícios

Profa Milena Martelli Tosi

Ex. 1: Qual o valor de D_0 para uma cepa de *C. botulinum*, se o tempo de 1,2 min é requerido para uma redução de 99,999% na temperatura de 121,1°C. Calcule o tempo necessário para reduzir o número de esporos por um mínimo de 12 ciclos logarítmicos, na mesma temperatura.

RESP: $D_{121,10C} = 0,24$ min; $F_{121,10C} = 2,88$ min.

Ex. 2: Um processo térmico é fundamentado no valor de F_0 de 3,9 min. Cada lata contém inicialmente 10 esporos de um microrganismo com o valor de D_0 igual a 1,5 min e com valor de z de 11°C. Calcule a propabilidade de deterioração. Se a temperatura do processo fosse elevada de 5°C, mantendo o tempo de processamento de 3,9 min, qual seria a nova propabilidade de deterioração?

RESP: 1 lata em 40. 1 lata em 2.511.886.

Ex. 3: A partir dos dados de sobreviventes de suspensões de esporos de *Bacillus stearothermophilus* na tabela a seguir, determinar:

- (i) estime o tempo de redução decimal (D) para cada temperatura;
- (ii) o parâmetro z ;
- (iii) o valor de F_0 necessário para alcançar uma probabilidade de deterioração no produto final de uma lata em 100.000, partindo de uma concentração inicial de esporos viáveis de 100 esporos/lata;
- (iv) mostre que o tempo de processo F_0 recomendado também providencia um processo seguro contra botulismo ($D_0 = 0,20$ min; valor de esterilização $SV = 12$), bem como um processo adequado de branqueamento sob as seguintes condições: D_0 para a enzima igual a 0,5 min, com um mínimo de 99% de redução da atividade enzimática.

T = 105°C		T = 115°C		T = 121°C	
t (min)	Sobreviventes (UFC.g ⁻¹)	t (min)	Sobreviventes (UFC.g ⁻¹)	t (min)	Sobreviventes (UFC.g ⁻¹)
60	$9,10 \times 10^8$	3	$1,30 \times 10^9$	1,33	$1,10 \times 10^9$
90	$6,80 \times 10^8$	5	$9,20 \times 10^8$	1,67	$7,10 \times 10^8$
120	$4,00 \times 10^8$	10	$3,30 \times 10^8$	2	$7,20 \times 10^8$
150	$2,80 \times 10^8$	15	$1,10 \times 10^8$	4	$7,60 \times 10^7$
180	$2,50 \times 10^8$	20	$2,70 \times 10^7$	6	$7,70 \times 10^6$
300	$6,40 \times 10^7$	30	$8,40 \times 10^5$	8	$3,50 \times 10^5$
390	$8,20 \times 10^6$	45	1700	10	$3,62 \times 10^3$
480	$1,32 \times 10^6$	60	20	12	$2,60 \times 10^2$

RESP: $D_{1050C} = 148$ min; $D_{1150C} = 7,3$ min; $D_{1210C} = 1,6$ min; $z: 7,7$ a $9,3^\circ\text{C}$; $F_0 = 11,3$ min; F_0 botulismo = 2,4 min; F_0 enzima = 1 min

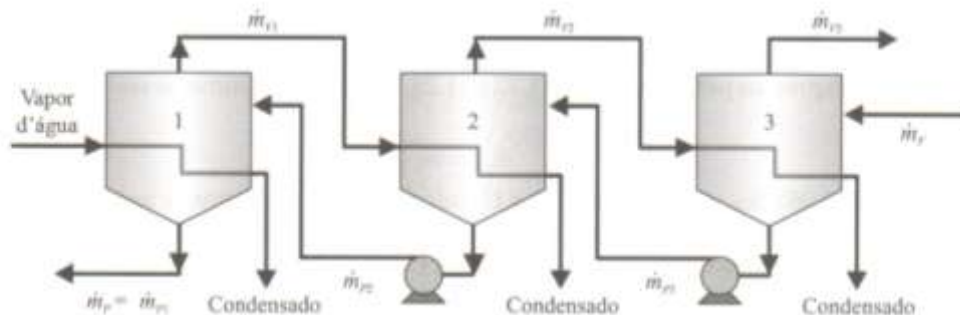
Observação: Os valores de D foram aproximados, pois foram utilizados pontos da tabela, se for utilizada a curva com software, seriam mais precisos. Façam das duas formas!!

Ex. 4: Concentram-se 10000 kg.h^{-1} de uma solução de sacarose de 10% até 30% em um evaporador, empregando-se vapor saturado 1,5 bar. A pressão absoluta no espaço de evaporação é de 0,132 bar. O coeficiente global de transferência de calor é estimado em $2000 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. A temperatura de alimentação é 30°C . Os calores específicos das soluções podem ser admitidos como independentes da temperatura e expressos por: $C_p = 4,186 - 0,025B$, sendo B a concentração da solução em $^\circ\text{Brix}$ e C_p em $\text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Calcular o consumo de vapor e a área de transferência de calor necessária.

RESP: $m_H = 7503 \text{ kg/h}$ e $A = 38,9 \text{ m}^2$.

Ex. 5: Suco clarificado é concentrado em um sistema de evaporação de triplo efeito de alimentação inversa. Emprega-se para aquecimento do primeiro efeito vapor saturado a 2 bar. A pressão de operação do terceiro efeito é de 25 kPa. Os coeficientes globais de transferência de calor são: $U_1 = 2800 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, $U_2 = 2400 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, $U_3 = 2000 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$:

- (i) Estime a temperatura de ebulição em cada evaporador. Considere a mesma razão da taxa de transferência de calor pela área do trocador (q/A) para cada efeito e despreze as EPE.
- (ii) Se este sistema for utilizado para concentrar **suco de laranja de 13% para 40%** e o objetivo da fábrica for atingir uma vazão de **suco concentrado (L) de 1500 kg/h**. Determine a vazão de alimentação (m_F) de suco “in natura”, e de vapor total a ser removido.
- (iii) Considerando as vazões de vapor de saída (m_v) de cada efeito iguais, calcule as áreas dos efeitos 2 e 3.



**RESP: $T_{eb1} = 104,6^\circ\text{C}$, $T_{eb2} = 86,5^\circ\text{C}$; $T_{eb3} = 64,7^\circ\text{C}$;
 $m_F = 4615,4 \text{ kg/h}$; $m_v = 3115,4 \text{ kg/h}$
 $A_2 = 14,86 \text{ m}^2$; $A_3 = 15,17 \text{ m}^2$**

Ex. 6: Repita o exercício anterior, considerando a elevação do ponto de ebulição (EPE) em todos os efeitos.