**Operações Unitárias II – 3ª Lista de exercícios**

Profa Milena Martelli Tosi

**Ex. 1:** Qual o valor de D0 para uma cepa de *C. botulinum*, se o tempo de 1,2 min é requerido para uma redução de 99,999% na temperatura de 121,1oC. Calcule o tempo necessário para reduzir o número de esporos por um mínimo de 12 ciclos logarítmicos, na mesma temperatura.

**RESP: *D121,1oC* = 0,24 min; *F121,1o*C= 2,88 min.**

**Ex. 2:** Um processo térmico é fundamentado no valor de F0 de 3,9 min. Cada lata contém inicialmente 10 esporos de um microrganismo com o valor de D0 igual a 1,5 min e com valor de z de 11oC. Calcule a propabilidade de deterioração. Se a temperatura do processo fosse elevada de 5oC, 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 stearothermophius* na tabela a seguir, determinar:

(i) estime o tempo de redução decimal (D) para cada temperatura;

(ii) o parâmetro z;

(iii) o valor de F0 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 F0 recomendado também providencia um processo seguro contra botulismo (D0 = 0,20 min; valor de esterilização *SV* = 12), bem como um processo adequado de branqueamento sob as seguintes condições: D0 para a enzima igual a 0,5 min, com um mínimo de 99% de redução da atividade enzimática.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T = 105oC | | T = 115oC | | T = 121oC | |
| t (min) | **Sobreviventes (UFC.g-1)** | **t (min)** | **Sobreviventes (UFC.g-1)** | **t (min)** | **Sobreviventes (UFC.g-1)** |
| 60 | 9,10 x 108 | 3 | 1,30 x 109 | 1,33 | 1,10 x 109 |
| 90 | 6,80 x 108 | 5 | 9,20 x 108 | 1,67 | 7,10 x 108 |
| 120 | 4,00 x 108 | 10 | 3,30 x 108 | 2 | 7,20 x 108 |
| 150 | 2,80 x 108 | 15 | 1,10 x 108 | 4 | 7,60 x 107 |
| 180 | 2,50 x 108 | 20 | 2,70 x 107 | 6 | 7,70 x 106 |
| 300 | 6,40 x 107 | 30 | 8,40 x 105 | 8 | 3,50 x 105 |
| 390 | 8,20 x 106 | 45 | 1700 | 10 | 3,62 x 103 |
| 480 | 1,32 x 106 | 60 | 20 | 12 | 2,60 x 102 |

**RESP: *D105oC* = 148 min, *D115oC*: 7,3 min; *D121oC* = 1,6 min; *z*: 7,7 a 9,3oC;** F0 **= 11,3 min;** F0 botulismo **= 2,4 min;** F0 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 W.m-2.K-1. A temperatura de alimentação é 30oC. Os calores específicos das soluções podem ser admitidos como independentes da temperatura e expressos por: CP= 4,186 – 0,025B, sendo B a concentração da solução em oBrix e CP em kJ.kg-1.K-1.

Calcular o consumo de vapor e a área de transferência de calor necessária.

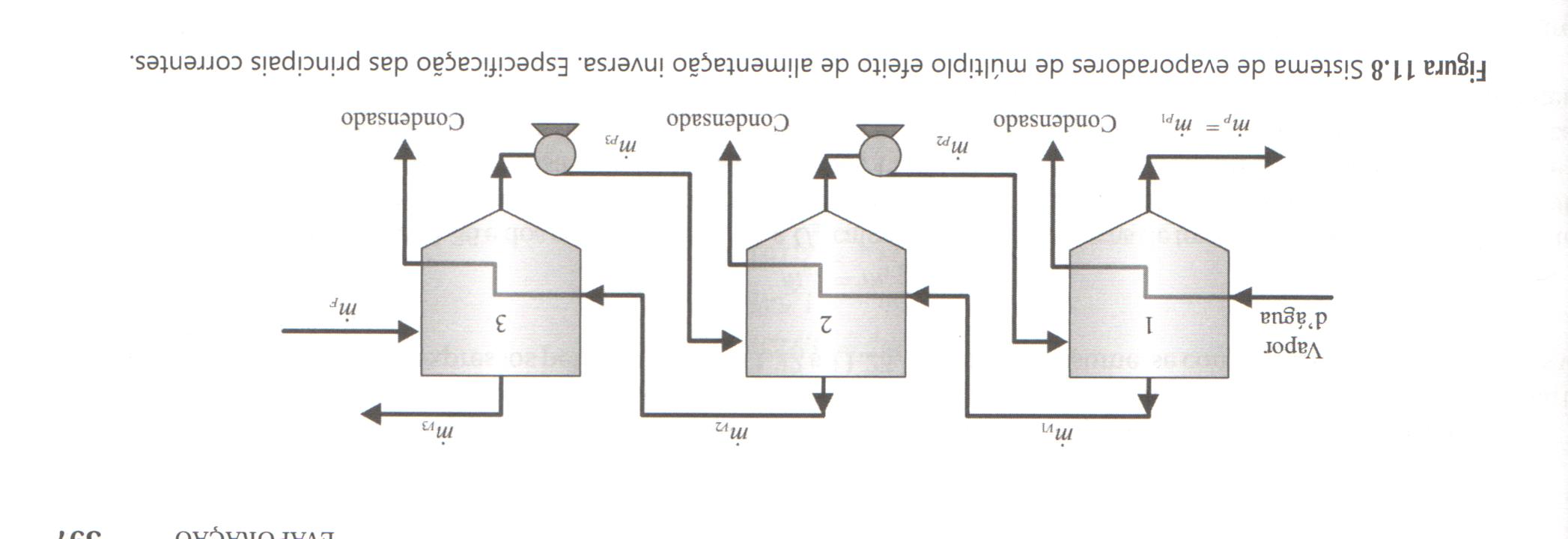
**RESP: *mH* = 7503 kg/h e *A* = 38,9 m2.**

**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: U1 = 2800 W.m-2.K-1, U2 = 2400 W.m-2.K-1, U3 = 2000 W.m-2.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 (mF) de suco “in natura”, e de vapor total a ser removido.

(iii) Considerando as vazões de vapor de saída (mv) de cada efeito iguais, calcule as áreas dos efeitos 2 e 3.



**RESP: *Teb1* = 104,6oC, *Teb2*: 86,5oC; *Teb3*= 64,7oC;**

***mF* = 4615,4 kg/h; *mv* = 3115,4 kg/h**

***A2* = 14,86 m2; *A3* = 15,17 m2**

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