

### Problema 6.1

Um bioreactor com 150 m<sup>3</sup> trabalha a 35 °C para produzir biomassa a partir de glucose. A velocidade de consumo de O<sub>2</sub> é 1.5 Kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>. O agitador dissipa calor à velocidade de 1 kW m<sup>-3</sup>. A água de arrefecimento a uma temperatura de 10 °C e com um caudal de 60 m<sup>3</sup>/h passa no interior de uma serpentina colocada no interior do reactor. Se o sistema operar em estado estacionário determine a temperatura de saída da água de arrefecimento.

Dados:             $Q_{\text{gerado}} = 460 \text{ kJ molO}_2^{-1}$   
                      $C_p \text{ H}_2\text{O} = 75.4 \text{ J mol}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

### Problema 6.2

Um fermentador usado para produção de um antibiótico deverá manter a temperatura de 27 °C. Após serem consideradas as necessidades de oxigénio pelos microorganismos e o calor dissipado pelo agitador, a quantidade máxima de calor a ser transferida foi estimada em 550 kW. A água de arrefecimento entra a uma temperatura de 10 °C e sai a 25 °C. O coeficiente de transferência de calor no fluido de fermentação foi estimado em 2150 W m<sup>-2</sup> °C<sup>-1</sup> e o coeficiente de transferência de calor da água de arrefecimento tem o valor de 14000 W m<sup>-2</sup> °C<sup>-1</sup>. A serpentina de arrefecimento em aço tem um diâmetro de externo de 8 cm e uma espessura de 5 mm, a condutividade térmica do aço é de 60 W m<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>. Calcule qual o comprimento da serpentina necessário nestas condições (ignore a curvatura da serpentina).

### Problema 6.3

A *Saccharomyces cerevisiae* cresce anaerobiamente num reactor contínuo a 30°C. Usa-se glucose como fonte de carbono a um caudal mássico de 36 kg/h e amónia como fonte de azoto a um caudal mássico de 0.40 kg/h. Com produtos da fermentação obtêm-se 2,81 kg/h de células, 7,94 kg/h de glicerol, 11,9 kg/h de etanol, 13,6 kg/h de CO<sub>2</sub> e 0,15 kg/h de água. Determine as necessidades de arrefecimento do sistema.

Glucose+NH<sub>3</sub> Biomassa+ glicerol+ etanol+ CO<sub>2</sub>+ H<sub>2</sub>O

M(glucose) = 180 g/mol

M(NH<sub>3</sub>) = 17 g/mol

M(glicerol) = 92 g/mol

M(etanol) = 46 g/mol

$$\Delta h_{gluc} = -2805 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta h_{NH_3} = -382,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta h_{glic} = -1655,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta h_{et} = -1366,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta h_{CO_2} = 0$$

$$\Delta h_{H_2O} = 0$$

$$\Delta h_{cel} = -21,2 \text{ kJ g}^{-1}$$

#### Problema 6.4 (Esterilização)

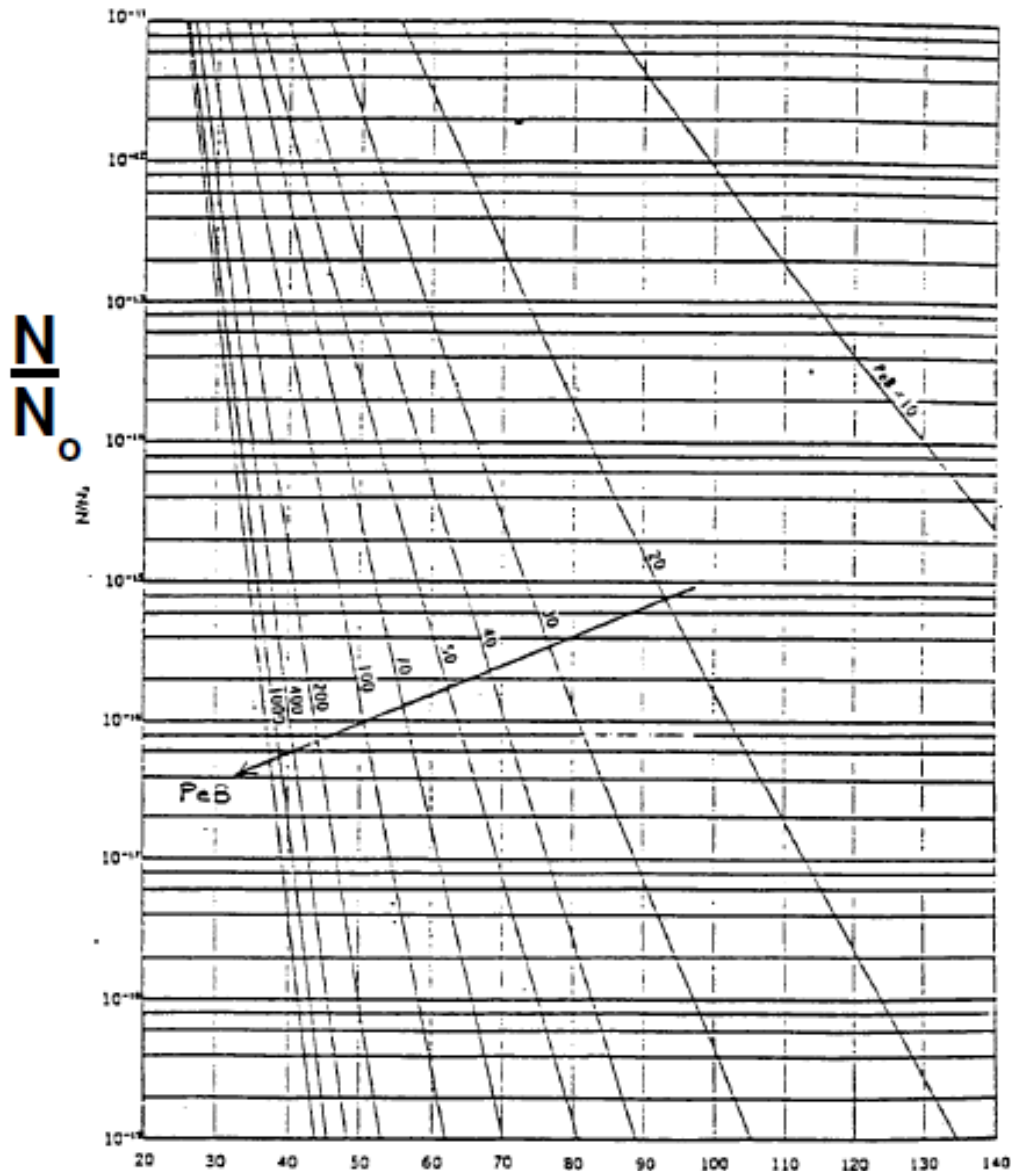
A operação de um bioreactor em contínuo requer a esterilização do meio de cultura em esterilizador contínuo. O caudal de entrada do meio no esterilizador é  $2 \text{ m}^3/\text{h}$ . O meio de cultura contém esporos de bactérias numa concentração de  $5 \times 10^{12}/\text{m}^3$ . Os valores para a energia de activação e para a Constante de Arrhenius para a destruição destes esporos são:  $283 \text{ KJ/mol}$  e  $5.7 \times 10^{39} \text{ h}^{-1}$ , respectivamente. Considera-se como critério aceitável o risco de contaminação de um microorganismo sobrevivente em cada 60 dias de operação. O esterilizador possui um diâmetro interno de  $0.1 \text{ m}$  e um comprimento (holding section) de  $24 \text{ m}$ . A densidade do meio é de  $1000 \text{ Kg/m}^3$  e a viscosidade é  $3.6 \text{ Kg/m.h}$ . Determine qual a temperatura de esterilização necessária para cumprir o critério estabelecido.

Constante dos gases perfeitos  $R = 8.3144 \text{ J/K.mol}$

$$Pe = \frac{u L}{Dz}$$

$$Re = \frac{D v \rho}{\mu}$$

$$k = A e^{-E/RT}$$



$$Da = k \frac{L}{V}$$

Da - nº de Damkohler

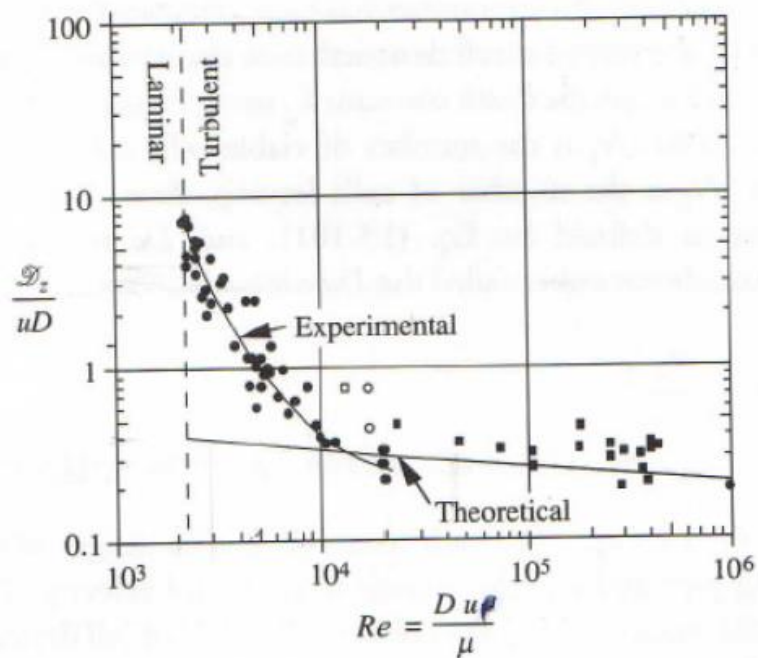
L- Comprimento do esterilizador (m)

K=Kd - Constante de morte/inativação (t<sup>-1</sup>)

V=u -Velocidade linear do fluido no esterilizador (m/t)

N - Número de microrganismos activos

N<sub>0</sub>- Número de microrganismos activos iniciais



$u=v$  - Velocidade linear (m/h)

$D$  - Diâmetro do Esterilizador (m)

$D_z$  - Coeficiente de dispersão no esterilizador ( $m^2/h$ )