

## Protocolo aula de laboratório de Engenharia de Biorreação/ Engenharia Bioquímica

### Estudo de transferência de massa gás-líquido em sistemas biológicos

---

#### Resumo

Pretende-se neste trabalho que os alunos aprofundem os conhecimentos das aulas teóricas relacionadas com o estudo de transferência de oxigénio em sistemas biológicos. Para o efeito são usados reatores descontínuos com agitação e arejamento contendo uma cultura mista de microrganismos heterotróficos aeróbios.

A variação da concentração de oxigénio é efetuada num respirómetro acoplado ao reator onde é introduzido o elétrodo de oxigénio. A concentração de oxigénio ao longo do ensaio é adquirida diretamente em computador usando um programa específico chamado BioCTR.

#### Objetivos

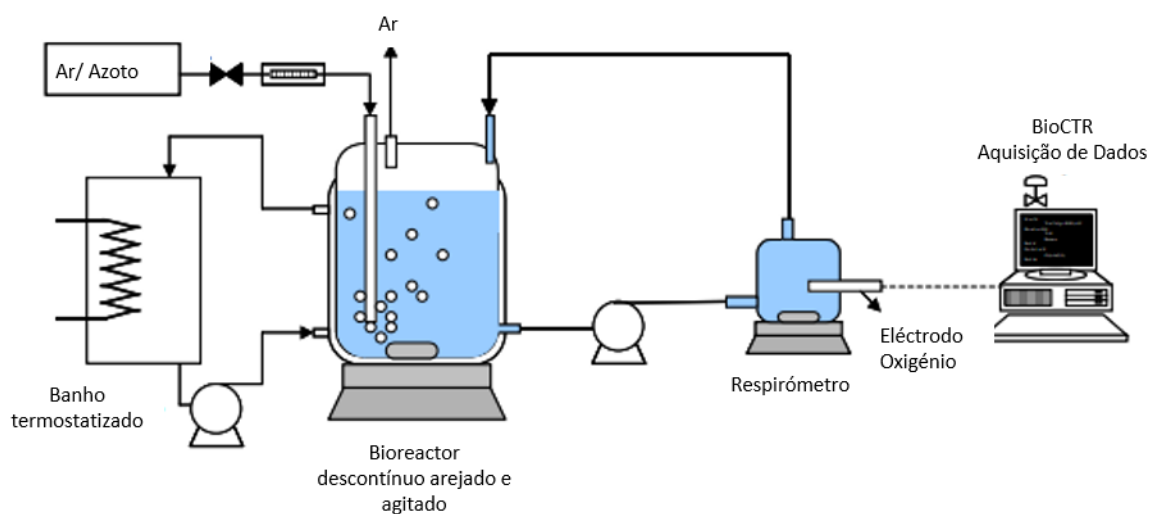
Como objetivos específicos pretende-se:

- Determinar o valor de  $k_{La}$  em reatores arejados.
- Operar um bioreactor agitado com arejamento e determinar as taxas de consumo de oxigénio e de crescimento
- Modelar a cinética de crescimento e de consumo de oxigénio.

#### Plano experimental

- 1 - Encha o reator com 500ml de meio de cultura. Ligue a agitação e introduza o elétrodo de oxigénio no reator. Inicie a aquisição de dados no programa Bio CTR.
- 2 - Desareje com Azoto o meio de cultura até a concentração de oxigénio ser próxima de zero. Areje o meio com ar e meça o aumento da concentração de oxigénio ao longo do tempo.
- 3 - Introduza o elétrodo de oxigénio no respirómetro.
- 4 - Adicione ao reator a fonte de carbono e o extrato de levedura.
- 5 - Inocule o reator (20%) com uma cultura em crescimento exponencial.
- 6 - Ligue a bomba peristáltica e faça recircular o meio através do respirómetro
- 7 - Tire uma amostra, meça a densidade ótica (600nm) do meio reacional.
- 8 - Após a recolha de cada amostra, pare a bomba de recirculação e meça o consumo de oxigénio durante 2 a 3 minutos.
- 9 - Repita os passos 6-8 com intervalos de 15 min.

## Montagem Experimental



- Bioreactor
- Banho termostaticado
- Eléctrodo de oxigénio
- Respirómetro
- Espectrofotómetro
- Computador
- Meio de cultura
- Inóculo

## Meio de cultura (10 litros):

### Meio A (8 l)

- $\text{KNO}_3$  - 1,63 g
- $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  - 24,4g
- $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 15,2 g

### Meio B (2 l)

- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 2 g
- $(\text{NH}_4) \text{SO}_4$  - 5 g
- $\text{CaCl}_2$  - 0,5g

### Meio C (14,5 ml)

- solução de micronutrientes

### Meio D (10 ml)

- solução de micronutrientes

### Meio E (100 mL)

- $\text{KCH}_3\text{COO}$  - 9,5 g

**Constituição do meio de cultura** = 8L meio A + 2L meio B + 14,5 ml meio C + 10 ml meio D

Antes da inoculação junta-se ao meio do reator (500 ml) 5 ml do meio E e 0,5 g de extrato de levedura.

## Cálculos

- a. Determine o valor de  $k_{La}$  e a velocidade de transferência de oxigénio no meio biológico antes da inoculação.
- b. Determine a concentração celular máxima que poderia alcançar no sistema estudado (admita como válida a equação logística). Simule a curva de crescimento e compare com os dados experimentais. Discuta os resultados.
- c. Represente a velocidade específica e volumétrica de consumo de oxigénio em função do tempo. Calcule o coeficiente de rendimento de crescimento ( $Y_{O_2/X}$ ).
- d. Estime o valor de  $k_{La}$  durante a fase de crescimento celular.
- e. Compare a velocidade máxima de transferência de massa com a velocidade máxima de consumo de oxigénio. Discuta os resultados.
- f. Estime a velocidade de consumo de acetato ao longo do tempo com base na estequiometria de reação de oxidação do acetato.
- g. Estime o rendimento verdadeiro ( $Y'_{X/S}$ ) e o coeficiente de manutenção de acetato e compare com o rendimento observado ( $Y_{X/S}$ ).

## Estrutura do relatório

- Resumo
- Introdução (max. 2 páginas)
- Resultados Experimentais
- Discussão
- Conclusões
- Bibliografia
- Anexos

**Table 8.1 Solubility of O<sub>2</sub> at 1 atm in water at various temperatures and solutions of salt or acid at 25°C<sup>†</sup>**

Temp, °C	Water, O <sub>2</sub> mmol/L	Temp. °C	Water, O <sub>2</sub> mmol/L
0	2.18	25	1.26
10	1.70	30	1.16
15	1.54	35	1.09
20	1.38	40	1.03

Aqueous solutions at 25°C

Electrolyte conc, <i>M</i>	O <sub>2</sub> , mmol/L		
	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl
0.0	1.26	1.26	1.26
0.5	1.21	1.21	1.07
1.0	1.16	1.12	0.89
2.0	1.12	1.02	0.71

<sup>†</sup> Data from *International Critical Tables*, vol. III, p. 271, McGraw-Hill Book Company, New York, 1928, and F. Todt, *Electrochemische Sauerstoffmessungen*, W. de Guy and Co., Berlin, 1958.

Bailey, J.E.; & Ollis, D.F. "Biochemical Engineering Fundamentals", 2nd edition, McGraw-Hill.



Recta de calibração para cultura mista desnitrificante a 600 nm

