



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA



Código Disciplina/Nome: EQB 367- Fundamentos Engenharia Bioquímica II
Tipo: Disciplina Obrigatória
Carga Horária Teórica : 45 h Prática: 15 h
Cursos : Curso de Engenharia Química, Engenharia de Alimentos.
Pré-requisito: EQB 353- Microbiologia Industrial
Créditos:04
Objetivo: A disciplina visa a preparação do Engenheiro Químico e do Engenheiro de Alimentos para atuar na área dos Processos Biotecnológicos. Para tal, busca-se integrar os conhecimentos das Operações Unitárias, Fenômenos de Transportes, Cinética e Termodinâmica de Reações Químicas e Bioquímicas, Microbiologia Industrial e Enzimologia, em aulas teóricas, aulas práticas e visitas técnicas complementares.
Ementa: Parte Teórica: Histórico e evolução da biotecnologia. Processos fermentativos e enzimáticos. Matéria-prima, agente, equipamento e classificação de processos industriais. Controle e instrumentação. Esterilização, desinfecção e dimensionamento de esterilizadores, Cinética do crescimento microbiano e de processos fermentativos. Fermentação descontínua e contínua. Dimensionamento de filtros de ar e de sistemas de aeração e agitação. Fermentação com células imobilizadas. Extrapolação de escala. Parte Prática: Medida do coeficiente volumétrico de absorção de oxigênio. Determinação de parâmetros e aspectos que influenciam a potência efetiva aplicada em sistemas dotados de agitação mecânica. Condução de fermentação aerada e de fermentação não aerada. Determinação de aspectos da extrapolação de escala em bioprocessos. Levantamento da cinética de processos fermentativos.
Conteúdo Programático: Parte Teórica: 1. Histórico e evolução da Biotecnologia. A catálise enzimática como reação básica nos processos da Engenharia Bioquímica. Perspectivas. (3 horas) 2. Agentes e matéria-primas para bioprocessos industriais. Meios de cultivo e inóculo. O processo industrial e sua relação com a fisiologia microbiana. Seleção de agentes para bioprocessos industriais. Matérias-primas: classificação e aplicações. Tratamentos e controles. Meio de cultivo industrial: componentes essenciais e preparo, concentração de substrato limitante. Inóculo: preparo, padronização, controle e recuperação. (2 horas)

- 3.** Processos Fermentativos e Processos Enzimáticos. Classificação dos bioprocessos industriais, comparação de produtividade entre processos contínuos e descontínuos. Processos enzimáticos: campo de aplicação, imobilização de enzimas e sua aplicação industrial. (3 horas)
- 4.** Equipamento na indústria de fermentação. Propagadores, biorreatores convencionais e não-convencionais. Equipamentos auxiliares e acessórios. Cálculo do número econômico de biorreatores. Exemplo de cálculo. (3 horas)
- 5.** Controle e instrumentação em bioprocessos. Medidas e registro dos níveis de oxigênio dissolvido, pH, temperatura, potência de agitação e fluxo de ar, noções de controle de bioprocessos por computador. Biossensores: Definição, classificação e aplicações. (2 horas)
- 6.** Cinética da ação enzimática e do crescimento microbiano. Cinética enzimática não inibida. Cinética do crescimento; métodos de quantificação de massa celular; a curva de crescimento e suas fases; tempo de geração. Taxa específica e taxa de crescimento. Fator de rendimento para o crescimento celular em relação ao substrato. A equação de Monod e outros modelos cinéticos. Métodos para determinação da taxa específica máxima de crescimento. (3 horas)
- 7.** Cinética dos bioprocessos. Taxas e taxas específicas de formação de produto e consumo de substrato. Fatores de rendimento e Eficiência em bioprocessos. Cinética de formação de produto e de consumo de substrato e suas relações com a cinética do crescimento do agente. Classificação de Bioprocessos com base em sua cinética. (2 horas)
- 8.** Bioprocessos contínuos e modelagem. Balanço de massa em estado estacionário e transiente. Reciclo e suas aplicações. Bioprocessos com um biorreator e em multi-estágios. Relações gráficas entre concentração celular, concentração de substrato e produtividade com a taxa de diluição. Emprego de dados da cinética em cultivo descontínuo no dimensionamento de processos contínuos. (5 horas)
- 9.** Bioprocessos descontínuos com alimentação. Aplicações. Perfis de alimentação. Balanços de massa. (2 horas)
- 10.** Biocatalisadores imobilizados. Bioprocessos com células imobilizadas. Imobilização de células: conceito, tipos e técnicas de imobilização. Atividade, eficiência e estabilidade de sistemas com células imobilizadas. Aplicação a processos industriais. Bioprocessos com enzimas imobilizadas. Imobilização de enzimas: conceito, tipos e técnicas de imobilização. Atividade, eficiência e estabilidade de sistemas com enzimas imobilizadas. Aplicação a processos industriais. (2 horas)
- 11.** Floculação: conceito. Aplicação em bioprocessos. (1 hora)
- 12.** Esterilização e desinfecção de meios e equipamentos. Desinfecção industrial e sua aplicação. Eficiência de esterilização. Esterilização pelo calor: cinética da destruição térmica de microorganismos. Esterilização HTST. Esterilização industrial por processos contínuos e descontínuos. Dimensionamento de esterilizadores descontínuos. Dimensionamento de esterilizador contínuo. Exemplos de cálculo. (5 horas)
- 13.** Esterilização do ar de processo. Remoção de microorganismos do ar através de camada fibrosa. Rendimento e controle na filtração de ar. Esterilização por filtração. Dimensionamento de filtro. (2 horas)
- 14.** Aeração de meios de cultivo. Suprimento e demanda de oxigênio. Teorias de transferência de massa gás-líquido. Determinação do coeficiente de absorção volumétrico de oxigênio por métodos diretos e indiretos. Variáveis de operação que influenciam o parâmetro $K_L a$. Dimensionamento do sistema de aeração. Exemplo de cálculo. (4 horas)
- 15.** Agitação de meios de cultivo. Funções. Agitação natural e forçada e seu emprego. Agitação por borbulhamento e agitação mecânica, com e sem aeração. (3 horas)
- 16.** Extrapolação de escala (ampliação e redução de escalas) em bioprocessos. Tradução de resultados de laboratório e de instalação piloto à escala industrial.

Critérios para ampliação de escala da aeração e da aeração. (3 horas)

Parte Prática:

1. Aeração: Medida do coeficiente volumétrico de absorção de oxigênio (K_{La}) por métodos diretos e indiretos. Comparação dos métodos.
2. Estudo de parâmetros que influenciam o valor de K_{La} .
3. Determinação de parâmetros e aspectos que influenciam a potência efetiva aplicada em sistemas dotados de agitação mecânica.
4. Visita técnica.

Bibliografia Recomendada (no mínimo 3)

1. Aiba, S., Humphrey, A.E., Millis, N., "Biochemical Engineering", 2nd, Ed. University of Tokyo Press, Academic Press, 1973.
2. Borzani, Q., Lima, U.A., Aquarone, E., "Biotecnologia Industrial", volume 2, Editora Edgar Blucher, São Paulo, 2001.
3. Bailey, J.E., Ollis, D.F., "Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw Hill Co, NY, 1977.

Bibliografia Complementar (no mínimo 5)

1. Asenjo, J.A. & Merchuk, J.C., "Bioreactor System Design". Marcel Dekker, Inc. New York, 1995.
2. Nielsen, J.; Villadsen, J. & Lidén, G., Bioreaction Engineering Principles. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003.
3. Reed, G. "Prescott and Dunn's Industrial Microbiology", 4th ed. CBS Publishers & Distributors, New Delly, 2004
4. Borzani, Q., Lima, U.A., Aquarone, E., "Processos Fermentativos e Enzimáticos", volume 3, Editora Edgar Blucher, São Paulo, 2001.
5. Pereira Jr., N; Bom, E.P.S. e Ferrara, M.A. "Tecnologia de Bioprocessos". In Séries em Biotecnologia. Ed. Amiga Digital (RJ), 2008