



**PLANO DE ENSINO – 2023/1**

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EQA5316	Engenharia Bioquímica	T07215 T07216	04	72

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Jaciane Lutz Ienczak	jaciane.ienczak@ufsc.br

PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
BQA5126 e EQA5318	Introdução à Engenharia Bioquímica e Introdução aos Processos Químicos

EQUIVALENTES

CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA
ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EMENTA
Engenharia Bioquímica. Cinética enzimática. Reatores ideais, reatores reais. Estequiometria e cinética microbiana. Biorreatores. Tecnologia dos biorreatores. Reatores com enzimas e células imobilizadas.

OBJETIVOS
<p>GERAL:</p> <p>Ao final do curso o aluno deverá ser capaz de utilizar as teorias cinéticas de processos biológicos e enzimáticos e as tecnologias de biorreatores para projetar e otimizar processos biotecnológicos.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ser capaz de descrever um processo biológico genérico.</li><li>2. Conhecer as potencialidades de aplicação industrial de processos biológicos.</li><li>3. Conhecer o mecanismo de ação de diversos tipos de enzima e suas características.</li><li>4. Conhecer e utilizar modelos de cinética enzimática e os tipos de inibição.</li><li>5. Conhecer os diversos tipos de suportes e técnicas de imobilização de enzimas.</li><li>6. Ser capaz de trabalhar com reatores com enzimas imobilizadas.</li><li>7. Ser capaz de trabalhar com os principais parâmetros cinéticos e estequiométricos de um processo biológico.</li><li>8. Desenvolver modelos cinéticos de crescimento de micro-organismos, utilização de substratos e síntese de produtos.</li><li>9. Conhecer diferentes tipos de biorreatores e suas potencialidades.</li><li>10. Ser capaz de dimensionar, simular e otimizar biorreatores ideais em operação contínua e descontínua.</li><li>11. Utilizar as teorias de transferência de massa e as exigências de agitação para a otimização de processos biológicos.</li></ol>



12. Ter noções de técnicas de variação de escala de biorreatores.  
13. Conhecer técnicas de esterilização de ar, meio e equipamentos.  
14. Ser capaz de trabalhar com processos de separação e purificação de biomoléculas

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

#### 1 - Engenharia Bioquímica

Importância do estudo dos Processos bioquímicos no contexto das Engenharias Química e de Alimentos.

#### 2 - Cinética Enzimática

- Reação com um substrato
- Cinética de Michaelis Menten
- Determinação experimental de cinética
- Inibição enzimática
- Reação com dois substratos
- Enzimas alostéricas
- Influência do pH
- Influência da Temperatura
- Inativação de enzimas
- Técnicas de medida das atividades enzimáticas

#### 3 - Reatores Ideais e Reatores Reais

##### Reatores ideais

- reator em batelada
- reator contínuo perfeitamente agitado
- reator contínuo com fluxo pistão

##### Reatores reais

- distribuição do tempo de residência
- modelo do escoamento tubular disperso
- modelo de tanques em série
- modelos de múltiplos parâmetros
- macro mistura e micro mistura
- tempo de mistura

#### 4 - Estequiometria e Cinética Microbianas

- Estequiometria da reação microbiana
- equação geral
- crescimento aeróbico
- Cinética microbiana não estruturada
- cinética de crescimento
- cinética de utilização de substratos
- cinética de síntese de produtos
- cinética de culturas mistas
- Cinética microbiana estruturada
- modelo incluindo idade das células
- modelos para a produção de compostos via bioquímica

#### 5 - Produtividade e Otimização de Reatores Bioquímicos

- Reatores não contínuos
- produção em batelada
- produção com alimentação programada

- produção com diálise do efluente
- Reatores contínuos
- produção sem manutenção de células
- produção com manutenção de células
- produção com reciclagem de células
- reator pistão

6 - Tecnologia dos Reatores Bioquímicos

- Reologia dos meios de Fermentação
- Agitação - Aeração
- Esterilização de meios e equipamentos
- Geometria dos reatores
- extrapolação
- reator com injeção de gás com fluxo invertido
- reator com injeção de gás sem fluxo invertido.

7 - Reatores com Catalisadores Imobilizados

- Reatores com enzimas e/ou células imobilizadas (microencapsulação, fixação em gel e fixação em membranas)
- Comparação com reatores e catalisadores solúveis

Aula	Data	Conteúdo
1	07/03	Apresentação da disciplina
2	10/03	Metabolismo: respiração, fermentação, produção de energia
3	14/03	Microrganismos e meios de cultura
4	17/03	Esterilização
5	21/03	Estequiometria
6	24/03	Estequiometria: predição de fatores de conversão
7	28/03	Estequiometria: predição de fatores de conversão
8	31/03	Cinética microbiana
9	04/04	Cinética do crescimento microbiano
10	07/04	Dia não letivo
11	11/04	Cinética do crescimento microbiano
12	14/04	Cinética do crescimento microbiano
13	18/04	Parametros cinéticos
14	21/04	Dia não letivo
15	25/04	Parametros cinéticos: lista de exercícios
16	28/04	Exercícios: Parametros cinéticos
17	02/05	Revisão para P1
18	05/05	P1 – parte 1
19	09/05	P1 – parte 2
20	12/05	Introdução à enzimologia e cinética enzimática
21	16/05	Cinética enzimática
22	19/05	Cinética enzimática
23	23/05	Imobilização de enzimas
24	26/05	Biorreatores: tipos de biorreatores e cultivos em modo batelada
25	30/05	Biorreatores: cultivo em modo batelada alimentada
26	02/06	Exercícios de biorreatores 1
27	06/06	Exercícios de biorreatores 2



28	09/06	Dia não letivo
29	13/06	Exercícios de biorreatores 3
30	16/06	Transporte de oxigênio: importância e conceitos básicos
31	20/06	Transporte de oxigênio: exercícios
32	23/06	Recuperação e purificação de bioprodutos /Bioprocessos integrados à recuperação
33	27/06	P2
34	30/06	Aula prática kLa
35	04/07	Avaliação Faltante (2ª chamada)
36	07/07	Avaliação de recuperação

### **METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

- 1) Avaliação 01 – 50 % da nota;
- 2) Avaliação 02 - 50 % da nota (
- 3) Recuperação (REC)

### **REQUISITOS PARA APROVAÇÃO:**

A média final (NMF):

Se NMF  $\geq 5,75$  - Aprovado sem REC.

Se NMF  $< 5,75$  - REC (R)

Se NMF  $< 3,00$  - Reprovado

- 1) REC (Prova de Recuperação)

Se  $(NMF + R)/2 \geq 5,75$  - Aprovado

Se  $(NMF + R)/2 < 5,75$  - Reprovado

Frequência mínima exigida: 75% (RESOLUÇÃO Nº 17/CUn/97, DE 30 DE SETEMBRO DE 1997.)

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

As notas de aula, apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, serão disponibilizados pelo professor durante o semestre na plataforma Moodle, garantindo o acesso do estudante a material adequado.

SHULER, Michael L.; KARGI, Fikret. Bioprocess engineering: basic concepts. 2nd. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, c2002.553p. (Chemical engineering series) ISBN 0130819085.

ALTERTHUM, F. (org.). Biotecnologia industrial: Fundamentos, Vol. 1, 2.a Edição, Sao Paulo: Blucher, 2020. ISBN 978-85-212-1898-2 (impresso) 978-85-212-1897-5 (e-book).

SCHMIDELL, Willibaldo; LIMA, Urgel de Almeida; AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter (Coords.). Biotecnologia industrial: Engenharia Bioquímica, Vol. 2, Sao Paulo: Edgard Blucher, 2001. ISBN 8521202792

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

FONSECA, M. Manuela; TEIXEIRA, José A. (Coords.). Reactores biológicos: fundamentos e aplicações. Lisboa: Lidel, c2007. 483p. ISBN 9727573665.

BLANCH, Harvey W.; CLARK, Douglas S. Biochemical engineering. New York: M. Dekker, c1997. 702p. ISBN 0824700996.



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Engenharia Química  
e Engenharia de Alimentos



BAILEY, James E.; OLLIS, David F. Biochemical engineering fundamentals. 2nd. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

### **OBSERVAÇÕES**

Horário das aulas: terças-feiras, 8h20min, 2 horas-aula; sextas-feiras, 10h10min, 2 horas-aula.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do  
Departamento