



**PLANO DE ENSINO – 2020/1**

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

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

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

<b>EQUIVALENTES</b>
-

<b>CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA</b>
ENGENHARIA QUÍMICA
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

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

<b>OBJETIVOS</b>
<b>GERAL:</b> 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.
<b>ESPECÍFICOS:</b> 1. Ser capaz de descrever um processo biológico genérico. 2. Conhecer as potencialidades de aplicação industrial de processos biológicos. 3. Conhecer o mecanismo de ação de diversos tipos de enzima e suas características. 4. Conhecer e utilizar modelos de cinética enzimática e os tipos de inibição. 5. Conhecer os diversos tipos de suportes e técnicas de imobilização de enzimas. 6. Ser capaz de trabalhar com reatores com enzimas imobilizadas. 7. Ser capaz de trabalhar com os principais parâmetros cinéticos e estequiométricos de um processo biológico. 8. Desenvolver modelos cinéticos de crescimento de micro-organismos, utilização de substratos e síntese de produtos. 9. Conhecer diferentes tipos de biorreatores e suas potencialidades. 10. Ser capaz de dimensionar, simular e otimizar biorreatores ideais em operação contínua e descontínua.



11. Utilizar as teorias de transferência de massa e as exigências de agitação para a otimização de processos biológicos.
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 o reatores e catalisadores solúveis.

Aula	Data	Conteúdo: Atividade Síncrona (S) e Assíncrona (A)
1	06/03	Apresentação da disciplina
2	10/03	Metabolismo: respiração, fermentação, produção de energia
3	<b>13/03</b>	Microrganismos e meios de cultura
4	01/09	<i>Revisão das aulas iniciais e apresentação da nova metodologia para a disciplina</i>
5	04/09	Esterilização (S)
6	08/09	Estequiometria (S)
7	11/09	Estequiometria (exercícios) (A)
8	15/09	Estequiometria: predição de fatores de conversão (S)
9	18/09	Estequiometria: predição de fatores de conversão (A)
10	22/09	Cinética microbiana (S)
11	25/09	Cinética do crescimento microbiano (S)
12	29/09	Cinética do crescimento microbiano (S)
13	02/10	Cinética do crescimento microbiano (A)
14	06/10	Cinética do crescimento microbiano: modelos cinéticos (A)
15	09/10	Exercícios: cinética de processos fermentativos (S)
16	13/10	Exercícios: cinética de processos fermentativos (A)
17	16/10	Apresentação seminário 1 (S)
18	20/10	Introdução à enzimologia e cinética enzimática (A)
19	23/10	Cinética enzimática (S)
20	27/10	Cinética enzimática (A)
21	30/10	Imobilização de enzimas (S)
22	03/11	Exercício individual - cinética microbiana, cinética enzimática e estequiometria (A)
23	06/11	Biorreatores: tipos de biorreatores e cultivos em modo batelada (A)
24	10/11	Biorreatores: cultivo em modo batelada alimentada (A)
25	13/11	Exercícios de biorreatores 1 (S)
26	17/11	Exercícios de biorreatores 2 (S)
27	20/11	Apresentação seminário 2 (S)
28	24/11	Transporte de oxigênio: importância e conceitos básicos (S)
29	27/11	Transporte de oxigênio (A)



30	01/12	Transporte de oxigênio: exercícios (S)
31	04/12	Recuperação e purificação de Bioprodutos (A)
32	08/12	Apresentação seminário 3 (S)
33	11/12	Exercício individual - balanço de massa de biorreatores e transferência de massa em biorreatores (A)
34	15/12	Apresentação seminário 4 (S)
35	18/12	Avaliação de recuperação (S)

#### METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

1. **sistema de comunicação:** A comunicação com os alunos será pelo ambiente virtual de ensino e aprendizagem do Moodle.

2. **aulas síncronas:** se referem aos encontros entre docente, tutores e discentes através de ambientes virtuais. Será composta de aula expositiva e dialogada usando o modelo de projeção de slides. Além disso, ocorrerá de maneira simultânea a resolução de exercícios e discussão de artigos. As aulas síncronas serão realizadas pelo Google Meet e/ou Zoom (o link será previamente encaminhado pelo Moodle). Na primeira semana de aula faremos testes de grupo para ambientação dos recursos tecnológicos a serem empregados na disciplina.

3. **atividades assíncronas:** se referem a preparação para as atividades síncronas e realização de exercícios. O material para estas aulas será disponibilizado pelo Moodle.

4. **modelo de tutoria a distância:** para as atividades assíncronas o professor será o tutor, mas terá o apoio dos estagiários de docência e dos tutores. Os discentes que tiverem problemas de acesso durante as atividades síncronas devem informar o docente através do Moodle, para encaminhamento de material referente à aula não acompanhada.

5. **identificação do controle de frequência das atividades:** Presença nas atividades síncronas será computada pelo acesso online.

Mudanças na metodologia poderão ocorrer ao longo do semestre com base no resultado das avaliações metodológicas que serão realizadas e em possíveis alterações, definidas pela UFSC, nas atividades remotas.

Equipe da disciplina EQA 5316:

Tutoria e Estágio Docência (suporte didático para resolução de exercícios e técnico para a apresentação de seminários):

Dr. Luiz Eduardo Biazzi: [biazi.luizeduardo@gmail.com](mailto:biazi.luizeduardo@gmail.com)

Ms. Carolina Bonan: [carol.bonan@gmail.com](mailto:carol.bonan@gmail.com)

Eng. Juliane da Silveira: [julianemdasilveira@gmail.com](mailto:julianemdasilveira@gmail.com)

#### METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

- 1) Realização de atividades assíncronas, participação e presença nas atividades síncronas: 10%
- 2) Exercício individual – 25 % da nota (cinética microbiana, cinética enzimática e estequiometria);
- 3) Exercício individual – 25 % da nota (balanço de massa de biorreatores e transferência de massa em biorreatores)
- 4) Seminário em equipe – 40 % da nota



5) Recuperação: prova oral

**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.

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