



**PLANO DE ENSINO – 2020/2**

<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 E 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 reatores e catalisadores solúveis

Aula	Data	Conteúdo: Atividade Síncrona (S) e Assíncrona (A)
1	02/02	Apresentação da disciplina (S)
2	05/02	Metabolismo: respiração, fermentação, produção de energia (S)
3	09/02	Microorganismos, meios de cultura e esterilização (S)
4	12/02	Estequiometria (S)
5	16/02	Dia não letivo
6	19/02	Estequiometria (exercícios) (A)
7	23/02	Estequiometria: predição de fatores de conversão (S)
8	26/02	Estequiometria: predição de fatores de conversão (A)
9	02/03	Cinética microbiana (S)
10	05/03	Cinética do crescimento microbiano (S)
11	09/03	Cinética do crescimento microbiano (S)
12	12/03	Cinética do crescimento microbiano (A)
13	16/03	Cinética do crescimento microbiano: modelos cinéticos (S)
14	19/03	Exercícios: cinética de processos fermentativos (S)
15	23/03	Dia não letivo
16	26/03	Exercícios: cinética de processos fermentativos (A)
17	30/03	Introdução à enzimologia e cinética enzimática (A)
18	02/04	Dia não letivo
19	06/04	Cinética enzimática (S)
20	09/04	Cinética enzimática (A)
21	13/04	Imobilização de enzimas (S)
22	16/04	Exercício individual - cinética microbiana, cinética enzimática e estequiometria (A)
23	20/04	Biorreatores: tipos de biorreatores e cultivos em modo batelada (A)
24	23/04	Biorreatores: cultivo em modo batelada alimentada (A)
25	27/04	Exercícios de biorreatores 1 (S)
26	30/04	Exercícios de biorreatores 2 (S)
27	04/05	Transporte de oxigênio: importância e conceitos básicos (S)
28	07/05	Transporte de oxigênio (A)
29	11/05	Transporte de oxigênio: exercícios (S)
30	14/05	Recuperação e purificação de Bioprodutos (A)



31	18/05	Exercício individual - balanço de massa de biorreatores e transferência de massa em biorreatores (A) e entrega dos seminários (A)
32	21/05	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 aulas síncronas será computada.

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):

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

#### **METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

- 1) Realização de atividades assíncronas: 25%
- 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 – 25 % 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