



PLANO DE ENSINO – 2021/1

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

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Jaciane Lutz lenczak	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">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	15/06	Apresentação da disciplina (S)
2	18/06	Metabolismo: respiração, fermentação, produção de energia (S)
3	22/06	Microrganismos e meios de cultura (S)
4	25/06	Esterilização (S)
5	29/06	Estequiometria (S)
6	02/07	Estequiometria: predição de fatores de conversão (S)
7	06/07	Estequiometria: predição de fatores de conversão (A)
8	09/07	Cinética microbiana (S)
9	13/07	Cinética do crescimento microbiano (S)
10	16/07	Cinética do crescimento microbiano (S)
11	20/07	Cinética do crescimento microbiano (A)
12	23/07	Parametros cinéticos (S)
13	27/07	Parametros cinéticos: duvidas da lista? (S)
14	30/07	Exercícios: Parametros cinéticos (A)
15	03/08	Introdução à enzimologia e cinética enzimática (A)
16	06/08	Cinética enzimática (S)
17	10/08	Cinética enzimática (A)
18	13/08	Imobilização de enzimas (A)
19	17/08	1a avaliação (A)
20	20/08	Biorreatores: tipos de biorreatores e cultivos em modo batelada (A)
21	24/08	Biorreatores: cultivo em modo batelada alimentada (A)
22	27/08	Exercícios de biorreatores 1 (S)
23	31/08	Exercícios de biorreatores 2 (S)
24	03/09	Transporte de oxigênio: importância e conceitos básicos (A)
25	07/09	Dia não letivo
26	10/09	Transporte de oxigênio: exercícios (S)



27	14/09	Recuperação e purificação de bioprodutos /Bioprocessos integrados à recuperação (A)
28	17/09	Avaliação 2 (A)
29	21/09	Seminários (S)
30	24/09	Seminários(S)
31	28/09	Avaliação de recuperação (S)

METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

- sistema de comunicação:** A comunicação com os alunos será pelo ambiente virtual de ensino e aprendizagem do Moodle.
- 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.
- atividades assíncronas:** se referem a preparação para as atividades síncronas e realização de exercícios. O material para estas aulas será disponibilizado pelo Moodle.
- 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.
- 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):

Fernando Elias Guckert: fefernandoelias@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