



PLANO DE ENSINO – 2020/1

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	N.o DE HORAS-AULA SEMANAIS	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EQA5316	Engenharia Bioquímica	0746	04	72

PROFESSOR MINISTRANTE	CONTATO
Agenor Furigo Junior	agenor.furigo@ufsc.br

PRÉ-REQUISITOS	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
BQA5126 e EQA5318	Introdução à Engenharia Bioquímica <i>eh</i> Introdução aos Processos Químicos (para Engenharia Química)
EQA5318	Introdução aos Processos Químicos (para Engenharia de Alimentos)

EQUIVALENTES

CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA
Engenharia Química
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
GERAL: 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.
ESPECÍFICOS: <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.

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 os reatores e catalisadores solúveis

CRONOGRAMA		
#	Data	Conteúdo
1	06/03	Apresentação da disciplina; visão geral de processos biológicos
2	10/03	Produção de energia: respiração e fermentação
3	13/03	Etapas de um processo biológico industrial, micro-organismos e meios de cultura
4	01/09	Revisão das aulas iniciais e apresentação da nova metodologia para a disciplina



5	04/09	Estequiometria: equação do crescimento microbiano e fatores de conversão
6	08/09	Estequiometria: grau de redução e balanço de elétrons
7	11/09	Estequiometria: predição de fatores de conversão e exercícios
8	15/09	Cinética microbiana: definições de velocidades e fases características do crescimento microbiano
9	18/09	Biorreatores: tipos e modos de operação de biorreatores; conceitos de produção e produtividade
10	22/09	Biorreatores: balanço de massa em biorreator batelada e batelada alimentada
11	25/09	Cinética microbiana e biorreatores: modelo cinético de Monod; balanço de massa em biorreator contínuo
12	29/09	Cinética microbiana: modelos cinéticos baseados em Monod e modelos estruturados
13	02/10	Biorreatores: Análise de biorreatores contínuos tipo CSTR; produção e produtividade máxima neste tipo de biorreator
14	06/10	Biorreatores: Alimentação de células em biorreatores contínuos; exemplo de lodo ativado
15	09/10	Biorreatores: Balanço de massa em biorreatores contínuos tipo PFR; biorreatores reais
16	13/10	Avaliação 1
17	16/10	Esterilização de ar, meio e equipamentos
18	20/10	Agitação e mistura em biorreatores
19	23/10	Transporte de oxigênio: importância e conceitos básicos
20	27/10	Transporte de oxigênio: determinação da capacidade de transferência de massa de biorreatores
21	30/10	Transporte de oxigênio: ampliação de escala de biorreatores utilizando kLa
22	03/11	Transporte de oxigênio: dúvidas e exercícios
23	06/11	Introdução à enzimologia
24	10/11	Cinética enzimática homogênea simples
25	13/11	Cinética enzimática homogênea com inibição
26	17/11	Imobilização de enzimas: cinética enzimática heterogênea
27	20/11	Reatores enzimáticos: exercícios
28	24/11	Avaliação 2
29	27/11	Seminários de alunos 1
30	01/12	Seminários de alunos 2
31	04/12	Seminários de alunos 3
32	08/12	Seminários de alunos 4
33	11/12	Avaliações faltantes
34	15/12	Avaliação de recuperação
35	18/12	Avaliação da disciplina

METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Durante o período que houver atividades remotas, as aulas programadas serão mistas: em parte síncronas, seguidas de atividades assíncronas.

Nas atividades síncronas haverá exposição de conteúdo com recursos audiovisuais, discussões interativas entre alunos e professor e seminários realizados pelos alunos. Haverá o auxílio de ferramentas de comunicação e informação disponibilizadas pela UFSC para o suporte ao ensino remoto.

As atividades assíncronas serão realizadas com a proposta de problemas e exercícios a serem realizados pelos alunos, além de estudo para as aulas síncronas. Para as atividades assíncronas haverá o auxílio da plataforma Moodle disponibilizada pela UFSC.

Na página da disciplina na plataforma Moodle constará todos os tópicos a serem abordados na disciplina e os materiais de auxílio às atividades associadas a estes tópicos, como apresentações, listas de exercícios e apostilas.

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.



METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Serão realizadas duas avaliações individuais, um seminário em equipe e exercícios relacionados às atividades assíncronas.

O conceito final será uma média ponderada entre as duas avaliações individuais, seminário e uma nota referente aos exercícios.

Ao final, haverá uma avaliação de recuperação para os alunos com nota inferior ao mínimo exigido para aprovação, conforme as normas da UFSC. A nova nota final será a média aritmética entre a nota final anterior e a nota de recuperação.

Será aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a 6,0 e tiver presença mínima em 75% das aulas programadas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

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

Haverá a participação da doutoranda Thayli Ramires Araújo e do mestrando Felipe Pereira da Costa do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química em estágio docência na disciplina.

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

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento