



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ-ARA
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2016-1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
ARA7327	BIORREACTORES	04	00	72

HORÁRIO		
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
08653 - 3.1420-2 6.1420-2	-	Presencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

ELAINE VIRMOND (elaine.virmond@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
ARA7330	Fundamentos de Biotecnologia
ARA7334	Laboratório de Química
ARA7351	Termodinâmica II

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Graduação em Engenharia de Energia

V. JUSTIFICATIVA

A Biotecnologia tem por base vários ramos do conhecimento, dentre os quais a Bioquímica, a Fisiologia, a Genética, a Microbiologia, a Virologia, a Botânica, a Zoologia, a Ecologia e as Engenharias, principalmente a Engenharia Química. Consiste, portanto, em um campo de trabalho multidisciplinar que passou a ser considerado altamente prioritário há relativamente pouco tempo, embora processos biotecnológicos sejam utilizados na produção de vários bens desde a mais remota antiguidade. Mais recentemente, esses processos têm sido aplicados industrialmente para a produção de energia na forma de biocombustíveis e derivados. Biorreatores consistem em reatores nos quais esses processos ocorrem e seu conhecimento e capacidade de análise e operação devem fazer parte das atribuições do Engenheiro de Energia.

VI. EMENTA

Conceitos fundamentais em cinética química. Fundamentos das reações enzimáticas em fase homogênea e heterogênea. Biocatálise orgânica. Cinética de enzimas alostéricas. Termodinâmica das reações químicas. Mecanismo de biorreação. Teoria das taxas de reação. Projeto de biorreatores, scale up, reatores em batelada, reatores contínuos com e sem reciclo, reatores semicontínuos e reatores sequenciais. Reatores industriais.

VII. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Conhecer as teorias cinéticas de processos químicos, bioquímicos e enzimáticos e as tecnologias de biorreatores utilizadas para analisar, operar, projetar e otimizar processos biotecnológicos com aplicação prática na produção de produtos energéticos (biocombustíveis e coprodutos).

Objetivos Específicos:

Para alcançar os objetivos gerais, é esperado do aluno:

- Ser capaz de descrever um processo biotecnológico genérico;
- Conhecer as potencialidades de aplicação industrial de processos biotecnológicos na área de energia;
- Conhecer os fundamentos de cinética química e enzimática;
- Conhecer os principais tipos de biorreatores industriais, suas potencialidades e aplicações;
- Conhecer os parâmetros, as equações e as etapas de projeto dos principais tipos de biorreatores industriais.

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Conteúdo Teórico:

1. Introdução
 - Processos químicos e engenharia de reações químicas;
 - Processos biotecnológicos (bioprocessos).
2. Cinética química:
 - Introdução;
 - Fatores que afetam a velocidade de reações químicas;
 - Classificação das reações químicas;
 - Definição de velocidade ou taxa de reação química;
 - Cinética de reações homogêneas:
 - Tipos de reatores simples;
 - Lei de velocidade ou equação de taxa e seus parâmetros;
 - Mecanismos de reações químicas elementares, não elementares e múltiplas;
 - Modelos teóricos para cinética química;
 - Dependência da taxa de reação com relação à temperatura (Lei de Arrhenius);
 - Interpretação de dados obtidos de reatores batelada - Método integral de análise.
3. Introdução ao projeto de reatores:
 - Balanços molares;
 - Conversão e dimensionamento de reatores;
 - Definição de conversão;
 - Equações de projeto de reatores em termos de conversão;
 - Aplicações equações de projeto para reatores com escoamento contínuo;
 - Reatores em série;
 - Leis de velocidade e estequiometria.
4. Bioprocessos:
 - Processos fermentativos:
 - Introdução;
 - Produção de biomassa;
 - Processos enzimáticos.
5. Biorreatores:
 - Tipos;
 - Classificação: reações em fases homogênea e heterogênea;
 - Formas de conduzir um processo fermentativo: processos descontínuo, semicontínuo, descontínuo alimentado e contínuo;
 - Projeto, parâmetros de operação e variação de escala;
 - Processos à jusante do biorreator: recuperação e purificação de produtos.
6. Reatores industriais
 - Aplicações na área de energia.

Conteúdo Prático: Não se aplica.

IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

O processo de ensino/aprendizagem será composto por:

1. Aulas teóricas com utilização de quadro e recursos áudio visuais;
2. Atividades dirigidas em sala de aula ou extraclasse (seminários individuais ou em grupo, elaboração de trabalhos escritos, resolução de listas de exercícios, estudo de tópico para apresentação ou arguição oral em sala de aula, palestras, entre outras). As atividades dirigidas serão realizadas em data/prazo devidamente acordado. Visita(s) técnica(s) de estudos a empresas do setor de energia prevista(s) em outra(s) disciplina(s) poderá(ão) ser incorporada(s) ao cronograma desta disciplina por apresentar(em) interesses comuns no âmbito de seus conteúdos.

A plataforma Moodle-UFSC será o principal meio utilizado para o curso da disciplina, servindo de canal de comunicação entre professora e alunos. Todo o material didático e de apoio será postado no ambiente da disciplina no Moodle ou, alternativamente, enviado por e-mail ou disponibilizado na forma impressa quando necessário.

Observação: A professora estará disponível para atendimento aos alunos em sua sala nos seguintes dias da semana, horário e local: segunda-feira, 14h20min às 16h00min, Unidade Jardim das Avenidas, Bloco C2, Sala C-115.

X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- A verificação do rendimento compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, ficando nela reprovado o aluno que não comparecer no mínimo a 75% das mesmas.

- A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).
- Avaliações: Serão realizadas atividades individuais ou em grupo (pelo menos 1 (uma) atividade com nota) e 2 (duas) avaliações individuais escritas (AE1 e AE2) ao longo do semestre.
- Cada avaliação receberá nota entre zero (0) e dez (10).
- A média aritmética simples das notas obtidas nas atividades individuais ou em grupo (MA) terá peso 2 (dois) e média aritmética simples das notas obtidas nas avaliações individuais escritas (AE) terá peso 4 (quatro) no cálculo da média final das avaliações (MF) da disciplina:

$$MF = \frac{(MA) * 2 + (AE) * 4}{6}$$

- O aluno com frequência suficiente (FS) e com média das notas das avaliações do semestre (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70, § 2º. A nota final (NF) será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

$$NF = \frac{MF + REC}{2}$$

- As avaliações poderão conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas.
- Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997).

Avaliação Substitutiva

- O pedido de avaliação substitutiva poderá ocorrer somente em casos em que o aluno, por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar avaliações previstas no plano de ensino. O aluno deverá formalizar pedido de avaliação substitutiva na Secretaria Acadêmica do Campus Araranguá dentro do prazo de 3 dias úteis apresentando a devida comprovação.
- A avaliação substitutiva ocorrerá na última semana do semestre letivo, conforme calendário acadêmico e cronograma a seguir.

Avaliação de Recuperação

- A avaliação de recuperação (REC) abrangerá todo o conteúdo da disciplina e será realizada na última semana do semestre letivo, conforme calendário acadêmico e cronograma a seguir.

XI. CRONOGRAMA PREVISTO

SEMANA	DATA	ASSUNTO
1ª	14/03 a 19/03/2016	Apresentação. 1) Introdução. Processos químicos e engenharia de reações químicas. Processos biotecnológicos (bioprocessos). 2) Cinética química: Introdução. Fatores que afetam a velocidade de reações químicas.
2ª	21/03 a 26/03/2016	2) Cinética química: Classificação das reações químicas; Definição de velocidade ou taxa de reação química. 25/03/2016 – Feriado: Sexta-feira Santa.
3ª	28/03 a 02/04/2016	2) Cinética química: Cinética de reações homogêneas - Tipos de reatores simples; Lei de velocidade ou equação de taxa e seus parâmetros; Mecanismos de reações químicas elementares, não elementares e múltiplas; Modelos teóricos para cinética química; Dependência da taxa de reação com relação à temperatura (Lei de Arrhenius).
4ª	04/04 a 09/04/2016	2) Cinética química: Cinética de reações homogêneas - Interpretação de dados obtidos de reatores batelada; Método integral de análise.
5ª	11/04 a 16/04/2016	3) Introdução ao projeto de reatores: Balanços molares.
6ª	18/04 a 23/04/2016	3) Introdução ao projeto de reatores: Conversão e dimensionamento de reatores - Definição de conversão; Equações de projeto de reatores em termos de conversão. 22/04/2016 - Dia não letivo (sexta-feira).
7ª	25/04 a 30/04/2016	3) Introdução ao projeto de reatores: Conversão e dimensionamento de reatores – Aplicação das equações de projeto para reatores com escoamento contínuo. Reatores em série.
8ª	02/05 a 07/05/2016	3) Introdução ao projeto de reatores: Leis de velocidade e estequiometria.
9ª	09/05 a 14/05/2016	AVALIAÇÃO ESCRITA 1.
10ª	16/05 a 21/05/2016	4) Bioprocessos: Processos fermentativos - Introdução; Produção de biomassa; Processos enzimáticos.
11ª	23/05 a 28/05/2016	5) Biorreatores: Tipos; Classificação: Reações em fases homogênea e heterogênea. 27/05/2016 - Dia não letivo (sexta-feira).

12 ^a	30/05 a 04/06/2016	5) Biorreatores: Formas de conduzir um processo fermentativo - descontínuo, semicontínuo, descontínuo alimentado, contínuo.
13 ^a	06/06 a 11/06/2016	5) Biorreatores: Projeto, parâmetros de operação e variação de escala; Processos à jusante do biorreator: recuperação e purificação de produtos.
14 ^a	13/06 a 18/06/2016	AVALIAÇÃO ESCRITA 2.
15 ^a	20/06 a 25/06/2016	6) Reatores industriais: aplicações na área de energia - Atividade.
16 ^a	27/06 a 02/07/2016	6) Reatores industriais: aplicações na área de energia - Atividade.
17 ^a	04/07 a 09/07/2016	6) Reatores industriais: aplicações na área de energia - Atividade.
18 ^a	11/07 a 16/07/2016	AVALIAÇÃO SUBSTITUTIVA E AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO
19 ^a	18/07 a 23/07/2016	-

OBS: O cronograma está sujeito a ajustes.

XII. FERIADOS PREVISTOS PARA O SEMESTRE 2016-1

24/03/2016	Dia não letivo (quinta-feira)
25/03/2016	Sexta-feira Santa
26/03/2016	Dia não letivo (sábado)
03/04/2016	Campus de Araranguá: aniversário da cidade (domingo)
21/04/2016	Tiradentes (quinta-feira)
22/04/2016	Dia não letivo (sexta-feira)
23/04/2016	Dia não letivo (sábado)
01/05/2016	Dia do trabalhador (domingo)
04/05/2016	Campus de Araranguá: Dia da Padroeira da Cidade (quarta-feira)
26/05/2016	Corpus Christi (quinta-feira)
27/05/2016	Dia não letivo (sexta-feira)
28/05/2016	Dia não letivo (sábado)


XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. FOGLER, H.S. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 853p.
2. SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (Coords.). **Biotecnologia industrial: Engenharia Bioquímica**, Vol. 2, Sao Paulo: Edgard Blucher, 2001.
3. LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; (Coords.). **Biotecnologia industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**, Vol. 3, Sao Paulo: Edgard Blucher, 2002.

XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. BNDES e CGEE (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**, Rio de Janeiro: BNDES, 2008. Disponível em: <<http://www.bioetanoldecana.org/pt/download/bioetanol.pdf>>. Acesso em: 3 mar 2015.
2. BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; (Coords.). **Biotecnologia industrial: Fundamentos**, Vol. 1, Sao Paulo: Edgard Blucher, 2001.
3. CORTEZ, L.A.B. **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010. xxxviii, 954 p. ISBN 9788521205319.
4. HIMMELBLAU, D.M.; RIGGS, J.B. **Engenharia química: princípios e cálculos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006. 846p.
5. LEVENSPIEL, O. **Engenharia das reações químicas**. 3^a ed. Blücher, 2000, 563p.
6. SHULER, M.L.; KARGI, F. **Bioprocess engineering: basic concepts**. 2nd. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, c2002.553p. (Chemical engineering series)

OBS: As referências acima citadas constam na Biblioteca Setorial de Araranguá, encontram-se disponíveis online ou estão em fase de compras pela UFSC. Algumas bibliografias também podem ser encontradas no acervo da disciplina, impressos ou em formato digital, disponíveis para consultas em sala.


Professora Elaine Virmond

Prof. Elaine Virmond
SIAPE: 1824004
Engenharia de energia
UFSC Campus Araranguá


Aprovado na Reunião de Departamento

18/02/2016


Chefe de Departamento

Aprovado na Reunião do Colegiado do Curso

01/03/16


Coordenador de Curso

Luciano Lopes Pfitscher
Prof. Auxiliar / SIAPE: 1775764
UFSC / Campus Araranguá