



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

SEMESTRE 2015-1

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

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

HORÁRIO		
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
08653 - 3.1830-2 6.1830-2	-	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:**

Utilizar as teorias cinéticas de processos químicos, bioquímicos e enzimáticos e as tecnologias de biorreatores 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. Fundamentos de cinética química:
  - Introdução;
  - Fatores que afetam a velocidade de reações químicas;
  - Balanços molares;
  - Conversão e dimensionamento de reatores;
  - Leis de velocidade e estequiometria;
3. Bioprocessos:
  - Processos fermentativos e processos enzimáticos;
  - Reações em fases homogênea e heterogênea;
4. Biorreatores:
  - Tipos;
  - Projeto, escalonamento e parâmetros de operação;
5. Reatores industriais
  - Aplicações na área de energia;
  - Produção de biocombustíveis e coprodutos.

**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.
3. Visita técnica de estudo a uma usina sucroenergética do estado de São Paulo entre a 15ª e a 17ª semana do cronograma do semestre letivo. Contatos estão sendo realizados com empresas para agendamento. Sua realização dependerá da disponibilidade da empresa, da participação de um número mínimo de alunos (30) e do aporte de recursos por parte da UFSC para a realização da viagem.

A plataforma Moodle-UFSC será o principal meio utilizado para o curso da disciplina. 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.

**Observação:** A professora estará disponível para atendimento aos alunos em sua sala no seguinte dia da semana e horário: segunda-feira, 14:20 às 16:00 h na Unidade Jardim das Avenidas, Bloco C2, Sala C-115.

## X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- A verificação do rendimento escolar compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência a no mínimo a 75% das atividades presenciais correspondentes à disciplina (Frequência Suficiente - FS), ficando nela reprovado o aluno que se ausentar de mais de 25% dessas atividades (Frequência Insuficiente - FI).
- Serão realizadas atividades individuais ou em grupo (a definir ao longo do semestre) e uma avaliação individual escrita ao final do curso.
- A avaliação poderá conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas.
- Cada atividade receberá nota entre zero (0) e dez (10).
- Ao aluno que não realizar dada(s) atividade(s) proposta(s) no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero) à(s) atividade(s). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997) caso não apresente justificativa.
- A média aritmética simples das notas obtidas nas atividades individuais ou em grupo (MA) e a nota obtida na avaliação individual escrita (AE) terão, cada uma, peso três (3) no cálculo da nota final (NF) da disciplina:

$$NF = \frac{(MA) * 3 + (AE) * 3}{6}$$

- A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).
- O aluno com nota final (NF) 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 nova nota (NF') será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das atividades propostas (NF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

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

#### 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 a avaliação prevista no cronograma do plano de ensino. O aluno deverá formalizar pedido 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	09/03 a 14/03/2015	Apresentação. 1) Introdução. Processos químicos e engenharia de reações químicas. Processos biotecnológicos (bioprocessos).
2ª	16/03 a 21/03/2015	2) Fundamentos de cinética química: Introdução. Fatores que afetam a velocidade de reações químicas. Balanços molares.
3ª	23/03 a 28/03/2015	2) Fundamentos de cinética química: Balanços molares.
4ª	30/03 a 04/04/2015	2) Fundamentos de cinética química: Conversão e dimensionamento de reatores 03/04/2015: Dia não letivo.
5ª	06/04 a 11/04/2015	2) Fundamentos de cinética química: Conversão e dimensionamento de reatores.
6ª	13/04 a 18/04/2015	2) Fundamentos de cinética química: Leis de velocidade e estequiometria.
7ª	20/04 a 25/04/2015	2) Fundamentos de cinética química: Leis de velocidade e estequiometria. 21/04/2015: Dia não letivo.
8ª	27/04 a 02/05/2015	2) Fundamentos de cinética química: Leis de velocidade e estequiometria. 01/05/2015: Dia não letivo.
9ª	04/05 a 09/05/2015	3) Bioprocessos: Processos fermentativos e processos enzimáticos. Reações em fases homogênea e heterogênea.
10ª	11/05 a 16/05/2015	3) Bioprocessos: Processos fermentativos e processos enzimáticos. Reações em fases homogênea e heterogênea.
11ª	18/05 a 23/05/2015	6) Biorreatores: tipos e classificação.
12ª	25/05 a 30/05/2015	6) Biorreatores: tipos e classificação.
13ª	01/06 a 06/06/2015	6) Biorreatores: projeto, escalonamento e parâmetros de operação. 05/06/2015: Dia não letivo.
14ª	08/06 a 13/06/2015	6) Biorreatores: projeto, escalonamento e parâmetros de operação.
15ª	15/06 a 20/06/2015	5) Reatores industriais: aplicações na área de energia - Produção de biocombustíveis e coprodutos.
16ª	22/06 a 27/06/2015	5) Reatores industriais: aplicações na área de energia - Produção de biocombustíveis e coprodutos. Visita técnica de estudos a uma usina sucroenergética (a confirmar).
17ª	29/06 a 04/07/2015	5) Reatores industriais: aplicações na área de energia - Produção de biocombustíveis e coprodutos.
18ª	06/07 a 11/07/2015	AVALIAÇÃO ESCRITA
19ª	13/07 a 18/07/2015	AVALIAÇÃO SUBSTITUTIVA E AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

OBS: O cronograma está sujeito a ajustes.

XII. FERIADOS PREVISTOS PARA O SEMESTRE 2015-1	
03/04 (sexta-feira)	Campus de Araranguá: aniversário da Cidade. Paixão de Cristo
04/04 (sábado)	Dia não letivo
05/04 (domingo)	Páscoa
20/04 (segunda-feira)	Dia não letivo
21/04 (terça-feira)	Tiradentes

01/05 (sexta-feira)	Dia do trabalhador
02/05 (sábado)	Dia não letivo
04/05 (segunda-feira)	Campus de Araranguá: dia da Padroeira da Cidade
04/06 (quinta-feira)	Corpus Christi
05/06 (sexta-feira)	Dia não letivo
06/06 (sábado)	Dia não letivo

### 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**. 3ª 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)

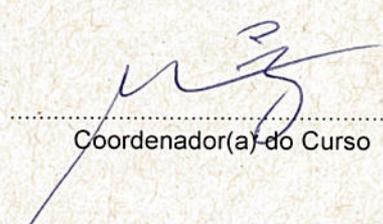
**OBS:** Os livros acima citados constam na Biblioteca Setorial de Araranguá ou estão em fase de compras pela UFSC. Algumas bibliografias também podem ser encontradas no acervo da disciplina, impressos, disponíveis para consultas em sala. As referências poderão ser alteradas no decorrer do semestre letivo.



Professora Elaine Virmond

**Elaine Virmond**  
 Prof. Auxiliar / SIAPE: 1824004  
 UFSC / Campus Araranguá

Aprovado na Reunião do Colegiado do Campus 19/03/15



Coordenador(a) do Curso

**Prof. Dr. Fernando Henrique Milanese**  
 Coordenador do Curso de Graduação  
 em Engenharia de Energia  
 SIAPE: 1606552      Portaria nº 759/2013/GR