



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE  
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2019.1

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EES7306	CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS	04	00	72

**HORÁRIO**

TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
07653 - 2.1420(2) 4.1620(2)	-	Presencial

**II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)**

ELAINE VIRMOND (elaine.virmond@ufsc.br)

**III. PRÉ-REQUISITO(S)**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EES7354	Transferência de Calor e Massa I
EES7366	Termodinâmica II
EES7369	Geologia de Carvão e Petróleo

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

Bacharelado em Engenharia de Energia

**V. JUSTIFICATIVA**

Combustão é o processo mais antigo aplicado a materiais sólidos para a produção de energia térmica, mas há outros processos aplicáveis, tais como pirólise e gaseificação. Considerando-se a atual dependência mundial de combustíveis sólidos convencionais (carvão mineral e madeira, por exemplo) para produção de energia térmica e elétrica; a dificuldade de disposição adequada de resíduos sólidos e o elevado custo associado; a disponibilidade de grande diversidade e quantidade de resíduos sólidos com potencial energético, tornam-se imprescindíveis ao Engenheiro de Energia o conhecimento e a capacidade de análise, operação e otimização de sistemas de conversão térmica de sólidos com vistas ao aumento da eficiência energética de sistemas já instalados, da exploração de fontes alternativas, e do desenvolvimento de novos processos, mais eficientes e com menores impactos social e ambiental.

**VI. EMENTA**

Panoramas mundial e brasileiro em fósseis, biomassa e resíduos. Caracterização de sólidos como combustíveis. Processos de conversão térmica de sólidos: pirólise, gaseificação e combustão. Aplicação dos produtos da conversão térmica.

**VII. OBJETIVOS**

**Objetivo Geral:** Fornecer subsídios para análise, projeto, operação e otimização de processos de conversão térmica de sólidos.

**Objetivos Específicos:**

- Apresentar os processos de conversão térmica de sólidos, sua importância e sua aplicabilidade no cenário energético local, nacional e mundial;
- Relacionar e caracterizar os principais sólidos utilizados como fonte de energia em processos de conversão térmica;
- Descrever características, propriedades físico-químicas e metodologias aplicáveis à avaliação do potencial de aplicação de sólidos como combustíveis;
- Descrever processos genéricos de pirólise, de gaseificação e de combustão;

- Apresentar os principais sistemas de conversão térmica utilizados industrialmente, relacionando propriedades dos sólidos combustíveis a parâmetros operacionais, produtos, resíduos e possibilidades de aplicação.

## VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### Conteúdo Teórico:

1. INTRODUÇÃO
  - 1.1 Combustíveis sólidos: definição, origem e tipos;
  - 1.2 Panoramas mundial e brasileiro em fósseis, biomassa e resíduos;
2. CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS
  - 2.1 Tipos, classificação e propriedades físico-químicas;
  - 2.2 Disponibilidade, logística de coleta, transporte e armazenamento;
  - 2.3 Pré-tratamento de sólidos: redução de tamanho de partícula, compactação, torrefação, outros;
3. PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS
  - 3.1 Introdução e definições fundamentais;
  - 3.2 Combustão;
    - Etapas do processo de combustão e produtos formados;
    - Parâmetros e controle operacional do processo de combustão;
    - Cálculos estequiométricos da combustão;
    - Tipos, projeto e operação de reatores de combustão (combustores);
    - Emissões e análise do processo de combustão;
  - 3.3 Pirólise;
    - Etapas do processo de pirólise e produtos formados;
    - Pirólise lenta ou carbonização: tecnologias e sistemas de carbonização;
    - Pirólise rápida: tecnologias e sistemas de pirólise rápida;
  - 3.4 Gaseificação;
    - Etapas do processo de gaseificação e produtos formados;
    - Tecnologias e sistemas de gaseificação;
4. APLICAÇÃO DOS PRODUTOS DA CONVERSÃO TÉRMICA
  - 4.1 Produtos da pirólise;
  - 4.2 Produtos da gaseificação;
  - 4.3 Produtos da combustão.

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 canal auxiliar 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 no seguinte dia da semana e horário: terça-feira, 14h20min às 16h00min na Unidade Jardim das Avenidas, Bloco C1, Sala 02.

## 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 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).
- O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre 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 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).

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

- 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).
- **Avaliações:** Serão realizadas atividades individuais ou em grupo (pelo menos 3 (três)) e 1 (uma) avaliação individual escrita (AE) 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) e a nota obtida na avaliação individual escrita (AE) terão ambas peso 3 (três) no cálculo da média final (MF) da disciplina:

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

- A avaliação individual escrita (AE) poderá conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas.
- A Avaliação de Recuperação englobará todo o conteúdo do semestre e ocorrerá conforme indicado no cronograma a seguir.

#### Pedido de Nova Avaliação - Art. 74 da Res. nº 17/CUn/97

- O aluno, que por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar atividades avaliativas previstas no plano de ensino, deverá fazer o pedido à Chefia do Departamento de Energia e Sustentabilidade (EES), dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, apresentando documentação comprobatória. O pedido de Nova Avaliação deve ser formalizado na Secretaria Integrada de Departamentos (SID).

XI. CRONOGRAMA PREVISTO		
AULA (semana)	DATA	ASSUNTO
1ª	11/03/19 a 16/11/19	Apresentação da disciplina e do plano de ensino. 1) INTRODUÇÃO. 1.1 Combustíveis sólidos: definição, origem e tipos.
2ª	18/03/19 a 23/03/19	1) INTRODUÇÃO. 1.1 Combustíveis sólidos: definição, origem e tipos. 1.2 Panoramas mundial e brasileiro em fósseis, biomassa e resíduos.
3ª	25/03/19 a 30/03/19	1) INTRODUÇÃO. 1.1 Combustíveis sólidos: definição, origem e tipos. 1.2 Panoramas mundial e brasileiro em fósseis, biomassa e resíduos. 2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.1 Tipos, classificação e propriedades físico-químicas.
4ª	01/04/19 a 06/04/19	2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.1 Tipos, classificação e propriedades físico-químicas. 03/04/2019 (qua): Feriado.
5ª	08/04/19 a 13/04/19	2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS. 2.1 Tipos, classificação e propriedades físico-químicas. 2.2 Disponibilidade, logística de coleta, transporte e armazenamento. 2.3 Pré-tratamento de sólidos: redução de tamanho de partícula, compactação, torrefação, outros. <b>ATIVIDADE 1.</b>
6ª	15/04/19 a 20/04/19	<b>ATIVIDADE 1.</b> 19/04/2019 (sex): Feriado.
7ª	22/04/19 a 27/04/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2 Combustão.
8ª	29/04/19 a 04/05/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2 Combustão. 01/05/2019 (qua): Feriado.
9ª	06/05/19 a 11/05/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2 Combustão. <b>ATIVIDADE 2.</b>
10ª	13/05/19 a 18/05/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2 Combustão.
11ª	20/05/19 a 25/05/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2 Combustão.
12ª	27/05/19 a 01/06/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.3 Pirólise.

13 <sup>a</sup>	03/06/19 a 08/06/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.3 Pirólise.
14 <sup>a</sup>	10/06/19 a 15/06/19	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.4 Gaseificação.
15 <sup>a</sup>	17/06/19 a 22/06/19	<b>AVALIAÇÃO ESCRITA (AE).</b> 4) APLICAÇÃO DOS PRODUTOS DA CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS. 4.1 Produtos da pirólise. 4.2 Produtos da gaseificação. 4.3 Produtos da combustão. <b>ATIVIDADE 3.</b> 20/06/19 (qui): Feriado; 21/06/19 (sex): Dia não letivo.
16 <sup>a</sup>	24/06/19 a 29/06/19	<b>ATIVIDADE 3.</b>
17 <sup>a</sup>	01/07/19 a 06/07/19	<b>ATIVIDADE 3.</b>
18 <sup>a</sup>	08/07/19 a 13/07/19	<b>NOVA AVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO.</b>

OBS: O cronograma está sujeito a ajustes.

XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2019.1	
DATA	
03/04/19 (qua)	Aniversário de Araranguá
19/04/19 (sex)	Sexta-feira Santa
20/04/19 (sab)	Dia não letivo
21/04/19 (dom)	Tiradentes/ Páscoa
01/05/19 (qua)	Dia do Trabalhador
04/05/19 (sab)	Dia da Padroeira de Araranguá
20/06/19 (qui)	Corpus Christi
21/06/19 (sex)	Dia não letivo
22/06/19 (sab)	Dia não letivo

#### XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- HILSDORF, J.W. et al. **Química tecnológica**. São Paulo: Cengage Learning, c2004. viii, 340 p. ISBN 8522103526.
- CORTEZ, L.A.B., LORA, E.E.S., OLIVARES GÓMEZ, E. (Org.). **Biomassa para energia**. Campinas: Ed. Unicamp, 2008, 734 p. ISBN 9788526807839.
- LORA, E.E.S.; VENTURINI, O.J.(Coord.). **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 2 v. ISBN 9788571962289 (obra completa).

#### XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- SAJWAN, K.S.; ALVA, A.K.; PUNSHON, T.; TWARDOWSKA, I. **Coal Combustion Byproducts and Environmental Issues**. New York, NY: Springer Science+Business Media, Inc., 2006. [Springer e-book].
- GARCIA, R. **Combustíveis e Combustão Industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2ª edição, 2013. 358 p. ISBN: 9788571933033.
- BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. xvi, 114 p. ISBN 9788571932449.

Professora: Elaine Virmond

Elaine  
Virmond:0351667  
5985

Assinado de forma digital por  
Elaine Virmond:03516675985  
Dados: 2019.04.02 10:50:44  
-03'00'

Rogério Gomes de Oliveira, Dr.  
Prof. Adjunto/SIAPE: 1724307  
UFSC/Campus Araranguá

Aprovado pelo Colegiado do Curso em 18/4/2019

Presidente do Colegiado:

