



Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Araranguá - ARA
Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde
Departamento de Energia e Sustentabilidade
Plano de Ensino

SEMESTRE 2020.2

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS - TEÓRICAS	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS - PRÁTICAS
EES7306	Conversão Térmica dos Sólidos	4	0
TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS	HORÁRIO TURMAS TEÓRICAS	HORÁRIO TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
72	07653 - 3.1420(2) e 6.1420(2)	-	Ensino Remoto Emergencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(ES)

ELAINE VIRMOND (elaine.virmond@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)

EES7354 Transferência de Calor e Massa I
EES7366 Termodinâmica II
EES7369 Geologia de

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

ENGENHARIA DE ENERGIA [Campus Araranguá]

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;
- 8 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. COMPETÊNCIAS/HABILIDADES

X. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

- A adaptação dessa disciplina ao Ensino Remoto Emergencial (ERE) segue as regras estabelecidas na Resolução Normativa 140/2020/CUn. É importante enfatizar que o planejamento realizado pode sofrer alterações em função de mudanças na legislação, reavaliação de procedimentos, novas determinações das instâncias superiores da universidade ou motivos de força maior.
- A Plataforma Moodle-UFSC será o ambiente virtual de aprendizagem utilizado para comunicação entre professora e estudantes, para disponibilização de material didático e de apoio, e para o desenvolvimento das atividades previstas neste plano de ensino, tanto de forma assíncrona quanto síncrona.
- Todo material utilizado, como apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, será disponibilizado pela professora, garantindo o acesso do estudante a material adequado (Art. 15 § 3º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).
- Vídeo-aulas expondo o conteúdo programático da disciplina serão disponibilizadas no formato assíncrono (aulas gravadas) e os encontros síncronos terão como objetivo, além de expor conteúdo, discutir e esclarecer dúvidas de conteúdo previamente exposto nas vídeo-aulas, e também propor, apoiar e complementar a realização de atividades avaliativas. Questionários avaliativos síncronos serão aplicados, devendo ocorrer no horário regular de aula da disciplina, salvo casos excepcionais.
- Os encontros síncronos ocorrerão conforme cronograma previsto ou serão previamente agendados com a turma, sendo previamente disponibilizada orientação sobre a ferramenta e forma de acesso correspondente, com possibilidade de utilização de outras ferramentas além do Moodle-UFSC, como por exemplo Conferência Web RNP ou Google Meet. Os encontros síncronos serão gravados e disponibilizados aos estudantes.
- As atividades da disciplina serão realizadas conforme descrito a seguir e indicado no cronograma.
- Horário de atendimento aos estudantes: a professora estará disponível para atendimento por meio de videoconferência (Conferência Web RNP ou Google Meet) por agendamento, preferencialmente nas terças-feiras, das 16:00 às 18:00.
- Observação: a utilização indevida da imagem de professores e colegas é considerada crime previsto na Constituição Federal e no Código Civil. Sendo, assim, não é permitido compartilhar e/ou gravar imagens e falas dos docentes e discentes. Além disso, não devem ser compartilhados ou publicados materiais que sejam de propriedade intelectual da professora sem prévia autorização.

XI. 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).

$$NF=(MF+REC)/2$$

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 3 (três) atividades avaliativas assíncronas, individuais ou em grupo (A1, A2 e A3) e aplicados 2 (dois) questionários avaliativos individuais (Q1 e Q2) síncronos ao longo do semestre. Cada atividade avaliativa receberá nota entre zero (0) e dez (10) e a média final (MF) da disciplina será calculada da seguinte forma:

$$MF=0,20*Q1+0,30*A1+0,2*A2+0,20*Q2+0,10*A3$$

Os questionários avaliativos poderão conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas. Será atribuída nota zero para as atividades onde for verificado plágio.

A Avaliação de recuperação (REC) englobará todo o conteúdo do semestre e ocorrerá conforme indicado no cronograma a seguir.

Registro de frequência

A frequência será aferida a partir do relatório de conclusão de atividades emitido pelo Moodle, da entrega das atividades avaliativas, da participação nos fóruns da disciplina e demais atividades assíncronas. A frequência nos encontros síncronos também será contabilizada.

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).

XII. CRONOGRAMA

SEMANA	DATAS	ASSUNTO
1	01/02/2021 a 07/02/2021	Apresentação da disciplina e do plano de ensino. 1) INTRODUÇÃO. 1.1 Combustíveis sólidos: definição, origem e tipos. 1.2 Panoramas mundial e brasileiro em fósseis, biomassa e resíduos. Carga horária: 2 ha síncronas e 2 ha assíncronas.
2	08/02/2021 a 14/02/2021	1) INTRODUÇÃO. 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. Carga horária: 4 ha assíncronas.
3	15/02/2021 a 21/02/2021	2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.1 Tipos, classificação e propriedades físico-químicas. Carga horária: 4 ha assíncronas.

4	22/02/2021 a 28/02/2021	2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.1 Propriedades físico-químicas. Carga horária: 2 ha síncronas e 2 ha assíncronas.
5	01/03/2021 a 07/03/2021	QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 1 (Q1). 2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.2 Disponibilidade, logística de coleta, transporte e armazenamento. 2.3 Pré-tratamento de sólidos: redução de tamanho de partícula, compactação, torrefação, outros. ATIVIDADE 1. Carga horária: 2 ha síncronas e 4 ha assíncronas.
6	08/03/2021 a 14/03/2021	ATIVIDADE 1 (A1). Carga horária: 6 ha assíncronas.
7	15/03/2021 a 21/03/2021	ATIVIDADE 1 (A1). 3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2: Combustão. Carga horária: 4 ha assíncronas.
8	22/03/2021 a 28/03/2021	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS. 3.2: Combustão - Estequiometria e tipos de combustores. Carga horária: 6 ha assíncronas.
9	29/03/2021 a 04/04/2021	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS. 3.2: Combustão - Emissões do processo de combustão: Caracterização das emissões. Limites de emissão. ATIVIDADE 2. Carga horária: 4 ha assíncronas.
10	05/04/2021 a 11/04/2021	ATIVIDADE 2 (A2). Carga horária: 2 ha síncronas e 2 ha assíncronas.
11	12/04/2021 a 18/04/2021	ATIVIDADE 2 (A2). 3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS: Pirólise - carbonização. Carga horária: 2 ha síncronas e 2 ha assíncronas.
12	19/04/2021 a 25/04/2021	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS: Pirólise - carbonização; pirólise rápida. Carga horária: 4 ha assíncronas.
13	26/04/2021 a 02/05/2021	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.4: Gaseificação. Carga horária: 4 ha assíncronas.
14	03/05/2021 a 09/05/2021	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.4: Gaseificação. QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 2 (Q2). Carga horária: 2 ha síncronas e 4 ha assíncronas.
15	10/05/2021 a 16/05/2021	4) APLICAÇÃO DOS PRODUTOS DA CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS. 4.1 Produtos da pirólise. 4.2 Produtos da gaseificação. 4.3 Produtos da combustão. ATIVIDADE 3 (A3). Carga horária: 4 ha assíncronas.
16	17/05/2021 a 23/05/2021	ATIVIDADE 3 (A3). Carga horária: 4 ha síncronas. NOVA AVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO.

Obs: O calendário está sujeito a pequenos ajustes de acordo com as necessidades das atividades

XIII. FERIADOS PREVISTOS PARA O SEMESTRE

15/02/2021	Ponto facultativo Carnaval
16/02/2021	Carnaval
02/04/2021	Sexta-feira Santa
03/04/2021	Aniversário de Araranguá
21/04/2021	Tiradentes
01/05/2021	Dia do Trabalho
04/05/2021	Dia da Padroeira de Araranguá
03/06/2021	Corpus Christi

XIV. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. 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]. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F0-387-32177-2.pdf>. Acesso em: 16/12/2020.
2. SMOOT, L.D., SMITH, P.J. Coal Combustion and Gasification. Springer US, 1985. Disponível em: <https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-1-4757-9721-3>. Acesso em: 16/12/2020.
3. FIGUEIREDO, J.L., MOULIJN, J.A. Carbon and Coal Gasification. Springer Netherlands, 1986. Disponível em: <https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-94-009-4382-7>. Acesso em: 16/12/2020.
4. YUN, Y. Gasification for Practical Applications. IntechOpen, 2012. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/gasification-for-practical-applications>. Acesso em: 16/12/2020.
5. BRIDGWATER, A.V., GRASSI, G. Biomass Pyrolysis Liquids Upgrading and Utilization. Imprensa Springer Netherlands, 1991. Disponível em: <https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-94-011-3844-4>. Acesso em: 16/12/2020.

XV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. HILSDORF, J.W. et al. Química tecnológica. São Paulo: Cengage Learning, c2004. viii, 340 p. ISBN 8522103526.
2. CORTEZ, L.A.B., LORA, E.E.S., OLIVARES GÓMEZ, E. (Org.). Biomassa para energia. Campinas: Ed. Unicamp, 2008, 734 p. ISBN 9788526807839.
3. LORA, E.E.S.; VENTURINI, O.J.(Coord.). Biocombustíveis. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 2 v. ISBN 9788571962289 (obra completa).
4. BRAND, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. xvi, 114 p. ISBN 9788571932449.

Professor(a):

Aprovado pelo Colegiado do Curso em 04/02/2021 Presidente do Colegiado: