

 <p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</b></p>	<p align="center"> <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</b>  <b>CAMPUS ARARANGUÁ</b>  <b>CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE</b>  <b>DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE</b>  <b>PLANO DE ENSINO*</b> </p> <p>* plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Portaria MEC 344, de 16 de junho de 2020 e à Resolução 140/2020/CUn, de 24 de julho de 2020.</p>
<p align="center"><b>SEMESTRE 2021.2</b></p>	

<b>I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:</b>				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EES7306**	CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS	04	00	72

\*\* plano a ser considerado equivalente, em caráter excepcional e transitório na vigência da pandemia COVID-19, à disciplina EES7306.

<b>HORÁRIO</b>		
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
07653 - 3.1420(2) 5.1420(2)	-	Ensino Remoto Emergencial

<b>II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)</b>
ELAINE VIRMOND (elaine.virmond@ufsc.br)

<b>III. PRÉ-REQUISITO(S)</b>	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EES7354	Transferência de Calor e Massa I
EES7366	Termodinâmica II
EES7369	Geologia de Carvão e Petróleo

<b>IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA</b>
Bacharelado em Engenharia de Energia

<b>V. JUSTIFICATIVA</b>
<p>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.</p>

<b>VI. EMENTA</b>
<p>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.</p>

<b>VII. OBJETIVOS</b>
<p><b>Objetivo Geral:</b> Fornecer subsídios para análise, projeto, operação e otimização de processos de conversão térmica de sólidos.</p>
<p><b>Objetivos Específicos:</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apresentar os processos de conversão térmica de sólidos, sua importância e sua aplicabilidade no cenário energético local, nacional e mundial;</li> <li>● Relacionar e caracterizar os principais sólidos utilizados como fonte de energia em processos de conversão térmica;</li> <li>● Descrever características, propriedades físico-químicas e metodologias aplicáveis à avaliação do potencial de</li> </ul>

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

- 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 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 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 (Google Meet) por agendamento, preferencialmente nas terças-feiras, das 16:00 às 18:00.
- **Observações:**
  - a) Espera-se dos(as) discentes condutas adequadas ao contexto acadêmico. Ato que sejam contra: a integridade física e moral da pessoa; o patrimônio ético, científico, cultural, material e, inclusive o de informática; e o exercício das funções pedagógicas, científicas e administrativas, poderão acarretar abertura de processo disciplinar discente, nos termos da Resolução nº 017/CUn/97, que prevê como penalidades possíveis a advertência, a repreensão, a suspensão e a eliminação (desligamento da UFSC).
  - b) Devem ser observados os direitos de imagem tanto de docentes, quanto de discentes, sendo vedado disponibilizar, por quaisquer meios digitais ou físicos, os dados, a imagem e a voz de colegas e do(a) professor(a), sem autorização específica para a finalidade pretendida e/ou para qualquer finalidade estranha à atividade de ensino, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
  - c) Todos os materiais disponibilizados no ambiente virtual de ensino-aprendizagem são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
  - d) Somente poderão ser gravadas pelos discentes as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos docentes e colegas, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
  - e) A gravação das aulas síncronas pelo(a) docente deve ser informada aos discentes, devendo ser respeitada a sua liberdade quanto à exposição da imagem e da voz.
  - f) A liberdade de escolha de exposição da imagem e da voz não isenta o(a) discente de realizar as atividades avaliativas originalmente propostas ou alternativas, devidamente especificadas no plano de ensino.
  - g) Os materiais disponibilizados no ambiente virtual possuem licenças de uso e distribuição específicas, a depender de cada situação, sendo vedada a distribuição do material cuja licença não o permita, ou sem a autorização prévia dos(as) professores(as) para o material de sua autoria.

## 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 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:

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

- 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).

#### XI. CRONOGRAMA PREVISTO

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO	CARGA SÍNCRONA (h-a)	CARGA ASSÍNCRONA (h-a)
1ª	25/10/2021 a 30/10/2021	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.	4	0
2ª	01/11/2021 a 06/11/2021	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.	2	2
3ª	08/11/2021 a 12/11/2021	2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.1 Tipos, classificação e propriedades físico-químicas.	0	4
4ª	15/11/2021 a 20/11/2021	2) CARACTERIZAÇÃO DE SÓLIDOS COMO COMBUSTÍVEIS: 2.1 Propriedades físico-químicas.	0	4
5ª	22/11/2021 a 27/11/2021	<b>Questionário avaliativo 1 (Q1).</b> 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. <b>ATIVIDADE 1 (A1).</b>	2	4
6ª	29/11/2021 a 04/12/2021	<b>ATIVIDADE 1 (A1).</b>	0	6
7ª	6/12/2021 a 11/12/2021	<b>ATIVIDADE 1 (A1).</b> 3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.1: Introdução e definições fundamentais. 3.2: Combustão.	0	4
8ª	13/12/2021 a 18/12/2021	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS. 3.2: Combustão - Estequiometria e tipos de combustores.	0	6
9ª	31/01/2022 a 05/02/2022	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS. 3.2: Combustão - Emissões do processo de combustão: Caracterização das emissões. Limites de emissão. <b>ATIVIDADE 2 (A2).</b>	0	4
10ª	07/02/2022 a 12/02/2022	<b>ATIVIDADE 2 (A2).</b>	2	2
11ª	14/02/2022 a 19/02/2022	<b>ATIVIDADE 2 (A2).</b> 3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS: Pirólise - carbonização.	2	2
12ª	21/02/2022 a 26/02/2022	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS: Pirólise - carbonização; pirólise rápida.	0	4
13ª	03/03/2022 a	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA	0	4

	05/03/2022	DE SÓLIDOS. 3.4: Gaseificação.		
14 <sup>a</sup>	07/03/2022 a 12/03/2022	3) PROCESSOS DE CONVERSÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS. 3.4: Gaseificação. <b>QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 2 (Q2).</b>	2	4
15 <sup>a</sup>	14/03/2022 a 19/03/2022	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 (A3).</b>	0	4
16 <sup>a</sup>	21/03/2022 a 26/03/2022	<b>ATIVIDADE 3 (A3). NOVA AVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO.</b>	4	0
Obs: O calendário está sujeito a pequenos ajustes de acordo com as necessidades das atividades.				

<b>XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2021.2</b>	
<b>DATA</b>	
01/11/2021	Dia do servidor público (Lei nº 8.112 – art. 236)
02/11/2021	Finados
15/11/2021	Proclamação da República
28/02/2022	Carnaval – Ponto Facultativo
01/03/2022	Carnaval
02/03/2022	Quarta-feira de cinzas (Ponto Facultativo até 14 horas)

<b>XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA***</b>
1. SAJWAN, K.S.; ALVA, A.K.; PUNSHON, T.; TWARDOWSKA, I. <b>Coal Combustion Byproducts and Environmental Issues</b> . New York, NY: Springer Science+Business Media, Inc., 2006. [Springer e-book]. Disponível em: <a href="https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F0-387-32177-2.pdf">https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F0-387-32177-2.pdf</a> . Acesso em: 16/12/2020.
2. SMOOT, L.D., SMITH, P.J. <b>Coal Combustion and Gasification</b> . Springer US, 1985. Disponível em: <a href="https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-1-4757-9721-3">https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-1-4757-9721-3</a> . Acesso em: 16/12/2020.
3. FIGUEIREDO, J.L., MOULIJN, J.A. <b>Carbon and Coal Gasification</b> . Springer Netherlands, 1986. Disponível em: <a href="https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-94-009-4382-7">https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-94-009-4382-7</a> . Acesso em: 16/12/2020.
4. YUN, Y. <b>Gasification for Practical Applications</b> . IntechOpen, 2012. Disponível em: <a href="https://www.intechopen.com/books/gasification-for-practical-applications">https://www.intechopen.com/books/gasification-for-practical-applications</a> . Acesso em: 16/12/2020.
5. BRIDGWATER, A.V., GRASSI, G. <b>Biomass Pyrolysis Liquids Upgrading and Utilization</b> . Imprensa Springer Netherlands, 1991. Disponível em: <a href="https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-94-011-3844-4">https://doi-org.ez46.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-94-011-3844-4</a> . Acesso em: 16/12/2020.
<b>XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>
1. HILSDORF, J.W. et al. <b>Química tecnológica</b> . São Paulo: Cengage Learning, c2004. viii, 340 p. ISBN 8522103526.
2. CORTEZ, L.A.B., LORA, E.E.S., OLIVARES GÓMEZ, E. (Org.). <b>Biomassa para energia</b> . Campinas: Ed. Unicamp, 2008, 734 p. ISBN 9788526807839.
3. LORA, E.E.S.; VENTURINI, O.J.(Coord.). <b>Biocombustíveis</b> . Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 2 v. ISBN 9788571962289 (obra completa).
4. BRAND, M. A. <b>Energia de biomassa florestal</b> . Rio de Janeiro: Interciência, 2010. xvi, 114 p. ISBN 9788571932449.

\*\*\* A bibliografia principal das disciplinas deverá ser pensada a partir do acervo digital disponível na Biblioteca Universitária, como forma de garantir o acesso aos estudantes, ou, em caso de indisponibilidade naqueles meios, deverão os professores disponibilizar versões digitais dos materiais exigidos no momento de apresentação dos projetos de atividades aos departamentos e colegiados de curso. (Art. 15 § 2º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020)

**Observação:** A bibliografia sobre o conteúdo da disciplina será verificada ao longo do semestre no acerto digital da BU e informada aos estudantes. Os conteúdos das bibliografias que não estiverem disponíveis no formato digital serão disponibilizados pela professora no ambiente da disciplina no Moodle-UFSC nessa versão.

Professor:

Aprovado pelo Colegiado do Curso em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Presidente do Colegiado: