

 <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 2021.1</b></p>
--	--

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO**	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EES7385	SISTEMAS TÉRMICOS	04	00	72

\*\* plano a ser considerado equivalente, em caráter excepcional e transitório na vigência da pandemia COVID-19, à disciplina EES7385.

HORÁRIO		
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
09653 - 3.0820-2 - 5.0820-2	-	<b>Ensino Remoto Emergencial</b>

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)
<b>THIAGO DUTRA</b> (dutra.thiago@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EES7366 (ou EES7351)	Termodinâmica II
EES7355	Transferência de Calor e Massa II
DEC7142	Cálculo Numérico em Computadores

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

V. JUSTIFICATIVA
Esta disciplina aborda um conteúdo aplicado, reunindo fundamentos apresentados aos estudantes ao longo do curso de engenharia de energia e conferindo uma complementação na sua formação profissional. O conteúdo tem relação direta com atividades profissionais que poderão ser realizadas pelo engenheiro de energia, como atuar na análise/dimensionamento de equipamentos de geração e distribuição de vapor, equipamentos para refrigeração e condicionamento de ar, bem como na modelagem, simulação e otimização de sistemas térmicos.

VI. EMENTA
Geração e distribuição de vapor. Equipamentos para refrigeração e ar condicionado. Modelagem, simulação e otimização de sistemas térmicos.

VII. OBJETIVOS
<p><b>Objetivos Gerais:</b> Ao término desta disciplina, é esperado que o aluno demonstre conhecimento sobre os principais aspectos relacionados a geração e distribuição de vapor, equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar, e modelagem, simulação e otimização de sistemas térmicos.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> Para tanto, espera-se que os alunos:</p>

- Realizem análises teóricas de ciclos de potência a vapor e demonstrem conhecimento de conceitos associados geradores de vapor (função, componentes, combustão e balanços energéticos) e à distribuição de vapor;
- Reconheçam os principais equipamentos utilizados em refrigeração e condicionamento de ar bem como seus tipos e funções;
- Consigam modelar, simular e otimizar um sistema térmico em condição de regime permanente.

## VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### 1. Geração e distribuição de vapor

- Revisão do ciclo de Rankine;
- Aspectos gerais sobre geradores de vapor;
- Combustão e combustíveis;
- Fornalhas e queimadores;
- Dispositivos de controle e segurança;
- Transferência de calor em caldeiras;
- Distribuição de vapor.

### 2. Equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar

- Evaporadores e condensadores;
- Compressores;
- Dispositivos de expansão.

### 3. Modelagem, simulação e otimização de sistemas térmicos

- Modelagem matemática;
- Modelagem numérica/simulação;
- Otimização.

## IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

A metodologia deve ser redefinida, especificando os recursos de tecnologias da informação e comunicação que serão utilizados para alcançar cada objetivo (preferencialmente na forma de uma matriz instrucional) (Art. 15 § 4º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

Todo material utilizado, como apresentações, *slides*, vídeos, referências, entre outros, deverá ser disponibilizado pelos professores posteriormente, garantindo o acesso do estudante a material adequado (Art. 15 § 3º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

Serão aplicadas diferentes metodologias de ensino à distância:

- 1) Aulas expositivas e síncronas, utilizando provavelmente a plataforma Google Meet;
- 2) Aulas expositivas e assíncronas, disponibilizada aos alunos por meio do AVEA Moodle;
- 3) Sala de aula invertida: O professor irá orientar os alunos a estudarem um determinado material referente a um tópico do conteúdo. Essa atividade deve ser executada pelos alunos de forma assíncrona. Em seguida, um encontro síncrono é realizado (Google Meet), no qual serão desenvolvidas atividades propostas pelo professor para consolidação do aprendizado.

Observações adicionais extraídas do OFÍCIO CIRCULAR CONJUNTO Nº 003/2021/PROGRAD/SEAI, de 20/04/2021:

a) Espera-se dos(as) discentes condutas adequadas ao contexto acadêmico. Atos 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**

A nota final será computada a partir da combinação das seguintes atividades avaliativas assíncronas:

Atividade 1 (A1): resolução de exercício sobre ciclo de Rankine, utilizando o software EES (acesso via terminal de software da UFSC - <https://otrs.setic.ufsc.br/otrs/public.pl?Action=PublicFAQZoom;ItemID=891>).

Atividade 2 (A2): resolução de lista de exercícios sobre geração e distribuição de vapor. Cada aluno ficará encarregado por solucionar uma ou mais questões propostas pelo professor.

Atividade 3 (A3): resolução de lista de exercícios que contempla o conteúdo de refrigeração/ar condicionado e modelagem/otimização de sistemas térmicos.

A média final será calculada da seguinte forma:

$$MF = 0,2 * A1 + 0,3 * A2 + 0,5 * A3$$

- **Registro de frequência**

Neste tópico, deve-se descrever como será realizado o registro de frequência dos alunos, seguindo parâmetros deliberados em colegiados (Art. 15 § 4º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

A frequência será aferida a partir da entrega das atividades avaliativas assíncronas e do relatório de participação no curso, contabilizado a partir da visualização/download dos arquivos postados pelo professor.

### 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).

<b>XI. CRONOGRAMA PREVISTO</b>				
<b>AULA (semana)</b>	<b>DATA</b>	<b>ASSUNTO</b>	<b>CARGA SÍNCRONA (h-a)</b>	<b>CARGA ASSÍNCRONA (h-a)</b>
1 <sup>a</sup>	14/06/2021 a 19/06/2021	Apresentação do plano de ensino. Revisão do ciclo Rankine	0,5	3,5
2 <sup>a</sup>	21/06/2021 a 26/06/2021	Aspectos gerais de geradores de vapor. Combustão e combustíveis.	1	4
3 <sup>a</sup>	28/06/2021 a 03/07/2021	Combustão e combustíveis. Fornalhas e queimadores.	1	5
4 <sup>a</sup>	05/07/2021 a 10/07/21	Dispositivos de controle e segurança. <b>Postar A1 (08/07).</b>	0	6
5 <sup>a</sup>	12/07/2021 a 17/07/2021	Tiragem.	2	2
6 <sup>a</sup>	19/07/2021 a 24/07/2021	Transferência de calor em caldeiras.	1	3
7 <sup>a</sup>	26/07/2021 a 31/07/2021	Distribuição de vapor.	1	3
8 <sup>a</sup>	02/08/2021 a 07/08/2021	Revisão do ciclo de refrigeração.	1	3
9 <sup>a</sup>	09/08/2021 a 14/08/2021	Compressores. <b>Postar A2 (12/08).</b>	0	5
10 <sup>a</sup>	16/08/2021 a 21/08/2021	Evaporadores e Condensadores.	1	3
11 <sup>a</sup>	23/08/2021 a 28/08/2021	Dispositivos de expansão.	2	2
12 <sup>a</sup>	30/08/2021 a 04/09/2021	Modelagem e simulação de sistemas térmicos.	1	3
13 <sup>a</sup>	06/09/2021 a 11/09/2021	Modelagem e simulação de sistemas térmicos. Otimização.	1	3
14 <sup>a</sup>	13/09/2021 a 18/09/2021	Otimização.	1	3
15 <sup>a</sup>	20/09/2021 a 25/09/2021	Nova avaliação. <b>Postar A3 (23/09).</b>	0	6
16 <sup>a</sup>	27/09/2021 a 02/10/2021	Avaliação de Recuperação (REC). Divulgação das notas.	0	4

<b>XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2021.1</b>	
<b>DATA</b>	
04/09/21 (sab)	Vestibular 2021.2
05/09/21 (dom)	Vestibular 2021.2
06/09/21 (seg)	Vestibular 2021.2
07/09/21 (ter)	Independência do Brasil

<b>XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA***</b>
1. BLACK & VEATCH. <b>Power Plant Engineering</b> . Springer-Verlag US, 1996.
2. NATIONAL INDUSTRIAL FUEL EFFICIENCY SERVICE LTD. <b>The Boiler Operators Handbook</b> . Graham and Trotman Limited, 1985. (base de dados Springer)
3. KROOS, K. A., POTTER, M. C. <b>Termodinâmica para Engenheiros</b> . São Paulo: Cengage Learning, 2015.
4. SIMONSON, J. <b>Thermodynamics</b> . The Macmillan Press LTD, 1993. (base de dados Springer)

5. WIRZ, D. **Refrigeração Comercial para Técnicos em Ar Condicionado**. Tradução da 2ª edição americana. Cengage Learning, 2011.
6. KOELET, P. C., GRAY, T. B. **Industrial Refrigeration: Principles, Design and Applications**. The Macmillan Press LTD, 1992. (base de dados Springer)
7. LANGE, K. **Optimization**. Springer Science+Business Media New York. 2004.
8. DUTRA, T. **Notas de aula da disciplina Sistemas Térmicos**. 2020.

**Observação: A bibliografia supracitada (de 1 a 7) está atualmente disponível (11/08/2020) no acervo digital da BU. No caso de a UFSC interromper o acesso a esses livros digitais, o professor irá fornecer o material bibliográfico necessário para atingir os objetivos da disciplina.**

#### **XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

9. ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 7. Ed. Porto Alegre; AMGH, 2013.
10. BAZZO, E. **Geração de Vapor**. 2ª edição. Editora da UFSC, 1995.
11. STOECKER, W. F.; Jones, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda. 1985.
12. STOECKER, W. F. **Design of Thermal Systems**. 3. ed. Ohio: Mcgraw-hill Science/engineering/math, 1989. 528 p.

\*\*\* 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)

Professor:

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

Presidente do Colegiado: