



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

\* 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.

SEMESTRE 2021.2

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EES7366**	TERMODINÂMICA II	02	00	36

\*\* plano a ser considerado equivalente, em caráter excepcional e transitório na vigência da pandemia COVID-19, à disciplina EES7366.

HORÁRIO

TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
05653 - 3.1420(2)	-	Ensino Remoto Emergencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Rogério Gomes de Oliveira (rogerio.oliveira@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
FQM7113	Química geral
EES7350	Termodinâmica I

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

Bacharelado em Engenharia de Energia

V. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento das máquinas térmicas, dos refrigeradores e climatizadores, baseado no estudo da termodinâmica, causou importantes avanços tecnológicos, impulsionou a revolução industrial, permitiu um melhor armazenamento e distribuição dos alimentos, e proporcionou maior conforto térmico em edificações e veículos. O engenheiro de energia deve compreender as características tanto dos ciclos utilizados para geração de potência de trabalho quanto daqueles que consomem potência de trabalho para fins de refrigeração e climatização e desta forma, saber quais os fatores que impactam a eficiência energética dos sistemas operando com esses ciclos. No caso da análise dos sistemas para climatização, é importante o engenheiro de energia conhecer como utilizar as propriedades das misturas de gases, especialmente, da mistura do ar seco com vapor de água, pois grande parte da energia consumida nos processos de climatização está relacionada a retirada da umidade do ar. E além de conhecer as características desses ciclos termodinâmicos, o engenheiro de energia deve conhecer a termodinâmica das reações químicas para compreender os fatores que influenciam a combustão e saber como calcular o máximo trabalho reversível que é obtido numa célula de combustível.

VI. EMENTA

Ciclos de potência e refrigeração. Cogeração. Misturas de gases. Termodinâmica das reações químicas.

VII. OBJETIVOS

Objetivos Gerais:

Fornecer os subsídios necessários para o aluno entender e analisar o funcionamento de ciclos para produção de potência de eixo e para bombeamento de calor, as misturas de gases nos processos termodinâmicos e as reações químicas de interesse na conversão de energia.

### Objetivos Específicos:

- Apresentar diferentes ciclos de produção de potência de eixo e de bombeamento de calor.
- Demonstrar como calcular as propriedades termodinâmicas das misturas de gases e como utilizá-las em processos termodinâmicos.
- Apresentar o processo de combustão sobre o ponto de vista da termodinâmica clássica.
- Demonstrar como aplicar a primeira e segunda lei da termodinâmica em sistemas reagentes.

### VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Ciclos de potência e ciclos de bombeamento de calor.
- Cogeração.
- Misturas de gases e aplicações.
- Termodinâmica de reações químicas e aplicações.

### 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 remoto em ambiente virtual de aprendizagem, que incluirão:

- 1) a disponibilização de material de estudo em ambiente Moodle e indicação de *links* com material de estudo;
- 2) o diálogo através de fóruns no ambiente Moodle para que os alunos possam expressar suas dúvidas e tanto o professor quanto os demais alunos possam interagir para elucidar essas dúvidas;
- 3) aulas síncronas para elucidar dúvidas ou apresentar novos conteúdos;
- 4) indicação de material de leitura pelo professor com posterior esclarecimento de eventuais dúvidas que os alunos tenham sobre esse material.

### 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 realizar, no mínimo a 75% das horas-aulas (ha) de atividades descritas no cronograma.
- 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**

Haverá três avaliações assíncronas (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>). A média final (MF) será obtida a partir da média ponderada das três avaliações. P<sub>1</sub> terá peso 0,15, P<sub>2</sub> terá peso 0,35 e P<sub>3</sub> terá peso 0,50.

O exame de recuperação (REC) e eventuais avaliações substitutas serão assíncronas.

• **Registro de frequência**

Para as atividades síncronas, o aluno será considerado frequente se estiver presente no momento que o professor salvar a listas dos presentes na sala de encontro síncrono ou se o aluno acessar material de estudo indicado pelo professor, durante a semana da respectiva atividade síncrona, e através de link disponibilizado no moodle. Para as atividades assíncronas com visualização de vídeo, o aluno será considerado frequente se acessar o vídeo através de link disponibilizado pelo moodle durante prazo indicada no moodle. No caso de atividade com resolução de exercícios, o aluno será considerado frequente se resolver os exercícios e enviar as respostas para correção, dentro do prazo indicado.

• **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 avaliações 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 (Poderá haver alteração na proporção entre aulas síncronas e assíncronas, para melhor atender os objetivos da disciplina, e as alterações serão informadas com o máximo de antecedência possível, através do fórum em ambiente Moodle).**

<b>AULA (semana)</b>	<b>DATA</b>	<b>ASSUNTO</b>	<b>CARGA SÍNCRONA (ha)</b>	<b>CARGA ASSÍNCRONA (ha)</b>
1 <sup>a</sup>	25/10/2021 a 30/10/2021	Apresentação da disciplina e ciclos de potência a vapor.	1	2
2 <sup>a</sup>	1/11/2021 a 6/11/2021	Ciclos de potência a vapor.	0	2
3 <sup>a</sup>	8/11/2021 a 13/11/2021	Ciclos de potência a vapor e ciclos de potência a gás em turbinas. 1 <sup>a</sup> Avaliação.	1	1
4 <sup>a</sup>	15/11/2021 a 20/11/2021	Ciclos de potência a gás em turbinas.	0	2
5 <sup>a</sup>	22/11/2021 a 27/11/2021	Ciclos de potência a gás em turbinas e em motores reciprocativos.	0	2
6 <sup>a</sup>	29/11/2021 a 4/12/2021	Ciclos de potência a gás em turbinas e em motores reciprocativos.	1	1
7 <sup>a</sup>	6/12/2021 a 11/12/2021	Ciclos de refrigeração a vapor e a gás.	0	2
8 <sup>a</sup>	13/12/2021 a 18/12/2021	Ciclos de refrigeração a vapor e a gás. 1 <sup>a</sup> Avaliação.	1	2
9 <sup>a</sup>	31/01/2022 a 5/02/2022	Revisão e cogeração	1	1
10 <sup>a</sup>	7/02/2022 a 12/02/2022	Mistura de gases ideais incluindo ar úmido.	0	2
11 <sup>a</sup>	14/02/2022 a 19/02/2022	Mistura de gases ideais, incluindo ar úmido e processos com ar úmido.	0	2
12 <sup>a</sup>	21/02/2022 a 26/02/2022	Mistura de gases e processos com ar úmido. Termodinâmica das reações químicas.	1	2
13 <sup>a</sup>	28/02/2022 a 05/03/2022	Termodinâmica das reações químicas.	0	3
14 <sup>a</sup>	07/03/2022 a 12/03/2022	Termodinâmica das reações químicas.	1	2
15 <sup>a</sup>	14/03/2022 a 19/03/2022	2 <sup>a</sup> avaliação.	0	3
16 <sup>a</sup>	21/03/2022 a 26/03/2022	Exame de recuperação (Rec).		

**XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2021.2**

**DATA**

28/10/2021	Dia do Servidor Público (Lei nº 8.112 – art. 236)
15/11/2021	Proclamação da República
28/02/2021	Carnaval – Ponto Facultativo
01/03/2021	Carnaval
02/03/2021	Quarta-feira de cinzas (Ponto Facultativo até 14 horas)

### XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA\*\*\*

1. MOREIRA, J.R.S. **Aplicações da Termodinâmica - notas de aula de PME3240 –Termodinâmica I(PARTE II)**. São Paulo:USP, 2017. Disponível em <http://www.usp.br/sisea/wp-content/uploads/2017/06/APOSTILA-TERMO-PARTE-2.pdf>, último acesso em 04/08/2020.
2. STROBEL, C. **Máquinas Térmicas I - Ciclos térmicos a vapor**. Curitiba:UFPR, 2012. Disponível em [http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec\\_NOTURNO/TM364/Material%20de%20Aula/Aula%2001%20-%20Ciclos%20T%E9rmicos%20a%20Vapor%20-%20M%E1quinas%20T%E9rmicas%20I.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM364/Material%20de%20Aula/Aula%2001%20-%20Ciclos%20T%E9rmicos%20a%20Vapor%20-%20M%E1quinas%20T%E9rmicas%20I.pdf), último acesso em 04/08/2020.
3. **Módulo VII –Mistura de Gases Ideais. Relações p-v-T. Entalpia, Energia Interna, Entropia e Calores Específicos. Sistemas com Misturas**. Disponível em [https://adm.online.unip.br/img\\_ead\\_dp/33399.PDF](https://adm.online.unip.br/img_ead_dp/33399.PDF), último acesso em 04/08/2020.
4. MARTINELLI Jr, L.C. **Refrigeração e Ar-Condicionado. Parte IV - Psicrometria**. Disponível em [http://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/7/72/RAC\\_IV.pdf](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/7/72/RAC_IV.pdf), último acesso em 04/08/2020.
5. BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. **Reações Químicas (Cap. 15) - Fundamentos da termodinâmica**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. Disponível em <https://www.blucher.com.br/termo>, último acesso em 04/08/2020.
6. BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. **Apêndice A - Fundamentos da termodinâmica**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. Disponível em <https://www.blucher.com.br/termo>, último acesso em 04/08/2020.
7. BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. **Apêndice B - Fundamentos da termodinâmica**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. Disponível em <https://www.blucher.com.br/termo>, último acesso em 04/08/2020.
8. BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. **Apêndice E - Fundamentos da termodinâmica**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. Disponível em <https://www.blucher.com.br/termo>, último acesso em 04/08/2020.

### XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. **Fundamentos da termodinâmica**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.
2. ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. **Termodinâmica**. 7. ed. Porto Alegre:AMGH, 2013. 1018 p.
3. LUZ, M.L.G. S. **Motores a combustão interna**. Pelotas:UFPEL, 2011. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-Combust%C3%A3o-Interna.pdf>, último acesso em 04/08/2020.
4. TARDIOLI, P. W. **Termodinâmica para Engenharia: Um curso Introdotório**. São Carlos, UAB-UFSCar, 2013. Disponível em [http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/2703/1/EA\\_Tardioli\\_Termodinamica.pdf](http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/2703/1/EA_Tardioli_Termodinamica.pdf), último acesso em 04/08/2020.
5. SCHÜRHAUS, P. **Termodinâmica**. União da Vitória, Centro Universitário de União da Vitória, 2007. Disponível em <http://engmadeira.yolasite.com/resources/Termodin%C3%A2mica.pdf>, último acesso em 04/08/2020.

\*\*\* 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: