



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	
EES7382**	REFRIGERAÇÃO E CONDICIONAMENTO DE AR	02	00	36

\*\* plano a ser considerado equivalente, em caráter excepcional e transitório na vigência da pandemia COVID-19, à disciplina EES7382.

HORÁRIO

TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
08653 - 5.1420(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
EES7355	Transferência de Calor e Massa II
EES7366	Termodinâmica II

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

Bacharelado em Engenharia de Energia

V. JUSTIFICATIVA

O conteúdo lecionado nessa disciplina é importante para o aluno conhecer as alternativas de ciclos e sistemas para refrigeração e climatização, e então, possa escolher aquele que mais se adequa a uma determinada aplicação.

VI. EMENTA

Ciclos básicos e avançados por compressão mecânica e térmica. Cálculo de carga térmica em refrigeração e climatização. Psicrometria, resfriamento evaporativo e sistemas dessecantes. Refrigeração e climatização por energia solar e rejeito térmico. Bombas de calor.

VII. OBJETIVOS

Objetivos Gerais:

Aprofundar o estudo dos ciclos de refrigeração e de condicionamento de ar iniciados na disciplina de Termodinâmica II.

### Objetivos Específicos:

- Apresentar ciclos básicos e avançados de refrigeração por compressão mecânica e térmica.
- Demonstrar como calcular a eficiência, a potência térmica e de acionamento dos sistemas de refrigeração e climatização.
- Apresentar sistemas de condicionamento de ar que modificam a umidade do ar.
- Demonstrar como calcular a carga térmica de um ambiente.
- Apresentar algumas das alternativas para refrigeração e climatização que utilizem calor como principal fonte de energia..

### VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Ciclos básicos e avançados por compressão mecânica.
- Ciclos básicos e avançados por compressão térmica (absorção e adsorção).
- Psicrometria, resfriamento evaporativo e sistemas dessecantes.
- Bombas de calor por compressão mecânica e por compressão térmica.
- Refrigeração e climatização por energia solar e rejeito térmico.
- Determinação de carga térmica em refrigeração e climatização.

### 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 docente 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 duas avaliações assíncronas ( $P_1$  e  $P_2$ ) e um projeto audiovisual ( $P_A$ ). A média final (MF) será obtida a partir da média ponderada das avaliações e do projeto.  $P_1$  terá peso 0,30,  $P_2$  terá peso 0,40 e  $P_A$  terá peso 0,30.

O exame de recuperação (REC) e eventuais avaliações substitutas serão assíncronas. Para cada dia de atraso na disponibilização do link do projeto audiovisual e envio de seu respectivo memorial de cálculo, haverá dedução de 10 % na nota do projeto.

- **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, revisão e ciclos avançados de refrigeração, climatização e aquecimento por compressão mecânica de vapor.	0	2
2 <sup>a</sup>	1/11/2021 a 6/11/2021	Ciclos avançados de refrigeração, climatização e aquecimento por compressão mecânica de vapor.	2	0
3 <sup>a</sup>	8/11/2021 a 13/11/2021	Ciclos avançados de refrigeração, climatização e aquecimento por compressão mecânica de vapor. Principais componentes dos sistemas de refrigeração, climatização e aquecimento por compressão mecânica de vapor.	1	1
4 <sup>a</sup>	15/11/2021 a 20/11/2021	Principais componentes dos sistemas de refrigeração, climatização e aquecimento por compressão mecânica de vapor. Influência dos equipamentos no desempenho dos ciclos por compressão mecânica.	1	2
5 <sup>a</sup>	22/11/2021 a 27/11/2021	Influência dos equipamentos no desempenho dos ciclos por compressão mecânica. Alterações na umidade do ar para fins de climatização.	1	1
6 <sup>a</sup>	29/11/2021 a 4/12/2021	Alterações na umidade do ar para fins de climatização.	0	2
7 <sup>a</sup>	6/12/2021 a 11/12/2021	Alterações na umidade do ar para fins de climatização.	1	1
8 <sup>a</sup>	13/12/2021 a 18/12/2021	1 <sup>a</sup> Avaliação	0	3
9 <sup>a</sup>	31/01/2022 a 5/02/2022	Introdução aos sistemas de refrigeração e climatização e aquecimento por sorção e sistemas por absorção com LiBr e H <sub>2</sub> O. Data limite para disponibilização do link do projeto audiovisual e entrega do memorial de cálculo ao professor.	1	2
10 <sup>a</sup>	7/02/2022 a 12/02/2022	Sistemas por absorção com LiBr e H <sub>2</sub> O e sistemas por absorção com H <sub>2</sub> O e NH <sub>3</sub> .	1	2

11 <sup>a</sup>	14/02/2022 a 19/02/2022	Sistemas de refrigeração, climatização e aquecimento por absorção e sistemas, climatização e aquecimento por adsorção.	1	2
12 <sup>a</sup>	21/02/2022 a 26/02/2022	Sistemas de refrigeração e climatização e aquecimento por adsorção. Introdução ao estudo das cargas térmicas e determinação de cargas térmicas interna e externa.	1	1
13 <sup>a</sup>	28/03/2022 a 05/03/2022	Introdução ao estudo das cargas térmicas e determinação de cargas térmicas interna e externa.	1	1
14 <sup>a</sup>	07/03/2022 a 12/03/2022	Introdução ao estudo das cargas térmicas e determinação de cargas térmicas interna e externa.	1	1
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\*\*\*

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- BORGNACKE, 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.
- BORGNACKE, 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.
- BORGNACKE, 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.
- OLIVEIRA, R.G. Solar Powered Sorption Refrigeration and Air Conditioning. In: LARSEN, M. E. (Org.) **Refrigeration: Theory, Technology and Applications**. Hauppauge: Nova Publisher, 2011. 577 p. Disponível em [http://www.novapublishers.org/catalog/product\\_info.php?products\\_id=22023](http://www.novapublishers.org/catalog/product_info.php?products_id=22023), último acesso em 04/08/2020.
- OLIVEIRA, R.G. Chemisorption heat pumps for water heating and steam production. In: BARBIN, D. F.; SILVEIRA Jr, V. (Org.). **Novel concepts for energy-efficient water heating systems: theoretical analysis and experimental investigation**. 1st ed., Hauppauge: Nova Science Publishers, 2013. Disponível em [http://www.novapublishers.org/catalog/product\\_info.php?products\\_id=41466](http://www.novapublishers.org/catalog/product_info.php?products_id=41466), último acesso em 04/08/2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-3-Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto. Parte 3: Método de cálculo da carga térmica residencial**. Rio de Janeiro, p. 22. 2018. Disponível em <http://www.bu.ufsc.br/basesAutenticacao.htm#abnt>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-1 –Instalações de condicionamento de ar –Sistemas Centrais e Unitários. Parte 1: Projetos das instalações**. Rio de Janeiro, p. 60. 2008. Disponível em <http://www.bu.ufsc.br/basesAutenticacao.htm#abnt>

#### XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. KROOS, K.A.; POTTER, M.C. **Termodinâmica para engenheiros**. São Paulo:Cengage Learning, 2015. Disponível em <http://portal.bu.ufsc.br/bases-de-dados-em-teste-3/> e <https://cengagebrasil.vstbridge.com/>
2. WIRZ, D. **Refrigeração comercial para técnicos em ar condicionado**. São Paulo:Cengage Learning, 2011. Disponível em <http://portal.bu.ufsc.br/bases-de-dados-em-teste-3/> e <https://cengagebrasil.vstbridge.com/> .
3. ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. **Termodinâmica**. 7. ed. Porto Alegre:AMGH, 2013. 1018 p.
4. HEROLD, K. E.; RADERMACHER, R.; KLEIN, S. A. **Absorption chillers and heat pumps**. 2nd ed., Boca Raton: CRC Press, 2016.
5. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. **ASHRAE Handbook— Refrigeration (SI)**. ASHRAE. 2014.
6. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. **ASHRAE Handbook— HVAC Applications (SI)**. ASHRAE. 2015.
7. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. **ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment (SI)**. ASHRAE. 2016.
8. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. **ASHRAE Handbook— Fundamentals (SI)**. ASHRAE. 2017.
9. McQUISTON, F.C.; PARKER, J.D.; SPITLER, J.D. **Heating, Ventilation, and Air Conditioning: Analysis and Design**. 6. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. 623p.
10. 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.
11. 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.
12. MURR, F.E.X. **Estudos da refrigeração solar e simulação de um sistema de absorção resfriado a ar, com aquecimento solar direta da solução amônia-agua**. 1981. 133f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Campinas, SP. Disponível em [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255920/1/Murr\\_FernandaElizabethXidieh\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255920/1/Murr_FernandaElizabethXidieh_M.pdf), último acesso em 04/08/2020..
13. FIGUEIREDO, J.R. **Projeto e modelamento teorico de um sistema de refrigeração por absorção movido a energia solar**. 1980. 150 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Campinas, Campinas, SP. Disponível em [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/265463/1/Figueiredo\\_JoseRicardo\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/265463/1/Figueiredo_JoseRicardo_M.pdf), último acesso em 04/08/2020..
14. OLIVEIRA, R.G. **Avaliação de um sistema de refrigeração por adsorção para produção de gelo, operando diferentes tipos de ciclo com baixas temperaturas de geração**. 2004. 153p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/334244/1/Oliveira\\_RogérioGomesDe\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/334244/1/Oliveira_RogérioGomesDe_D.pdf), último acesso em 04/08/2020..
15. MAGAZONI, F. C. **Análise Dinâmica de um Chiller de Absorção de Brometo de Lítio-Água em um Processo de Resfriamento de Dorna de Fermentação Alcoólica**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, SC. Disponível em <http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC1317-D.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:

