

 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</p>	<p align="center"> UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CAMPUS ARARANGUÁ CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE PLANO DE ENSINO* </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">SEMESTRE 2020.1</p>
--	--

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 - 2.1830(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;

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 de questionários semanais em ambiente Moodle (avaliação do tipo Q) que poderão conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas. O aluno que deixar de responder o questionário durante a semana na qual foi disponibilizado, não poderá respondê-lo posteriormente, no entanto, para o cálculo do valor de Q, serão excluídas as notas ZERO que correspondam a até 25 % do total das notas dos questionários semanais, sendo então o valor de Q, uma média simples das notas válidas dos questionários semanais.
- O exame de recuperação será uma avaliação síncrona (REC).

- **Registro de frequência**

A frequência será aferida semanalmente através da participação do aluno nos questionários semanais.

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).

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO	CARGA SÍNCRONA (h-a)	CARGA ASSÍNCRONA (h-a)
1ª	04/03/20 a 07/03/20	-----	-----	-----
2ª	09/03/20 a 14/03/20	Apresentação da disciplina e do ciclo básico de refrigeração e bomba de calor por compressão mecânica (aula no laboratório de fenômenos de transporte), apresentação de indicadores de eficiência.	Ministrada na modalidade presencial	
3ª	31/08/20 a 05/09/20	Esclarecimento de dúvidas sobre o plano de ensino. Ciclo básico e ciclos avançados por compressão mecânica (continuação do conteúdo apresentado nas primeiras semanas presenciais de 2020.1).	1	1
4ª	07/09/20 a 12/09/20	Dia não letivo.	0	0
5ª	14/09/20 a 19/09/20	Ciclo básico e ciclos avançados por compressão mecânica	0	2
6ª	21/09/20 a 26/09/20	Principais componentes dos sistemas de refrigeração e ar condicionado.	0	2
7ª	28/09/20 a 03/10/20	Influência das condições de operação e características dos equipamentos.	0	2
8ª	05/10/20 a 10/10/20	Alterações na umidade do ar.	1	1
9ª	12/10/20 a 17/10/20	Dia não letivo.	0	0
10ª	19/10/20 a 24/10/20	Introdução aos sistemas de refrigeração e climatização por sorção.	1	1
11ª	26/10/20 a 31/10/20	Determinação de desempenho de sistemas de refrigeração e climatização por absorção.	0	2
12ª	02/11/20 a 07/11/20	Dia não letivo.	0	0
13ª	09/11/20 a 14/11/20	Determinação de desempenho de sistemas de refrigeração e climatização por absorção.	0	2
14ª	16/11/20 a 21/11/20	Determinação de desempenho de	1	1

		sistemas de refrigeração e climatização por adsorção.		
15 ^a	23/11/20 a 28/11/20	Determinação de desempenho de sistemas de refrigeração e climatização por adsorção.	0	2
16 ^a	30/11/20 a 05/12/20	Determinação de carga térmica em refrigeração e climatização.	1	1
17 ^a	07/12/20 a 12/12/20	Determinação de carga térmica em refrigeração e climatização.	0	2
18 ^a	14/12/20 a 19/12/20	Exame de recuperação (Rec).	2	0

XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2020.1

DATA	
07/09/20 (seg)	Independência do Brasil
12/10/20 (seg)	Nossa Senhora Aparecida
28/10/20 (qua)	Dia do Servidor Público
02/11/20 (seg)	Finados

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, 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, 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, último acesso em 04/08/2020.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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, 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, 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

- 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, 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, 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, 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, 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: