



PLANO DE ENSINO – 2022/2

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA: EQA 5332					
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
			TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EQA5332	Operações Unitárias de Transferências de Calor II	07215	04	-	72

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S) Alcilene Rodrigues Monteiro Fritz
--

PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EQA5416	Fenômenos de Transferência II

EQUIVALENTES ENQ1332 ou ENQ5332

CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA ENGENHARIA DE ALIMENTOS
--

EMENTA Operações unitárias da indústria de alimentos envolvendo fenômenos de transferência de calor (trocadores de calor, evaporação, refrigeração).
--

VII. OBJETIVOS GERAL: A disciplina tem por objetivos mostrar e aplicar os fundamentos teóricos envolvendo Transferência de calor para conservação de alimentos através de processos de aquecimento e resfriamento. ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none">• Estudar Propriedades físicas e térmicas dos alimentos.• Definir e classificar os fenômenos de transferência de calor envolvidos nos processos;• Definir trocadores de calor<ul style="list-style-type: none">- Estudar os de trocadores de calor e sua aplicação na indústria de Alimentos- Estudar os fenômenos no processo de troca térmica em trocadores e evaporadores- Estudar os processos de troca térmica durante o uso de resfriamento e congelamento de alimentos associado a sua conservação;- Equipamentos usados no processo de resfriamento (trocadores de calor), acessórios e câmaras de armazenamento, dimensionamento
--

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO Introdução: Princípios da análise dimensional aplicados ao mecanismo de transferência de calor por convecção. Obtenção de grupos adimensionais relevantes do fenômeno e propriedades termofísicas dos alimentos. 1 - Refrigeração: 1.1- Sistemas de produção de frio: compressão de gases, compressão de vapores, por absorção. Criogenia. 1.2- Sistema de compressão de vapor: Diagramas de ciclo, ciclo saturado simples e variantes do ciclo Real,



Compressores, Condensadores, Evaporadores, Controles de Ciclo.
1.3 - Conservação do frio: Isolantes, Espessura ótima de isolantes, Câmaras Frigoríficas, Cálculo de Carga Térmica.
1.4- Conservação dos Alimentos: Atmosfera Controlada, Métodos de Resfriamento e Congelamento /
1.5 - Descongelamento dos Alimentos.
1.6 - Modelos Matemáticos de Predição de Tempos de Congelamento de Alimentos.

2 – Trocadores de calor
2.1. Correlações para o coeficiente de transferência de calor por convecção em tubos. Coeficiente global de transmissão de calor. Determinação de média logarítmica da diferença de temperatura. Temperatura calórica e temperatura de parede de tubo. Trocadores de calor de tubo duplo. Trocadores de calor de tubos e carcaça. Verdadeira diferença de temperatura, num trocador 1-2. Queda de pressão. Trocadores de calor com mudança de fase. Dimensionamento de trocadores de calor a placas. Trocadores de superfície raspada.
3 - Evaporadores. Tipos e aplicações. Fatores que influenciam na operação. Transmissão de calor nos evaporadores. Capacidade e economia de evaporadores simples e múltiplos efeitos. Equipamentos auxiliares economizadores de vapor. Projeto térmico de evaporadores.
4 - Geradores de vapor. Combustíveis. Distribuição de vapor. Equipamentos auxiliares

Aula	Conteúdo
1 29/08 2h	Aula expositiva: Apresentação da disciplina. Estabelecimento de objetivos e diretrizes de como os conteúdos serão abordados, Plano de ensino PROJETO DA DISCIPLINA Aula introdutória: Processos de transferências envolvidos e propriedades termofísicas dos alimentos
2 31/08 2h	Aula: propriedades termofísicas dos alimentos x processos de refrigeração e congelamento
3 05/09 2h	Aplicação do frio: contextualização/histórico do uso do frio para preservação de alimentos Objetivos e atualizações
07/09	FERIADO – 07 DE SETEMBRO
4 12/09 2h	e Introdução aos conceitos básicos da aplicação do frio na indústria de alimentos Propriedades termodinâmicas e fenômenos envolvidos nos processos de refrigeração e congelamento de alimentos
5 14/09 2h	Propriedades termodinâmicas e fenômenos envolvidos nos processos de refrigeração e congelamento de alimentos Atividade extra-classe: Refrigerantes usados na indústria de refrigeração
6 19/09 2h	Componentes do ciclo de refrigeração de um estágio: balanços de energia em cada componente, efeito refrigerante e Coeficiente de performance
7 21/09 2h	Entrega 1: PROJETO DA DISCIPLINA – TEMA E EQUIPE: discussão Ciclos de refrigeração de um único estágio Exercícios em classe: ciclo de refrigeração de um estágio
8 26/09	Entrega 2 Projeto: Objetivos e introdução: discussão Atividade extra classe: Visita ao Polo – EMC-UFSC
9	Ciclos de refrigeração de múltiplos estágios: teoria e exercícios



28/09 2h	
10 03/10	Congelamento de alimentos: fundamentos sobre congelamento de alimentos e congeladores de alimentos (equipamentos e funcionamentos)
11 05/10 2h	Visita a Amorato sorvetes artesanais
12 10/10 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento Exercícios
12/10	FERIADO
13 17/10 2h	Câmaras de resfriamento e conservação de alimentos Psicometria: teoria e aplicação em processos de resfriamento de alimentos Exercícios
14 19/10 2h	Psicometria: teoria e aplicação em processos de resfriamento de alimentos Exercícios
15 24/10 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento- Exercícios
16 26/10 2h	Exercícios e revisão sobre resfriamento de alimentos
17 31/10 2h	Avaliação 1 individual do conteúdo dado ATÉ 26/10
02/11	FERIADO
18 07/11 2h	PARTE 2: Trocadores de calor Introdução: Tipos e classificação de trocadores de calor, Aplicação na I. A.
19 09/11	Dimensionamento térmico de um trocador de calor: balanços de energia e potencial térmico de trocadores de calor de passe simples tubular
20 14/11 2h	Trocadores de calor de passes múltiplos tubular - Exercícios
21 16/11 2h	Dimensionamento térmico pelo método: Efetividade-NTU de trocadores de calor tubular
22 21/11	Exercícios de trocadores de calor tubular de um e mais passes Projeto: dúvidas
23 23/11	- Variáveis de projeto em trocadores de calor a placas e tubulares Aletas e Trocadores de calor a placa Exercícios de trocadores de calor tubular e a placa
24 29/11 2h	Exercícios de trocadores de calor a placa Aulas de dúvidas: Trocadores de calor
25 30/11	Evaporadores: conceito, aplicação e tipos de evaporadores



2h	Evaporadores de simples e múltiplos efeitos , <i>Balancos de massa e energia em evaporadores de múltiplos efeitos</i> <i>Exercícios Evaporadores de simples e múltiplos efeitos</i>
26 05/12 2h	dúvidas dos conteúdos Projeto Entrega 3: desenvolvimento do tema –dimensionamento, cálculos envolvidos no projeto como balanços de massa e energia,
27 07/12	Avaliação 2- trocadores de calor
28 12/12 2h	Projetos apresentação/arguição
29 14/12 2h	Projetos apresentação/arguição
30 19/12 2h	recuperação
31 21/12 2h	Disponibilidade das avaliações - fim do semestre

IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

As aulas são expositivas de forma presencial, com material disponível no moodle: slides, apostilas, listas de exercícios, uso de recursos audiovisuais como vídeos demonstrando a aplicação dos processos na indústria. Visitas técnicas (quando possível). Resolução de exercícios em sala e de forma assíncron para fixação dos conteúdos. Os alunos deverão apresentar dúvidas e/ou argumentação demonstrando interesse e grau de aprendizado. O Moodle será utilizado para disponibilizar além do material de aula as atividades e tarefas a serem realizadas pelos alunos.

X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação será realizada da seguinte forma:

- Duas avaliações individuais na forma síncrona durante as aulas: prova abordando o conteúdo de cada etapa. cada uma das avaliações terá os seguintes pesos:

Avaliação 1: Prova individual 80% e 20% relativo às atividades e participação em classe continuada, ou seja, no decorrer das aulas serão aplicadas atividades avaliativas e também será proposto um projeto para desenvolvimento durante o semestre e apresentado ao final do mesmo.

Avaliação 2: prova individual (50%) do conteúdo abordado no período (após a avaliação 1), projeto (40%), participação em classe 10%

A tutoria será contínua para melhor aprendizado dos estudantes pelo professor

Compondo a nota final será avaliada a participação em aula durante resolução de exercícios, discussão dos assuntos. A apresentação do seminário/projeto em equipe, com avaliação será individual dos integrantes quanto: apresentação e participação nas discussões e domínio do conteúdo apresentado.

Faremos visitas: lab de refrigeração (POLO-Eng. Mecânica-UFSC) e Amorato Sorvete artesanais

PROJETO:

Projetar processo para conservação de Alimento usando as operações estudadas na disciplina

Recuperação: prova de todos os conteúdos ministrados durante o semestre

A nota final será o resultado da soma das atividades descritas acima

REQUISITOS PARA APROVAÇÃO:

A média final (NMF):

Se NMF \geq 5,75 - Aprovado sem REC.

Se NMF $<$ 5,75 - REC (R)

Se NMF $<$ 3,00 - Reprovado



1) REC (Prova de Recuperação)
Se $(NMF + R)/2 \geq 5,75$ - Aprovado
Se $(NMF + R)/2 < 5,75$ - Reprovado
Frequência mínima exigida: 75% com a presença nas aulas síncronas

XI. NOVA AVALIAÇÃO

Para o semestre 2022-2 as atividades que serão base para avaliação e composição da nota final serão realizadas durante as aulas presenciais e atividades assíncronas.

XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

Refrigeração Industrial. W.F. Stoecker & J.M. Saiz Jabardo. Ed. Edgard Blucher LTDA, 2ª ed. 2002
Refrigeração e ar condicionado: Wilbert S. Stoecker & Jerold W. Jones. McGraw-Hill, 1985.
Unit Operations in Food Processing R.L. Earle. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-00556-X>
A disciplina não tem uma bibliografia única, as aulas são montadas baseadas em diversos livros e artigos de operações unitárias para indústria de alimentos e fenômenos de transferência de calor. O material compilado será disponibilizado aos estudantes. A bibliografia complementar está baseada no item XIV.

XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. Unit Operations in Food Engineering. Gustavo V. Barbosa-Cánovas. CRC Press. ISBN 1-56676-929-9
2. Transport Process and Unit Operations, Prentice – Hall, Inc. Christie J. Geankopolis Opera
3. Operações Unitárias na Indústria de Alimentos - Carmen Cecilia Tadini, Vania Nicoletti Teles, Antonio Jose de Almeida Meirelles, Pedro de Alcantara pessoa Filho.
4. Food Properties Handbook, Second Edition - M. Shafiur Rahman
5. Refrigeração Industrial. W.F. Stoecker & J.M. Saiz Jabardo. Ed. Edgard Blucher LTDA, 2ª ed. 2002
Refrigeração e ar condicionado: Wilbert S. Stoecker & Jerold W. Jones. McGraw-Hill, 1985.

OBSERVAÇÕES

As datas dos tópicos podem sofrer alterações

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento