



PLANO DE ENSINO – 2023/1

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA: EQA 5332					
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
			TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EQA533 2	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. Tópicos <ol style="list-style-type: none">1. Trocadores de calor: conceito e aplicação na indústria de alimentos



- 1.1. 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. 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.
- 1.2 - **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.
- 1.3 - **Geradores de vapor**. Combustíveis. Distribuição de vapor. Equipamentos auxiliares
- 2- Refrigeração:
- 2.1- Introdução a refrigeração: abordagem teórica e prática envolvidas nos fundamentos do frio
- 2.2. Sistemas de produção de frio: compressão de gases, compressão de vapores, por absorção. Criogenia.
- 2.3- Sistema de compressão de vapor: Diagramas de ciclo, ciclo saturado simples e variantes do ciclo Real,
Compressores, Condensadores, Evaporadores, Controles de Ciclo.
- 5.3.2.4 - Conservação do frio: Isolantes, Espessura ótima de isolantes, Câmaras Frigoríficas, Cálculo de Carga Térmica.
- 2.5 - Conservação dos Alimentos: Atmosfera Controlada, Métodos de Resfriamento e Congelamento / 2.6 - Descongelamento dos Alimentos.
- .7 - Modelos Matemáticos de Predição de Tempos de Congelamento de Alimentos.

Aula	Conteúdo
1 06/03 2h	Aula expositiva: Apresentação da disciplina. Estabelecimento de objetivos e diretrizes de como os conteúdos serão abordados - PROJETO DA DISCIPLINA Aula introdutória: propriedades termofísicas dos alimentos
08/03 2h	Propriedades termofísicas de alimentos e processos de troca térmicas
3 13/03 2h	Tipos de trocadores de calor e aplicações na I. A
4 15/03 2h	Adimensionais envolvidos em processos de escoamento de fluidos trocadores de calor Dimensionamento térmico de um trocador de calor: balanços de energia e potencial térmico de trocadores de calor de passe simples tubular
5 20/03 2h	Exercícios Trocadores de calor de passes simples Trocadores de calor de passe duplo
6 22/03 2h	Dimensionamento térmico pelo método: Efetividade-NTU de trocadores de calor tubular
7 27/03	Entrega 1 do projeto: equipe e título Exercícios de trocadores de calor tubular de um e mais passes
08 28/03	- Trocadores de calor tubular: ariáveis 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
09	



03/04 2h	Exercícios de trocadores de calor a placa Aulas de dúvidas: Trocadores de calor
10 03/05 2h	Evaporadores: conceito, aplicação e tipos de evaporadores 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>
11 05/04	<i>Balancos de massa e energia em evaporadores de múltiplos efeitos</i> <i>Exercícios Evaporadores de simples e múltiplos efeitos</i>
12 10/04 2h	dúvidas dos conteúdos Entrega 2 Projeto: Objetivos e introdução: discussão
12 12/04	Avaliação 1- trocadores de calor: casco e tubo, placas e evaporadores
13 17/04 2h	Geradores de vapor
Parte 2 – aplicação do frio	
14 19/04 2h	Aplicação do frio: contextualização/histórico Objetivos 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
15 24/04 2h	Propriedades termodinâmicas e fenômenos envolvidos nos processos de refrigeração e congelamento de alimentos atividade extraclasse: Refrigerantes usados na indústria de refrigeração
16 26/04 2h	Componentes do ciclo de refrigeração de um estágio: balanços de energia em cada componente, efeito refrigerante e Coeficiente de performance
17 03/05 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-aula remota
18 08/05	Projeto Entrega 3: desenvolvimento do tema –dimensionamento, cálculos envolvidos no projeto como balanços de massa e energia, Atividade extra classe: Visita ao Polo – EMC-UFSC
19 10/05 2h	Ciclos de refrigeração de múltiplos estágios: teoria e exercícios
20 15/05	Exercícios ciclo de refrigeração
21 17/05 2h	Visita a Amorato sorvetes artesanais
22	Congelamento de alimentos: fundamentos sobre congelamento de



22/05 2h	alimentos e congeladores de alimentos (equipamentos e funcionamentos)
23 24/05 2h	Psicometria: teoria e aplicação em processos de resfriamento de alimentos Exercícios
24 29/05 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento Projeto Entrega 3
25 31/05 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento Exercícios
26 05/06 2h	Câmaras frigoríficas: elementos, disposição e dimensionamento
27 07/06 2h	Câmaras frias: exercícios Projeto - duvidas
28 12/06 2h	cálculos envolvidos no projeto Congelamento: exercícios
28 14/06 2h	Exercícios para avaliação 2 (aula gravadas) e duvidas (on line)
29 19/06 2h	Avaliação 2: parte 2 – frio conteúdo dado ATÉ 07/06
30 21/06 2h	Projeto – Duvidas (on line)
31 26/06	Apresentação do projeto
28/06	Prova de recuperação
03/07	Resultado final

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 assíncrona 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 (40%) do conteúdo abordado no período (após a avaliação 1), projeto



(60%)

A tutoria será contínua para melhor aprendizado dos estudantes pelo professor. Composto 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:

Operações envolvidas no curso

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 2023-1 as atividades 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

Sistema de comunicação

Um AVEA (Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem) será disponibilizado na plataforma Moodle. Nele, os alunos poderão ter acesso ao conteúdo da disciplina, enviar mensagens, participar de fóruns de discussão, além de realizar atividades avaliativas.



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Química
e Engenharia de Alimentos



Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento