



PLANO DE ENSINO – 2024/1

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 e Germán Ayala Valencia

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 11/03 2h	Apresentação da disciplina e do plano de ensino. Introdução aos trocadores de calor
13/03 2h	Trocadores de calor: Método da diferença de temperatura média logarítmica (LMDT)
3 18/03 2h	Trocadores de calor: Exercícios sobre LMDT
4 20/03 2h	Trocadores de calor: Método da efetividade - NTU
5 25/03 2h	Trocadores de calor: Exercícios sobre NTU
6 27/03 2h	Trocadores de calor a placas
7 01/04	Trocadores de calor: Coeficientes individuais de convecção
08 03/04	Trocadores de calor: Queda de pressão e potência da bomba
09 08/04 2h	Evaporadores: Conceitos básicos
10 10/04 2h	Evaporadores de único efeito



11 15/04	Evaporadores: Projeção da área do equipamento
12 17/04 2h	Evaporadores de múltiplos efeitos
13 22/04 2h	Evaporadores de múltiplos efeitos
14 24/04 2h	Exercícios
15 29/04	Avaliação 1- trocadores de calor e evaporadores
	Parte 2 – aplicação do frio
16 06/05	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
17 08/05 2h	Propriedades termodinâmicas e fenômenos envolvidos nos processos de refrigeração e congelamento de alimentos atividade extraclasse: Refrigerantes usados na indústria de refrigeração Entrega 1: PROJETO DA DISCIPLINA – TEMA E EQUIPE
18 13/05 2h	Componentes do ciclo de refrigeração de um estágio: balanços de energia em cada componente, efeito refrigerante e Coeficiente de performance
19 15/05 2h	Ciclos de refrigeração de um único estágio Exercícios em classe: ciclo de refrigeração de um estágio
20 20/05	Atividade extra classe: Visita ao Polo – EMC-UFSC
21 22/05 2h	Ciclos de refrigeração de múltiplos estágios: teoria e exercícios PROJETO ENTREGA 2: introdução sobre o tema, objetivos e metodologia a ser empregada para alcançar os objetivos
20 27/05	Congelamento de alimentos: fundamentos sobre congelamento de alimentos e congeladores de alimentos (equipamentos e funcionamentos)
21 29/05 2h	Visita a Amorato sorvetes artesanais
22 03/06 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento Exercícios
23 05/06 2h	Câmaras de resfriamento e conservação de alimentos
24 10/06	Psicometria: teoria e aplicação em processos de resfriamento de alimentos



2h	
25 12/06 2h	Psicometria: teoria e aplicação em processos de resfriamento de alimentos Exercícios
26 17/06 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento PROJETO ENTREGA 3: desenvolvimento do projeto através do uso das metodologias e resultados alcançados – discussão/duvidas
27 19/06 2h	Congelamento de alimentos: aplicação, modelo de tempo e temperatura de congelamento Projeto/duvidas
28 24/06 2h	Projeto Entrega 4- ajustes finais cálculos envolvidos no projeto Congelamento: exercícios
28 26/06 2h	Avaliação 2: parte 2 – frio conteúdo dado ATÉ 19/06
29 01/07 2h	Projeto – ajustes finais antes da apresentação
30 08/07 2h	Projeto – apresentação oral e escrita do projeto: apresentação oral/arguição
31 10/07	Prova de recuperação
15/07	Divulgação dos resultados finais

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%):projeto: avaliação da parte escrita (30%) + apresentação (domínio pela arguição-70%)

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: o projeto a ser desenvolvido no curso deve envolver pelo menos um dos tópicos descrito no plano de ensino. As entregas são periódicas e devem conter no mínimo: introdução



contextualizando o tema, escolha e as hipóteses. Descrição das metodologias e/ou métodos a serem utilizados para alcançar os resultados e objetivos proposto. Os resultados devem ser apresentados na forma de gráfico, tabelas e descritos e discutidos. E por fim uma conclusão. A apresentação será feita ao final do semestre, as equipes farão apresentação do seu respectivo projeto e cada membro da equipe arguido quanto ao projeto como um todo. A avaliação será individual bem como a nota final.

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 2022-1 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



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



Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento

Assinatura do Professor