

**PLANO DE ENSINO –**

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:					
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 /sala de videoconferência (Google meet/conferenciarnp.br)

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
<p>GERAL:</p> <p>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.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estudar Propriedades físicas e térmicas dos alimentos.</li><li>• Definir e classificar os fenômenos de transferência de calor envolvidos nos processos;</li><li>• Definir trocadores de calor<ul style="list-style-type: none"><li>- Estudar os de trocadores de calor e sua aplicação na indústria de Alimentos</li><li>- Estudar os fenômenos no processo de troca térmica em trocadores e evaporadores</li><li>- Estudar os processos de troca térmica durante o uso de resfriamento e congelamento de alimentos associado a sua conservação;</li><li>- Equipamentos usados no processo de resfriamento (trocadores de calor), acessórios e câmaras de armazenamento, dimensionamento</li></ul></li></ul>

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
<p>1 - Princípios da análise dimensional aplicados ao mecanismo de transferência de calor por convecção. Obtenção de grupos adimensionais relevantes do fenômeno.</p> <p>2 - 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.</p>

Trocadores de superfície raspada.

3 - Geradores de vapor. Combustíveis. Distribuição de vapor. Equipamentos auxiliares.  
 4 - 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.

5 - Refrigeração:

5.1- Sistemas de produção de frio: compressão de gases, compressão de vapores, por absorção, por adsorção. Termoelétrica. Criogenia.

5.2- Sistema de compressão de vapor: Diagramas de ciclo, ciclo saturado simples, Ciclo Real,

Compressores, Condensadores, Evaporadores, Controles de Ciclo.

5.3- Conservação do frio: Isolantes, Espessura ótima de isolantes, Câmaras Frigoríficas, Cálculo de Carga Térmica.

5.4- Conservação dos Alimentos: Atmosfera Controlada, Métodos de Resfriamento e Congelamento /

Descongelamento dos Alimentos. Modelos Matemáticos de Predição de Tempos de Congelamento de Alimentos.

Aula	Conteúdo
1 31/08 2h	Aula expositiva remota: Apresentação da disciplina no modelo remoto. Estabelecimento de objetivos e diretrizes de como os conteúdos serão abordados
2 09/09 2h	<b>REVISÃO DO CONTEUDO Ministrado de 6 a 15/03/ e atividades</b>
07/09	<b>FERIADO</b>
3 14/09 2h	Fenômenos de transferência de calor envolvidos nos processos de resfriamento e aquecimento de alimentos Atividade
4 16/09 2h	Objetivos e Introdução aos conceitos básicos da aplicação do frio na indústria de alimentos
5 21/09 2h	Propriedades termodinâmicas e fenômenos envolvidos nos processos de refrigeração e congelamento de alimentos Atividades
6 23/09	Ciclo de Carnot x ciclo de refrigeração Atividade: pesquisar sobre refrigerantes usado nos processos de refrigeração
7 28/09 2h	Refrigerantes: pesquisa extraclasse – <b>aula assíncrona – Estagio docência</b>
8 30/09	Propriedades termodinâmicas da água Exercícios
<b>9</b> <b>5/10</b> <b>2h</b>	<b>Propriedades termodinâmicas da água</b> <b>Exercícios – aula assíncrona/síncrona - Estagio docência</b>
10 07/10 2h	Ciclos de refrigeração de um único estagio Exercícios

11 12/10 2h	Feriado
12 14/10 2h	Exercícios e atividades em classe: ciclos de refrigeração de um estágio <b>Estagio docência</b>
13 19/10 2h	Ciclos de refrigeração de vários estágios: atividades em classe
14 21/10 2h	Ciclos de refrigeração de vários estágios: atividades em classe
15 19/10 2h	Câmaras de resfriamento e conservação de alimentos: projeto Atividades
16 26/10	Câmaras de resfriamento e conservação de alimentos: projeto Atividades
17 28/10 2h	Atividades em classe: projeto/seminário (discussão e avaliação)
18 04/11 2h	Congelamento de alimentos: fundamentos e aplicação
19 06/11	Congelamento de alimentos: tipos de equipamentos e aplicação
20 09/11	Trocadores de calor usados nos processos de pasteurização e esterilização de alimentos: exemplos e aplicações
21 11/11 2h	Modelos matemáticos aplicados em trocadores de calor de passe simples e múltiplos passes.
22 16/11 2h	Exercícios de trocadores de calor tubular de um e mais passes <b>Aulas síncrona/assíncrona – Estagio docência</b>
23 18/11 2h	Exercícios de trocadores de calor tubular de um e mais passes
24 23/11	Trocadores de calor a placa
25 25/11 2h	Exercícios de trocadores de calor
26 30/11 2h	Projetos/seminário (discussão e avaliação) <b>Síncronas e assíncronas: estagio docência</b>
27 02/12	Evaporadores de simples e múltiplos efeitos
28 04/12	Exercícios trocadores de calor
29 07/12 2h	Projeto/discussão e avaliação <b>Síncronas e assíncronas: estagio docência</b>
30	Projetos apresentação



14/12 2h	
31 16/12	Recuperação: prova dos conteúdos ministrados

#### **IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

As aulas são expositivas de forma síncronas, link de vídeos aulas serão disponibilizados via moodle, bem como apostilas, listas de exercícios, uso de recursos audiovisuais como vídeos demonstrando aplicação dos processos na indústria. Resolução de exercícios de forma síncrona e assíncrona; atividades externas para fixação dos conteúdos. Os alunos deverão apresentar dúvidas e/ou argumentação demonstrando interesse e grau de aprendizado.

O Moodle será utilizado para disponibilizar todo o material a ser utilizados nas aulas síncronas e assíncronas, e também as atividades e tarefas a serem realizadas pelos alunos. Os encontros síncronos serão através do Google meeting ou a webconferencia rnp

- Um estagiário de docência dará suporte a disciplina

#### **X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

A avaliação será de forma 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. Além das atividades extra-classe.

A tutoria será continua 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, mas a avaliação será individual dos integrantes quanto: apresentação e participação nas discussões e domínio do conteúdo apresentado .

Avaliação de atividades em classe e extra-classe individual (50%); seminário (50%).

PROJETO:

RESFRIAMENTO e CONGELAMENTO DE ALIMENTOS

Trocadores de calor

Recuperação: prova síncrona 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 2020-1 as atividades que serão base para avaliação e composição da nota final serão realizadas durante as aulas síncronas e assíncronas. Se ocorrer problema de conexão durante as atividades que prejudique algum estudante, o mesmo terá a oportunidade de para uma nova atividade para recuperá-la.

#### **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 há 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 informada 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