



OPERAÇÕES UNITÁRIAS II

TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Profa. Dra. Milena Martelli Tosi

APRESENTAÇÃO

Operações Unitárias II - (ZEA 0766) - 2018

Docente responsável: **Profa. Dra. Milena Martelli Tosi** (mmartelli@usp.br)

Número de créditos: 4.

Carga horária: 60 horas.

Horários: **Quarta-feira 8:00 às 12:00 horas (DIURNO) - Sala ZEA 01**



EMENTA

1. Operações de transferência de calor;
 2. Propriedades termofísicas de alimentos;
 3. Princípios de transferência de calor;
 4. Trocadores de calor: aquecedores, resfriadores, evaporadores, condensadores
 5. Tratamento térmico de alimentos;
 6. Congelamento.
- Objetivos: Ensinar as técnicas de dimensionamento dos principais equipamentos de tratamento e processamento térmico de alimentos. Disciplina de formação profissional geral.

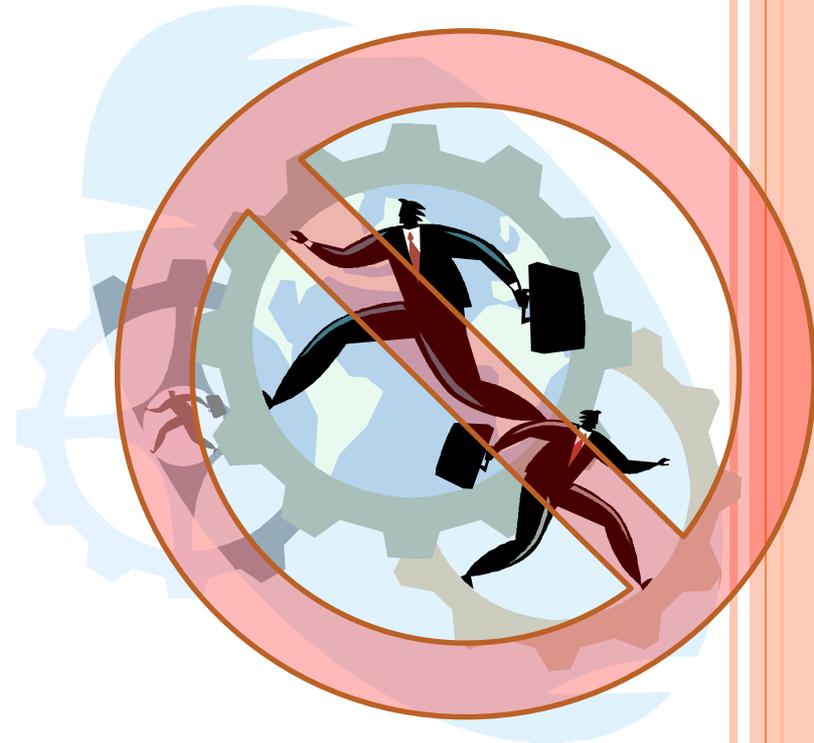


AULAS DIURNO E NOTURNO (PROGRAME-SE)

- **Mesma disciplina**
- Troca formal apenas por requerimento
- Não será permitido “migração” entre turmas
- Prova: data do seu período..

- **Faltas justificadas:**
 - Atestados de saúde
 - Emergências

- **Não justificadas:**
 - Viagens, cursos, atividades externas..
 - Tarefas e provas de outras disciplinas..



BIBLIOGRAFIA

- **TADINI, C.C., TELIS, V.R.N., MEIRELLES, A.J.A., PESSOA FILHO, P.A. Operações Unitárias na Indústria de Alimentos. 1 ed., Rio de Janeiro: LTC Editora, 2016.**
- **FOUST, A.S., WENZEL, L. A., CLUMP, C.w., MAUS, L., ANDERSEN, L.B. Princípio das operações unitárias. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1982.**
- **ALBERT IBARZ, GUSTAVO V. BARBOSA-CÁNOVAS, *Unit operations in food engineering, ebook, 2002.***
- **DA-WEN SUN, *Thermal food processing : new technologies and quality issues, ebook, 2006.***
- **FRANK P. INCROPERA, DAVID P. DEWITT, *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, 2008, 5ª ou 6ª edição.***
- **KREITH, F. - *Princípios da transmissão de calor. Edgar Blucher, 1977.***
- **PERRY, R.H. and CHIL TON, C.H. *Manual de Engenharia Química. 5ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1986.***
- **APOSTILA DE REFERÊNCIA - Operações Unitárias.**
- **RIZVI, S.S.H. *Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: Engineering Properties of Foods, (MA Rao and S.S.H. Rizvi, eds.). Academic Press, New York, 223-309, 1995.***



CONTEÚDO PROGRAMÁTICO – 1º SEM. 2018

Mês	Semana	Quarta-feira	CH	Aula	ASSUNTO
Fev.	1	28/02	4	Aula 1	Apresentação da disciplina, métodos de avaliação. Revisão: Fenômenos de TC. Estimar coeficientes convectivos interno e externo. Coeficiente global de troca de calor.
Março	2	07/03	4	Aula 2	Estimar propriedades termofísicas de alimentos (Excel). Introdução a trocadores de calor.
	3	14/03	4	Aula 3	Dimensionamento de trocadores de calor: bitubular e tubo e carcaça; fator de Incrustação e potencial térmico médio (MLDT e NUT).
	4	21/03	4	Aula 4	Exercício Trocador Casco e Tubo (Excel). Dimensionamento de trocadores de calor de placas: fator de Incrustação e potencial térmico médio (MLDT e NUT).
	-	28/03	-	-	Feriado Semana Santa
Abril	5	04/04	4	Aula 5	Exercícios (Excel). Análise de trocadores de calor na indústria de alimentos. Variáveis de processo. Considerações gerais.
	6	11/04	4	Aula 6	Exercícios com para fluidos alimentícios. fluidos alimentícios newtonianos e não-newtonianos.
	7	18/04	4	Aula Prática	Aula prática - Trocador de calor de placas
	8	25/04	4	Prova	1ª Prova



CONTEÚDO PROGRAMÁTICO – 1º SEM. 2018: continuação

Maio	9	02/05	4	Aula 7	Introdução ao tratamento térmico de alimentos. Aplicação das equações de Arrhenius e Bigelow no processamento térmico de alimentos.
	10	09/05	4	Aula 8	Esterilização e pasteurização
	11	16/05	4	Aula 9	Introdução ao processo de evaporação. Sistemas de evaporação de simples efeito. Exercícios com aplicações em fluidos alimentícios.
	12	23/05	4	Aula 10	Sistemas de evaporação de múltiplo efeito. Exercícios com aplicações para fluidos alimentícios.
	13	30/05	4	Aula 11	Evaporadores/condensadores e Congelamento de alimentos.
Junho	14	06/06	4	Aula 12	Apresentação e Avaliação do Projeto – 30 min/grupo
	15	13/06	4	Prova	2ª Prova



CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

2 provas escritas (P1 e P2)+ relatório e atividades em sala de aula + Projeto

Aprovação sem recuperação:

Nota Final (NF) = $P1*(40\%) + P2*(40\%) + \text{Projeto (15\%)} + \text{Relatório+atividade sala de aula(5\%)}$

Se $NF \geq 5,0$ (Aprovado)

Recuperação:

Se $(NF < 5,0)$

Nota Exame (NE) = $(NF + REC)/2$

Se $NE \geq 5,0$ (Aprovado)



PROJETO DE OP II

Objetivos da disciplina: Ensinar as técnicas de dimensionamento dos principais equipamentos de tratamento e processamento térmico de alimentos.

→ **Divisão dos grupos: 6 alunos no máximo**

(Este grupo será o mesmo para a divisão nas aulas práticas)

→ **Objetivo do Projeto**

Dimensionar um equipamento utilizado na Indústria de Alimentos que envolve transferência de calor:

- Trocadores de calor (tubular, tubo e carcaça, de placas)
- Evaporadores

→ **Avaliação**

- Entregar projeto escrito com detalhes sobre a escolha e dimensionamento do equipamento
- Apresentação do projeto: **20 min** para o grupo pontuar principais desafios e resultados (21/06/2017)



PROJETO DE OP II

Objetivos da disciplina: Ensinar as técnicas de dimensionamento dos principais equipamentos de tratamento e processamento térmico de alimentos.

→ **Primeiros passos...**

- Entrar em contato com empresas e agendar visitas com engenheiros responsáveis pelo equipamento (ex alunos ???);
- Definir o tipo de equipamento e fluido alimentício a ser processado;
- Estimar propriedades termofísicas deste alimento (**Aula 2**);
- Proceder o dimensionamento do equipamento



... calcular as dimensões ou proporções de (um objeto) em função do uso; dar dimensões determinadas e adequadas



FORMATO DO PROJETO ESCRITO

- APRESENTAÇÃO ORAL (15-20 MIN/GRUPO)

- **INTRODUÇÃO:** Apresentação da Empresa e importância dos trocadores de calor para a empresa em questão;
- **EQUACIONAMENTO DE TROCADOR DE CALOR**
 - **Apresentação do equipamento:** tipo de trocador de calor e fluxograma do processo → *ênfatar entre quais operações está o TC a ser dimensionado;*
 - **Apresentação dos dados do processo;**
 - **Estratégia:** Elabore o raciocínio realizado para dimensionar o equipamento com os dados obtidos;
- **RESULTADOS:** Apresentar a planilha do excel com os dados e resultados, como feito em aula;
- **CONCLUSÕES.**



OBRIGADA!!

As aulas serão disponibilizadas no site do moodle:

<https://edisciplinas.usp.br/>

→ Divisão dos grupos: 6-7 alunos no máximo

(Este grupo será o mesmo para a divisão nas aulas práticas)

