



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

CÓDIGO:	COMPONENTE CURRICULAR: OPERAÇÕES UNITÁRIAS II	
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE: FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA	SIGLA: FEQUI	
CH TOTAL TEÓRICA: 60 horas	CH TOTAL PRÁTICA: 00 horas	CH TOTAL: 60 horas

1. OBJETIVOS

Ao final do curso o discente deverá ser capaz de:

- Analisar, conceituar, especificar, dimensionar e detalhar operações unitárias de transferência de calor e os respectivos equipamentos utilizados para promover troca térmica.
- Conhecer operações unitárias aplicadas que envolvem transferência de calor, buscando identificar, comparar, dimensionar, selecionar, propor alternativas e acompanhar rendimento de equipamentos adequados (por exemplo, diferentes tipos de trocadores de calor e de evaporadores) técnico-economicamente para a indústria de transformação de alimentos.
- Aprender conceitos relacionados aos equipamentos geradores de vapor para indústria.
- Compreender os fundamentos de refrigeração e congelamento, pois em sua atuação como engenheiro de alimentos deve ter a competência de lidar com processos de fabricação e conservação de alimentos que exigem a aplicação e o entendimento dessas operações.
- Entender a importância do assunto frente ao grande número de processos de produção e conservação de alimentos que envolvem aquecimento, resfriamento e congelamento.
- Demonstrar capacidade de dedução, raciocínio lógico, diagnosticar problemas, propor soluções e ser capaz de interpretar e elaborar gráficos.

2. EMENTA

Operações unitárias da Indústria de alimentos envolvendo transferência de calor: trocadores de calor, evaporadores, caldeiras e sistemas de refrigeração.

3. PROGRAMA

1. Trocadores de Calor.

1.1 Tipos de trocador de calor.

1.2 Coeficiente global de transferência de calor.

1.2.1 Fator de incrustação.

1.3 Tipos de escoamento.

1.4 Análise térmica de trocadores de calor.

1.4.1 Método da diferença média logarítmica de temperatura (DMLT).

1.4.2 Método da efetividade e do número de unidades de transferência (ϵ -NUT).

1.5 Dimensionamento e condições de processo: natureza e características do fluido, temperatura e pressão de operação, velocidade de escoamento, perda de carga admissível e incrustação, localização dos fluidos.

2. Trocador de calor de tubo duplo.

2.1 Partes constituintes do trocador casco e tubo.

2.2 Condições de processo e características gerais.

2.3 Escoamento em tubos concêntricos.

2.4 Diferença de temperatura média (DMLT).

2.5 Cálculo do trocador de calor tubo duplo 3. Trocadores de calor de casco e tubo.

3.1 Partes constituintes do trocador casco e tubo.

3.2 Arranjo de escoamento: número de passagens num trocador casco e tubo.

3.3 Condições de processo e características gerais.

3.4 Diferença de temperatura média: fator de correção (F-DMLT).

3.5 Cálculo do trocador de calor casco e tubo.

3.6 Folha de dados 4. Trocadores de calor de superfícies raspadas e trocadores de calor em espiral

4.1 Características gerais.

5. Trocadores de calor de placas.

5.1 Partes constituintes do trocador de placas.

5.2 Arranjo de escoamento: número de passes e passagens num trocador de placas.

5.3 Condições de processo e características gerais.

- 5.4 Diferença de temperatura média: fator de correção (F-DMLT).
- 5.5 Cálculo do trocador de calor de placas.
- 6. Evaporação.
- 6.1 Características das soluções a serem concentradas.
- 6.2 Tipos de evaporadores.
- 6.3 Elevação do ponto de ebulição.
- 6.3.1 Efeito da concentração e efeito da altura de líquido (carga hidrostática).
- 6.3.2 Diagrama de Duhring e correlações empíricas.
- 6.4 Condições de processo e características gerais.
- 6.4.1 Evaporação em simples e múltiplos efeitos.
- 6.4.2 Condições de pressão.
- 6.5 Coeficiente global de transferência de calor.
- 6.6 Balanço de massa e de energia.
- 6.7 Desempenho de evaporadores.
- 6.7.1 Capacidade.
- 6.7.2 Economia.
- 6.8 Cálculo de evaporadores de simples e múltiplo efeito.
- 7. Geração de vapor.
- 7.1 Tipos de caldeiras.
- 7.2 Componentes de uma caldeira e equipamentos auxiliares.
- 7.3 Geração de vapor saturado e superaquecido.
- 7.4 Isolamento térmico de tubulações de vapor.
- 8. Refrigeração e Congelamento.
- 8.1 Resfriamento e pré-resfriamento.
- 8.2 Sistemas de produção de frio.
- 8.3 Ciclos de refrigeração.
- 8.3.1 Coeficiente de desempenho.
- 8.4 Componentes de um sistema de refrigeração.
- 8.5 Refrigerantes.
- 8.6 Cálculo da carga térmica e do isolamento de câmaras de armazenamento refrigerado.
- 8.8 Propriedades termofísicas dos alimentos.
- 8.7 Congelamento lento e rápido 8.8 Depressão do ponto de congelamento.
- 8.9 Sistemas de congelamento.
- 8.10 Cálculo do tempo de congelamento.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982.
- GEANKOPLIS, C. **Transport processes and unit operations**. 4. ed. USA: Prentice Hall International Editions, 2003.
- HOLMAN, J. P. **Heat Transfer**. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
- KERN, D.Q. **Processos de transmissão de calor**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
- McCABE, W. L.; SMITH, J. **Unit operations of chemical engineering**. 7. ed. New York: McGraw Hill, 2005.
- STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. S. **Refrigeração industrial**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de calor e massa: uma abordagem prática**. 4.ed. Porto Alegre: McGraw-Hill Bookman, 2012.
- COULSON, J. M.; RICHARDSON, J. F. **Tecnologia química: uma introdução ao projeto em tecnologia**. 2. ed. Lisboa: Editora da Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- EARLE, R. L. **Unit operations in food processing**. 2.ed. [s. l.]: Pergamon, [s. d.]. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat08055a&AN=sapere.000018638&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 10 maio. 2023.
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.
- IBARZ, A.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. **Unit operations in food engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2003.
- MACINTYRE, A.; J. **Equipamentos Industriais e de Processo**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- PERRY, J.; PERRY, R.; GREEN, D. **Perry's chemical engineers handbook**. 8. ed. New York: McGraw-Hill, 2008.

6. APROVAÇÃO

Guilherme Ramos Oliveira e Freitas
Coordenador do Curso de Graduação em Biotecnologia - Patos de Minas MG

Ricardo Amâncio Malagoni
Diretor da Faculdade de Engenharia Química - FEQU



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Amâncio Malagoni, Diretor(a)**, em 26/05/2023, às 09:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Ramos Oliveira e Freitas, Coordenador(a)**, em 31/05/2023, às 13:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4430480** e o código CRC **C7F6B6DE**.