



Universidade Federal  
de São João del-Rei

COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PLANO DE ENSINO

<b>Disciplina: Operações Unitárias II</b>			<b>Período: 7º</b>	<b>Currículo: 2017</b>	
<b>Docente Responsável: Alexandre Boscaro França</b>			<b>Unidade Acadêmica: DEQUI</b>		
<b>Pré-requisito: Termodinâmica I + Transf. De Calor</b>			<b>Correquisito: Não-há</b>		
<b>C.H. Total: 72hs</b>	<b>C.H. Prática: 0hs</b>	<b>C.H. Teórica: 72hs</b>	<b>Grau: Bacharelado</b>	<b>Ano: 2024</b>	<b>Semestre: 1º</b>

**EMENTA**

Teoria Básica de Trocadores de Calor; Tipo de escoamento: correntes paralelas, contracorrentes, correntes cruzadas. Tipo de construção: Bitubulares, casco e tubos, placas paralelas, compactos. Coeficiente global de troca térmica: Determinação do coeficiente convectivo de troca térmica. Método de cálculo de trocadores de calor:  $\Delta T_{ml}$ , Efetividade-NUT. Evaporadores: Modelos de Evaporadores, diagramas termodinâmicos aplicados em evaporadores, número de efeitos. Cristalizadores: Modelos de Cristalizadores, cristais, diagramas termodinâmicos aplicados em cristalizadores, balanços globais de massa e energia. Refrigeração: Fluidos refrigerantes, ciclo de refrigeração de Carnot e seus desvios, sistemas de refrigeração, refrigeração por compressão de vapor, refrigeração por absorção. Psicrometria: Conceitos fundamentais de psicrométrica, cartas psicrométricas, umidificação, desumidificação. Torres de Resfriamento: Conceitos fundamentais de torres de resfriamento, cálculos de torres de resfriamento. Secagem: Comportamento geral na secagem, mecanismos de movimento de umidade, cálculo do tempo de secagem, equipamentos utilizados para fazer a secagem.

**OBJETIVOS**

Aplicar os conceitos da termodinâmica clássica, transferência de calor/massa e apresentar as principais operações unitárias da indústria química que envolvem esses fenômenos. Especificar, dimensionar e avaliar o desempenho de equipamentos da indústria química onde estas operações são realizadas

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

**1. TROCADORES DE CALOR:**

- Tipo de escoamento
  - Correntes Paralelas
  - Contracorrentes
  - Correntes Cruzadas
- Tipo de construção
  - Bitubulares
  - Casco e Tubos
  - Placas Planas
  - Compactos
- Coeficiente global de troca térmica
  - Determinação do coeficiente convectivo de troca térmica
- Método de cálculo de trocadores de calor
  - $\Delta T_{ml}$
  - Efetividade-NUT

**2. EVAPORADORES (TROCADORES DE CALOR COM MUDANÇA DE FASE):**

- Leitura e interpretação de diagramas termodinâmicos relacionados a evaporadores e cristalizadores.
- Modelos de Evaporadores

- Número de efeitos
- Cálculos de Evaporadores

### 3. CRISTALIZADORES:

- Modelos de Cristalizadores
- Cálculo de Cristalizadores

### 4. REFRIGERAÇÃO:

- Fluidos Refrigerantes
- Ciclo de refrigeração de Carnot e seus desvios
- Sistemas de refrigeração
  - Refrigeração por compressão mecânica de vapor
  - Refrigeração por absorção de vapor
  - Refrigeração Eletrotérmica (breve descrição)
- Cálculo de refrigeradores

### 5. PSICROMETRIA E TORRES DE RESFRIAMENTO:

- Conceitos fundamentais de psicrometria.
- Cartas Psicrométricas
- Umidificação
- Desumidificação
- Cálculos psicrométricos
- Conceitos fundamentais de torres de resfriamento
- Cálculos de torres de resfriamento

### 6. SECAGEM:

- Conceitos fundamentais da secagem
- Secadores
- Cálculos de secagem

## METODOLOGIA DE ENSINO

- Quadro-negro e giz
- Vídeo-aulas (disponibilizadas na sala virtual)
- Vídeos ilustrativos online (links para vídeos de livre acesso online);
- Material de apoio online (link para materiais de livre acesso online).
- Dinâmicas em grupo ou individuais para solução de problemas das operações unitárias estudadas;
- Avaliações teóricas.

## CONTROLE DE FREQUÊNCIA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Atividades avaliativas para nota:

**Avaliação 1 (prova)**- valor 10,0 tópicos **1** ao **3** do conteúdo programático;

**Avaliação 2 (prova)**- valor 10,0 tópicos **4** ao **6** do conteúdo programático;

**Avaliação 3 (cases)**- valor 10,0 tópicos **1** ao **6** do conteúdo programático. Serão avaliados 3 **Cases** do total de **Cases** dados. A ordem com que os **Cases** serão corrigidos é feita por sorteio e será apresentada ao discente no final do semestre no dia do lançamento das notas dos mesmos. O aluno deverá entregar todos os **Cases**, caso não entregue um ou mais **Cases**, a nota final relativa a correção da **Avaliação 3** será multiplicada por um **fator de correção** segundo a tabela abaixo:

<b>Número de Cases não entregues</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
--------------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

<b>Fator de correção</b>	<b>0,9</b>	<b>0,75</b>	<b>0,5</b>	<b>0,25</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>

Caso o aluno não entregue o número mínimo de 3 **Cases**, a média dos que foram entregues será dividida por 3, igualmente aos demais alunos. Para resolução dos **Cases**, em geral os discentes tem 7 dias e nesse período podem ser entregues de forma adiantada caso o discente queira.

**Avaliação SUBSTITUTIVA**- valor 10,0 tópicos de **1 a 6** do conteúdo programático e substituirá a menor nota do aluno nas avaliações 1, 2 ou 3 (a avaliação substitutiva será aplicada para alunos cuja média das avaliações 1, 2, ou 3 seja inferior a 6,0 e que a menor nota das avaliações 1, 2, ou 3 substituída por 10,0 possibilite que a média final do aluno seja igual ou superior a 6,0);

**“A nota final será a média das atividades avaliativas”**

**A frequência na disciplina será computada através de chamada presencial no dia da aula.**

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. D. KERN, Process Heat Transfer, McGraw-Hill, 1950.
2. McCABE, W.L., SMITH, J.C., Unit Operations of Chemical Engineering, 6ª ed, McGraw-Hill, 2000.
3. FOUST, A.S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L.B. Principles of Unit Operations, 2a ed., John Wiley & Sons, 1980.
4. MORAN, J. M.; SHAPIRO, H. N.; BOETTNER, D. D.; BAILEY, M. B., Princípios de Termodinâmica Para Engenharia, 7ª ed., LTC, 2013.
5. KREITH, F.; BOHN, M. S., Princípios de Transferência de Calor, 1ª Ed., Thomson Pioneira, 2003

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S., Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, 6ª Ed., LTC, 2008.
2. PERRY, R.H.; GREEN, D.W. MALONEY, J.O. Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7a ed., McGraw-Hill, 1997.
3. G. F. HEWITT, G. L. SHIRES e T. R. BOTT, Process Heat Transfer, 1ª ed., ou mais recente, CRC, 1994.

<hr/> Docente Responsável	Aprovado pelo Colegiado em     /     /
	<hr/> Prof(a). Coordenador(a) do Curso de Engenharia Química



*Emitido em 21/02/2024*

**PLANO DE ENSINO Nº PE OU II 2024/1/2024 - COENQ (12.57)**  
**(Nº do Documento: 292)**

**(Nº do Protocolo: 23122.005611/2024-49)**

*(Assinado digitalmente em 21/02/2024 09:31 )*

ALEXANDRE BOSCARO FRANCA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DEQUI (12.29)  
Matrícula: ###938#4

*(Assinado digitalmente em 22/02/2024 08:33 )*

JESSIKA MARINA DOS SANTOS  
COORDENADOR DE CURSO  
COENQ (12.57)  
Matrícula: ###866#9

Visualize o documento original em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **292**, ano: **2024**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **21/02/2024** e o código de verificação: **d00d6728ad**