



## **PLANO DE ENSINO – 2022/2**

<b>IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>	<b>TURMA</b>	<b>Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS</b>	<b>TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS</b>
EQA5313	Operações Unitárias de Transferência de Quantidade de Movimento	06216	04	72

<b>PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)</b>	<b>CONTATO</b>
Pedro Henrique Hermes de Araújo	pedro.h.araujo@ufsc.br

<b>PRÉ-REQUISITO(S)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>
EQA5415	Fenômenos de Transferência I

<b>EQUIVALENTES</b>
ENQ5313 <i>ou</i> ENQ1303 <i>eh</i> ENQ1304

<b>CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA</b>
ENGENHARIA QUÍMICA

<b>EMENTA</b>
Operações unitárias da indústria química e de alimentos utilizados para o transporte de fluídos; agitação e mistura, fragmentação, separação, classificação e transporte de sólidos, fluidização, separação, gás-sólido e líquido-sólido: filtração, sedimentação, centrifugação.

<b>OBJETIVOS</b>
<b>GERAL:</b> Conhecer os fundamentos e saber dimensionar equipamentos para realizar processos de separação baseados na quantidade de movimento entre sólidos, sólido-líquido e sólido-gás.
<b>ESPECÍFICOS:</b> O estudante ao final do semestre deverá ser capaz de:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecer o princípio de funcionamento dos principais tipos de bombas;</li><li>• Saber calcular a potência e selecionar bombas;</li><li>• Conhecer os sistemas de agitação, tipos de agitadores;</li><li>• Saber calcular a potência dos agitadores;</li><li>• Conhecer as leis para fragmentação de sólidos e o princípio de funcionamento de britadores e moinhos;</li><li>• Saber interpretar os resultados da análise granulométrica e aproveitá-las para realizar cálculos de área específica, volume específico, etc.</li><li>• Conhecer as leis envolvidas no movimento relativo entre corpos sólidos em um fluido (Lei de Stokes), velocidade terminal de um sólido em queda num fluido submetido a um campo de força.</li><li>• Saber dimensionar equipamentos baseados na movimentação relativa entre sólido e fluido (elutriadores, sedimentadores, ciclones, centrífugas);</li><li>• Conhecer as propriedades de um leito poroso e calcular perdas de carga ao longo de um leito poroso;</li><li>• Aplicar as leis relativas aos meios porosos aos processo de fluidização e filtração, permitindo o dimensionamento de equipamentos para realizar tais operações;</li></ul>



- Saber selecionar filtros para vários processos industriais.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Capítulo 1 – Introdução  
Capítulo 2 – Transporte de Fluidos (Bombeamento, Ventiladores e Compressores)  
Capítulo 3 - Agitação e Mistura  
Capítulo 4 – Classificação e separação sólido-sólido (Caracterização de partículas)  
Capítulo 5 - Fragmentação de Sólidos  
Capítulo 6 – Movimento de uma partícula através de um fluido (Velocidade Terminal e Separações Hidráulicas)  
Capítulo 7 – Separação sólido-gás (Ciclones)  
Capítulo 8 – Separação sólido-líquido (Sedimentação e Centrifugação)  
Capítulo 9 – Fundamentos do escoamento através de meios porosos  
Capítulo 10 – Teoria da filtração

Aula	Conteúdo
1 26/08 2h	Apresentação da disciplina. Estabelecimento de objetivos Capítulo 0 – <b>Introdução</b>
2 31/08 2h	Capítulo 1 – <b>Escoamento em tubos</b>
3 02/09 2h	Capítulo 2 – <b>Bombeamento</b> : Funcionamento das bombas, classificação das bombas e altura de projeto
4 07/09 2h	FERIADO
5 09/09 2h	Capítulo 2 – <b>Bombeamento</b> : Associação de bombas e cavitação
6 14/09 2h	Capítulo 2 – <b>Bombeamento</b> : Resolução de um projeto sobre bombeamento. <b>(T)</b>
7 16/09 2h	Capítulo 2 – <b>Bombeamento</b> : Simulação de um processo de bombeamento utilizando o DWSIM <b>(T)</b>
8 21/09 2h	Capítulo 2 – <b>Ventiladores</b> : Funcionamento, classificação e altura de projeto
9 23/09 2h	Capítulo 2 – <b>Compressores</b> : Funcionamento, classificação e altura de projeto
10 28/09 2h	Capítulo 3 – <b>Agitação e Mistura</b> : Agitação x Mistura. Agitação de líquidos. Projeto de agitadores. Fatores de correção de agitadores. Ampliação de escala.
11 30/09 2h	Capítulo 3 – <b>Agitação e Mistura</b> : Dimensionamento de um agitador
12 05/10	Capítulo 3 – <b>Agitação e Mistura</b> : Dimensionamento de um agitador <b>(T)</b>



2h	
13 07/10 2h	Capítulo 4 – <b>Caracterização de partículas:</b> Sólidos particulados Propriedades dos sólidos. Forma e composição das partículas. Determinação do diâmetro equivalente. Distribuição estatística de tamanhos de partículas. Modelos para distribuição granulométrica <b>(T)</b> .
14 12/10 2h	FERIADO
15 14/10 2h	Capítulo 5 – <b>Fragmentação de Sólidos:</b> Introdução. Mecanismos de redução de tamanho. Energia envolvida na redução de tamanho. Leis de cominuição.
16 19/10 2h	Capítulo 5 – <b>Fragmentação de Sólidos:</b> Escolher um produto que ser moído. Detalhar o tipo de moinho adequado para o produto, dimensionar a capacidade de fragmentação do moinho.
17 21/10 2h	<b>PROVA 1</b>
18 26/10 2h	Capítulo 6 - <b>Velocidade Terminal e Separações Hidráulicas</b>
19 28/10 2h	Capítulo 7 – <b>Separação de Partículas por Ação Gravitacional e Centrífuga:</b> Dimensionamento de ciclones.
20 02/11 2h	FERIADO
21 04/11 2h	Capítulo 7 – <b>Separação de Partículas por Ação Gravitacional e Centrífuga:</b> Dimensionamento de ciclones e orientações sobre o VBA-Excel.
22 09/11 2h	Capítulo 7 – <b>Separação de Partículas por Ação Gravitacional e Centrífuga:</b> Dimensionamento de um ciclone tipo Lapple usando VBA-Excel. <b>(T)</b>
23 11/11 2h	Capítulo 8 – <b>Sedimentação:</b> Mecanismo da sedimentação. Fatores que afetam a sedimentação. Esquema operacional dos sedimentadores. Projeto de um sedimentador convencional contínuo.
24 16/11 2h	Capítulo 8 – <b>Centrifugação:</b> Equacionamento, Tempo de residência, Separação de líquidos, Mudança de escala
25 18/11 2h	Capítulo 8 - <b>Centrifugação:</b> Lista de exercícios sobre o processo de centrifugação. Entregar a foto do exercício resolvido a mão
26 23/11 2h	Capítulo 9 - <b>Escoamento em meios porosos:</b> Leito Fixo e fluidizado
27 25/11 2h	Capítulo 9 - <b>Escoamento em meios porosos:</b> Leito Fixo e fluidizado
28 30/11 2h	Capítulo 9 - <b>Escoamento em meios porosos:</b> Dimensionamento de um processo que utilize Leito Fixo ou Fluidizado <b>(T)</b>
29 02/12 2h	Capítulo 10 – <b>Filtração:</b> Mecanismos da Filtração



30 07/12 2h	<b>Revisão de conteúdo</b>
31 09/12 2h	<b>PROVA 2</b>
32 14/12 2h	<b>PROVA SUBSTITUTIVA</b>
34 16/12 2h	Revisão de conteúdo
35 21/12 2h	Prova de Recuperação (REC) – todo o conteúdo do semestre

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

- a) **Recursos de mídia digital (projeção de slides)**
- b) **Recursos físicos (quadro)**
- c) **Aula expositiva e dialogada**
- d) **Resolução de exercícios/Dimensionamento de equipamentos/Trabalhos (Metodologia ativa)**

#### **METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

A nota final será avaliada pela média aritmética de todos os trabalhos dos capítulos tratados. Os parâmetros avaliados nos trabalhos serão: **qualidade, coerência e assiduidade.**

A soma dos trabalhos terá **peso 50%** e as provas outros **50%**, conforme destacado no conteúdo.

#### **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% (RESOLUÇÃO Nº 17/CUn/97, DE 30 DE SETEMBRO DE 1997.)

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

As notas de aula, apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, será disponibilizado pelo professor posteriormente, garantindo o acesso do estudante a material adequado.

FOUST, Alan S. (Alan Shivers). Princípios das operações unitárias. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

GEANKOPLIS, C. J. Transport processes and unit operations. 4th. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, c2003.



TERRON, L. A. Operações unitárias para químicos, farmacêuticos e engenheiros. Fundamentos e Operações unitárias de escoamento de fluidos. LTC, 2012.

TOLEDO. R. Fundamentals of Food Process Engineering. 2018. 4th ed. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-90098-8>. **Disponível no acervo on-line BU UFSC.**

EARLE, R. L. Unit operations in food processing. Oxford: Pergamon, 1966. Versão eletrônica em <http://www.nzifst.org.nz/unitoperations/>

ORTEGA-RIVAS, E. Unit Operations of Particulate Solids. CRC Press, New York, 2012. <https://doi.org/10.1201/b11059> **Disponível no acervo on-line BU UFSC.**

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

##### SITES PARA CONSULTA DE PERIÓDICOS

Portal de periódicos da CAPES, acessível somente em computadores na UFSC:  
<http://www.periodicos.capes.gov.br>  
SCIENCE DIRECT, WEB OF SCIENCE, SCIELO

#### **OBSERVAÇÕES**

O cronograma proposto é estimado podendo haver alterações durante o decorrer da disciplina.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Professor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Chefe do  
Departamento