



## **PLANO DE ENSINO – 2022/1**

<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>
EQA5415	Fenômenos de Transferência I	05215	04	72

<b>PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)</b>	<b>CONTATO</b>
Bruno Francisco Oechsler	b.oechsler@ufsc.br

<b>PRÉ-REQUISITO(S)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>
EQA5318 e MTM5162 <b>ou</b> EQA5318 e MTM3102	Introdução aos Processos Químicos e Cálculo B <b>ou</b> Introdução aos Processos Químicos e Cálculo 2-

<b>EQUIVALENTES</b>
ENQ1415 <b>ou</b> ENQ5415

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

<b>EMENTA</b>
Estática dos fluidos. Balanços globais e diferenciais de massa, energia e quantidade de movimento. Análise dimensional e similaridade.

<b>OBJETIVOS</b>
O estudante deverá ser capaz de identificar cada termo das equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia, bem como dimensionar tubulações para o transporte de fluidos e calcular a espessura da camada-limite hidrodinâmica laminar.

<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>
1 - Introdução
2 - Estática dos fluidos: Lei de Pascal, variação da pressão com a posição em fluidos compressíveis e incompressíveis. Manometria.
3 - Dinâmica dos fluidos. Definição de fluidos. Viscosidade de fluidos Newtonianos. Reologia dos fluidos. Escoamento laminar e turbulento.
4 - Balanço global de massa.
5 - Balanço global de energia. Balanço de energia mecânica. Teorema de Torricelli.
6 - Balanço global de quantidade de movimento.
7 - Balanço diferencial de massa.



8 - Balanço diferencial de quantidade de movimento. Aplicações de Equação de Navier-Stokes.

9 - Camada limite. Placa plana. Espessura da camada limite, Perfil de velocidade. Solução de Blasius.

10- escoamento turbulento. Distribuição de velocidades no escoamento turbulento em duto circular liso. Perfil universal de velocidades. Coeficiente de atrito. Comprimento equivalente.

11- Análise dimensional e modelos reduzidos.

Aula	Conteúdo
1 19/04 2h	<b>Tópico 1 – Terminologia:</b> Conceito de Fluido, Hipótese do Contínuo, Dimensões e Sistema de Unidades. Exercício sobre Conversão de Unidades. Propriedades Termodinâmicas dos Fluidos. Propriedades do Escoamento: Forças de Campo e de Superfície.
21/04 2h	Feriado: Tiradentes
2 26/04 2h	<b>Tópico 1 – Terminologia:</b> Propriedades do Escoamento: Campos escalares, vetoriais e tensoriais. Reologia dos Fluidos. Analogia entre os Mecanismos de Transporte Molecular de Quantidade de Movimento, Calor e Massa de uma Espécie Química. Exercícios sobre Viscosímetro.
3 28/04 2h	<b>Tópico 2 – Estática dos Fluidos:</b> Campo escalar de pressão. Equação Básica da Estática dos Fluidos. Campo de Pressão em Líquidos e Gases.
4 03/05 2h	<b>Tópico 2 – Estática dos Fluidos:</b> Escalas de Pressão. Medidores de Pressão. Empuxo. Exercícios de Manometria.
5 05/05 2h	<b>Tópico 3 – Cinemática dos Fluidos:</b> Descrições Lagrangeana e Euleriana. Padrões e Visualização de Escoamentos: Linhas de corrente, de emissão e de trajetória.
6 10/05 2h	<b>Tópico 3 – Cinemática dos Fluidos:</b> Fluxo e Taxa de Transporte. Teorema de Transporte de Reynolds.
7 12/05 2h	<b>Tópico 3 – Cinemática dos Fluidos:</b> Balanços Integral e Diferencial de Conservação de Massa. Exercício de Aplicação.
8 17/05 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Escoamentos Viscosos e Invíscidos. Balanço Integral de Conservação de Energia.



9 19/05 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Equações de Bernoulli e Torricelli. Exercício de Medidores de Vazão.
10 24/05 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Balanço Integral de Conservação de Quantidade de Movimento. Exercício de Aplicação.
11 26/05 2h	<b>Primeira Avaliação (Tópicos 1 a 4)</b>
12 31/05 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Balanço Diferencial de Conservação de Quantidade de Movimento (Equação de Euler).
13 02/06 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Balanço Diferencial de Quantidade de Movimento.
14 07/06 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Balanço Diferencial de Quantidade de Movimento (Equações de Cauchy e Navier-Stokes). Condições de Contorno
15 09/06 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Exercícios de Aplicação das Equações de Navier-Stokes
16 14/06 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Exercícios de Aplicação das Equações de Navier-Stokes
16/06 2h	Feriado: Corpus Christi
17 21/06 2h	<b>Tópico 6 – escoamento viscoso interno:</b> escoamento laminar e turbulento. escoamento turbulento: Médias Temporais, Equações de Transporte, Tensão Turbulenta de Reynolds, Perfil Universal de Velocidade.
18 23/06 2h	<b>Tópico 6 – escoamento viscoso interno:</b> Equação da Energia no escoamento em tubos. Perda de carga distribuída. Fator de atrito para fluidos newtonianos.
19 28/06 2h	<b>Tópico 6 – escoamento viscoso interno:</b> Fator de atrito para fluidos não-newtonianos. Perda de carga localizada. Perda de carga em sistemas de tubulações com bombas.
20 30/06 2h	<b>Tópico 6 – escoamento viscoso interno:</b> Exemplos de aplicação para o cálculo de perda de carga e potência em sistemas de tubulações com bombas.

21 05/07 2h	<b>Segunda Avaliação (Tópicos 5 e 6)</b>
22 07/07 2h	<b>Tópico 7 – Análise Dimensional:</b> Adimensionalização das Equações de Dinâmica dos Fluidos. Significado físico dos grupos adimensionais relevantes.
23 12/07 2h	<b>Tópico 7 – Análise Dimensional:</b> Teorema de Buckingham e Método das Variáveis Repetidas (Rayleigh). Similaridade geométrica, cinemática e dinâmica.
24 14/07 2h	<b>Tópico 8 – escoamento viscoso externo:</b> escoamentos bidimensionais planos e axissimétricos. Força de arrasto e sustentação. Arrasto de atrito e pressão. escoamentos ao redor de cilindros e esferas.
25 19/07 2h	<b>Tópico 8 – escoamento viscoso externo:</b> Teoria da camada limite: Análise integral de von Kármán.
26 21/07 2h	<b>Tópico 8 – escoamento viscoso externo:</b> Análise integral de von Kármán (camada-limite turbulenta). Coeficientes de arrasto em placas planas. Equações da camada-limite laminar. Análise de ordem de grandeza.
27 26/07 2h	<b>Tópico 8 – escoamento viscoso externo:</b> Equações da camada-limite laminar: escoamentos bidimensionais planos. Função de corrente. Solução de Blasius. Coeficientes de arrasto em placas planas.
28 28/07 2h	Avaliação de reposição
29 02/08 2h	Prova de recuperação
31 03/08 2h	Entrega das notas finais

#### METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Serão realizadas as seguintes avaliações:

- Entrega de Exercícios (NE): Peso 0,25
- Avaliações (NA1 e NA2): Peso 0,20 por Avaliação
- Projeto de Dimensionamento (NP): Peso 0,35

1) A média ponderada das avaliações será calculada como:

$$MP = 0,25 \cdot NE + 0,20 \cdot (NA1 + NA2) + 0,35 \cdot NP;$$

2) Se  $MP > 5,5$ ; o estudante está aprovado sem Prova de Recuperação (REC). Em caso de  $3,0 \leq MP < 5,5$  e frequência suficiente, o estudante terá direito à realização da REC. Se  $MP < 3,0$ ; o estudante está automaticamente reprovado;

3) A média no caso (2) será calculada como:  $MF = (MP + REC)/2$ .



Frequência mínima exigida: 75% (RESOLUÇÃO Nº 17/CUn/97, DE 30 DE SETEMBRO DE 1997.)

#### NOVA AVALIAÇÃO

Para solicitar uma segunda avaliação ou revisão, o aluno deverá formalizar pedido na **Secretaria do Departamento**.

Conforme Resolução nº 017/CUn/1997, Art. 74, o aluno, que por motivo de força maior e, plenamente justificado, deixar de realizar avaliações previstas no plano de ensino, deverá pessoalmente ou por terceiros através de procuração pública, formalizar o pedido de segunda avaliação por meio de requerimento ao chefe de departamento, junto à Secretaria Integrada de Departamentos (SID) dentro do prazo de 3 dias úteis a contar da data da realização da avaliação. É necessário anexar ao pedido, a comprovação por documentos como, por exemplo: atestados médicos, de óbito, etc.

Data da Avaliação de Reposição: 28/07/2021

#### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Çengel, Y.A., Cimbala, J.M. Mecânica dos fluidos: Fundamentos e aplicações. 3. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
2. Fox, R.W., McDonald, A.T.; Pritchard, P.J., Mitchell, J.W. Introdução à mecânica dos fluidos. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
3. White, F.M. Mecânica dos fluidos. 8. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2018.
4. Welty, J.R., Rorrer, G.L., Foster, D.G. Fundamentos de transferência de momento, calor e massa. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
5. Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N. Fenômenos de transporte. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
6. Hauke, G. An Introduction to Fluid Mechanics and Transport Phenomena, Springer, 2008.
7. Notas de aula do docente responsável em Power Point.

#### OBSERVAÇÕES

Horário de atendimento do professor: Segunda-Feira (9-11h), na sala EQA E-209.  
A prova de recuperação será realizada com todo o conteúdo da disciplina.  
A avaliação de reposição será realizada com todo o conteúdo da disciplina.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do  
Departamento