



## **PLANO DE ENSINO – 2023/1**

<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 07/03 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.
2 09/03 2h	<b>Tópico 1 – Terminologia:</b> Propriedades do Escoamento: Campos escalares, vetoriais e tensoriais. Analogia entre os Mecanismos de Transporte Molecular de Quantidade de Movimento, Calor e Massa de uma Espécie Química.
3 14/03 2h	<b>Tópico 1 – Terminologia:</b> Reologia dos Fluidos. Modelos reológicos de fluidos Não-Newtonianos. Tixotropia. Exercícios sobre Viscosímetros.
4 16/03 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.
5 21/03 2h	<b>Tópico 2 – Estática dos Fluidos:</b> Escalas de Pressão. Medidores de Pressão. Empuxo. Exercícios de Manometria.
6 23/03 2h	Feriado: Aniversário de Florianópolis
7 28/03 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.
8 30/03 2h	<b>Tópico 3 – Cinemática dos Fluidos:</b> Fluxo e Taxa de Transporte. Teorema de Transporte de Reynolds.
9 04/04 2h	<b>Tópico 3 – Cinemática dos Fluidos:</b> Balanços Integral e Diferencial de Conservação de Massa.
10 06/04 2h	<b>Tópico 3 – Cinemática dos Fluidos:</b> Exercícios de Aplicação do Balanço Integral de Massa



11 11/04 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Escoamentos Viscosos e Ideais. Balanço Integral de Conservação de Energia.
12 13/04 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Equações de Bernoulli e Torricelli. Medidores de Vazão.
13 18/04 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Exercícios de Aplicação da Equação de Bernoulli em Escoamentos Compressíveis e Incompressíveis
14 20/04 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Balanço Integral de Conservação de Quantidade de Movimento. Exercício de Aplicação.
15 25/04 2h	<b>Primeira Avaliação (Tópicos 1 a 4)</b>
16 27/04 2h	<b>Tópico 4 – Dinâmica dos Fluidos Ideais:</b> Balanço Diferencial de Conservação de Quantidade de Movimento (Equação de Euler).
17 02/05 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Balanço Diferencial de Quantidade de Movimento (Fluidos Viscosos).
18 04/05 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Balanço Diferencial de Quantidade de Movimento (Equações de Cauchy e Navier-Stokes). Condições de Contorno
19 09/05 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Exercícios de Aplicação das Equações de Navier-Stokes
20 11/05 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Exercícios de Aplicação das Equações de Navier-Stokes
21 16/05 2h	<b>Tópico 5 - Dinâmica dos Fluidos Viscosos:</b> Exercícios de Aplicação das Equações de Navier-Stokes
22 18/05 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.
23 23/05 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.

24 25/05 2h	<b>Tópico 6 – Escoamento Viscoso Interno:</b> Fator de Atrito para Fluidos Não-Newtonianos. Perda de Carga Localizada. Perda de Carga em Associação de Tubulações.
25 30/05 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.
26 01/06 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.
27 06/06 2h	<b>Segunda Avaliação (Tópicos 5 e 6)</b>
28 08/06 2h	<i>Feriado: Corpus Christi</i>
29 13/06 2h	<b>Tópico 7 – Análise Dimensional:</b> Adimensionalização das Equações de Dinâmica dos Fluidos. Significado físico dos grupos adimensionais relevantes.
30 15/06 2h	<b>Tópico 7 – Análise Dimensional:</b> Teorema de Buckingham e Método das Variáveis Repetidas (Rayleigh). Similaridade geométrica, cinemática e dinâmica.
31 20/06 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.
32 22/06 2h	<b>Tópico 8 – Escoamento Viscoso Externo:</b> Teoria da Camada Limite: Análise Integral de von Kármán.
33 27/06 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.
34 29/06 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 ( <b>Vídeo-Aula</b> )
35 04/07 2h	<b>Tópico 8 – Escoamento Viscoso Externo:</b> Equações da Camada-Limite Laminar: Escoamentos Bidimensionais Axissimétricos ao redor de Esferas. Lei de Stokes. Coeficiente de Arrasto em Esferas.
36 06/07 2h	Avaliação Substitutiva



37 11/07 2h	Prova de Recuperação
38 12/07 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:  
 $MP = 0,25*NE + 0,20*(NA1+NA2) + 0,35*NP$ ;
- 2) Se  $MP \geq 5,75$ ; o estudante está aprovado sem Prova de Recuperação (REC).
- 3) Em caso de  $3,0 \leq MP < 5,75$  e frequência suficiente, o estudante terá direito à realização da REC.
- 4) Se  $MP < 3,0$ ; o estudante está automaticamente reprovado;
- 5) A média no caso (3) 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: 06/07/2023

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Çengel, Y.A., Cimbala, J.M. Mecânica dos fluidos: Fundamentos e aplicações. 3. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
2. Welty, J.R., Rorrer, G.L., Foster, D.G. Fundamentos de transferência de momento, calor e massa. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
3. Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N. Fenômenos de transporte. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. Fox, R.W., McDonald, A.T.; Pritchard, P.J., Mitchell, J.W. Introdução à mecânica dos fluidos. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.



2. White, F.M. Mecânica dos fluidos. 8. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2018.
3. Hauke, G. An Introduction to Fluid Mechanics and Transport Phenomena, Springer, 2008.
4. Munson, Bruce Roy; YOUNG, Donald F.; OKIISHI, T. H. Fundamentos da mecânica dos fluidos. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 571 p.
5. Steffe, James F., Rheological Methods in Food Process Engineering, Second Edition, Freeman Press, 1996.

## OBSERVAÇÕES

Horário de atendimento do professor: Quarta-Feira (15-17h), na sala EQA E-209.  
A prova de recuperação será realizada com todo o conteúdo da disciplina.  
A avaliação substitutiva será realizada com todo o conteúdo da disciplina.

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

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