



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Engenharia Mecânica



## PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC No 544, de 16 de junho de 2020, à Resolução Normativa No 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020, à Portaria Normativa No 379/2020/GR, de 9 de novembro de 2020, e à Resolução N° 30/2020/CUn, de 1° de dezembro de 2020.

### EMC5407 – Mecânica dos Fluidos I

#### 1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula teóricas.

Turmas: (04203A, 05214A) e (04203B, 05214B)

Nome do professor: Amir Antônio Martins de Oliveira Junior (amir.oliveira@gmail.com)

Período: 2° semestre de 2020

#### 2) Cursos

203 Engenharia Mecânica

214 Engenharia de Produção Mecânica

#### 3) Requisitos

Engenharia Mecânica (203): (EMC5401 ou EMC5405) e (EMC5132 ou FSC5050 ou FSC5103) ou (MTM3103 ou MTM5117 ou MTM5163 ou MTM5803)

Engenharia de Produção Mecânica (214): (EMC5405 e FSC5103 e MTM5163) ou (EMC5405) e (FSC5103 e MTM3103)

#### 4) Ementa

Conceitos Fundamentais. Estática dos Fluidos. Formulações Integral e Diferencial de Leis de Conservação. Escoamento Invíscido Incompressível. Análise Dimensional e Semelhança. Escoamento Interno Viscoso Incompressível.

#### 5) Objetivos

Geral:

Ao final da disciplina, o aluno adquirirá uma compreensão dos fenômenos físicos envolvidos no escoamento de fluidos newtonianos e incompressíveis, tornando-o capaz de entender e descrever as características gerais dos escoamentos desses fluidos, e habilitando-o a fazer análises simplificadas de escoamentos e projetos envolvendo o escoamento em tubulações.

Específicos:

1. Resolver problemas de equilíbrio estático em fluidos e calcular forças e momentos sobre superfícies submersas.
2. Aplicar os princípios da conservação da massa, da conservação da quantidade de movimento linear e da conservação da energia a problemas envolvendo volumes de controle.
3. Solucionar problemas envolvendo escoamentos invíscidos através de formulações unidimensionais aplicadas ao longo de linhas de corrente.
3. Solucionar escoamentos viscosos unidimensionais a partir das equações de conservação e resolver problemas envolvendo campos de velocidade, vazão mássica e queda de pressão em escoamentos unidimensionais.
4. Aplicar análise dimensional e métodos de semelhança na solução de problemas de mecânica dos fluidos.
5. Solucionar problemas de perda de carga em tubulações.
6. Desenvolver a capacidade de formular e planejar a busca de soluções para problemas de mecânica dos fluidos.
7. Desenvolver a capacidade de comunicação técnica efetiva na análise e discussão de problemas que envolvam o escoamento de fluidos.

## **6) Conteúdo Programático**

### 6.1 Introdução [2 horas-aula]

- 6.1.1 História da Mecânica dos Fluidos
- 6.1.2 Escopo da disciplina
- 6.1.3 Aplicações da Mecânica dos Fluidos

### 6.2 Fundamentos [4 horas-aula]

- 6.2.1 O fluido como um meio contínuo
- 6.2.2 Propriedades dos fluidos (massa específica, tensão interfacial, viscosidade)
- 6.2.3 Descrição e classificação dos escoamentos

### 6.3 Estática dos Fluidos [12 horas-aula]

- 6.3.1 Equação da estática dos fluidos
- 6.3.2 Manometria
- 6.3.3 Forças e momentos sobre superfícies planas submersas
- 6.3.4 Flutuação
- 6.3.5 Forças em superfícies curvas

### 6.4 Formulação Integral para Leis de Conservação [12 horas-aula]

- 6.4.1 A formulação de volume de controle
- 6.4.2 Conservação da massa
- 6.4.3 Conservação da quantidade movimento linear
- 6.4.4 Conservação da energia

### 6.5 Formulação Diferencial para Leis de Conservação [12 horas-aula]

- 6.5.1 Conservação da massa em coordenadas cartesianas
- 6.5.2 Trajetória e linha de corrente
- 6.5.3 Aceleração de uma partícula fluida em um campo de velocidade
- 6.5.4 Rotação e deformação em fluidos

6.5.5 Forças, campo de tensões e equação de Cauchy

6.5.6 Equação de Navier-Stokes

6.6 Escoamento Incompressível Invíscido [8 horas-aula]

6.6.1 Equação de Euler em coordenadas de linha de corrente

6.6.2 Equação de Bernoulli

6.6.3 Pressões estática, de estagnação e dinâmica

6.6.4 Relação entre a conservação da energia e a equação de Bernoulli

6.6.5 Aplicações da equação de Bernoulli

6.7 Análise Dimensional e Semelhança [4 horas-aula]

6.7.1 Teorema dos  $\pi$ s de Buckingham

6.7.2 Semelhança de escoamentos e estudos de modelos

6.8 Escoamento Interno Viscoso Incompressível [8 horas-aula]

6.8.1 Escoamento laminar plenamente desenvolvido entre placas planas infinitas e em tubos

6.8.2 Coeficiente de energia cinética e perda de carga

6.8.3 Escoamento turbulento plenamente desenvolvido

6.8.4 Região de entrada

6.8.5 Cálculo de perda de carga (perdas distribuídas, perdas localizadas, dutos não-circulares)

6.8.6 Solução de problemas de escoamentos em tubos

## 7) Metodologia

A disciplina será oferecida por meios síncronos e assíncronos. As aulas expositivas, realizadas com ferramenta síncrona de vídeo-conferência, serão gravadas e disponibilizadas aos alunos matriculados na disciplina.

As aulas síncronas terão por objetivo apresentar as deduções principais, descrever os métodos de solução recomendados e de discutir as dúvidas originadas na solução de problemas. Estas aulas síncronas serão realizadas no horário oficial da disciplina, nos dias identificados no cronograma.

As atividades assíncronas, principalmente de solução de problemas, realização de listas de exercícios e trabalhos, serão realizadas com o auxílio de notas de aula disponibilizadas no MOODLE e do livro texto. As notas de aula serão fornecidas na forma de textos e slides e cobrirão aspectos específicos do conteúdo. Além das notas de aula, outros conteúdos poderão ser disponibilizados no MOODLE, como vídeos e apresentações, conforme a necessidade.

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no MOODLE. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

## 8) Avaliação

A avaliação terá 2 componentes: 4 Provas (P1, P2, P3, P4) e 4 Trabalhos (T1, T2, T3, T4). Cada uma dessas atividades receberá uma nota entre 0,0 e 10,0. A média final será computada na forma:

$$MF = 0,6 \times (P1 + P2 + P3 + P4)/4 + 0,4 \times (T1 + T2 + T3 + T4)/4$$

As provas e os trabalhos serão realizados de forma não presencial (online) em datas e horários a serem definidos no Cronograma e anunciadas no MOODLE. O enunciado das avaliações será disponibilizado no MOODLE em dia e hora pré-estabelecidas e devolvidos via MOODLE. A duração da avaliação poderá mudar de acordo com a avaliação. As provas e trabalhos deverão ser feitos à mão, mas enviados como um arquivo no formato pdf. Gráficos, quando solicitados, poderão ser feitos usando Excell, Matlab, Octave, EES ou qualquer outro programa matemático.

As provas serão individuais. Espera-se que os alunos consultem apenas o próprio material, não se comuniquem com os colegas durante a realização das provas e não divulguem as suas soluções e/ou respostas. Espera-se que os alunos interajam com seus colegas na solução dos trabalhos.

Para ser aprovado, além do requisito da nota, o aluno deverá ter frequência igual a superior a 75%, que será aferida pela participação nas atividades síncronas e pelo acesso nas atividades assíncronas.

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, o aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC), sendo a nota final (NF) calculada conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja:  $NF = (MF + REC) / 2$ .

## 9) Cronograma

Sem.	Mês	Dia	Conteúdo	Modalidade	Horas-aula
1	Fevereiro	<b>1 Seg</b>			
		2 Ter	1. Introdução	Síncrona	2
		3 Qua			
		4 Qui	2. Fundamentos: 2.1. Meio contínuo, 2.2. Propriedades dos fluidos	Síncrona	2
		5 Sex	2.3 Classificação dos escoamentos	Assíncrona	2
		6 Sab			
		7 Dom			
2		8 Seg	<b>Divulgação do Trabalho 1</b>		
		9 Ter	3. Estática dos fluidos: 3.1. Equação da estática, 3.2. Manometria	Síncrona	2
		10 Qua			
		11 Qui	3.3. Forças e momentos sobre superfícies planas	Síncrona	2
		12 Sex	Exemplos	Assíncrona	2
		13 Sab			
		14 Dom			
3	15 Seg				
	16 Ter				
	17 Qua				
	18 Qui	3.5. Flutuação	Síncrona	2	

4	19	Sex	Exemplos	Assíncrona	2
	20	Sab			
	21	Dom			
	22	Seg	<b>Entrega do Trabalho 1</b>		
	23	Ter	3.6 Forças em superfícies curvas	Síncrona	2
	24	Qua			
	25	Qui	<b>PROVA 1</b>		
	26	Sex			
	27	Sab			
5	28	Dom			
	1	Seg			
	2	Ter	4. Formulação integral: 4.1. Formulação para volume de controle. 4.2. Conservação da massa	Assíncrona	2
	3	Qua	<b>Divulgação do Trabalho 2</b>		
	4	Qui	4.3. Conservação da quantidade de movimento linear - Volume estacionário	Síncrona	2
	5	Sex	Exemplos	Assíncrona	2
	6	Sab			
	7	Dom			
	8	Seg			
6	9	Ter	4.3. Conservação da quantidade de movimento linear - Volume movendo-se com velocidade constante	Síncrona	2
	10	Qua			
	11	Qui	4.4. Conservação da energia	Síncrona	2
	12	Sex	Exemplos	Assíncrona	2
	13	Sab			
	14	Dom			
	15	Seg	<b>Entrega do Trabalho 2</b>		
	16	Ter	<b>PROVA 2</b>		
	17	Qua			
7	18	Qui	5.1. Formulação diferencial. 5.1. Conservação da massa	Síncrona	2
	19	Sex			
	20	Sab			
	21	Dom			
	22	Seg	<b>Divulgação do Trabalho 3</b>		
	23	Ter	5.2. Trajetórias e linhas de corrente	Síncrona	2
	24	Qua			
	25	Qui	5.3. Aceleração	Síncrona	2
	26	Sex			
8	27	Sab			
	28	Dom			

Março

9	Abril	29	Seg			
		30	Ter	5.4. Rotação e deformação	Síncrona	2
		31	Qua			
		1	Qui	5.5. Forças, campo de tensões e equação de Cauchy	Síncrona	2
		2	Sex			
		3	Sab			
		4	Dom			
		5	Seg			
		6	Ter	5.6. Equação de Navier-Stokes	Síncrona	2
		7	Qua			
10	Abril	8	Qui	Exemplos	Assíncrona	2
		9	Sex			
		10	Sab			
		11	Dom			
		12	Seg			
11	Abril	13	Ter	6. Escorimento invíscido. 6.1. Equação de Euler	Síncrona	2
		14	Qua			
		15	Qui	6.2. Equação de Bernoulli, 6.3 Pressões estática, de estagnação e dinâmica	Síncrona	2
		16	Sex			
		17	Sab			
		18	Dom			
12	Abril	19	Seg			
		20	Ter	6.4. Relação entre a conservação da energia e a equação de Bernoulli	Síncrona	2
		21	Qua			
		22	Qui	6.5. Aplicações da equação de Bernoulli	Síncrona	2
		23	Sex	<b>Entrega do Trabalho 3</b>		
		24	Sab			
		25	Dom			
13	Abril	26	Seg			
		27	Ter	<b>PROVA 3</b>	Assíncrona	2
		28	Qua			
		29	Qui	7. Análise dimensional e similitude, 7.11 Teorema dos $\pi$ s de Buckingham, 7.2. Semelhança de escoamentos e estudos de modelos	Síncrona	2
		30	Sex	Exemplos	Assíncrona	2
		1	Sab			
14	Maio	2	Dom			
		3	Seg	<b>Divulgação do Trabalho 4</b>		

15	4	Ter	8. Escoamento viscoso incompressível interno, 8.1 Escoamento laminar plenamente desenvolvido entre placas planas infinitas e em tubos	Síncrona	2
	5	Qua			
	6	Qui	8.2 Coeficiente de energia cinética e perda de carga, 8.3 Escoamento turbulento plenamente desenvolvido, 8.4 Região de entrada	Síncrona	2
	7	Sex	Exemplos	Assíncrona	2
	8	Sab			
	9	Dom			
	10	Seg			
	11	Ter	8.5 Cálculo de perda de carga, 8.6 Solução de problemas de escoamentos em tubos	Síncrona	2
	12	Qua	<b>Entrega do Trabalho 4</b>		
	13	Qui	<b>PROVA 4</b>	Assíncrona	2
	14	Sex			
16	15	Sab			
	16	Dom			
	17	Seg	Revisão		
	18	Ter			
	19	Qua			
	20	Qui	<b>Recuperação</b>		
	21	Sex			
	22	Sab	Total de horas-aula		72

## 10) Bibliografia Básica

Oliveira Jr., Amir A. M., **Notas de Aula de Mecânica dos Fluidos**, Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 2020. (Disponibilizado no MOODLE).

## 11) Bibliografia Complementar

1. Fox, R. W., McDonald, A. T. e Pritchard, P.J., *Introdução à Mecânica dos Fluidos*, 7<sup>a</sup>. ed., Edgard Blucher, 2010 e edições posteriores.
2. WHITE, F.M. *Mecânica dos Fluidos*, McGraw-Hill, 2003.
3. MUNSON, B.R.; YOUNG, D.F.; OKIISHI, T.H., *Fundamentos da Mecânica dos Fluidos*, Edgard Blucher, 2004.