



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, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho 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: 1º 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 Propriedades dos Fluidos [6 horas-aula]

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

### 6.3 Estática dos Fluidos [10 horas-aula]

- 6.3.1 Variação da pressão em um fluido estático
- 6.3.2 Manômetros
- 6.3.3 Forças e momentos sobre superfícies planas submersas
- 6.3.4 Flutuação
- 6.3.5 Movimento de corpo rígido

### 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 [8 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 deformações em fluidos
- 6.5.5 Forças atuando sobre uma partícula fluida
- 6.5.6 Equação diferencial da quantidade de movimento
- 6.5.7 Equação de Navier-Stokes
- 6.6 Escoamento Incompressível Invíscido [6 horas-aula]
  - 6.6.1 Equação da quantidade de movimento para escoamento sem atrito viscoso
  - 6.6.2 Equações de Euler em coordenadas de linha de corrente
  - 6.6.3 Equação de Bernoulli
  - 6.6.4 Pressões estática, de estagnação e dinâmica
  - 6.6.5 Relação entre a conservação da energia e a equação de Bernoulli
  - 6.6.6 Aplicações da equação de Bernoulli
- 6.7 Análise Dimensional e Semelhança [6 horas-aula]
  - 6.7.1 Natureza da análise dimensional
  - 6.7.2 Teorema dos  $\pi$ s de Buckingham
  - 6.7.3 Determinação de grupos adimensionais
  - 6.7.4 Semelhança de escoamentos e estudos de modelos
  - 6.7.5 Semelhança incompleta
- 6.8 Escoamento Interno Viscoso Incompressível [14 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 no YOUTUBE 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 mudará de acordo com a avaliação. Espera-se que o aluno trabalhe individualmente na solução dos problemas das provas e discuta com seus colegas de classe a 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	
3	Setembro	31	Seg		
		1	Ter	Revisão dos Capítulos 1 e 2	Síncrono
		2	Qua		
		3	Qui	3. Estática dos fluidos	Síncrono
		4	Sex		
		5	Sab		
		6	Dom		
		7	Seg		
		8	Ter	3.2. Manometria e exercícios	Síncrono
		9	Qua		
		10	Qui	3.3 Forças e momentos em superfícies e exercícios	Síncrono
		11	Sex		
		12	Sab		
		13	Dom		
		14	Seg		
		15	Ter	3.4 Flutuação e exercícios	Síncrono
		16	Qua		
17	Qui	3.5 Movimento de corpo rígido e exercícios	Síncrono		

		18	Sex		
		19	Sab		
		20	Dom		
6		21	Seg	<b>Entrega do Trabalho 1</b>	Assíncrona
		22	Ter	<b>Revisão e Prova 1</b>	Assíncrona
		23	Qua		
		24	Qui	4. Equações Básicas na Forma Integral para um Volume de Controle	Síncrono
		25	Sex		
		26	Sab		
			27	Dom	
7		28	Seg		
		29	Ter	4.2 Conservação da massa	Síncrono
		30	Qua		
		1	Qui	Exercícios	Síncrono
		2	Sex		
		3	Sab		
			4	Dom	
8		5	Seg		
		6	Ter	4.3. Conservação da quantidade de movimento linear	Síncrono
		7	Qua		
		8	Qui	Exercícios	Síncrono
		9	Sex		
		10	Sab		
			11	Dom	
9		12	Seg		
		13	Ter	4.4 Conservação da energia	Síncrono
		14	Qua		
		15	Qui	Exercícios	Síncrono
		16	Sex		
		17	Sab		
			18	Dom	
10		19	Seg	<b>Entrega do Trabalho 2</b>	Assíncrona
		20	Ter	Revisão	Síncrono
		21	Qua		
		22	Qui	<b>Prova 2</b>	Assíncrona
		23	Sex		
		24	Sab		
			25	Dom	
11		26	Seg		
		27	Ter	5. Formulação Diferencial para Leis de Conservação	Síncrono
		28	Qua		
		29	Qui	5.1 Continuidade	Síncrono

		30	Sex		
		31	Sab		
	Novembro	1	Dom		
		2	Seg		
12		3	Ter	5.2 Trajetória e linha de corrente	Síncrono
		4	Qua		
		5	Qui	5.3 Cinemática (aceleração, rotação e deformação)	Síncrono
		6	Sex		
		7	Sab		
		8	Dom		
		9	Seg		
13		10	Ter	6. Escoamento incompressível invíscido	Síncrono
		11	Qua		
		12	Qui	6.2 Integração ao longo de uma linha de corrente	Síncrono
		13	Sex		
		14	Sab		
		15	Dom		
		16	Seg	<b>Entrega do Trabalho 3</b>	Assíncrona
14		17	Ter	Discussão de vídeos e exercícios	Síncrono
		18	Qua		
		19	Qui	<b>Revisão e Prova 3</b>	Assíncrona
		20	Sex		
		21	Sab		
	22	Dom			
	23	Seg			
15	24	Ter	7. Análise Dimensional e Semelhança	Síncrono	
	25	Qua			
	26	Qui	8. Escoamento Viscoso Incompressível Interno	Síncrono	
	27	Sex			
	28	Sab			
	29	Dom			
	30	Seg			
16	Dezembro	1	Ter	8.1 Solução de escoamentos unidimensionais	Síncrono
		2	Qua		
		3	Qui	8.2 Considerações de energia e perda de carga	Síncrono
		4	Sex		
		5	Sab		
		6	Dom		
		7	Seg		
17	8	Ter	8.3 Escoamento turbulento	Síncrono	

18	9	Qua		
	10	Qui	<b>Revisão e Prova 4</b>	Assíncrona
	11	Sex	<b>Entrega do Trabalho 4</b>	Assíncrona
	12	Sab		
	13	Dom		
	14	Seg		
	15	Ter	Recuperação	Síncrono
	16	Qua		
	17	Qui	Recuperação	Síncrono
	18	Sex		
	<b>19</b>	<b>Sab</b>	Encerramento do semestre letivo	

## 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., Edgar 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.