



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.

Turma(s): 04203A/05214A

Nome do professor: **César José Deschamps**

e-mail: cesar.deschamps@ufsc.br

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:

Fornecer uma introdução à Mecânica dos Fluidos com foco na formulação das equações de conservação para a solução de escoamentos nas formas integral e diferencial; descrição e visualização de escoamentos; similaridade e escoamento interno viscoso.

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.
4. 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.
5. Aplicar análise dimensional e métodos de similaridade na solução de problemas de mecânica dos fluidos.
6. Solucionar problemas de perda de carga em tubulações.

## 6) Conteúdo Programático

- 1 Introdução [0,5 hora-aula]
  - 1.1 Definição de fluido
  - 1.2 Escopo da Mecânica dos Fluidos
  - 1.3 Equações básicas
  - 1.4 Métodos de análise e descrição
- 2 Conceitos Fundamentais [7,5 horas-aula]
  - 2.1 Escopo da Mecânica dos Fluidos e Métodos de análise
  - 2.2 O fluido como um meio contínuo
  - 2.3 Campos escalar, vetorial e tensorial
  - 2.4 Linhas de tempo, de emissão, de corrente e trajetórias
  - 2.5 Tensões cisalhantes e normais
  - 2.6 Viscosidade, fluido Newtoniano e fluido não-Newtoniano
  - 2.7 Descrição e classificação de escoamentos
- 3 Estática dos Fluidos [10 horas-aula]
  - 3.1 Variação da pressão em um fluido estático
  - 3.2 Manômetros
  - 3.3 Forças e momentos sobre superfícies planas submersas
  - 3.4 Forças e momentos sobre superfícies curvas submersas
- 4 Formulação Integral para Leis de Conservação [12 horas-aula]
  - 4.1 A relação entre as derivadas do sistema e a formulação de volume de controle
  - 4.2 Conservação da massa
  - 4.3 Conservação da quantidade movimento linear
  - 4.4 Conservação da energia
- 5 Formulação Diferencial para Leis de Conservação [8 horas-aula]
  - 5.1 Conservação da massa em coordenadas cartesianas
  - 5.2 Aceleração de uma partícula fluida em um campo de velocidade
  - 5.3 Rotação e deformações em fluidos
  - 5.4 Forças atuando sobre uma partícula fluida

5.5 Equação diferencial da quantidade de movimento

5.6 Equação de Navier-Stokes

## 6 Escoamento Incompressível Invíscido [6 horas-aula]

6.1 Equação da quantidade de movimento para escoamento sem atrito viscoso

6.2 Equações de Euler em coordenadas de linha de corrente

6.3 Equação de Bernoulli

6.4 Pressões estática, de estagnação e dinâmica

6.5 Aplicações e precauções no emprego da equação de Bernoulli

6.6 Relação entre a Primeira Lei da Termodinâmica e a equação de Bernoulli

## 7 Análise Dimensional e Semelhança [6 horas-aula]

7.1 Natureza da análise dimensional

7.2 Teorema dos  $\pi$ s de Buckingham

7.3 Determinação de grupos adimensionais

7.4 Semelhança de escoamentos e estudos de modelos

7.5 Semelhança incompleta

## 8 Escoamento Interno Viscoso Incompressível [14 horas-aula]

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

8.2 Distribuição de tensão de cisalhamento no escoamento plenamente desenvolvido

8.3 Perfis de velocidade em escoamento turbulento plenamente desenvolvido

8.4 Coeficiente de energia cinética e perda de carga

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

8.6 Solução de problemas de escoamentos em tubos

### Observações:

- a) Na carga horária atribuída a cada item do Conteúdo Programático estão computadas a carga horária que o aluno deve despender nas aulas assíncronas e nas aulas síncronas.
- b) As atividades avaliativas demandarão 8 horas-aula (incluindo a Recuperação), integralizando as 72 horas-aula da disciplina.

## 7) Metodologia

Aulas expositivas, mesclando atividades síncronas e assíncronas, com foco na discussão do conteúdo teórico e na demonstração de sua aplicação na solução de problemas de interesse em engenharia. Em relação às atividades síncronas e assíncronas, adicionam-se as seguintes informações:

- Haverá uma breve revisão dos tópicos 1 e 2 do conteúdo programático da disciplina que já havia sido abordado antes da suspensão do semestre.
- As atividades síncronas ocorrerão nos horários da disciplina e terão por objetivo apresentar as deduções principais e discutir as dúvidas originadas na solução de problemas.
- O link para as aulas síncronas será fornecido no MOODLE.
- As notas de aula serão fornecidas na forma de textos e slides e cobrirão aspectos específicos do conteúdo.
- As atividades assíncronas serão disponibilizadas através do MOODLE, com o suporte de material de apoio em meio digital, incluindo a solução de problemas e listas de exercícios.

- O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE e no Cronograma detalhado abaixo.

## 8) Avaliação

A avaliação será realizada na forma de três provas (P1, P2 e P3). A Média Final (MF) da disciplina será a média aritmética dessas avaliações:

$$MF = (P1 + P2 + P3) / 3$$

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 dessa resolução, ou seja:  $NF = (MF + REC) / 2$ .

Caso o aluno não compareça a uma das provas, será realizada uma prova de reposição no final do semestre, entre a P3 e a REC, e sua nota substituirá a nota da prova a que o aluno faltou.

Com relação à aplicação das avaliações e à frequência, esclarece-se o seguinte:

- As avaliações ocorrerão online, atendendo a Resolução Normativa 140/2020/CUn.
- As avaliações constarão do Cronograma, e serão detalhadas, registradas e divulgadas no MOODLE.
- A frequência suficiente ao curso é obrigatória. A frequência será registrada pelo docente, ou pelo próprio aluno, em cada acesso às aulas síncronas, utilizando o registro de frequência do MOODLE. O aluno também poderá ser requisitado a registrar frequência no acesso às aulas assíncronas. Para ter direito a fazer a prova REC, o aluno deverá ter atingido 75% de frequência nas aulas síncronas.

## 9) Cronograma

1. As atividades síncronas serão realizadas nas segundas-feiras, entre 08h20 e 10h00, e quartas-feiras, entre 07h30 e 09h10, com exceção das datas em que haverá avaliação.
2. As avaliações P1 e P2 serão realizadas online nos dias 21/09 e 09/11, entre 08h20 e 10h00, enquanto a avaliação P3 será realizada online no dia 09/12, entre 07h30 e 09h10. As questões estarão disponíveis no início desses períodos supracitados e as respostas, na forma de um texto escaneado, ou fotografado, deverão ser entregues no MOODLE (por upload) até o final do período correspondente.
3. A Prova de Recuperação (REC) será realizada no dia 16/12, entre 07h30 e 09h10.

O cronograma detalhado da disciplina é apresentado abaixo, em conformidade com a Resolução Normativa 140/2020/CUn.

Semana – Dia	Atividade síncrona	Conteúdo	Atividade assíncrona	Conteúdo
01 – 31/08	Sim (aula)	1.1-1.4; 2.1-2.7	Sim	1.1-1.4; 2.1-2.7
01 – 02/09	Sim (aula)	3.1 a 3.2	Sim	3.1 a 3.2
02 – 07/09	Feriado	-	Feriado	-
02 – 09/09	Sim (aula)	3.3	Sim	3.3
03 – 14/09	Sim (aula)	3.4	Sim	3.4
03 – 16/09	Sim (atendimento)	Revisão P1	Sim	Revisão P1
<b>04 – 21/09</b>	<b>Não</b>	-	<b>Prova P1</b>	<b>Caps. 1 e 3</b>

04 – 23/09	Sim (aula)	4.1 a 4.2	Sim	4.1 a 4.2
05 – 28/09	Sim (aula)	4.2 a 4.3	Sim	4.2 a 4.3
05 – 30/09	Sim (aula)	4.3	Sim	4.3
06 – 05/10	Sim (aula)	4.4	Sim	4.4
06 – 07/10	Sim (atendimento)	4.1 a 4.4	Sim	4.1 a 4.4
07 – 12/10	Sim (aula)	5.1 a 5.2	Sim	5.1 a 5.2
07 – 14/10	Sim (aula)	5.3 a 5.4	Sim	5.3 a 5.4
08 – 19/10	Sim (aula)	5.5 a 5.6	Sim	5.5 a 5.6
08 – 21/10	Sim (atendimento)	5.1 a 5.6	Sim	5.1 a 5.6
09 – 26/10	Sim (aula)	6.1 a 6.2	Sim	6.1 a 6.2
09 – 28/10	Sim (aula)	6.3 a 6.4	Sim	6.3 a 6.4
10 – 02/11	Feriado	-	Feriado	-
10 – 04/11	Sim (aula)	6.5 a 6.6	Sim	6.5 a 6.6
<b>11 – 09/11</b>	<b>Não</b>	-	<b>Prova P2</b>	<b>Caps. 4 a 6</b>
11 – 11/11	Sim (aula)	7.1 a 7.3	Sim	7.1 a 7.3
12 – 16/11	Sim (aula)	7.4 a 7.5	Sim	7.4 a 7.5
12 – 18/11	Sim (aula)	8.1 a 8.2	Sim	8.1 a 8.2
13 – 23/11	Sim (aula)	8.3	Sim	8.3
13 – 25/11	Sim (aula)	8.4	Sim	8.4
14 – 30/11	Sim (aula)	8.5	Sim	8.5
14 – 02/12	Sim (aula)	8.6	Sim	8.6
15 – 07/12	Sim (atendimento)	Revisão P3	Sim	Revisão P3
<b>15 – 09/12</b>	<b>Não</b>	-	<b>Prova P3</b>	<b>Caps. 7 e 8</b>
16 – 14/12	Sim (atendimento)	Revisão REC		Caps. 1 a 8
<b>16 – 16/12</b>	<b>Não</b>	-	<b>REC</b>	<b>Caps. 1 a 8</b>

## 10) Bibliografia Básica

- Vídeos e slides elaborados para esta disciplina serão fornecidos como fonte de referência para o aluno estudar, aprender e se preparar para as avaliações.
- Os vídeos e slides serão disponibilizados no ambiente MOODLE da disciplina.
- Solicita-se que os vídeos não sejam enviados para outras pessoas, diferentes daquelas matriculadas nessa disciplina e turma, com o risco de ferir direitos autorais.

## 11) Bibliografia Complementar

FOX, R.W.; McDONALD, A.T. *Introdução à Mecânica dos Fluidos*, LTC, 2001.

WHITE, F.M. *Mecânica dos Fluidos*, McGraw-Hill, 2003.

MUNSON, B.R.; YOUNG, D.F.; OKIISHI, T.H., *Fundamentos da Mecânica dos Fluidos*, Edgard Blucher, 2004.