



**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.

### **EMC5425 – Fenômenos de Transporte**

#### **1) Identificação**

Carga horária total: 72 horas-aula teóricas.

Turma: 05236

Professor: Celso Peres Fernandes. E:mail: celso@lmpt.ufsc.br

Período: 2º semestre de 2020

#### **2) Cursos**

236 Engenharia de Materiais - Semestral

#### **3) Requisitos**

FSC5002 ou FSC5112 e MTM3102

#### **4) Ementa**

Conceitos fundamentais em mecânica dos fluidos; dimensões e unidades; campos escalar, vetorial e tensorial; viscosidade. Hidrostática; pressão em fluido estático, manômetros; forças sobre superfícies planas e curvas submersas. Análise de escoamento; leis básicas para sistemas e volumes de controle; conservação da massa; equação da quantidade de movimento linear; primeira lei da termodinâmica; equação de Bernoulli. Escoamento viscoso incompressível; escoamento em tubos; diagrama de Moody; perdas de carga distribuídas e localizadas. Conceitos fundamentais em transmissão de calor; dimensões e unidades; leis básicas da transmissão de calor; condução, convecção e radiação; mecanismos combinados de transmissão de calor. Condução unidimensional em regime permanente; espessura crítica de isolamento; aletas; estruturas compostas. Difusão molecular e transporte de massa.

## 5) Objetivos

**Geral:** Apresentar e trabalhar os fundamentos de fluidos em repouso e em movimento assim como o transporte de quantidade de movimento, de calor e de massa.

**Específicos:** Capacitar o aluno a analisar problemas envolvendo fluidos em repouso, medidas de pressão, forças distribuídas em superfícies submersas e empuxo. Analisar os conceitos de sistema (fechado) e de volume de controle. Estabelecer e aplicar a formulação integral das equações de conservação (massa, quantidade de movimento e calor), a equação de Bernoulli. Análise de escoamentos viscosos em dutos. Introdução e trabalho de problemas simples de transferência de calor e massa.

## 6) Conteúdo Programático

### 6.1 Estática dos Fluidos

6.1.1 Mecânica dos Fluidos: Conceitos e Definições. Meio contínuo. Forças de corpo e de superfície. Tensão em um ponto. Leitura formativa. [3 horas-aula]

6.1.2 Fluidos: Definição e propriedades. Viscosidade. Equação de estado para um gás perfeito. Grandezas e Unidades. Leitura formativa. [3 horas-aula]

6.1.3 Fundamentos da estática dos fluidos. Equação básica da estática dos fluidos. Variação de pressão no fluido estático incompressível e compressível. Leitura formativa. [3 horas-aula]

6.1.4 Medidas de pressão. Manômetros de tubo em U e barômetro. Leitura formativa. [3 horas-aula]

6.1.5 Forças sobre superfícies planas submersas. Leitura formativa. [4 horas-aula]

6.1.6 Empuxo e flutuação. Leitura formativa. [2 horas-aula]

### 6.2 Leis básicas aplicadas a volumes de controle

6.2.1 Descrição e classificação de escoamentos: Campo de velocidade, regimes de escoamento laminar e turbulento. Camada limite. Leitura formativa. [2 horas-aula]

6.2.2 Introdução à Análise de escoamentos. Cálculo do fluxo de massa. Equação básica da formulação de volume de controle. Princípio da conservação da massa: Equação da continuidade. Leitura formativa. [4 horas-aula]

6.2.3 Equação da quantidade de movimento linear. Segunda Lei de Newton. Leitura formativa. [2 horas-aula]

6.2.4 Aplicações da segunda Lei de Newton. [2 horas-aula]

6.2.5 Princípio da conservação da energia. Leitura formativa. [4 horas-aula]

6.2.6 Equação de Bernoulli modificada para situações com bombas e turbinas. Leitura formativa. [2 horas-aula]

6.2.7 Pressões estática, dinâmica e de estagnação. O Tubo de Pitot. Leitura formativa. [2 horas-aula]

6.2.8 Noções básicas sobre perdas de carga. Leitura formativa. [2 horas-aula]

6.2.9 Aplicações de escoamento em tubulações. [2 horas-aula]

### **6.3 Fundamentos da Transferência de Calor e Massa**

6.3.1 Introdução à transferência de calor: Condução, convecção e radiação. Mecanismos combinados. Leitura formativa. [6 horas-aula]

6.3.2 Equação da condução de calor. [2 horas-aula]

6.3.3 Condução unidimensional de calor em regime permanente. Condução de calor em paredes compostas. O conceito de resistência térmica. Leitura formativa. [4 horas-aula]

6.3.4 Condução com geração de calor. Leitura formativa. [4 horas-aula]

6.3.5 Transferência de calor em superfícies aletadas. [2 horas-aula]

6.3.6 Introdução à difusão molecular. [4 horas-aula]

#### **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 10 horas-aula (incluindo a Recuperação), integralizando as 72 horas-aula da disciplina.
- c) Os textos bibliográficos para as leituras formativas constam da bibliografia e serão especificados e disponibilizados pelo professor ao longo do curso.

### **7) Metodologia**

Em regime ditado pelo calendário suplementar excepcional (resolução normativa 140/2020/Cun/UFSC) este curso será totalmente oferecido em modalidade não-presencial (modo remoto). Consistirá de atividades pedagógicas assíncronas, ocupando 50% da carga horária total do curso, e de atividades síncronas, ocupando a carga restante (50%). As aulas síncronas, com duração de 50 minutos cada, ocorrerão duas vezes por semana, nos dias e horários próprios da disciplina. Estas aulas serão realizadas com o uso de ferramentas de vídeo conferência. Materiais digitais (slides, vídeos, textos) de apoio serão disponibilizados aos alunos.

## 8) Avaliação

Serão realizadas três avaliações online P1, P2 e P3 cujas datas estão definidas e são apresentadas no cronograma (seção 9). Os conteúdos abordados em P1, P2 e P3 serão aqueles das seções 6.1, 6.2 e 6.3, respectivamente. As avaliações, constituídas de questões escritas, serão disponibilizadas no Moodle, no dia agendado, no horário da aula, e as soluções das questões deverão ser devolvidas via Moodle. A duração da avaliação será de 12 horas. A capacidade de interpretação do texto das questões das provas faz parte do conteúdo avaliativo.

Ressalta-se a esperança de que o aluno trabalhe individualmente na solução das questões da avaliação, com a consulta livre ao material do MOODLE.

A média final (MF) para aprovação no curso será calculada pela média aritmética das três avaliações.

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.

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

1. As aulas síncronas serão realizadas nas segundas-feiras, com início às 16h20 e duração de 50 minutos, e nas quartas-feiras com início às 14:20 e com duração de 50 minutos.
2. As avaliações P1, P2 e P3 serão realizadas nos dias 04 de março, 15 de abril e 13 de maio, quer dizer, sempre às quarta-feiras. Assim, as questões estarão disponíveis às 14h20 e as respostas, na forma de um texto escaneado, ou fotografado, deverão ser entregues no MOODLE (por upload) até 12 horas depois.
3. A Prova de Recuperação (REC) ocorrerá no dia 20 de maio, quarta-feira, também com duração de 12 horas.

## 10) Bibliografia Básica

Textos, apresentação de slides e vídeo-aulas disponibilizados pelo professor no Moodle.

## 11) Bibliografia Complementar

1. Oliveira Jr., A.A.O, Fenômenos de Transporte, notas de aula. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
2. FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. Introdução à mecânica dos fluidos. Rio de Janeiro: LTC, 2014. xvii, 871 p. ISBN 9788521623021.
3. Incropera, F. P. et al. Fundamentos de transferência de calor e massa. Rio de Janeiro. LTC.2013.

4. CELSO P. LIVI, Fundamentos de Fenômenos de Transporte, LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Rio de Janeiro, 2004.
5. CREMASCO, Marco Aurélio. Fundamentos de transferência de massa. 2. ed. rev. Campinas: Ed. da Unicamp, 2002. 729p. ISBN 8526805959.
6. WHITE, Frank M. Mecânica dos fluidos. Porto Alegre: AMGH, 2011. xiii, 880 p. ISBN 9788563308214.
7. WELTY, James R. Fundamentals of momentum, heat and mass transfer. John Wiley, 2013. ISBN 9780470504819
8. CHHABRA, R. P.; RICHARDSON, J. F. Non-Newtonian Flow and Applied Rheology, 2nd. ed. Oxford: Elsevier, 2008. 536p. ISBN 9780750685320.
9. GASKELL, David R. Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering. Prentice Hall, 1991.
10. REID, Robert C; PRAUSNITZ, J. M; POLING, Bruce E. The properties of gases and liquids. 4th ed. New York: McGraw Hill, c1987. 741p. ISBN 0070517991;