



## PLANO DE ENSINO

### 1. IDENTIFICAÇÃO

<b>COMPONENTE CURRICULAR: MECÂNICA DOS FLUIDOS II</b>				
<b>UNIDADE OFERTANTE: FEMEC</b>				
<b>CÓDIGO: FEMEC41062</b>	<b>PERÍODO/SÉRIE: 6º</b>	<b>TURMA: W</b>		
<b>CARGA HORÁRIA: 45 H</b>		<b>NATUREZA</b>		
<b>TEÓRICA: 45 H</b>	<b>PRÁTICA: 0</b>	<b>TOTAL: 45H</b>	<b>OBRIGATÓRIA (X)</b>	<b>OPTATIVA ( )</b>
<b>PROFESSORES: JOÃO MARCELO VEDOVOTO</b> <b>Sala 5P305</b>		<b>ANO/SEMESTRE: 2020 – AARE 2</b>		
<b>OBSERVAÇÕES: e-mail do professor: <a href="mailto:vedovoto@ufu.br">vedovoto@ufu.br</a></b>				

### 2. EMENTA

Introdução à turbulência. Teoria fenomenológica. Equações básicas. Análise com correlações empíricas. Dinâmica dos Fluidos Computacional – Simulação numérica e experimentação. Introdução aos escoamentos compressíveis. Escoamentos compressíveis unidimensionais. Choques normais e oblíquos. Dimensionamento de bocais e difusores. Escoamento compressíveis em dutos. Escoamentos compressíveis multidimensionais.

### 3. JUSTIFICATIVA

Capacitação do engenheiro aeronáutico e mecânico para atuação tanto no projeto quanto na manutenção de sistemas que envolvam escoamentos turbulentos e/ou compressíveis.

### 4. OBJETIVO

Capacitar o aluno para: Compreender fisicamente as bases da mecânica dos fluidos. O aluno deve ter capacidade de análise e formulação de problemas envolvendo a mecânica dos fluidos através do uso de modelos teóricos, empíricos e computacionais.

### 5. PROGRAMA

#### 1. APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA

- 1.1. Objetivos
- 1.2. Conteúdo programático
- 1.3. Bibliografia
- 1.4. Sistema de avaliação

#### 2. ESCOAMENTOS TURBULENTOS

- 2.1. Introdução: exemplos de sistemas dinâmicos; exemplos de escoamentos turbulentos em aplicações industriais e geofísicas; características fundamentais da turbulência.



- 2.2. Origem da turbulência: critérios de estabilidade para escoamentos livres, parietais, com rotação e com troca de calor; desprendimento de vórtice em esteiras; turbilhões longitudinais; efeito da aceleração da gravidade.
  - 2.3. Teorias Fenomenológicas: teoria de Kolmogorov. Turbilhões coerentes. Introdução à turbulência bidimensional.
  - 2.4. Equações Básicas: continuidade, quantidade de movimento e energia.
  - 2.5. Simulação Numérica de Escoamentos Turbulentos: Simulação Numérica Direta; Modelagem da Turbulência: Equações de Reynolds; Tensor de tensões de Reynolds.
  - 2.6. Técnicas Experimentais: Medidas de pressão e velocidade. Transdutores de pressão. Termoanemometria. Velocimetria laser Doppler. Aquisição e tratamento de dados.
  - 2.7. Turbulência em aerodinâmica: descolamento de camada limite; controle do descolamento; transição ao regime turbulento; controle da transição; Ondas sonoras e choques. Aerodinâmica subsônica e supersônica. Desprendimento de vórtices em motores a propelente sólido.
  - 2.8. Turbulência no Meio Ambiente: circulação na atmosfera terrestre. Circulação oceânica. Poluição em rios e lagos. Difusão turbulenta.
  - 2.9. Turbulência em aplicações industriais: otimização da transferência de calor em feixe de barras e em trocadores de calor. Influência da turbulência na qualidade do ar em salas limpas.
  - 2.10. Problemas de interação fluido estrutura: problema físico; causas e consequências das vibrações promovidas por e promotoras de instabilidades dinâmicas; modelagem; experimentação; como modelar; como experimentar
3. ESCOAMENTO COMPRESSÍVEL UNIDIMENSIONAL
- 3.1. A velocidade do som
  - 3.2. Equação da propagação de uma onda de perturbação em um meio
  - 3.3. Propagação dessa onda em um gás perfeito e em um processo adiabático
  - 3.4. Número de Mach e cone de Mach
  - 3.5. Comportamento da propagação da onda de perturbação (som), com a fonte de perturbação estática e com velocidade inferior, igual ou superior à do som ( $M < 1$ ,  $M = 1$  e  $M > 1$ )
  - 3.6. Correlação da velocidade de propagação da fonte e a do som, definição do número de Mach e cone de Mach
  - 3.7. Equações governantes
  - 3.8. Equações de conservação de massa, de quantidade de movimento e energia para um processo isentrópico de escoamento de um gás perfeito compressível
  - 3.9. Escoamento isentrópico num duto com área variável.
  - 3.10. Equações governantes do processo
  - 3.11. Correlação entre a área de uma seção e a área crítica
  - 3.12. Escoamento em bocais e difusores
  - 3.13. Ondas de choques
  - 3.14. Definição do lugar geométrico para um escoamento adiabático com atrito (linha de Fanno)
  - 3.15. Definição do lugar geométrico para um escoamento de um fluido invíscido com transferência de calor (escoamento Rayleigh)
  - 3.16. Escoamento adiabático com atrito (Escoamento Fanno): Equações governantes
  - 3.17. Definição do comprimento máximo de duto



- 3.18. Comportamento do escoamento subsônico
- 3.19. Comportamento do escoamento supersônico
- 3.20. Ocorrência de choque normal no duto

## 6. METODOLOGIA

As atividades de ensino serão divididas em atividades síncronas e assíncronas. As atividades síncronas serão realizadas em horário de aula (quintas feiras das 14h50 às 17h30), totalizando 27ha. Tais atividades serão com a utilização do software **Microsoft Teams**. Para as atividades assíncronas, WhatsApp, Skype e Google Meet.

As outras 18ha teóricas serão realizadas com atividades assíncronas, que envolvem, estudo preliminar das aulas disponibilizadas previamente, em conjunto com literatura especializada. Ao início de cada atividade síncrona, responderá a perguntas elaboradas pelos discentes previamente pelos discentes.

Pontos gerais:

- Tem chamada toda aula (oral ou lista) nas atividades síncronas;
- Verifiquem seus e-mails **sempre** antes da aula;

## 7. AVALIAÇÃO

Duas provas: 35 pontos cada;  
Seminário sobre turbulência nos fluidos: 30 pontos  
5+ - Participação

## 8. BIBLIOGRAFIA

### **Básica**

ÇENGEL, Y. A., CIMBALA, J. M., 2007, Mecânica dos Fluidos- Fundamentos e Aplicações, McGraw Hill, São Paulo.

FOX, R. W., MCDONALD, A.T., 2006, "Introdução à Mecânica dos Fluidos", Guanabara, Rio De Janeiro, 6a Ed., Brasil.

WHITE, F. M., 2002, Mecânica dos Fluidos, Mc Graw Hill.

### **Complementar**

BIRD, R.B., STEWART, W.E., LIGHTFOOT, E.N., 2004, Fenômenos de Transporte, LTC.

BRUNETTI, F., 2a edição, 2008, Mecânica dos Fluidos, Pearson Prentice Hall.

LESIEUR, M., 2008, "Turbulence in Fluids (Fluid Mechanics and Its Applications)", Springer

MUNSON, B.R., YOUNG, D.F., OKIISHI, T.H., 2004, Fundamentos de Mecânica dos Fluidos, Blucher.

POPE, S.B., 2000, "Turbulent Flows", Cambridge University Press, UK.

## 9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado realizada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica

