



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro Tecnológico - CT**  
**Departamento de Engenharia Mecânica – DEM**

**PROGRAMA DE DISCIPLINA**

**1 IDENTIFICAÇÃO**

<b>Curso:</b>	Engenharia Mecânica	<b>Créditos:</b>	01
<b>Disciplina</b>	Laboratório de Engenharia Térmica I	<b>Carga horária:</b>	30
:			
<b>Código:</b>	MCA-08693	<b>T-E-L:</b>	00-00-30
<b>Professor</b>	Rogério Ramos	<b>Período ideal:</b>	7º.
:			

**2 EMENTA**

Grandezas físicas: erros, desvios e incertezas. Experimentos de laboratório, visitas técnicas e atividades práticas relacionadas à mecânica dos fluidos, termodinâmica e transferência de calor.

**3 OBJETIVOS**

Apresentar ao aluno diversas técnicas de medições de propriedades da matéria e grandezas potenciais no domínio das ciências térmicas e fluidos, bem como sua análise e tratamento de dados

Na elaboração dos relatórios os alunos devem elaborar o modelo teórico mais adequado a cada situação experimental e comparar, tecnicamente, os resultados obtidos pelas vias teórica e experimental.

**4 DESENVOLVIMENTO DA DISCIPLINA**

A disciplina será desenvolvida com aulas teóricas intercaladas com aulas nos laboratórios.

As aulas teóricas serão ofertadas em salas de aula comuns para turmas de até 40 alunos, equipadas com projetor multimídia. Nas aulas teóricas ocorrem uma introdução conceitual de cada medida, a explanação dos experimentos, sua caracterização, limites e detalhes da operação, assim como suas diferentes variações e configurações para diferentes aplicações. Também serão abordadas medições de propriedades para as quais ainda não há disponibilidade de experimentos laboratoriais.

Nas aulas de laboratório, por questão de espaço e atendimento, a turma será dividida em 4 grupos de até 10 alunos que, por sua vez, serão subdivididos em sub-grupos de 2 alunos para a elaboração dos relatórios. Nos laboratórios os experimentos serão executados, os alunos trarão contato com os equipamentos e instrumentos de medição, realizarão as coletas de dados, avaliarão a qualidade do experimento em relação às premissas de cada experimento.

**5 PROGRAMA DETALHADO**

- 5.1 Termometria: Introdução Conceitual, Escalas de Temperatura, Tipos de Sensores de Temperatura. Termopares: Teoria Termoelétrica, Definição de Termopar, Leis do Circuito Termoelétrico, Compensação da Temperatura Ambiente, Conversão de Tensão para Temperatura, Tipos e Características dos Termopares, Limites de Erros dos Termopares, Termopares de Classe Especial. Experimento para aferição e caracterização de termopares.
- 5.2 Medição da condutividade térmica: introdução conceitual, princípio da medição de condutividade térmica, tipos de medidores, medição experimental da condutividade térmica de materiais metálicos de elevada condutividade.
- 5.3 Transferência de calor por aletas: introdução conceitual, medição experimental do perfil de temperaturas em aletas, comparação com o modelo matemático.
- 5.4 Operação em trocadores de calor: Tipos de Trocadores de Calor, O coeficiente Global de Transferência de Calor, Análise de Trocadores de Calor: O Método da Média Logarítmica das Diferenças de Temperatura e o Método da Efetividade-NUT. Análise Experimental de um trocador de calor.
- 5.5 Medição de vazão: considerações gerais sobre elementos deprimogênios para medição de vazão, caracterização e seleção de medidores de vazão, equações básicas, avaliação das variáveis envolvidas na medição de vazão, a placa de orifício em canto vivo. Experimento da avaliação da vazão em túnel de vento através de placa de orifício.

**6 BIBLIOGRAFIA BÁSICA:**

- Fundamentos da Termodinâmica, Van Wyllen, Sonntag, Borgnakke, Ed. Edgar Blucher



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro Tecnológico - CT**  
**Departamento de Engenharia Mecânica – DEM**

- Introdução à Mecânica dos Fluidos, Robert W. Fox and Alan T. McDonald, Ed. Guanabara Koogan,
- Fundamentos da Transferência de Calor e de Massa, Frank P. Incropera e David P. DeWitt, Ed. LTC
- CD-ROM da disciplina.

**7 BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

- Catálogo IOPE: Uso e Aplicação de Termosensores
- Catálogo IOPE: Catálogo de Termometria
- Apostilas de Instrumentação e Controle de Processos Industriais do Prof. Roberto de Souza, COPPE/UFRJ.
- Experimental Methods for Engineers, J.P. Holman, McGraw Hill.
- Manual de Medição de Vazão, Nelson Martins, Ed. Interciência
- Manual de Medição de Vazão, Gerard J. Delmée, Ed. Edgar Blucher

**8 RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS:**

Experimentos e instrumentação do Laboratório de Geração de Potência - LaGePot  
Túnel de Vento e instrumentação do Laboratório de Máquinas de Fluxo- LabMaqFlu  
Experimentos e instrumentação do Laboratório de Engenharia Ambiental  
Quadro branco e projetor multimídia

**9 FORMA DE AVALIAÇÃO**

**9.1** Computo da média parcial:

A média parcial (MP) é composta de 01 (uma) prova (P1) e as notas para os relatórios dos experimentos (R<sub>i</sub>), da seguinte forma:

$$MP = 0,4 \cdot P1 + 0,6 \cdot (R1 + R2 + R3 + R4 + R5) / 5$$

Obs. 1: Os relatórios dos experimentos R's deverão ser redigidos conforme modelo preconizado para a disciplina

Obs. 2: Na avaliação dos relatórios R'is será considerada uma avaliação oral de cada componentes dos grupos

Caso MP  $\geq$  7,0  $\Rightarrow$  aluno aprovado na disciplina sem prova final

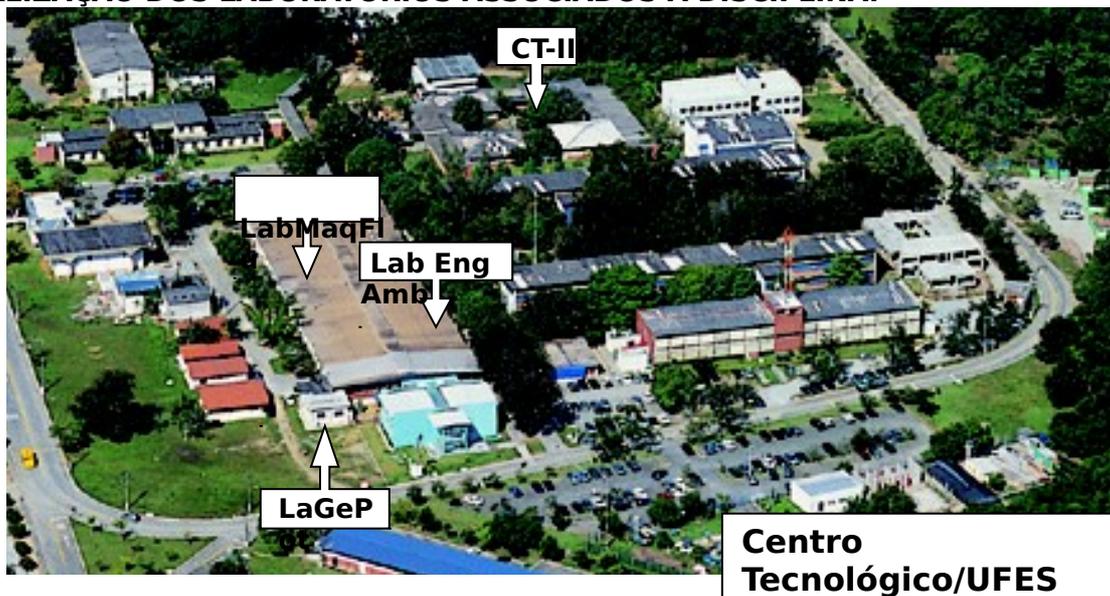
Caso MP  $<$  7,0  $\Rightarrow$  aluno em prova final (PF).

**9.2** Computo da média final: MF = (MP+PF)/2

Caso MF  $\geq$  5,0  $\Rightarrow$  aluno aprovado na disciplina

Caso MF  $<$  5,0  $\Rightarrow$  aluno reprovado na disciplina por nota.

**10 LOCALIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS À DISCIPLINA:**





**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro Tecnológico - CT**  
**Departamento de Engenharia Mecânica – DEM**

### **11 REGRAS PARA REDAÇÃO DOS RELATÓRIOS**

- 11.1 Os relatórios deverão ser redigidos por grupos compostos por 02 (dois) alunos
- 11.2 Os relatórios deverão ser entregues na aula seguinte após a realização de cada experimento. A entrega dos relatórios só ocorrerá no momento da entrada em sala de aula
- 11.3 Os relatórios deverão ser escritos à mão pelos componentes do grupo em papel almaço ou folha A4. Não serão aceitos relatórios redigidos em folhas de caderno.
- 11.4 Os relatórios devem apresentar texto objetivo, sintético, claro, organizado, correto e deverão constar de:
- Capa com identificação da disciplina, do período letivo, experimento, grupo de alunos e data
  - a) Objetivo do relatório
  - b) Aparato experimental utilizado e croquis do experimento.
  - c) Introdução teórica: Equações obtidas através de modelos matemáticos devem ser apresentadas, mas não devem ser deduzidas;
  - d) Metodologia experimental adotada
  - e) Comentários e conclusões – As leituras experimentais e os valores calculados devem ser apresentados de forma tabular e na forma gráfica.
    - As tabelas de coleta de dados brutos e tratados e gráficos podem ser impressas. Os gráficos devem ser em preto e branco e devem ter os eixos nomeados com indicação das unidades. As tabelas de leituras e cálculos devem indicar as variáveis e respectivas unidades no cabeçalho de cada coluna. Qualquer valor de constante, propriedade e variável deve ser apresentado em tabela com as respectivas unidades e não deve ser apresentado no corpo do texto.
    - Todos gráficos e tabelas devem ser numerados e titulados. Não apresentar fotografias, mas croquis dos experimentos, cotados quando necessário.
    - As diferenças entre leituras experimentais e valores calculados a partir de modelos matemáticos devem ser mostrados na forma tabular, onde devem ser calculadas as diferenças. Essas diferenças devem ser comentadas.
    - Evitar utilizar expressões tais como “...comportamento coerente...”; “...as curvas se ajustam perfeitamente...”; “...quase não se notam diferenças...”
  - f) Referências bibliográficas
  - g) O relatório não deve conter anexos.

### **12 REGRAS DE CONDUTA E SEGURANÇA NAS AULAS DE LABORATÓRIO**

Todos os estudantes devem ler e entender as informações deste documento, relacionadas aos procedimentos de segurança e emergência, antes da primeira aula laboratorial. Sua segurança pessoal no laboratório depende predominantemente de você mesmo. Esforços tem sido envidados no sentido de descrever as situações de risco, mas não se pode considerar que essas informações exauram a questão.

Os estudantes devem ler e assinar uma declaração de que entenderam o conteúdo destas regras de conduta e segurança. Dado que instruções adicionais podem ser fornecidas no início de cada aula laboratorial, é importante que todos os estudantes sejam pontuais.

Com bom senso, a chance de um acidente durante a disciplina é muito pequena. Porém, as áreas laboratoriais possuem perigos potenciais que podem causar sérios acidentes e danos pessoais e ao equipamento. Assim, não se deve trabalhar sem supervisão, especialmente operando com equipamentos elétricos que geram calor ou em alta velocidade.

Com aprovação prévia, pode-se trabalhar com o mínimo de duas pessoas, de forma que uma deve estar apta a desligar o equipamento e chamar por ajuda em caso de algum evento de emergência.

Treinamento e informações de segurança devem ser fornecidos por um responsável no início do período letivo ou quando um novo risco for introduzido no local de trabalho.

#### **Resposta a emergências**

- É sua responsabilidade ler os avisos de segurança e alarme de fogo e seguir essas instruções durante uma emergência.



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro Tecnológico - CT**  
**Departamento de Engenharia Mecânica – DEM**

- Conheça a localização dos extintores de incêndio e outros equipamentos de emergência de cada laboratório e saiba como utiliza-los.
- Notifique seu professor imediatamente após algum acidente, por menos grave que pareça.
- O bom senso é necessário nos laboratórios. É esperado que cada estudante trabalhe de maneira responsável e exercite o bom julgamento e o bom senso. Se a qualquer momento você não esteja certo sobre como lidar com uma situação em particular, procure por um técnico ou professor para se instruir. Não opere instrumentos que você não esteja plenamente familiar. É sempre melhor perguntar do que assumir algum risco para você mesmo ou para a instrumentação.

**Segurança pessoal e laboratorial**

- Nunca coma, beba ou fume enquanto no interior dos laboratórios e salas de aula
- Leia todas as instruções cuidadosamente antes de iniciar seu trabalho
- Não use qualquer equipamento exceto se você for treinado e aprovado por um responsável
- Use óculos de segurança e protetores de face quando trabalhando com materiais ou equipamentos perigosos
- Sempre verifique se a tensão elétrica é compatível antes de ligar qualquer equipamento
- Tenha cuidado redobrado ao trabalhar próximo a equipamentos rotativos tais como compressores e bombas
- Utilize luvas quando trabalhando com materiais ou equipamentos perigosos ou quentes
- Vista-se adequadamente para um ambiente profissional: shorts, cauções e sandálias não devem ser utilizados em ambiente laboratorial. Devem ser utilizados sapatos fechados e calças compridas.
- Se você tem cabelos compridos, mantenha-os presos ou confinados
- Mantenha as áreas de trabalho limpas e livres de materiais, exceto aqueles que você esteja utilizando. Livros, bolsas, etc devem ser mantidos longe dos equipamentos, principalmente aqueles que necessitam de fluxo de ar, ventilação ou aquecidos.
- Os estudantes são os responsáveis pela disposição apropriada de seu material.
- Relate imediatamente a falha em qualquer equipamento para o responsável do laboratório. Não tente consertar o problema.
- Ao deixar o laboratório, certifique-se que todas as fontes de ignição, calor e energia estão desligados e feche as portas.
- Limpe sua área de trabalho antes de sair.

**13) CALENDÁRIO DA DISCIPLINA:**