



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

**PLANO DA DISCIPLINA**

**1. IDENTIFICAÇÃO**

Disciplina	HID-31 Laboratório - Fenômenos de Transporte
Carga horária semanal	Teoria: 5   Exercícios: 0   Laboratório: 1   Estudo: 5
Pré-requisitos:	MEB-01
Período:	1.º ano profissional   1.º período   Ano: 2025
Professores:	Laboratório: Prof. Alex Guimarães Azevedo
	Teoria: Prof. Paulo Ivo Braga de Queiroz

**2. EMENTA**

Experimentos de laboratório, em aparatos, relacionados com conceitos básicos da termodinâmica clássica, máquinas térmicas, mecânica dos fluidos e transferência de calor.

**3. OBJETIVOS**

Entender e medir algumas propriedades e parâmetros estudados na termodinâmica clássica aplicada e em fenômenos de transporte, como por exemplo a pressão. Ser hábil a utilizar equações que descrevem os balanços de massa e energia em equipamentos relacionados a um processo ou ciclo de geração de potência e refrigeração. Estar apto a utilizar a 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica para analisar problemas da termodinâmica em engenharia e conceitos relacionados com transporte de quantidade de movimento e energia.

**3. RECURSOS, MÉTODOS E RESULTADOS**

1. As aulas presenciais de forma a haver interação aluno/docente e a realização de experimentos de laboratório - Aula de Lab.
2. Ao final da Aula de Lab, o estudante será hábil a entender:
  - A importância da pressão e sua medida.

- O processo de geração de potência termelétrica com uma turbina a vapor.
- O ciclo de refrigeração por compressão de vapor e sua eficiência.
- O conceito de processo isentrópico e o experimento de medida da razão entre capacidades caloríficas mássicas (calores específicos) a pressão e a volume constante,  $\gamma$  para o ar.
- Os conceitos de fenômenos de transporte relacionados ao transporte de massa, quantidade de movimento e energia.

3. Serão realizados quatro experimentos no laboratório - Lab:

- Lab 1 - Pressão e sua Medida
- Lab 2 - A Mini-Central Termelétrica
- Lab 3 - O refrigerador
- Lab 4 - Determinação do  $\gamma$  para o Ar

4. Relatório de Lab (em grupo de 4 estudantes).

- No início do período os estudantes formam os grupos para atividades da Aula de Lab.
- Entrega de relatório: no máximo 14 dias após a Aula de Lab.

## 5. AVALIAÇÃO

Nota de Lab com peso de 25% em cada nota bimestral da disciplina.

## 6. CRONOGRAMA

1.º Bimestre		
Semana	Conteúdo	Bibliografia
1, 2 ou 3	<p><b>Lab 1 - Pressão e sua Medida</b></p> <p><b>Descrição do Experimento:</b> Experimento 1: Calibrador de peso morto: <b>‘Deadweight Calibrator’ da Elettronica Veneta - Modelo HB1/EV</b>, com pressões padrão na faixa de 0,5 a 2,0 bar e um manômetro de Bourdon a ser calibrado. Experimento 2: Barômetro de Fortin e termômetro usados para medida da pressão atmosférica.</p> <p><b>Objetivo:</b> Experimento 1: Determinar a curva de calibração para o manômetro de Bourdon. Experimento 2: Medir a pressão atmosférica local em mmHg e converter o valor para Pa.</p> <p><b>Entrega do Relatório:</b></p>	[1], [2], [4]
4		
5, 6 ou 7	<p><b>Lab 2 - Mini Central Termelétrica</b></p> <p><b>Descrição do Experimento:</b> Gerador de potência termelétrica: <b>‘Mini Central Termelétrica’ da Didacta – modelo T118 M</b>, composta de três subsistemas: (1) subsistema de geração de vapor utilizando como combustível o gás GLP, como queimador um bico de Bunsen e a caldeira; (2) subsistema turbina a vapor e (3) subsistema gerador elétrico e cargas. O equipamento permite a medida da potência elétrica consumida em função cargas.</p> <p><b>Objetivo:</b> Identificar as várias transformações de energia no processo de geração de energia elétrica em usinas termelétricas, observando o funcionamento de uma mini central termelétrica. Determinar a curva da potência elétrica em função da resistência elétrica.</p> <p><b>Entrega do Relatório:</b></p>	[1], [3]
8		

2.º Bimestre		
Semana	Conteúdo	Bibliografia
9, 10 ou 11	<p><b>Lab 3 - Refrigerador</b></p> <p><b>Descrição do Experimento:</b> Bancada de refrigeração: ‘<b>Planta de Refrigeração</b>’ da <b>Intechno Equipamentos Didáticos</b>, composta por itens essenciais ao ciclo de refrigeração tais como o compressor, o condensador, a válvula de expansão (tubo capilar) e o evaporador. A bancada é instrumentada com manômetros e termômetros devidamente posicionados permitindo o estudo do ciclo de refrigeração.</p> <p><b>Objetivo:</b> Determinar o coeficiente de performance de um ciclo de refrigeração.</p> <p><b>Entrega do Relatório:</b></p>	[1], [3]
12		
13, 14 ou 15	<p><b>Lab 4 - Determinação do <math>\gamma</math> para o Ar</b></p> <p><b>Descrição do Experimento:</b> O aparato utilizado para o experimento é baseado no método de Assmann e consiste de uma coluna de mercúrio, de cerca 0,8m de comprimento, que oscila em um U-tubo com cerca 2,5 cm de diâmetro. O período de oscilação do mercúrio está relacionado ao processo de compressão isoentrópico do ar em um dos lados do U-tubo (quando fechado) e conseqüentemente ao <math>\gamma</math> do ar.</p> <p><b>Objetivo:</b> Determinar o valor de <math>\gamma</math>, a razão das capacidades caloríficas mássicas a pressão e a volume constante, para o ar.</p> <p><b>Entrega do Relatório:</b></p>	[1], [3], [4]
16		

## 7. BIBLIOGRAFIA

### PRINCIPAL

- [1] AZEVEDO, A. G. **Notas de aula da disciplina HID-31 – Laboratório de Fenômenos de Transporte**. ITA, 2025.
- [2] BENEDICT, R. P. **Fundamentals of Temperature, Pressure, and Flow Measurements**. 3.ª ed. New York, USA: John Wiley & Sons, 1984.
- [3] ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 7.ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2013.

### COMPLEMENTAR

- [4] BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Transport Phenomena**. 2.ª ed., New York, USA: John Wiley & Sons, 2007.