

Fenômenos de Transporte I

Prof. Geronimo Virginio Tagliaferro

Ementa

- 1) Bases conceituais para o estudo dos Fenômenos de transporte**
- 2) Propriedades gerais dos fluidos**
- 3) Cinemática dos fluidos:.**
- 4) Equações de Conservação na forma Integral:**
- 5) Equações Diferenciais do Escoamento de Fluidos:**
- 6) Teoria da Camada Limite:**
- 7) Escoamento em tubos:**

Programa: **P1**

1) Bases conceituais para o estudo dos Fenômenos de transporte Fluidos e a hipótese do contínuo. Importância da análise dimensional e uso dos números adimensionais. Leis básicas para transferência de massa, calor e quantidade de movimento. Lei geral para os fenômenos de transporte. Difusividade molecular, condutividade térmica e viscosidade. Transporte simultâneo de massa, calor e quantidade de movimento. Formulação integral e diferencial.

2) Propriedades gerais dos fluidos: Massa específica, peso específico, volume específico. Tensão e Pressão. Fluidos Newtonianos e não Newtonianos. Viscosidade. Tensão superficial e Capilaridade. Módulo de elasticidade volumétrica e compressibilidade.

3) Cinemática dos fluidos: Descrição de um Fluido em Movimento: Método de Euler e Lagrange - Campo de escoamento de um fluido - Escoamento permanente e transiente - Trajetórias e Linhas de corrente - Sistema e volume de controle - Escoamentos unidimensionais e bidimensionais. Escoamento uniforme. **Escoamento laminar e turbulento: N° de Reynolds.**

4) Equações de Conservação na forma Integral: Fluxo de uma grandeza. Conservação da Massa, continuidade. Formas específicas para a expressão integral. Conservação da quantidade de movimento linear. Conservação da Energia. **Equação de Bernoulli.** Aplicações

Programa: **P2**

5) Equações Diferenciais do Escoamento de Fluidos: Equação da conservação da massa e continuidade. Equação da energia. Equação de Navier-Stokes. Aplicações

6) Teoria da Camada Limite: **Definição de camada limite** . Camada limite laminar e turbulenta. Camada limite sobre uma placa plana. Aplicações

7) Escoamento em tubos: Escoamento Laminar e turbulento. Coeficiente de atrito. Região turbulenta e de transição. **Diagramas de Moody e Von Karman** . Equação da energia com equipamentos de transporte. Perda de carga em acidentes. Diâmetro equivalente.

Datas das Provas e Critério

- ✓ P1 – 13 Outubro 2020
- ✓ P2 – 01 dezembro 2020
- ✓ REC – 19 Janeiro 2021

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

- $MP = (Tarefas \times 0,2) + (P_1 \times 0,4) + (P_2 \times 0,4)$
 - SE $MP \geq 5,0$ - APROVADO ,
 - SE $3,0 \leq MP < 5,0$ - RECUPERAÇÃO
 - SE $MP < 3$ - REPROVADO
- $MF = (MP + REC)/2$ SE $MF \geq 5,0$ - APROVADO

OBS: O aluno deverá também ter no mínimo 70% de presença para ser aprovado.

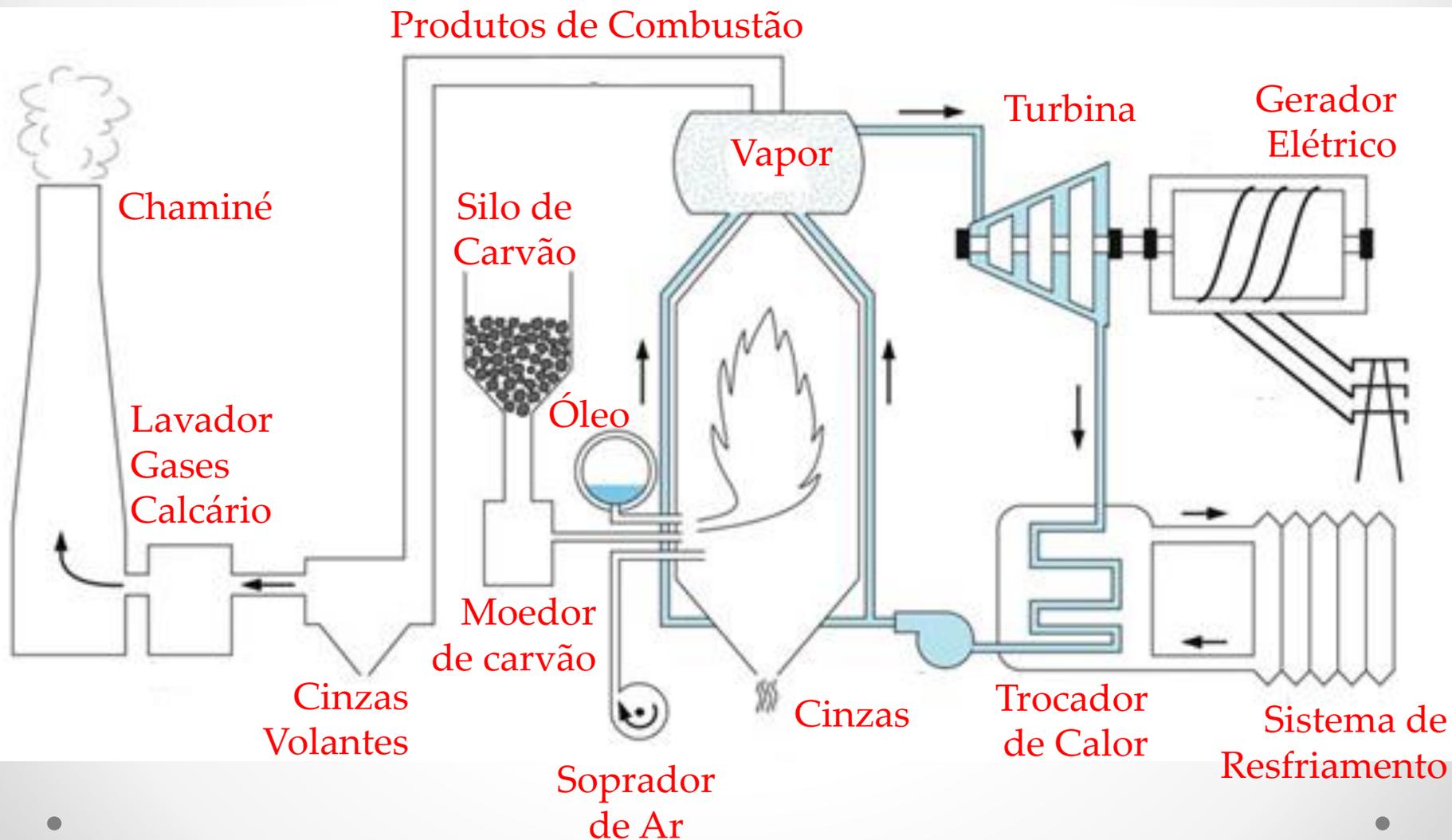
- Aulas online e gravadas.
- Tarefas e Provas serão dadas pelo sistema e-disciplina.
- Tarefas em dupla e provas individuais.
- As provas e tarefas terão que ser feitas a mão em folhas sulfites e enviadas em arquivos PDF ou JPG para o sistema e-disciplina.
- Qualquer dúvida sobre a disciplina enviar um e-mail para
- tagliaferro@usp.br

Bibliografia

- 1) YONG, D. F.; OKIISHI, T. H.; MUNSON, B.R. Fundamentos da mecânica dos fluidos. São Paulo: Edgard Blucher
- 2) BRUNETTI, F. Mecânica dos fluídos. São Paulo: Pearson Education.
- 3) FOX, Robert W. Introdução à mecânica dos fluídos. Rio de Janeiro: LTC.
- 4) WHITE, Frank M. Mecânica dos fluídos. Rio de Janeiro: Mcgraw-hill Interamericana.
- 5) COULSON, J. M.; RICHARDSON, J.F. Chemical engineering . Oxford: Butterworth Heinemann. Volume 1: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer

Introdução

Instalação Simples de uma Central Termoelétrica a Vapor



Introdução

Ciências Térmicas

ENERGIA

```
graph LR; A[ENERGIA] --> B[Termodinâmica]; A --> C[Mecânica dos Fluidos]; A --> D[Transferência de Calor e Massa];
```

Termodinâmica

Transformações da energia e o relacionamento entre as várias grandezas físicas de uma substância afetada por aquelas transformações energéticas.

Mecânica dos Fluidos

Transporte de energia e a resistência ao movimento associado com o escoamento dos fluidos

Transferência de Calor e Massa

Transferência de uma determinada forma de energia como decorrência de uma diferença de temperaturas

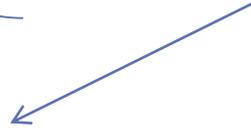
Introdução

Termodinâmica



Energia

Uma certa quantidade de matéria ou com um volume bem definido no espaço



Sistema
Sistema Fechado



Massa Fixa

Sistema Aberto
Volume de Controle



Volume bem definido
do espaço

Energia
pode entrar
ou sair do
sistema de
duas formas



Calor



Diferença de temperatura

Trabalho



Diferença de potencial diferente de temperatura:
Trabalho **mecânica** e **elétrico**

Balanco de Massa & Balanco de Energia

Introdução

Mecânica dos Fluidos



Energia



Fonte de Energia



Transporte de uma posição espacial para outra

Ex.: Sistema de aquecimento de água ou ar



Produz uma fonte de energia térmica



Transporte para uso

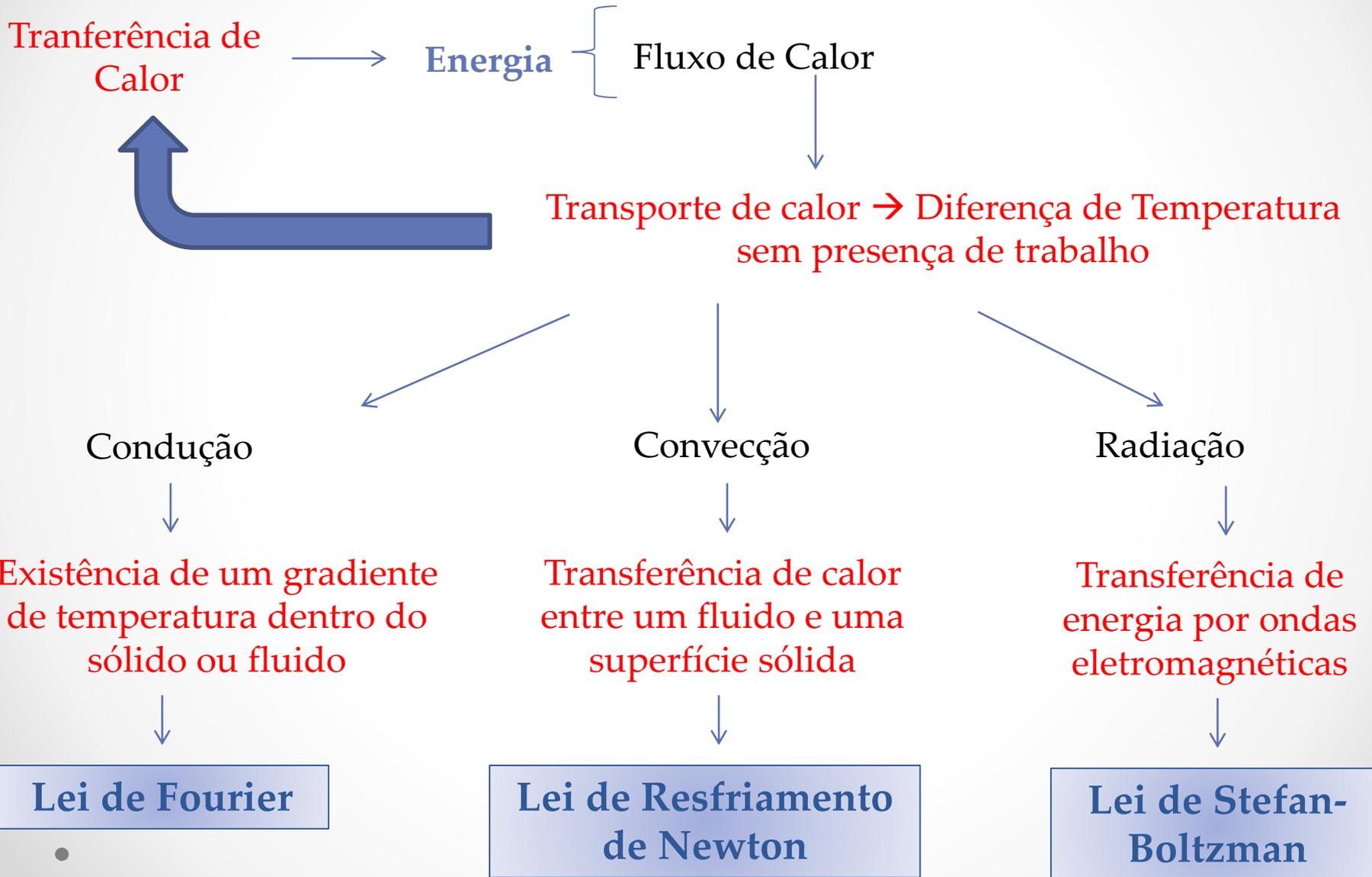
Movimentação ou bombeamento através dos pontos de distribuição

Origem das forças que se opõem ao movimento

Força de Arrasto (resistência ao movimento)
Força exercida pelo vento sobre um edifício
Potência requerida para bombear fluidos
Etc.

Equação da Quantidade de Movimento

Introdução



Fenômenos de Transporte

Os fenômenos de transporte relacionam assuntos que seguem princípios básicos semelhantes, permitindo uma formulação básica para os diversos fenômenos.

Fenômenos de Transferência

Tratam da movimentação de uma grandeza física de um ponto para outro do espaço por meio de tratamento matemático. São elas quantidade de movimento, transporte de energia térmica e de massa.



Aplicações na Engenharia

Na Engenharia Ambiental: ligados à poluição ambiental, os Fenômenos de Transporte tornam-se ferramentas importantes para o estudo da difusão de poluentes no ar, na água e no solo;

Na Engenharia Elétrica e Eletrônica: os Fenômenos de Transporte adquirem importância cálculos de dissipação de potência – otimização de gasto de energia;

Na Engenharia Mecânica: processos de usinagem, tratamentos térmicos, cálculo de máquinas hidráulicas – mecânica dura. Processos de transferência de calor das máquinas térmicas e frigoríficas na denominada mecânica mole.

-

OBJETIVOS DA DISCIPLINA

Dar ao futuro engenheiro os conceitos fundamentais relacionados ao escoamento de fluidos e desenvolver as equações de conservação de massa, energia e quantidade de movimento.

Os conceitos e modelos matemáticos estudados servem de base para a compreensão dos processos produtivos que envolvam a transferência de fluidos e para as disciplinas de Operações Unitárias que estudam os princípios destas operações.



OBJETIVOS DA DISCIPLINA

Proporcionar ao aluno capacidade de análise física e matemática para estudar os conceitos envolvidos na mecânica dos fluidos (escoamentos de fluidos isotérmicos ou não, em regime de escoamento laminar e turbulento; perdas de cargas; equações de movimento, etc).



Fig. 2.4 Linhas de emissão sobre um automóvel em um túnel de vento. (Cortesia da Audi AG.)