

Curso Básico

de

Mecânica dos Fluidos

Unidade 1

Raimundo Ferreira Ignácio

Prefácio da 2ª edição para Escola da vida

O curso apresentado nesta publicação não tem como objetivo ser um clássico de Mecânica dos Fluidos, mesmo porque o século XXI não exigirá a presença de um Engenheiro especialista, mas de um Engenheiro que tenha os conhecimentos básicos e que tenha adquirido o hábito de aprender continuamente.

Tendo esta visão, apresento um texto básico e adoto uma metodologia para adquirir o hábito de estar sempre aprendendo.

O século XXI também exigirá que o Engenheiro seja líder de seu meio, isto também deve ser aprendido e praticado.

A metodologia exigirá uma dedicação média extraclasse de cerca de 2 horas semanais, que deve ser desenvolvida basicamente na execução das tarefas especificadas aula a aula.

Sugestão: desenvolva esta dedicação extraclasse em equipe participativa...

Importante:

Criei este material para servir como texto básico de um curso de 120 horas, das quais proponho a utilização de no mínimo 12 horas para avaliações, que poderiam estar divididas em 4 provas bimestrais. Além destas, sugiro uma avaliação contínua que poderia ser constituída, tanto do conteúdo estudado como das experiências realizadas em um laboratório básico de Mecânica dos Fluidos. No intuito de viabilizar esta sugestão, no final de cada unidade proponho no mínimo uma experiência.

Lembrem-se: somos responsáveis em criar um mundo melhor, e isto só será viável através de nossa dedicação e criação de trabalhos éticos que almejem a melhoria da qualidade de vida de todos.

Certeza:

Somos responsáveis pela construção de um mundo melhor para todos e “se a educação não pode se responsabilizar por todas as mudanças, elas não ocorrem sem elas”.¹

Dedico esta nova edição àqueles que iluminam meu caminho: Luiz, Adília, Gi, Vinícius, Vandrê, Diego, Bruno e Marcus Vinícius.



Na foto: Marcus Vinícius Ignácio

**São Paulo 22 de dezembro de 2003
Raimundo Ferreira Ignácio**

¹ Ensino extraído dos conceitos desenvolvidos e praticado pelo Professor Paulo Freire, um dos maiores educadores contemporâneos.

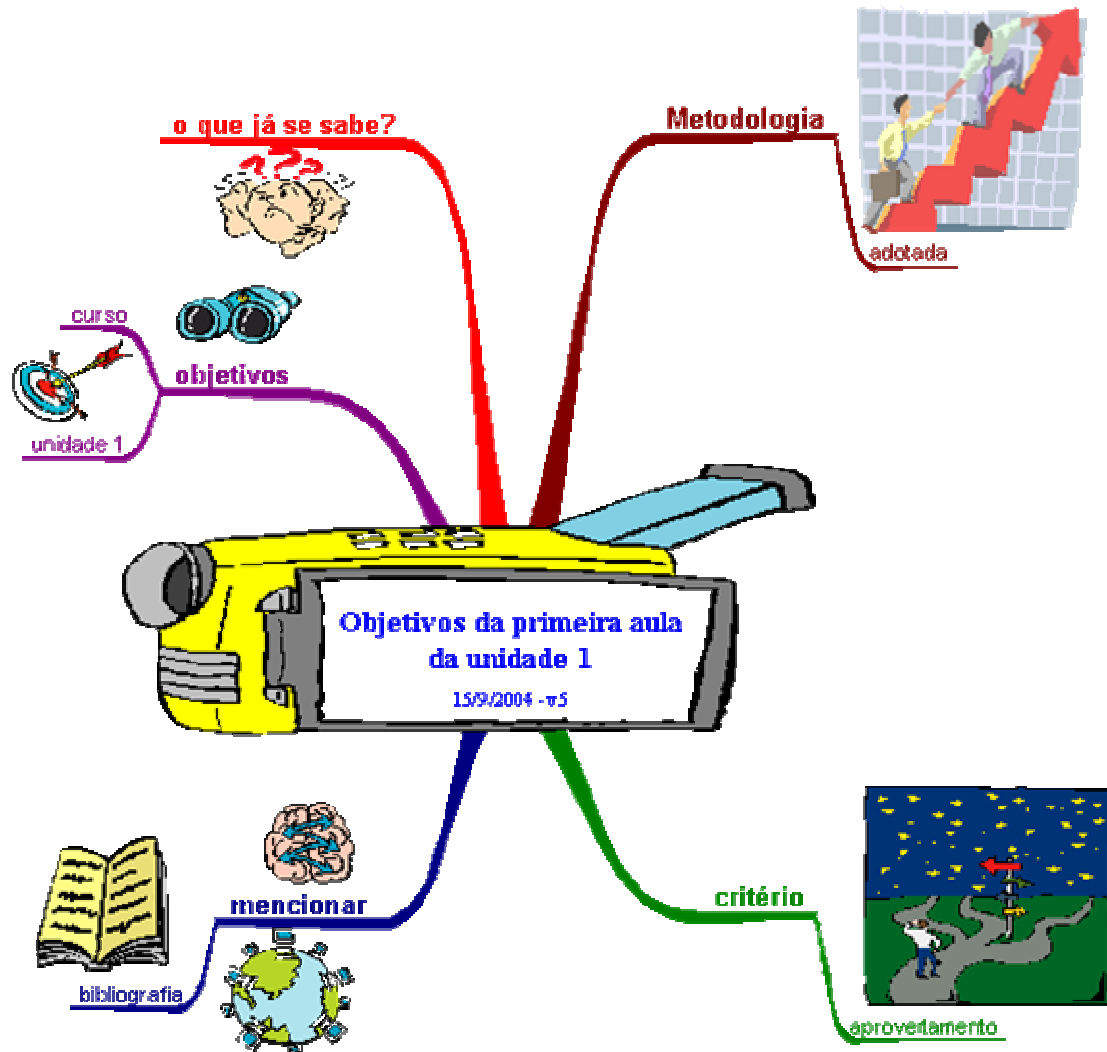
Unidade 1 - Conceitos e propriedades básicas dos fluidos

Objetivos -

1. Avaliar o conhecimento dos alunos em relação à Mecânica dos Fluidos
2. Informar qual o objetivo central do curso de Mecânica dos Fluidos
3. Mostrar o porque estudamos a unidade 1
4. Introduzir os conceitos e as nomenclaturas que serão adotadas ao longo do curso
5. Introduzir conceitos básicos que são pré-requisitos, tanto para os estudos de lubrificação como para os estudos de instalações hidráulicas

Sumário -

- 1.1 Introdução
- 1.2 Conceito de Fluido
- 1.3 Fluido como meio lubrificante
- 1.4 Cálculo da força de resistência viscosa
 - 1.4.1 Cálculo da tensão de cisalhamento
 - 1.4.2 Lei de Newton da viscosidade
 - 1.4.3 Princípio de aderência
 - 1.4.4 Cálculo do gradiente de velocidade
 - 1.4.5 Constante de proporcionalidade da lei de Newton da viscosidade
- 1.5 “Primeira” classificação dos fluidos
- 1.6 Simplificação prática da lei de Newton da viscosidade
- 1.7 Propriedades básicas dos fluidos
 - 1.7.1 Massa específica
 - 1.7.2 “Segunda” classificação dos fluidos
 - 1.7.3 Peso específico
 - 1.7.4 Relação entre massa específica e peso específico
 - 1.7.5 Massa e peso específico relativo
 - 1.7.6 Viscosidade cinemática
- 1.8 Equações dimensionais
- 1.9 Unidades no Sistema Internacional e as principais conversões
- 1.10 Informações adicionais sobre a viscosidade
- 1.11 Relações de unidades usuais
- 1.12 Exercícios
- 1.13 Experiência proposta



1.1 Introdução

Se não conhecemos os nossos objetivos, jamais poderemos alcançá-los.

Meu objetivo é que no final deste curso de Mecânica dos Fluidos todos estejam aptos a desenvolver um projeto básico de uma instalação recalque².

Minha intuição avisa-me que muitos estão neste momento a se questionar:

² É a instalação onde se transporta o fluido de uma cota inferior para uma cota superior através de uma bomba hidráulica.

“Mas afinal, que tipo de projeto é este?”

Para exemplificá-lo, introduzo o seguinte enunciado:

Uma dada pessoa que tem uma casa no interior do estado de São Paulo, onde não existe previsão do abastecimento d'água pela Sabesp, localizou dentro de seu terreno uma nascente d'água potável, que se encontra em uma cota inferior de 15 metros em relação à cota de sua residência, e resolveu construir um reservatório para o armazenamento de cerca de 10000 litros d'água, que será usado tanto para encher sua piscina como para alimentar sua caixa d'água que estará a 3,5 metros de altura em relação à cota da residência.

Como seu filho está cursando a disciplina de Mecânica dos Fluidos, resolveu testar seus conhecimentos através das seguintes perguntas:

P1 - Qual o diâmetro adequado para transportar a água até a caixa d'água?

P2 - Será possível o transporte da mesma sem uma bomba hidráulica? Caso não seja, qual seria a bomba que ele deveria comprar e quais os parâmetros que deveria conhecer para adquiri-la?

P3 - Após o abastecimento da caixa d'água, desejando alimentar a ducha com a maior vazão possível, qual das tubulações ele deveria usar: a de 1/2 de polegada ou a de 3/4 de polegada?

Supondo que você seja o filho do dono da casa:

P1 - Você seria capaz de responder as perguntas anteriores? Justifique

P2 - Para respondê-las quais os dados adicionais que você necessitaria?

No final deste curso objetivo responder a estes tipos de perguntas e muitas outras, como por exemplo:

- P1** - Qual é uma das funções principais dos fluidos lubrificantes?
- P2** - O que a viscosidade origina ao longo do escoamento fluido?
- P3** - Ao apresentar as tubulações de 1/2 de polegada e 3/4 polegada, que tipo de diâmetros estes números representam?
- P4** - O que Newton observou e concluiu com a experiência das duas placas?
- P5** - Qual o enunciado da lei de Newton da viscosidade?
- P6** - Na prática a lei de Newton da viscosidade é utilizada para calcular que tipo(s) de grandeza(s)?
- P7** - O que você entende por gradiente de velocidade?
- P8** - O que você precisa conhecer para calcular o gradiente de velocidade?
- P9** - Que tipo de viscosidade geralmente determinamos em laboratório? Com que aparelho?
- P10** - Como relacionamos a viscosidade cinemática com a viscosidade dinâmica?
- P11** - Qual(is) o(s) outro(s) nome(s) dado para a viscosidade dinâmica?
- P12** - Qual a variação da viscosidade de um líquido observada com o aumento de sua temperatura? Justifique.
- P13** - Para um gás, ela se comportaria da mesma maneira? Justifique.
- P14** - O que significa para você o centipoise e o centistoke?
- P15** - Você seria capaz de dar o conceito de pressão? Justifique
- P16** - Pressão é uma grandeza escalar ou vetorial? Justifique
- P17** - O conceito de pressão é importante para o estudo do escoamento fluido?
Justifique
- P18** - Você conhece algum medidor de pressão? Como ele(s) funciona(m)?
- P19** - Você seria capaz de construir um piezômetro? Que tipo de pressão este aparelho registra?
- P20** - Você seria capaz de dar exemplos de manômetros diferenciais, descrevendo o seu funcionamento e especificando o tipo de pressão que os mesmos registram?
- P21** - O que você entende por fluido manométrico?

- P22** - O que você entende por equação manométrica? O que ela determina?
- P23** - Que tipo de pressão lemos em um barômetro? Justifique
- P24** - Como você relaciona a pressão efetiva com a absoluta?
- P25** - Estando você no pico de uma montanha, seria capaz de estimar sua altitude através de um barômetro?
- P26** - Você conhece o manômetro metálico tipo Bourdon? Qual o tipo de pressão que ele registra?
- P27** - Para o funcionamento adequado de um carburador a mistura deve ser homogênea, você seria capaz de determinar a massa específica da mistura para que esta condição seja satisfeita?
- P28** - Dado um sistema aberto você seria capaz de efetuar um balanço de massa?
- P29** - Qual a relação entre a vazão em massa e a vazão em volume?
- P30** - Qual a relação entre a vazão em peso e a vazão em massa?
- P31** - Você seria capaz de determinar a vazão de um rio?
- P32** - O que você entende por escoamento em regime permanente?
- P33** - O que você entende por equação da continuidade para um escoamento em regime permanente?
- P34** - A equação da continuidade é também conhecida por outro nome, você sabe qual é?
- P35** - O que você entende por escoamento incompressível?
- P36** - Qual seria a classificação possível para um escoamento incompressível?
- P37** - A classificação mencionada na resposta anterior foi obtida em relação a que parâmetro? Explique
- P38** - Você sabe quem estabeleceu inicialmente a classificação dos escoamentos incompressíveis? Explique como ele a obteve.
- P39** - Na prática como obtemos a classificação dos escoamentos incompressíveis?
- P40** - O que você entende por: carga potencial, carga de pressão e carga cinética? Quais as suas equações dimensionais?
- P41** - Você conhece a equação de Bernoulli? Quais são as hipóteses adotadas para o seu estabelecimento?
- P42** - Para que serve a equação de Bernoulli?
- P43** - Para que serve o tubo de Pitot? Como funciona?
- P44** - Para que serve o tubo de Venturi e a placa de orifício? Como funcionam?

- P45** - O que você entende por máquinas hidráulicas?
- P46** - Qual é a classificação básica das máquinas hidráulicas? Explique.
- P47** - Você seria capaz de explicar o conceito de potência?
- P48 a)** O que você entende por potência do fluido?
- P48 b)** - Explique o conceito de potência e rendimento de uma máquina hidráulica.
- P49** - O que você entende por perda de carga? Como ela é originada? Qual a sua unidade?
- P50** - Explique o conceito de coeficiente de vazão (ou descarga), coeficiente de contração e coeficiente de velocidade.
- P51** - Você seria capaz de determinar a velocidade real de um jato d'água através de um bocal ou orifício?
- P52** - Explique a equação da energia. Para que ela serve?
- P53** - Entre a entrada e a saída de uma máquina hidráulica existe perda de carga? Justifique.
- P54** - Ao escrevermos a equação da energia entre a entrada e saída de uma máquina hidráulica consideramos a perda de carga? Por que?
- P55** - Você saberia determinar a expressão para o cálculo da perda de carga em um bocal ou orifício? Explique.
- P56** - O que você entende por números adimensionais?
- P57** - O que você entende por grandezas fundamentais e grandezas derivadas?
- P58** - Quais são as grandezas fundamentais adotadas no estudo de Mecânica dos Fluidos?
- P59** - Você conhece o teorema dos π ? Para que ele serve?
- P60** - A análise dimensional é importante nos estudos da Engenharia? Explique.
- P61** - Qual é o objetivo central do estudo de semelhança?
- P62** - O que você entende por escala de semelhança?
- P63** - O que foi definido como protótipo e modelo nos estudos de Mecânica dos Fluidos?
- P64** - Qual é a condição para ocorrer semelhança completa entre modelo e protótipo?
- P65** - O que você entende por curva universal?
- P66** - O que vem a ser coeficiente manométrico e coeficiente de vazão no estudo das bombas hidráulicas?
- P67** - O que você entende por CCB?

- P68** - Explique como as CCB são obtidas na prática.
- P69** - Ao mudar a rotação de uma bomba hidráulica, altera-se a sua CCB? Justifique.
- P70** - Ao alterar o diâmetro do rotor de uma bomba hidráulica, altera-se a sua CCB?
Como podemos obtê-la sem recorrer a ensaios?
- P71** - O que você entende por CCI?
- P72** - Como você determinaria o ponto de trabalho de uma bomba hidráulica?
- P73** - Qual a classificação básica das perdas de carga?
- P74** - Como você as localizaria em uma instalação hidráulica?
- P75** - Como foi obtida a fórmula universal para o cálculo da perda de carga distribuída?
- P76** - O que você entende por diagrama de Moody? Ele é um diagrama universal?
Justifique.
- P77** - Como usamos o diagrama de Moody (ou o de Rouse) para determinarmos o coeficiente de perda de carga distribuída?
- P78** - Você saberia usar o diagrama de Moody (ou o de Rouse) para determinar a vazão de escoamento de um fluido? Justifique
- P79** - O que você entende por perda de carga localizada? Como você a calcularia?
- P80** - O que você entende por comprimento equivalente? Como ele é determinado na prática?
- P81** - Por que o cálculo da perda de carga é importante no desenvolvimento de um projeto de instalação hidráulica?
- P82** - O que você entende por instalação de recalque?
- P83** - Quais seriam os componentes básicos de uma instalação de recalque?
- P84** - O que você entende por bomba “afogada”?
- P85** - O que significa dimensionar a tubulação? Você seria capaz de dimensioná-la?
Explique.
- P86** - O que você entende por vazão desejada?
- P87** - E vazão de projeto?
- P88** - No dimensionamento da tubulação você usaria a vazão desejada ou a vazão de projeto? Justifique.
- P89** - Como você determinaria a equação da CCI?
- P90** - Explique como você faria a escolha preliminar da bomba.
- P91** - Explique como você especificaria o diâmetro do rotor da bomba preliminarmente escolhida.

P92 - O que você entende por cavitação?

P93 - O que significa pressão de vapor?

P94 - O que você entende por NPSH?

P95 - Quais os dois tipos de NPSH utilizados no desenvolvimento de um projeto de uma instalação hidráulica?

P96 - Você seria capaz de calcular o NPSH disponível?

P97 - O que você entende por reserva contra a cavitação?

P98 - Quais seriam os cuidados preliminares, que deveriam ser adotados no projeto, para diminuir a probabilidade de ocorrer o fenômeno de cavitação?

P99 - Você seria capaz de selecionar um motor elétrico? Explique.

P100 - Como você calcularia a potência consumida da rede elétrica por uma bomba hidráulica?

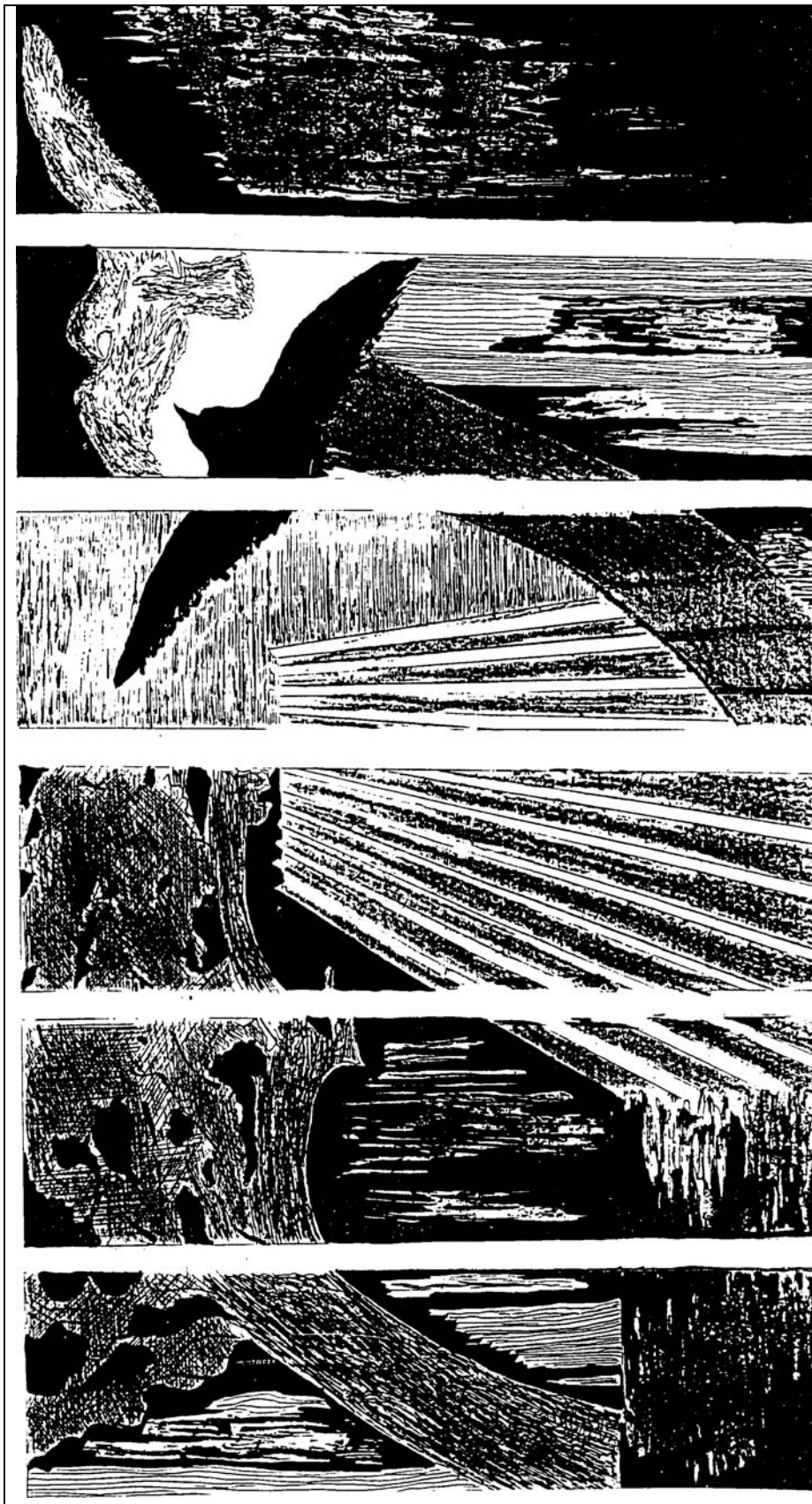
Quantas perguntas você soube responder?

Porcentagem =

Quantas perguntas você não sabia responder?

Porcentagem =

Ao final deste curso, objetivo que todas as respostas das perguntas feitas sejam conhecidas por todos de uma forma natural, para tal seria fundamental que no final de cada unidade, as mesmas fossem novamente analisadas, mesmo porque elas mais os objetivos estabelecidos por aula orientam o estudo deste curso básico de Mecânica dos Fluidos.



Estou a
construir a
escada para o
céu
pois cansei de
morrer em
vida.

Comecei
deixando à
montante
tudo que
tornou-se
insignificante.

Lá não fico
sentado no
banco do réu.

Lá, os pássaros
entoam o
alvorecer
e a cada
instante
vejo renascer
tudo que é tão
importante
e que meus
medos
havam
deixado
distante.

À jusante, lá no
azul do céu
não há lugar
para nenhum
opressor
que é lobo de
seu semelhante
já que os
mediócras
ficaram à sua
montante.