

Capítulo 4 – Equação da energia para escoamento permanente

ME4310 e MN5310

23/09/2009

**OBJETIVO DA AULA DE
HOJE: RESOLVER O
EXERCÍCIO A SEGUIR:**

Determine a carga mecânica total na seção x do escoamento representada a seguir, onde se considera o escoamento unidirecional, incompressível e em regime permanente.

FAZER OS CÁLCULOS COM A VAZÃO IGUAL A 2,2 L/s E ONDE A LEITURA NO MANÔMETRO INSTALADO NA SEÇÃO X É IGUAL A 200kPa.



CONSIDERE QUE A SEÇÃO X É UMA DAS SEÇÕES DE UM TUBO DE AÇO "40 DE DIÂMETRO NOMINAL 1,5", PORTANTO COM DIÂMETRO INTERNO DE 40,8 mm E ÁREA DE SEÇÃO LIVRE IGUAL A 13,1 cm². O FLUIDO QUE ESCOA É A ÁGUA A 20 GRAUS CELSIUS ONDE SE TEM SUA MASSA ESPECÍFICA IGUAL A 998,2 kg/m³. CONSIDERE A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE IGUAL A 9,8 m/s².

PARA RESOLVERMOS A
QUESTÃO PROPOSTA,
INICIAMOS OS ESTUDOS
RELACIONADOS COM O
CAPÍTULO 4 – EQUAÇÃO DA
ENERGIA PARA UM
ESCOAMENTO PERMANENTE

NA VERDADE
SERIA:

**Equação da energia
em escoamentos**

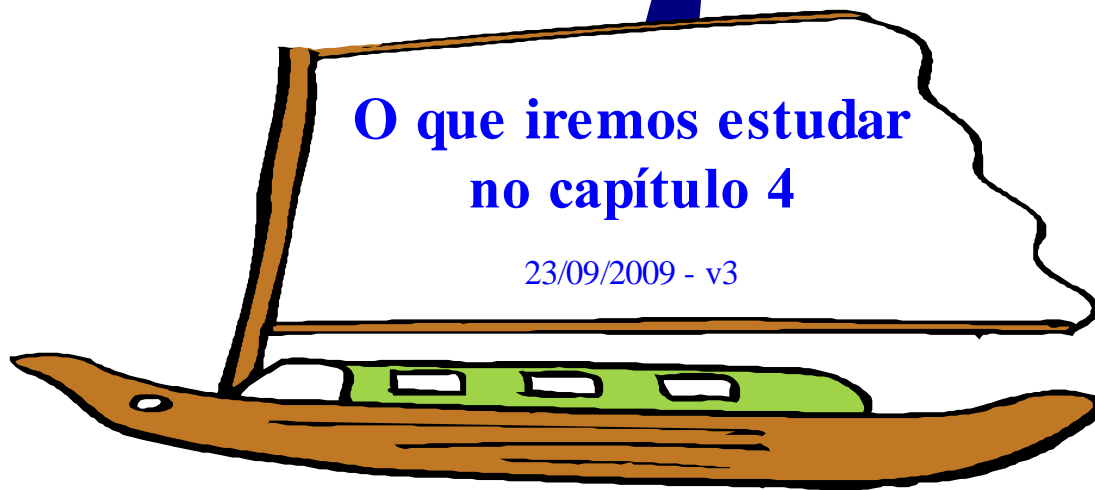
incompressíveis



regime permanente

**O que iremos estudar
no capítulo 4**

23/09/2009 - v3



JÁ SURGIRAM OS
PRIMEIROS
QUESTIONAMENTOS:

O QUE VEM A SER
ESCOAMENTO
INCOMPRESSÍVEL?

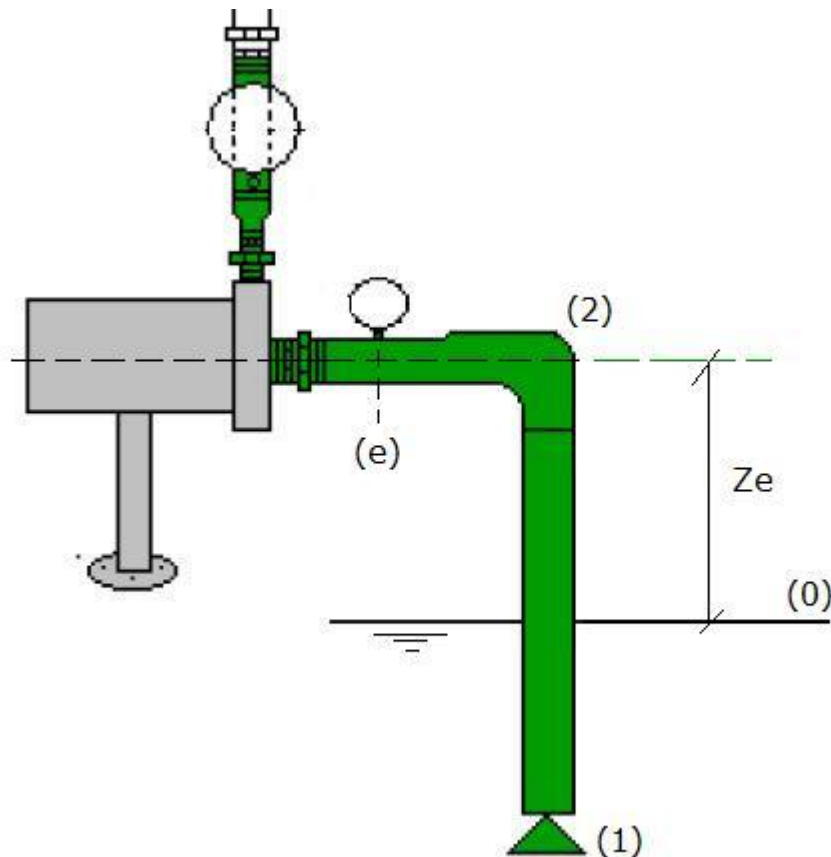
O QUE VEM A SER
ESCOAMENTO EM
REGIME
PERMANENTE?



ESCOAMENTO
INCOMPRESSÍVEL É UM
ESCOAMENTO ISOTÉRMICO
ONDE A MASSA ESPECÍFICA,
OU ATÉ MESMO O PESO
ESPECÍFICO DO FLUIDO QUE
ESCOA SÃO MANTIDOS
CONSTANTES.

JÁ O ESCOAMENTO EM
REGIME PERMANENTE É
AQUELE ONDE O TEMPO NÃO
ENTRA COMO VARIÁVEL DO
ESTUDO, PORTANTO AS
PROPRIEDADES DE UMA
SEÇÃO DO ESCOAMENTO NÃO
MUDAM COM O PASSAR DO
TEMPO.

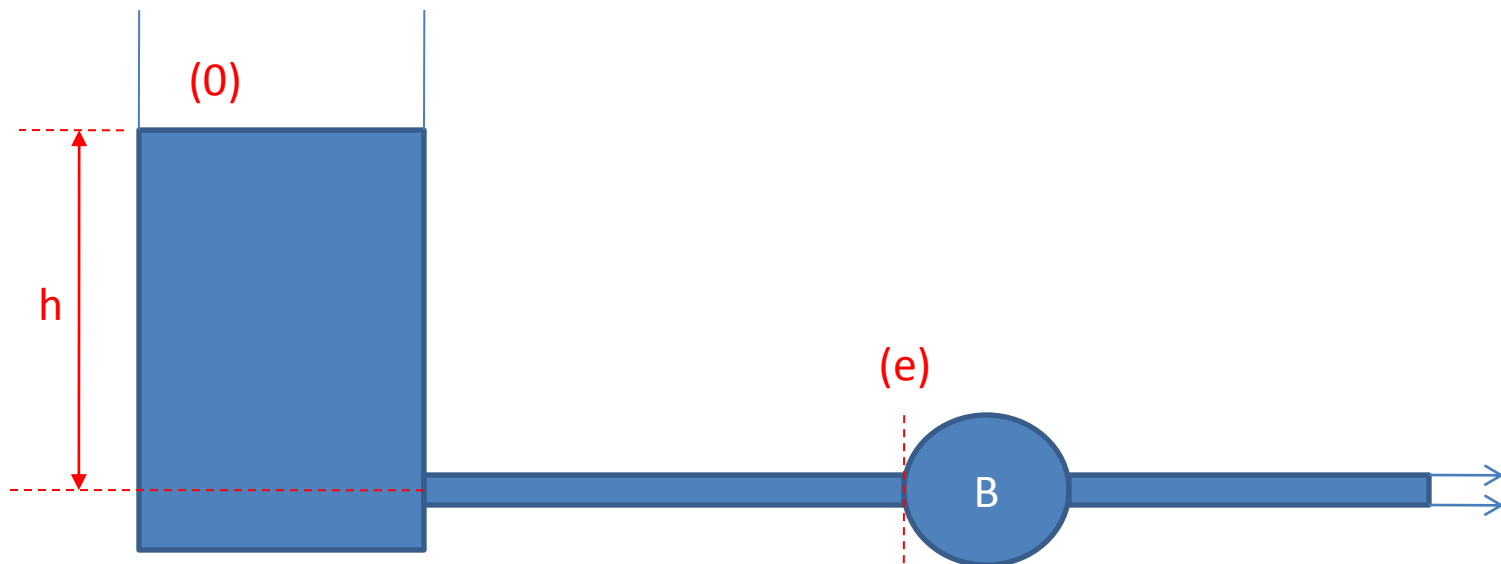
IMPORTANTE NO ESCOAMENTO EM REGIME PERMANENTE TEM-SE:



As propriedades na seção (e), que é considerada a seção de entrada da bomba, tem suas propriedades mantidas constantes e o nível zero (nível de captação) é considerado constante.

OU AINDA:

As propriedades na seção (e), que é considerada a seção de entrada da bomba, tem suas propriedades mantidas constantes e o nível zero (nível de captação) é considerado constante.





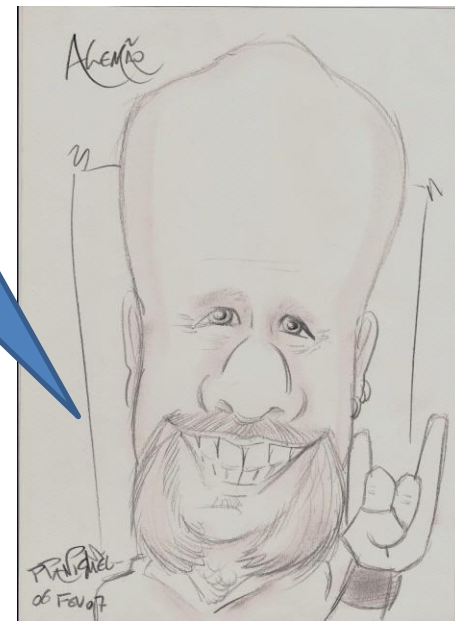
ENTÃO É POR ISTO QUE NA EXPERIÊNCIA DE REYNOLDS É IMPORTANTE SE TER UMA VARIACÃO DESPREZÍVEL DO VOLUME NO RESERVATÓRIO DA FIGURA ABAIXO!



DO REGIME SER
PERMANENTE ATÉ ENTENDO
AS VANTAGENS, POIS COM
ESTA HIPÓTESE NÃO HÁ A
NECESSIDADE DE SE
TRABALHAR COM EQUAÇÕES
DIFERENCIAIS E ISTO
SIMPLIFICA EM MUITO A
MATEMÁTICA ENVOLVIDA
NOS ESTUDOS, MAS QUAL A
VANTAGEM DE SER
CONSIDERADO
INCOMPRESSÍVEL?



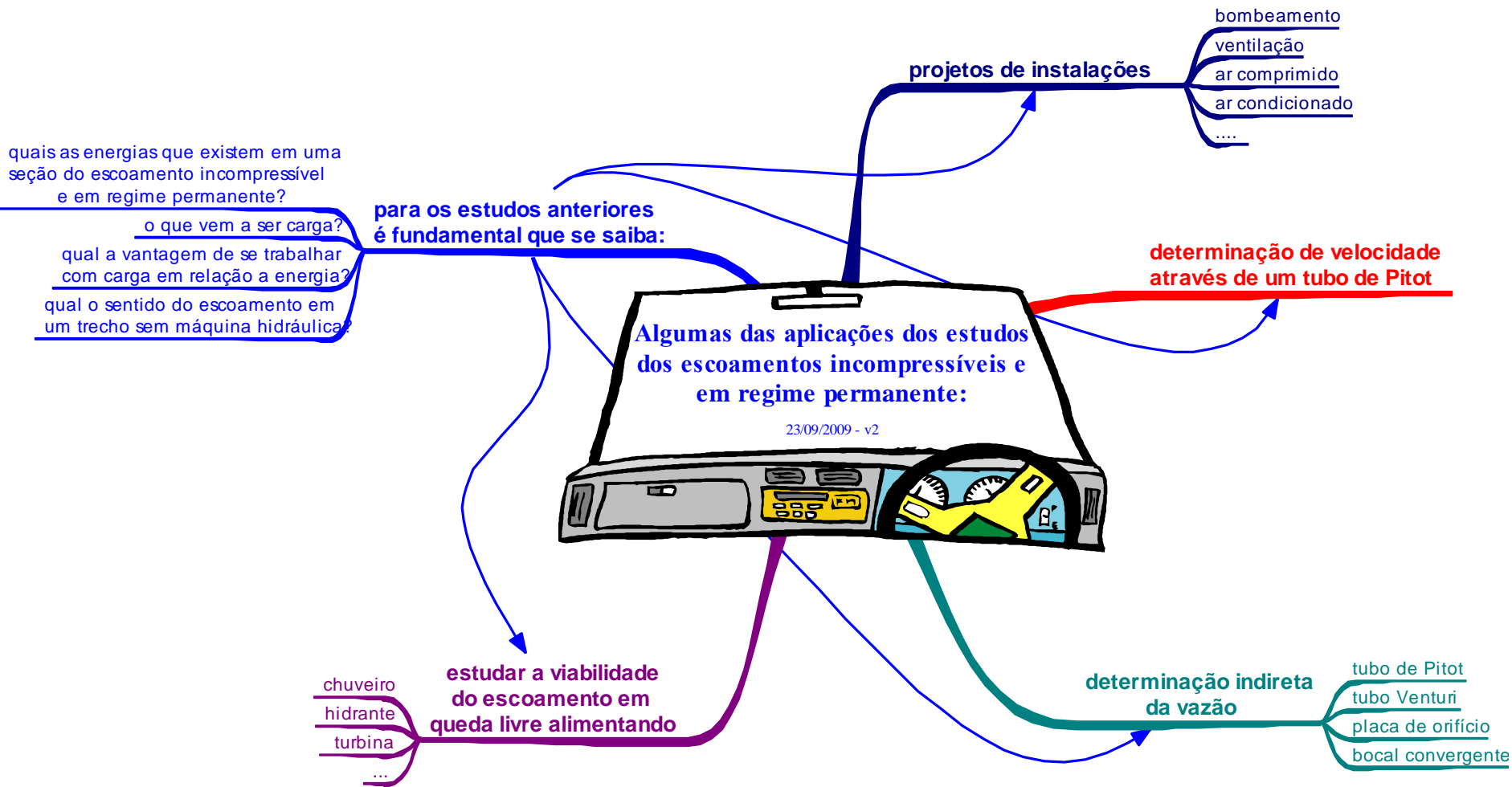
EU NÃO DIRIA QUE SÃO VANTAGENS, MAS SIM LIMITAÇÕES, POIS ESTAREMOS ESTUDANDO OS ESCOAMENTOS ISOTÉRMICOS DE LÍQUIDOS E DE GASES CONSIDERADOS PERFEITOS COM VELOCIDADES INFERIORES A CERCA DE 70 m/s, ONDE NÃO SE TEM VARIAÇÕES DAS ENERGIAS TÉRMICAS, MAS SOMENTE DAS ENERGIAS MECÂNICAS!



OK!

MAS QUAIS SERIAM AS
APLICAÇÕES DESTAS
VARIAÇÕES DAS ENERGIAS
MECÂNICAS NO
ESCOAMENTO DE UM
FLUIDO CONSIDERADO
INCOMPRESSÍVEL E EM
REGIME PERMANENTE?

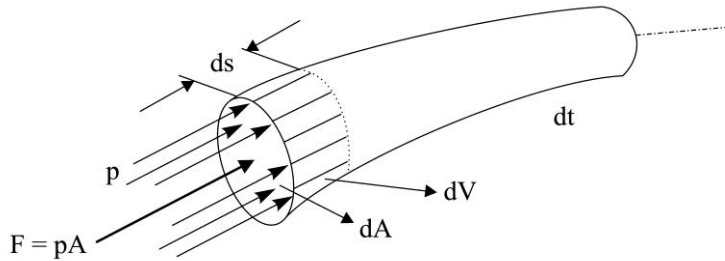




Para o estudo de todas as aplicações anteriores deve-se efetuar um balanço de energias entre duas seções do escoamento, o que é viabilizado pela aplicação da equação da energia.

Portanto vamos abordar os tipos de energia mecânica observadas em uma seção do escoamento unidirecional incompressível e em regime permanente

$$E = mgz + \frac{mv^2}{2} + \int_V pdV$$



EUIRP = escoamento } unidirecional
incompressível
regime permanente

Energias mecânicas observadas em uma seção do EUIRP

23/09/2009 - v2

energia de pressão

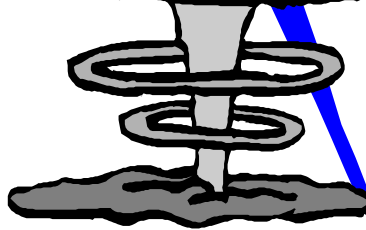
$$E_{pr} = \int_V pdV$$

$$E_p = mgz$$

energia potencial de posição

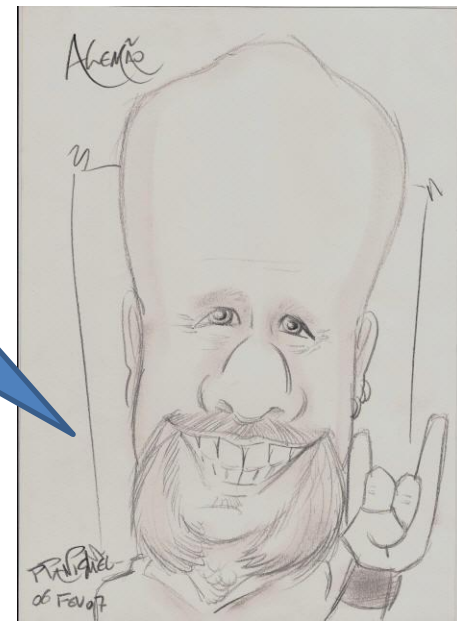
$$E_c = \frac{m \times v^2}{2}$$

energia cinética



AS ENERGIAS ANTERIORES NO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADE SERIAM REPRESENTADAS POR JOULE, QUE AO MEU VER DIFICILMENTE SE “VISUALIZA”, POR ESTE MOTIVO DEFINE-SE EM MECÂNICA DOS FLUIDOS A CARGA, QUE É A ENERGIA POR UNIDADE DE PESO E QUE DIMENSIONALMENTE É REPRESENTADA POR UMA UNIDADE DE COMPRIMENTO, A QUAL É FACILMENTE VISUALIZADA!

$$H = \text{carga total} = \frac{\text{energia}}{\text{peso}} = \frac{E}{G}$$



$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$$

carga potencial de posição

$$\frac{mgz}{mg} = z$$

**Cargas mecânicas em uma
seção do EUIRP**

23/09/2009 - v2

$$\frac{mv^2}{2mg} = \frac{v^2}{2g}$$

carga cinética

$$\frac{\int pdV}{\gamma} = \frac{pV}{G} = \frac{p}{\gamma}$$

carga de pressão

AGORA PODEMOS VOLTAR E
RESOLVER A QUESTÃO
PROPOSTA.

Determine a carga mecânica total na seção x do escoamento representada a seguir, onde se considera o escoamento unidirecional, incompressível e em regime permanente.

FAZER OS
CÁLCULOS
COM A
VAZÃO IGUAL
A 2,2 L/s E
ONDE A
LEITURA NO
MANÔMETRO
INSTALADO
NA SEÇÃO X É
IGUAL A
200kPa.



CONSIDERE QUE A SEÇÃO X É UMA DAS SEÇÕES DE UM TUBO DE AÇO "40 DE DIÂMETRO NOMINAL 1,5", PORTANTO COM DIÂMETRO INTERNO DE 40,8 mm E ÁREA DE SEÇÃO LIVRE IGUAL A 13,1 cm². O FLUIDO QUE ESCOA É A ÁGUA A 20 GRAUS CELSIUS ONDE SE TEM SUA MASSA ESPECÍFICA IGUAL A 998,2 kg/m³. CONSIDERE A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE IGUAL A 9,8 m/s².