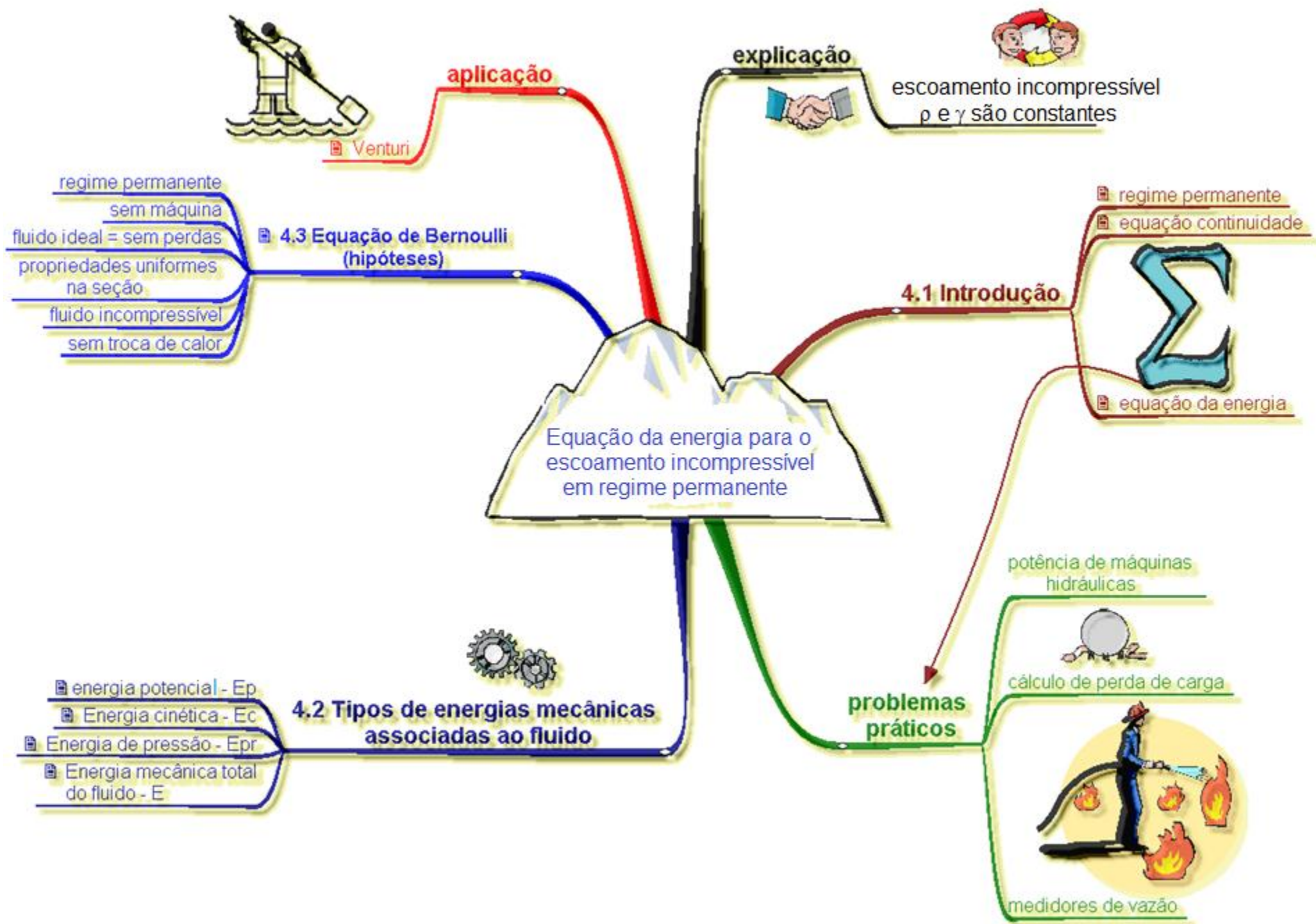


Capítulo 4 – Equação da energia para um escoamento incompressível em regime permanente

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio



4.1 Introdução

No capítulo 3 fizemos um balanço de massa entre seções de um escoamento incompressível e em regime permanente, neste capítulo faremos um balanço de energias nas mesmas condições.



4.1 Introdução (cont.)

Regime permanente = as propriedades em uma dada seção do escoamento não se alteram com o decorrer do tempo, portanto, o tempo não é uma variável do estudo proposto nesta condição, além disto, tendo reservatório no estudo, o nível do fluido no mesmo permanece constante na condição de escoamento em regime permanente.

4.1 Introdução (cont.)

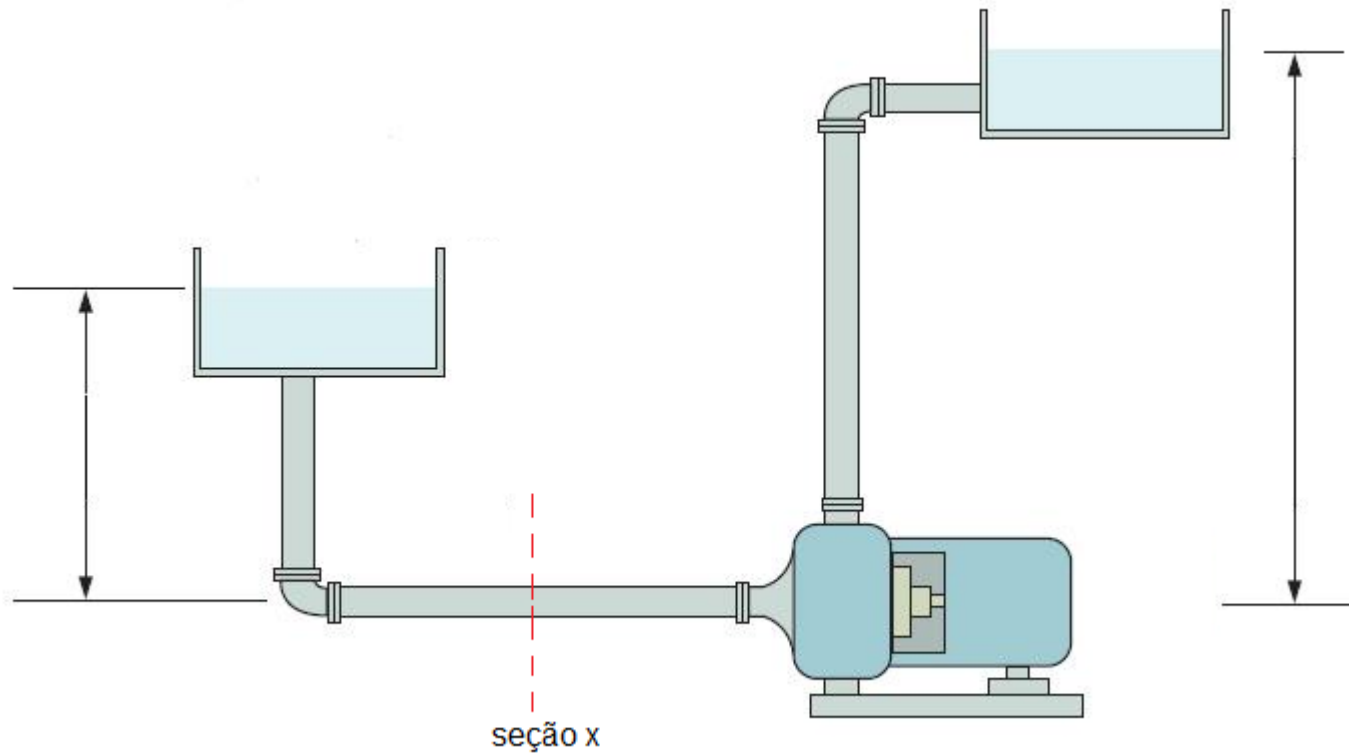
Na equação da continuidade se efetua um balanço do fluxo de massa no “sistema” estudado

$$\sum_{\text{entram}} Q_m = \sum_{\text{saem}} Q_m$$

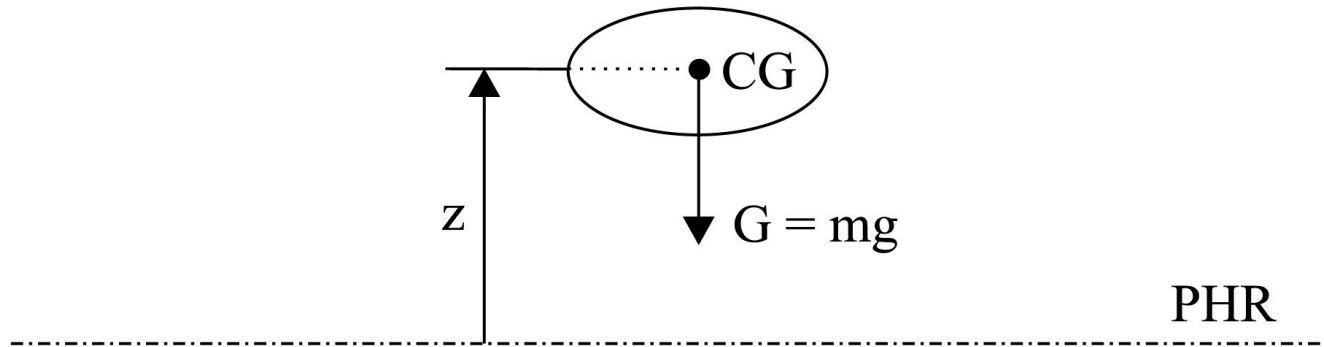
4.1 Introdução (cont.)

Equação da energia possibilita a realização de um balanço de energias entre duas seções de um tubo de corrente, ou seja de um sistema aberto formado exclusivamente de fluido.

4.2 Tipos de energias mecânicas associadas ao fluido

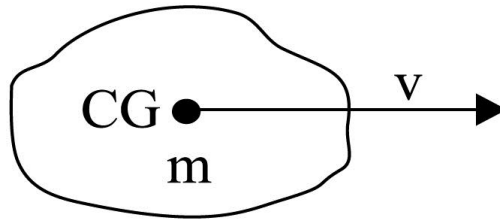


Energia potencial



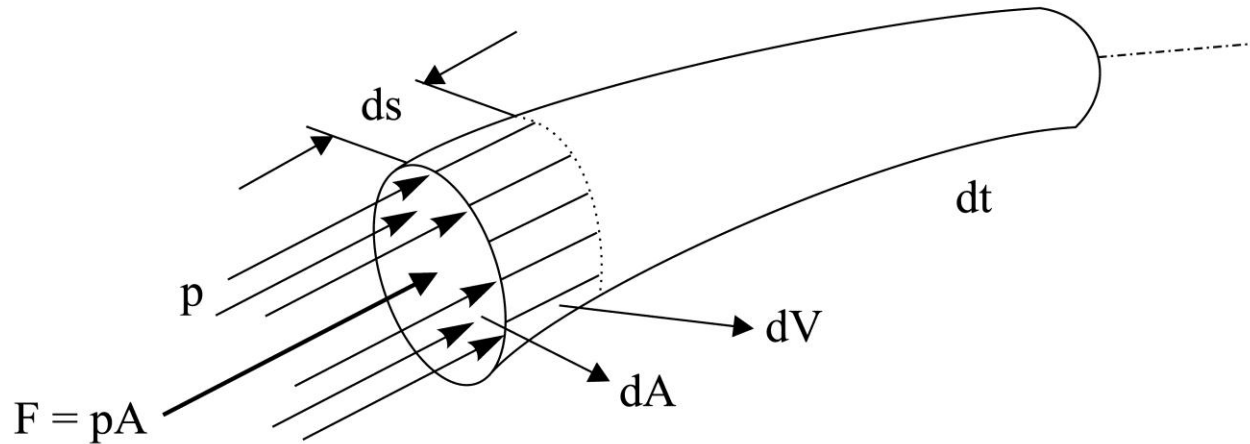
$$E_p = mgz$$

Energia cinética



$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Energia de pressão

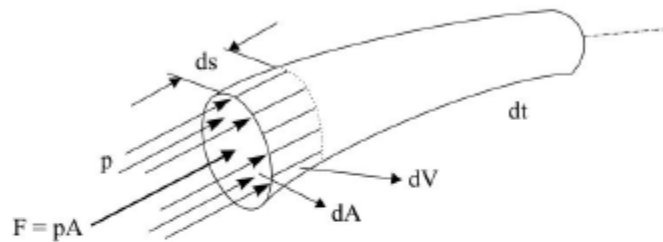


$$dw = Fds = pAds = pdV$$

$$dw = dE_{pr}$$

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

Resumindo:



EUIRP = escoamento

unidirecional
incompressível
regime permanente

**Energias mecânicas
observadas em uma
seção do EUIRP**

23/09/2009 - v2

energia de pressão

$$E_{pr} = \int_V p dV$$

$$E_p = mgz$$

energia potencial de posição

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

energia cinética

Portanto a energia mecânica total do fluido em uma seção do escoamento unidirecional, incompressível e em regime permanente:

$$E = E_p + E_c + E_{pr}$$

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

Considerando a pressão constante na seção, temos :

$$E = mgz + \frac{mv^2}{2} + pV = mgz + \frac{mv^2}{2} + p \frac{G}{\gamma}$$

Trabalhando no SI

$$[E] = [mgz] + \left[\frac{mv^2}{2} \right] + \left[p \frac{G}{\gamma} \right]$$

$$[E] = J$$

$$[mgz] = J$$

$$\left[\frac{mv^2}{2} \right] = J$$

$$\left[p \frac{G}{\gamma} \right] = J$$

Quem visualiza
o joule?



Para eliminar a dificuldade de visualização anterior, iremos considerar a energia por unidade de peso e isto define o que denominamos de carga total (H), carga potencial, carga cinética e carga de pressão, respectivamente, onde a unidade será uma unidade de comprimento.



$$\frac{E}{G} = \frac{mgz}{G} + \frac{\frac{mv^2}{2}}{G} + \frac{p \frac{G}{\gamma}}{G}$$

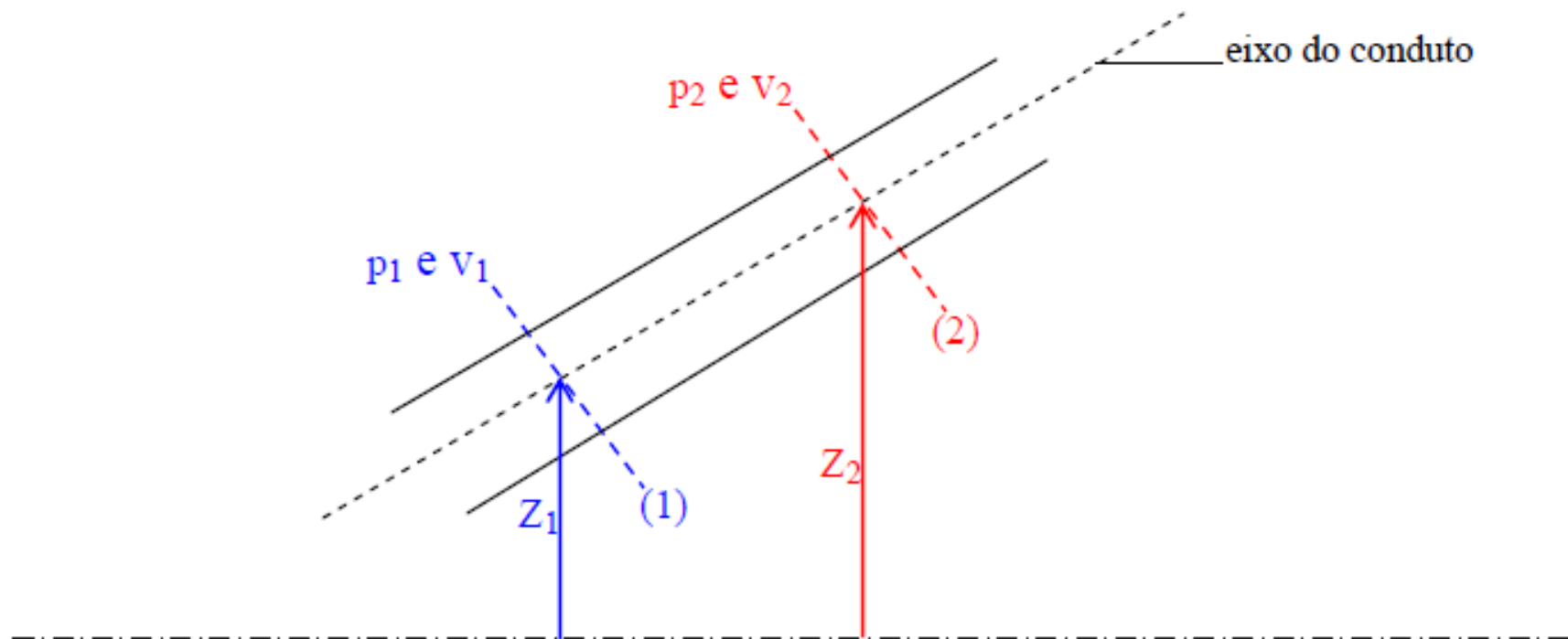
$$H = z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma}$$



Com todas estas
hipóteses teremos:

$$H_{\text{inicial}} = H_{\text{final}}$$





$$z_{\text{inicial}} + \frac{p_{\text{inicial}}}{\gamma} + \frac{v_{\text{inicial}}^2}{2g} = z_{\text{final}} + \frac{p_{\text{final}}}{\gamma} + \frac{v_{\text{final}}^2}{2g}$$

Aplicação



Giovanni Battista Venturi, (1746–1822)

Imagens e informação extraídas dos sítios:

http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Venturi

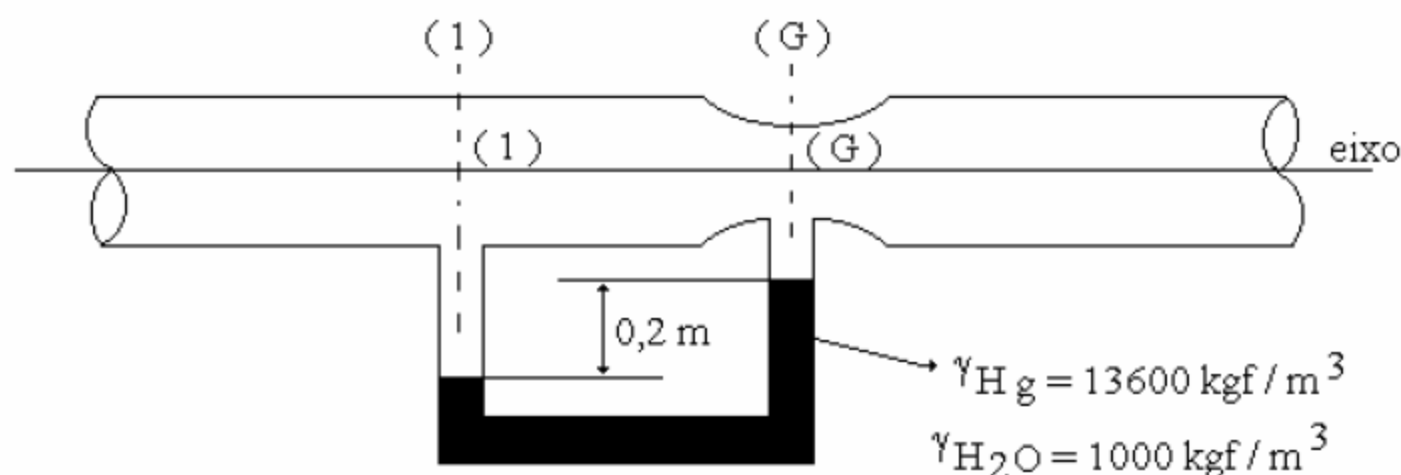
<http://www.ituflux.com.br>



normalizados segundo a NBR ISO 5167-1 (ABNT, 1994)

Em uma instalação hidráulica instalou-se um medidor de vazão do tipo Venturi para estimar a vazão de escoamento da água na instalação. Sabendo-se que $\varnothing$ máx. do Venturi é igual a 20 mm, $\varnothing$ garg do Venturi é igual 10 mm. Desnível do mercúrio no manômetro diferencial 20 cm e que o coeficiente de vazão do venturi é 0,95 pede-se:

- a) a diferença de pressão entre a área máx. e a garganta
- b) a vazão teórica no venturi
- c) a vazão real do escoamento.



RESPOSTAS: $p_1 - p_G = 2.520 \text{ kgf/m}^2$; $Q_t = 5,76 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_R = 5,47 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$