

* PHA3201

Hidráulica Ambiental

aula 01

André Luiz Marguti (andre.marguti@usp.br)

Fábio Lofrano (fabio.lofrano@usp.br)

J Rodolfo S Martins (scarati@usp.br)

Luis Cesar de Souza Pinto (lcesar@usp.br)

- *Tecnologia Hidráulica
- *Aplicações de Engenharia
- *Base da Física e Fenômenos de Transporte

*Introdução ao Curso Conceitos Gerais













PHA 3201 Hidráulica Ambiental
PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES

#	Assunto	T1 Rodolfo Sala S22	T2 Luiz Cesar Sala S01	T3 André Sala S03	Atividades
1	Introdução ao curso. Revisão Mecânica dos Fluidos. Conceitos Gerais. Manometria. Carga Hidráulica. Equação de Bemoulli.	09/08 07:00	09/08 07:00	09/08 07:00	
2	Condutos Forçados. Resistência ao escoamento. Equação de Darcy-Weisbach. Perfis de velocidades. Regimes de Escoamento. Fator de atrito. Fórmulas empíricas.	09/08 09:20	09/08 09:20	09/08 09:20	T1
3	Problemas típicos de conduto forçado. Fórmulas Empíricas de resistência ao escoamento. Perdas localizadas.	16/08 07:00	16/08 07:00	16/08 07:00	
4	Efeitos da topografia. Sifões. Condutos em série e paralelo. Vazões em marcha.	16/08 09:20	16/08 09:20	16/08 09:20	T2
5	Problema típicos. Dois e Três Reservatórios. Redes de condutos forçados.	23/08 09:20	23/08 07:00	23/08 07:00	
6	Aplicações Típicas de Condutos Forçados. Condutos em série e paralelo. Distribuição de água	30/08 07:00	23/08 09:20	23/08 09:20	T3
7	Laboratório 1 (Perdas de Carga, Bombas, Ressalto, Hidrometria, Canais)	23/08 07:00	30/08 07:00	30/08 09:20	L1
8	Sistemas de recalque: conceitos gerais; altura total de elevação; potência e rendimento. Curvas Características. Diâmetro Econômico. Seleção do conjunto	30/08 09:20	30/08 09:20	30/08 07:00	L1
9	Laboratório 2 (Perdas de Carga, Bombas, Ressalto, Hidrometria, Canais)	27/09 07:00	13/09 07:00	13/09 09:20	L2
10	Associação de Bombas. Semelhança de Bombas. Cavitação	13/09 07:00	13/09 09:20	13/09 07:00	L2
11	Laboratório 3 (Perdas de Carga, Bombas, Ressalto, Hidrometria, Canais)	27/09 09:20	20/09 07:00	20/09 09:20	L3
12	Aplicações Típicas. Dimensionamento do conjunto de recalque. Ponto de funcionamento.	13/09 09:20	20/09 09:20	20/09 07:00	L3
13	Associação de bombas. Semelhança e problemas típicos.	20/09 07:00	27/09 07:00	27/09 07:00	
14	Cavitação em bombas. Aplicações	20/09 09:20	27/09 09:20	27/09 09:20	T4
15	Condutos Forçados e Instalações de Recalque. Revisão.	04/10 07:00	04/10 07:00	04/10 07:00	
16	Prova P1	04/10 09:20	04/10 09:20	04/10 09:20	P1
17	Conceitos gerais sobre escoamento em canais. Elementos geométricos. Distribuição de velocidades. Tipos de escoamento. Resistência ao Escoamento. Profundidade Uniforme.	11/10 09:20	11/10 07:00	11/10 07:00	
18	Aplicações de canais em regime uniforme. Determinação da vazão. Profundidade. Diferentes geometrias.	18/10 07:00	11/10 09:20	11/10 09:20	T5
19	Laboratório 4 (Perdas de Carga, Bombas, Ressalto, Hidrometria, Canais)	11/10 07:00	18/10 07:00	18/10 09:20	L4
20	Máxima Eficiência Hidráulica. Seções compostas. Rugosidade equivalente	18/10 09:20	18/10 09:20	18/10 07:00	L4
21	Laboratório 5 (Perdas de Carga, Bombas, Ressalto, Hidrometria, Canais)	01/11 07:00	25/10 07:00	25/10 09:20	L5
22	Aplicações da máxima eficiência. Seções compostas. Curvas de descarga	25/10 07:00	25/10 09:20	25/10 07:00	L5
23	Conceito de carga específica. Profundidade crítica. Curva da carga específica. Profundidades alternadas.	25/10 09:20	01/11 07:00	01/11 07:00	T6
24	Ressalto Hidráulico	01/11 09:20	01/11 09:20	01/11 09:20	
25	Aplicações da carga específica. Transições hidráulicas. Alargamento/estretamento	08/11 07:00	08/11 07:00	08/11 07:00	
26	Linha d'água em canais (curvas de remanso). Conceitos gerais. Declividade. Controle.	08/11 09:20	08/11 09:20	08/11 09:20	T7
27	Aplicações estudo da linha d'água e ressalto hidráulico	22/11 07:00	22/11 07:00	22/11 07:00	
28	Orifícios, Bocais e Tubos curtos. Conceitos Gerais. Comportas. Lei geral de Torricelli. Afogamento.	22/11 09:20	22/11 09:20	22/11 09:20	T8
29	Vertedouros Conceitos gerais. Tipos de soleira. Coeficientes de descarga.	29/11 07:00	29/11 07:00	29/11 07:00	
30	Aplicações Linha d'água, vertedouros e comportas. Efeito de Comportas	29/11 09:20	29/11 09:20	29/11 09:20	T9
31	Aplicações Canais. Orifícios. Revisão	06/12 07:00	06/12 07:00	06/12 07:00	
32	Prova P2	06/12 09:20	06/12 09:20	06/12 09:20	P2

Programação



*Bibliografia

Porto, Rodrigo de Melo. “Hidráulica Básica”. EESC-USP, SP, 1998.

Fernandez & Fernandez, Miguel. Araujo, Roberto, Ito, Acásio Eiji. “Manual de Hidráulica Azevedo Netto” Editora Edgard Blücher Ltda, 1998.

Chow, Ven Te. “Open-Channel Hydraulics”. McGraw-Hill International Book Company, 1985.

* Critérios

Avaliação e Aproveitamento

Provas: P1 - 30 pontos P2 - 41 pontos

Laboratório: 5 x 4 pontos

Exercícios em sala: T1 a T9 --> 9 x 1 ponto

Será considerado aprovado o aluno que atingir 50 pontos

Recuperação

A prova de recuperação será exclusiva para os alunos com direito a reposição de acordo com o previsto no regulamento da USP

Frequência

A frequência mínima para aprovação é de 70%, considerado o registro em controle de presença.

Provas

As provas serão realizadas no Edifício da Engenharia Civil e sem consulta. A tolerância máxima para entrada na sala será de 15 min. Os alunos impedidos de comparecer à qualquer das provas pelos motivos previstos no regimento USP deverão solicitar a realização da prova substitutiva.

Laboratório

As aulas de laboratório serão realizadas no Lab de Hidráulica, com acesso pela Av. Professor Lúcio Martins Rodrigues No. 120. A frequência ao laboratório é obrigatória. Os alunos impedidos de comparecer pelos motivos previstos no regimento USP deverão solicitar reposição, com a devida comprovação. Observar as datas hachuradas para cada turma

* Fatos marcantes

Brasil tem 12% da água do mundo

70% na Amazônia

Impactos ambientais de cidades e infraestruturas

Preservação de costas

Água subterrânea

Poluição das águas

Saneamento básico

- * Engenharia Hidráulica iniciou-se na China
- * Egito, Oriente Médio, Grécia e Roma antigas desenvolveram
- * Incas e Astecas
- * Engenharia Moderna (1760)
École des Ponts et Chaussées
- * Engenharia Hidráulica brasileira tem destaque mundial
- * 3 maiores barragens do mundo

* Revisão de conceitos

Grandeza	Unidade	Composição	Símbolo
Comprimento	m		L
Área	m ²	L*L	A
Tempo	s		t
Massa	kg		m
Temperatura	K ou °C		T
Volume	m ³	L*L*L	∇
Aceleração escalar	m/s ²		a
Aceleração gravitacional	m/s ²		g
Velocidade escalar	m/s	L/t	V
Velocidade angular	rad/s		ω
Ângulo plano	rad		α, θ
Energia	J	Nm	E
Força	kg*m/s ² = N	m*a	F
Pressão	N/m ² =Pa	F/A	P
Pressão em coluna d'água	m _{H2O}	P/γ _{H2O}	h _{H2O}
Pressão em coluna mercúrio	m _{Hg}	P/γ _{Hg}	h _{Hg}
Tensão de cisalhamento	N/m ² =Pa	F/A	τ
Potência	W	J/s	N
Trabalho	J	F*L=Nm	
Densidade relativa		δ _{Fluido} /δ _{H2O}	δ
Massa Específica	kg/m ³	m/∇	ρ
Peso	Kg*m/s ² =N	m*g	p
Peso Específico	N/m ³	m*g/∇= ρ*g	γ
Viscosidade cinemática	m/s ²	μ/ρ	ν
Viscosidade dinâmica	N*s/m ² = Pa*s	ν*ρ	μ
Fluxo ou vazão em massa	kg/s	m/t	, φ _m
Fluxo ou vazão em volume	m ³ /s	∇/t	Q, φ _v
Frequência	Hz	1/s	f
Torque	N*m	F*l	T
Momento Angular	N*rad/s	F*ω	M
Momento Linear	N*m	F*L	M

Variáveis
Parâmetros
Grandezas
Coeficientes
Fatores

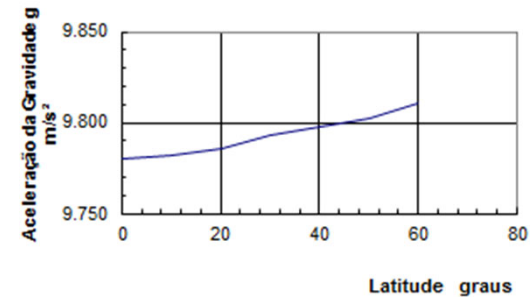
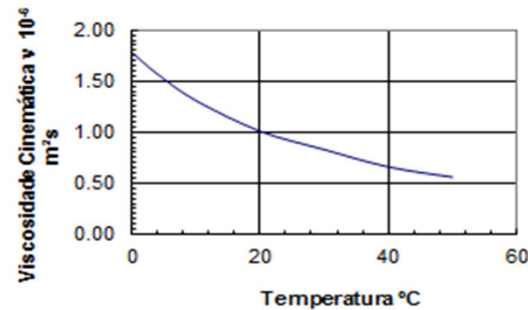
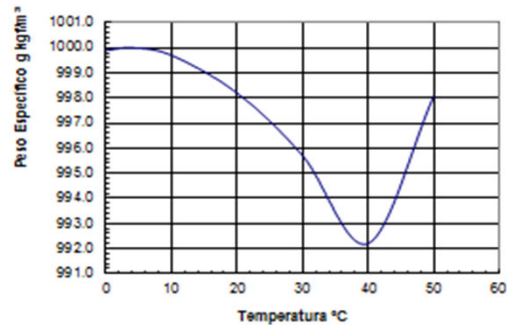
* Massa e peso específicos

Massa Específica: quantidade de massa por unidade de volume

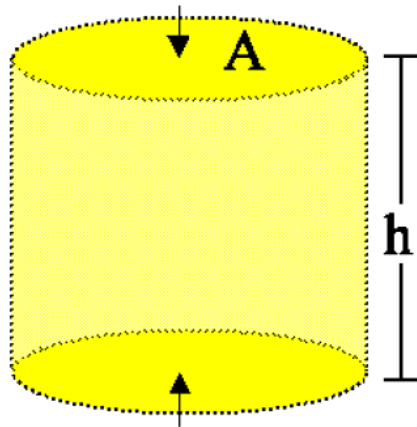
$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\text{kg/m}^3]$$

Peso Específico: força peso que atua n massa m por unidade de volume

$$\gamma = \frac{mg}{V} = \rho g \quad [\text{N/m}^3]$$



* Pressão

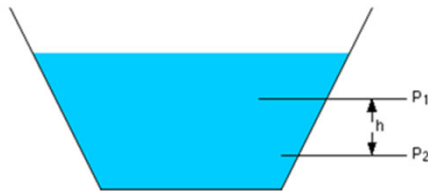


$$p = \frac{F_N}{A} \quad [\text{N/m}^2 = \text{Pa}]$$

$$p = \frac{F_N}{A} = \frac{\gamma V}{A} = \frac{\gamma Ah}{A} = \gamma h$$

$$\frac{p}{\gamma} = h \quad [\text{mH}_2\text{O}]$$

$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{atmosférica}} + P_{\text{efetiva}}$$



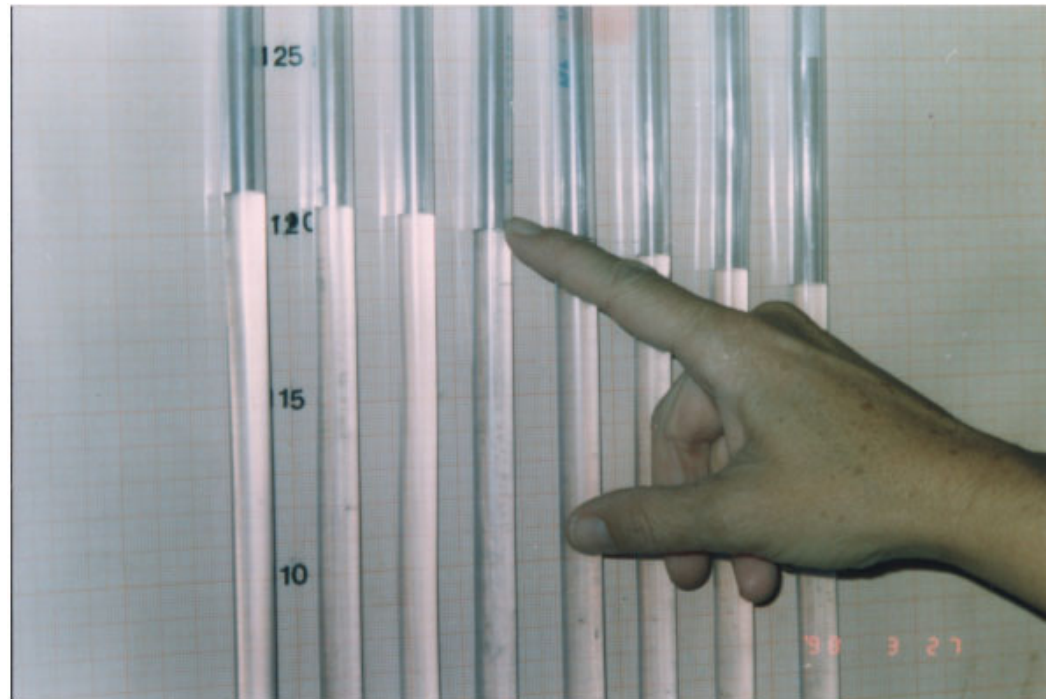
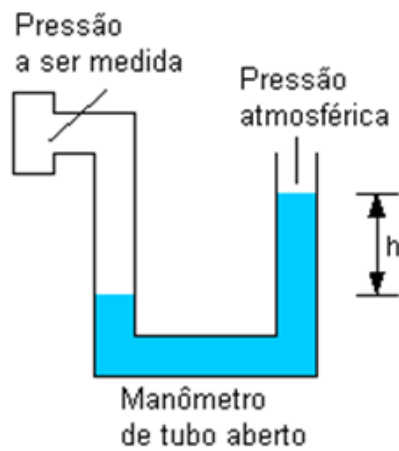
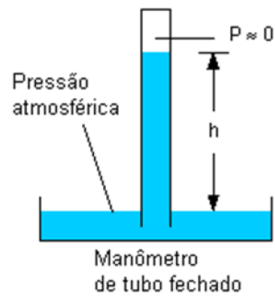
$$p_2 = p_1 + \gamma \cdot h$$

$$P_{\text{atm}} = \frac{5 \cdot 10^{19} \text{ N}}{5 \cdot 10^{14} \text{ m}^2} = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

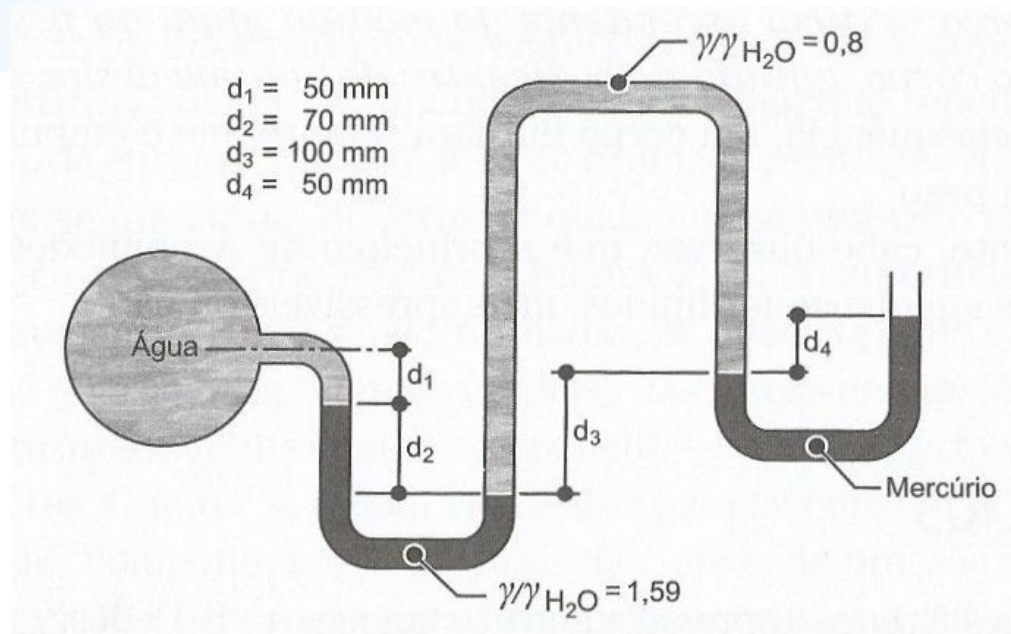
$$1 \text{ atm} = 10000 m_{\text{ar}} = 0,76 m_{\text{Hg}} = 10,33 m_{\text{H}_2\text{O}} = 101.396 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =$$

$$= 101,4 \text{ kPa} = 10.330 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 1,01 \text{ bar} = 14,7 \text{ psi} = 14,7 \frac{\text{lb}}{\text{pol}^2}$$

* Manometria



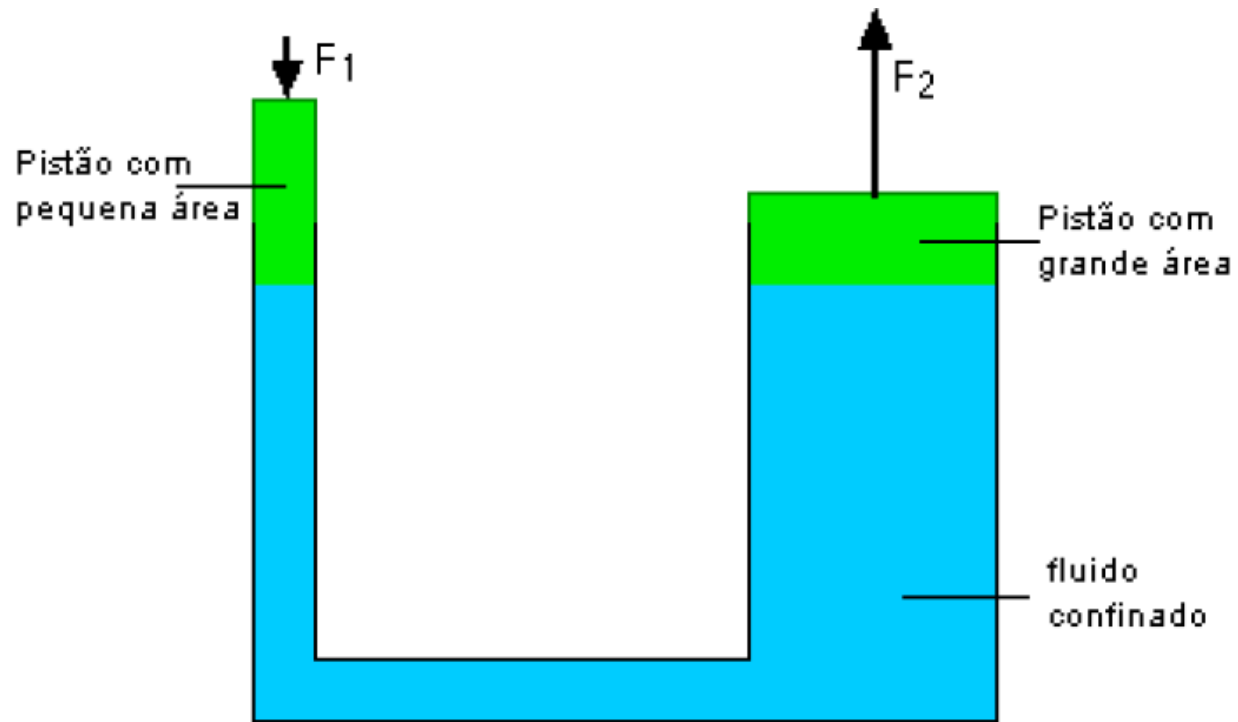
* Encontre a pressão na tubulação de água da figura. Dados $\gamma_{\text{água}} = 9810 \text{ N/m}^2$ e $\gamma_{\text{mercúrio}} = 13,6 \cdot \gamma_{\text{água}}$



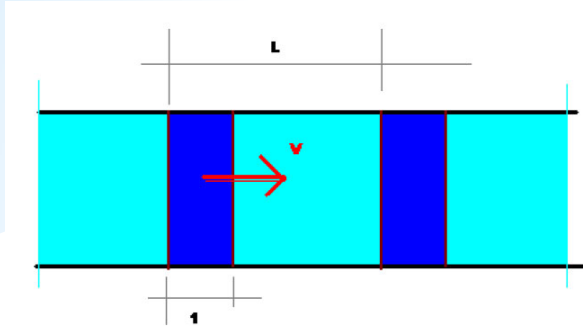
(Bistafa, 2010)

* **Exercício**

*Princípio de Pascal



* Fluxo em Massa & Volume



$$M = \rho(A \cdot l) \frac{L}{\Delta t} = \rho \frac{V}{\Delta t} = \rho AV \quad [\text{kg/s}]$$

Sendo a massa específica constante ($\rho = \text{cte}$)

$$Q = \frac{M}{\rho} = VA \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

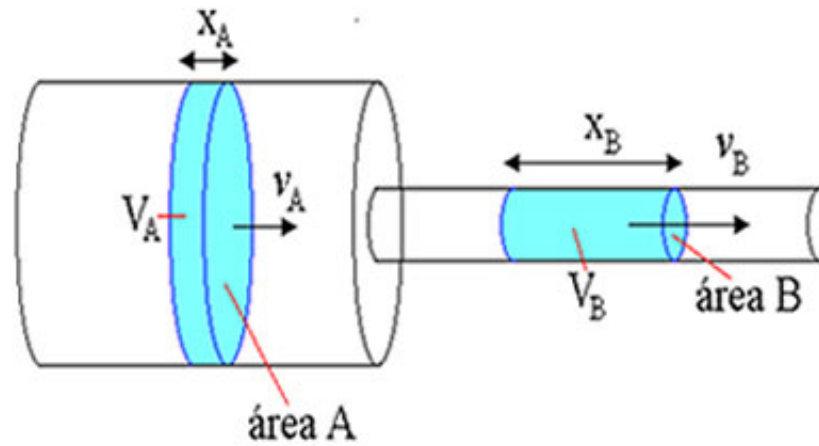
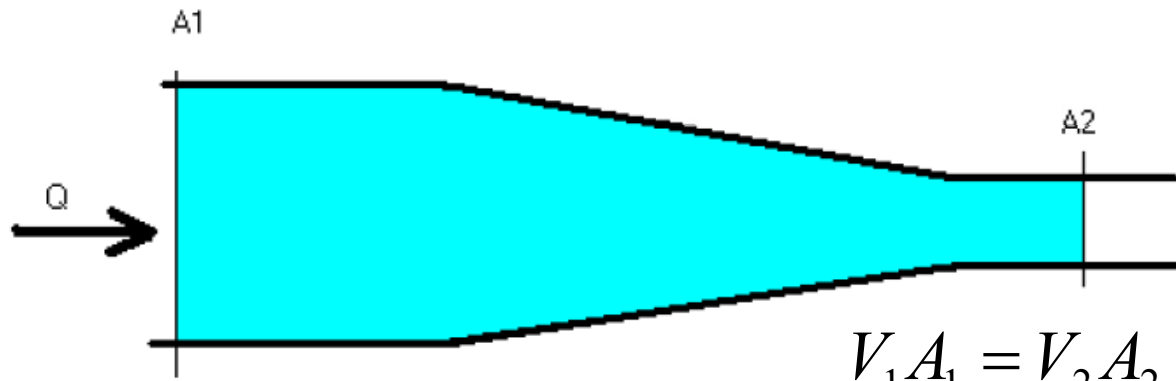


m^3/h - Metro cúbico por hora
 l/h - Litro por hora
 l/min - Litro por minuto
 ft^3/s - Pé cúbico por segundo
 gal/s - Galão (US) por segundo
 gal/min - Galão (US) por minuto (gpm)

* Calcular a vazão em massa e em volume de um escoamento permanente em conduto forçado de seção circular com diâmetro de 300 mm, sabendo-se que a velocidade média do fluxo é de 2,0 m/s.

* **Exercício**

* Conservação da Massa



*Um escoamento permanente em conduto forçado de seção circular com diâmetro de 800 mm e velocidade média de 1,5 m/s passa por uma transição que reduz o diâmetro da tubulação para 400 mm. Calcule a velocidade média do fluxo após a transição.

***Exercício**