VENHA PARA ESSE MUNDO.

Engenhar é desafiador e apaixonante!

01/05/2019

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA 20 ANOS 1999-2019

Máquina imita nuvem e transforma ar em água potável com energia limpa

Publicado em 26/04/2019 às 11:42:33
Categoria(s): Tecnologia,
Tags: Água Potável, energia limpa,

Dentro de um contêiner de metal, máquina produz água potável a partir do vapor do ar. O sistema usa 100% de energia renovável e recebeu prêmio de US$ 1,5 bilhão

A organização internacional Water Abundance XPrize procurava um projeto que tivesse a capacidade de gerar pelo menos 2 mil litros de água diariamente a um custo máximo de US$ 0,02 por litro e que, ainda por cima, usasse energia 100% renovável.

Dentro dos contêineres, as máquinas desenvolvidas pela Skywater simulam o funcionamento das nuvens. O mecanismo comprime o ar e, assim, condensa o vapor de água da atmosfera; deste processo, formam-se gotículas de água potável que são armazenadas em um tanque – e este pode ser conectado a uma torneira.

> “A fonte mais abundante de água doce é a atmosfera da Terra. Quando a umidade atmosférica se condensa, cai como chuva. A Skywater replica esse processo natural de condensação ao simular o ponto de orvalho, o que permite que ela faça água continuamente, mesmo em condições de baixa umidade”, resume a empresa, em comunicado.

De acordo com David Hertz, um dos líderes da companhia, há cerca de “37,5 milhões de bilhões de litros de água” na atmosfera e que isto é uma quantidade de água doce maior do que a soma de todos os rios da Terra. Por isso, afirma Hertz, isto garante a possibilidade de produzir milhões de galões de água todos os dias.

https://www.tratamentodeagua.com.br/ar-agua-potavel/?utm_source=Newsletter&utm_medium=RD_abril12&utm_campaign=RD_abril2&utm_term=%C3%A1gua%20pot%C3%A1vel&utm_content=%C3%A1gua%20pot%C3%A1vel

Vamos avaliar o aprendizado

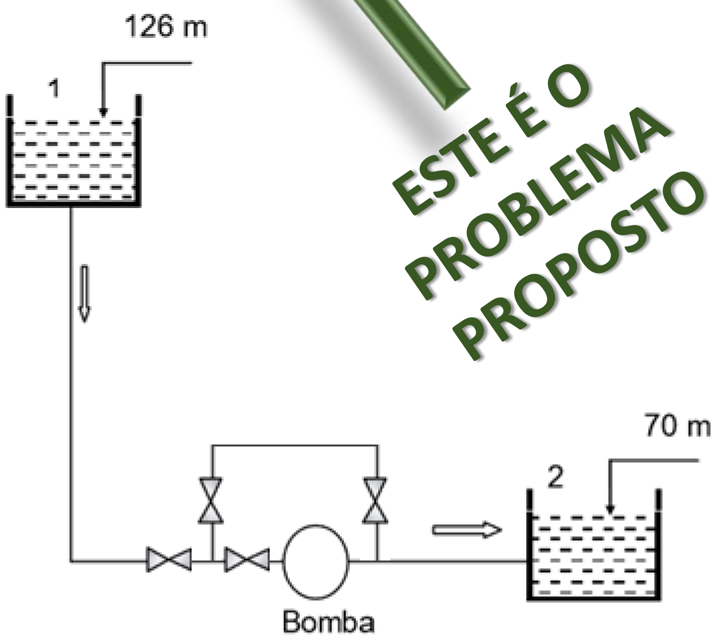
DÊ A RESPOSTA COM 3 ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS!

Calcule a vazão de queda livre sabendo que a somatória dos comprimentos equivalentes sofreu um acréscimo de (14+anos) m.

Na instalação da figura, a bomba deverá funcionar com a altura manométrica de 18 m. O comprimento da tubulação é de 1200 m e as singularidades somam 346 m. Sabendo que o diâmetro da tubulação de FoFo é de 14", pede-se: 1 - Calcular a vazão que deverá passar pela instalação no início do seu funcionamento. 2 - Passados 20 anos, para que a instalação funcione com a mesma vazão, calcular a altura manométrica da bomba e a potência no seu eixo.

Dado: Rendimento da bomba: 75%.

JÁ RESOLVIDO!



ESTE É O PROBLEMA PROPOSTO

ANOS	FINAL RA
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	6
40	7
45	8
50	9

Valores de C

diâmetro (m) / anos	0,10 4"	0,15 6"	0,20 8"	0,25 10"	0,30 12"	0,35 14"	0,40 16"	0,45 18"	0,50 20"	0,60 24"	0,75 30"	0,90 36"	1,05 42"	1,50 60"
0	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
5	117	118	119	120	120	120	120	120	120	120	121	122	122	122
10	106	108	109	110	110	110	111	112	112	112	113	113	113	113
15	96	100	102	103	103	103	104	104	105	105	106	106	106	106
20	88	93	94	96	97	97	98	98	99	99	100	100	100	100
25	81	86	89	91	91	91	92	92	93	93	94	94	94	95
30	75	80	83	85	86	86	87	87	88	89	90	90	90	91
35	70	75	78	80	82	82	83	84	85	85	86	86	87	88
40	64	71	74	76	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
45	60	67	71	73	75	76	76	77	77	78	78	78	80	81
50	56	63	67	70	71	72	73	73	74	75	76	76	77	78

para FoFo

Tubos de ferro fundido

diâmetros em milímetro						
nominal	*externo*	*internos típicos classes de pressão (mCA)*				
		10	15	20	25
75	100,58	87,88	87,88	87,88	87,88
100	121,92	108,71	108,71	108,71	108,71
150	176,26	162,56	162,56	162,56	162,56
200	229,87	216,15	216,15	216,15	216,15
250	281,94	267,21	267,21	267,21	267,21
300	335,28	319,53	319,53	319,53	319,53
350	388,62	371,86	371,86	371,86	371,83
400	441,96	424,69	424,69	424,69	424,69
450	495,30	477,52	477,52	477,52	477,52
500	548,64	530,35	530,35	530,35	528,83
600	655,32	636,02	636,02	634,49	632,97
750	812,80	792,99	792,99	788,92	786,89
900	972,82	950,98	950,98	945,90	943,36
1000	1130,30	1106,42	1106,42	1100,33	1097,28

Ref.: Adaptado de ANSI A21.51 (1976)

CONDUTO FORÇADO

CONDUTO LIVRE OU CANAL


Escoamentos em superfície livre - introdução

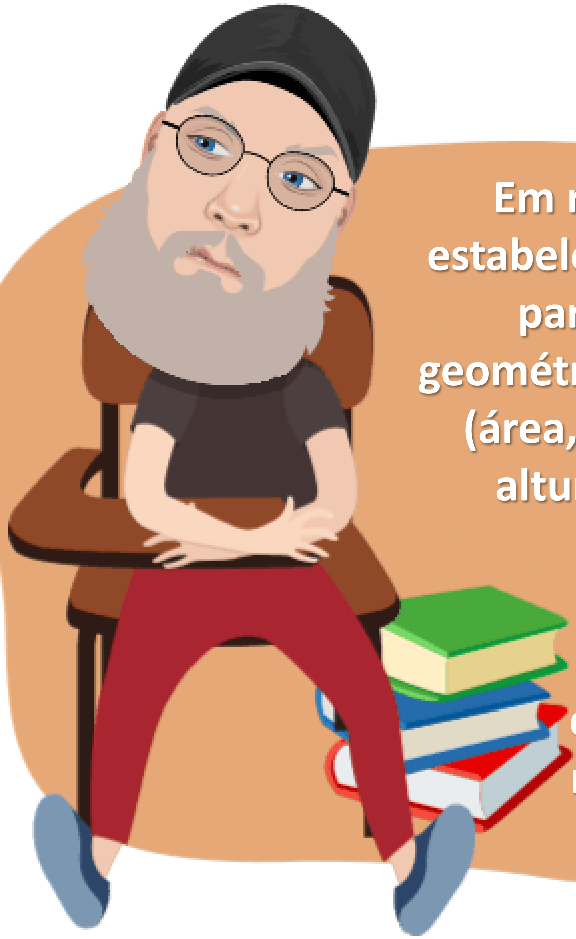
Canal ou conduto livre é aquele que apresenta uma superfície livre onde atua a pressão atmosférica. O escoamento é originado naturalmente pela gravidade e estabelecido pelo balanço dinâmico entre a gravidade e o atrito.

Os canais podem ser classificados como naturais, que são os cursos d'água existentes na natureza como córregos, rios, ... ou artificiais, de seção aberta ou fechada, construídos pelo homem, como canais de irrigação, de navegação, aquedutos, galerias etc.

Os canais podem ser ditos prismáticos se possuírem ao longo do comprimento seção reta e declividade do fundo constante; caso contrário, são ditos não prismáticos.

A linha piezométrica $(z + p/\gamma)$, pelo fato da pressão ser a pressão atmosférica, muitas vezes coincide com a linha d'água, quando isto ocorre, a carga de pressão p/γ do conduto forçado, será substituída pela altura d'água y na seção considerada.

Existe mais dificuldades em se estudar os condutos livres e isto já pode ser observado com as rugosidades de canais, em que, além dos tipos de materiais usados serem em maior número, é mais difícil a especificação do valor numérico da rugosidade em revestimentos sem controle de qualidade industrial ou, mais difícil ainda, no caso dos canais naturais.



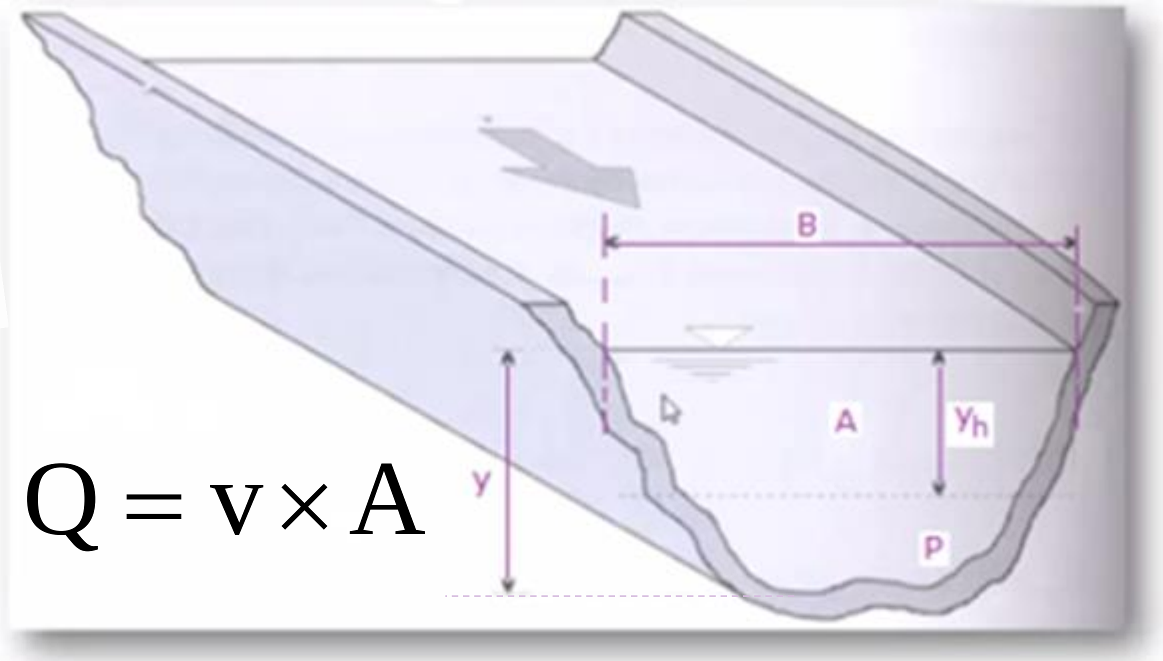
Em relação ao estabelecimento dos parâmetros geométricos da seção (área, perímetro, altura d'água) é também visível a maior dificuldade nos canais.

Do ponto de vista da responsabilidade técnica, os projetos em canais são mais preocupantes, já que erros considerados pequenos em projetos de condutos forçados, podem ser catastróficos em projetos de canais, como sistema de esgoto ou galerias de águas pluviais.


ALÉM DA RESPONSABILIDADE TÉCNICA AO PROJETAR OS CANAIS, DEVEMOS CRIAR A CONSCIENTIZAÇÃO DO QUE JOGAR NELES, OU VAMOS CONVIVER ...

Parâmetros geométricos e hidráulicos nos canais

A profundidade também pode ser chamada da altura d’água ou tirante d’água, já a profundidade hidráulica pode ser chamada de altura hidráulica ou altura média.



$$Q = v \times A$$

Seção ou área molhada (A): seção transversal perpendicular à direção de escoamento que é ocupada pelo líquido.

Perímetro molhado (σ)**:** comprimento da linha de contorno relativo ao contato do líquido com o conduto.

Largura superficial (B): Largura da superfície líquida em contato com a atmosfera.

Profundidade (y): É a distância do ponto mais profundo da seção do canal e a linha da superfície livre.

Raio Hidráulico (R_H) : É a razão entre a área molhada e o perímetro molhado.

Profundidade hidráulica (y_h): Razão entre a área molhada (A) e a largura superficial (B).

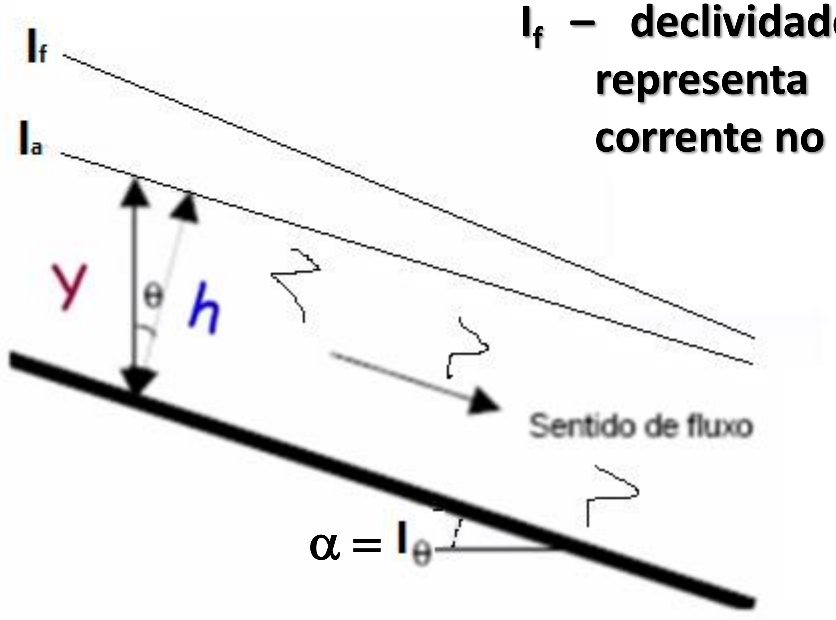
Parâmetros geométricos e hidráulicos nos canais (cont.)

Na prática consideramos y aproximadamente igual a h

I_θ – declividade de fundo que é a declividade longitudinal do canal, esta declividade é baixa, podendo ser expressa por:

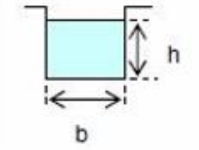
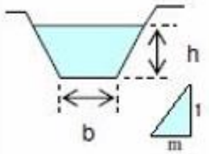
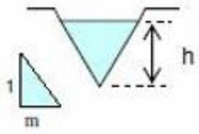
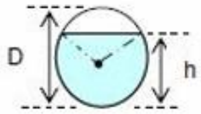
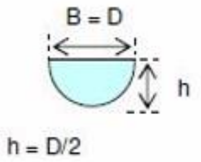
$$I_\theta = tg\alpha \cong sen\alpha$$

I_a – declividade piezométrica ou declividade da linha d'água



I_f – declividade da linha de energia que representa a variação da energia da corrente no sentido do escoamento

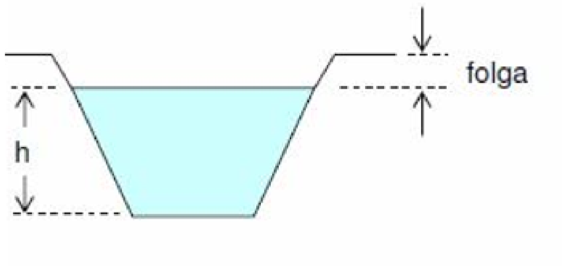
Elementos de geométricos de canais.

Forma da seção	Área (A) (m^2)	Perímetro molhado (σ) (m)	Raio hidráulico (R_H) (m)	Largura do Topo (B) (m)
	$b.h$	$b+2.h$	$\left(\frac{A}{\sigma}\right)=\frac{b.h}{b+2.h}$	b
	$(b+m.h).h$	$b+2.h.\sqrt{1+m^2}$	$\frac{A}{\sigma}$	$b+2.m.h$
	$m.h^2$	$2.h.\sqrt{1+m^2}$	$\frac{A}{\sigma}$	$2.m.h$
	$\frac{1}{8}.(\theta-\operatorname{sen}\theta).D^2$ $\theta = RAD$	$\frac{\theta.D}{2}$	$\frac{1}{4}\left(1-\frac{\operatorname{sen}\theta}{\theta}\right)D$	$\left(\operatorname{sen}\frac{\theta}{2}\right).D$
	$\frac{\pi.D^2}{8}$	$\frac{\pi.D}{2}$	$\frac{D}{4}=\frac{h}{2}$	$D=2.h$

Obs.: $\theta = 2.\arccos\,(1-2.h/D)$, onde θ deve ser calculado em **radianos.**

1. **Borda Livre do canal**

   Em canais abertos e fechados, deve-se prever uma folga de 20 a 30% de sua altura, acima do nível d'água máximo do projeto (figura a seguir). Este acréscimo representa uma margem de segurança contra possíveis elevações do nível dá água acima do calculado, o que poderia causar transbordamento.



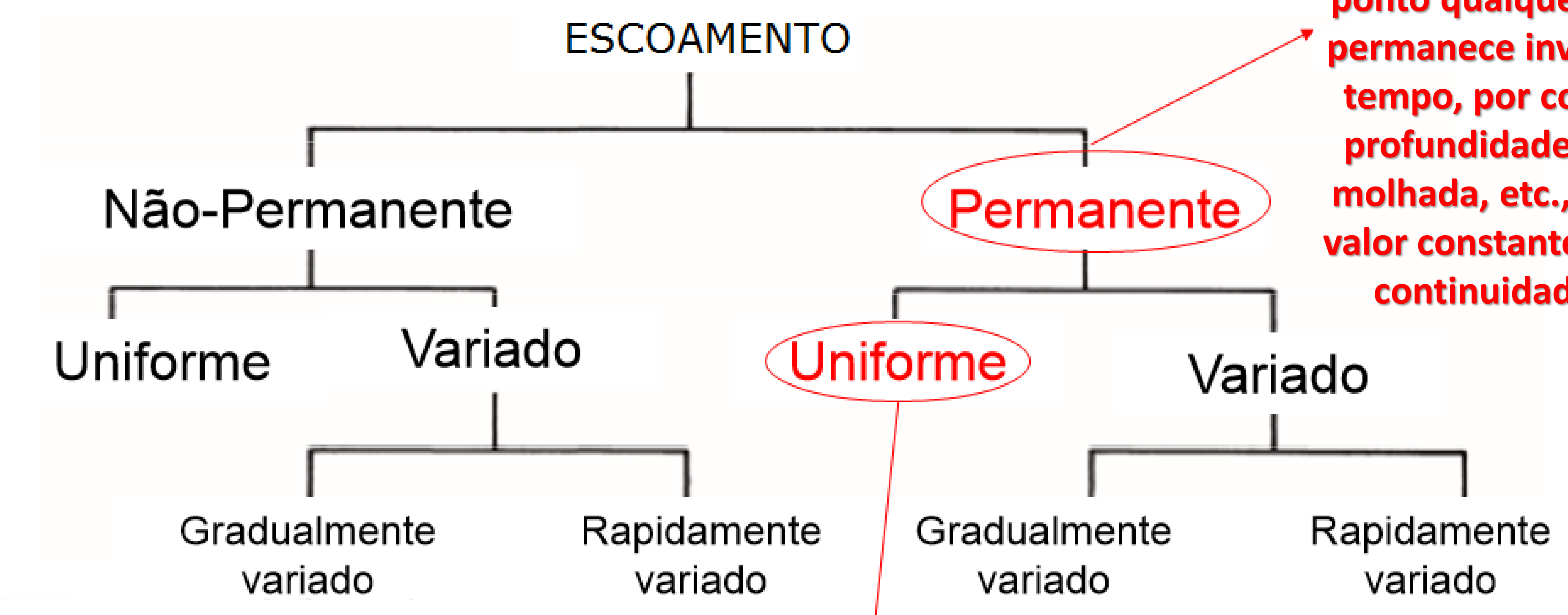
2. **Declividade recomendas para taludes de Canais**

   Para obter estabilidade das paredes laterais dos canais não-revestidos, a declividade dos taludes deve ser determinada em função da estabilidade do material com o qual se construirá o canal. Na tabela ao lado estão relacionadas as declividades de taludes mais usuais para canais não revestidos, de diversos materiais.

- Inclinação de taludes para canais não revestidos (valores de **m**):

Material das paredes	Canais pouco profundos (h < 1 m)	Canais profundos (h > 1 m)
Rochas em boas condições	0	0,25
Argilas Compactas	0,5	1,0 ou 0,75
Limo Argiloso	1,0	1,0 ou 1,50
Limo Arenoso	1,5	2,0
Areias Soltas	2,0	3,0

Tipos de escoamentos em canais, ou seja, tipos de escoamentos livres

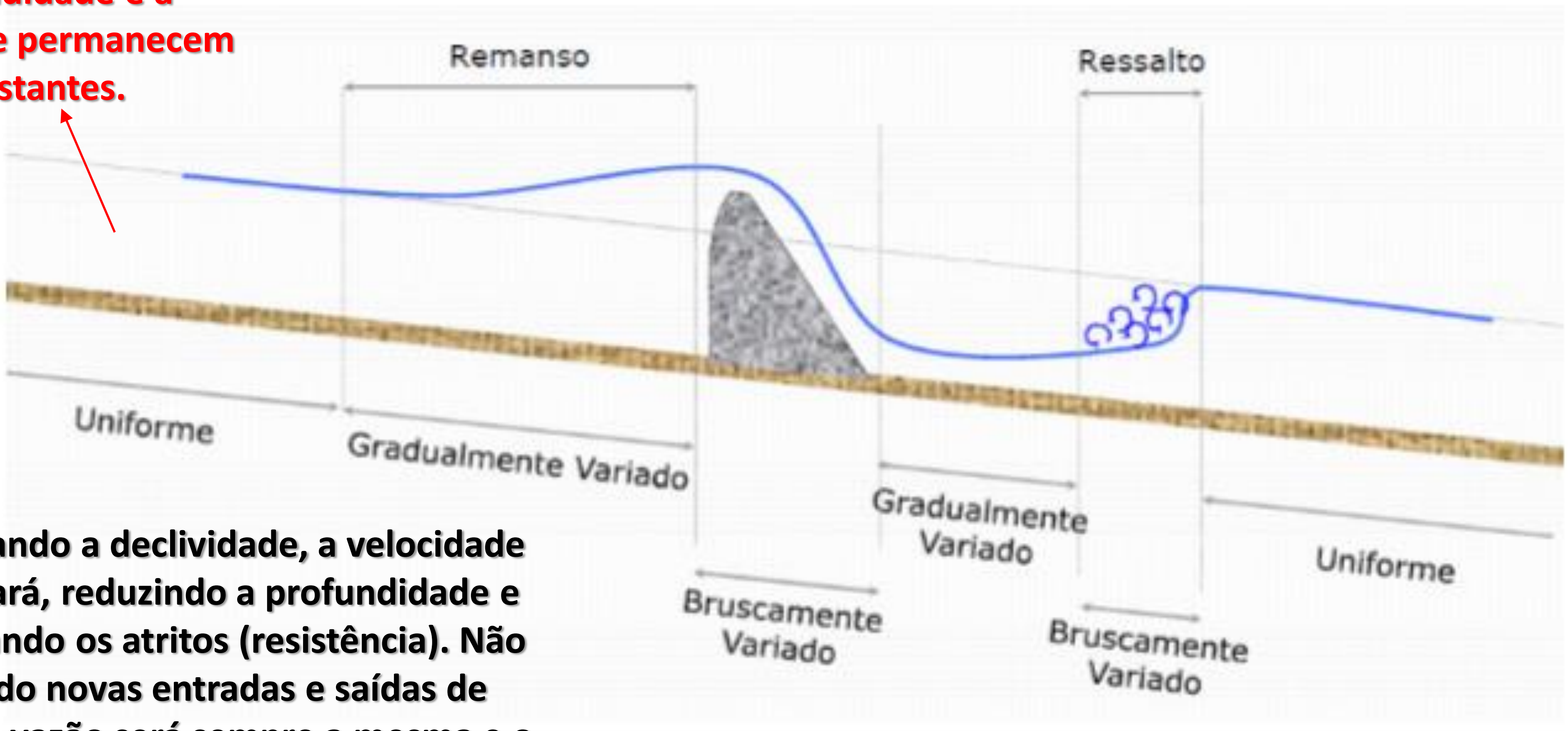


A velocidade local em um ponto qualquer da corrente permanece invariável com o tempo, por conseguinte, a profundidade, vazão, área molhada, etc., guardam um valor constante e existe uma continuidade de vazão

As velocidades locais são paralelas entre si e constantes ao longo de uma trajetória, neste caso $I_{\theta} = I_a = I_f$

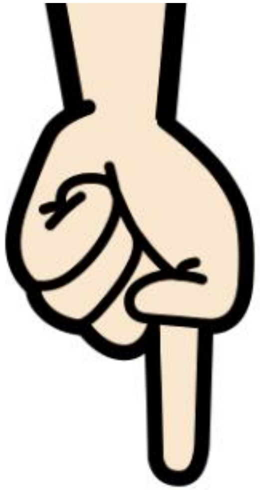
Exemplo de escoamentos livres

No escoamento uniforme a profundidade e a velocidade permanecem constantes.



Aumentando a declividade, a velocidade aumentará, reduzindo a profundidade e aumentando os atritos (resistência). Não havendo novas entradas e saídas de líquido, a vazão será sempre a mesma e o escoamento permanente.

As principais forças que atuam sobre a massa líquida são a força de inércia, da gravidade, de pressão e de atrito, pela existência de viscosidade e rugosidade, e são expressas, sendo L uma dimensão geométrica característica, como:



Força de inércia $\rightarrow F_i = m \times a = \rho L^3 \times \frac{v^2}{L} = \rho v^2 L^2$

Força da gravidade $\rightarrow F_g = m \times g = \rho L^3 \times g$

Força de pressão $\rightarrow F_p = pA = pL^2$

Força viscosa $\rightarrow F_\mu = \mu \left(\frac{\Delta v}{\Delta y} \right) A = \mu \frac{vL^2}{L} = \mu v L$

$$Re = \frac{\text{força de inércia}}{\text{força viscosa}}$$

$$Re = \frac{\rho v^2 L^2}{\mu v L} = \frac{\rho v L}{\mu} = \frac{vL}{\nu}$$

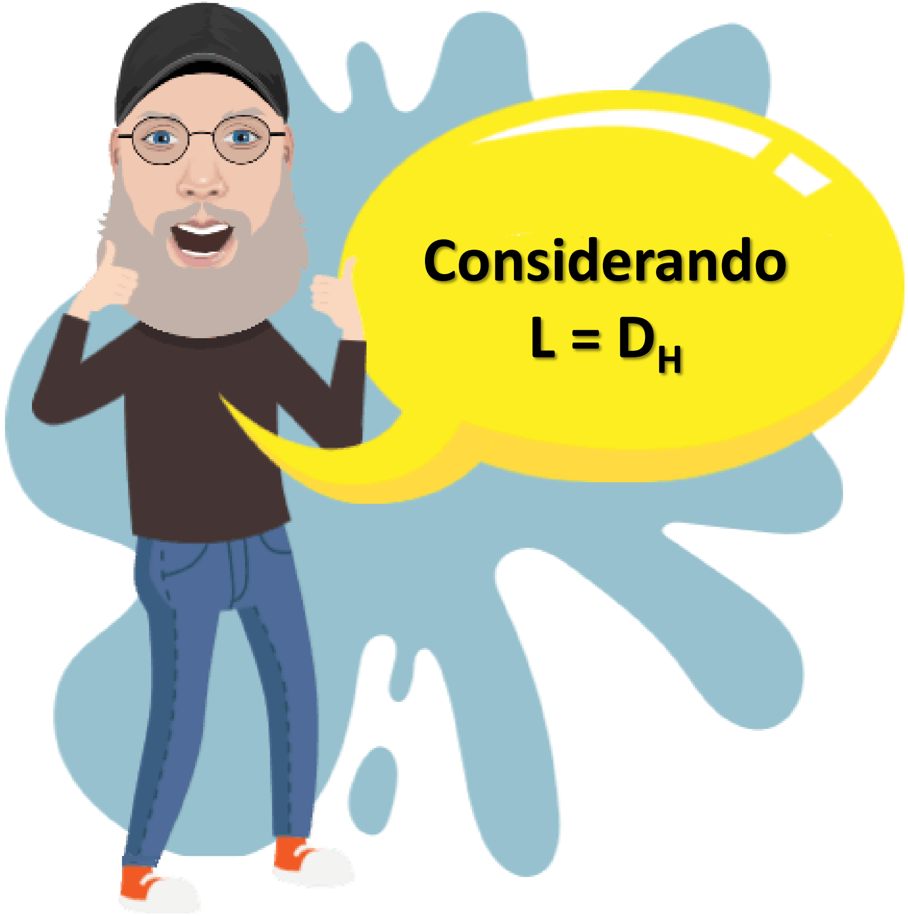
SE L =R_H, PORTANTO:

$$Re = \frac{\rho v R_H}{\mu} = \frac{v R_H}{\nu}$$

Escoamento laminar: $Re \leq 500$

Escoamento turbulento: $Re \geq 2000$

Escoamento de transição: $500 < Re < 2000$

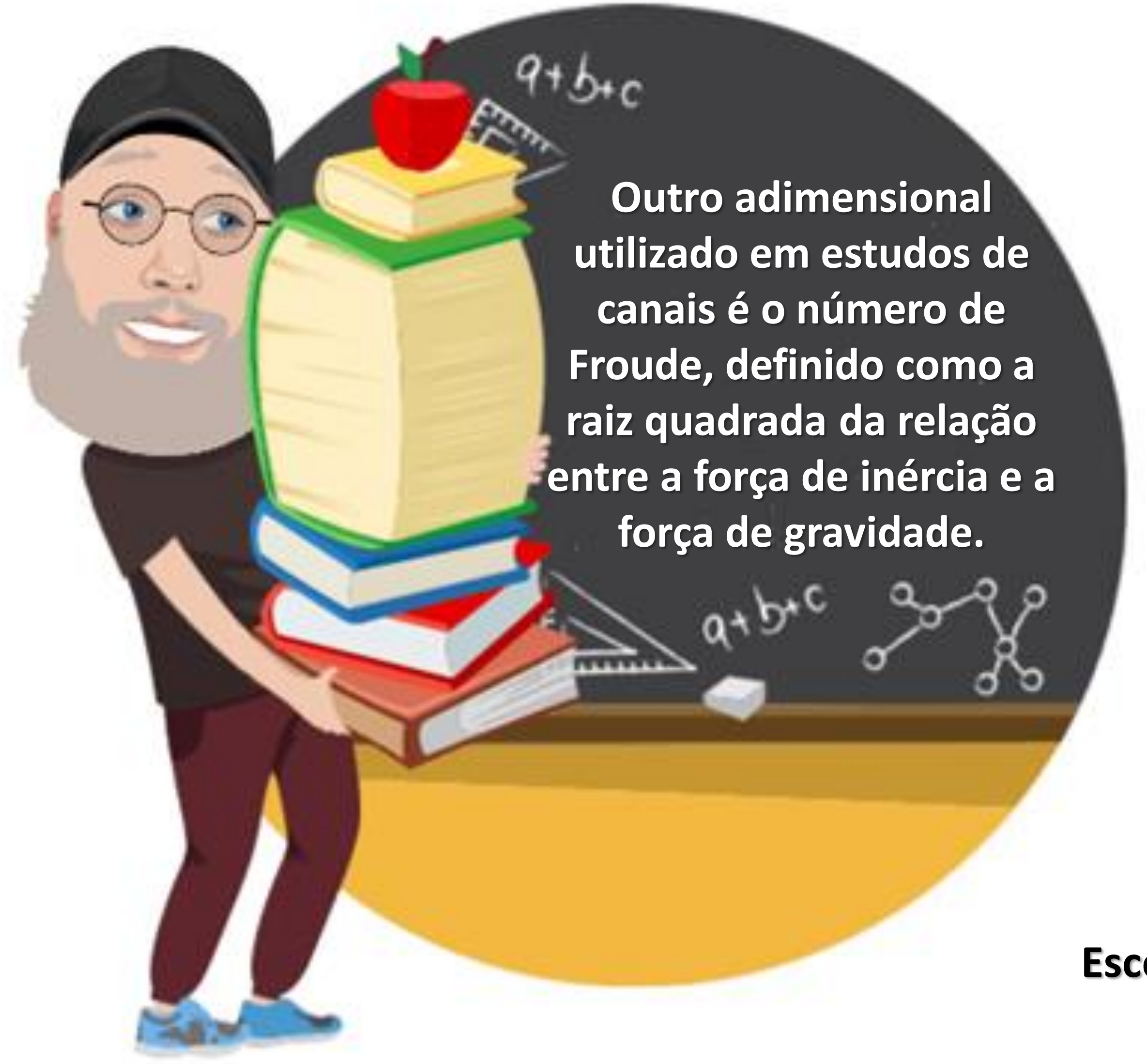


$$Re = \frac{\rho v D_H}{\mu} = \frac{v D_H}{\nu}$$

Escoamento laminar: $Re \leq 2000$

Escoamento turbulento: $Re \geq 8000$

Escoamento de transição: $2000 < Re < 8000$



Outro adimensional utilizado em estudos de canais é o número de Froude, definido como a raiz quadrada da relação entre a força de inércia e a força de gravidade.

$$\mathbf{Fr} = \sqrt{\frac{\textbf{força de inércia}}{\textbf{força de gravidade}}}$$

$$\mathbf{Fr} = \sqrt{\frac{\rho v^2 L^2}{\rho L^3 g}} = \sqrt{\frac{v^2}{Lg}} = \frac{v}{\sqrt{g \times y_H}}$$

$$y_H = H_m = \frac{A}{B}$$

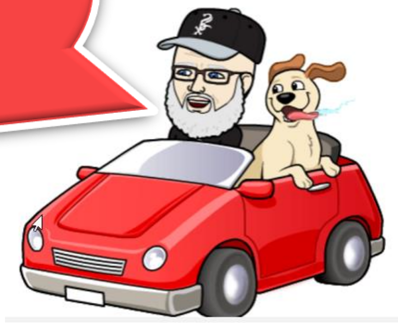
Escoamento subcrítico ou fluvial: $\mathbf{Fr} < 1$

Escoamento supercrítico ou torrencial: $\mathbf{Fr} > 1$

Escoamento crítico: $\mathbf{Fr} = 1$

Distribuição de velocidade

Apesar de recorrermos a velocidade média para muitos estudos em canais, não podemos esquecer que as velocidades das várias partículas em um canal não são uniformemente distribuídas na seção reta do mesmo.



A desuniformidade nos perfis de velocidades nos canais depende da forma geométrica da seção e é devida às tensões cisalhantes no fundo e paredes e à presença da superfície livre. De modo geral, nos canais prismáticos, a distribuição vertical da velocidade segue uma lei aproximadamente parabólica, com valores decrescentes com a profundidade e a máxima velocidade ocorrendo um pouco abaixo da superfície livre.

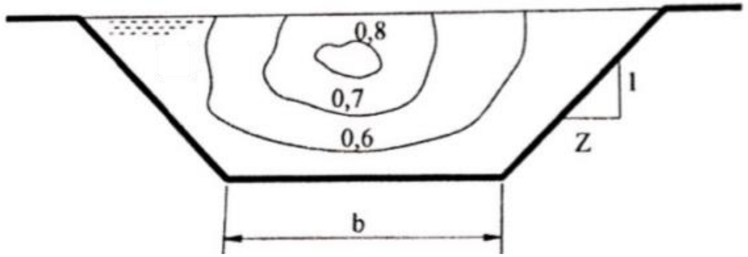
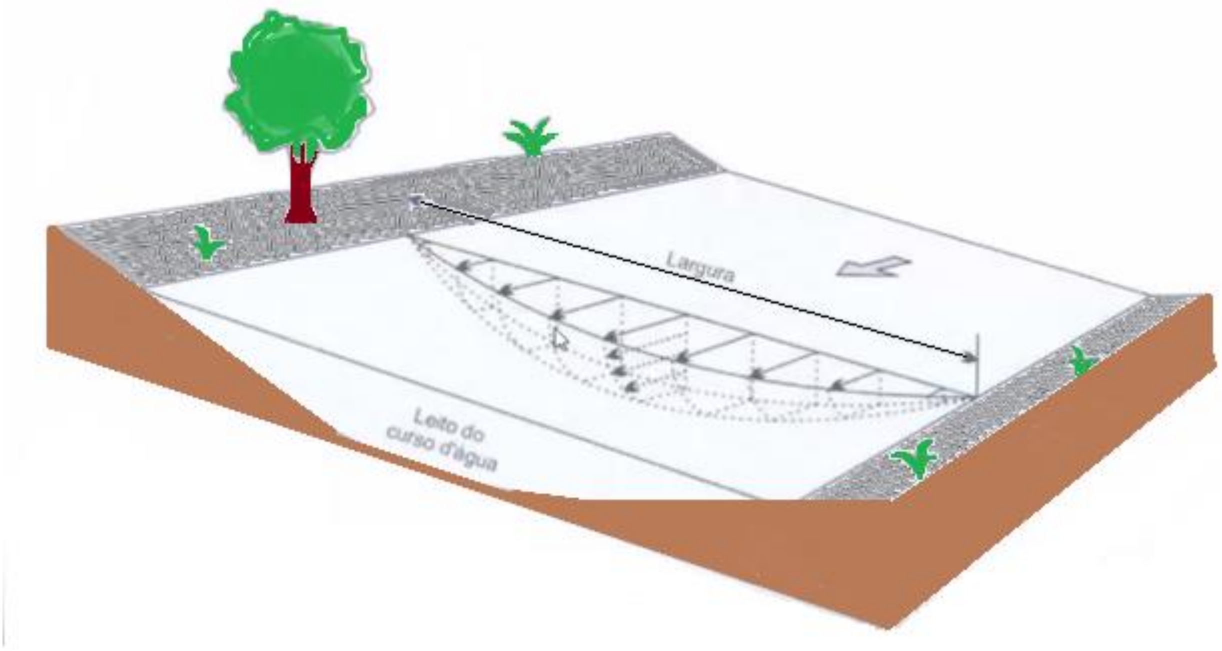
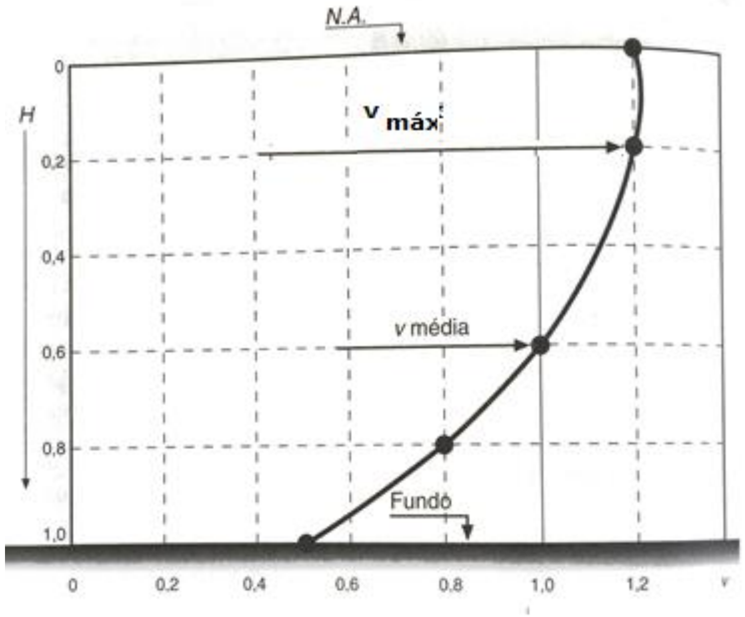


Diagrama de velocidades deve ser considerado segundo a seção longitudinal e seção transversal

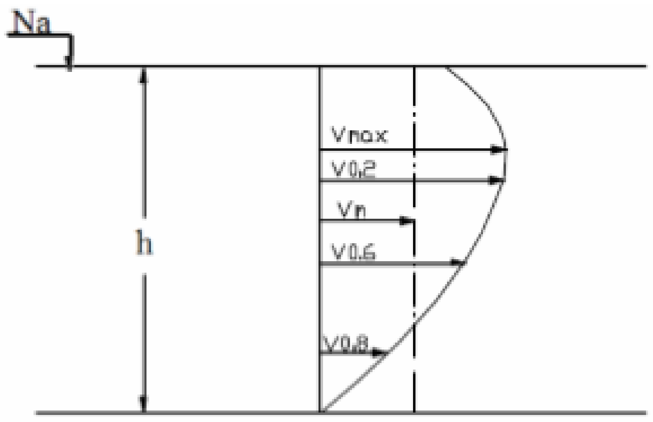




Em um canal aberto, pelo princípio de aderência, a velocidade de escoamento é zero nas superfícies laterais e no fundo. A velocidade máxima ocorre abaixo da superfície livre, já a velocidade média pode ser estimada de três maneiras: sendo aproximadamente igual a 60% da profundidade ($v_{0,6}$), ou como sendo a média entre a velocidade a 20% e 80% (($v_{0,2}$ + $v_{0,8}$)/2) ou ainda a média entre 20%, 60% e 80%, que é denominado do método de três pontos, sendo estas informações importantes para o uso do molinete para a determinação da velocidade.

Observações relacionadas a velocidade da água nos canais

Como vimos nos canais o atrito entre a superfície livre e o ar e a resistência oferecida pelas paredes e pelo fundo originam diferenças de velocidades, tendo um valor mínimo, junto ao fundo do canal, e máximo, próximo à superfície livre da água, conforme figura ao lado. Devido essa variação da velocidade com a profundidade, geralmente, trabalha-se com a velocidade média.



Na tabela ao lado encontram-se os valores máximos recomendáveis da velocidade nos canais, os quais foram determinados em função da erodibilidade do canal.

Valores máximos recomendáveis para velocidade média no canal.

Material	Velocidade máxima (m/s)
Terreno Arenoso Comum	0,76
Terreno de Aluvião	0,91
Terreno Argila Compacta	1,14
Cascalho grosso , Pedregulho, Piçarra	1,83
Alvenaria	3,00
Concreto	6,00

Observações relacionadas a velocidade da água nos canais (cont.)

Entretanto, outro problema é a sedimentação nos canais. Nesse caso, também são recomendados os valores mínimos para velocidade nos canais.

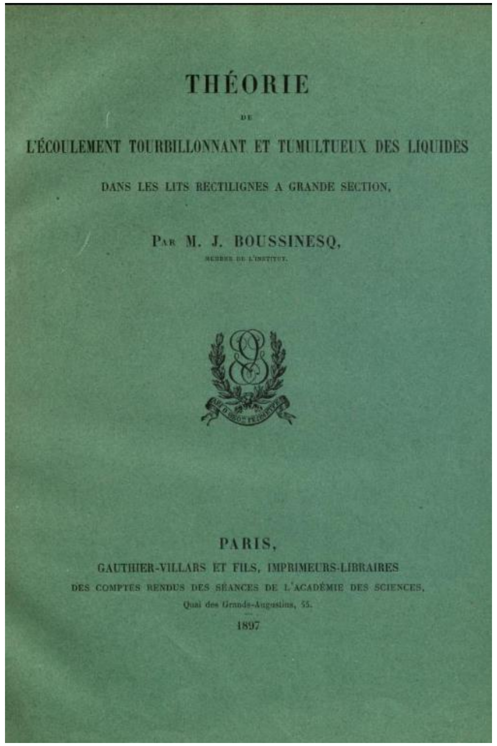
Valores mínimos recomendáveis para velocidade média no canal.

Material	Velocidades (m/s)
Água com suspensão fina	0,3 m/s
Água com areia fina	0,45 m/s
Água de esgoto	0,60 m/s
Água pluvial	0,75 m/s

Observações relacionadas a declividade dos canais importantes para seu projeto.

Vazão (m^3/s)	Declividade (%)	Porte
> 10	0,01 a 0,03	Grande
3 a 10	0,025 a 0,05	Mediano
0,1 a 3	0,05 a 0,1	Pequeno
< 0,1	0,1 a 0,4	Muito pequeno

Considerando uma vertical de profundidade y
da seção transversal de um canal, pode-se calcular a velocidade média, o coeficiente de Coriolis e o coeficiente de Boussinesq:



THÉORIE
DE
L'ÉCOULEMENT TOURBILLONNANT ET TUMULTUEUX DES LIQUIDES
DANS LES LITS RECTILIGNES A GRANDE SECTION,
PAR M. J. BOUSSINESQ,
MEMBRE DE L'INSTITUT.

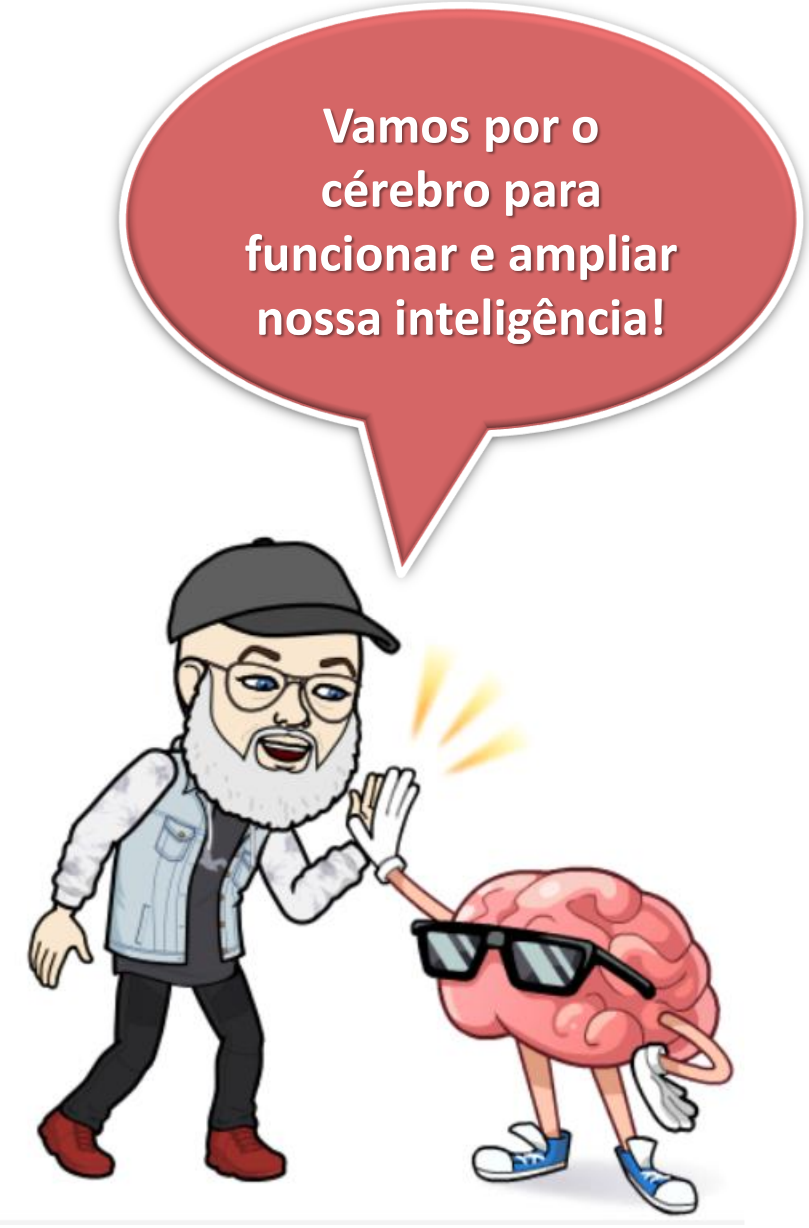
PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.
1897

$$v = \frac{1}{y}\int_0^y v \times dy$$

$$\alpha = \frac{\int_A v^3 dA}{v_m^3 A} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{y}\frac{\int_A v^3 dy}{v_m^3}$$

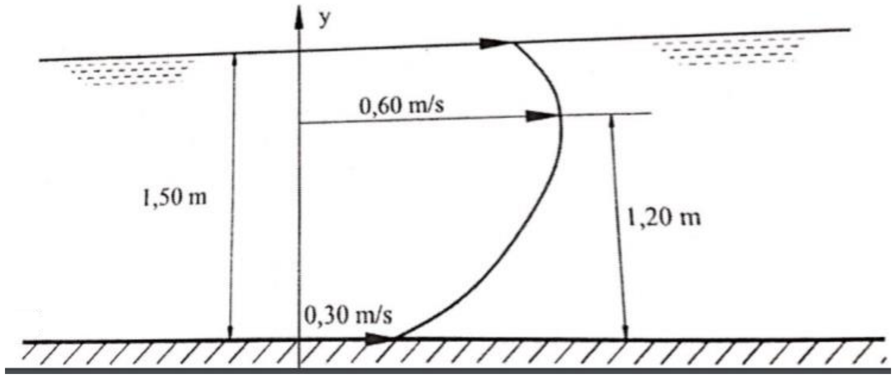
$$\beta = \frac{\int_A v^2 dA}{v_m^2 A}$$

$$\beta = \frac{1}{y}\frac{\int_A v^2 dy}{v_m^2}$$



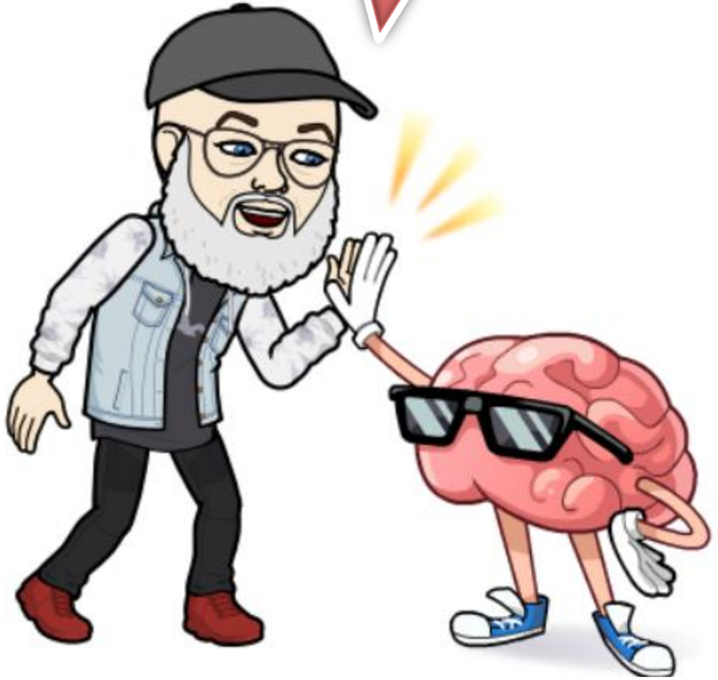
Problema 1

Considere o escoamento bidimensional em um canal retangular largo, cujo perfil de velocidade é representado a seguir. A velocidade próxima ao fundo é de 0,30 m/s e a 1,20 m do fundo a velocidade máxima é igual a 0,60 m/s. O perfil de velocidade pode ser aproximado por uma parábola. Determine a velocidade média na seção e os coeficientes de Coriolis e Boussinesq, respectivamente α e β. Verifique se o escoamento é laminar ou turbulento e também se é fluvial ou torrencial. Considere a viscosidade cinemática d'água igual a 10^{-6} m²/s.



Considere o canal retangular largo, o que permite considerar que o raio hidráulico é aproximadamente igual à altura d'água, ou seja: $\mathbf{R_H \approx y}$

Sendo a distribuição vertical da velocidade descrita por um perfil parabólico, resulta:



Para essas determinações impomos condições de contorno:

$$v(y) = ay^2 + by + c \rightarrow \text{precisamos determinar "a", "b" e "c"}$$

$$1.\ \text{para } y = 0 \rightarrow v(y) = 0{,}3\frac{m}{s} \therefore c = 0{,}3\frac{m}{s}$$

$$2.\ \text{para } y = 1{,}2\ m \rightarrow v(y) = v_{máx} \therefore \left(\frac{dv(y)}{dy}\right)_{y=1{,}2m} = 0$$

$$2 \times 1{,}2a + b = 0 \rightarrow (I)$$

$$3.\ \text{para } y = 1{,}2m \rightarrow v(y) = 0{,}6\frac{m}{s}$$

$$\therefore 0{,}6 = a \times 1{,}2^2 + b \times 1{,}2 + 0{,}3 \rightarrow (II)$$

Sistema com 2 equações e 2 incógnitas!

$$2,4a+b=0 \rightarrow b=-2,4a \rightarrow \text{considerando na equação (II):}$$

$$0,3=a\times 1,2^2+(-2,4a)\times 1,2 \rightarrow 0,3=1,44a-2,88a \therefore a=-\frac{0,3}{1,44}=-0,20833\frac{1}{ms}$$

$$b=-2,4(-0,20833) \rightarrow b=0,5\frac{1}{s}$$

$$v(y)=-0,20833y^2+0,5y+0,3 \rightarrow [v]=\frac{m}{s} \text{ e } [y]=m$$

$$v=\frac{1}{1,5}\int_0^y(-0,20833y^2+0,5y+0,3)dy \qquad \rightarrow v=\frac{1}{1,5}\left[-0,20833\int_0^{1,5}y^2dy+0,5\int_0^{1,5}ydy+0,3\int_0^{1,5}dy\right]$$

$$\therefore v=\frac{1}{1,5}\left[-0,20833\times\frac{1,5^3}{3}+0,5\times\frac{1,5^2}{2}+0,3\times 1,5\right]\cong 0,519\frac{m}{s}$$

$$\alpha = \frac{1}{1,5}\,\frac{\int_0^{1,5}\boxed{\left(-0,20833y^2+0,5y+0,3\right)^3}dy}{0,519^3}$$

$$-0,20833y^2 + 0,5y + 0,3$$

$$-0,20833y^2 + 0,5y + 0,3$$

$$0,0434y^4 \; -0,10417y^3 \; -0,0625y^2 \; +0,15y \; +0,09$$

$$-0,10417y^3 \; +0,25y^2 \; +0,15y$$

$$-0,0625y^2$$

$$0,0434y^4 \; -0,20834y^3 \; +0,125y^2 \; +0,30y \; +0,09$$

$$-0,20833y^2 + 0,5y + 0,3$$

$$-0,00904y^6 \; +0,0434y^5 \; -0,02604y^4 \; -0,0625y^3 \; -0,01875y^2 \; +0,045y \; +0,027$$

$$+0,0217y^5 \; -0,10417y^4 \; +0,0625y^3 \; +0,15y^2 \; +0,09y$$

$$+0,01302y^4 \; -0,0625y^3 \; +0,0375y^2$$

$$-0,00904y^6 \; +0,0651y^5 \; -0,11719y^4 \; -0,0625y^3 \; +0,16875y^2 \; +0,135y \; +0,027$$

$$\alpha = \frac{1}{1,5 \times 0,519^3} \int_0^{1,5} \left(-0,00904y^6 + 0,0651y^5 - 0,11719y^4 - 0,0625y^3 + 0,16875y^2 + 0,135y + 0,027 \right) dy$$

$$\alpha = \frac{1}{0,2097} \left[-0,00904 \frac{1,5^7}{7} + 0,0651 \frac{1,5^6}{6} - 0,11719 \frac{1,5^5}{5} - 0,0625 \frac{1,5^4}{4} + 0,16875 \frac{1,5^3}{3} + 0,135 \frac{1,5^2}{2} + 0,027 \times 1,5 \right]$$

$$\alpha = \frac{1}{0,2097} \left[-0,02207 + 0,12359 - 0,17798 - 0,0791 + 0,18984 + 0,15188 + 0,0405 \right]$$

$$\alpha = \frac{1}{0,2097} \left[0,22666 \right] \cong 1,08088 \approx 1,081$$

Coeficiente de Coriolis a ser usado no cálculo da carga cinética

$$\beta = \frac{1}{1,5}\frac{\int_0^{1,5}\boxed{\left(-0,20833y^2+0,5y+0,3\right)^2}dy}{0,519^2}$$

$-0,20833y^2 + 0,5y + 0,3$

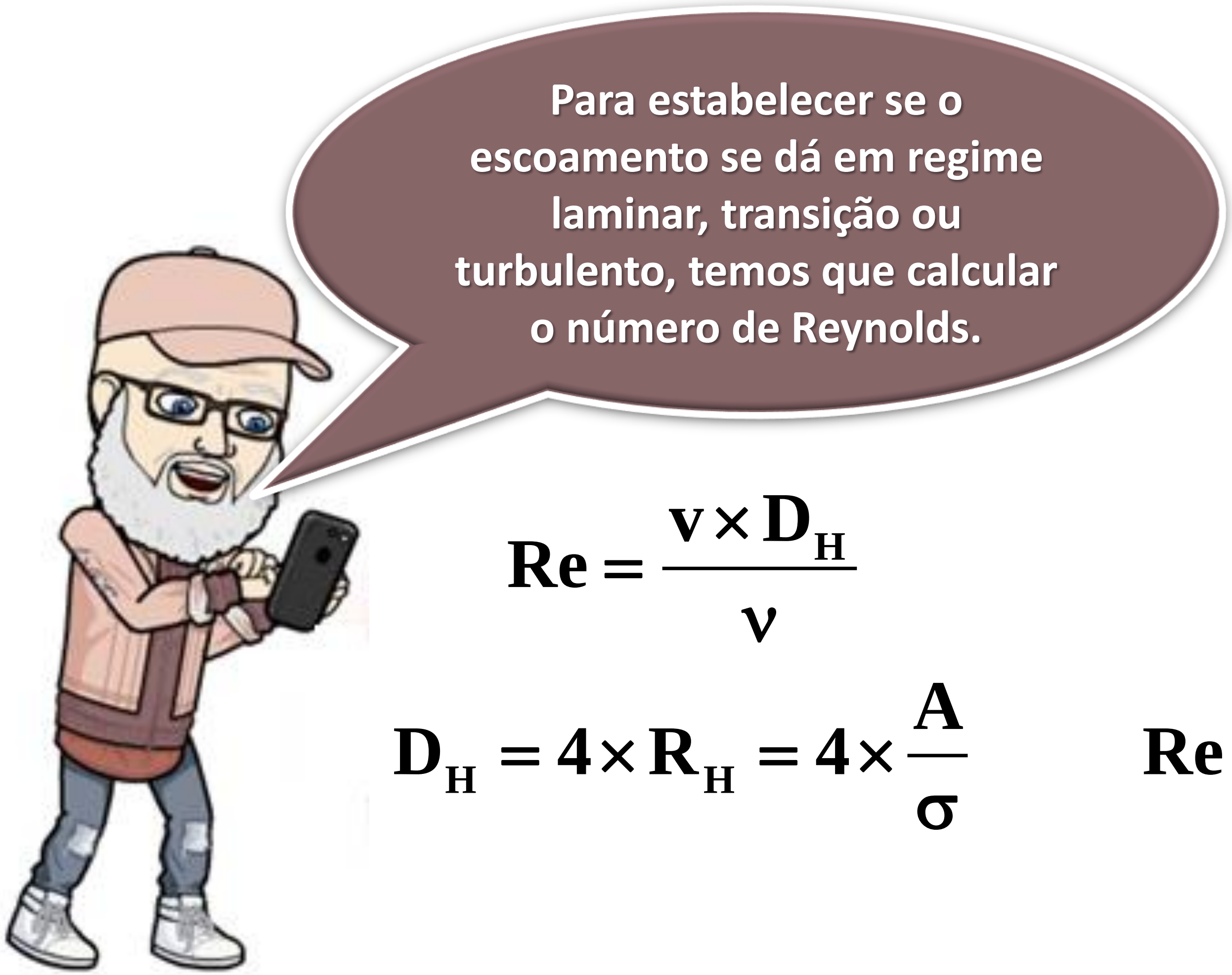
$-0,20833y^2 + 0,5y + 0,3$

$0,0434y^4$	$-0,10417y^3$	$-0,0625y^2$	$+0,15y$	$+0,09$
	$-0,10417y^3$	$+0,25y^2$	$+0,15y$	
		$-0,0625y^2$		
$0,0434y^4$	$-0,20834y^3$	$+0,125y^2$	$+0,30y$	$+0,09$

$$\beta = \frac{1}{1,5\times 0,519^2}\int_0^{1,5}\left(0,0434y^4 - 0,20834y^3 + 0,125y^2 + 0,30y + 0,09\right)dy$$

Coeficiente de Boussinesq

$$\beta = \frac{1}{0,40404}\left[0,0434\frac{1,5^5}{5} - 0,20834\frac{1,5^4}{4} + 0,125\frac{1,5^3}{3} + 0,3\frac{1,5^2}{2} + 0,09\times 1,5\right] \cong 1,02801 \approx 1,03$$



$$R_H = \frac{B \times y}{B + 2 \times y}$$

$$\text{como } B >>> y \Rightarrow B + 2 \times y \cong B$$

$$\therefore R_H \cong \frac{B \times y}{B} \cong y$$

$$Re = \frac{v \times D_H}{\nu}$$

$$D_H = 4 \times R_H = 4 \times \frac{A}{\sigma}$$

$$Re \cong \frac{0{,}519 \times 4 \times 1{,}5}{10^{-6}} \cong 3{,}114 \times 10^{6}$$

Escoamento turbulento

$$Fr = \sqrt{\frac{\rho v^2 L^2}{\rho L^3 g}} = \sqrt{\frac{v^2}{Lg}} = \frac{v}{\sqrt{g \times y_H}}$$

$$y_H = H_m = \frac{A}{B} \longrightarrow y_H = H_m = \frac{A}{B} = \frac{B \times y}{B} = y = 1,5\text{m}$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times y_H}} = \frac{0,519}{\sqrt{9,8 \times 1,5}} \cong 0,135$$

$$Fr < 1,0 \therefore \text{escoamento subcrítico ou fluvial}$$

Problema 2

Em um canal regular de seção trapezoidal de declividade constante, com largura de fundo igual a 1,0m, inclinação de taludes 1H:1V (Z=1), a altura d'água é igual a 0,80 m e a velocidade média, 0,85 m/s. Verifique a influência das forças viscosa e da gravidade avaliando os regimes do escoamento através da determinação dos números de Reynolds e Froude. Viscosidade d'água igual a 10^{-6} m²/s. (exercício 7.2 página 233 e 234 do livro Hidráulica Básica 4ª edição escrito por RODRIGO DE MELO PORTO)

Respostas: escoamento turbulento que com Reynolds calculado com DH origina Re = 1500590 **e** escoamento subcrítico ou fluvial com Fr = 0,365.

Problema 3

A distribuição de velocidade em um rio muito largo de 3 m de profundidade pode ser aproximada pela equação $v = 0{,}5 + (y/3)^{0{,}5}$ com v(m/s) e y(m), em que y é a ordenada média a partir do fundo. Determine os coeficientes α e β, respectivamente o coeficiente de Coriolis e o coeficiente de Boussinesq. (exercício 7.4 página 234 do livro Hidráulica Básica 4ª edição escrito por RODRIGO DE MELO PORTO)

Respostas aproximadas: α = 1,12 **e** β = 1,04