



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL
DISCIPLINA: SANEAMENTO AMBIENTAL I
PROFESSOR ORIENTADOR: DR. RAMIRO G. ETCHEPARE
NOME: SILVIA F. PAFFRATH



COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO – PARÂMETROS DE PROJETO E DIMENSIONAMENTOS

26/01/2021

ESQUECEU?

- Parâmetros e padrões de potabilidade da água
- Tratamento convencional da água
 - Coagulação
 - Mecanismos,
 - Tipos de coagulantes,
 - Importância do pH,
 - Tipos de misturadores (hidráulicos e mecânicos)
 - Flocculação
 - Mecanismos,
 - Flocculantes,
 - Tipos de misturadores (hidráulicos e mecânicos)

COAGULAÇÃO

- Calha Parshall



FLOCULAÇÃO

- Chicanas horizontais



FLOCULAÇÃO

- Chicanas verticais



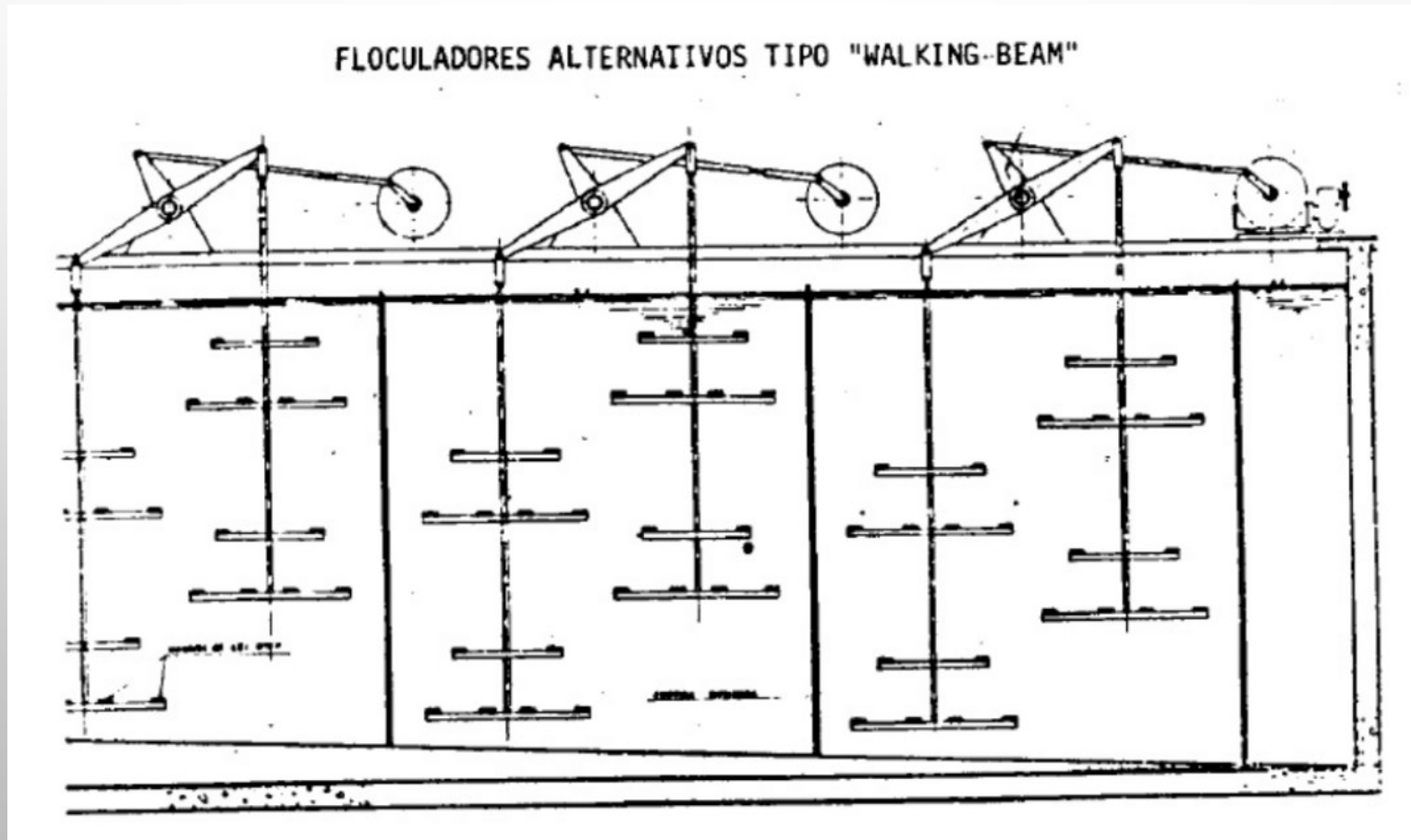
FLOCULAÇÃO

- Mecanizada: *walking beam*



FLOCULAÇÃO

- Mecanizada: *walking beam*



NBR 12216

Cópia não autorizada



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1995,
ABNT—Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

ABR 1992

NBR 12216

Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público

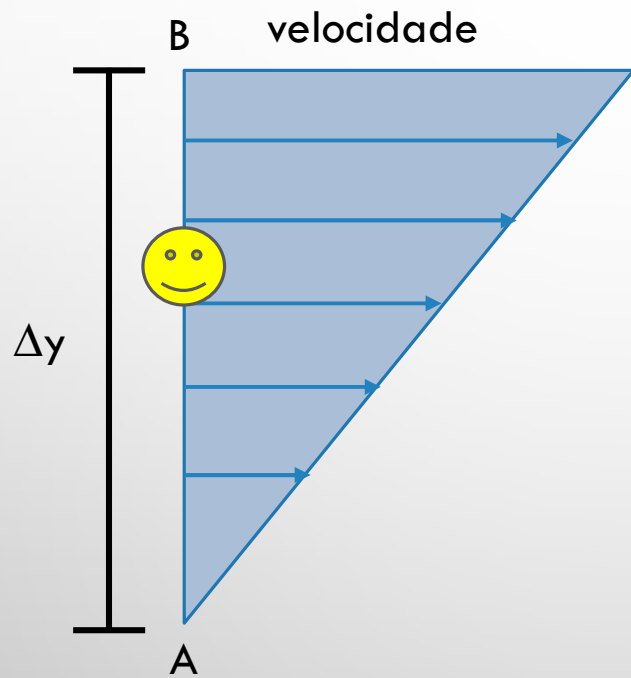
Procedimento

Origem: Projeto 02:009.30-006/1987
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02:009.30 - Comissão de Estudo de Projeto de Sistema de Abastecimento de
Água
NBR 12216 - Public water supply systems - Designs of water treatment works -
Procedure
Descriptors: Water. Water supply system
Esta Norma substitui a NB-592/1977
Reimpressão da NB-592, JUN 1989

Palavras-chave: Abastecimento de água. Água

18 páginas

GRADIENTE DE VELOCIDADE

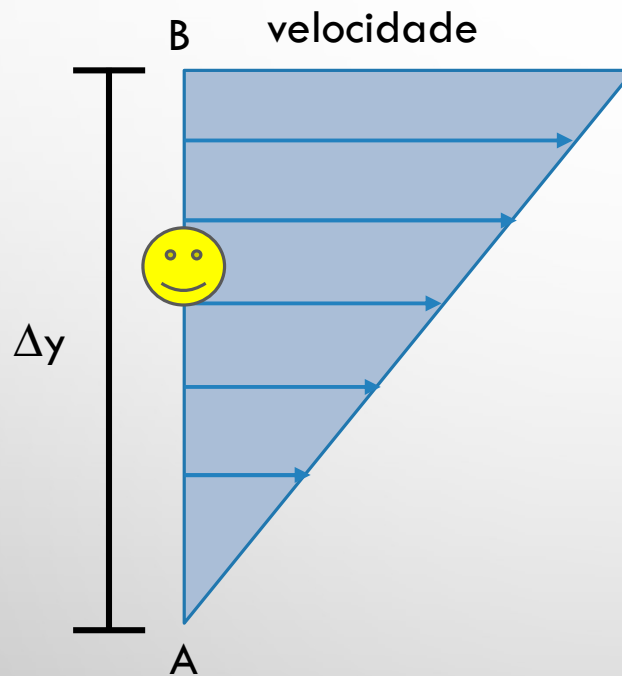


$$G = \frac{\Delta V}{\Delta y}$$

$$G = \frac{m/s}{m}$$

$$G = ?$$

GRADIENTE DE VELOCIDADE



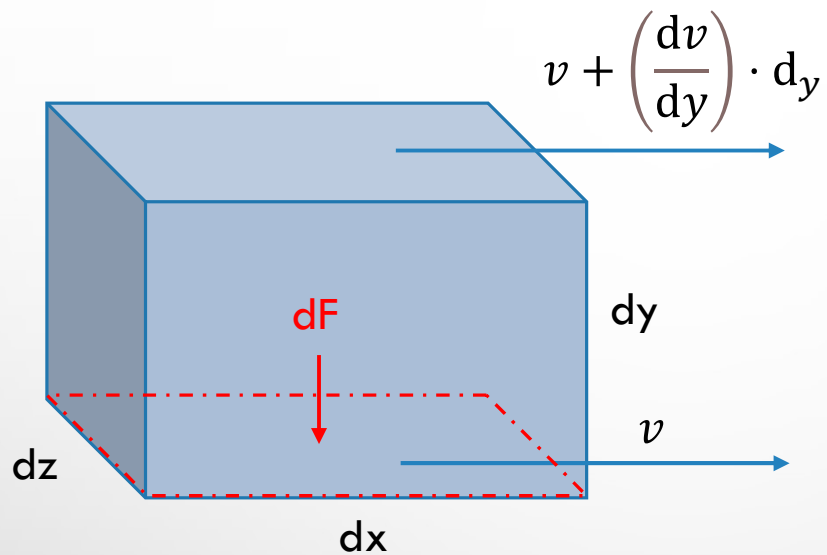
$$G = \frac{\Delta V}{\Delta y}$$

$$G = \frac{m/s}{m}$$

$$G = ?$$

$$G = s^{-1}$$

POTÊNCIA (dissipada no escoamento)

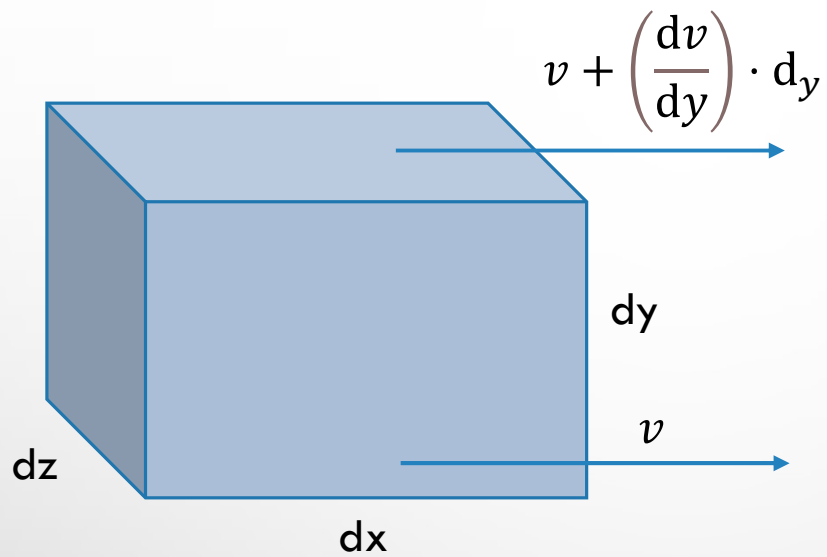


$$dPot = dF \cdot v$$

$$dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz$$

$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

POTÊNCIA



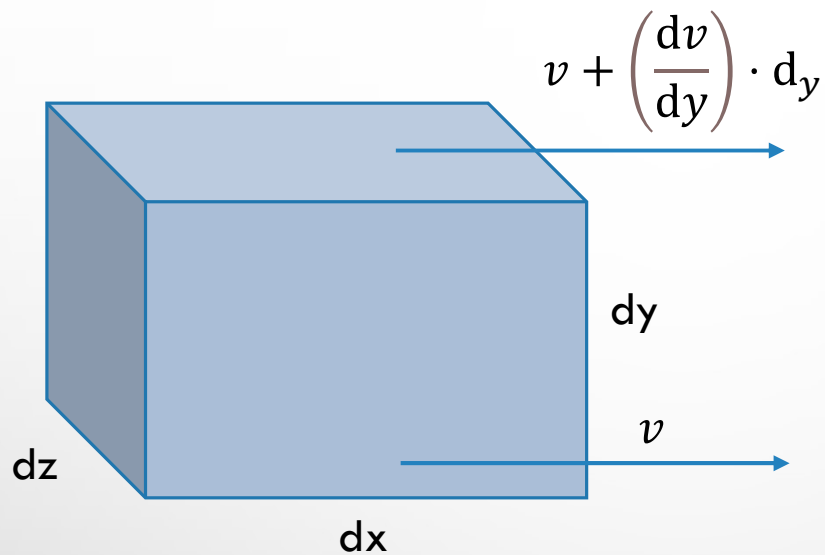
$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

$$\left\{ \begin{array}{l} dPot = dF \cdot v \quad I \\ dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \quad II \end{array} \right.$$

↓ *subs II em I*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot v$$

POTÊNCIA



$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

$$dPot = dF \cdot v \quad I$$

$$dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \quad II$$



subs II em I

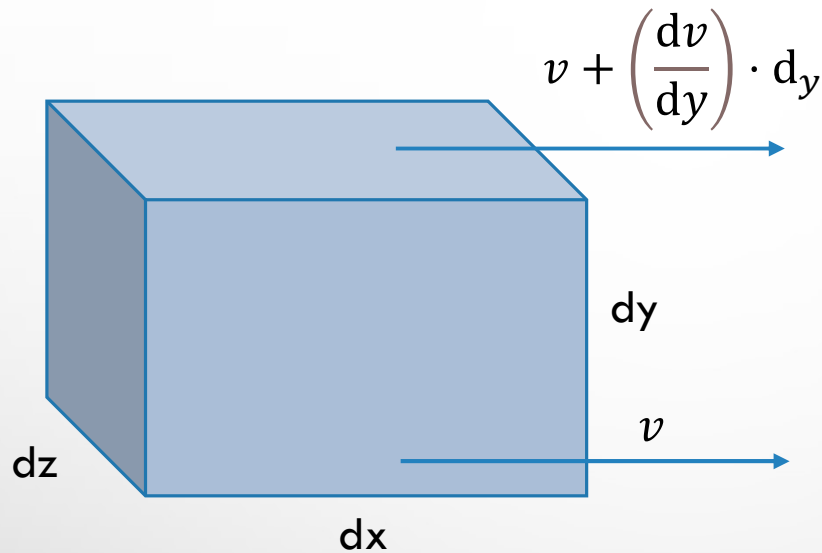
$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot v$$



*varia\~ao de
v no eixo y*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot \left(\left(v + \frac{dv}{dy} \cdot dy \right) - v \right)$$

POTÊNCIA



$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

$$dPot = dF \cdot v \quad I$$

$$dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \quad II$$

↓ *subs II em I*

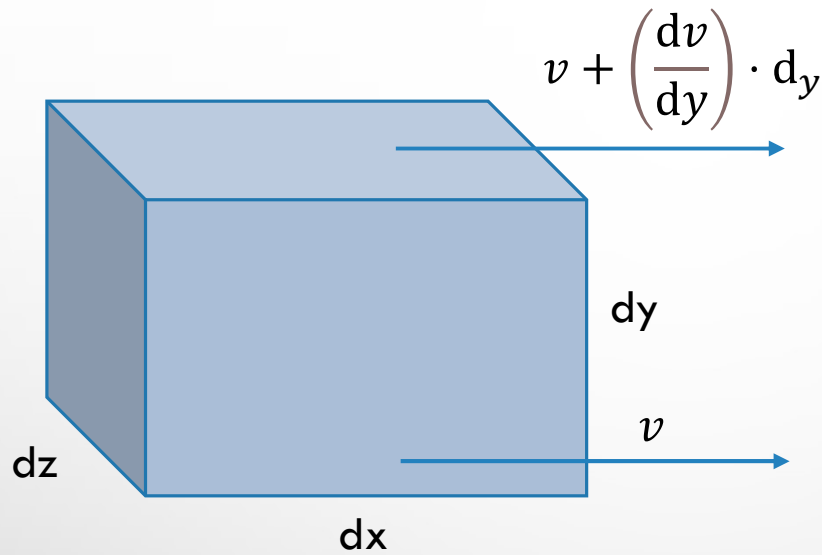
$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot v$$

↓ *varia\~ao de v no eixo y*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot \left(\left(v + \frac{dv}{dy} \cdot dy \right) - v \right)$$

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \right)$$

POTÊNCIA



$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

$$dPot = dF \cdot v \quad I$$

$$dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \quad II$$

↓ *subs II em I*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot v$$

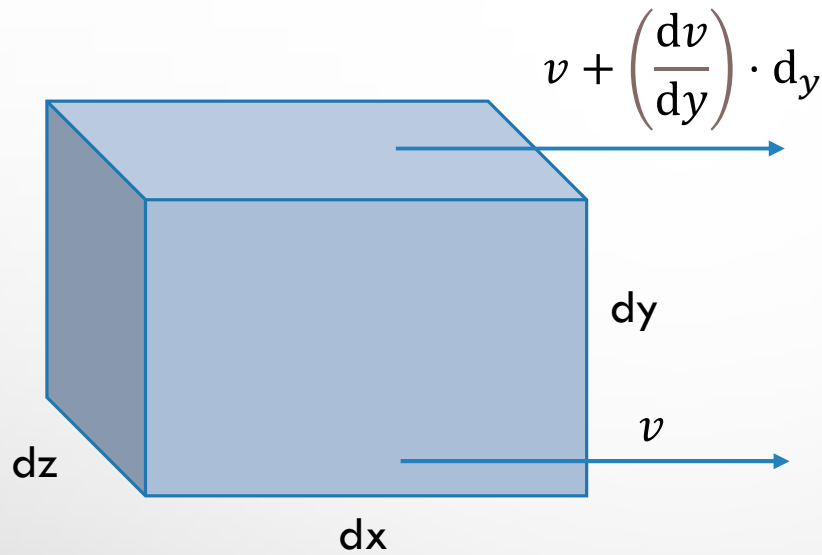
↓ *varia\~ao de v no eixo y*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot \left(\left(v + \frac{dv}{dy} \cdot dy \right) - v \right)$$

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \right)$$

G^2

POTÊNCIA



$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

$$dPot = dF \cdot v \quad I$$

$$dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \quad II$$

↓ *subs II em I*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot v$$

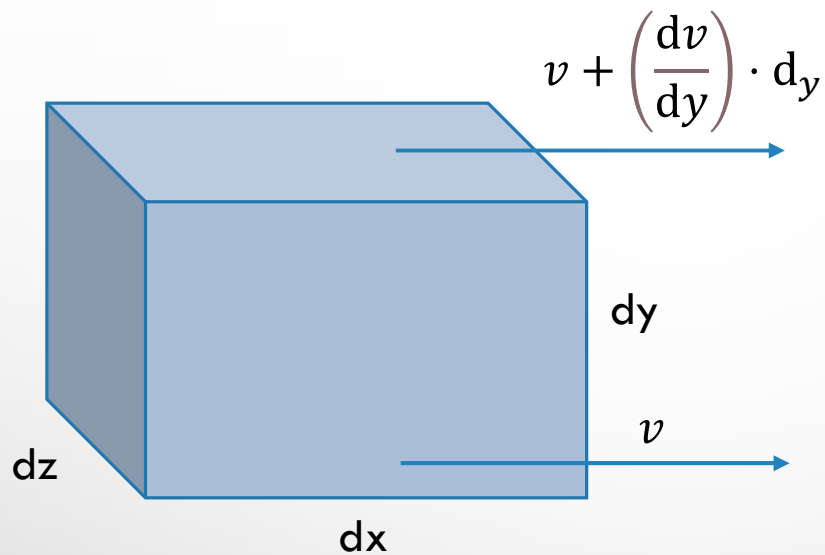
↓ *varia\~ao de v no eixo y*

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot \left(\left(v + \frac{dv}{dy} \cdot dy \right) - v \right)$$

$$\int dPot = \left(\underbrace{\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot \frac{dv}{dy}}_{G^2} \cdot \underbrace{dx \cdot dy \cdot dz}_V \right)$$

G^2 V

POTÊNCIA



$\mu = \text{coef. viscosidade din\^amica}$

$$dPot = dF \cdot v \quad I$$

$$dF = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \quad II$$



subs II em I

$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot v$$



*varia\~ao de
v no eixo y*

$$Pot = \mu \cdot G^2 \cdot V$$



$$dPot = \left(\mu \cdot \frac{dv}{dy} \cdot dx \cdot dz \right) \cdot \left(\left(v + \frac{dv}{dy} \cdot dy \right) - v \right)$$

POTÊNCIA

$$Pot = \mu \cdot G^2 \cdot V$$



$$G = \sqrt{\frac{Pot}{\mu \cdot Vol}}$$

μ = coeficiente de viscosidade dinâmica do fluido (Ns/m²)

V = volume (m³)

Pot = potência (W)

POTÊNCIA

$$Pot = \mu \cdot G^2 \cdot V$$



$$G = \sqrt{\frac{Pot}{\mu \cdot Vol}}$$

NBR 12216: 700 s^{-1}
a 1100 s^{-1}

μ = coeficiente de viscosidade dinâmica do fluido (Ns/m^2)

V = volume (m^3)

Pot = potência (W)

POTÊNCIA

$$Pot = \mu \cdot G^2 \cdot V$$



$$G = \sqrt{\frac{Pot}{\mu \cdot Vol}}$$

NBR 12216: 700 s^{-1}
a 1100 s^{-1}

μ = coeficiente de viscosidade dinâmica do fluido (Ns/m^2)

V = volume (m^3)

Pot = potência (W)

$$Pot = \gamma \cdot Q \cdot \Delta H$$

hidráulico

γ = peso específico do fluido (N/m^3)

Q = vazão (m^3/s)

ΔH = perda de carga (mca)

POTÊNCIA

$$Pot = \mu \cdot G^2 \cdot V$$



$$G = \sqrt{\frac{Pot}{\mu \cdot Vol}}$$

NBR 12216: 700 s⁻¹
a 1100 s⁻¹

μ = coeficiente de viscosidade dinâmica do fluido (Ns/m²)

V = volume (m³)

Pot = potência (W)

$$Pot = Kt \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5$$

mecanizado

Kt = fator de potência (conforme sistema de agitação)

ρ = massa específica do fluido (Kg/m³)

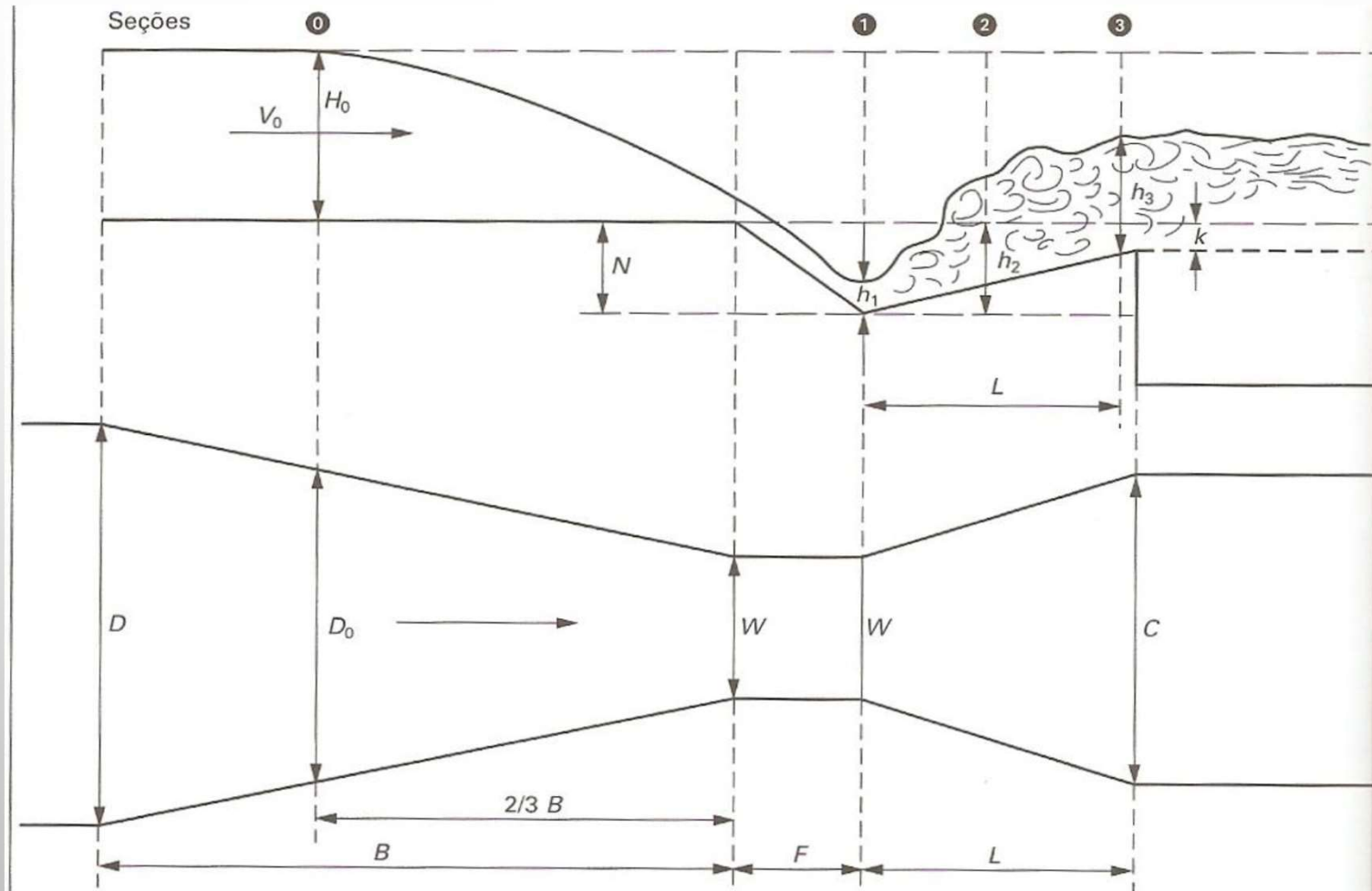
n = n° de rotações do sistema de agitação (rps)

D = diâmetro do rotor

TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICO

- Tempo que o fluido permanece na unidade.
- Na mistura rápida: < 30 s.
- Na ausência de testes: NBR 12216 – 5 s.

MISTURA RÁPIDA - HIDRÁULICA



MISTURA RÁPIDA - HIDRÁULICA

	W (mm)	k	n	Q (l/s)		
9"	229	1,486	0,633	2,5	-	252
1'	305	1,276	0,657	3,1	-	455,9
1 1/2'	460	0,966	0,65	4,2	-	696,6
2'	610	0,795	0,64	11,9	-	937,3
3'	915	0,608	0,639	17,3	-	1427,2
4'	1220	0,505	0,634	36,8	-	1922,7
5'	1525	0,436	0,63	45,3	-	2423,9
6'	1830	0,389	0,627	73,6	-	2930,8
8'	2440	0,324	0,623	99,1	-	3950,2

	W	A	B	C	D	E	F	L	K	N
9"	229	880	864	380	575	763	305	457	76	114
1'	305	1.372	1.344	610	845	915	610	915	76	229
1 1/2'	457	1.449	1.420	762	1.026	915	610	915	76	229
2'	610	1.525	1.496	915	1.207	915	610	915	76	229
3'	915	1.677	1.645	1.220	1.572	915	610	915	76	229
4'	1.220	1.830	1.795	1.525	1.938	915	610	915	76	229
5'	1.525	1.983	1.941	1.830	2.303	915	610	915	76	229
6'	1.830	2.135	2.090	2.135	2.667	915	610	915	76	229
7'	2.135	2.288	2.240	2.440	3.030	915	610	915	76	229
8'	2.440	2.440	2.392	2.745	3.400	915	610	915	76	229

MISTURA RÁPIDA - HIDRÁULICA

1º) Q

2º) “Escolhe” W

3º) Calcula lâmina de água H_0

$$(H_0 = k \cdot Q^n)$$

4º) Calcula dimensão D_0

$$(D_0 = w + (2/3) \cdot (D - w))$$

5º) Calcula velocidade na seção de medição ($V_0 = \frac{Q}{D_0 \cdot H_0}$)

6º) Calcula vazão específica (q) na garganta ($q = Q/w$)

7º) Calcula carga hidráulica disponível ($E_0 = \frac{V_0^2}{2g} + H_0 + N$)

8º) Calcula velocidade e profundidade antes do ressalto

$$(V_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2gE_0}{3}} \cdot \cos\left(\frac{\theta}{3}\right); h_1 = \frac{q}{V_1}; \cos\theta = \frac{-qg}{\left(\frac{2}{3} \cdot g \cdot E_0\right)^{3/2}})$$

9º) Confirma de Froude está dentro do intervalo indicado pela norma (2,5 e 4,5) ($Fr = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}}$)

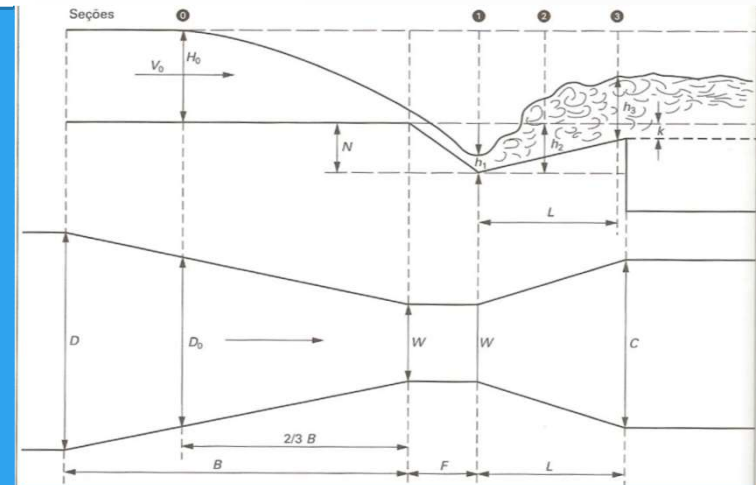
10º) Calcula profundidade conjugada do ressalto

$$(h_2 = \frac{h_1}{2} \cdot (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1; h_3 = h_2 - (N - k); V_3 = Q / (h_3 \cdot C))$$

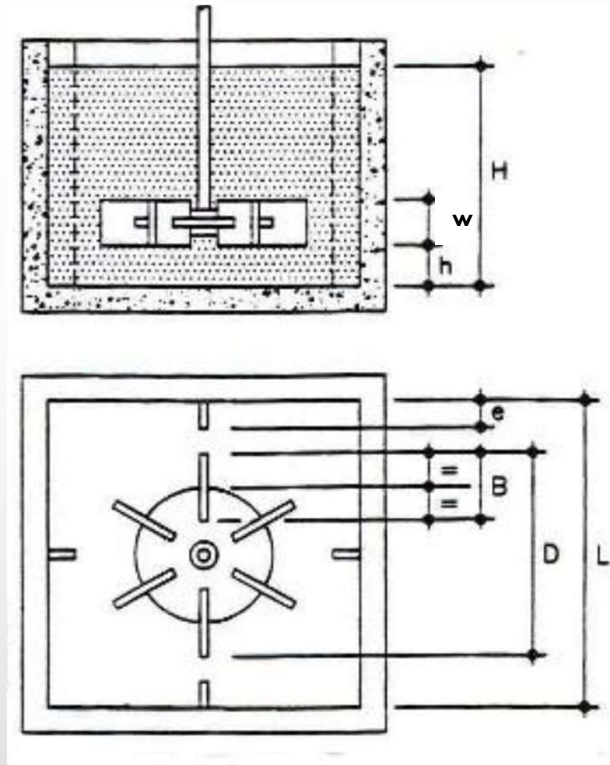
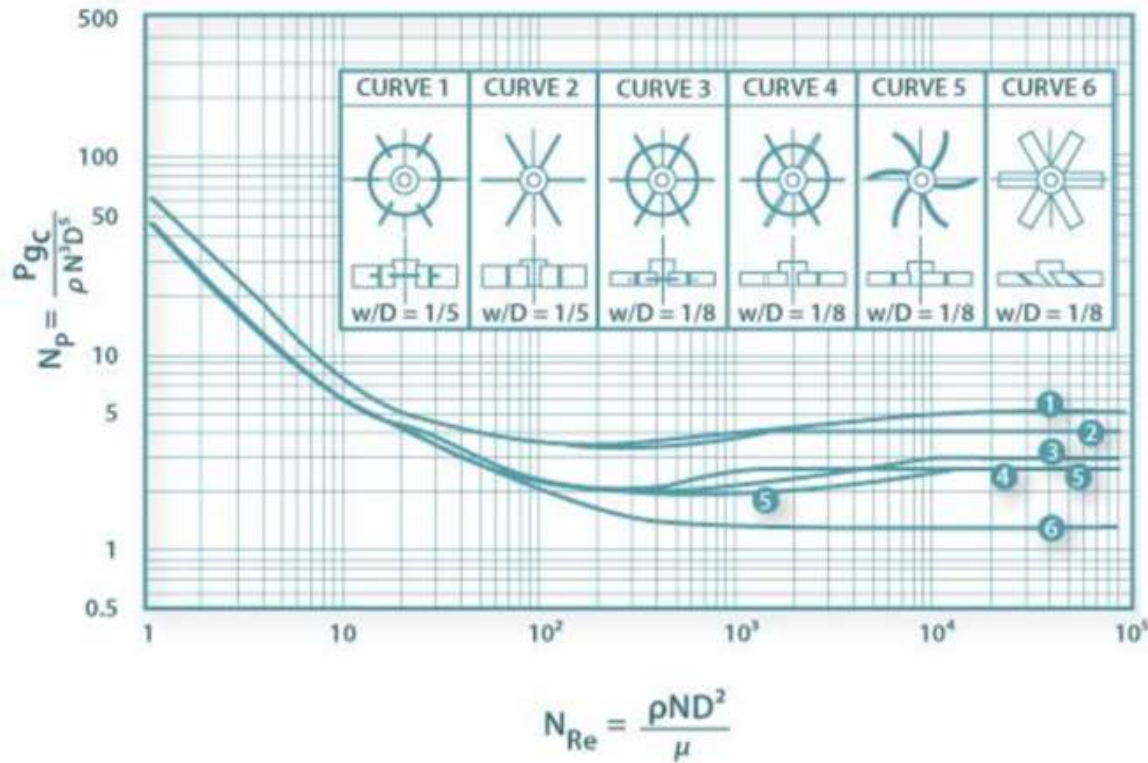
11º) Calcula perda de carga e extensão do ressalto ($\Delta h = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4 \cdot h_1 \cdot h_2}; L = 6 \cdot (h_2 - h_1)$)

12º) Calcula gradiente e tempo de mistura ($T = \frac{L}{(V_1 + V_3)/2}; G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \Delta h}{\mu \cdot T}}$)

(atende norma?)



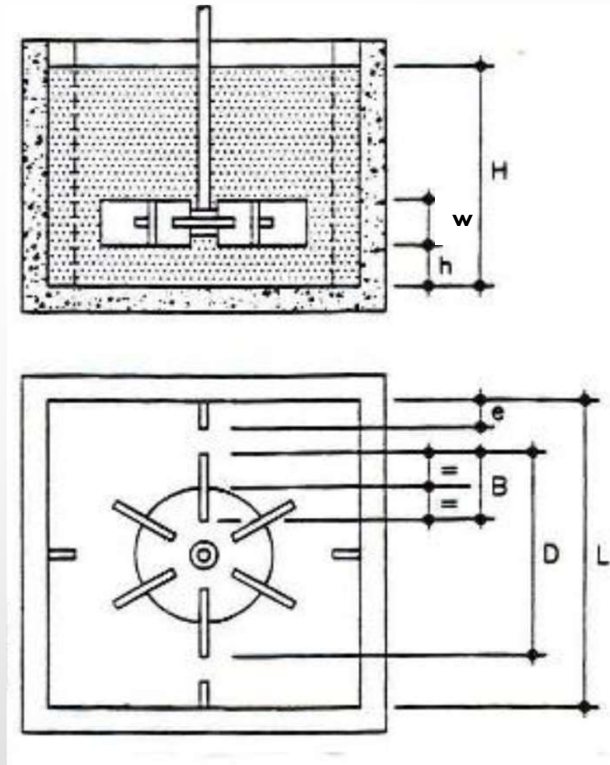
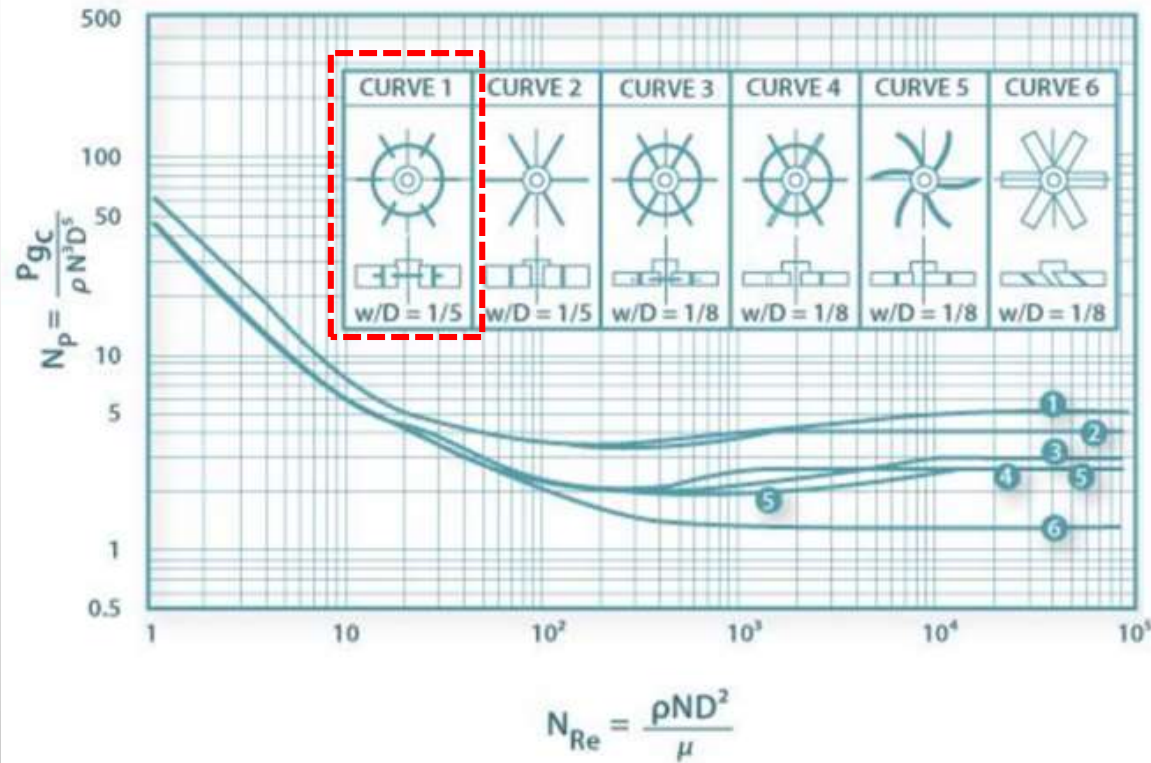
MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA



Relações Geométricas da Turbina Estudada por Parlatore

$2.7 \leq L/D \leq 3.3$ | $2.7 \leq H/D \leq 3.9$ | $0.75 \leq h/D \leq 1.3$

MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA



Relações Geométricas da Turbina Estudada por Parlatore

$2.7 \leq L/D \leq 3.3$ | $2.7 \leq H/D \leq 3.9$ | $0.75 \leq h/D \leq 1.3$

Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Dados iniciais:

consumo de água per capita (q) = 150 L/hab.dia

$K1 = 1,2$

Consumo de água na ETA = 5%

Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Dados iniciais:

consumo de água per capita (q) = 150 L/hab.dia

$K1 = 1,2$

Consumo de água na ETA = 5%

1º) Q ($Q = \text{Pop} * q * K1 * 1,05$)

$$Q = 200.000 \text{ hab} * 150 \text{ L/hab.dia} * 1,2 * 1,05 = 37.800.000 \text{ L/dia}$$
$$37.800.000 / (24 * 60 * 60) = 437,50 \text{ L/s} / 1000 = 0,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

$$t_d = < 5 \text{ s}$$

$$G = 1000 \text{ s}^{-1}$$

2º) Volume da câmara de mistura rápida ($\text{Vol} = Q \cdot t_d$)

$$\text{Vol} = 0,44 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 5 \text{ s} = 2,2 \text{ m}^3$$

$$2,5 \text{ m}^3 = 0,44 \text{ m}^3/\text{s} \cdot T_d \rightarrow 5,7 \text{ s}$$

$$2,00 \text{ m}^3 = 0,44 \text{ m}^3/\text{s} \cdot T_d \rightarrow 4,6 \text{ s}$$

Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

3º) Dimensões da câmara

- $L/D = \underline{3,3}$ $L = 3,3 * D$
- $H/D = \underline{3}$ $H = 3 * D$

Considere câmara quadrada! ($Vol = L^2.H$)

$$2,00m^3 = (3,3D)^2 * (3D)$$

$$2,00m^3 = 3,3^3 * 3 * D^3$$

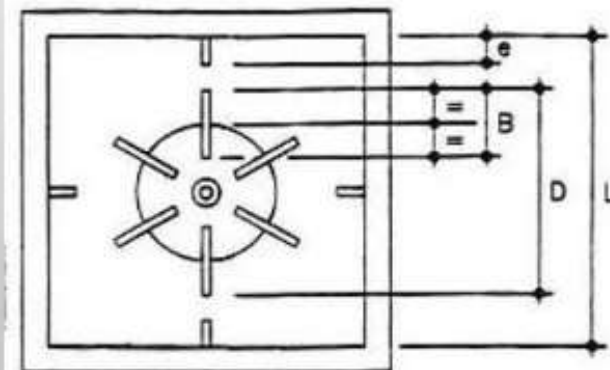
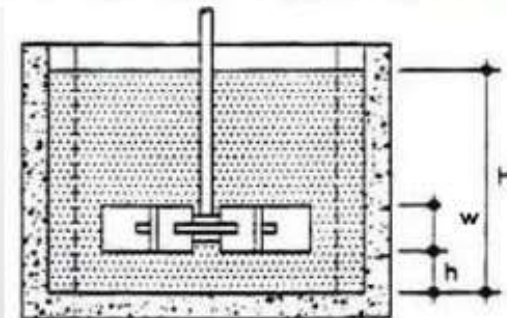
$$D = 0,39m$$

$$L = 3,3 * 0,39 = 1,30m$$

$$H = 3 * 0,39 = 1,18m$$

Relações Geométricas da Turbina Estudada por Parlatore

$2,7 \leq L/D \leq 3,3$	$2,7 \leq H/D \leq 3,9$	$0,75 \leq h/D \leq 1,3$
-------------------------	-------------------------	--------------------------



Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

3º) Dimensões da câmara

- $L/D = 3,3$
- $H/D = 3$

Relações Geométricas da Turbina Estudada por Parlatore

$2,7 \leq L/D \leq 3,3$ | $2,7 \leq H/D \leq 3,9$ | $0,75 \leq h/D \leq 1,3$

Considere câmara quadrada! ($Vol = L^2.H$)

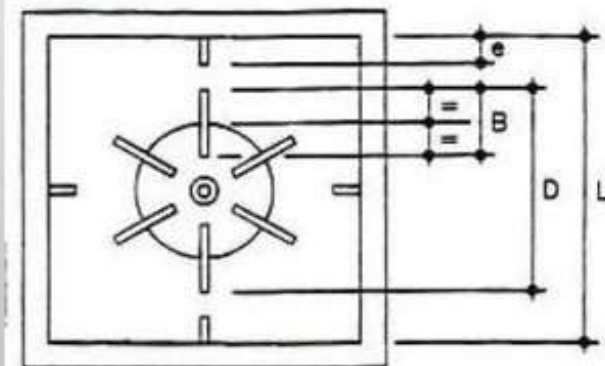
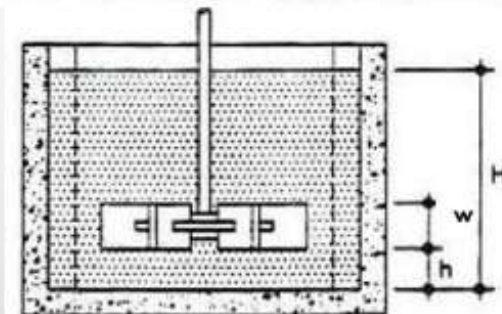
4º) Dimensões da turbina (D, w, B, h)

- $h/D = 1$
- $w/D = 1/5$
- $B = D/4$

$$h = 0,39 \text{ m}$$

$$w = 0,39/5 = 0,08 \text{ m}$$

$$B = 0,39/4 = 0,10 \text{ m}$$



Exercício - MISTURA RÁPIDA - MECANIZADA

1) Dimensione uma câmara de mistura rápida do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

5º) Potência e rotação da turbina

- $G = 1000 \text{ s}^{-1}$
- $\mu = 1,002 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \text{ (20}^\circ\text{C)}$
- Agitador axial ($K_t = 5$)
- $\rho = 9810 \text{ N/m}^3 \text{ (20}^\circ\text{C)}$

$$G = \sqrt{\frac{Pot}{\mu \cdot Vol}}$$

$$Pot = G^2 \cdot \mu \cdot Vol$$

$$Pot = K_t \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5$$

$$Pot = 1000^2 \cdot 0,001002 \cdot 2,00 \text{ m}^3 = 2004 \text{ W} = 2 \text{ KW}$$

$$2004 = 5 \cdot 9810 \cdot n^3 \cdot (0,39)^5$$

$$n = 1,65 \text{ rps} \cdot 60 = 99 \text{ rpm}$$

PARÂMETROS DE PROJETO - FLOCULAÇÃO

- Mistura lenta.
- Td entre 20 e 30 min hidráulicos | Td entre 30 e 40 min mecânicos.
- Gmáx 70 s⁻¹ no início | Gmín 10 s⁻¹ no final.
- Hidráulico:
 - Velocidade entre 10 a 30 cm/s;
 - Espaçamento entre chicanas ≤ 0,60 m;
 - n – número de espaçamentos;
 - GT entre 3x10⁴ e 2x10⁵.
- Mecânico:
 - Pelo menos 3 compartimentos em séries.

MISTURA LENTA - HIDRÁULICA

1º) Q

2º) Calcula Vol ($V = Td \cdot Q$)

3º) Calcula perda de carga ($G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot Q \cdot \Delta h}{\mu \cdot Vol}}$)

4º) Define a geometria da unidade ($Vol = A \cdot h$)

5º) Calcula número de espaçamentos ($n = 0,045 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{h \cdot L \cdot G}{Q}\right)^2 \cdot Td}$)

6º) Calcula perdas de carga distribuídas - Manning ($\Delta H_d = J \cdot L_r$; $Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R h^{2/3} \cdot J^{1/2}$)

7º) Calcula perdas de carga localizadas nas curvas 180º ($\Delta H_l = n_c \cdot K \cdot \frac{V_c^2}{2g}$; $V_c = 2/3 \cdot V_r$)

8º) Verifica o gradiente de velocidade (pelo somatório de todas as perdas de carga)

9º) Verifica o parâmetro G.T

Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Dados iniciais:

consumo de água per capita (q) = 150 L/hab.dia

$K1 = 1,2$

Consumo de água na ETA = 5%

1º Q ($Q = \text{Pop} * q * K1 * 1,05$) = **437,50 L/s ou 0,44 m³/s**

Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

$t_d =$ entre 30 e 40 min (decrecente)

$G =$ entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

2º) Volume da unidade de floculação (máximo e mínimo)

$$Vol = Q * T_d$$

$$Vol_{máx} = 0,44 m^3/s * 40 min * 60 = 1056 m^3$$

$$Vol_{mín} = 0,44 m^3/s * 30 min * 60 = 792 m^3$$

Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m

2º) Volume da unidade de floculação (máximo e mínimo)

3º) Dimensões da unidade de floculação

Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

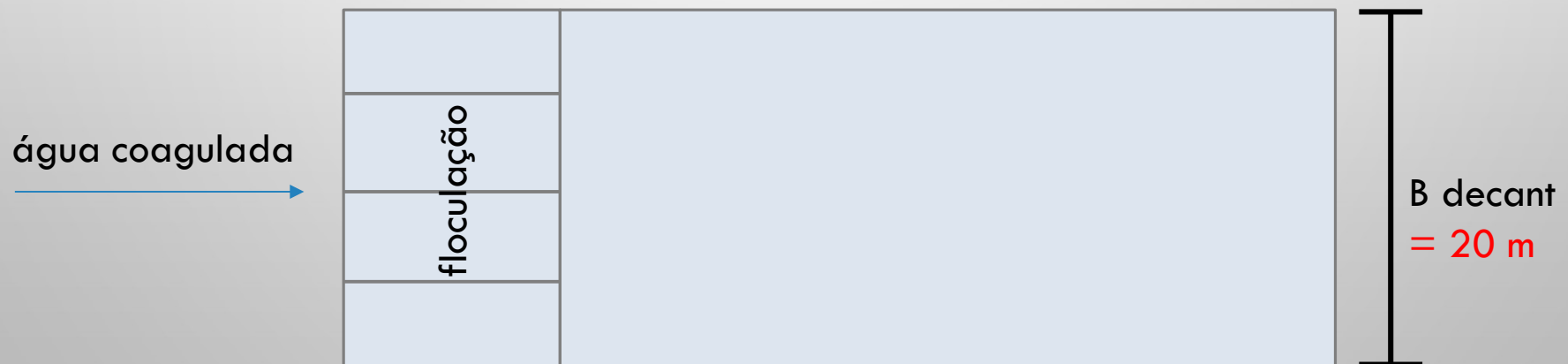
1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m



Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m

2º) Volume da unidade de floculação (máximo e mínimo)

$$Vol = L * B * h$$

3º) Dimensões da unidade de floculação (**comprimento mínimo e máximo**)

$$L_{máx} = Vol_{máx} / (B * h) = 1056 / (20m * 4m) = 13,2m$$

$$L_{mín} = Vol_{mín} / (B * h) = 792 / (20m * 4m) = 9,9m$$

Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

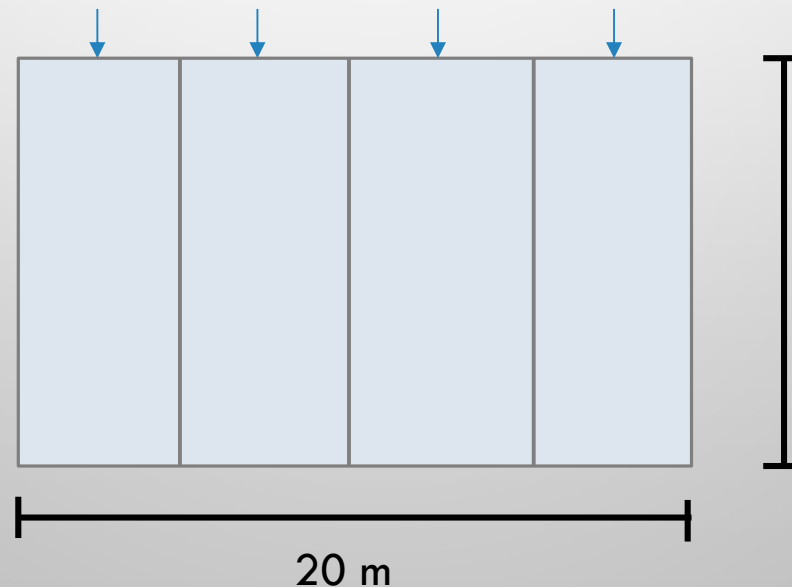
1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m



Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

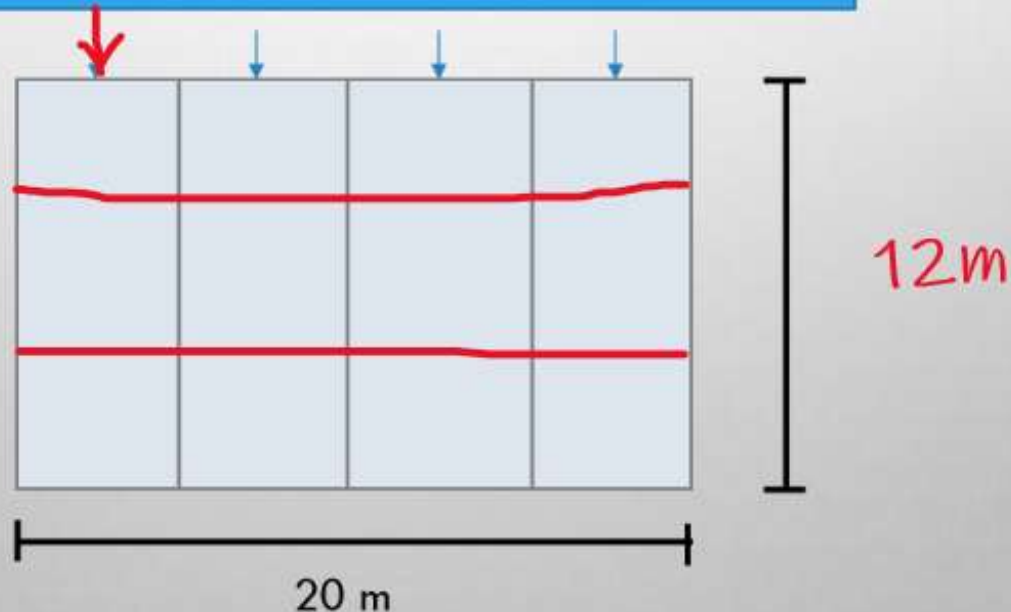
1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m



**“pelo menos 3
compartimentos
em série”**

Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m

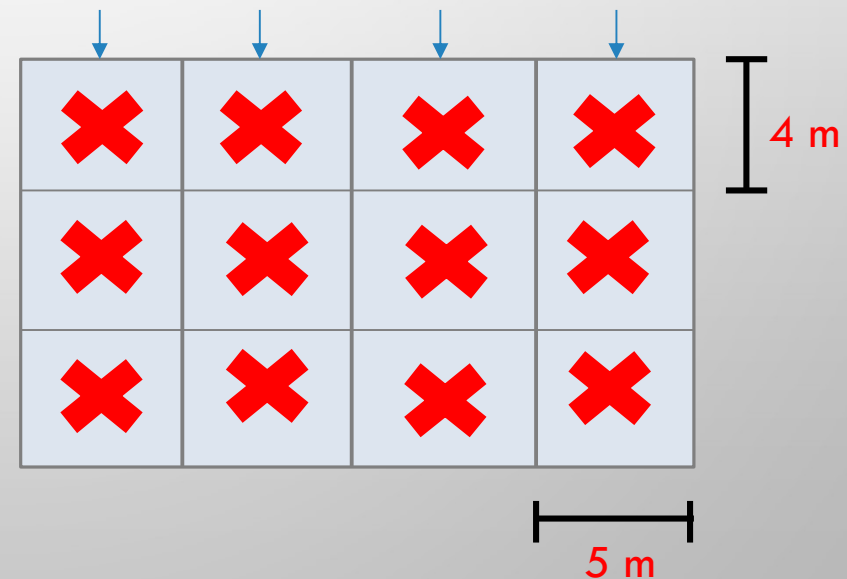
Descontar as paredes!

4º) Verificar t_d

$$T_d = V/Q = (12 \text{ ud} * 80 \text{ m}^3) / (0,44 \text{ m}^3/\text{s} * 60)$$

$$T_d = (3 \text{ ud} * 80 \text{ m}^3) / ((0,44/4) * 60)$$

$$T_d = 36,40 \text{ min}$$



Exercício - MISTURA LENTA - MECANIZADA

1) Dimensione uma unidade de floculação do tipo mecanizada para uma Estação de Tratamento de Água que atenda uma população de 200.000 mil habitantes.

Parâmetros de projeto:

t_d = entre 30 e 40 min (decrecente)

G = entre 70 e 10 s^{-1} (decrecente)

Largura e altura do nível de água no decantador = 20 e 4 m

5º Potência (ud)

$$G = \sqrt{\frac{Pot}{\mu \cdot Vol}}$$

$$Pot = \mu \cdot Vol \cdot G^2$$

$$Pot = Kt \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5$$

$$Pot = G^2 \cdot \mu_i \cdot Vol$$

$$Pot_{\max} = 70^2 \cdot 0,001002 \cdot 80 = 392,8W$$

$$Pot_{\min} = 10^2 \cdot 0,001002 \cdot 80 = 8W$$

