



ESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Prof. Carlos Eduardo Zacarkim





Estruturas hidráulicas

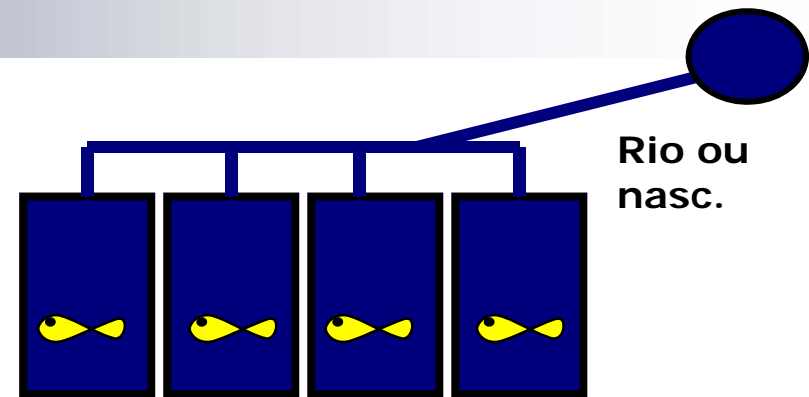
Devem permitir um controle simples e eficiente da entrada e saída, bem como do nível de água em cada viveiro.

Componentes do sistemas de abastecimento

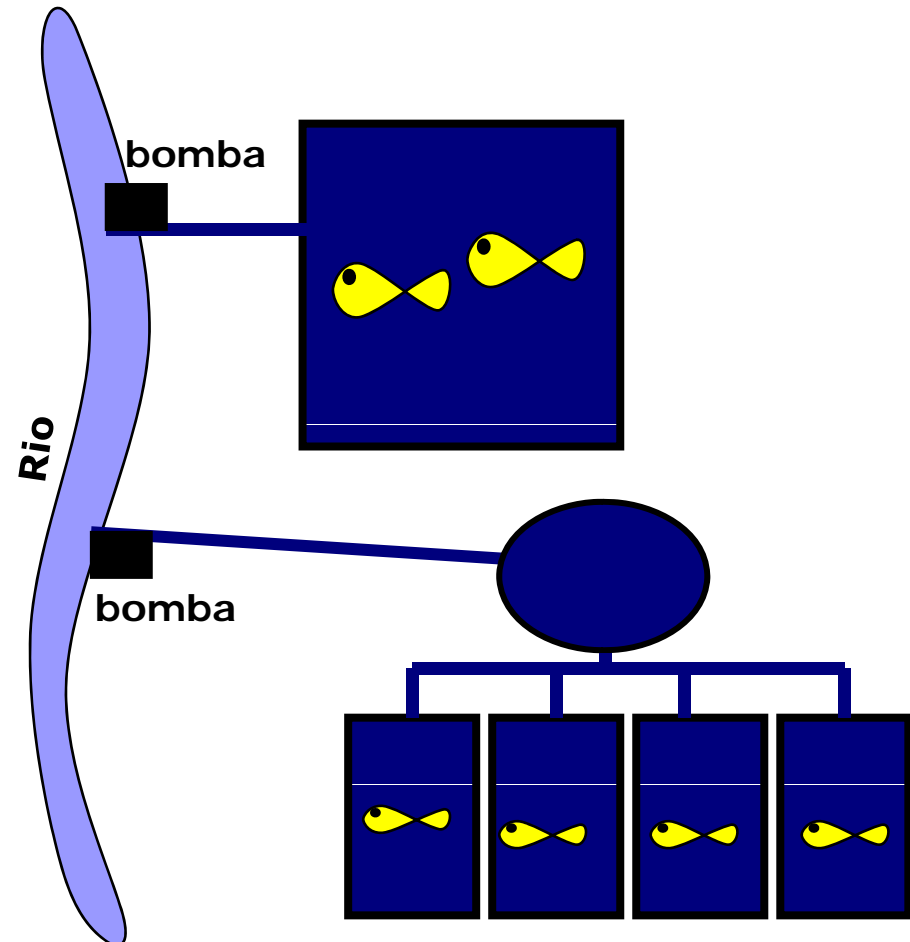
- Depende:
 - Características da propriedade,
 - Fonte de água e abundancia,
 - Porte da piscicultura, design e do regime operacional.
- Fazem parte:
 - Canais,
 - Tubos e conexões,
 - Comportas e caixas de distribuição,
 - Filtros, bombas e painéis de acionamento



- Abastecimento por gravidade (Derivação)




- Abastecimento por bombeamento



- Misto

Sistema de abastecimento (canais)





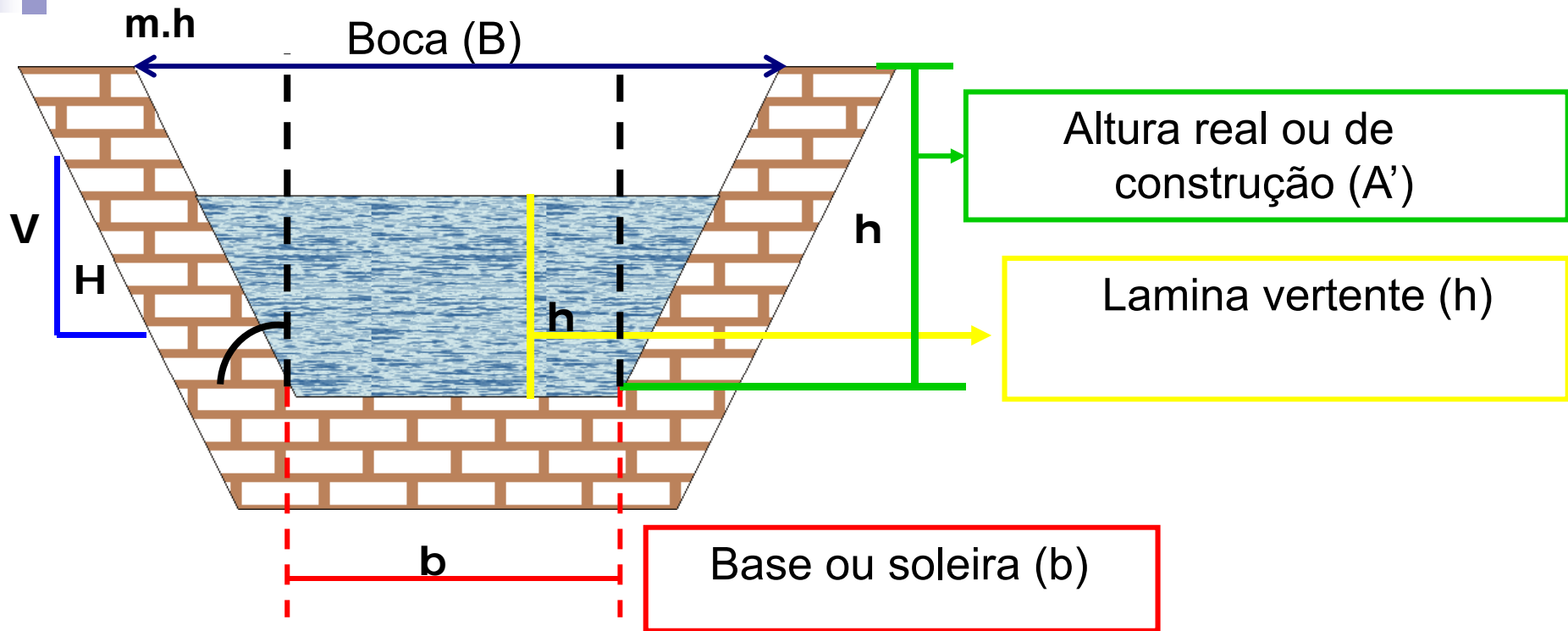
Canais de abastecimento (escoamento)

- Declividade (cotas)
- Área da seção transversal molhada, calculado usando a largura e a altura molhada do talude (canais trapezoidais);
- Coeficiente de rugosidade (k)
- Tipos



Constituição de um canal

- Um canal é constituído, basicamente, da seção hidráulica, do passeio, da soleira (b) e das paredes laterais.
- Elementos
 - Base ou Soleira (b)
 - Calado ou lamina vertente (h)
 - Altura real ou de construção (A')
 - Boca (B)
 - Ângulo de inclinação das paredes laterais (α)
 - Talude = H/V (relação entre unidades horizontais e unidades verticais)



Talude = H/V (relação entre unidades horizontais e unidades verticais)



Determinação da vazão de canais regulares ou irregulares

- **Descarga ou vazão** é o volume de água que atravessa uma dada seção reta desse conduto em um determinado tempo.

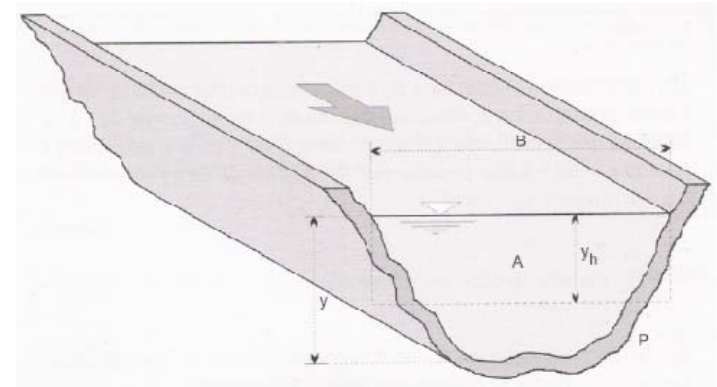
$$Q = AV$$

- Onde (Bazin):
 - Q = vazão (m^3/s)
 - A = seção molhada (m^2)
 - V = velocidade média (m/s)

Três tipos de velocidade na hidráulica de canais: máxima (2/3), média (3/5) e mínima (fundo).

Em canais irregulares..

- Equação de Bazin
- Seção molhada final (m^2) será a média das seções ao longo de todo o canal.



$$A(m^2) = \frac{A_1 + A_2 + A_n}{n}$$

Para o calculo da **Velocidade média** (V_m) é necessário:



1. Calculo da Velocidade Superficial (V_s)
onde:

$$V_s = \frac{E}{tm}$$

- Onde:
 - V_s = velocidade superficial (m/s)
 - E = espaço percorrido por um flutuador (m)
 - tm = tempo médio de flutuador (s)

Como $V_{\max} \simeq V_{\text{superficial}}$

2. Temos que a V_m :

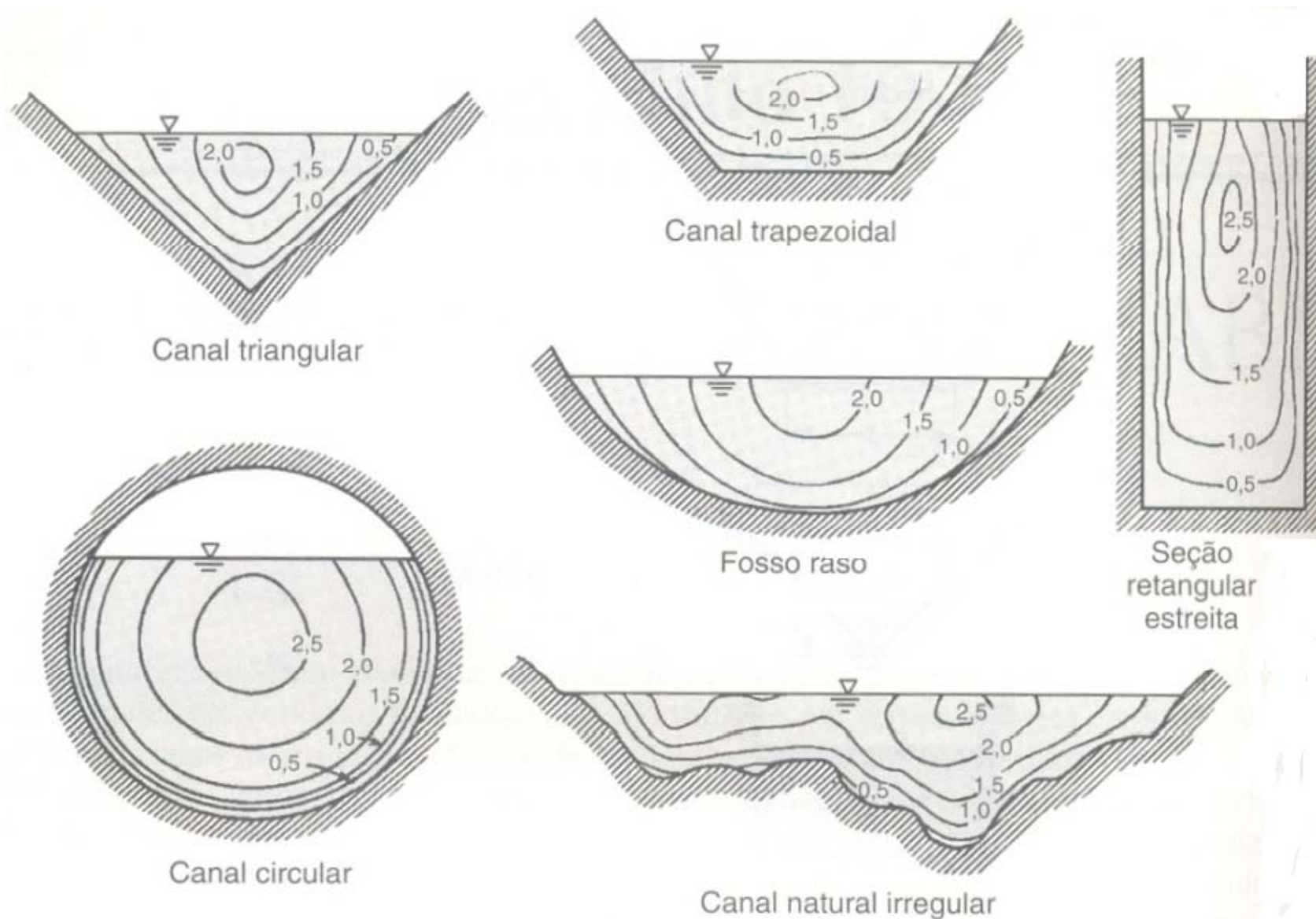
$$V_m = 0,85V_{\max}$$

■ Onde:

- V_m = velocidade média
- $V_{\max} \simeq$ velocidade superficial

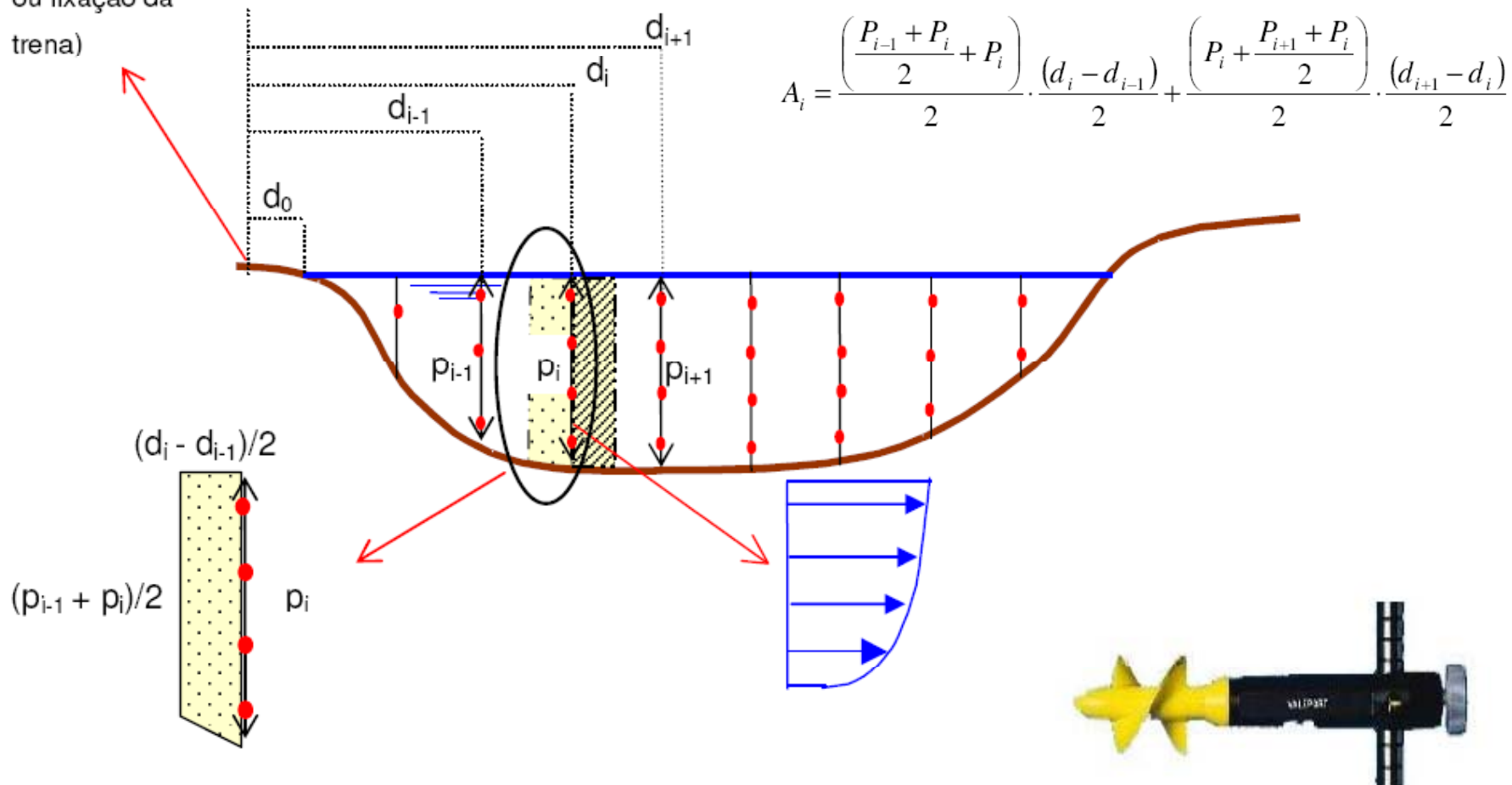


Velocidade média de canais



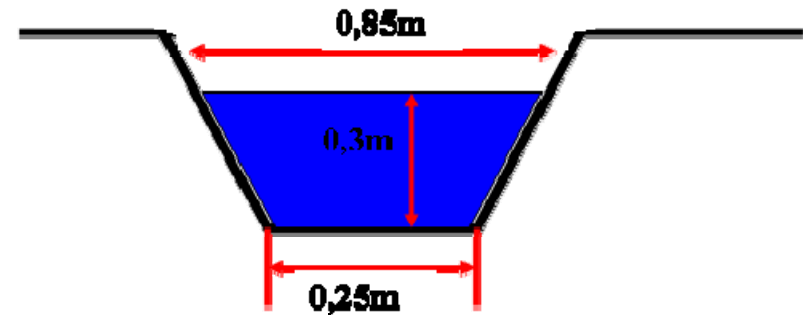
Utilizando o Flowmeter/Molinete

Ponto inicial
(instalação do teodolito
ou fixação da
trena)



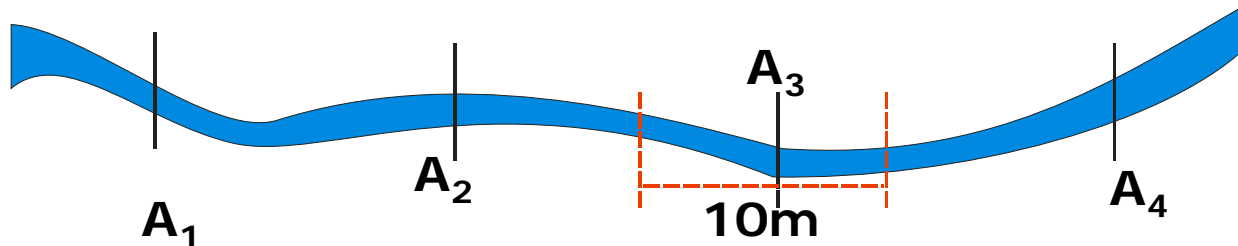
Exercícios

- 1 – Calcular a vazão de um canal de seção trapezoidal que apresenta velocidade média (V_m) = 0,8m/s



- 2 – Calcular a vazão de um córrego irregular, com paredes vejetadas e seções conforme figura ao lado. Sabe-se que o tempo necessário para que percorra o trecho abaixo é de 20s.

- $A_1 = 0,5m^2$
- $A_2 = 0,4m^2$
- $A_3 = 0,45m^2$
- $A_4 = 0,44m^2$



Ação da água nos canais

- Características físicas
- Desgaste da seção hidráulica
- Acumulação pontual



Relação entre a velocidade média (V_m) e a máxima (V_{max})

| CANAIS DE | $V_m = C v_{max}$ |
|-------------------------------|---------------------------|
| Paredes lisas (cimento, etc.) | $V_m = 0,85-0,95 V_{max}$ |
| Paredes Pouco lisas (terra) | $V_m = 0,75-0,85 V_{max}$ |
| Paredes irregulares (terra) | $V_m = 0,70-0,75 V_{max}$ |
| Paredes com vegetação (terra) | $V_m = 0,60-0,70 V_{max}$ |

Daker (1969)

Limites de velocidade média para evitar o processo de erosão.

| Material | Vm (m/s) |
|--|-------------|
| Areia muito fina (movediça) | 0,23 a 0,30 |
| Areia solta muito fina | 0,30 a 0,46 |
| Areia grossa | 0,46 a 0,61 |
| Terreno arenoso comum | 0,61 a 0,76 |
| Terreno silico-argiloso | 0,76 a 0,84 |
| Terreno de aluvião (argiloso-silicoso) | 0,84 a 0,91 |
| Terreno argiloso compacto | 0,91 a 1,14 |
| Cascalho grosso, piçarra | 1,52 a 1,83 |
| Rocha resistente | 3,05 a 4,57 |
| Concreto | 4,57 a 6,10 |

Tibau (1976)

Inclinação de taludes (m)

| Material das paredes | Canais pouco profundos (h < 1 m) | Canais profundos (h > 1 m) |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Rochas em boas condições | 0 | 0,25 |
| Terra argiloso compacta | 0,5 | 1,0 ou 0,75 |
| Terra argiloso | 1 | 1,0 ou 1,50 |
| Terra arenoso | 1,5 | 2,0 |
| Arenoso | 2 | 3,0 |

Para o dimensionamento de canais (Equações de Bazin)

1. Calcular os elementos hidráulicos da sua seção.
2. Deve-se:
 1. Conhecer a lamina vertente A ,
 2. O ângulo vertical das paredes laterais α
 3. E a declividade de fundo.

$$Q = AV$$

- Onde (Bazin):
 - Q = vazão (m^3/s)
 - A = seção molhada (m^2)
 - V = velocidade média (m/s)

Para o calculo da velocidade média (**Strickler-Manning**) - Equação da Resistência :

Temos que:

$$V = KR^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AKR^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

- K = Coeficiente de rugosidade de **Strickler**
- n = Coeficiente de rugosidade de **Mannig**
- V = velocidade escoamento (m/s)
- R = raio hidráulico (m) – para seção de máxima eficiência
- J = Declividade do fundo (m/m)
- A = Seção molhada m²

Como:

$$R = \frac{A}{P}$$

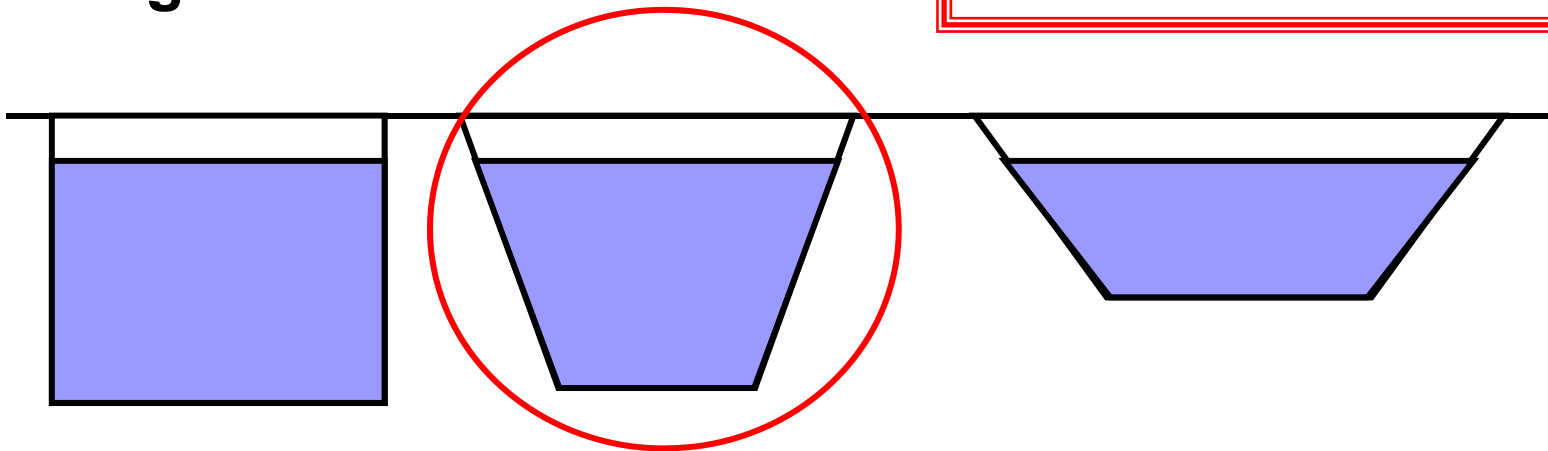
■ Onde:

- A = Seção molhada m²
- P = perímetro molhado do canal

Para se aumentar R
basta diminuir P

Portanto, quanto
MENOR for o
perímetro para uma
mesma área **MAIOR**
será a vazão

■ Logo:



Perda de carga em canais - coeficiente **Strikler**

| Descrição | k |
|---------------------------------|----------|
| Canais de cimento ou concreto | 60 a 100 |
| Tubos de Concreto | 70 a 80 |
| Argamassa de cascalho ou britas | 50 |
| Pedras assimétricas | 45 |
| Canal aberto em rocha | 20 a 55 |
| Canal em Terra | 37 a 58 |
| Canal em Terra com vegetação | 35 |

Daker (1969)

Perda de carga em canais - coeficiente **Manning**

| TIPOS E MATERIAIS DE CANAIS E CONDUTAS | CONDIÇÕES DOS CANAIS E CONDUTAS | VALORES DE n | | | |
|---|------------------------------------|----------------|-------|-----------|-------|
| | | ÓPTIMOS | BONS | RAZOÁVEIS | MAUS |
| Terra | Pequenos canais | | 0,025 | 0,030 | |
| <u>Canalizações</u> | | | | | |
| Aço liso | | 0,013 | 0,015 | 0,017 | |
| Betão | Juntas grosseiras | | 0,016 | 0,017 | |
| | Cofragens grosserias | | 0,015 | 0,016 | |
| | Cofragens metálicas | | 0,012 | 0,014 | |
| | Muito liso | | 0,011 | 0,012 | |
| Ferro fundido | Limpo, revestido | 0,010 | 0,011 | 0,012 | 0,015 |
| | Sujo, c/tuberculos | | | 0,015 | 0,035 |
| Ferro galvanizado | | 0,013 | 0,014 | 0,015 | 0,017 |
| Fibrocimento | | 0,011 | 0,013 | 0,015 | 0,017 |
| Grês vidrado | | 0,011 | 0,013 | 0,015 | 0,017 |
| Latão ou vidro | Liso | 0,009 | 0,010 | 0,011 | 0,013 |
| Plástico | | 0,010 | 0,011 | 0,012 | 0,014 |



Declividade aproximada de uma canal, em função de seu tamanho e vazão.

| Porte | Vazão (m ³ /s) | Declividade (%) |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| Grandes canais | > 10 | 0,01 a 0,03 |
| Canais medianos | 3 a 10 | 0,025 a 0,05 |
| Canais pequenos | 0,1 a 3 | 0,05 a 0,1 |
| Canais muito pequenos | < 0,1 | 0,1 a 0,4 |

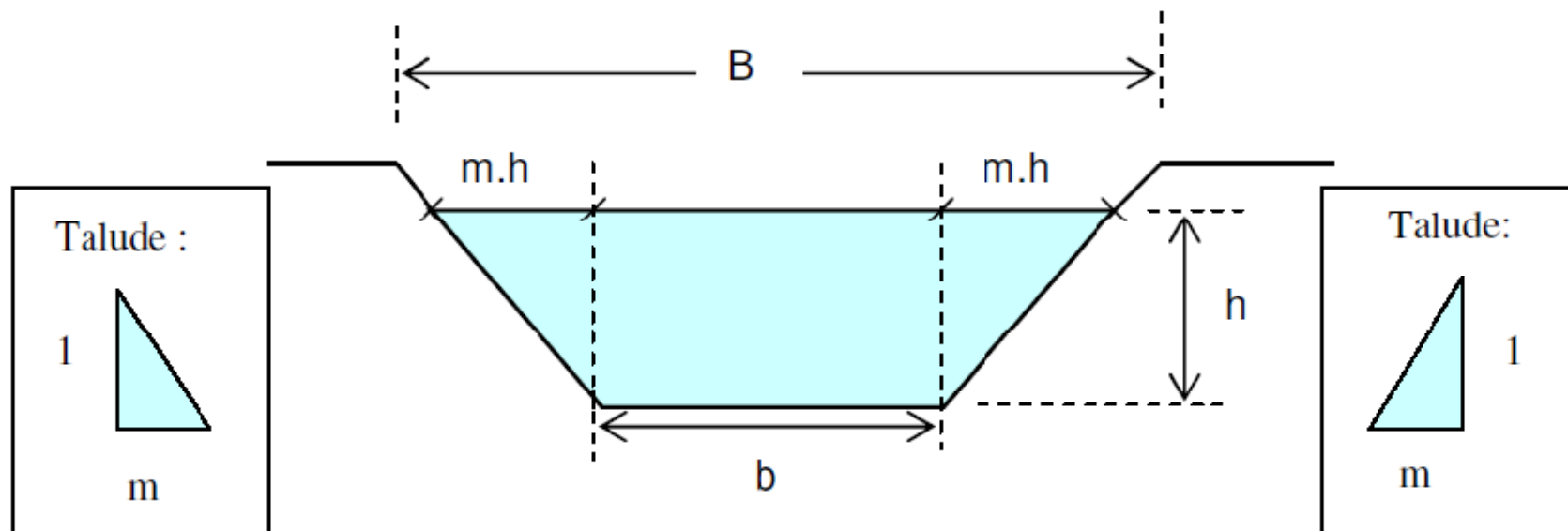
Tibau (1976)

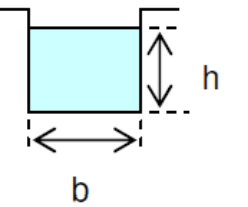
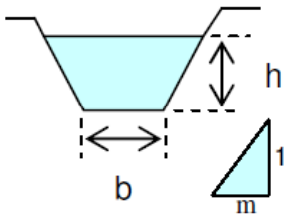
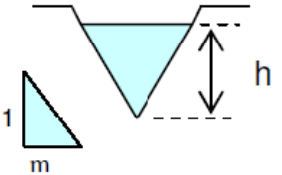
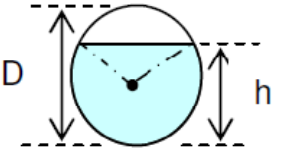
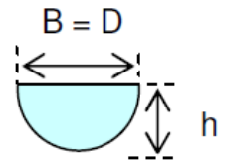


Inclinação dos Taludes (valores de m):

| Material das paredes | Canais pouco profundos ($h < 1 \text{ m}$) | Canais profundos ($h > 1 \text{ m}$) |
|--------------------------|---|---|
| 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 |

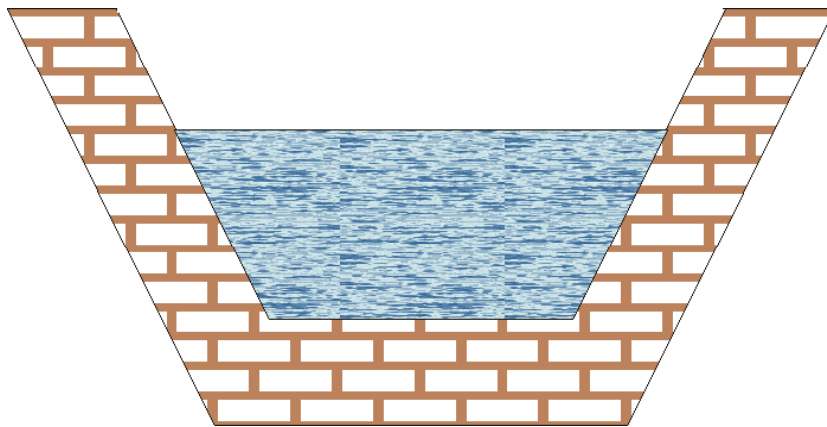
Calculo dos elementos geométricos de canais



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

Exercício

- Dimensionar um canal de pequeno porte, construído de terra, de seção trapezoidal com talude de $1 : 0,5$ ($V : H$). para atender uma **vazão de 60l/s** e declividade $0,4\%$



1. 2 possibilidades:
 1. Tentativa e erro em função da vazão
 2. Caminho contrário pela vazão requerida

1. Temos que:

1. $Q = 60\text{l/s}$ ou $0,06\text{m}^3/\text{s}$

2. $J = 0,04$

3. $m = 0,5$

4. $K = 35$

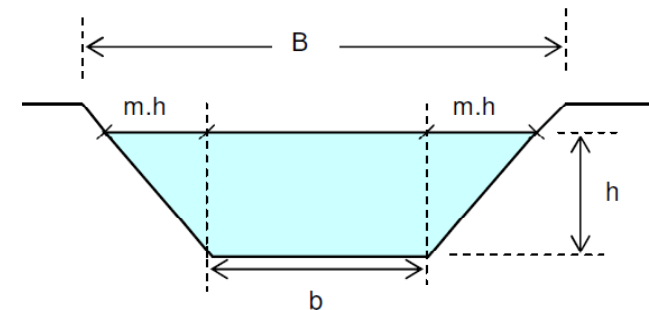
$$Q = AV$$

$$V = KR^{\frac{2}{3}}J^{\frac{1}{2}}$$

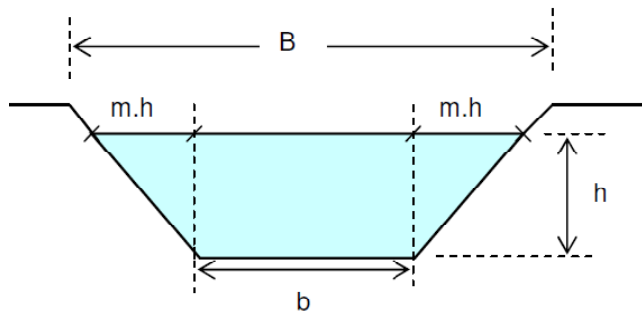
$$Q = AKR^{\frac{2}{3}}J^{\frac{1}{2}}$$

É preciso encontrar a **área de secção molhada** e o **raio hidráulico!**

Estimando um canal de **25cm de soleira**



Devemos encontrar um valor de h (lâmina vertente) que atenda a vazão mínima desejada



$$A = (b + m.h)h$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$P = b + 2h.\sqrt{1 + m^2}$$

- Estimando lâmina vertente de 30cm e base 25cm temos:

$$A = (0,25 + 0,5 \cdot 0,30)0,30 = 0,12$$

$$R = \frac{0,12}{0,93} = 0,13$$

$$P = 0,25 + 2 \times 0,30 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,93$$

- Calculando a vazão temos que:

$$Q = AKR^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} \quad Q = 0,12 \times 35 \times 0,13^{\frac{2}{3}} \times 0,004^{\frac{1}{2}} = 0,069 m^3 / s$$

Portanto, atende a necessidade de 60 litros/segundo requeridos.



- Calculando a boca temos que:

$$B = 2m.h$$

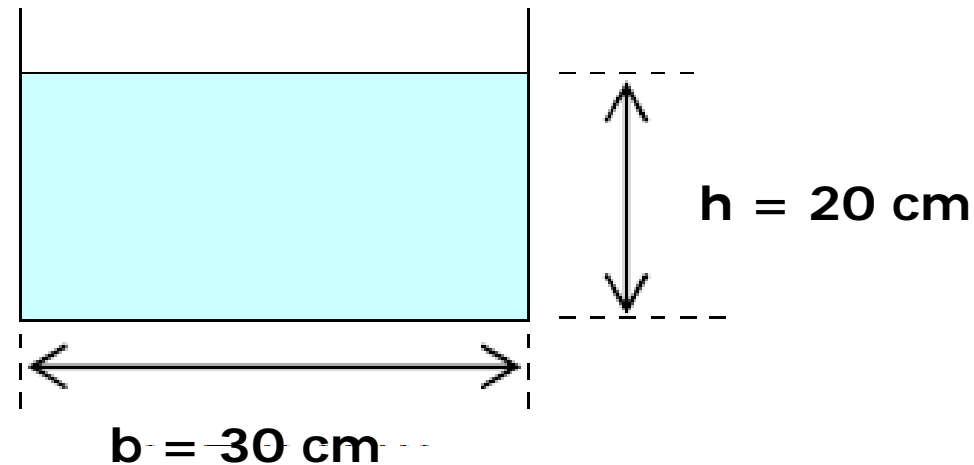
$$B = 2 \times 0,5 \times 0,30 = 0,30m$$

- **Nosso canal terá:**

- Base de 25 cm
- Altura de 30 cm
- Boca de 30 cm

Exercício

- Calcular a **Vazão** transportada por um **canal revestido de cimento (Strikler)** tendo uma declividade de 0,3% .

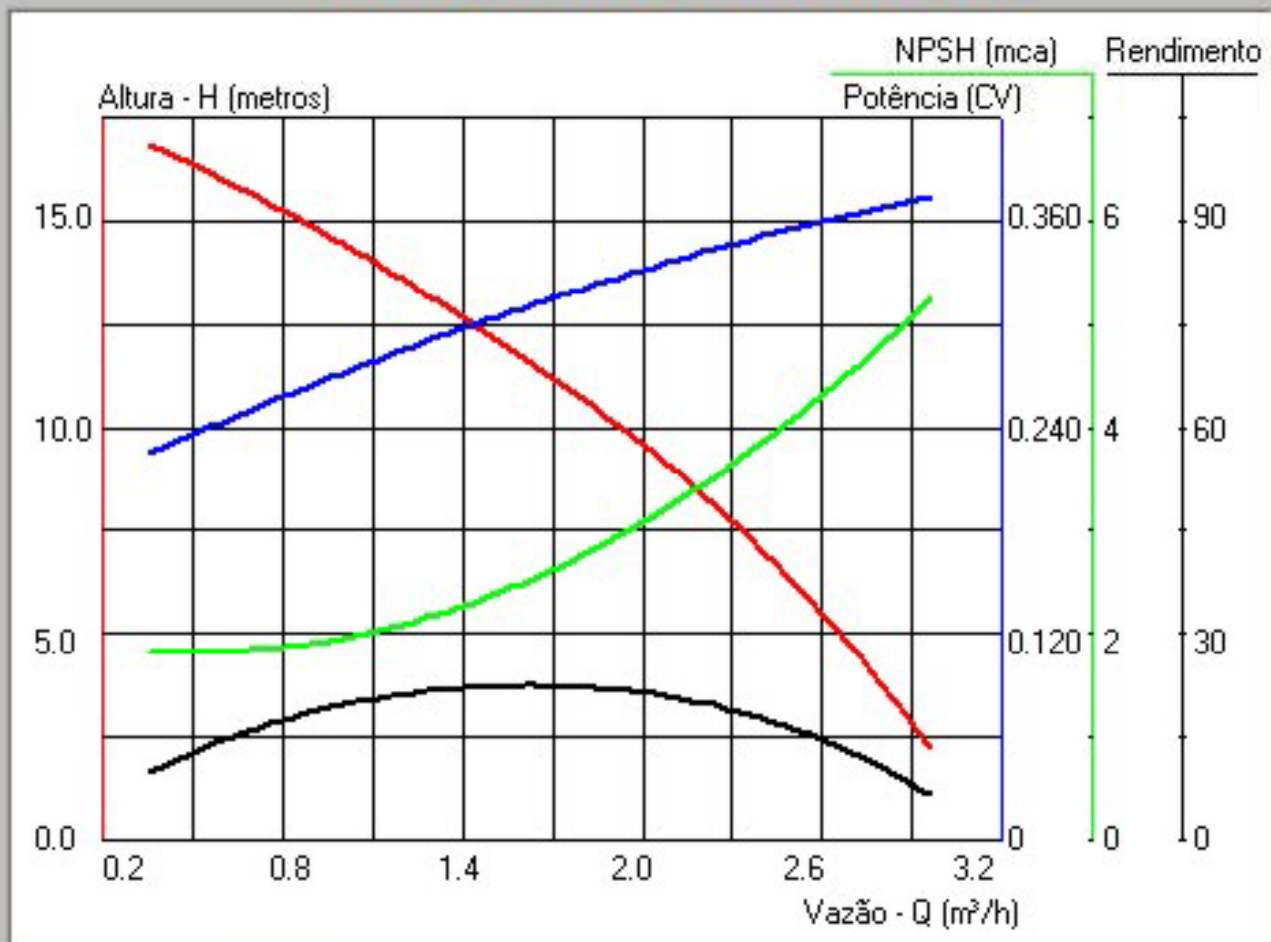


Uso de tubulação para o abastecimento



- Diversos tipos
 - Tubos de PVC rígido ou de Polietileno de Alta Densidade
 - Facilidade de aquisição, grande resistência, à corrosão e o fácil manuseio, instalação e manutenção.
 - PVC comuns têm baixa resistência mecânica e sensíveis à ação dos raios ultravioletas (enterrados)
- Compatível com o tamanho e as necessidades operacionais
 - Dimensionamento das tubulações.
 - Disponibilidade de água
 - Perda de carga

Vazão X Altura X Potência X NPSH



| Vazão (m³/h) | Altura (m) | Potência (CV) | NPSH (mca) | Rendimento |
|--------------|------------|---------------|------------|------------|
| 0.505 | 16.344 | 0.236 | 1.82 | 12.95 |

Modelo
BCR2000

Potência
1/4

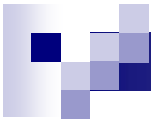
Rotação
3450 (rpm)

(-) variação (+)

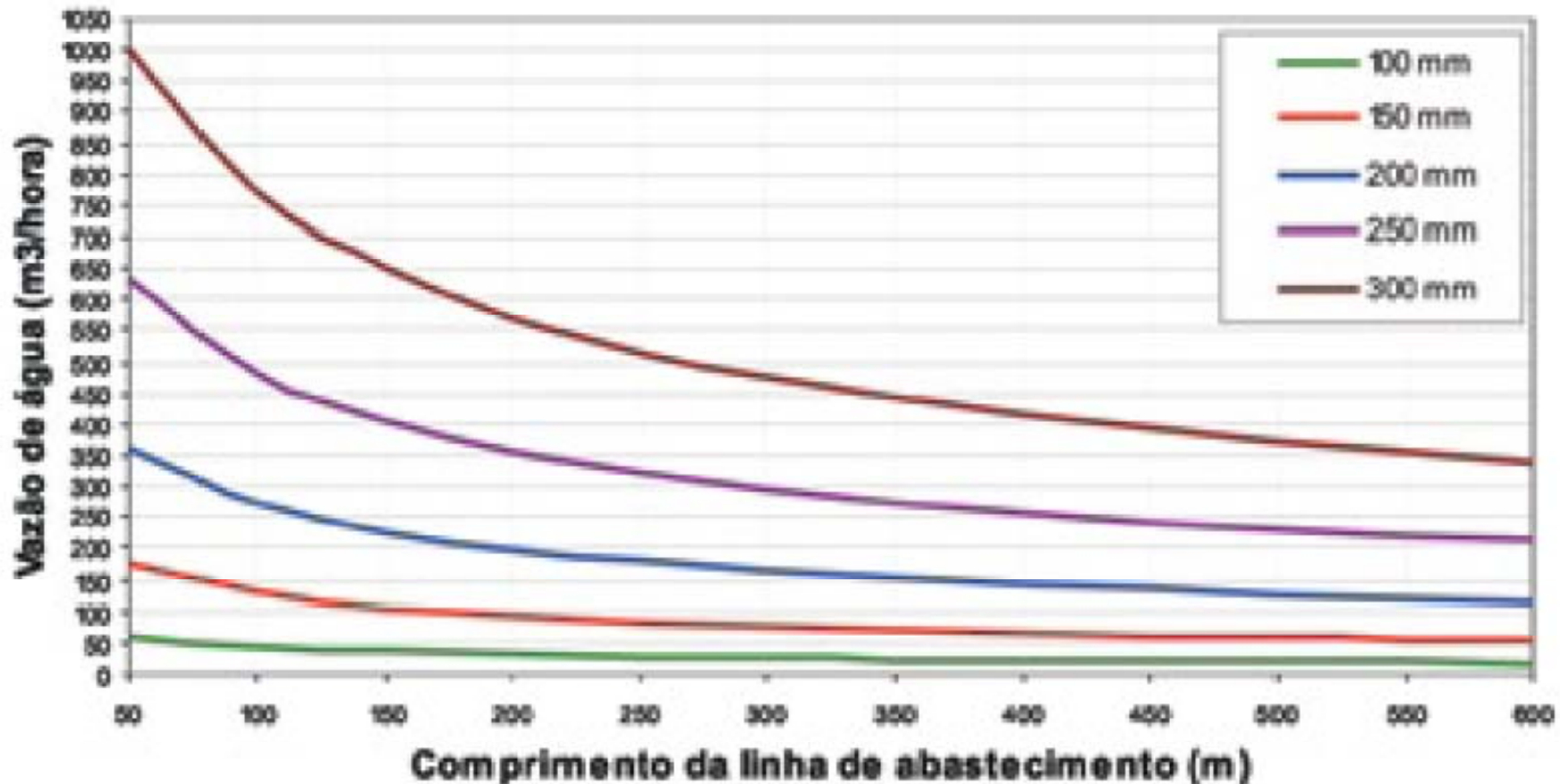
Padrão ?

Imagens:

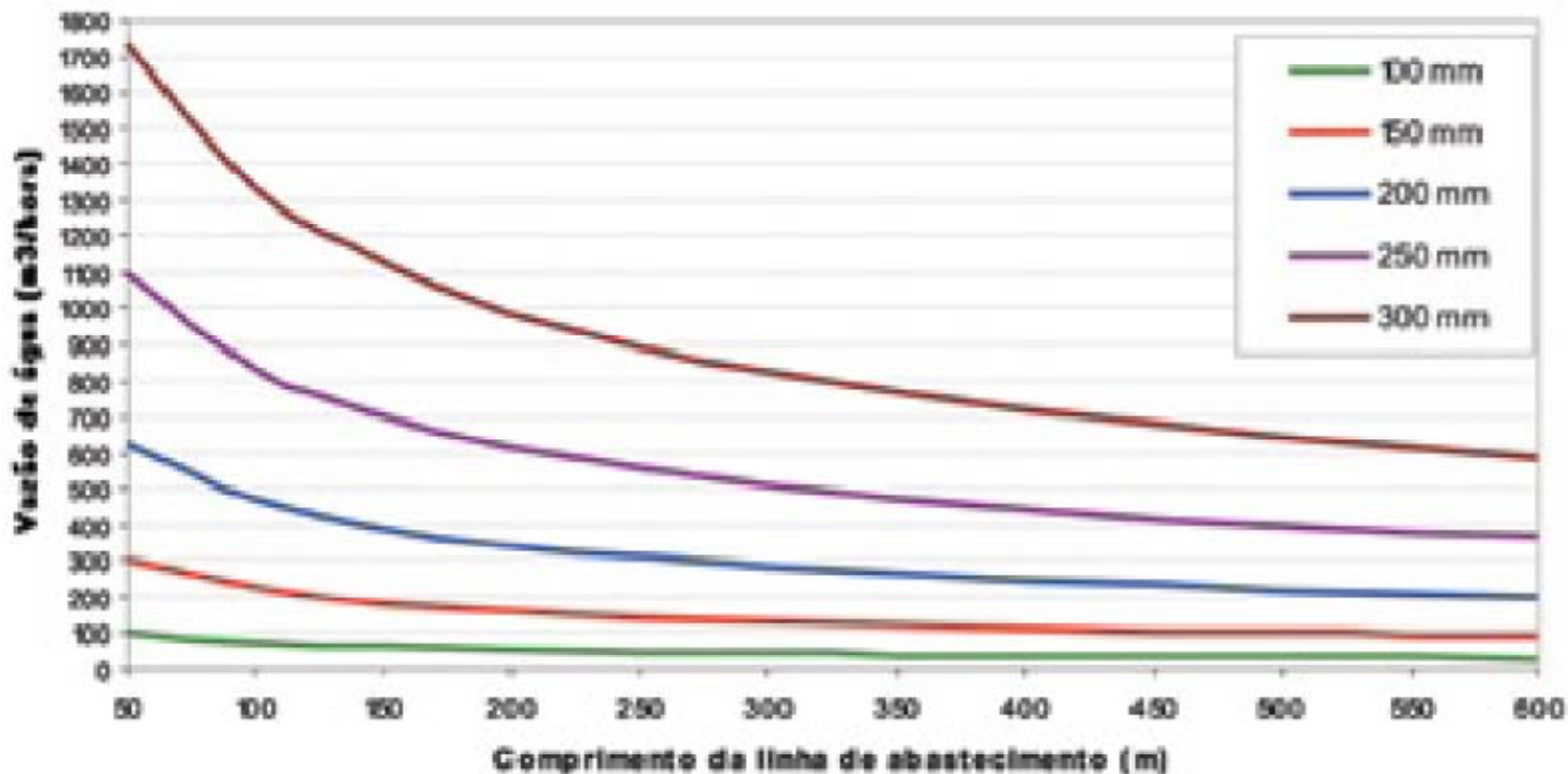
voltar



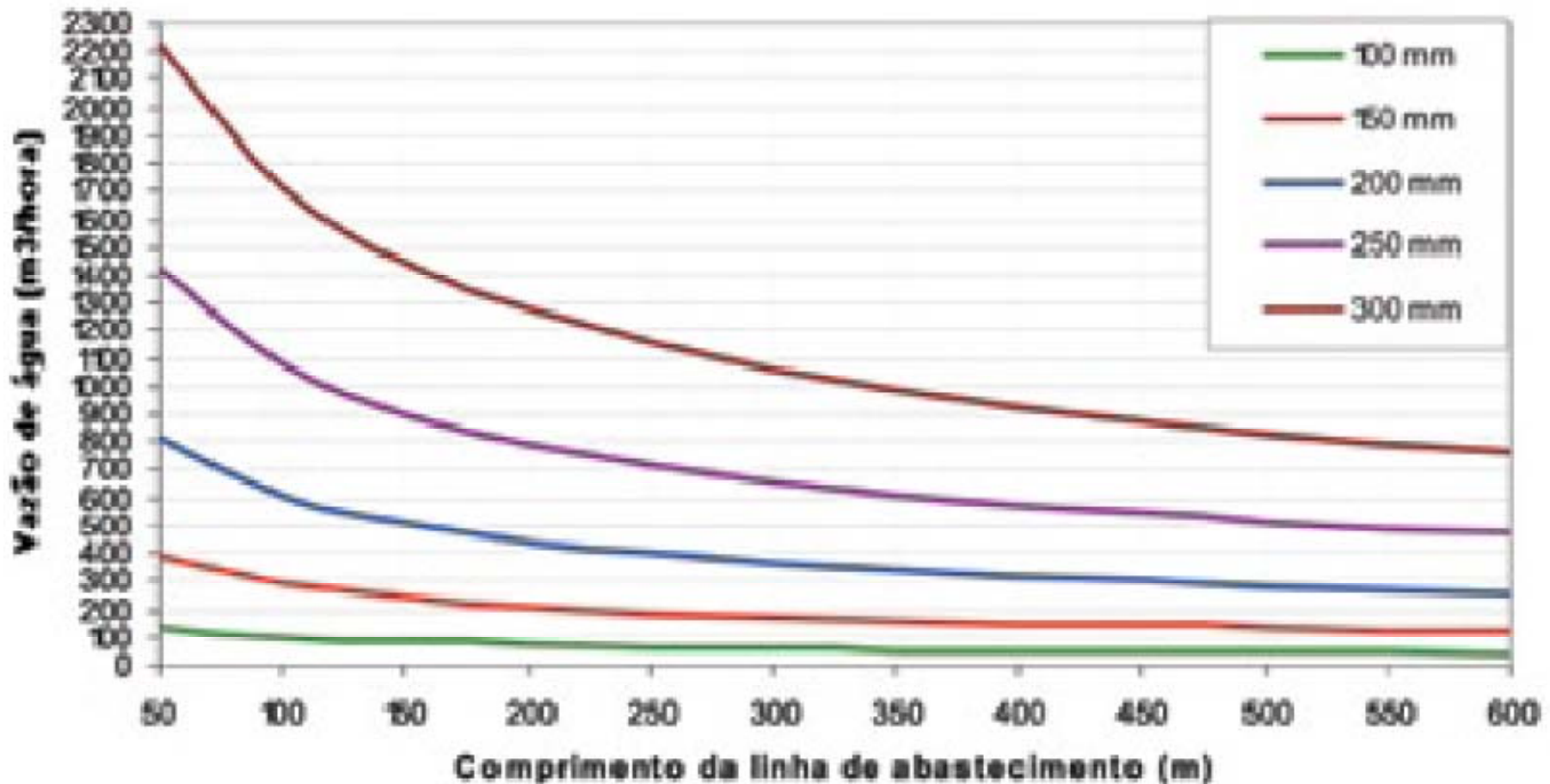
Vazões de abastecimento em função do aumento no comprimento da linha de abastecimento para tubos de PVC de diferentes diâmetros, considerando o **desnível de 5m** entre a fonte de água e a entrada da tubulação dos viveiros.

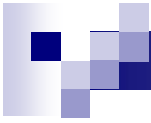


Vazões de abastecimento em função do aumento no comprimento da linha de abastecimento para tubos de PVC de diferentes diâmetros, considerando o **desnível de 15m** entre a fonte de água e a entrada da tubulação dos viveiros.



Vazões de abastecimento em função do aumento no comprimento da linha de abastecimento para tubos de PVC de diferentes diâmetros, considerando o **desnível de 25m** entre a fonte de água e a entrada da tubulação dos viveiros.





Quanto **menor o diâmetro**, maior o **comprimento** da linha de abastecimento e maior o **número de conexões**, registros e válvulas instaladas, **maior será a resistência à passagem da água**



Diâmetro mínimo


1. Tempo máximo de enchimento do viveiro
2. Abastecimento simultâneo
3. Uso de água nas caixas de manejo
 1. Simultaneamente ao enchimento de outros viveiros

- **Exercício** - Supondo uma piscicultura que possua vários viveiros, onde temos: 4 viveiros de 800m² (1000m³), 3 viveiros de 4000m² (5100m³) e 2 viveiros de 6000 m² (8000m³). A adutora principal terá cerca de 540m de comprimento com desnível de 5m e deverá ser capaz de encher até 1 viveiro de 8000m³ e 1 viveiro de 5100m³ simultaneamente em um tempo de enchimento não superior a 4 dias (96 horas). **Qual o tubo que deveremos usar?**


Taxa de infiltração de 1mm/h

Evaporação de 8 mm/dia

| VIB* (mm/hora) | Evaporação média (mm/dia) | | | | | |
|-------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| 0,5 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,8 |
| 1,0 | 3,0 | 3,2 | 3,5 | 3,7 | 3,9 | 4,2 |

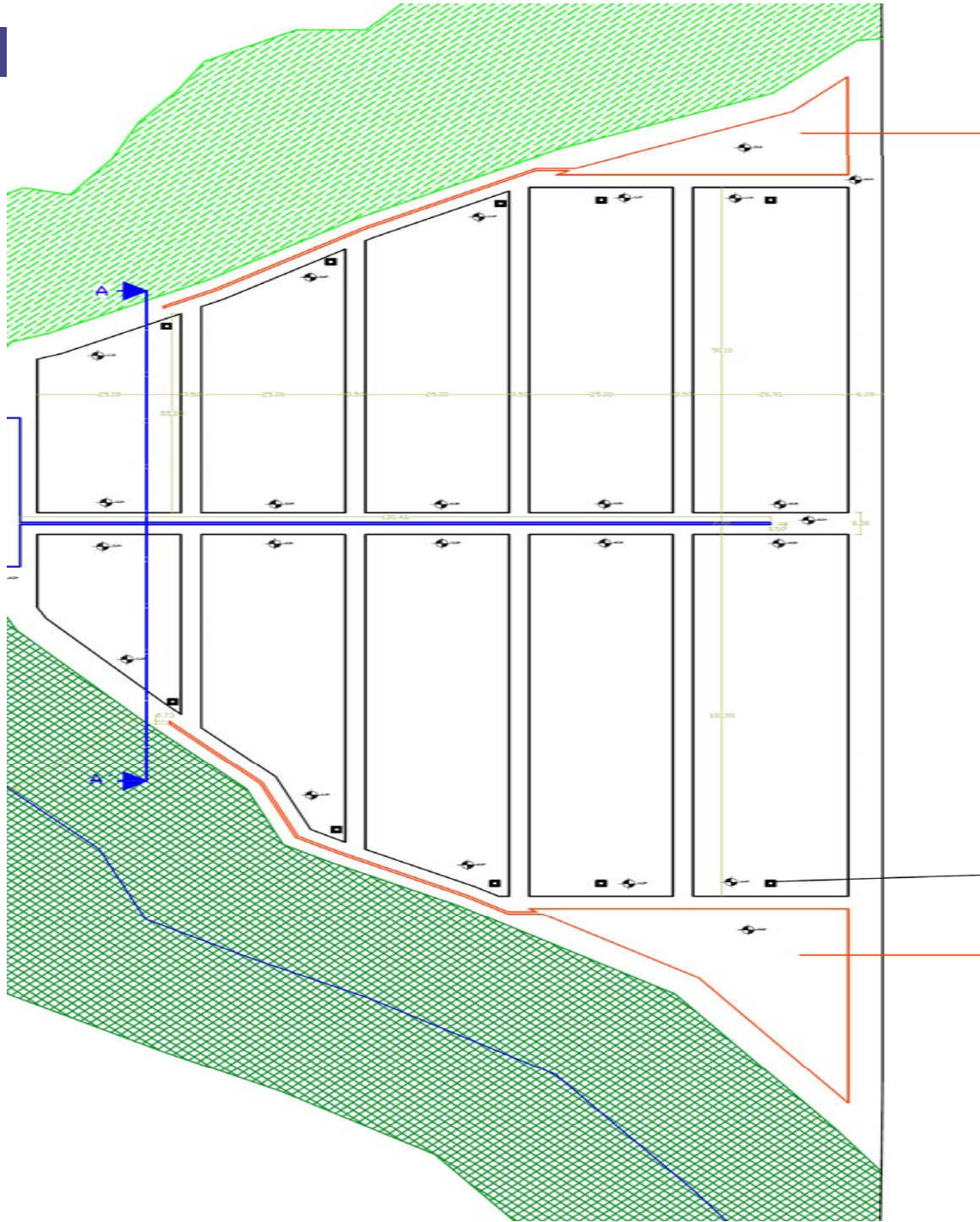
- 
- Primeiro passo é descobrir a demanda hídrica necessária?
 - Desse modo, a vazão máxima na adutora principal será
 - $(1 \times 8.000 + 1 \times 5.100)/96 = 136\text{m}^3/\text{h}$
 - $E + I = 3,7 \text{ l/s/há} \times 1,3 = 4,81\text{l/s/ha}$
 - $136 \text{ m}^3/\text{h} + 17,32 \text{ m}^3/\text{h} = 153,32 \text{ m}^3/\text{h}$

Agora analisa as curvas de perda de carga!



Posicionamento das linhas e tubos de abastecimento

- Compartilhar a mesma linha adutora ou canal de abastecimento
- Trafego pesado (50-80cm)
- Lado oposto ao dreno?
 - Disponibiliza água limpa na despesca
 - Possibilita a utilização das caixas de manejo em outras operações auxiliares
 - Elimina a erosão no fundo do viveiro





Sistemas de drenagem





Sistemas de drenagem

Dispositivos hidráulicos que tem a finalidade de controlar o nível da lamina de água da bacia hidráulica do viveiro, renovação da massa líquida, despesca, manutenção das estruturas componentes e evitar fuga da biomassa.

- Gravidade e bombeamento
- Tubos de PVC e manilhas de concreto
- Canais de escoamento







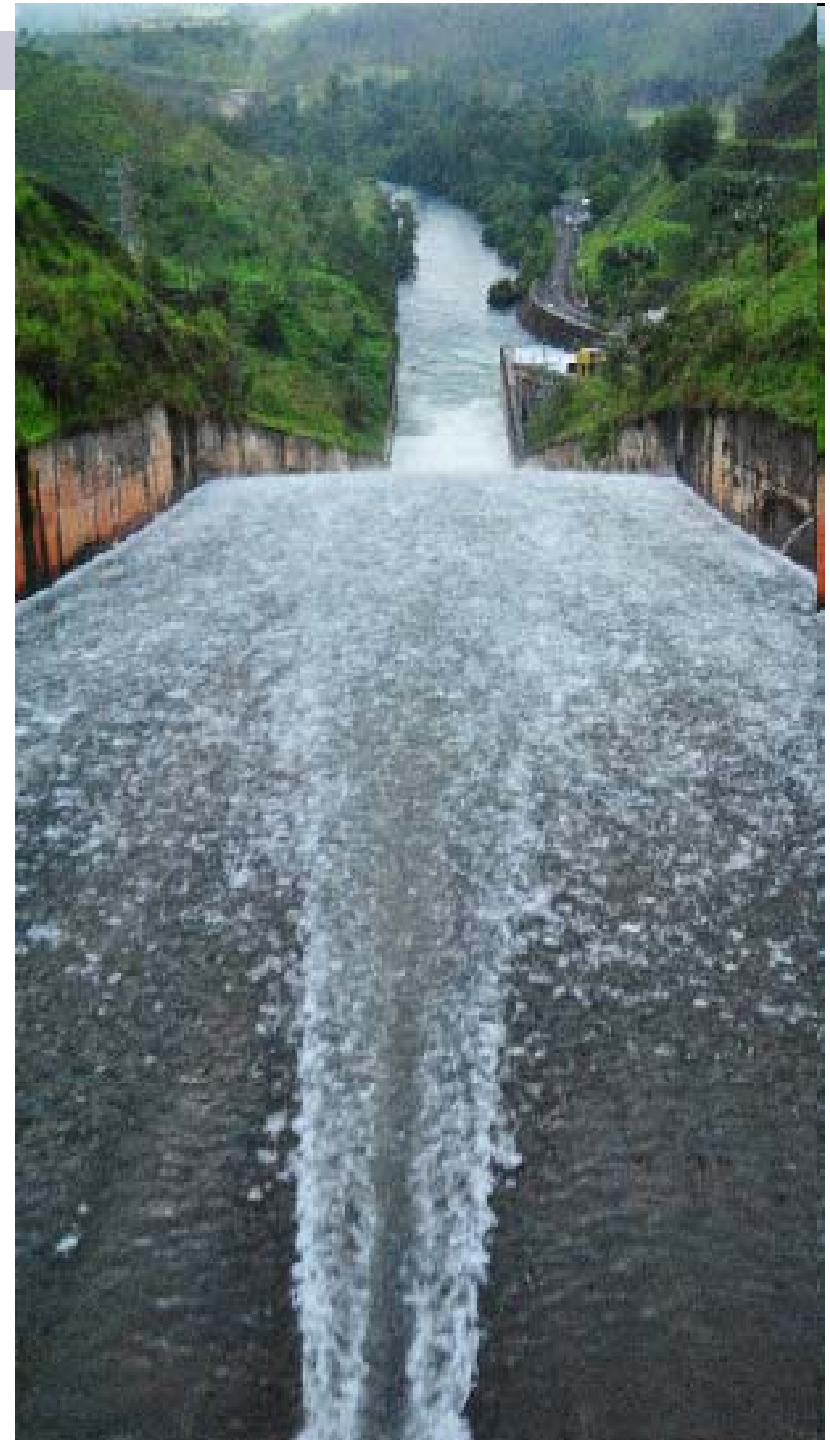
Sistema de drenagem (tipos)

- Sangradouro ou vertedouro
- Monge de placa centrada
- Sistema de esvaziamento de placa perfurada
- Sistema de drenagem tipo cachimbo



Sangradouro ou vertedouro

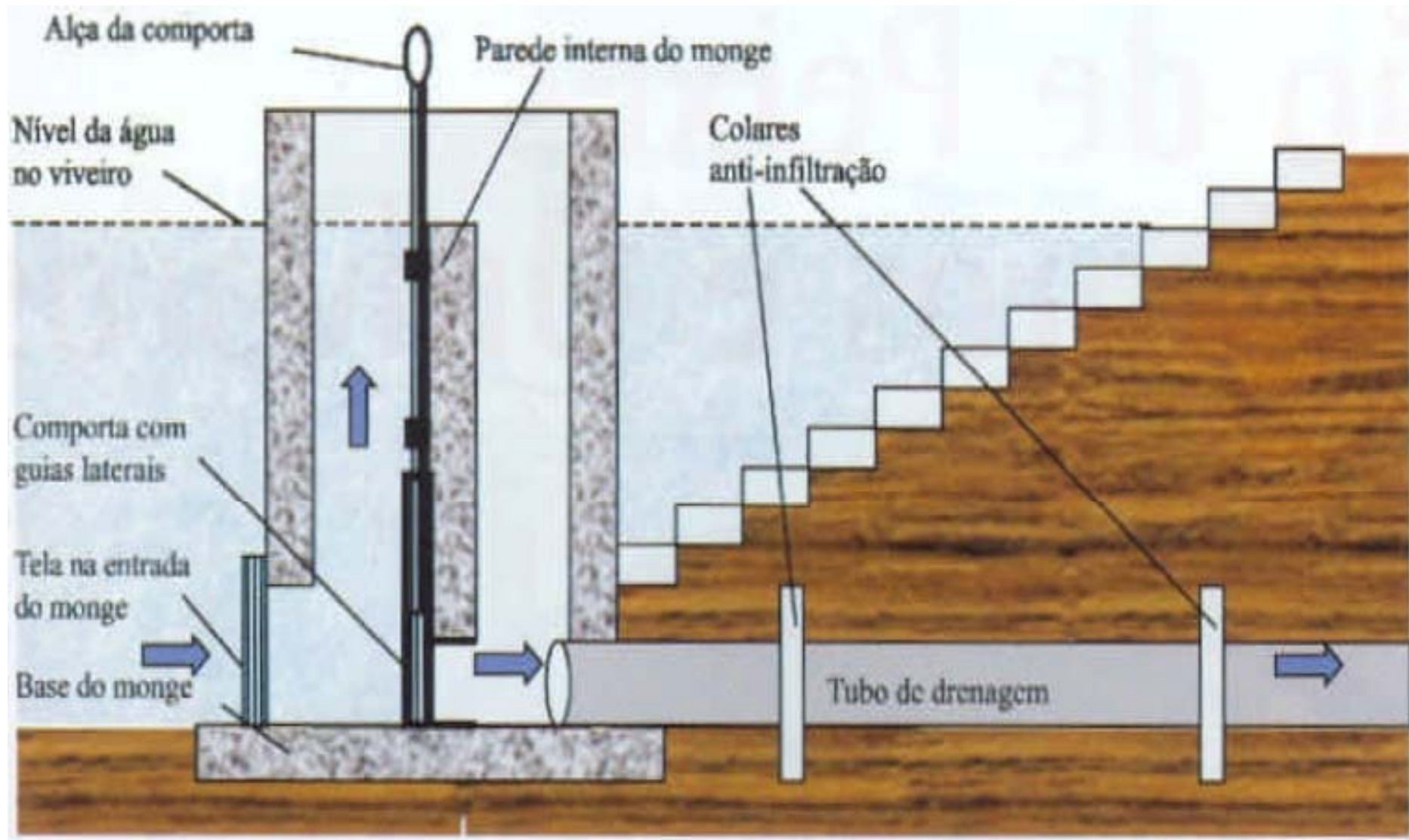
- Funciona como um sistema de esvaziamento parcial, durante a repleção dos viveiros-barragens.
- Controlar o excesso de água





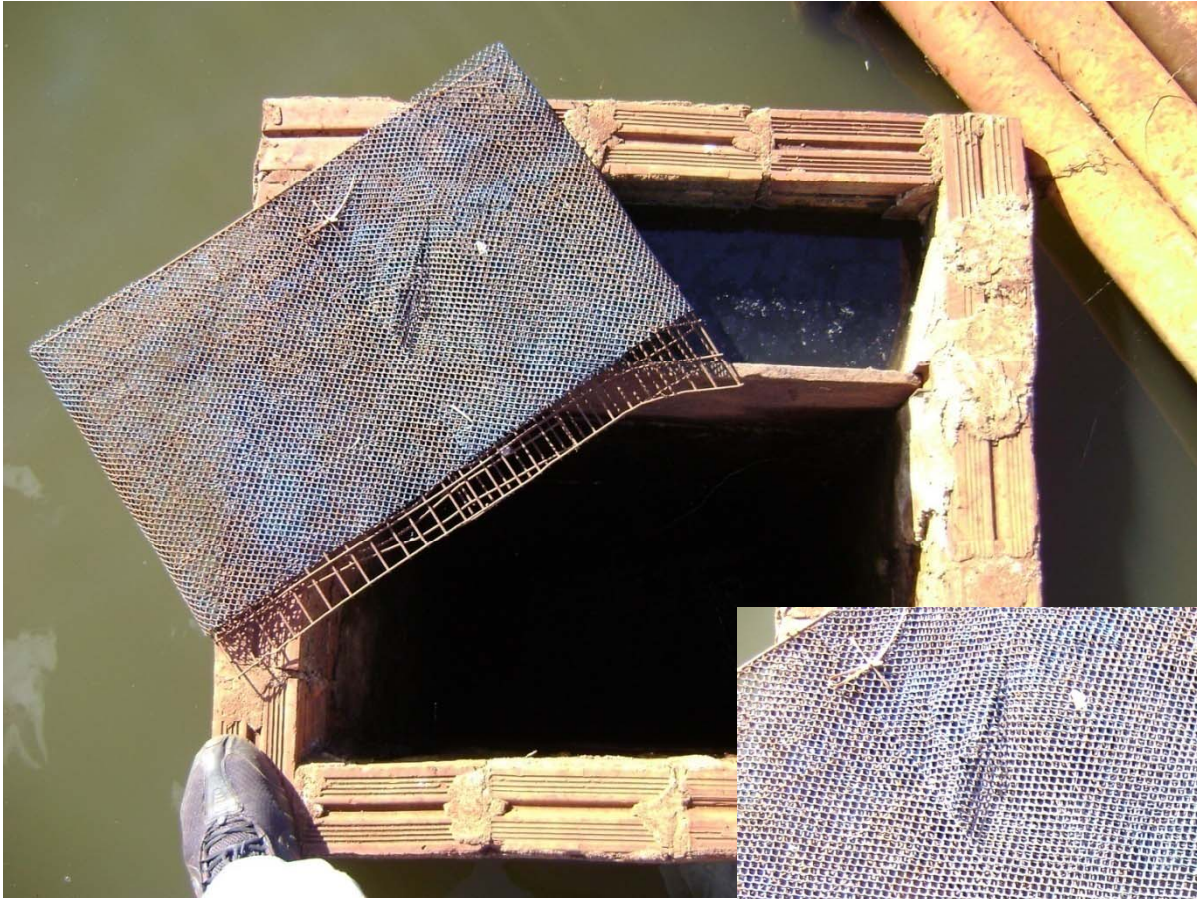
Monge de placa centrada

- Estrutura vertical (montante – jusante)
- Estrutura a montante possui 2 câmaras (uma seca outra molhada) separadas no centro.
- A placa centrada possui tampões moveis (controle de nível)
- A parede frontal da estrutura de montante possui duas aberturas, sendo uma na parte superior e outra situada na parte inferior com a finalidade de renovar a água de fundo dos viveiros
- A câmara seca possui escada ou acesso para retirada dos tampões
- Monges tipo Stop long

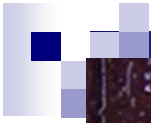






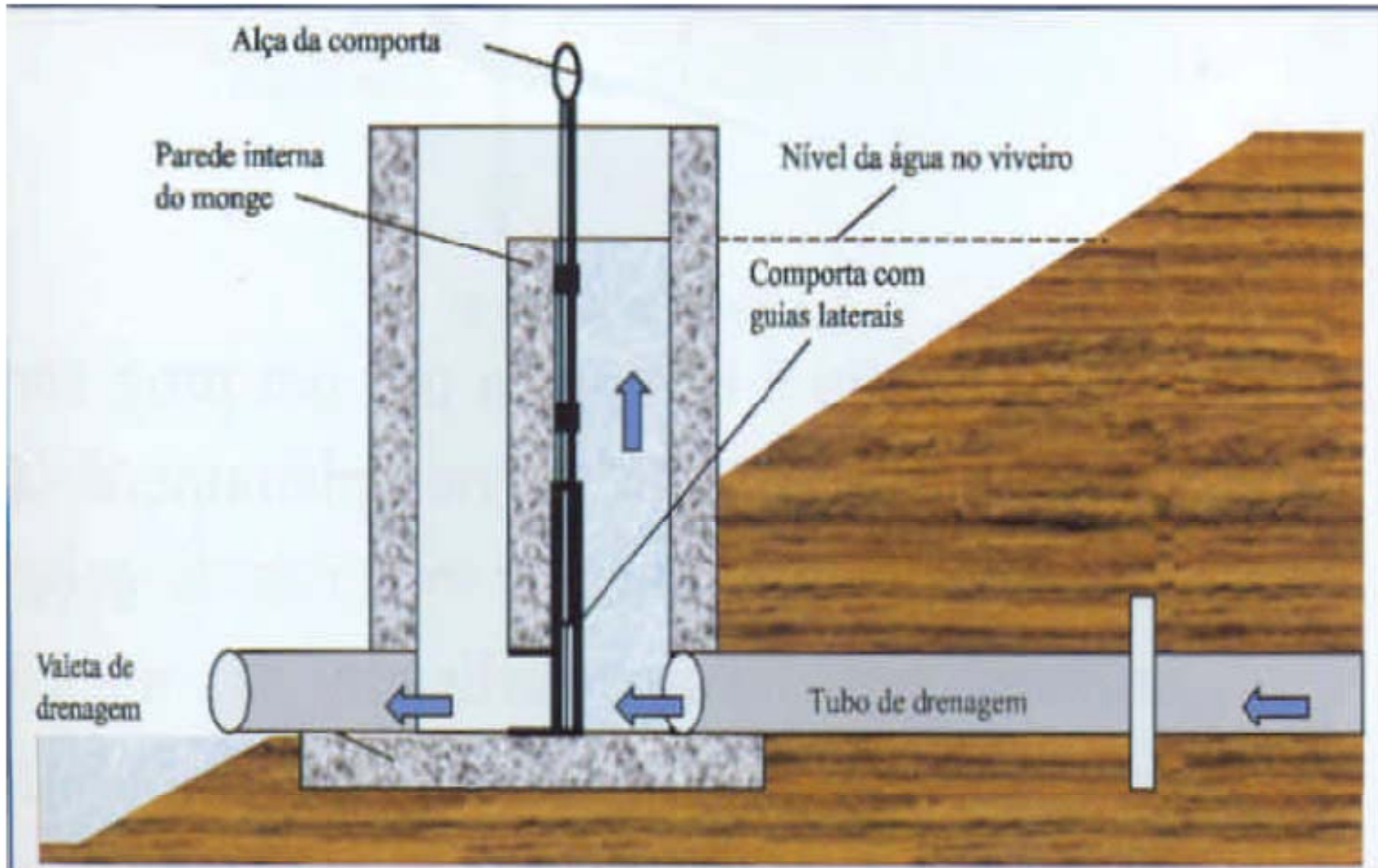




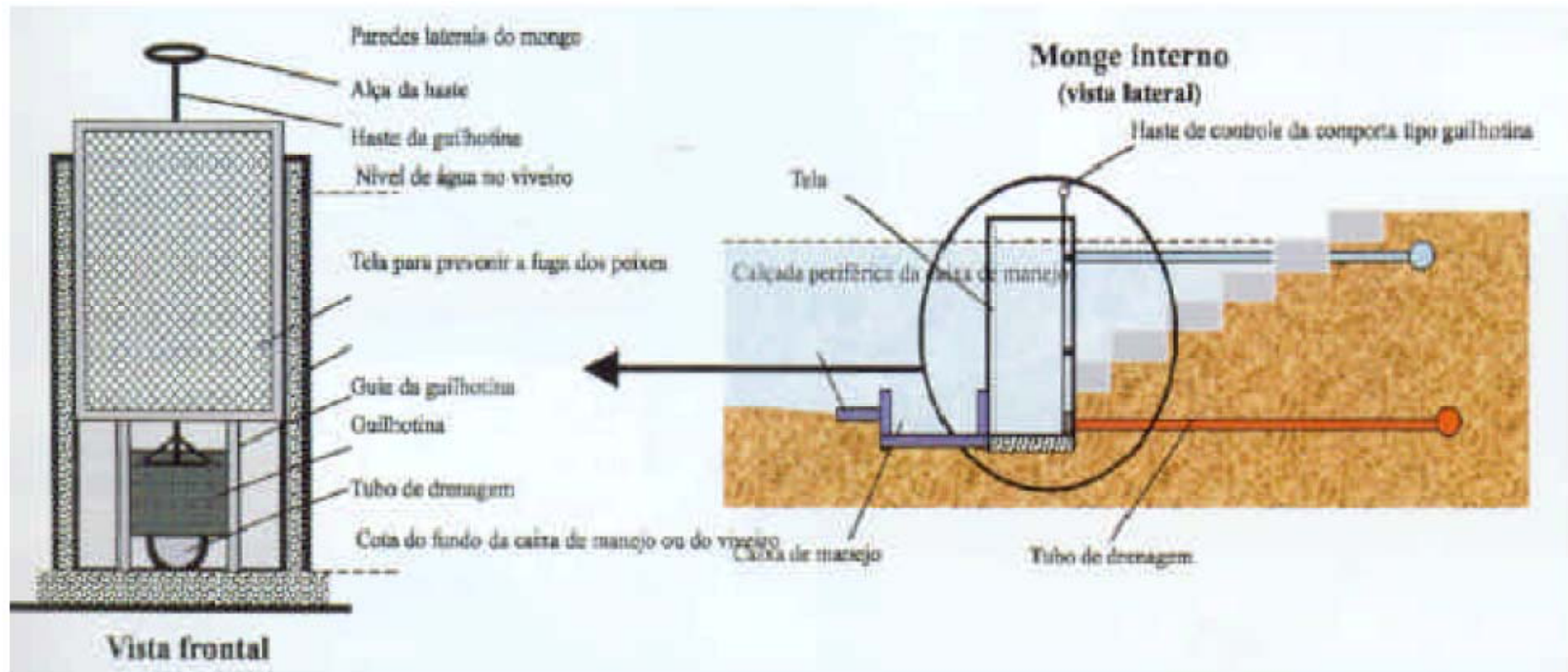




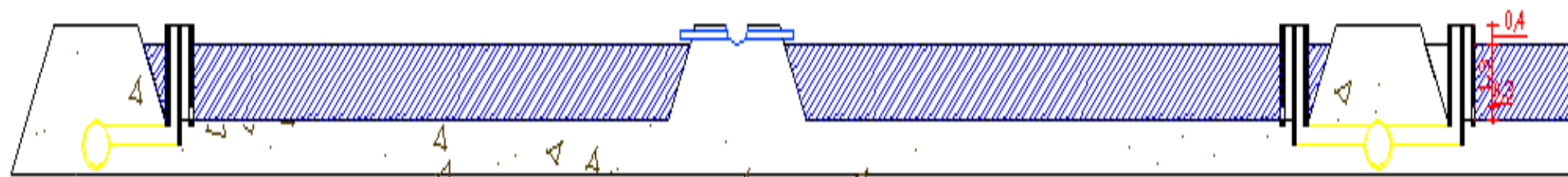
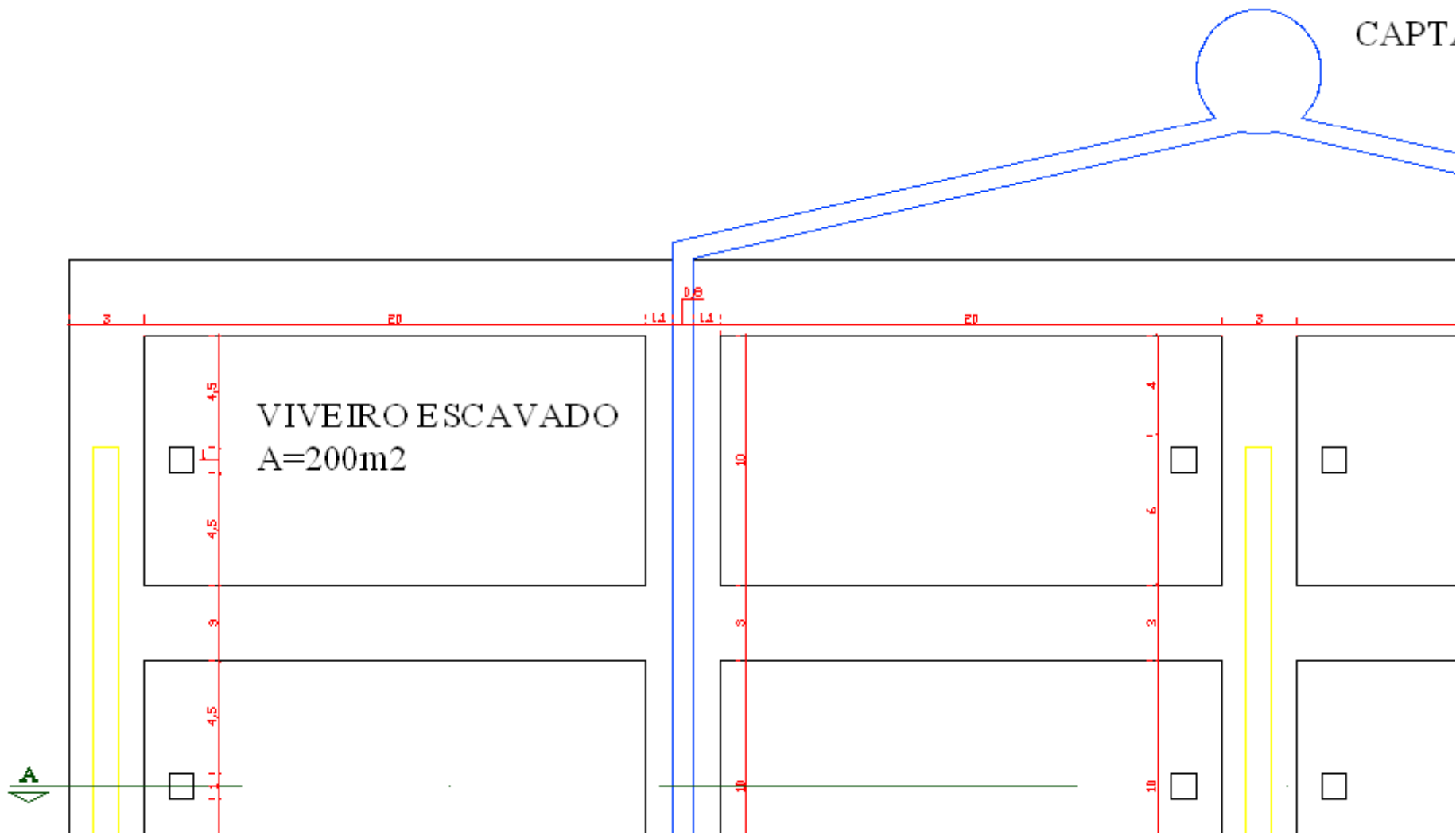


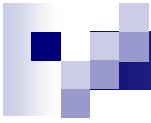


Stop long



CAPT.

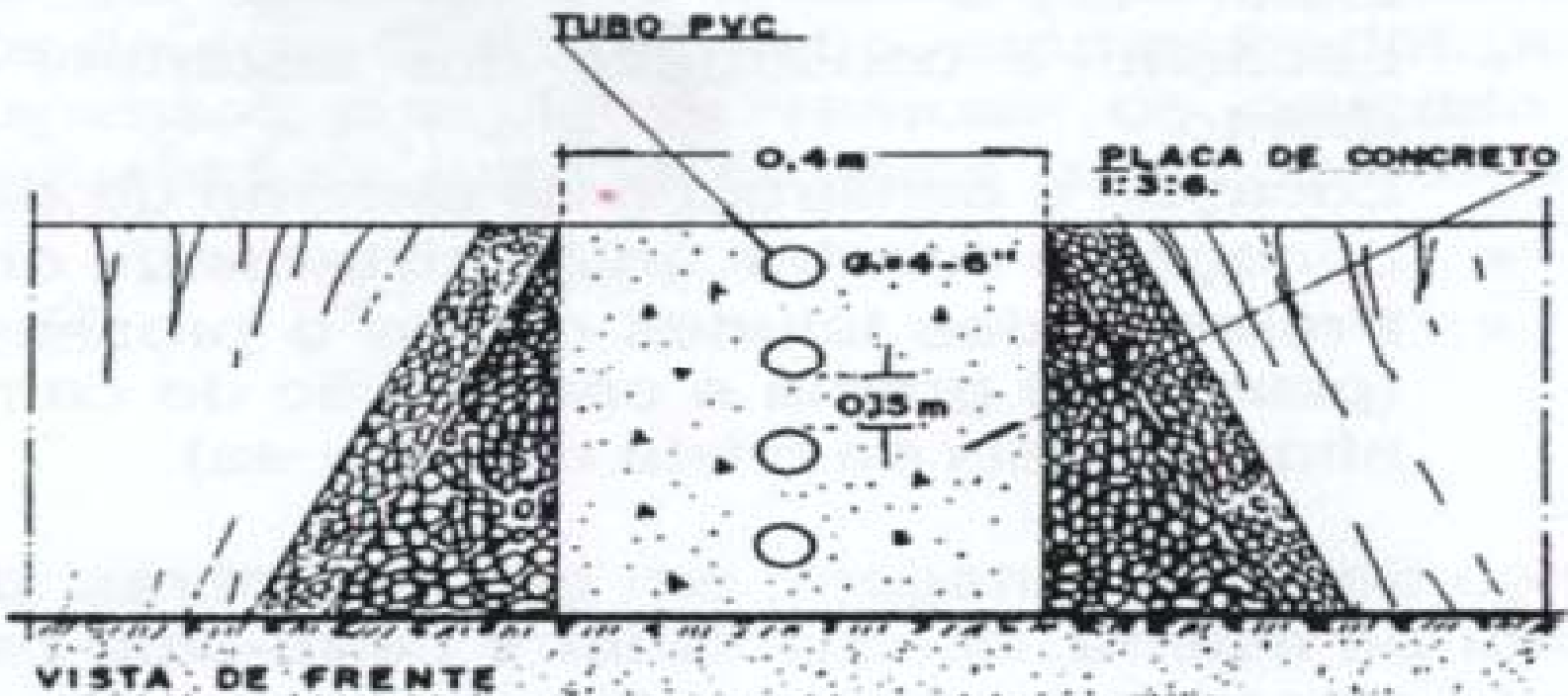
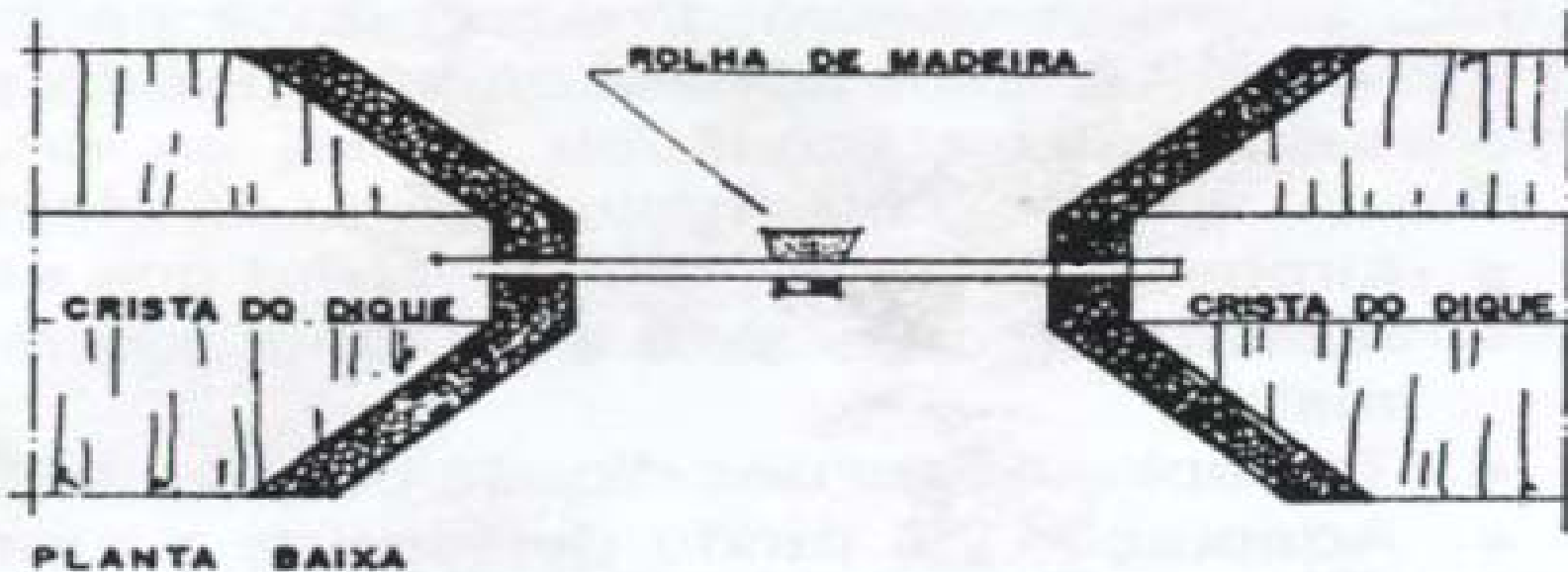







Sistema de esvaziamento por placa perfurada

- Sistema é formado de uma placa em concreto, com furos de 4 a 6” de diâmetro, engastada no dique e na parede de alvenaria.

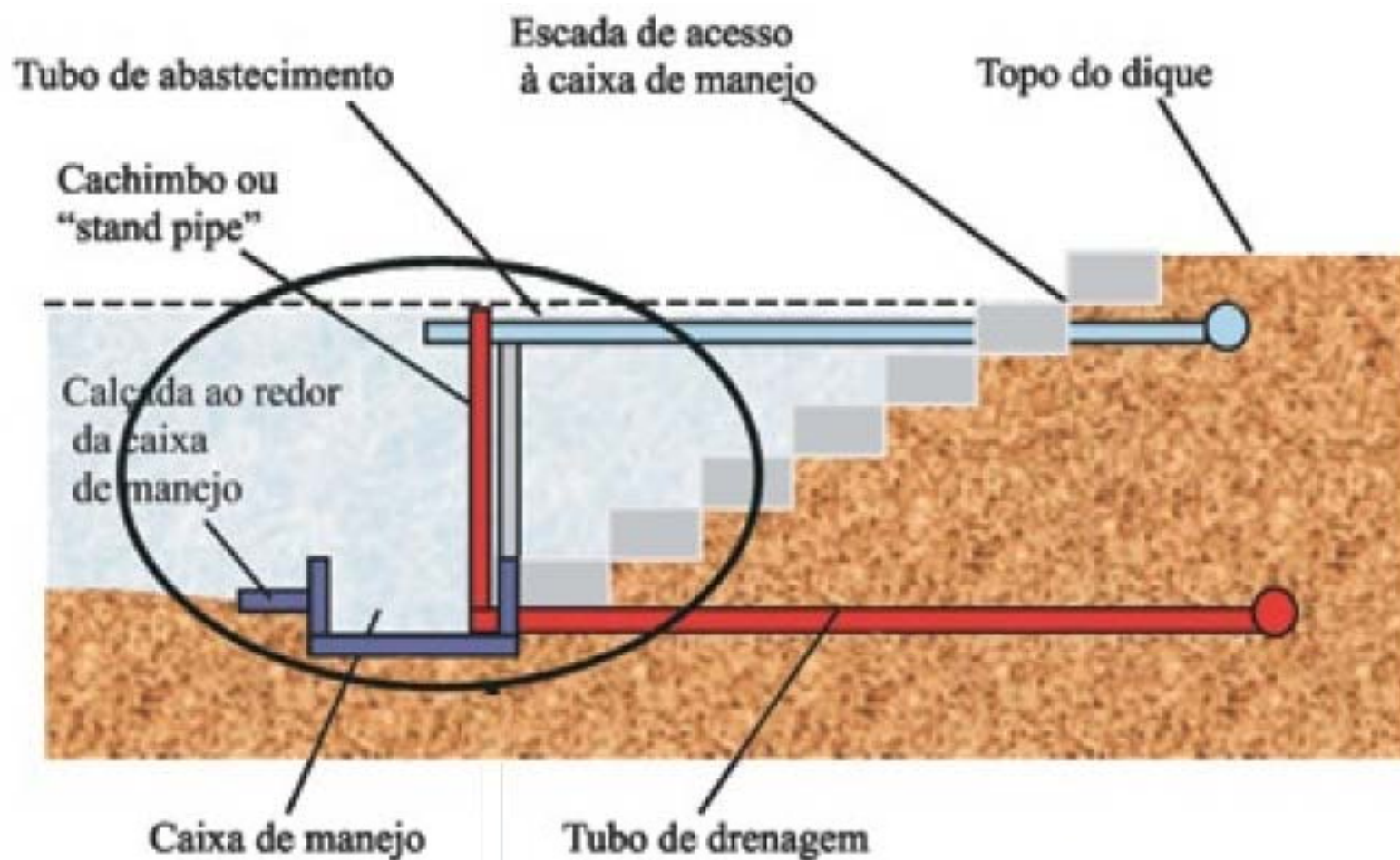




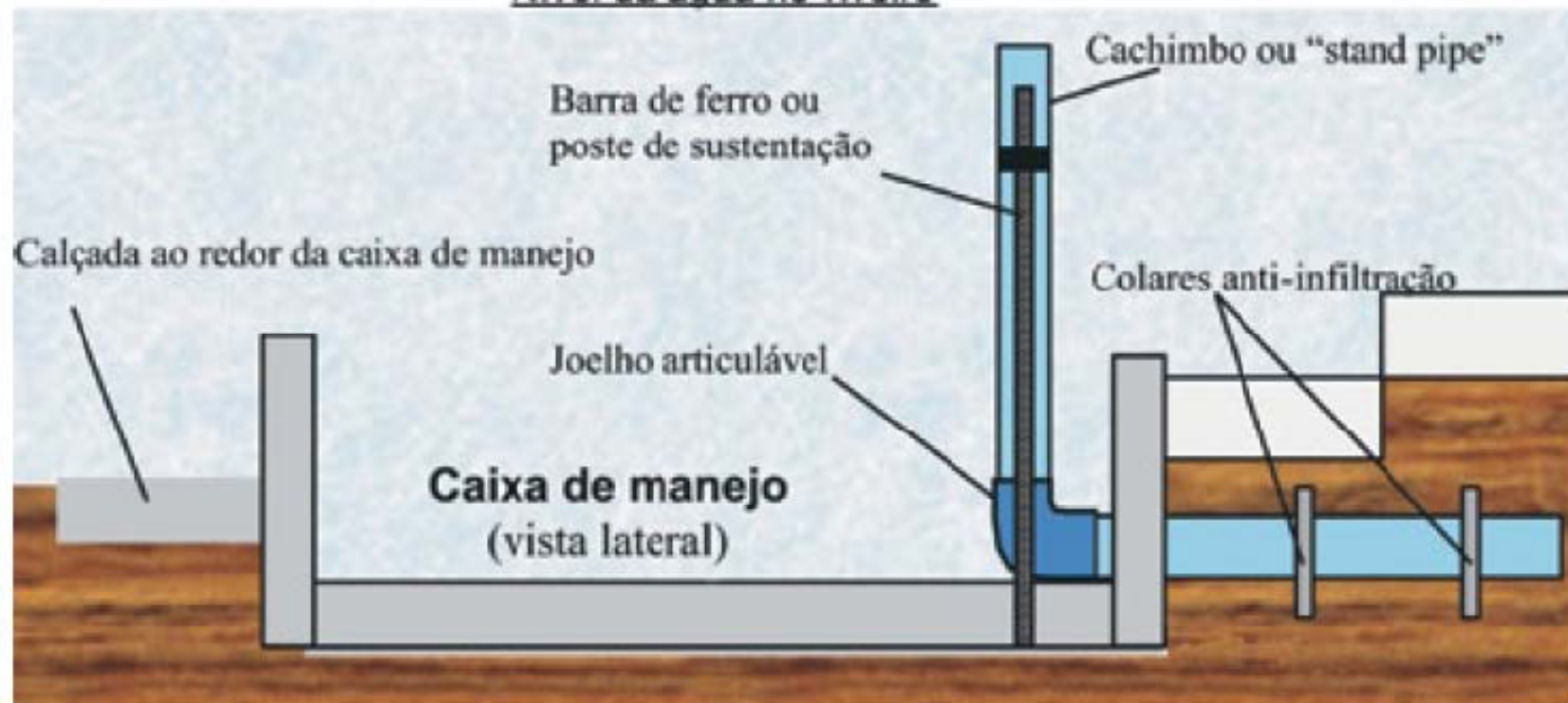


Sistema de drenagem tipo “Cachimbo” ou “Stand pipe”

- Prático
- Mais econômico
- Fácil manejo
- Instabilidade
- Tubos plásticos acoplados
- Móvel
- Cotovelo 90⁰

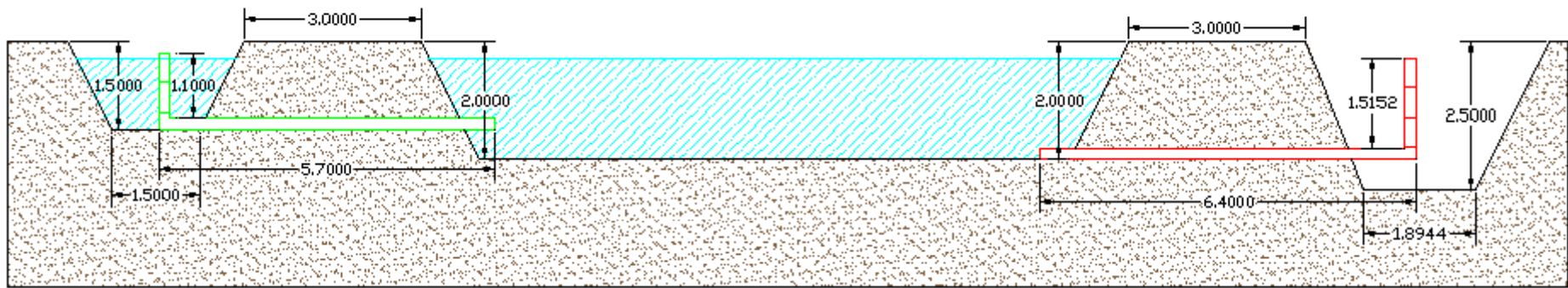


Nível da água no viveiro





Sistema integrado stand pipe



Dimensionamento da tubulação de drenagem



$$Q = CS\sqrt{2gH}$$

- C = Coeficiente de descarga (tabelado)
- S = área da tubulação
- H = Altura da coluna de água.
- G = Gravidade (9,81m/s)



Diâmetro padrão de tubulações

| Área (m ²) | Diâmetro (m) |
|------------------------|--------------|
| < 1000 | 0,15 |
| 1000 a 4000 | 0,3 |
| 4000 a 10000 | 0,5 |

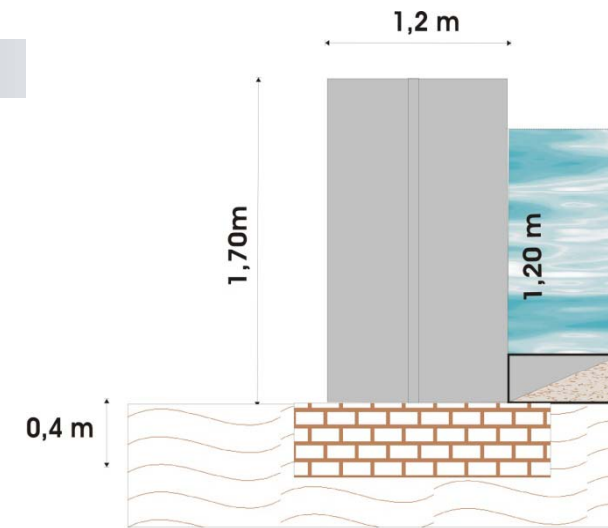
Diâmetro mínimo (em milímetros) para dutos usados para a drenagem de viveiros de diferentes áreas para parte rasa 1,4 e funda 1,8m

| Área do viveiro (m ²) | Comprimento da linha de drenagem | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|
| | 12 metros | | | | 380 metros | | | |
| | 12 hs | 24 hs | 36 hs | 48 hs | 12 hs | 24 hs | 36 hs | 48 hs |
| 40000 | 577 | 443 | 380 | 292 | 1116 | 857 | 735 | 659 |
| 20000 | 440 | 290 | 249 | 223 | 852 | 654 | 561 | 503 |
| 10000 | 288 | 221 | 190 | 170 | 650 | 500 | 428 | 384 |
| 5000 | 218 | 168 | 144 | 129 | 493 | 379 | 278 | 250 |
| 3000 | 178 | 137 | 117 | 105 | 402 | 264 | 227 | 203 |
| 1000 | 113 | 87 | 75 | 67 | 219 | 168 | 144 | 129 |

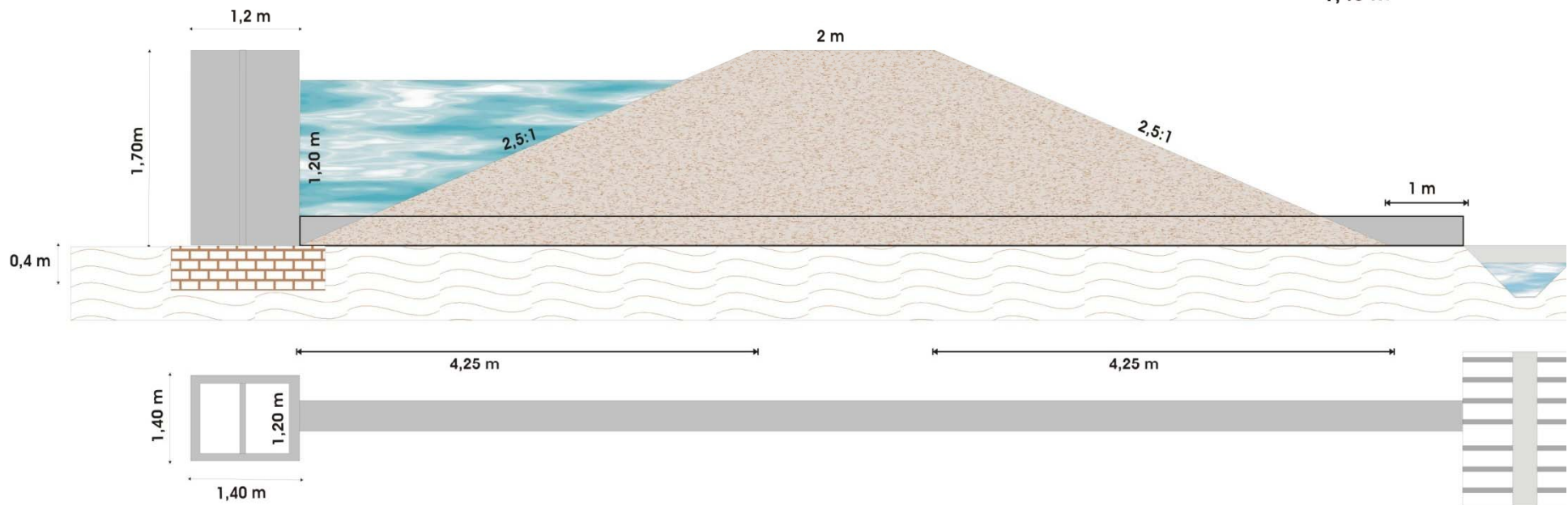
Coeficiente de descarga para bueiros de concreto

| | L (m) | Diâmetro (m) | | | | | | |
|------------------------------|-------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0,3 | 0,45 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 |
| Bocas chanfradas | 3 | 0,66 | 0,89 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 |
| | 6 | 0,79 | 0,84 | 0,87 | 0,9 | 0,91 | 0,92 | 0,93 |
| | 9 | 0,73 | 0,8 | 0,83 | 0,87 | 0,89 | 0,9 | 0,91 |
| | 12 | 0,68 | 0,76 | 0,8 | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 0,9 |
| | 15 | 0,65 | 0,73 | 0,77 | 0,83 | 0,86 | 0,88 | 0,89 |
| Bocas em cantos vivos | 3 | 0,8 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,75 |
| | 6 | 0,74 | 0,77 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,74 |
| | 9 | 0,69 | 0,73 | 0,75 | 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,74 |
| | 12 | 0,65 | 0,7 | 0,73 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,73 |
| | 15 | 0,62 | 0,68 | 0,71 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,72 |

- Exercício 1 - Dimensionar a capacidade de descarga da tubulação do monge da figura abaixo, de arestas vivas a montante, com 300mm de diâmetro e 12 m de comprimento, sendo de 1,2 m a carga que esta sujeito.



- Exercício 2 – Supondo que este viveiro possua 1ha qual o tempo para esvazia-lo?



- 
1. Estimando a vazão da tubulação temos:


$$Q = CS\sqrt{2gH}$$

$$Q = 0,67 \times 0,07 \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,2} = 0,227 m^3 / s$$

2. Estimando o tempo temos:

$$t = \frac{V}{Q} \quad V = 10.000 \times 1,2 = 12.000 m^3$$

$$t = \frac{12.000 m^3}{0,227 m^3 / s} = 14,68 horas$$

- 
- Exercício 3 – Qual deve ser o diâmetro da tubulação de um monge, com comprimento de 12m, arestas de entrada chanfradas, para uma capacidade de 2m³/s, com uma carga h (1,7m).

1. Pela fórmula da vazão temos:

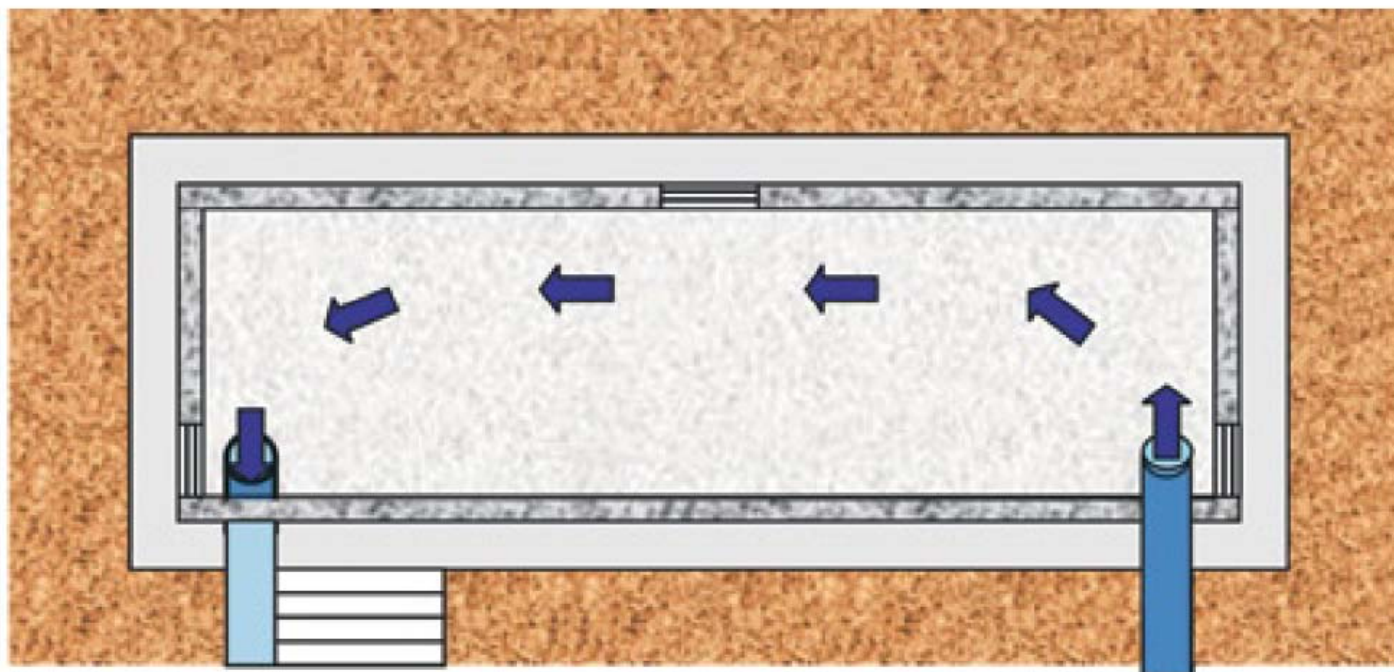
$$Q = CS\sqrt{2gH}$$

$$2 = 0,68 \times 3,14 R^2 \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,7} = 0,80m$$

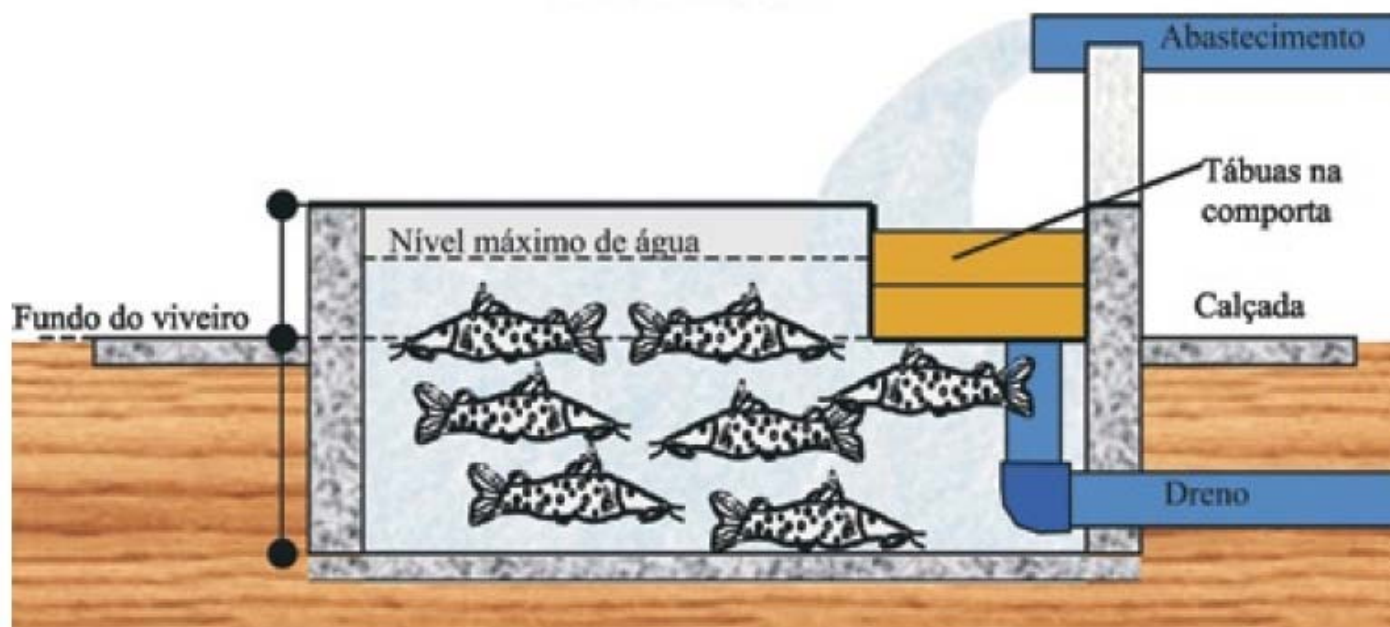


Caixa de manejo

- Caixa de coleta ou manejo?
- Inexistentes/problemas com despesca
- Mal planejadas
- Manejo e despesca facilitada
- Menor extress/ > rigor *mortis*
- 50-150 kg de peixe/m³



VISTA LATERAL











Obras acessórias para um canal adutor

- Os revestimentos
- Os saltos
- Os sifões
- Os divisores de vazão
- As curvas
- Sistema de filtração
- Tomadas de água





Os revestimentos

- Usados para evitar perdas por infiltração, erosão da seção hidráulica e conferir maior durabilidade.
 - Argilas
 - Gramíneas
 - Plástico
 - Pedras soltas
 - Tijolos (1:4 a 1:6)
 - Concreto (1:3:4; 1:4:8 ou 1:2,5:4) (juntas dilatação)



Saltos

Obras destinadas a passagem de cotas superiores para inferiores no terreno, reduzir cortes e aterros quando for traçada a linha de fundo da soleira do canal, diminuir os custos de projetos com relação ao movimento de terra.

- Traços 1:3:6 ou 1:4:8
- Travesseiro hidráulico 0,1 a 0,2 m.
- A cada 0,4 m de diferença de cota (Barrios et al, 1973)
- Melhorar a aeração





Distancia entre saltos de acordo com a declividade do terreno

| Declividade do Terreno (%) | Distancia entre os saltos (m) |
|----------------------------|-------------------------------|
| 0,5 | 80 |
| 1.0 | 40 |
| 1,5 | 27 |
| 2,0 | 20 |
| 3,0 | 14 |
| 4,0 | 10 |
| 5,0 | 8 |



Divisores de vazão

São obras destinadas a regular a derivar a quantidade de água que uma determinada área ou reservatório deve receber num determinado tempo, obedecendo a certas exigências hidráulicas.

- Alvenaria de tijolo (1:4;1:3)
- 15 a 25cm da soleira do canal;






Filtros

- Tem finalidade prevenir a entrada de detritos, peixes e outros organismos indesejáveis nos canais e tubulações de abastecimento.
- Empregados de acordo com o projeto.
 - Físicos
 - Filtros de tela
 - Tela rotativa
 - Areia
 - Biológicos



Os Sifões

- Estruturas em alvenaria de tijolo ou concreto, utilizados quando um canal necessita atravessar uma estrada ou outra passagem de nível servindo de obstáculo na superfície do solo.
- Comprimento/diâmetro < 300
- Comprimento/diâmetro < 500

- 
- Q = vazão
 - V = velocidade de escoamento (m/s)
 - S = seção de escoamento (m^2)
 - g = aceleração da gravidade
 - H = carga hidráulica inicial disponível (m)
 - C_d = coeficiente de descarga (tabelado)

$$V = 4,43\sqrt{H}$$

$$Q = C_d \times S \sqrt{2gH}$$



Dimensionamento de sifões

- **Dispensar as perdas de carga** nas galerias de montante e jusante, em virtude das grandes dimensões.
- Fazer tentativas de cálculo de descarga Q , supondo valores para o **diâmetro da tubulação e a diferença de nível** entre a soleira de montante e a de jusante (h)
- Quando a descarga calculada (Q) for aproximadamente igual a descarga dada (Q_d), o dimensionamento está satisfeito.



Valores práticos do coeficiente de descarga C_d segundo Fanning

| Comprimento/diâmetro | C_d |
|-----------------------------|-------------------------|
| 300 | 0,38 |
| 200 | 0,44 |
| 150 | 0,48 |
| 100 | 0,55 |
| 90 | 0,56 |
| 80 | 0,58 |
| 70 | 0,6 |
| 60 | 0,62 |
| 50 | 0,64 |
| 40 | 0,67 |
| 30 | 0,7 |
| 20 | 0,73 |
| 15 | 0,75 |
| 10 | 0,77 |