

# 5A — Captação de Águas Superficiais

TH028 – Saneamento Ambiental I

Curso de Engenharia Civil

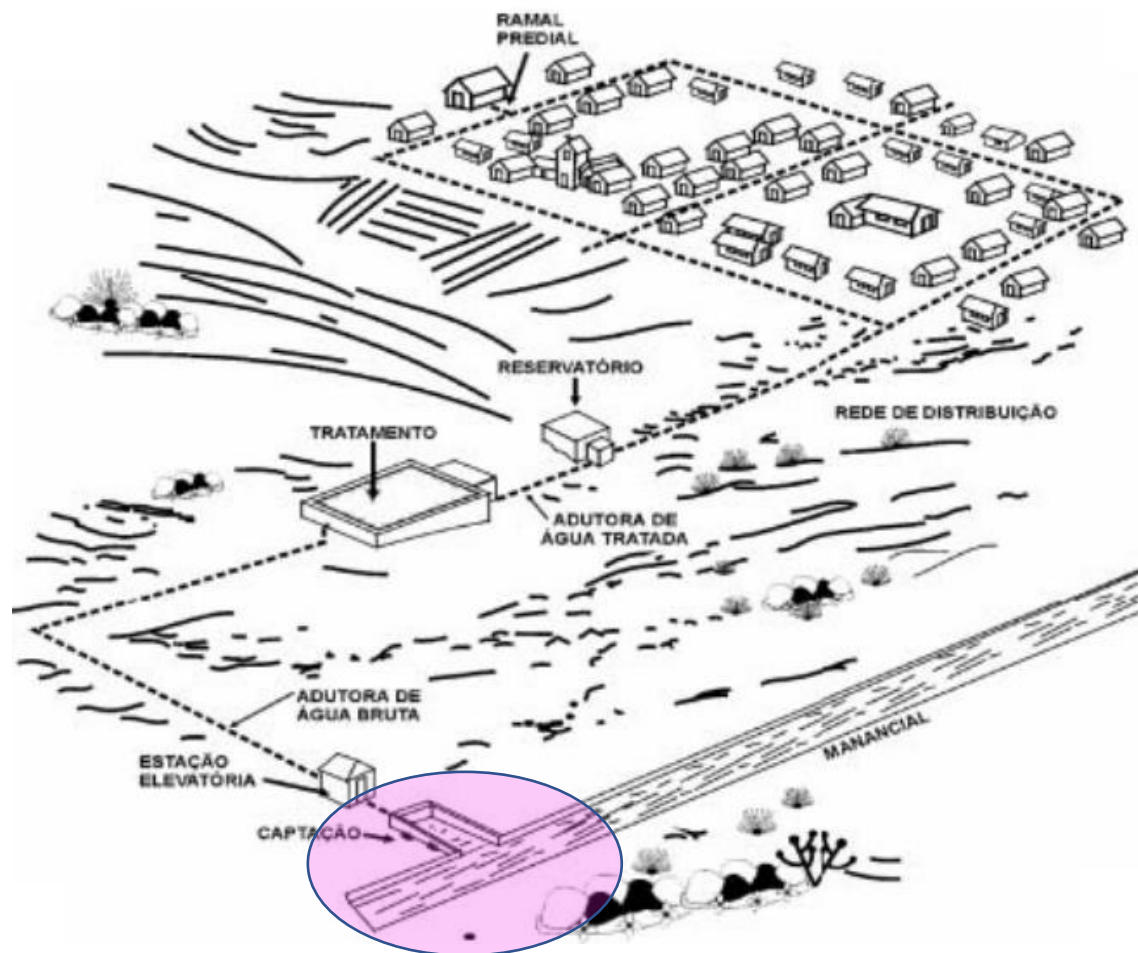


A

# Objetivos deste módulo

- Analisar formas de captação de água superficial
- Analisar tipos de tomadas de água
- Dimensionar partes constituintes da captação

# Captação de águas superficiais



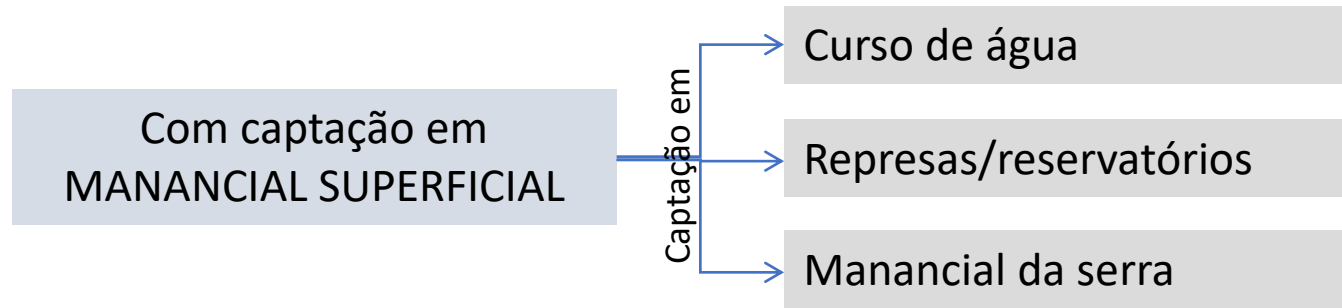
É um conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para retirada de água para suprir o sistema de abastecimento

**Manancial**

**Superficial:**

Córregos, rios, lagos e represas

# Alternativas de captação em manancial superficial



A



A

# Partes constituintes da captação

DISPOSITIVOS  
DE CONTROLE

CANAIS  
TUBULAÇÕES

TOMADA DE  
ÁGUA

BARRAGEM  
VERTEDOR  
ENROCAMENTO

GRADEAMENTO

DESARENADOR

# Escolha do tipo de captação

---



A

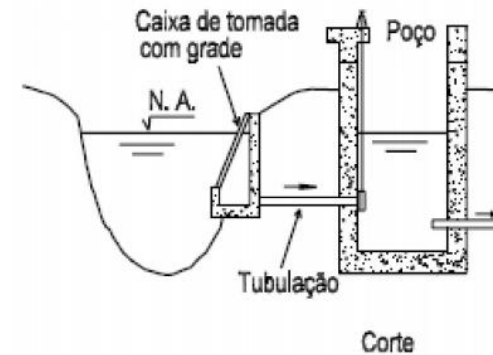
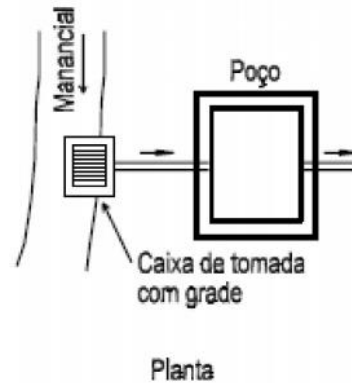
# Captação em cursos de água

- a) Variação do nível de água do corpo de água
- b) Vazão de captação e vazão do manancial
- c) Concentração de Sólidos Sedimentáveis em Suspensão
- d) Escolha do local de captação

## a) Variação do nível de água do corpo de água

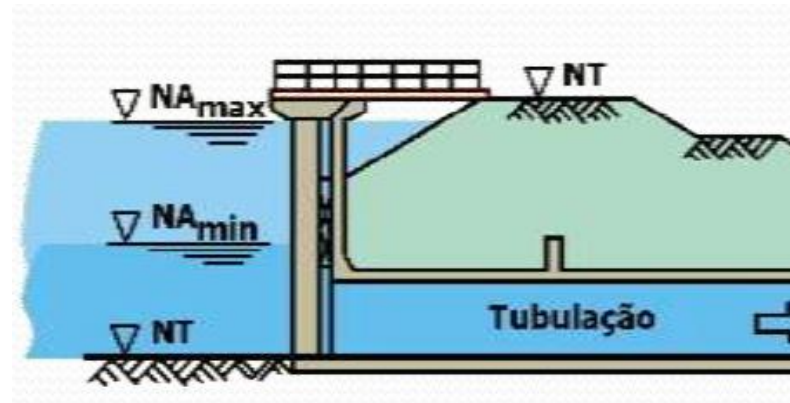
### Pequena variação

Caixa de tomada de água



### Grande variação

- Torre de tomada
- Captação flutuante



**Sistema de captação de água flutuante no rio Parauapebas (PA)**



A

## b) Vazão de captação e vazão do manancial

**Q demanda > Q média manancial**

→ Procurar outro manancial para atender a demanda ou completar vazão de demanda com outra fonte

**Q demanda < Q mín manancial**



**h profundo e grande lâmina de água**



Captação a fio d'água



Obras para elevar nível de água a uma cota pré-determinada



A

# Barragem/Represa

**$Q$  demanda <  $Q$  média manancial**  
E períodos do ano com:  
 **$Q$  demanda >  $Q$  mín manancial**

- Reservatório de regularização
  - Barragem/represa
- Grande Porte  
Material: Concreto

- Barragem de nível
  - Enrocamento
  - Vertedor
- Pequeno Porte

Só eleva o nível de água do manancial  
(não regulariza vazões)



A



Piraquara I  
Reservatório de regularização  
Foto em Abril/2009



A

# Barragem de Nível



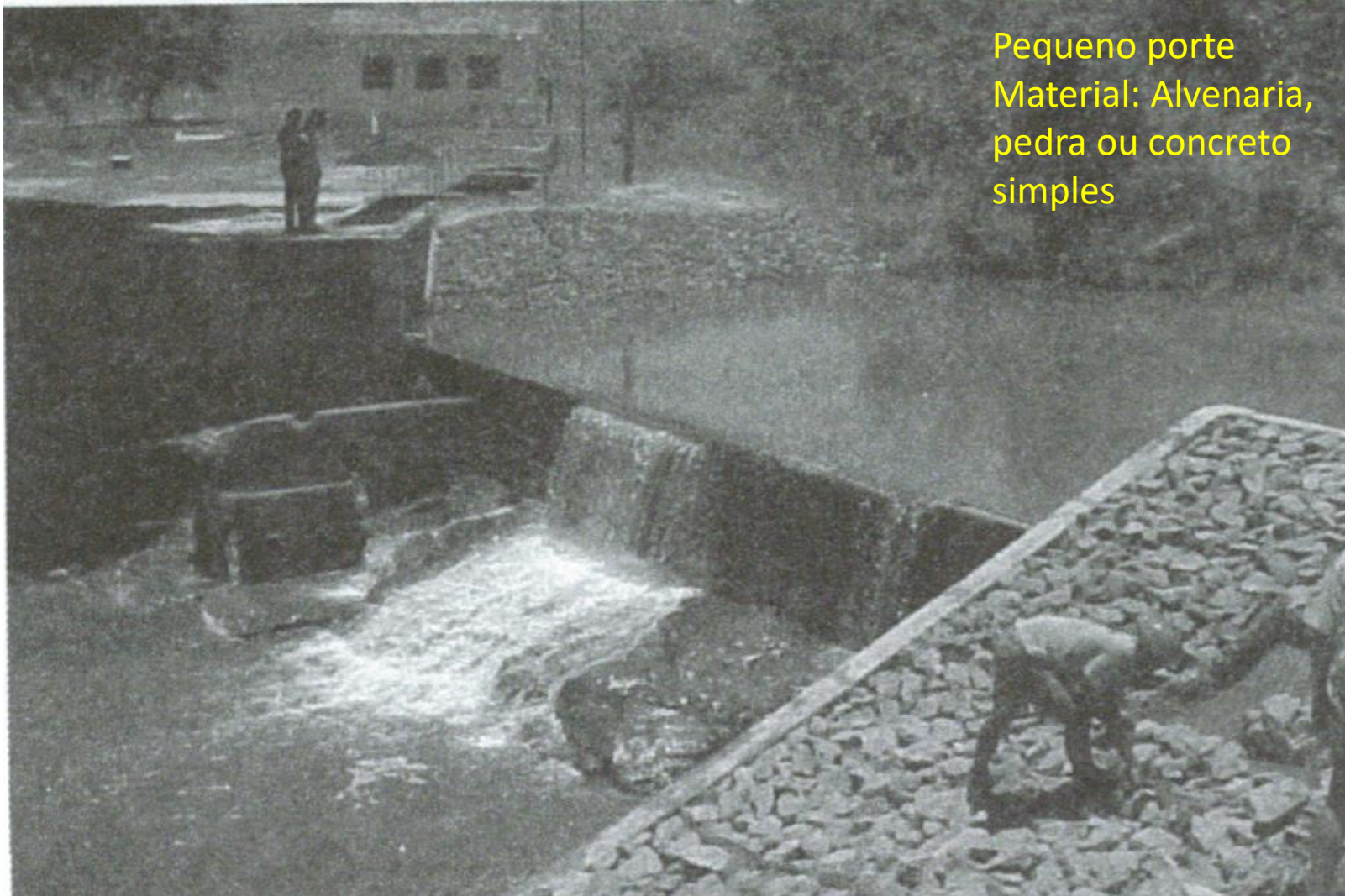
Pequeno porte  
Pequena altura  
Funciona como extravasor  
Material: Concreto

Fonte: Tsutiya, 2006



A

# Vertedor



Pequeno porte  
Material: Alvenaria,  
pedra ou concreto  
simples



A

# Enrocamento



Equivalente a Barragem de nível  
Material: Blocos de rocha

Fonte: Tsutiya, 2006

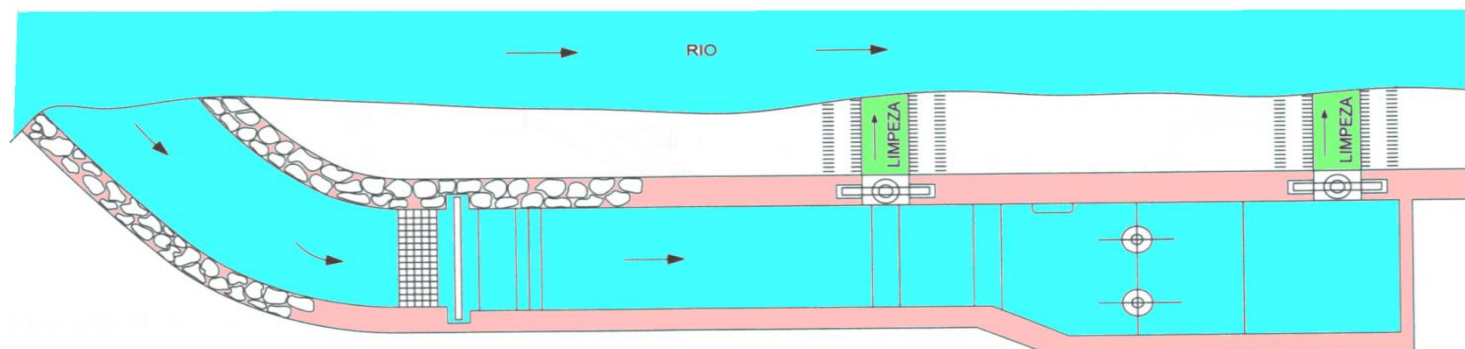
## c) Concentração de Sólidos Sedimentáveis em Suspensão

Transporte intenso:

$$C_{ss} > 1,0 \text{ g/L}$$

→ inserção de barragem oblíqua em relação ao eixo do rio

→ Localização da tomada de água em canal lateral

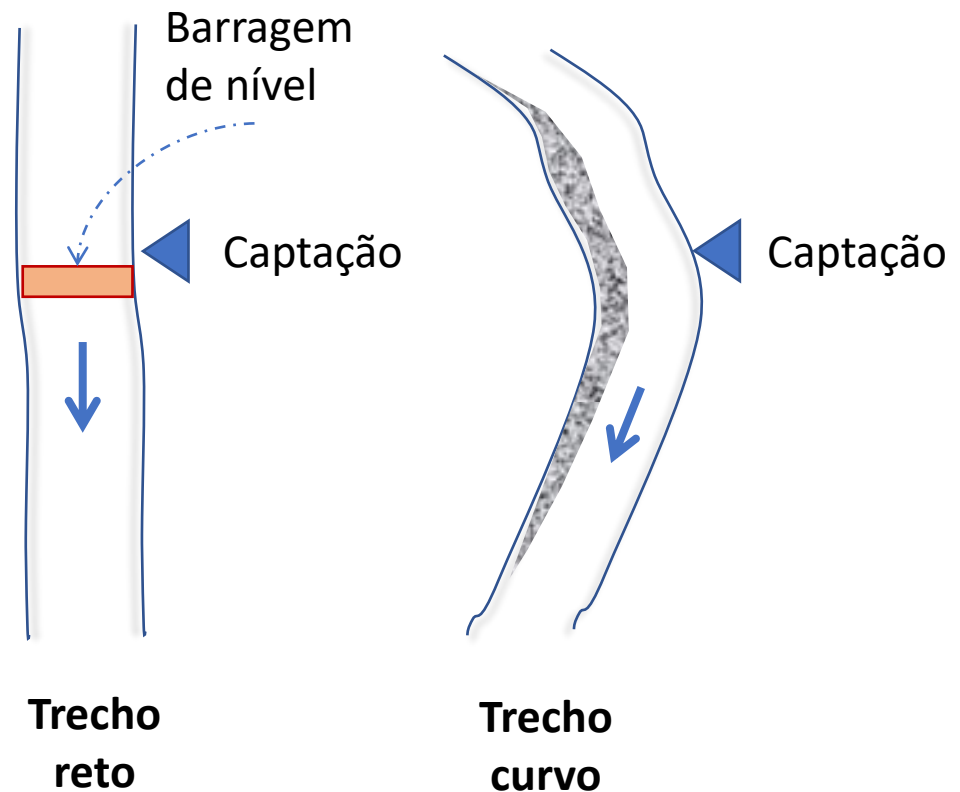


## d) Escolha do local de captação

### VERIFICAR:

- Características hidráulicas
- Geologia
- Áreas inundáveis
- Focos de poluição (existentes e potenciais)
- Processos de erosão e sedimentação
- Acesso ao local para manutenção e operação
- Necessidade de estabilização da seção do rio
- Energia elétrica
- Margens estáveis
- Locais sem formação de bancos de areia

### Importante inspeção local



# Tipos de tomada de água

---



A

# Tomada de água

Conjunto de dispositivo para conduzir água do manancial para demais partes



## Condições a serem obedecidas:

- **Velocidade nos condutos livres ou forçados  $> 0,60$  m/s**
- Nos casos em que possa ocorrer vórtice, prever dispositivo para evitar sua formação

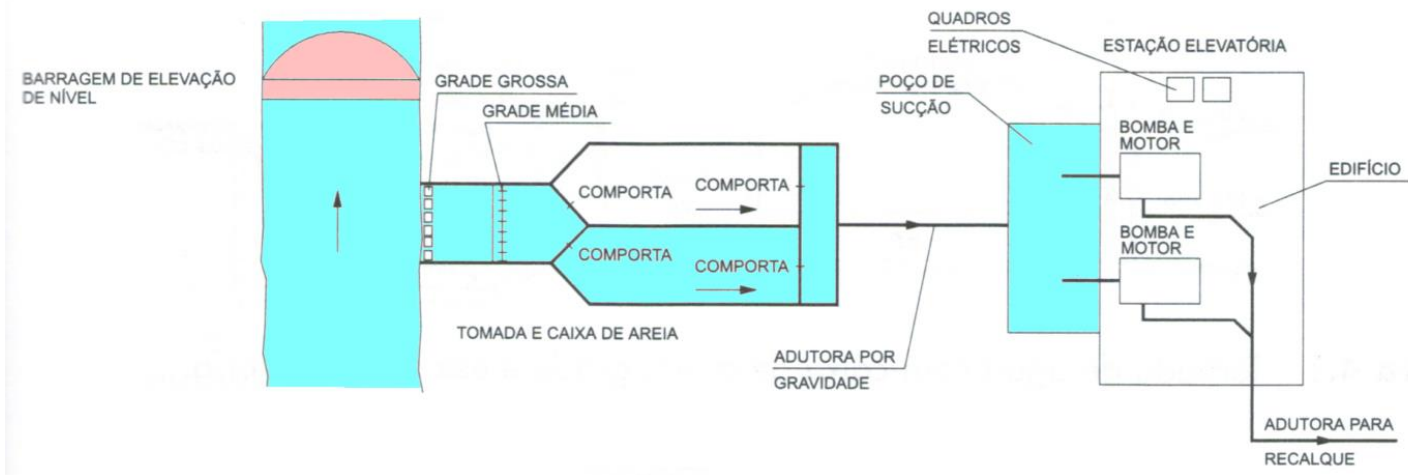
## Tipos:

- Tubulação simples
- Caixa de tomada
- Canal de derivação (médio e grande porte)
- Poço de derivação
- Tomada de água com estrutura em balanço
- Flutuantes (pequeno e médio porte)
- Torre de tomada (Grande porte)

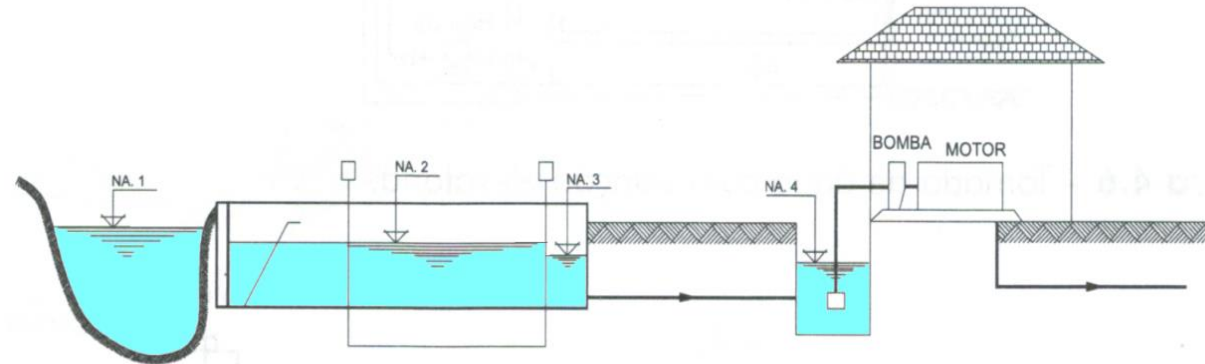
Barragem de nível → gradeamento → caixa de areia → EE

Tomada típica de água em cursos de água com **PEQUENA VARIAÇÃO DE NÍVEL DE ÁGUA:**

Planta:



Corte:



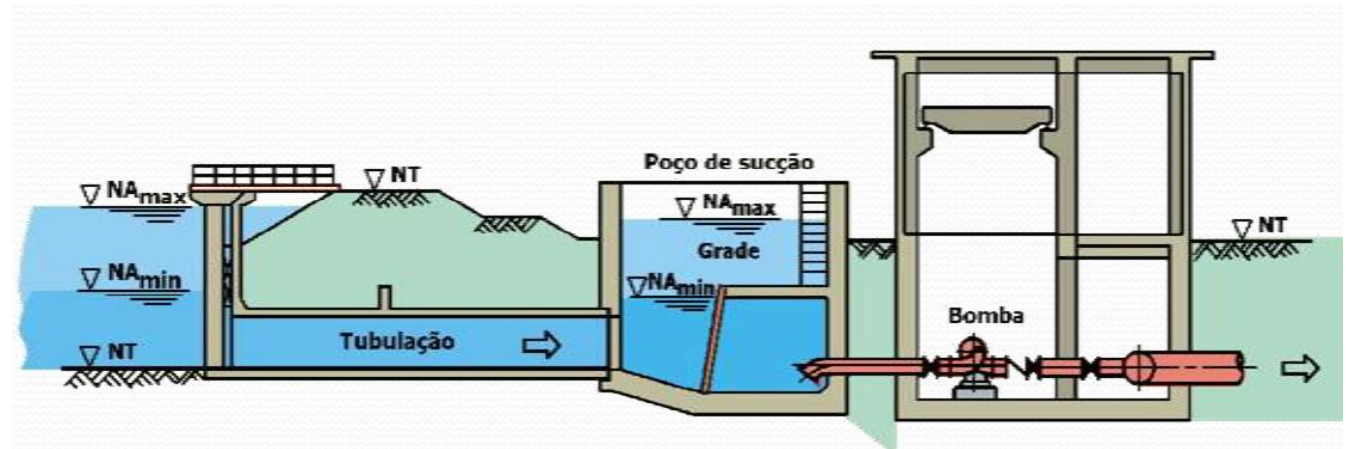
Fonte: Tsutiya, 2006



A

## Através de tubulação

- Tomadas em rios ou represas com **GRANDE VARIAÇÃO DE NÍVEL DE ÁGUA:**
- TORRE DE TOMADA
  - CAPTAÇÃO FLUTUANTE



Fonte: Tsutiya, 2006



A

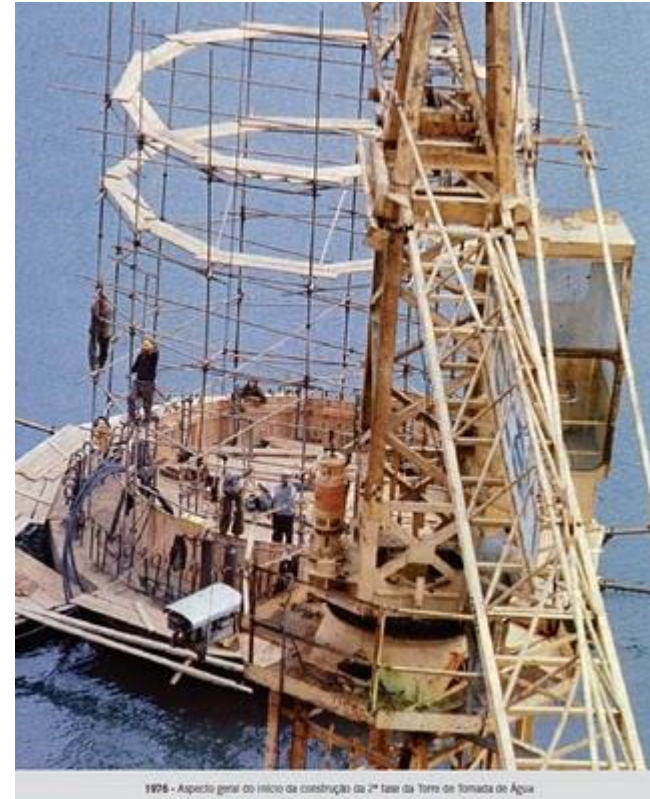




A



Barragem de Castelo do Bode (Lisboa)  
Torre de tomada

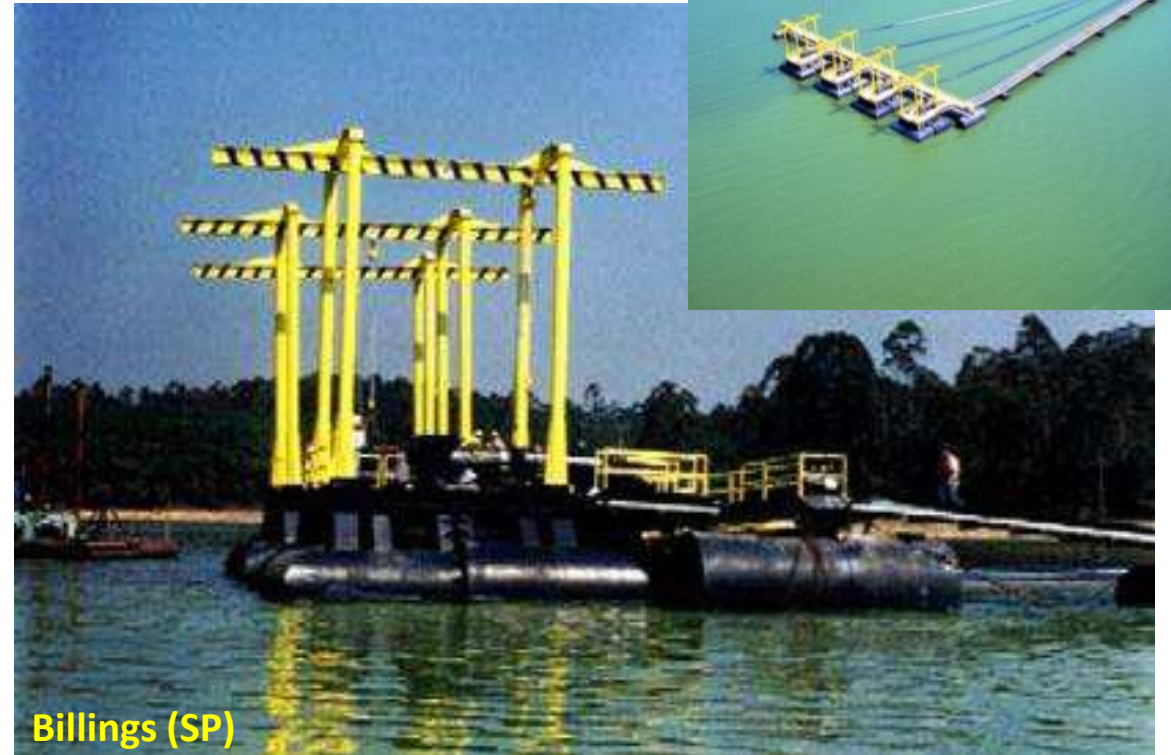


1976 - Aspecto geral do início da construção da 2ª fase da Torre de Tomada de Água

<http://castelodebode.blogspot.com/2010/04/subsistema-de-castelo-do-bode.html>



A

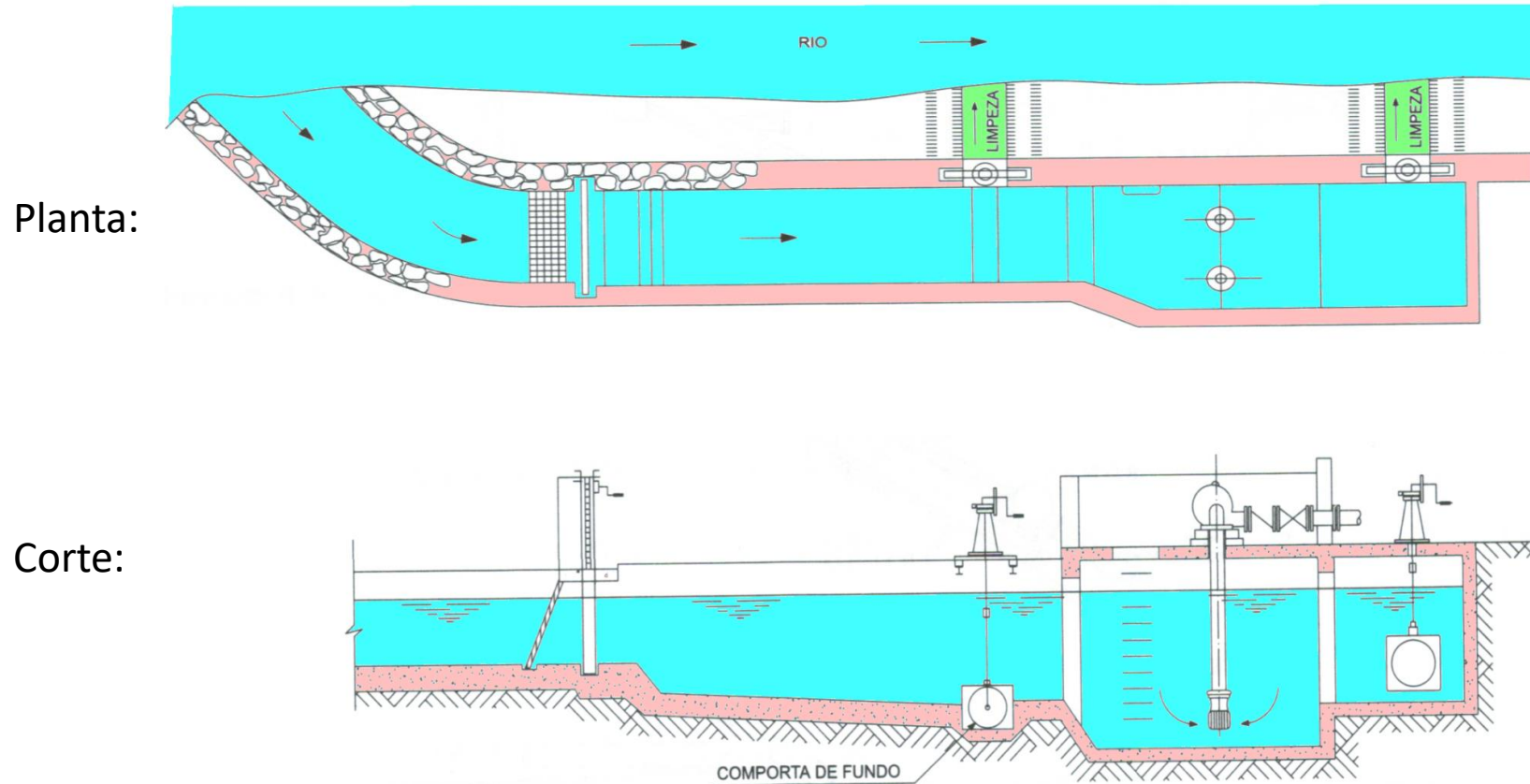




A

## Através de canal

O canal desvia parte da água do rio para a captação

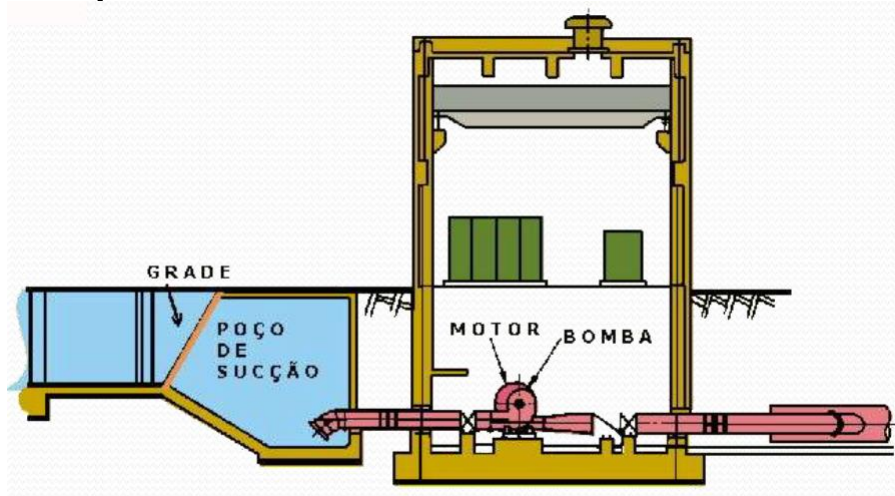


Fonte: Tsutiya, 2006



A

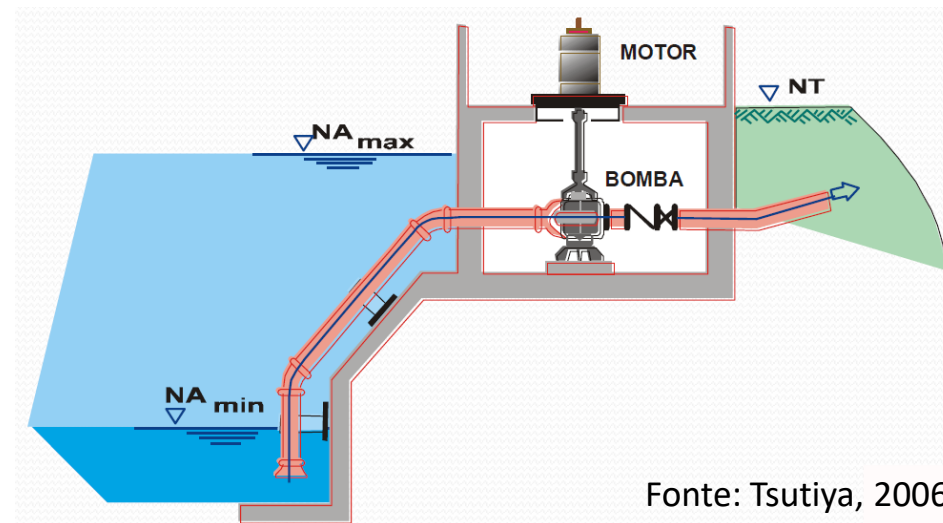
## Diretamente por bombas



Tomada de água com tubulação horizontal

Fonte: Tsutiya (2006); EPUSP

Tomada de água com tubulação vertical



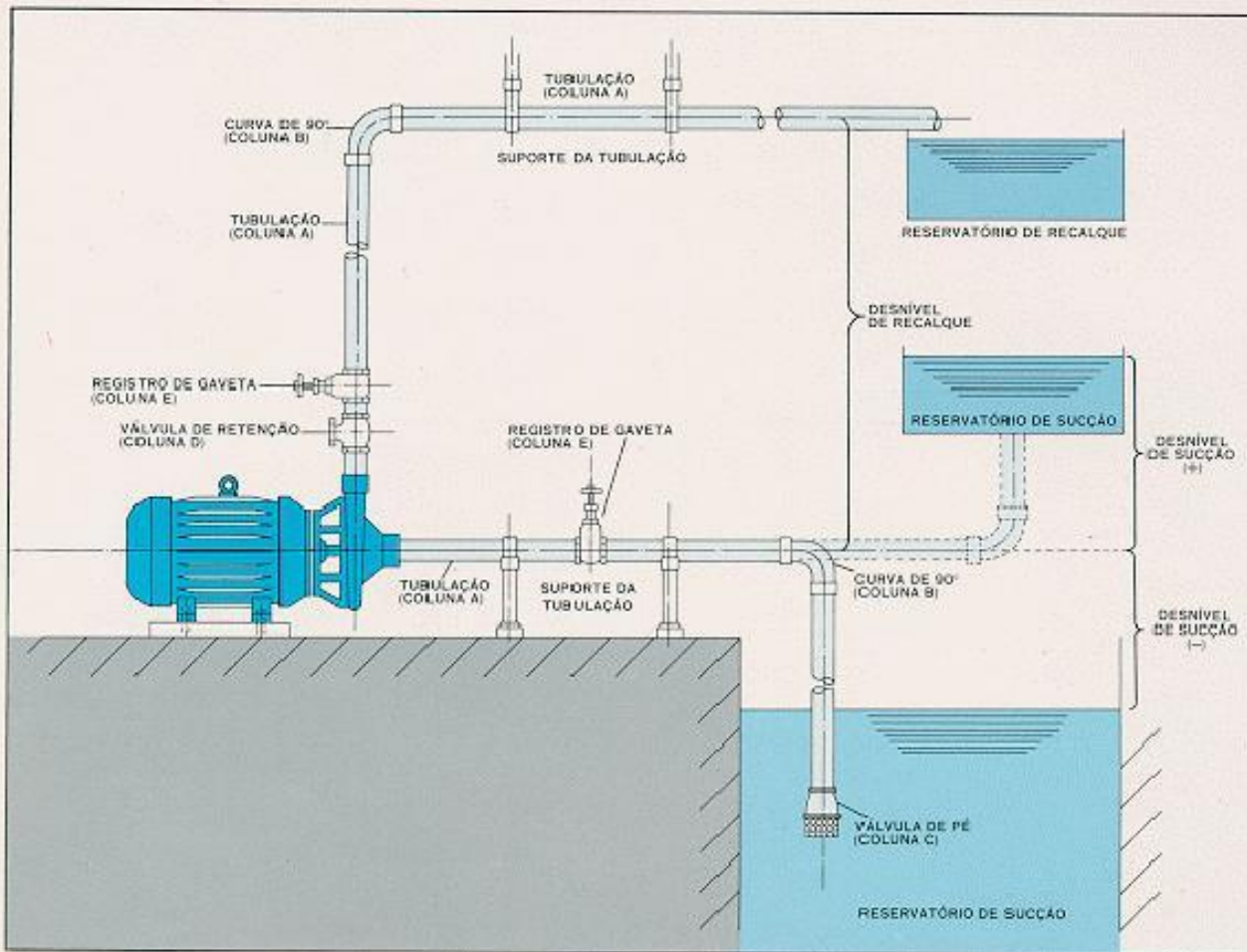
Fonte: Tsutiya, 2006



A



# Croqui de Instalação





A



São Leopoldo/RS  
Rio dos Sinos

[http://www.semae.rs.gov.br/novo//conteudo\\_semae.php?menuv=4](http://www.semae.rs.gov.br/novo//conteudo_semae.php?menuv=4)



Araras/SP  
Rio Mogi Guaçu

<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2014/06/com-captacao-do-mogi-menor-araras-quer-multar-por-desperdicio-de-agua.html>



A

# Exercício 1

1) Analise as vazões dos rios e indique o tipo de captação para cada caso:

Caso A:

$$Q_{\text{mín}} > Q_d$$

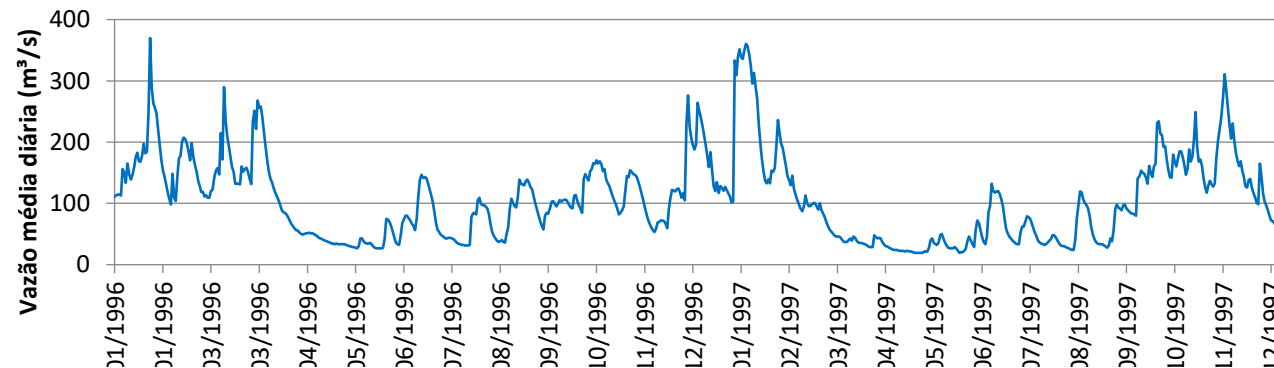
Caso B:

$$Q_{\text{mín}} < Q_d < Q_{\text{média}}$$

Caso C:

$$Q_{\text{média}} < Q_d$$

2) Qual é a vazão mínima?



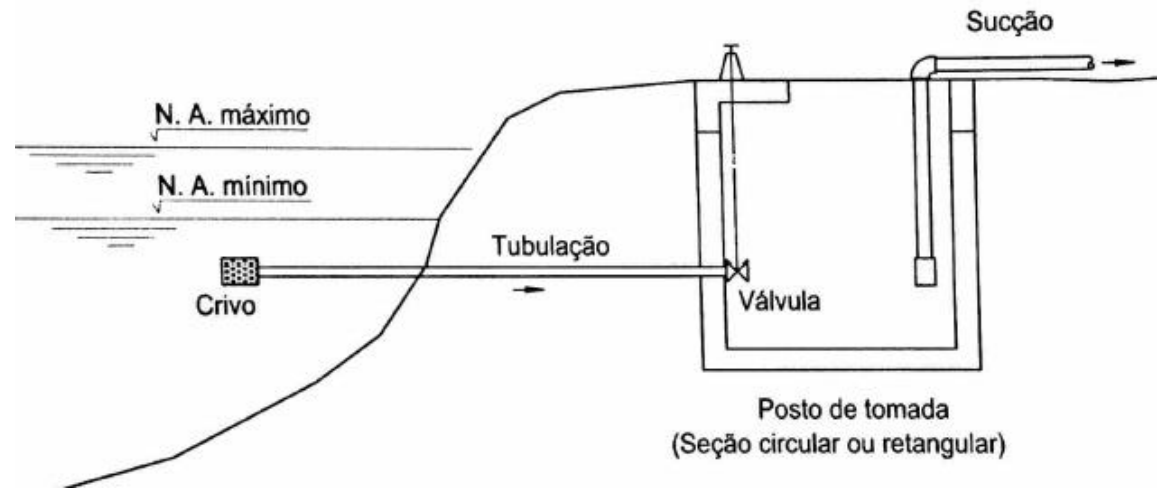


A

## Exercício 2

Fonte: Heller &  
Pádua (2010)

Dimensionar uma tubulação de tomada de uma captação de água de superfície destinada a uma comunidade com população de projeto de 2000 hab, com consumo per capita médio de água macromedido de 150 L/hab/d. Considere coeficiente de reforço do dia de maior consumo ( $k_1$ ) igual a 1,2; consumo da ETA de 3% do consumo da população. As unidades de produção de água deverão ser projetadas para funcionarem no máximo 16h/d. O comprimento da tubulação de tomada é de 5m, de ferro fundido revestido internamente com argamassa de cimento (C de Hazen-Williams de 130) e ela descarrega num poço de tomada (veja figura)



# Gradeamento

---



A

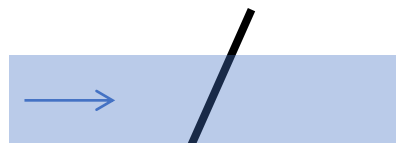
# Gradeamento

Impedir passagem de material flutuante para dentro do sistema

	Grades grosseiras	Grades finas	Telas
	Cursos de água sujeitos a regime torrencial		
Dimensão dos materiais a serem retidos:	> 7,5 cm	< 7,5 cm	
Espaçamento entre barras:	7,5 – 15 cm	2 – 4 cm	8 – 16 fios/dm
Espessura das barras	3/8" (0,95cm) 7/16" (1,11cm) 1/2" (1,27cm)	1/4" (0,64cm) 5/16" (0,79cm) 3/8" (0,95cm)	

## Limpeza manual:

Inclinação para jusante em relação à horizontal de 70° a 80°



## Limpeza mecanizada:

Q > 500 L/s

Quando necessidade de limpezas frequentes



# Dimensionamento

NBR 12213/92

## Área de abertura das grades

Seção de passagem referente ao nível mínimo de água  $\geq 1,7 \text{ cm}^2$  para cada L/min de vazão captada, de modo que a velocidade resultante  $\leq 10 \text{ cm/s}$

## Perda de carga (h) nas grades e telas:

h: perda de carga (m)

$$h = k \frac{v^2}{2g}$$

v: velocidade média de aproximação (m/s), considerando como obstruída 50% da respectiva seção de passagem (velocidade de aproximação é a velocidade da água na seção imediatamente a montante da grade ou tela)

K: coeficiente de perda de carga, em função dos parâmetros geométricos das grades ou telas (grandeza adimensional)

# Coeficiente de perda de carga (k) nas grades e telas:

$$h = k \frac{v^2}{2g}$$

## Grades:

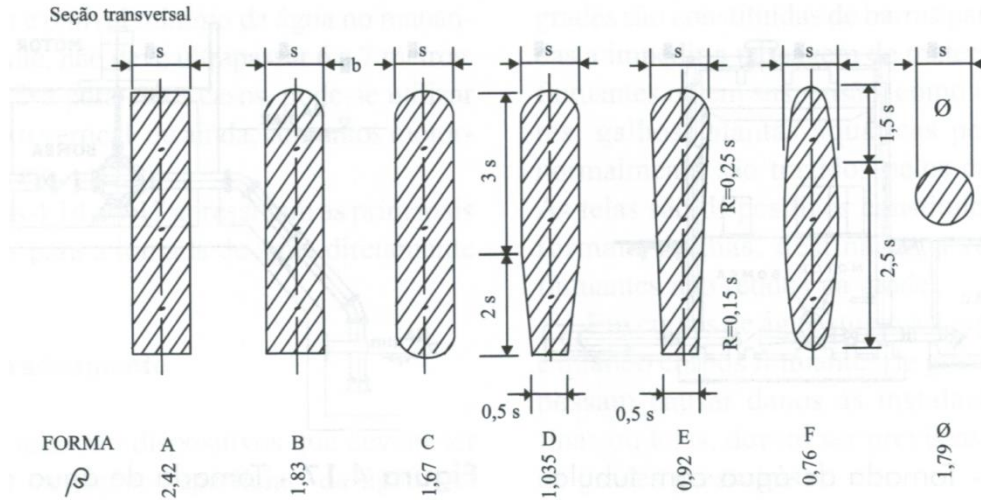
$$k = \beta \left( \frac{s}{b} \right)^{1,33} \text{sen} \alpha$$

s: espessura das barras

b: distância livre entre barras

α: ângulo da grade em relação à horizontal

β: coeficiente, função da forma da barra:



## Telas:

$$k = 0,55 \frac{1 - \varepsilon^2}{\varepsilon^2}$$

**Porosidade (ε): razão entre área livre e a área total da tela**

Tela de malha quadrada:  $\varepsilon = (1 - nd)^2$

Tela de malha retangular:  $\varepsilon = (1 - n_1d_1) (1 - n_2d_2)$

n: número de fios por unidade de comprimento

d: diâmetro dos fios



A

## Exercício 3

Fonte: Heller &  
Pádua (2010)

Dimensionar uma tomada de água para vazão de captação de 20 L/s num ribeirão que apresenta regime de escoamento torrencial em períodos de chuva, com transporte de sólidos flutuantes de grandes dimensões. As alturas das lâminas de água mínima e máxima são, respectivamente, de 0,70m e 1,60m. Discutir tipo de tomada de água.



A

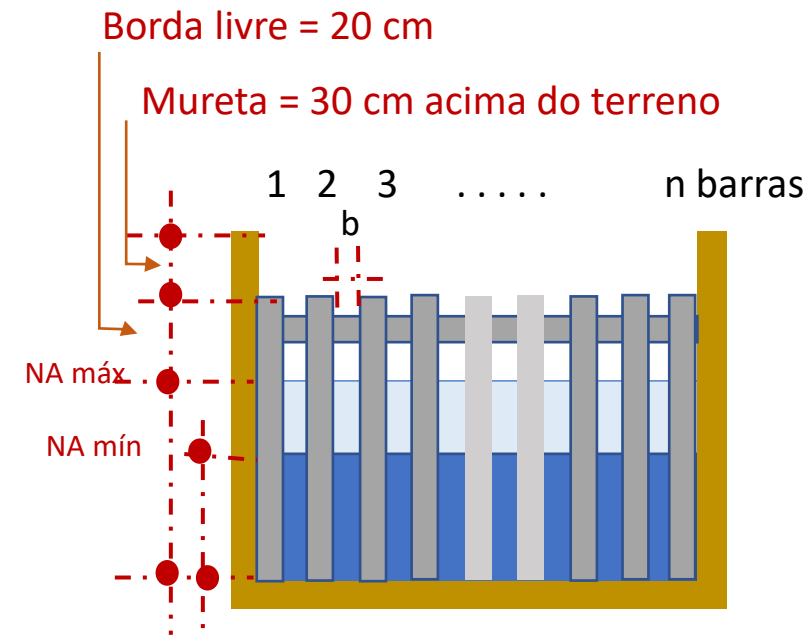
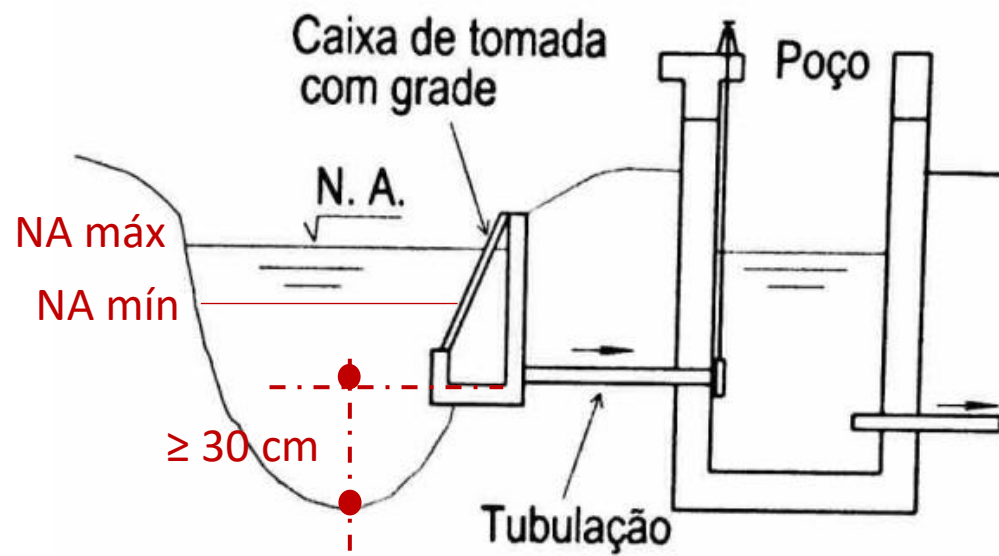
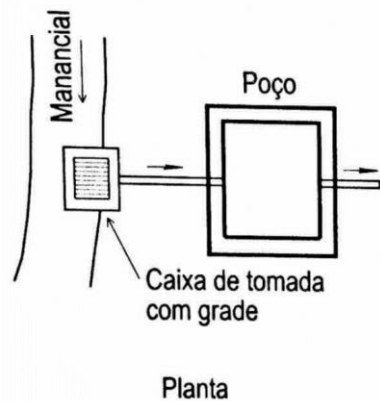
### Solução:

Utilizando caixa de tomada.

Laje de fundo da caixa de tomada colocada 0,40m acima do leito do curso de água.

As alturas das lâminas de água mínima e máxima do ribeirão sobre a laje resultam, respectivamente, 0,30m e 1,20m.

Dimensionar a grade da caixa de tomada.



# Desarenador

---

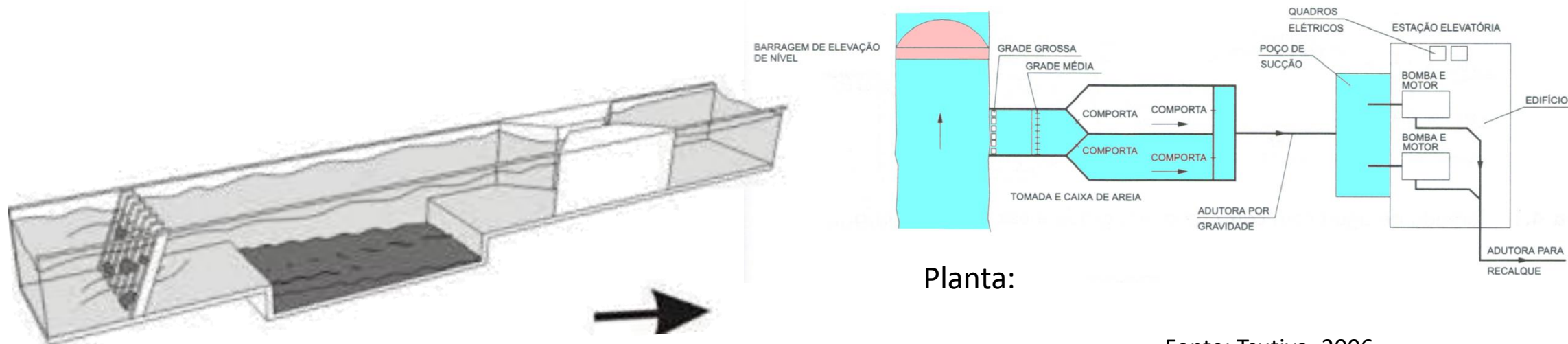
# Desarenador ou Caixa de Areia

Dispositivo destinado a remover da água partículas, com velocidade de sedimentação igual ou superior a um valor prefixado – Processo de sedimentação

**Finalidade:** Não permitir entrada de areia no sistema

**Recomendado:** 2 desarenadores, sendo 1 de reserva (para facilidade de limpeza).

Dimensionamento de cada desarenador para  $Q_{\text{final de plano}}$



Fonte: Tsutiya, 2006

# Desarenador ou Caixa de Areia

Velocidade longitudinal

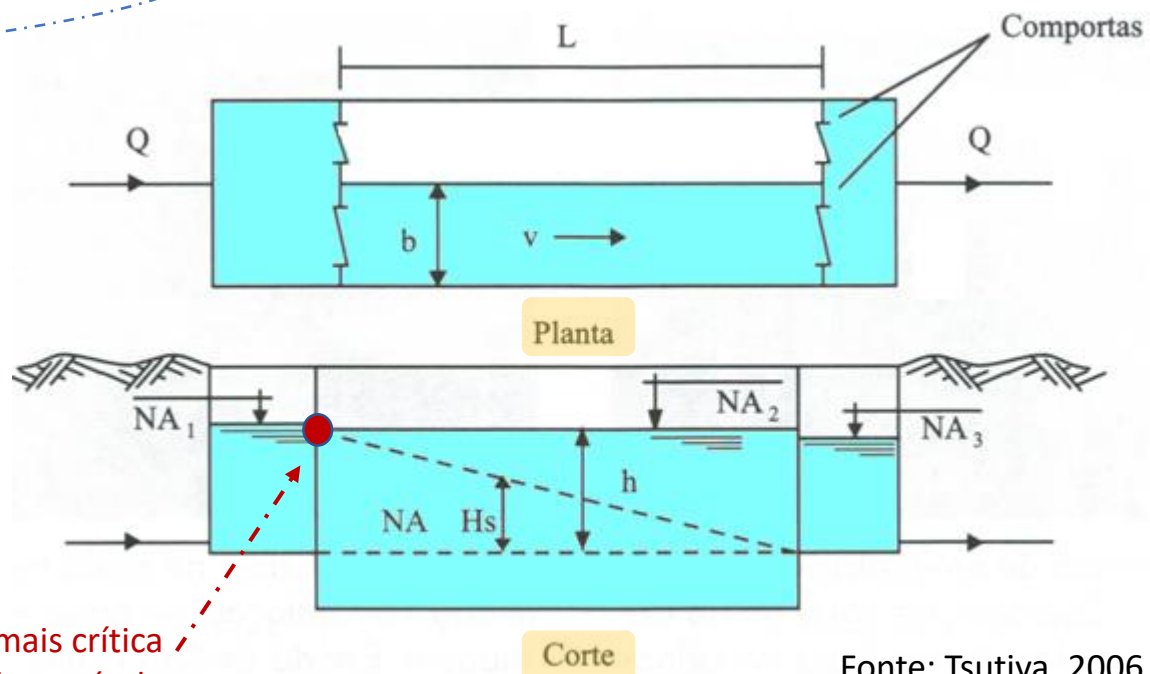
$$v = \frac{L}{t} = \frac{Q}{bh} \rightarrow h = \frac{Qt}{bL} = \frac{Qt}{A}$$

Velocidade de sedimentação

$$v_s = \frac{h}{t} = \frac{Qt/A}{t} = \frac{Q}{A}$$

$$v_s = \frac{Q}{A}$$

Sendo  $A = bL$

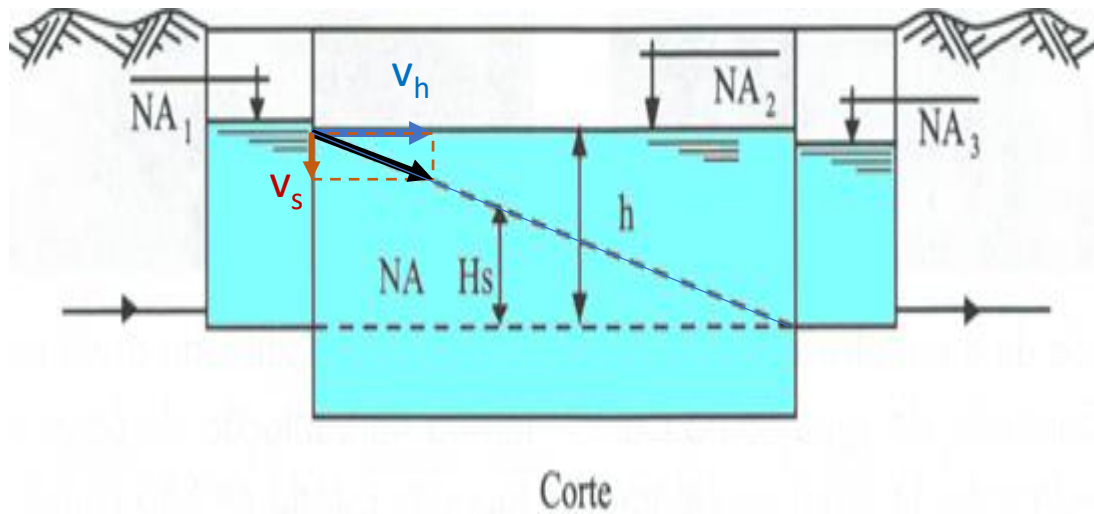


Fonte: Tsutiya, 2006

## Cenário de dimensionamento:

- V escoamento longitudinal:  $v_h \leq 0,30 \text{ m/s}$
- V crítica de sedimentação da partícula:  $v_s \leq 0,021 \text{ m/s}$

(p/ remoção de partículas  $c/ d \geq 0,2\text{mm}$ )



Diâmetro do grão (mm)	Velocidade terminal de sedimentação (cm/s)	
	Hazen (T=10°C)	Azevedo Netto (T=20°C)
1,00	10,0	
0,80	8,3	
0,60	6,3	
0,50	5,3	
0,40	4,2	
0,30	3,2	4,3
0,20	2,1	2,4
0,15	1,5	
0,10	0,8	0,9
0,01		0,01
0,001		0,0001

Fonte: apud Heller & Pádua (2010)



A

- Comprimento do desarenador, obtido atendendo condições anteriores, multiplicar por **coeficiente de segurança  $\geq 1,5$**  → para compensar turbulência na entrada e saída da caixa de areia
- Relação  **$L/b \geq (3 \text{ a } 4)$**  → para evitar curtos-circuitos
- **$b \geq 0,5 \text{ m}$**  → para possibilitar facilidade de construção e operação

Pode-se adotar largura em função da altura (Tabela ao lado), observando que essa altura não compreende somente a lâmina de água, mas do desnível total entre a laje de fundo do desarenador e a superfície do terreno.

Altura total (m)	Largura mínima (m)
< 1,00	0,60
1,00 – 2,00	0,90
2,00 -4,00	1,20
> 4,00	2,00

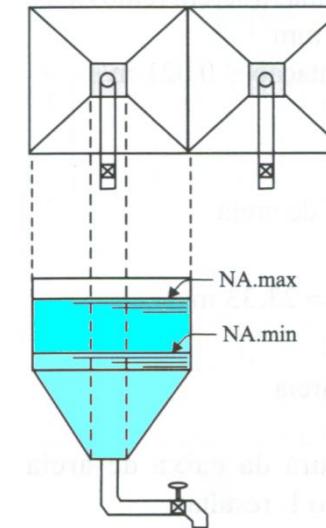
Fonte: Heller & Pádua (2010)

- Desarenador de nível variável: considerar condições de operações para níveis máximos e mínimos



A

- Remoção de areia da caixa:
  - Hidráulica: tubulação no fundo de tronco de pirâmide
  - Equipamentos: bombas tipo draga
  - Manual:
    - depósito capaz de acumular mínimo equivalente a 10% do volume do desarenador
    - Largura mínima que permita acesso e limpeza



Fonte: Tsutiya, 2006



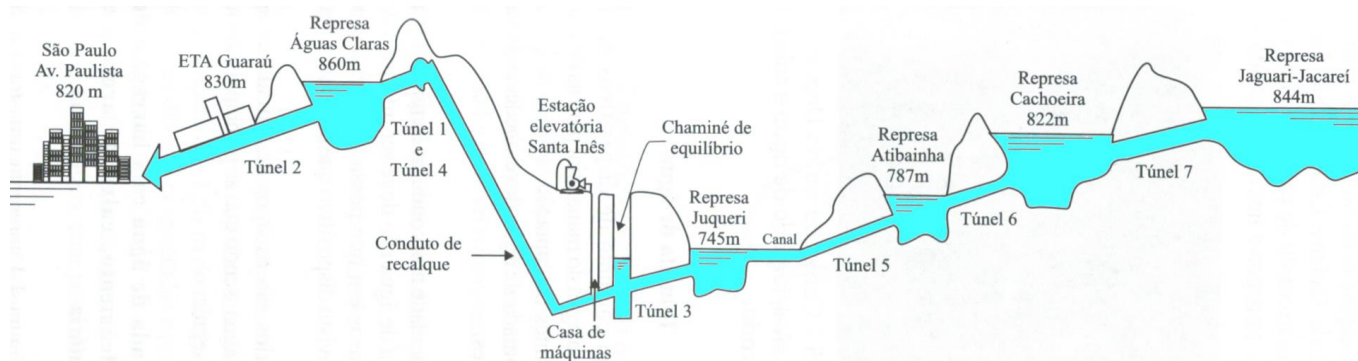
A

## Exercício 4

Fonte: Heller &  
Pádua (2010)

Dimensionar um desarenador para a vazão de projeto de 20 L/s, a ser construído anexo à captação de água de um ribeirão. No ponto escolhido para a captação, o NA mínimo do ribeirão apresenta altura de 0,95m em relação ao seu leito. Já no local previsto para a construção do desarenador, a superfície do terreno fica a 1,25m acima do NA mínimo do ribeirão. As partículas a serem removidas possuem diâmetro médio  $\geq 0,2$  mm.

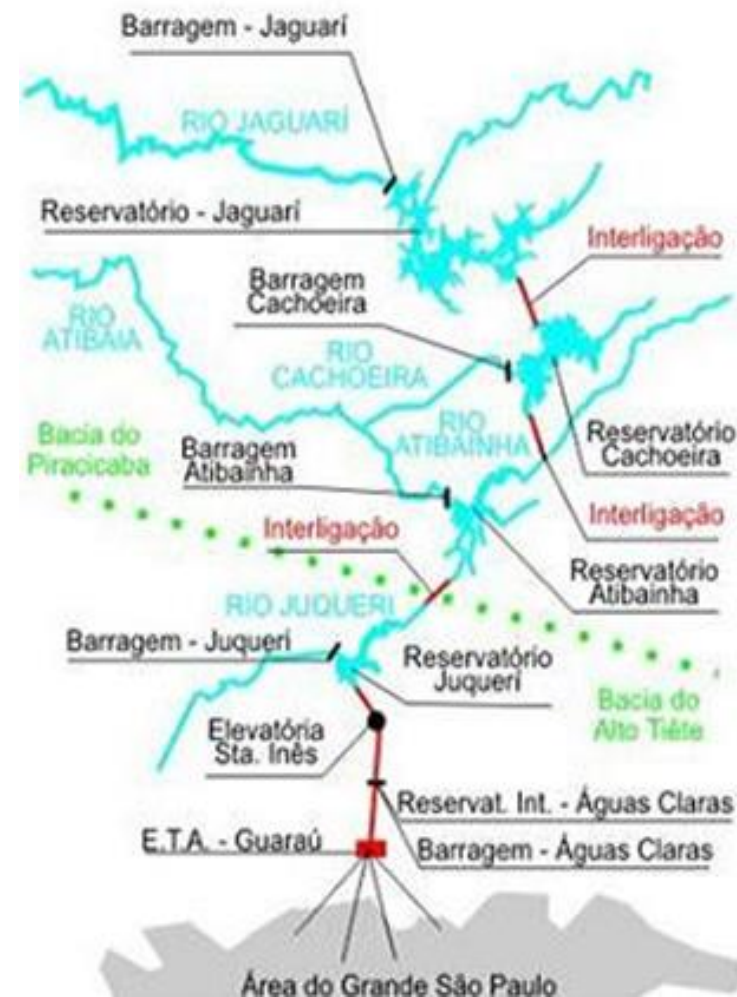
# Alguns sistemas



Desenho esquemático do Sistema Cantareira

Fonte: SABESP, 2002 (apud Tsutiya, 2006)

Ver outros desenhos em Tsutiya (2006) e Heller & Pádua (2010)



# Breve histórico do sistema público de abastecimento de água da RMC

Fonte: adaptado de Sanepar, 2005

Ano	Mananciais	(L/s)
1908	<b>Mananciais da Serra</b> (cabeceiras do rio Piraquara). 150 L/s até o reservatório do Alto São Francisco	150
1945	<b>Captação do Iraí</b> e a ETA Tarumã (500 L/s), posteriormente ampliada para 800 L/s. (Desde então os “Mananciais da Serra” passaram a abastecer apenas a cidade de Piraquara) (ETA Tarumã desativada em 2004)	800
1968	<b>Captação Iguaçu</b> , junto à BR-277 e a ETA respectiva	3000
1978	Construída a barragem do <b>reservatório Piraquara I</b>	
1982	Barragem do rio <b>Passaúna</b> foi concluída em 1982, com sua captação e ETA de capacidade nominal 500	2000
1989	L/s, ampliada em 1989 para 2000 L/s. O sistema Passaúna não é interligado com os outros dois.	
2000	Entrou em operação o <b>reservatório do Iraí</b>	
2002	Inaugurada a nova <b>ETA Iraí</b> , ao lado da captação (ETA Tarumã foi desativada em agosto de 2004)	
2008	<b>ETA Miringuava</b> (2.000 L/s)	
2008	Inauguração da <b>barragem Piraquara II</b>	
	<b>Aquífero Karst</b> para contribuição ao sistema integrado, com previsão de se extrair até 600 L/s no município de Colombo, no entanto, somente são utilizados 120 L/s para o sistema integrado (Colombo-sede e Fervida).	120

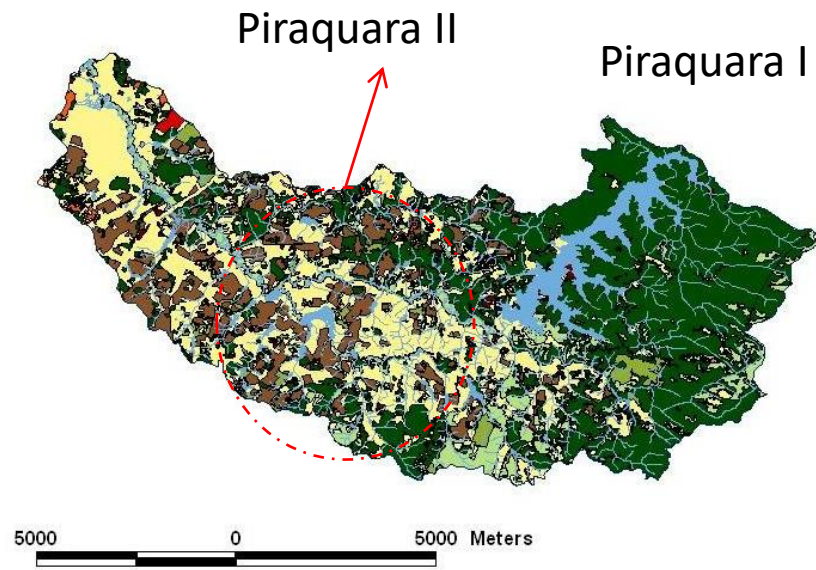
## Pólos de produção existentes e os respectivos mananciais na RMC

Sistema	Pólos de produção	Mananciais
Sistema do Altíssimo Iguaçu	Pólo de Produção P1	<b>Captação Iraí</b> , sendo alimentado pelo reservatório Iraí (formado pelos rios Cangüiri, Timbu , Curralinho e Cerrado) e pelos rios Iraizinho e Piraquara (margem esquerda).
	Pólo de Produção P2	O Pólo de Produção P2 é ligado à <b>captação Iguaçu</b> , que é alimentada pelas sobras da captação Iraí, mais os rios Itaqui e Pequeno (margem esquerda).
	Pólo de Produção P3	Reservatório do <b>Passaúna</b> , formado pelo rio Passaúna e seus afluentes, num ponto que delimita uma bacia de 145 km <sup>2</sup> , a montante do Distrito de Tomaz Coelho.
	Produção do Aquífero Karst	4 poços tubulares situados na sede municipal de Colombo e 4 poços tubulares na localidade de Fervida, no Município de Colombo, abastecendo sua sede e a região de São Gabriel.

Fonte: adaptado de Sanepar, 2005

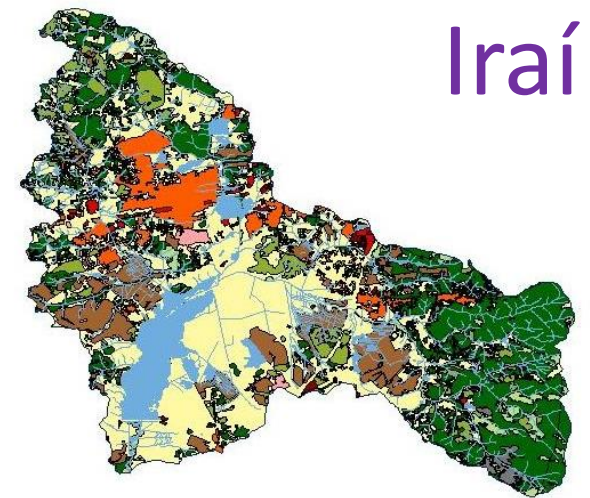


A



- AFLORAMENTO ROCHOSO
- AGUA
- AREA ALAGADA
- AREA INDUSTRIAL
- AREA URBANA BAIXA
- CAMPO
- CULTURA TEMPORARIA
- MINERACAO/OUTROS
- SOLO EXPOSTO
- VEGETACAO ARBOREA NATURAL
- VEGETACAO ARBOREA PLANTADA
- VEGETACAO ARBUSTIVA NATURAL
- VILA

Piraquara



Iraí

# Mananciais da Serra – Piraquara/PR



A

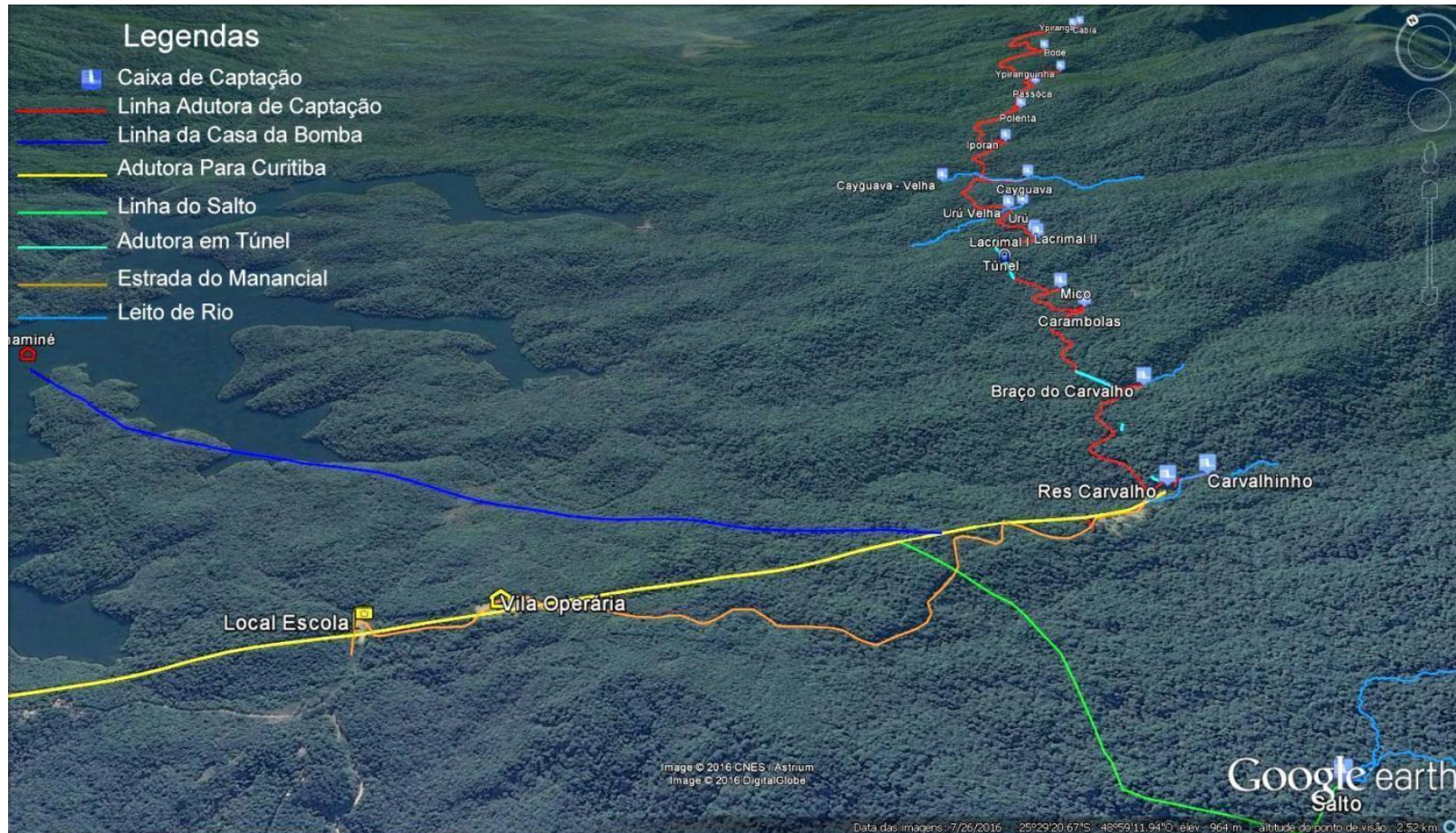


A





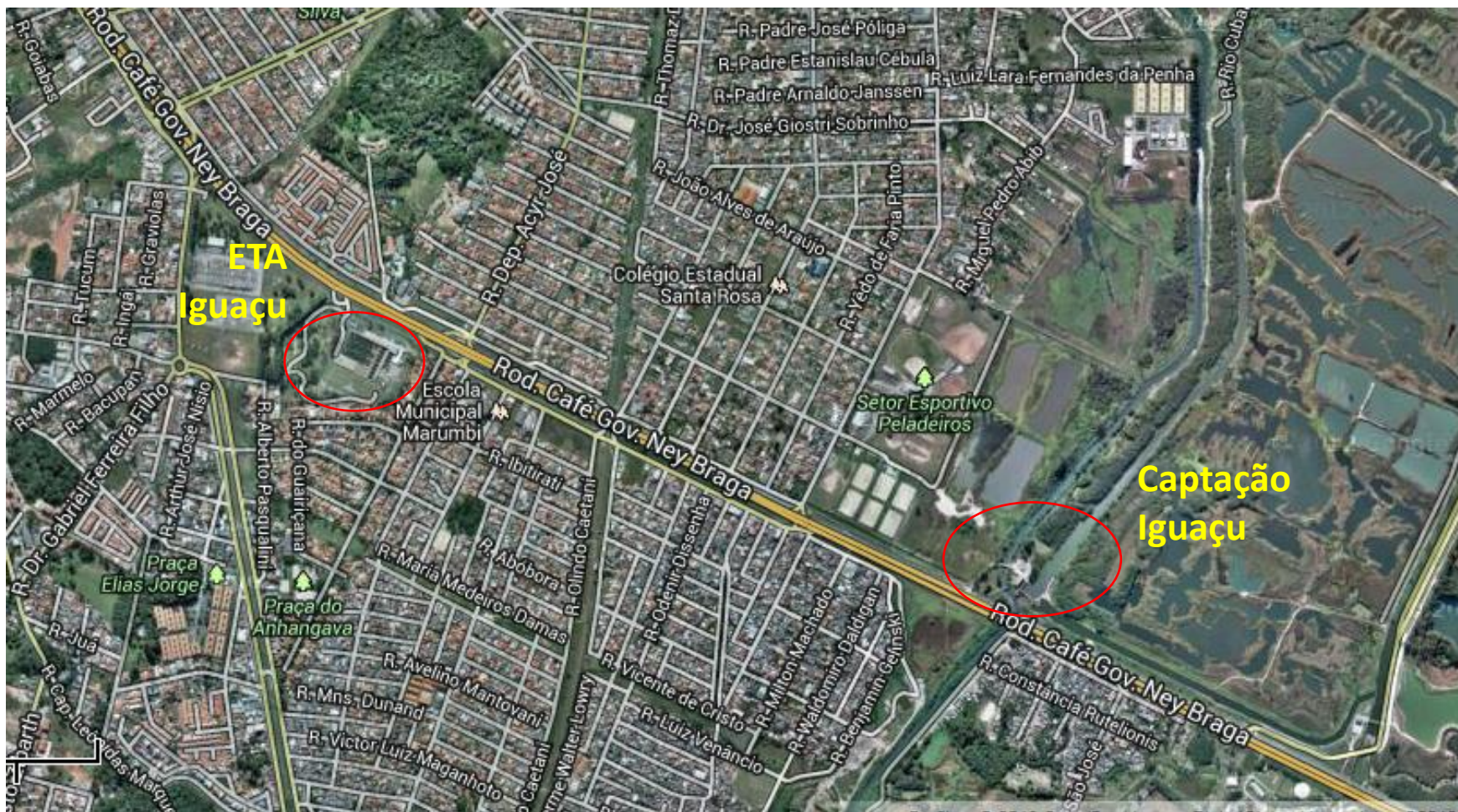
A



Manancial da Serra



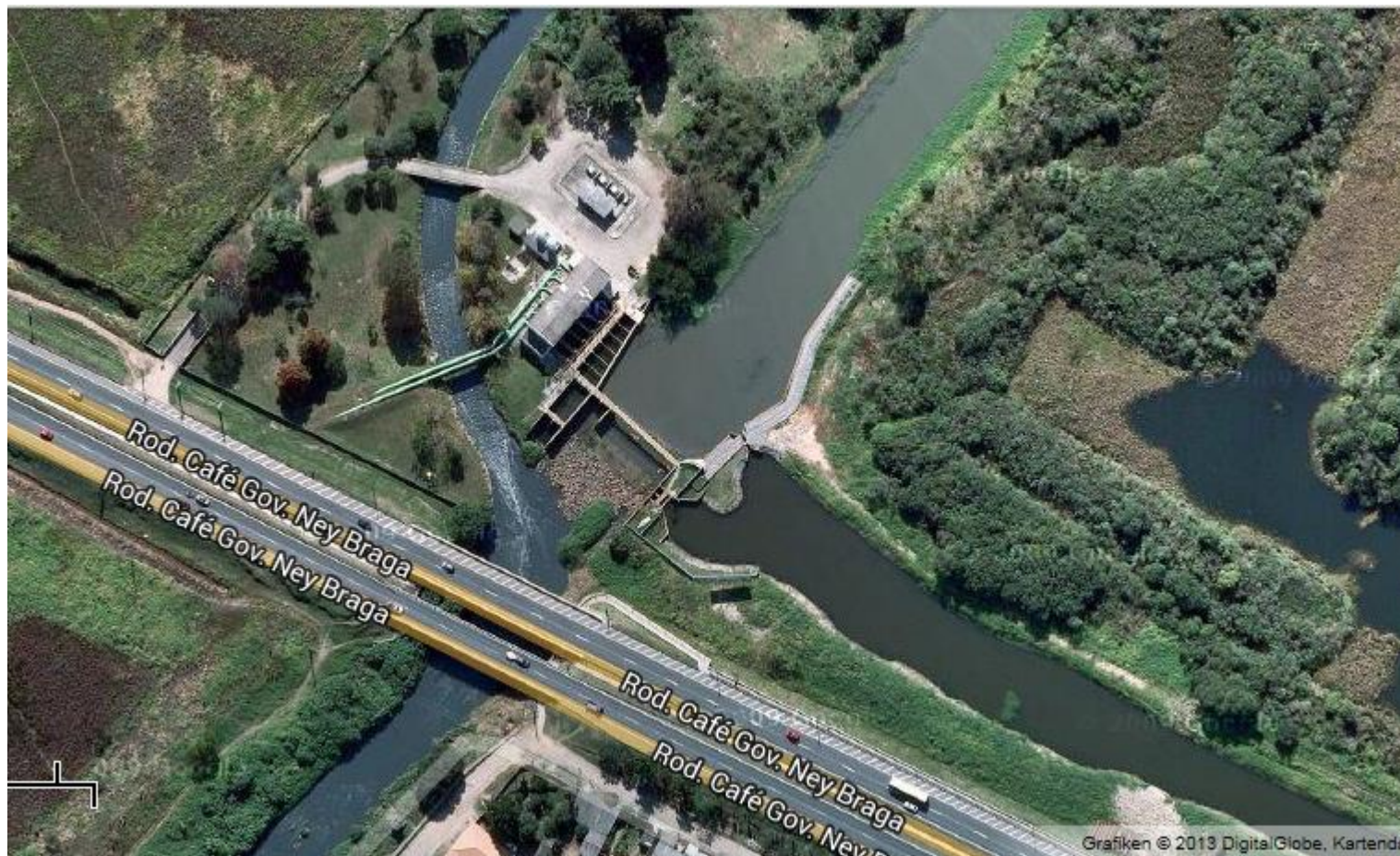
A





A

# Captação Iguaçu





A

## Captação no rio Iguaçu - Sanepar



Monteiro et al. (2007)



A

# Estudo

- Ler norma pertinente: **NBR 12 213** – Projeto de Captação de Água de Superfície para Abastecimento Público, promulgada em 1992
- Ver em Tsutiya (2006), cap.4, outras configurações de tomadas de água
- Ler capítulo referente à captação em Heller & Pádua (2010)



A

# Literatura

- Tsutiya, Milton Tomoyuki. 2006. Abastecimento de Água. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 643p. 4ª. Edição
- Heller & Pádua. 2010. Abastecimento de água para consumo humano. 2ª. Edição revista e atualizada. Belo Horizonte: Editora UFMG