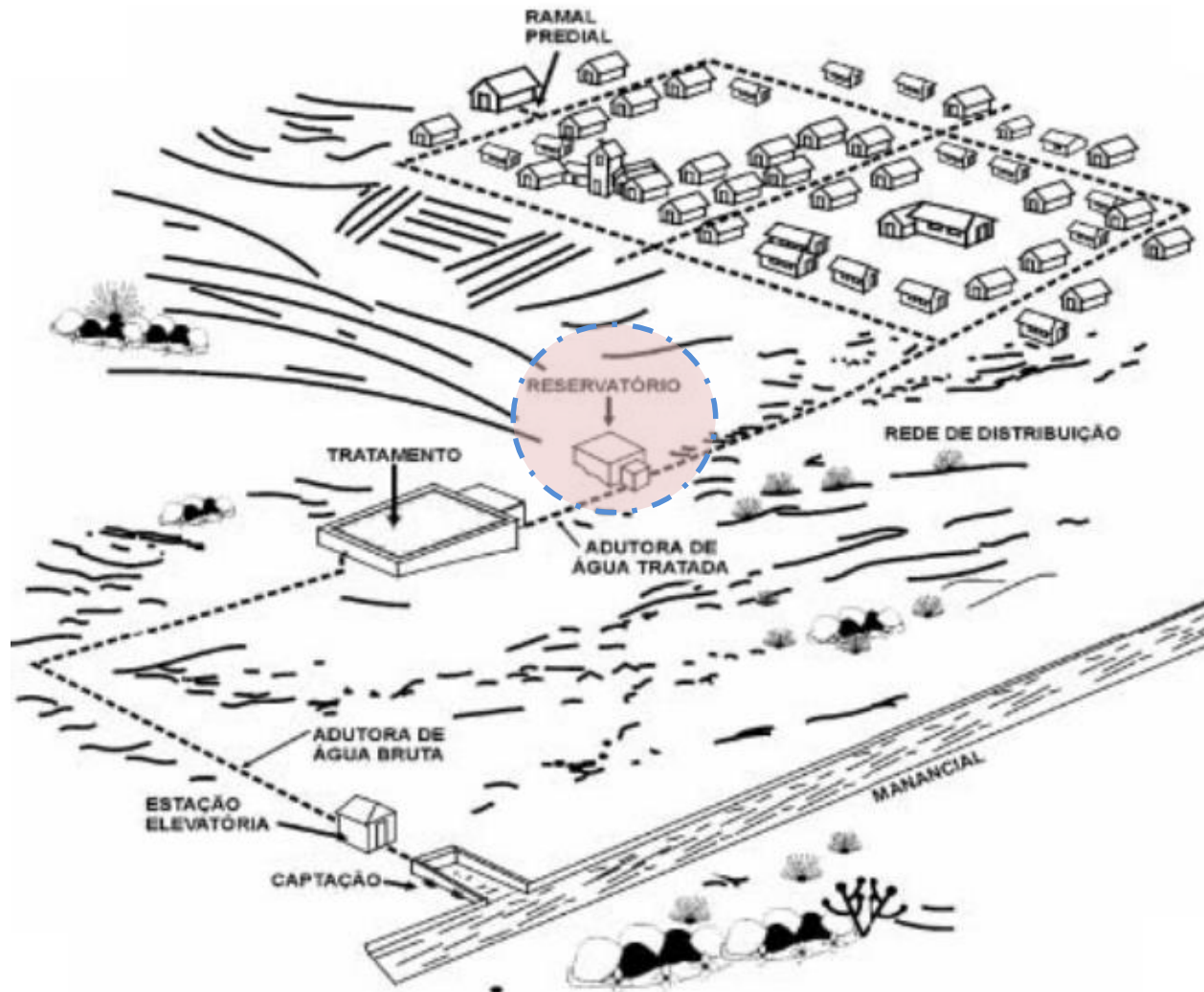

RESERVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO

DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Reservatórios de distribuição de água



Introdução

- **Finalidades**

- Regularizar a vazão de adução com a de distribuição
- Condicionar pressões na rede de distribuição
- Reservar água para combate a incêndio e/ou emergências

- **Vantagens:**

- Bombeamento fora do horário de pico (\downarrow \$)
- Aumento no rendimento dos conjuntos elevatórios

- **Desvantagens:**

- Custo elevado de implantação
- Nem sempre disponibilidade de local em cota adequada
- Ocorrência de deterioração da qualidade da água

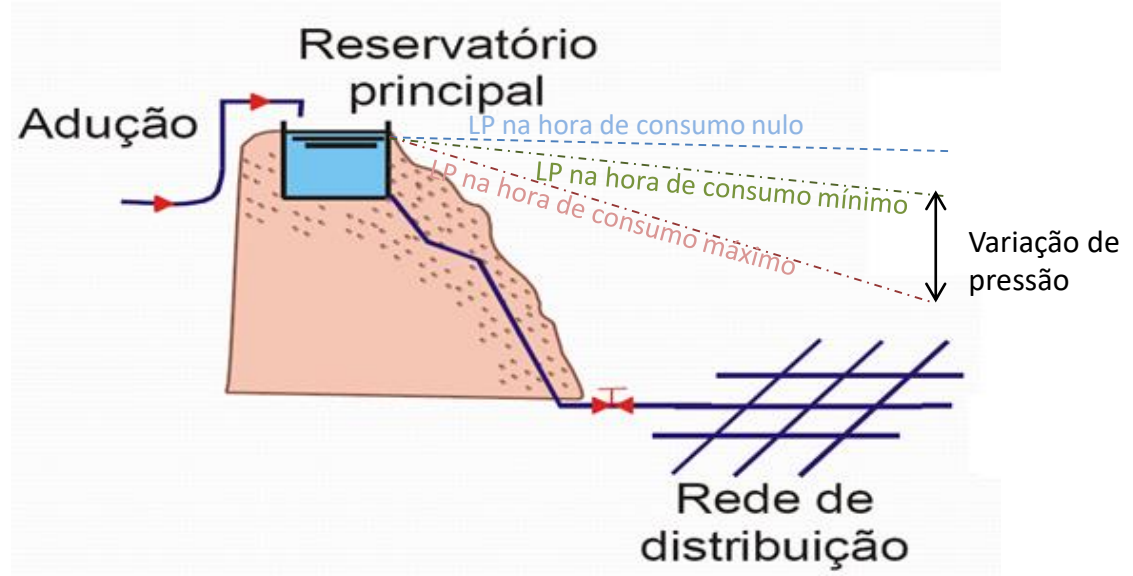
Classificação

- **Quanto à localização no sistema**
- **Quanto à localização no terreno**
- **Quanto à sua forma**
- **Quanto aos materiais de construção**

Quanto à localização no sistema

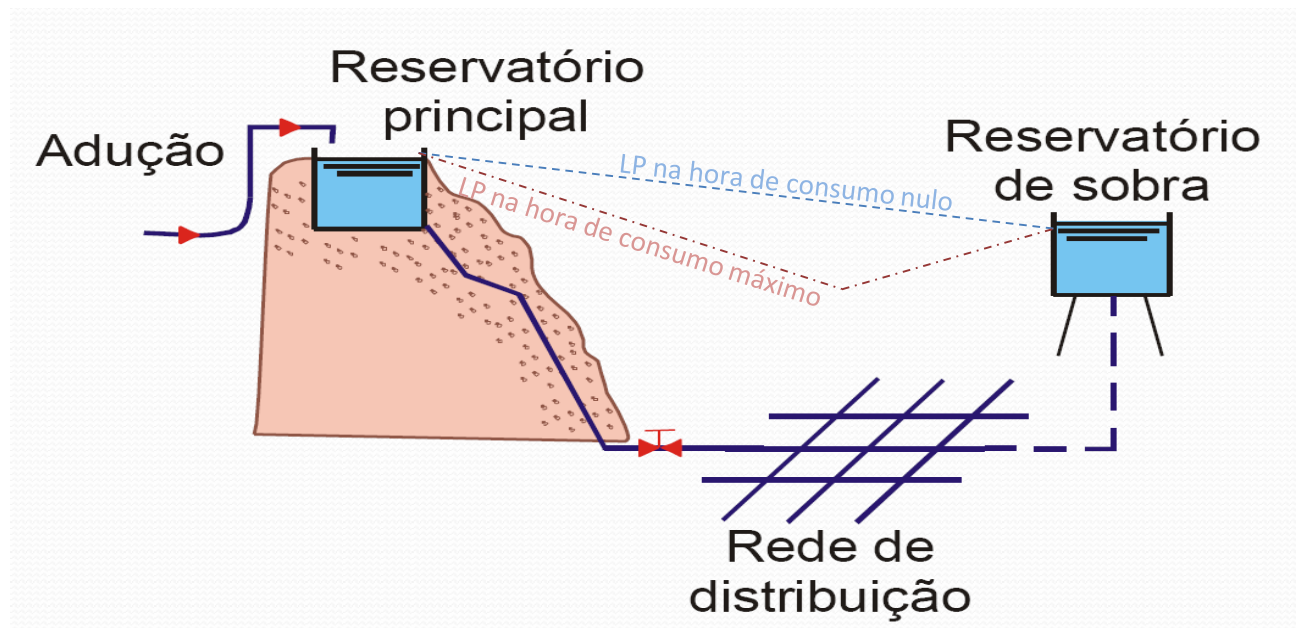
- Reservatório de montante
- Reservatório de jusante
- Reservatório de posição intermediária

Em relação à rede de distribuição

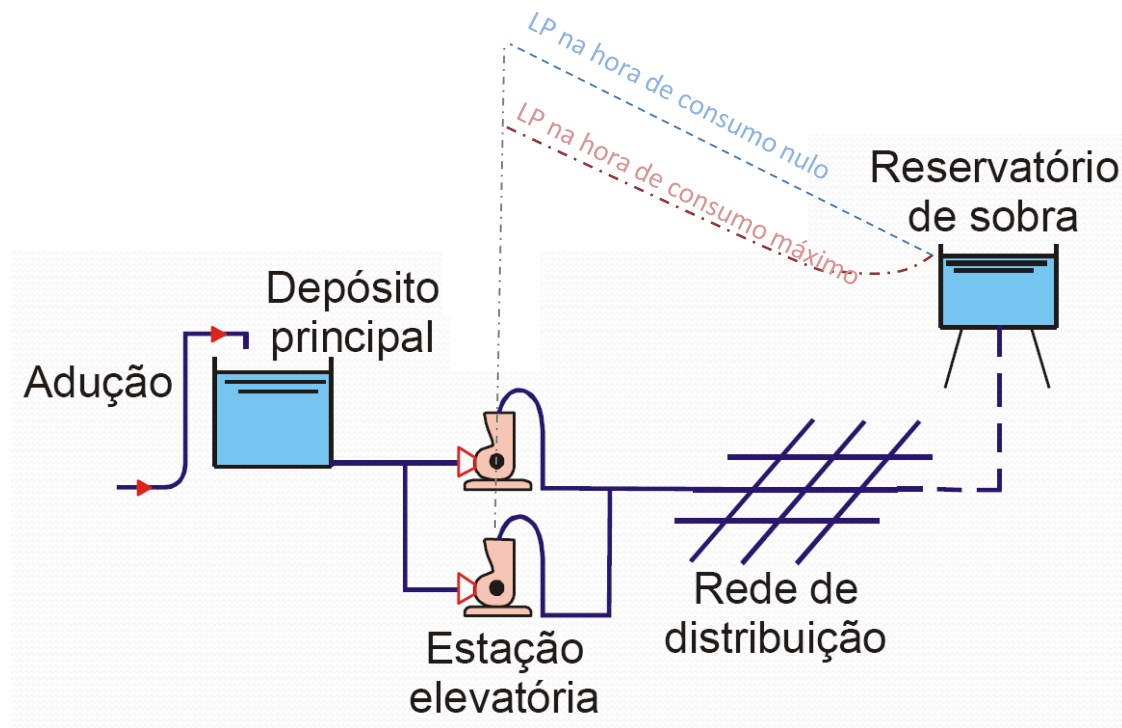


Reservatório a montante

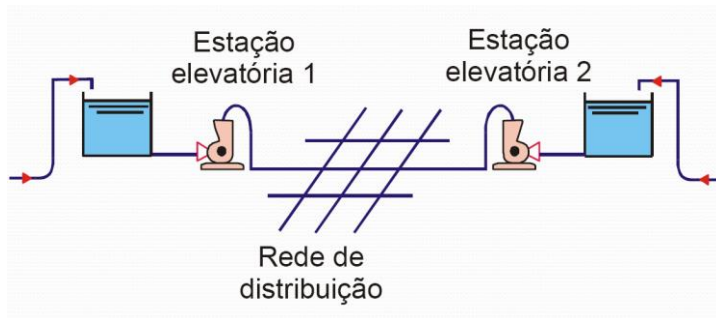
Reservatório a montante e reservatório de sobra a jusante



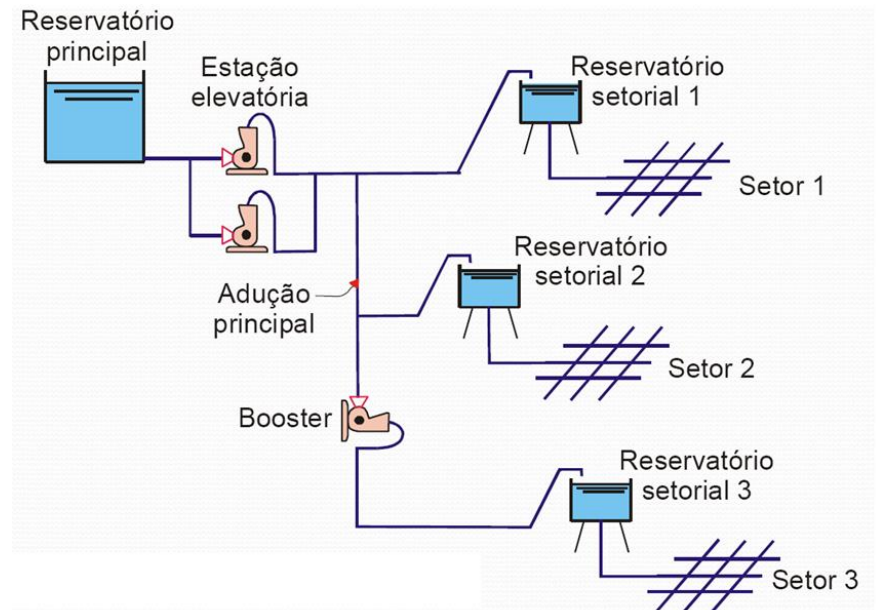
Alimentação direta com reservatório de sobra



Alimentação direta através de vários pontos

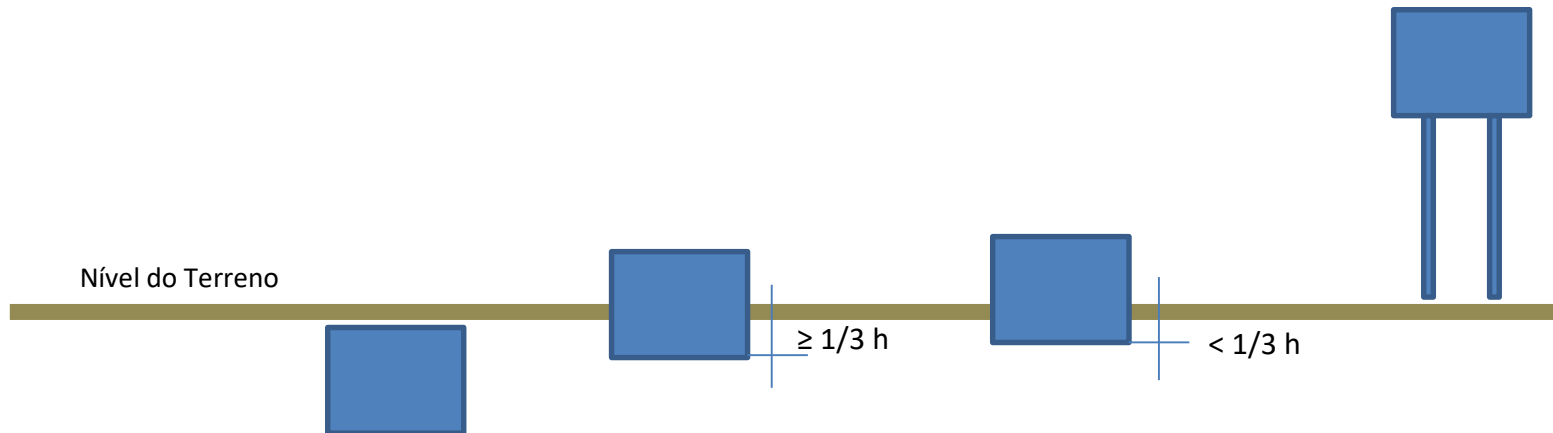


Abastecimento em setores distintos



Quanto à localização no terreno

- Reservatório enterrado
- Reservatório semi-enterrado
- Reservatório apoiado
- Reservatório elevado



Escolha do local

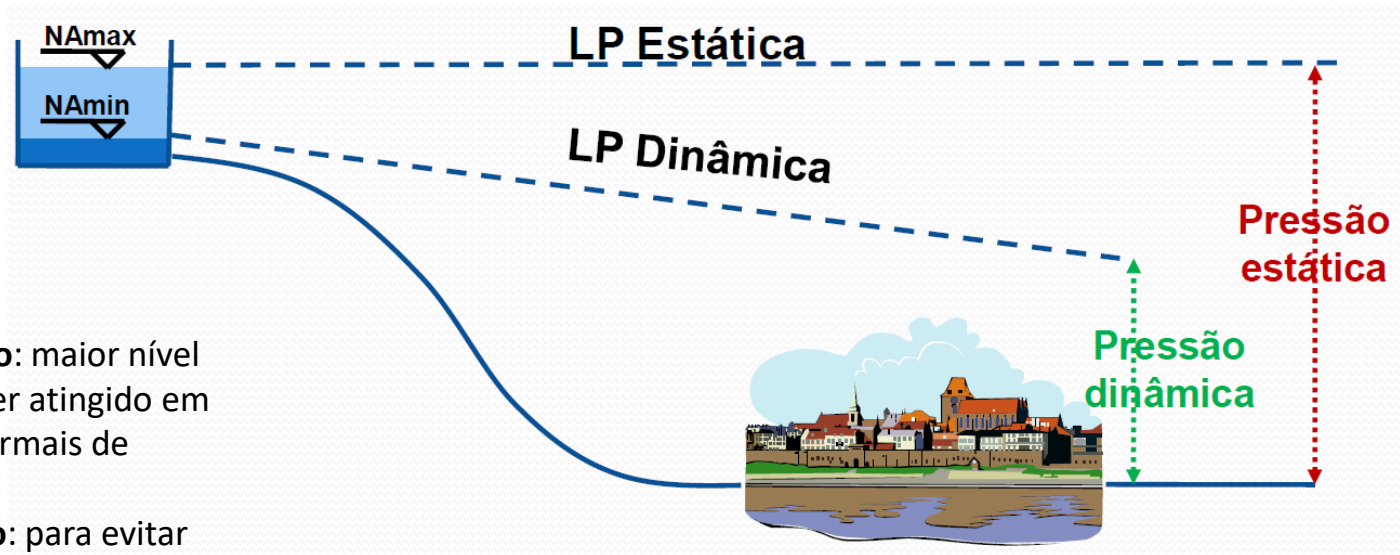
- Atendimento a limites de pressão na rede
- Localização mais próxima possível aos respectivos centros de massa de consumo
- Características topográficas e geológicas do terreno (nem muito inclinado ou acidentado, nem constituído por solo rochoso ou pouco consistente)
- Reservatórios existentes
- Custo, disponibilidade de recursos.

Limites de pressão

NBR 12218/2017

- Abastecer as redes com os limites de pressão:
 - Pressão estática máxima: 400 kPa (40 mca), podendo chegar a 500 kPa em regiões com topografia acidentada
 - Pressão dinâmica mínima: 100 kPa (10 mca)

Níveis relevantes para verificação da rede!!



Nível máximo: maior nível passível de ser atingido em condições normais de operação

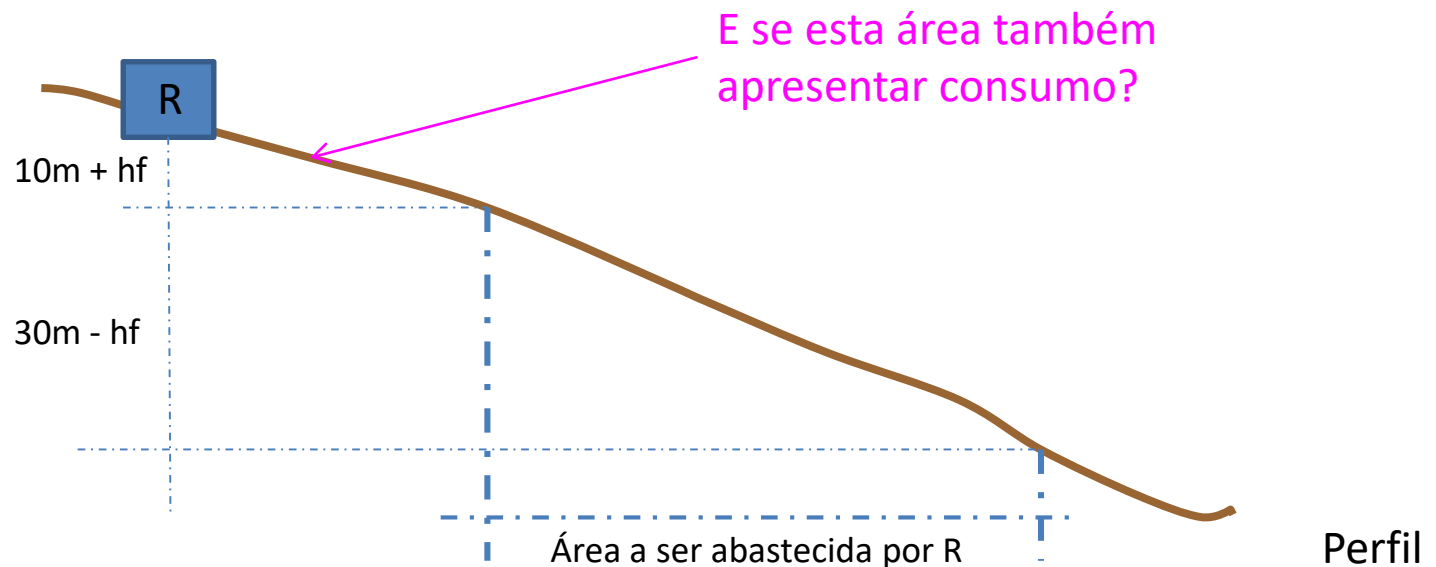
Nível mínimo: para evitar vórtices, cavitação ou arraste dos sedimentos depositados no fundo

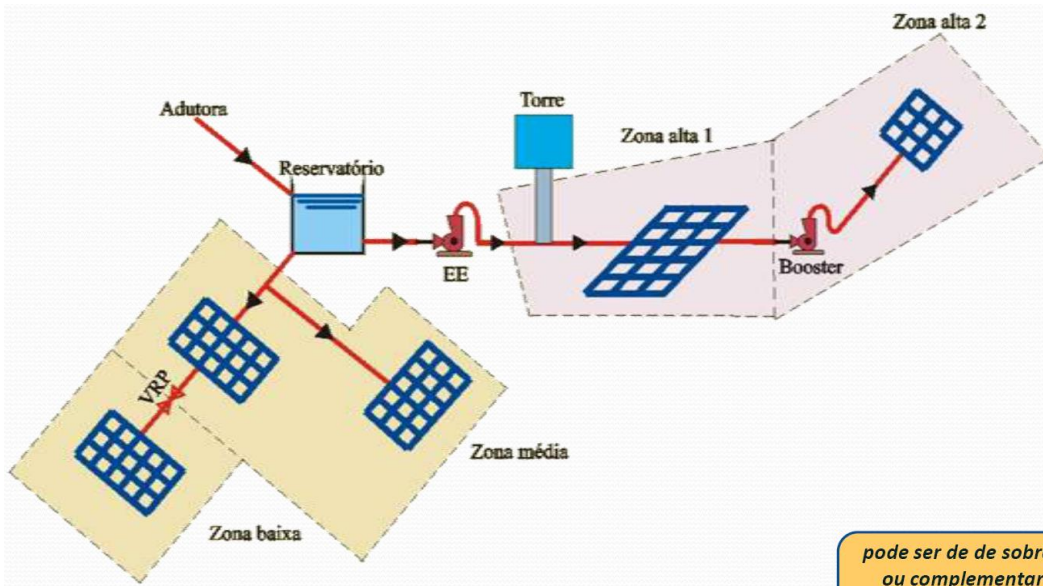
Por quê esses limites de pressão?

EPUSP – PHD2412

Estabelecer zonas de pressão

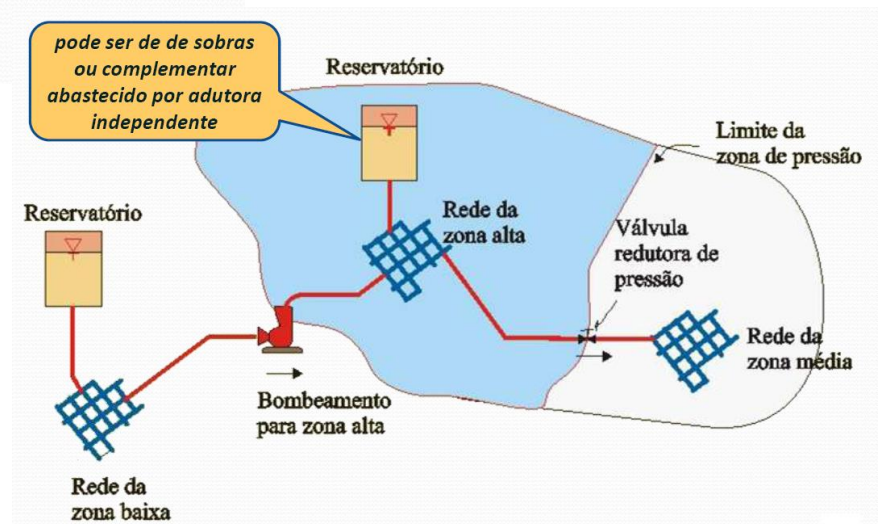
- Delimitar área de projeto
 - Arruamentos, áreas de expansão previstas
 - Cartas topográficas, escalas 1:5000 (comunidades maiores) e 1:2000 (comunidades menores)
- Estabelecer zonas de pressão:
 - Se a diferença entre a maior e menor cota altimétrica for inferior a cerca de 30m → uma zona





Para atender esses limites:

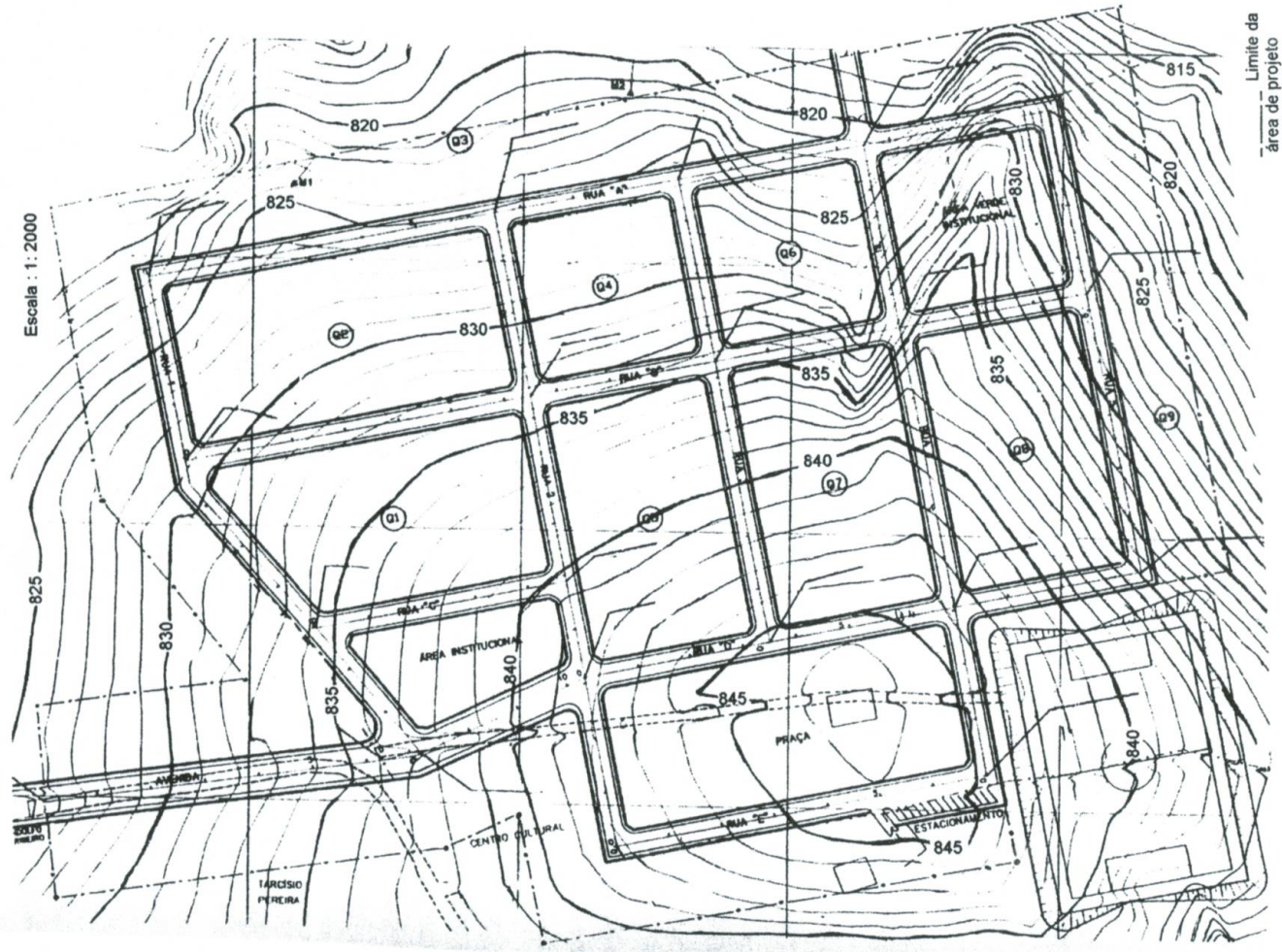
Divisão da rede em zonas de pressão (alta, média e baixa) e uso combinado de reservatórios apoiados ou elevados em diferentes cotas, boosters e/ou válvulas redutoras de pressão.



Exercício 1

Fonte: Heller

Escolher o local e o tipo de reservatório (apoiado ou elevado) para atender à vila cuja planta topográfica está apresentada. Considerar como área de projeto aquela dotada de arruamento. A densidade populacional de projeto é de 240 hab/ha, relativa à ocupação com prédios pequenos de apartamentos, predominando dois pavimentos.



Área de projeto:

Cota altimétrica:

Maior? 846m

Menor? 818m

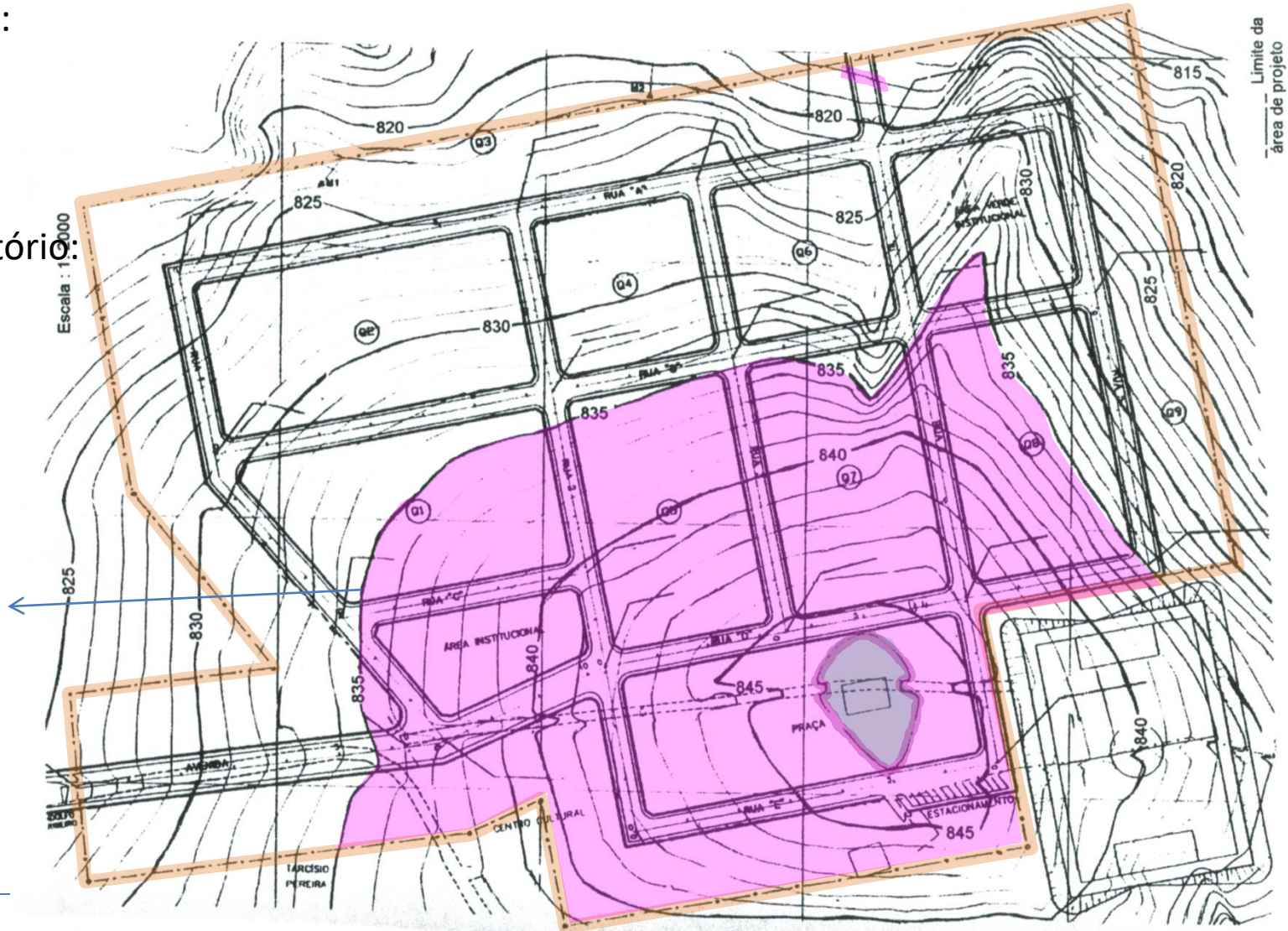
Local do reservatório:

Avaliando ΔH_g :

$\Delta H_g = 28m$

$< 40 m$

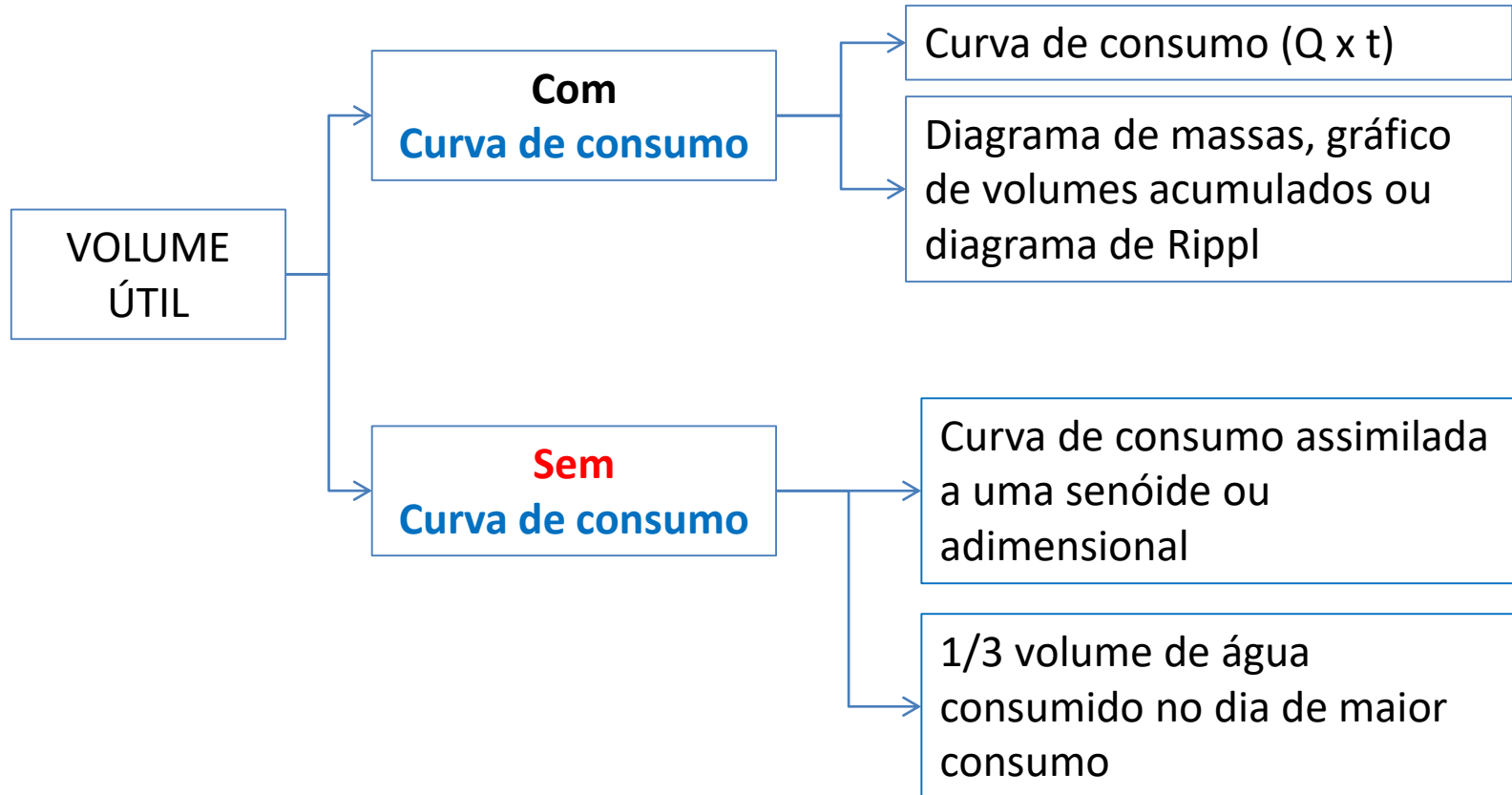
→ Uma zona de pressão, mas...



Volume total

- **Volume para atender:**
 - Volume útil (V_u): Variações de consumo de água
 - Volume para Combate a incêndios (V_i)
 - Volume para Emergências (V_e)
- **Volume total de reservação:**
 - Opção 1: $V_T = V_u + V_i + V_e$
 - Opção 2: $V_T = V_u + \text{Maior}(V_i; V_e)$

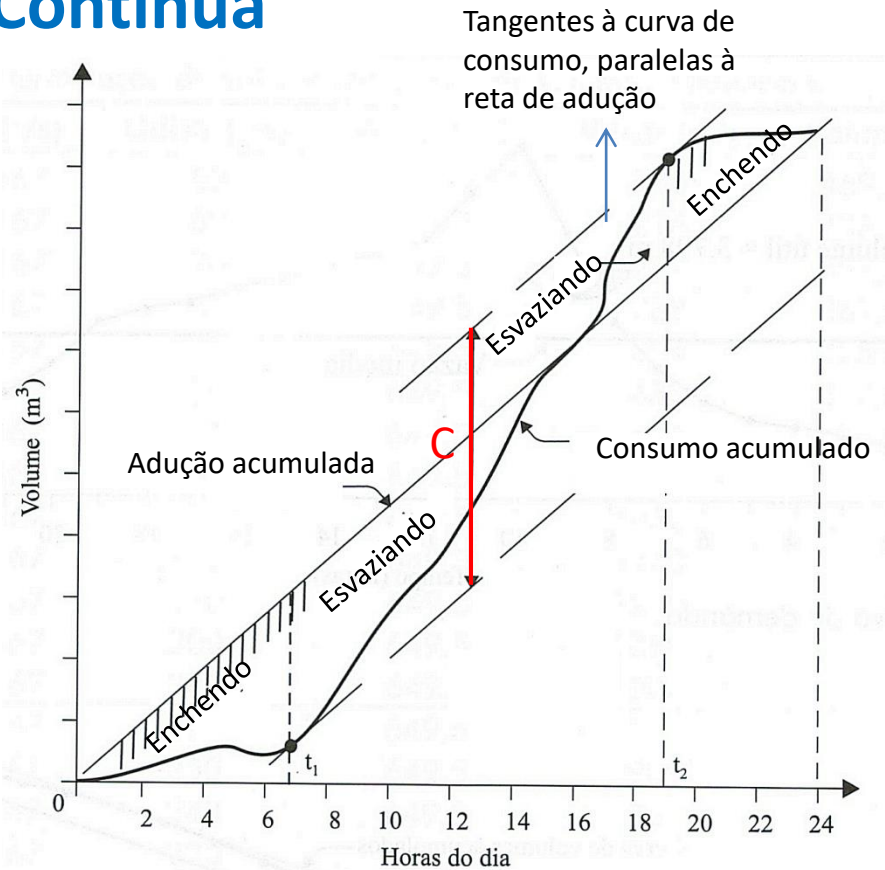
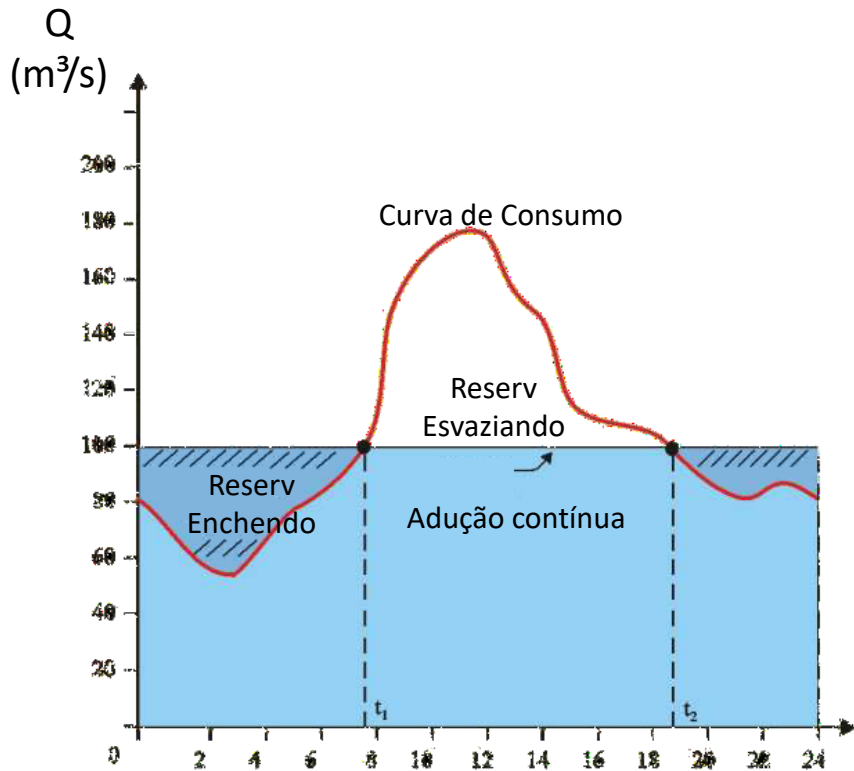
Volume útil



Volume útil

Disponibilidade da Curva de Consumo

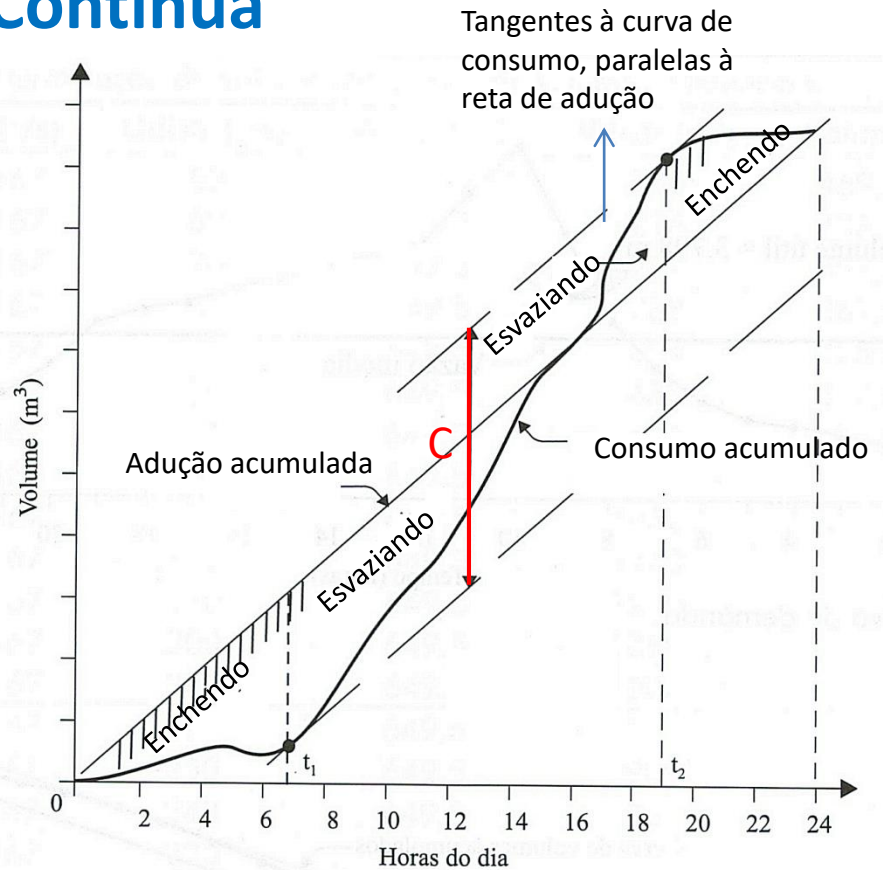
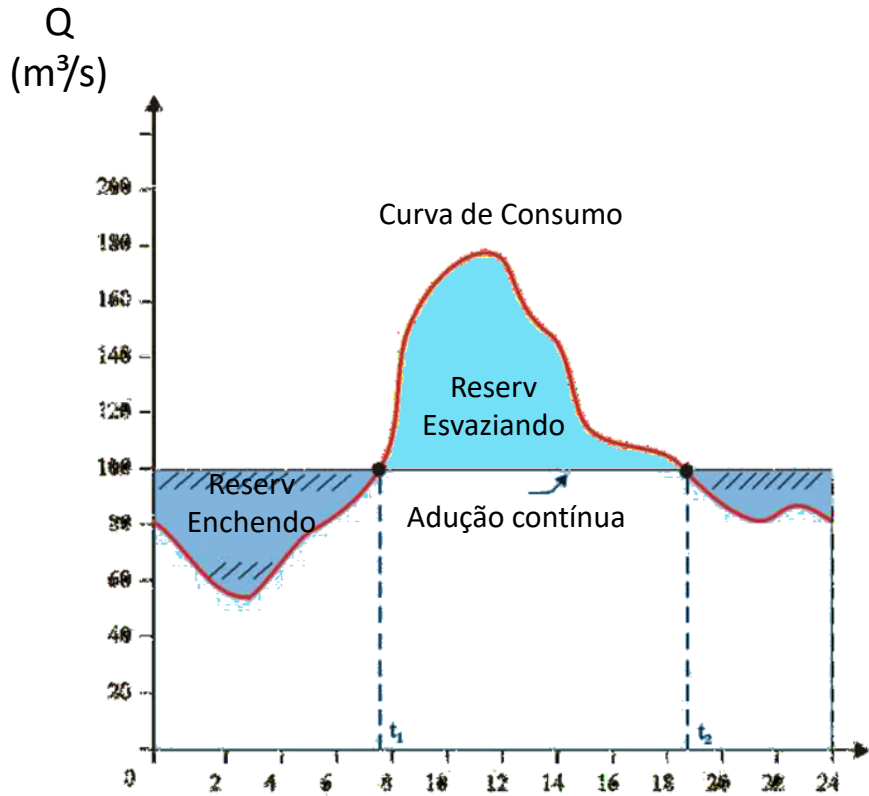
Adução Contínua



Capacidade do reservatório C

Volume útil

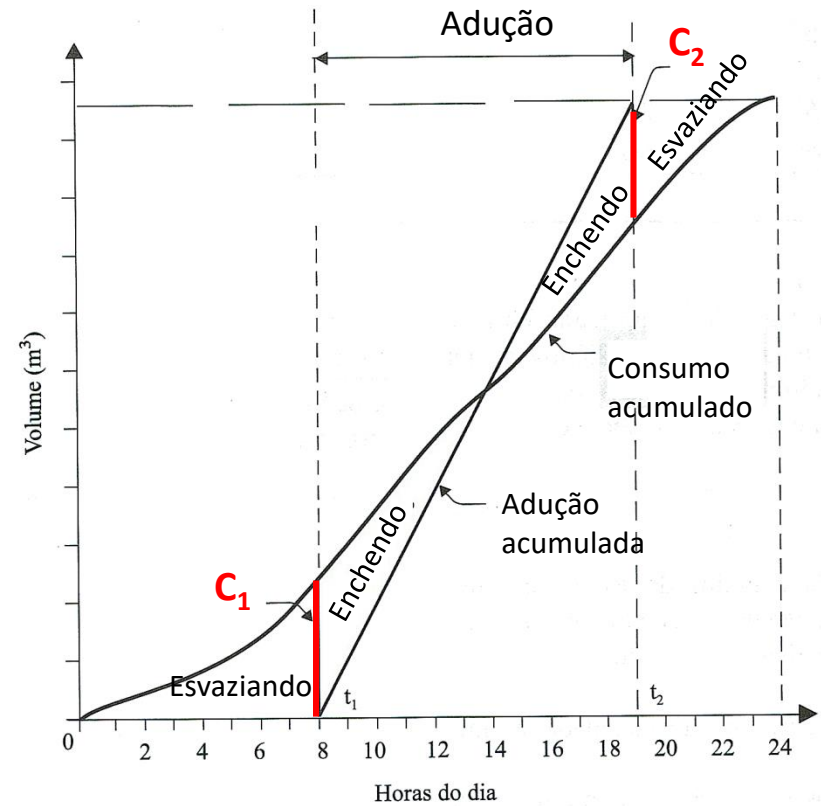
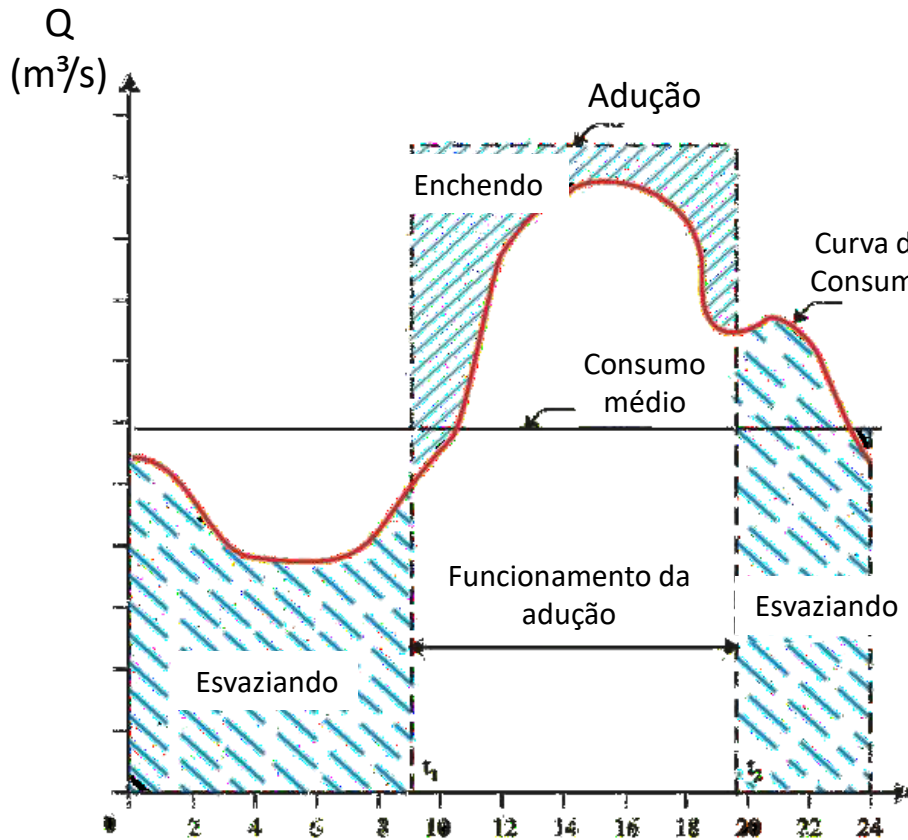
Disponibilidade da Curva de Consumo Adução Contínua



Capacidade do reservatório C

Volume útil

Disponibilidade da Curva de Consumo Adução Intermitente

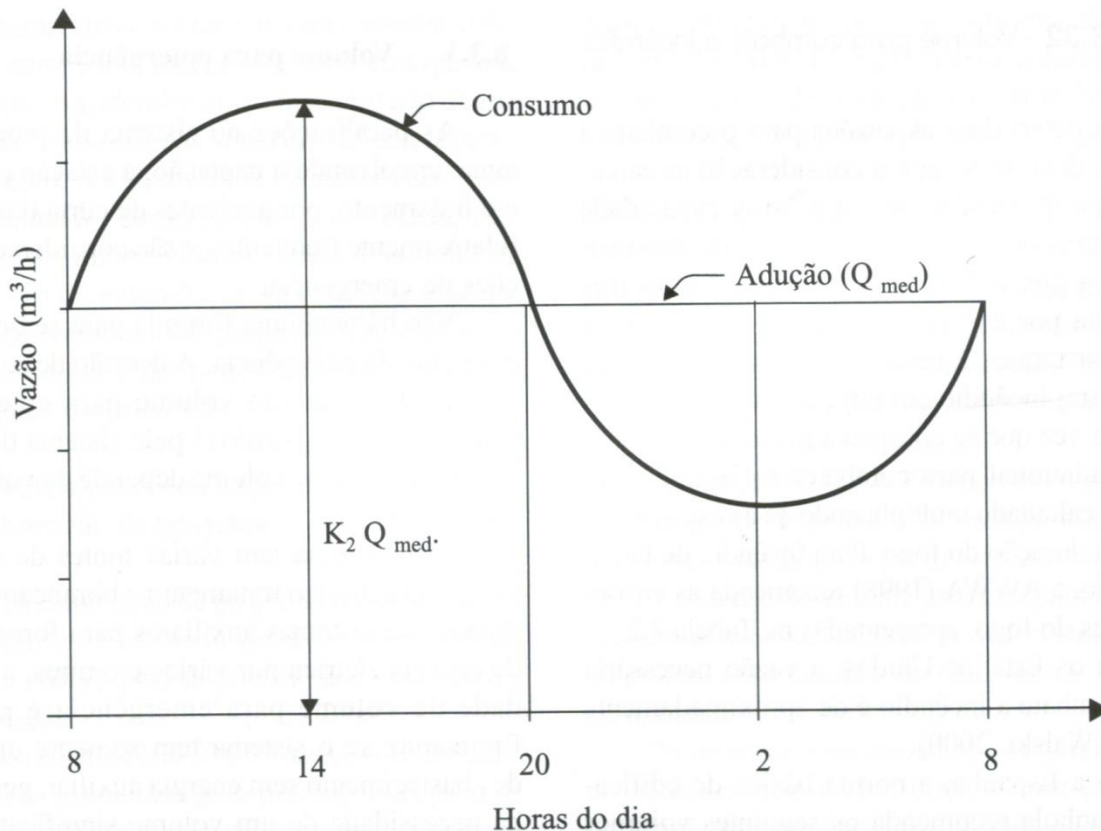


$$\text{Capacidade do reservatório } C = C_1 + C_2$$

Volume útil

Indisponível Curva de Consumo

Curva de Consumo assimilada a uma Senóide



V – Volume consumido em um dia de maior consumo

Vazão média: $Q = V/24$

Equação da senóide:

$$Q = (K_2 - 1) \frac{V}{24} \text{sen} \frac{\pi}{12} + \frac{V}{24}$$

K_2 : coef. da hora de maior consumo

Volume necessário do reservatório:

$$C = \int_8^{20} Q dt - \frac{V}{24} 12$$

Resolvendo: $C = \frac{K_2 - 1}{\pi} V$

Curvas de consumo adimensionais teóricas

| Consumos no intervalo (%) | | | |
|---------------------------|---------------|--------------|-------------|
| Horas | Azevedo Netto | E.R. Yassuda | L.N. Garcez |
| 00 – 02 | 3,35 | 4,4 | 5,6 |
| 02 – 04 | 3,35 | 4,4 | 5,3 |
| 04 – 06 | 5,00 | 5,4 | 5,3 |
| 06 – 08 | 9,20 | 7,3 | 8,1 |
| 08 – 10 | 12,05 | 9,4 | 11,0 |
| 10 – 12 | 11,70 | 11,2 | 11,2 |
| 12 – 14 | 12,05 | 12,3 | 11,0 |
| 14 – 16 | 10,80 | 12,3 | 10,8 |
| 16 – 18 | 11,70 | 11,2 | 9,8 |
| 18 – 20 | 9,60 | 9,4 | 8,5 |
| 20 – 22 | 6,20 | 7,2 | 7,3 |
| 22 – 24 | 5,00 | 5,4 | 6,1 |
| Total | 100 % | 100 % | 100 % |

Vantagem:
Possibilidade
de ajustar às
extrapolações
de demanda

Curvas de Consumo Medidas

- Registros operacionais da companhia de abastecimento ajudam no dimensionamento com o uso de curvas de consumo reais do próprio sistema ou sistemas similares;
- Uso dos softwares de dimensionamento de rede para fazer a simulação dinâmica do sistema com a identificação de déficit;
- Estudo de alternativas.

Volume para combate a incêndio

Quando se constata necessidade.

AWWA (1998)

| Q para combate a incêndio (L/s) | Duração do fogo (h) |
|---------------------------------|---------------------|
| <157 | 2 |
| 189-220 | 3 |
| 251-755 | 4 |

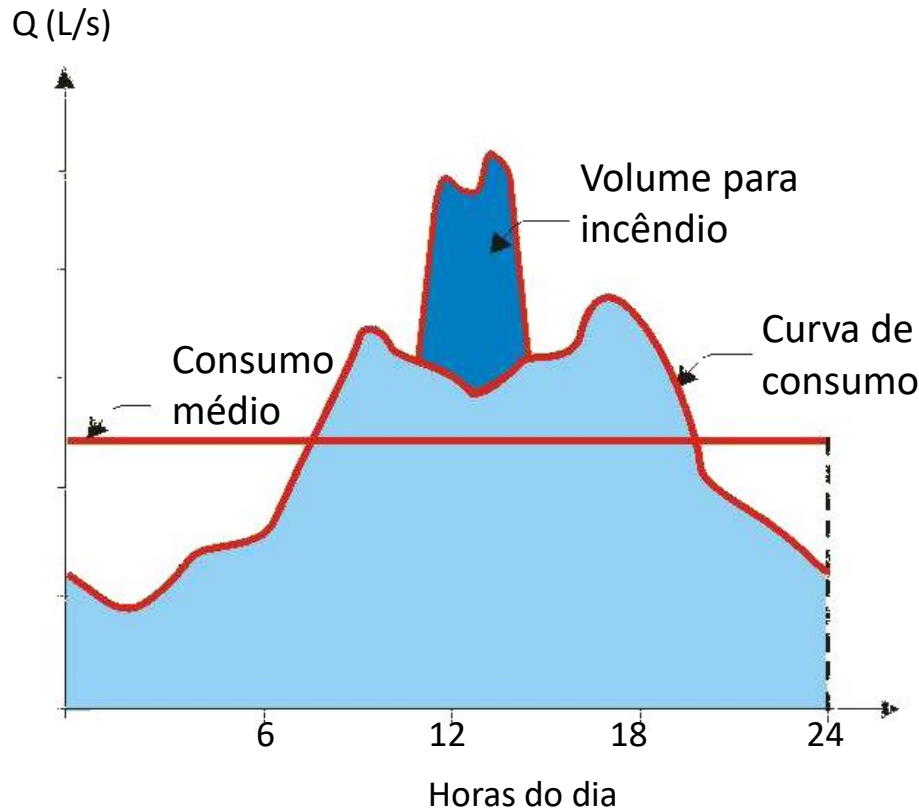
Espanha

< 5000 hab → 120 m³

> 5000 hab → 240 m³

Brasil

- Geralmente não considera
- Rede malhada



Volume para emergência

- Atende durante falhas com paralisação do sistema: captação, elevatórias, ETA, etc.
- Depende da vulnerabilidade do sistema
- Pequenas populações: volume de emergência > volume de incêndio
- Decisão da empresa considerando manutenção, sistemas alternativos, flexibilidade de manobras, etc.

Alguns países: 25% do consumo máximo diário previsto

Reservatório elevado

- Maior custo de construção
- Se volume de reserva necessária for significativo (>500 m³)
→ conjugar com reservatório apoiado
- Volume do reservatório elevado
 - Estabelecido para evitar frequência excessiva de partidas/paradas das bombas
 - Garantir reserva em cota elevada para possíveis interrupções de fornecimento de energia (autonomia de pelo menos 30 min)
 - No Brasil: 10-20% do volume total de reserva necessária
 - Pequenas comunidades (Pop<5000hab) com uma zona de pressão, aceita-se um único Reservatório elevado com Vol=1/5 consumo do dia de maior consumo
- Vazão a ser recalçada do reservatório apoiado para o reservatório elevado

$$Q_{DMC} < Q_E < Q_{HMC}$$

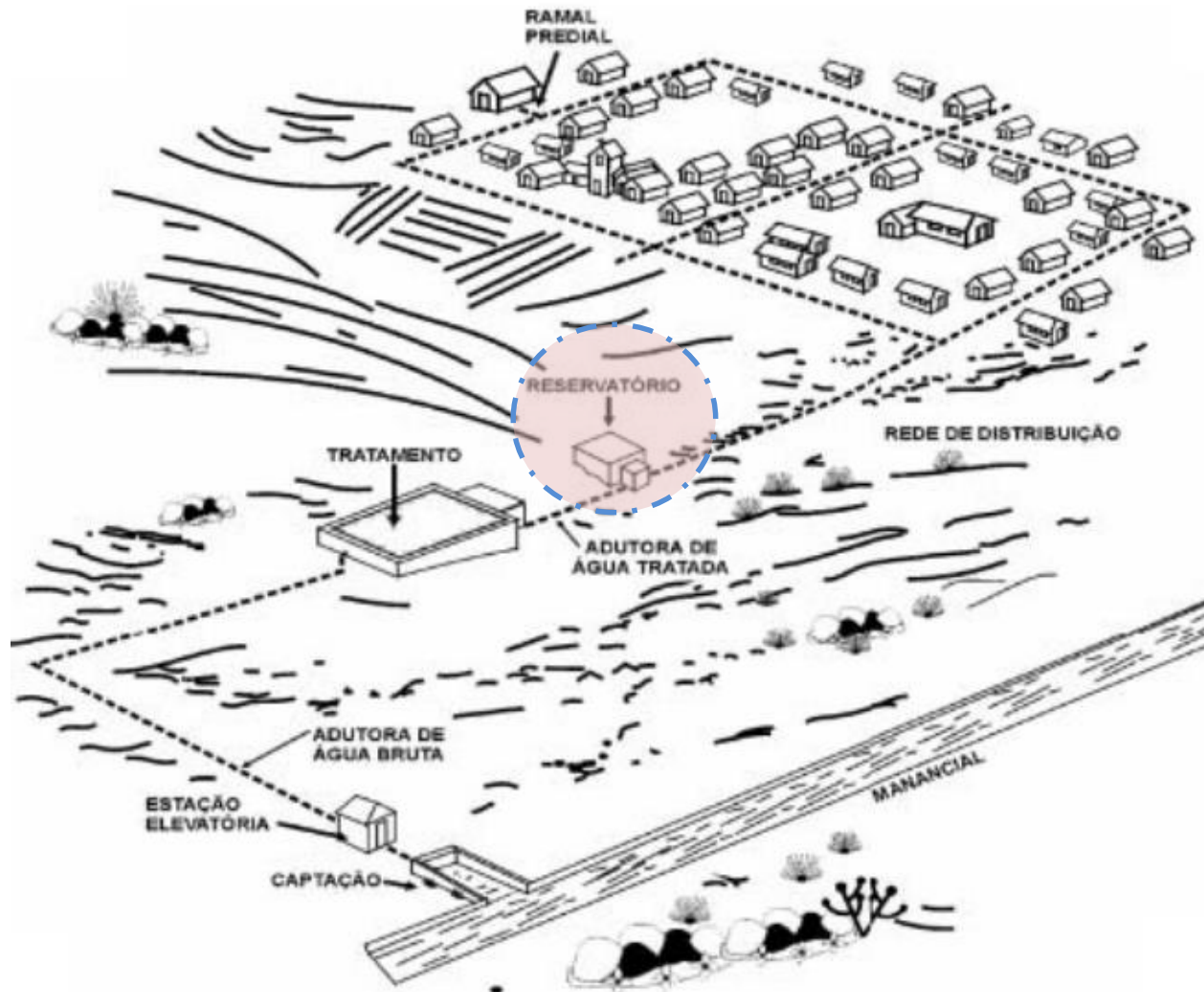
$$Q_E = Q_{DMC} (1 + \lambda)$$

$$\text{Sendo } \lambda = 0,5 (V_Z - V_E) / V_Z$$

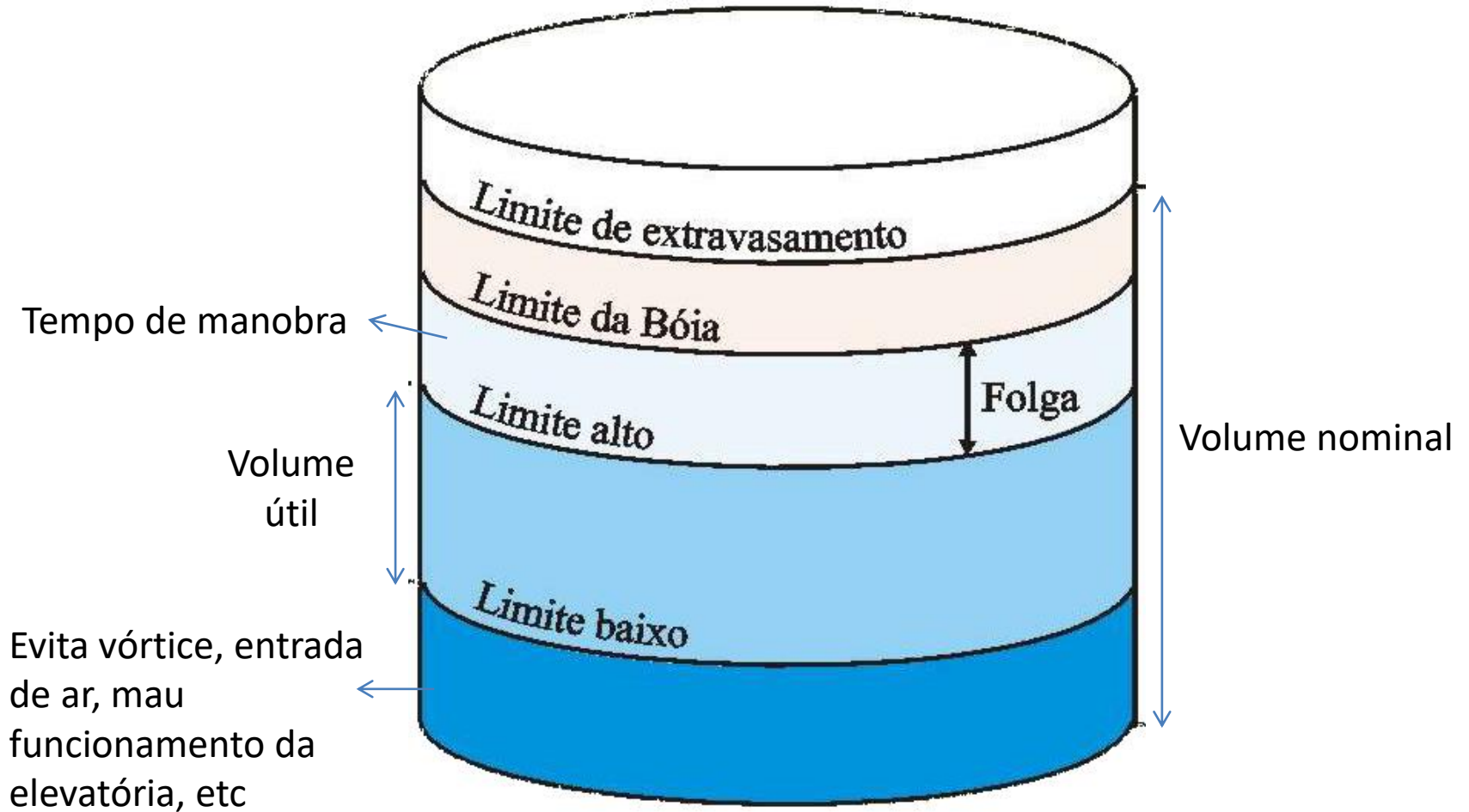
V_E - volume adotado para o reservatório elevado

V_Z - volume total de reserva necessário para a área

Reservatórios de distribuição de água



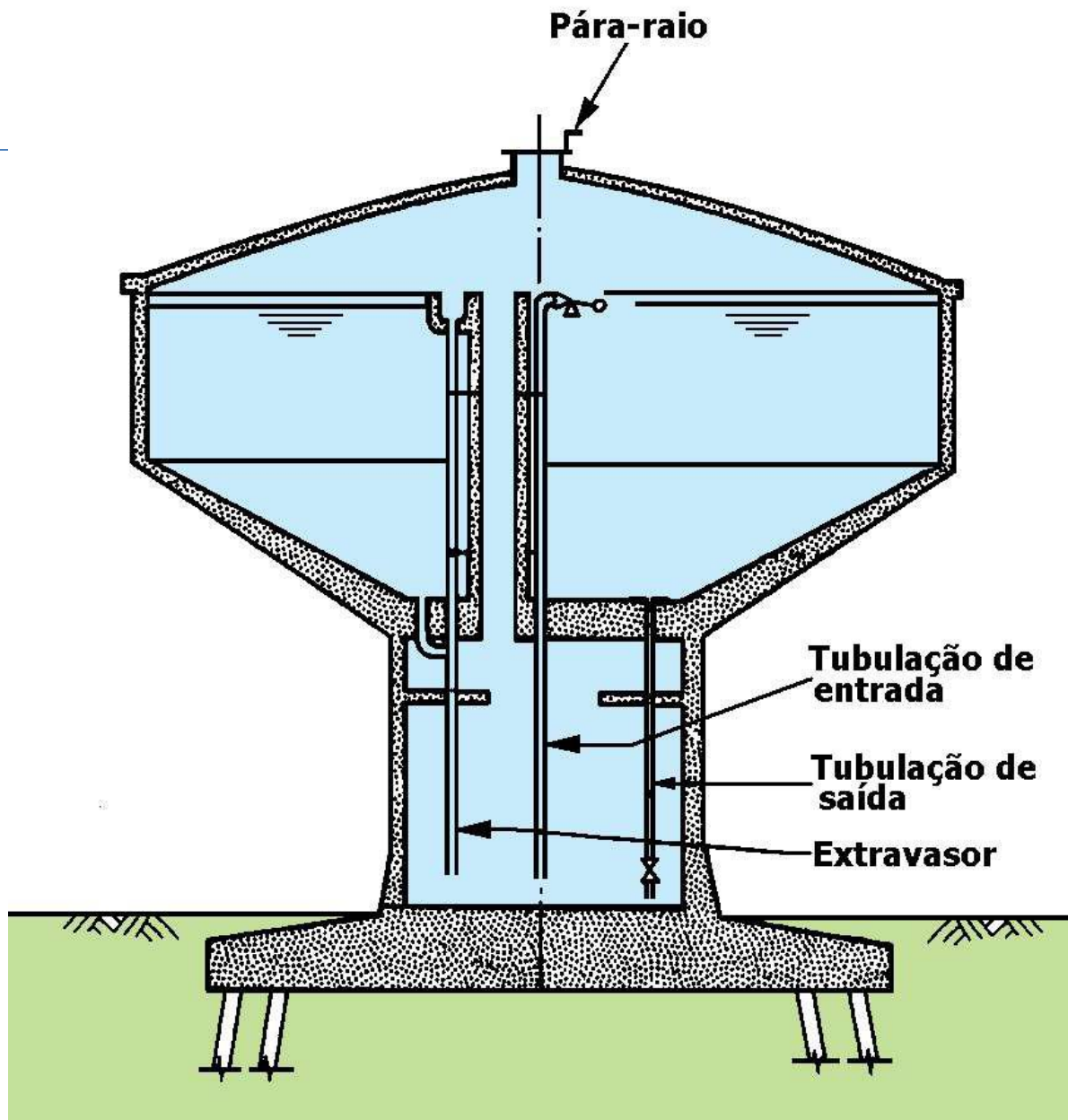
Distribuição do Volume



Altura das lâminas de água

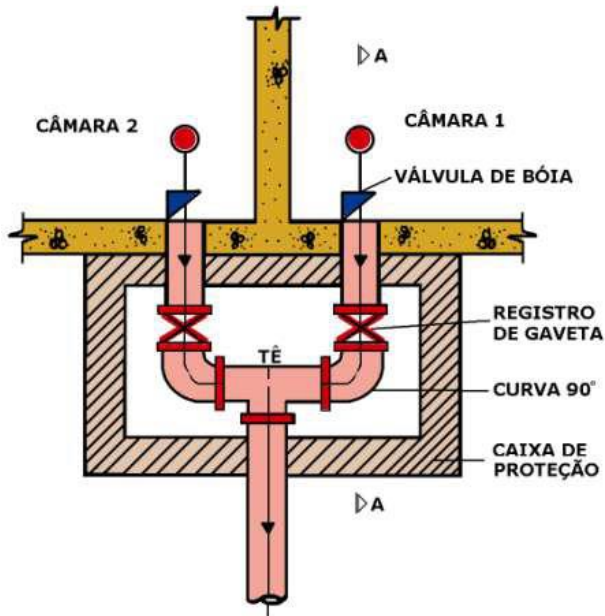
Indicações de altura das lâminas de água em reservatório (Fonte: Twort et al, 2000, apud Heller & Pádua, 2010):

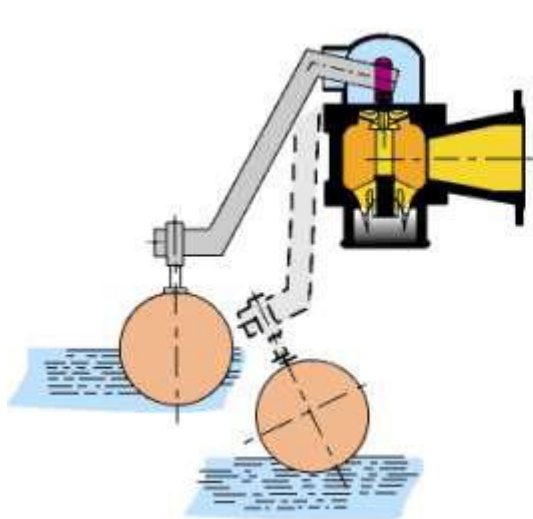
| Volume (m ³) | Altura das lâminas de água (m) |
|--------------------------|--------------------------------|
| Até 3.500 | 2,5 a 3,5 |
| 3.500 a 15.000 | 3,5 a 5,0 |
| Acima de 15.000 | 5,0 a 7,0 |



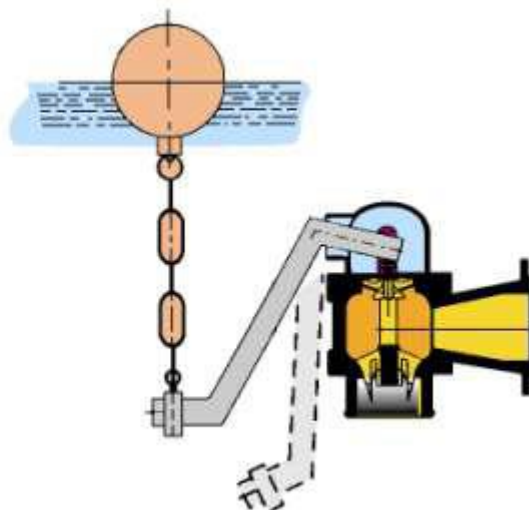
Tubulação de entrada

EPUSP – PHD2412



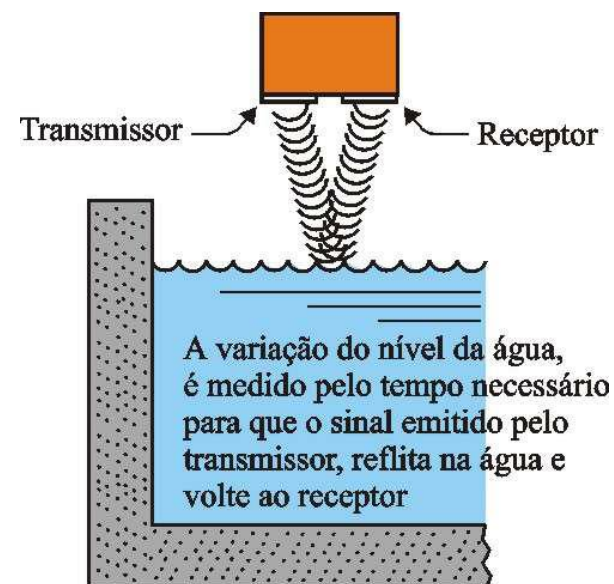


Registros automáticos de entrada de reservatórios



Em sistemas abastecidos por gravidade, dispositivos automáticos para controlar ou limitar o nível máximo (evitar extravasamento)

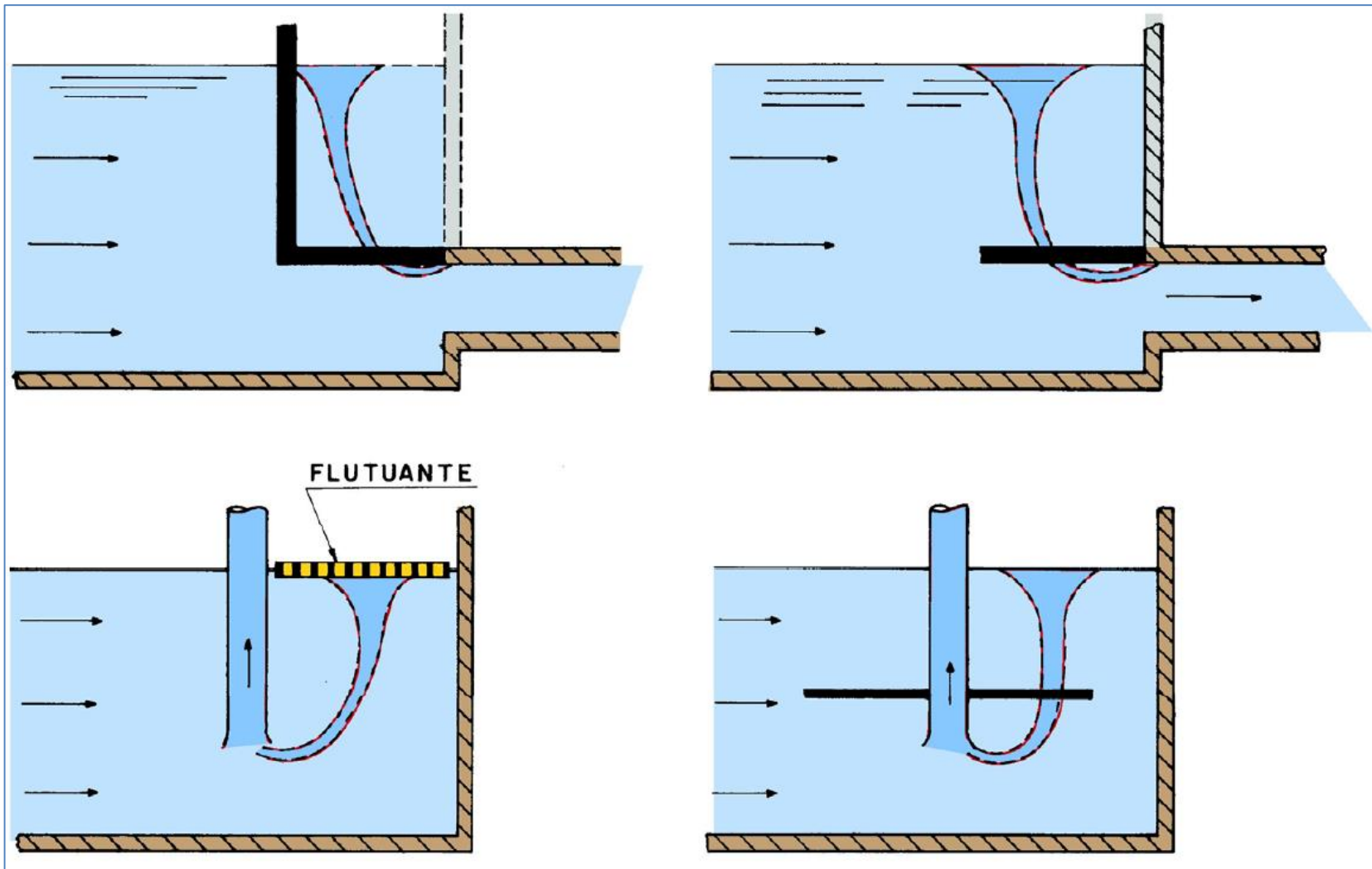
Medidor de nível ultrassônico



Cuidados

- **Vórtices em reservatórios**
 - Diminuição da vazão nas adutoras
 - Redução da capacidade de armazenamento do reservatório
 - Diminuição da eficiência e vazão da bomba
 - Vibração e cavitação na bomba

Prevenção de vórtices

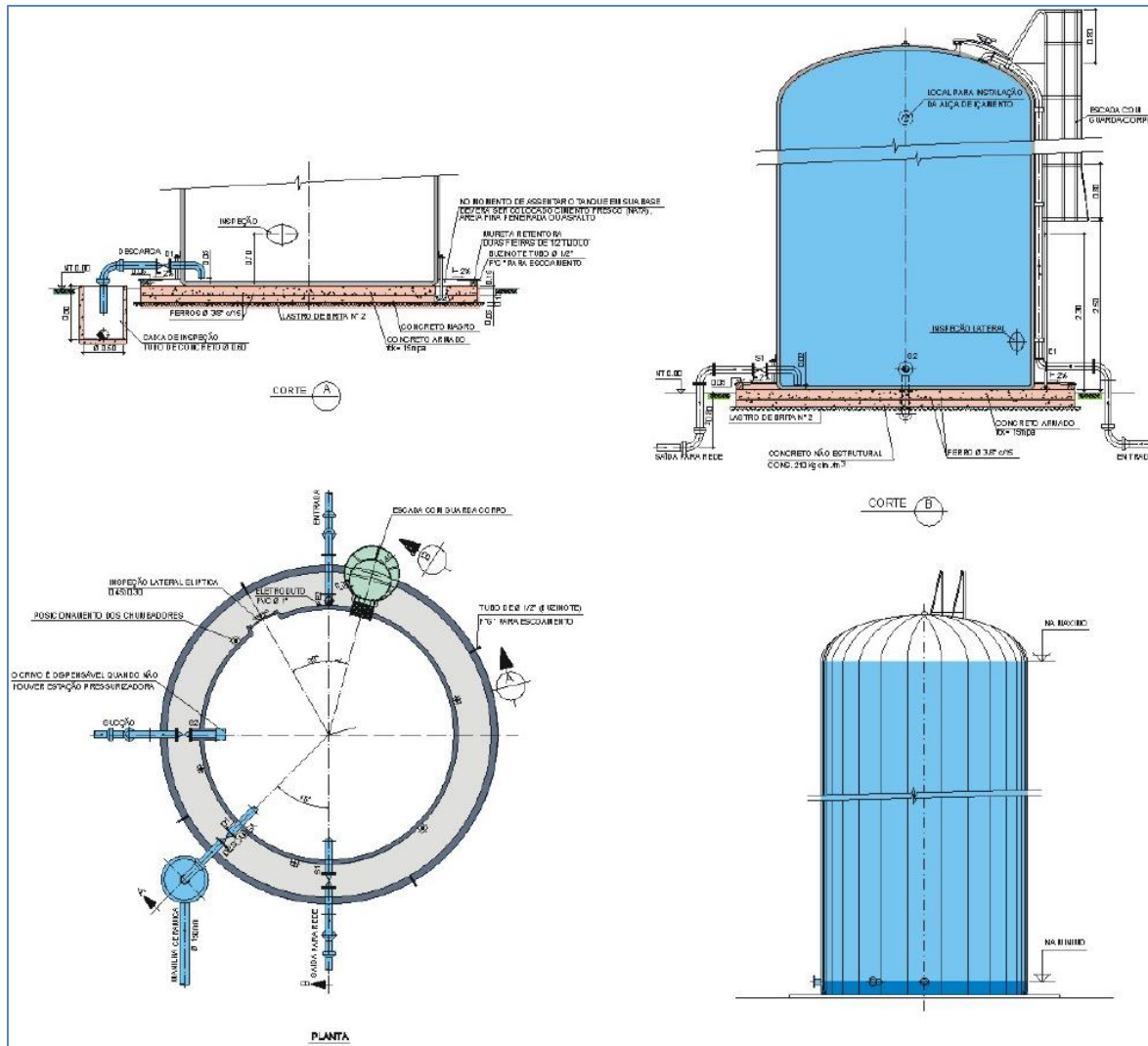


Reservatórios apoiados

EPUSP – PHD2412



Reservatórios apoiados



Semi-enterrado

EPUSP – PHD2412



Lins



Elevados

EPUSP – PHD2412



Jales



Lins

Riolândia



Franca



Franca



DAE - Santa Bárbara d'Oeste



Reservatório de água Alto da XV, em Curitiba

Colombo/PR





Reservatório Elevado - Araucária



Prof. Daniel Costa dos Santos

Reservatório elevado metálico rural



Prof. Daniel Costa dos Santos

Reservatório São Francisco



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
- EPUSP – PHD2412
- NBR 12217/94- Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento (cód secundário: ABNT/NB 593)