



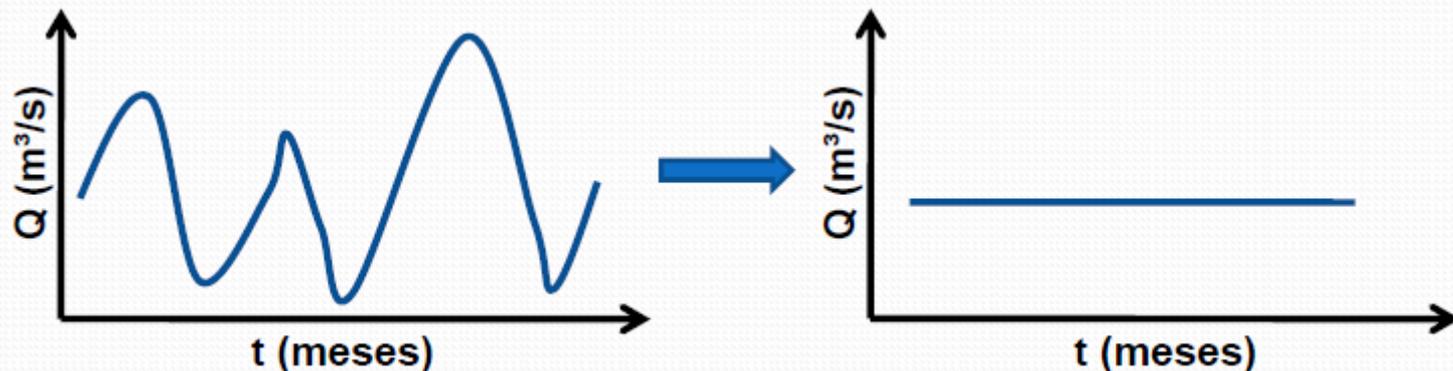
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL
CENTRO DE ENGENHARIAS - CENG
DISCIPLINA: SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA

RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Prof. Hugo Alexandre Soares Guedes
E-mail: hugo.guedes@ufpel.edu.br
Website: wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/

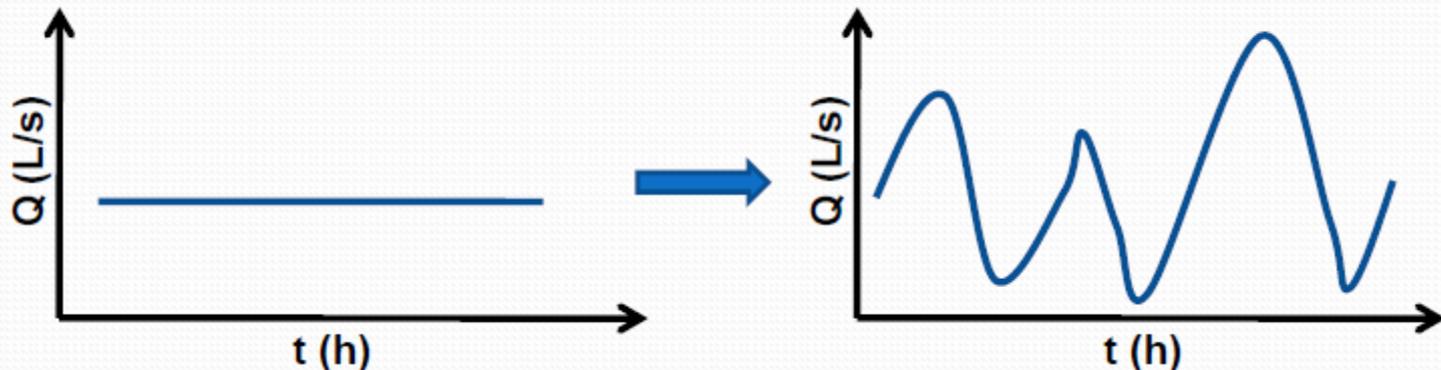
RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO

- são formados normalmente por represas (barragens) em cursos d'água naturais (água bruta);
- volume útil elevado (para abastecimento de água: dezenas, centenas de hm^3 ($1 \text{ hm}^3 = 1.000.000 \text{ m}^3$); ou milhares de hm^3 para a geração de energia);
- promovem a regularização mensal das vazões (de montante para jusante):



RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

- reservatórios apoiados ou elevados (água tratada);
- volume da ordem de dezenas, centenas, no caso dos apoiados alguns milhares de m^3 ;
- promovem a regularização horária das vazões (entre uma adutora e uma rede de distribuição):



RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Principais finalidades:

- Regularizar a vazão (de captação, tratamento e adução em relação à variação horária das demandas)
- Segurança ao abastecimento
- Reserva de água para incêndio
- Regularizar pressões

RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Vantagens:

- Aumento no rendimento dos conjuntos elevatórios
- Bombeamento de água fora do horário de pico elétrico

Desvantagens:

- Custo elevado de implantação
- Localização e impacto

CLASSIFICAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

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

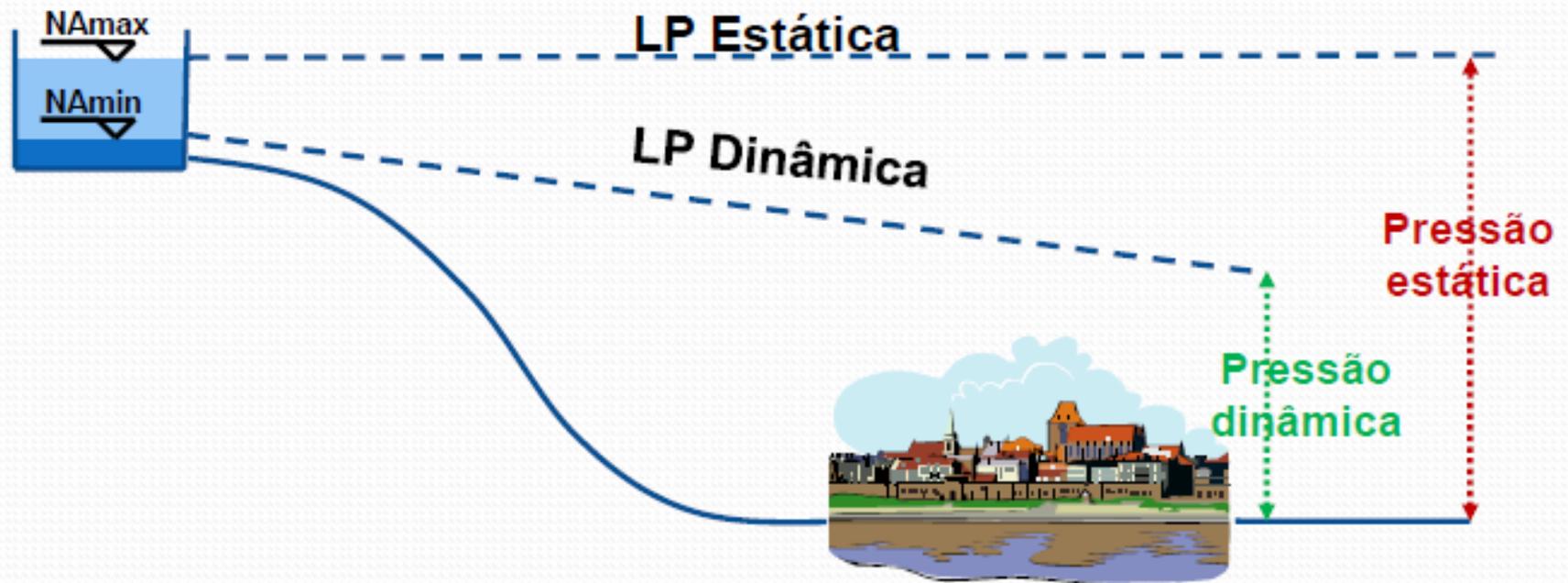
LOCALIZAÇÃO NO SISTEMA

- Reservatório de montante
- Reservatório de jusante
- Reservatório de montante e jusante

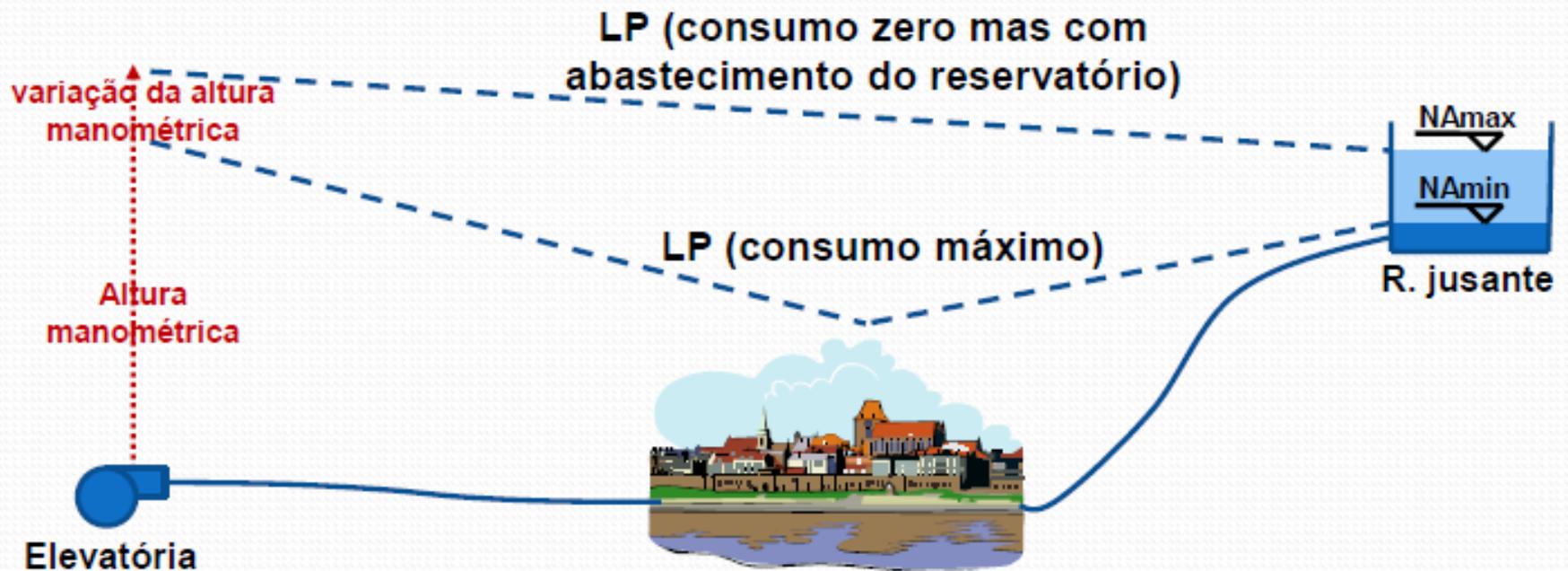
A localização deve permitir abastecer as redes de distribuição com os seguintes limites de pressão:

- Pressão estática máxima: 50 mca
- Pressão dinâmica mínima: 10 mca

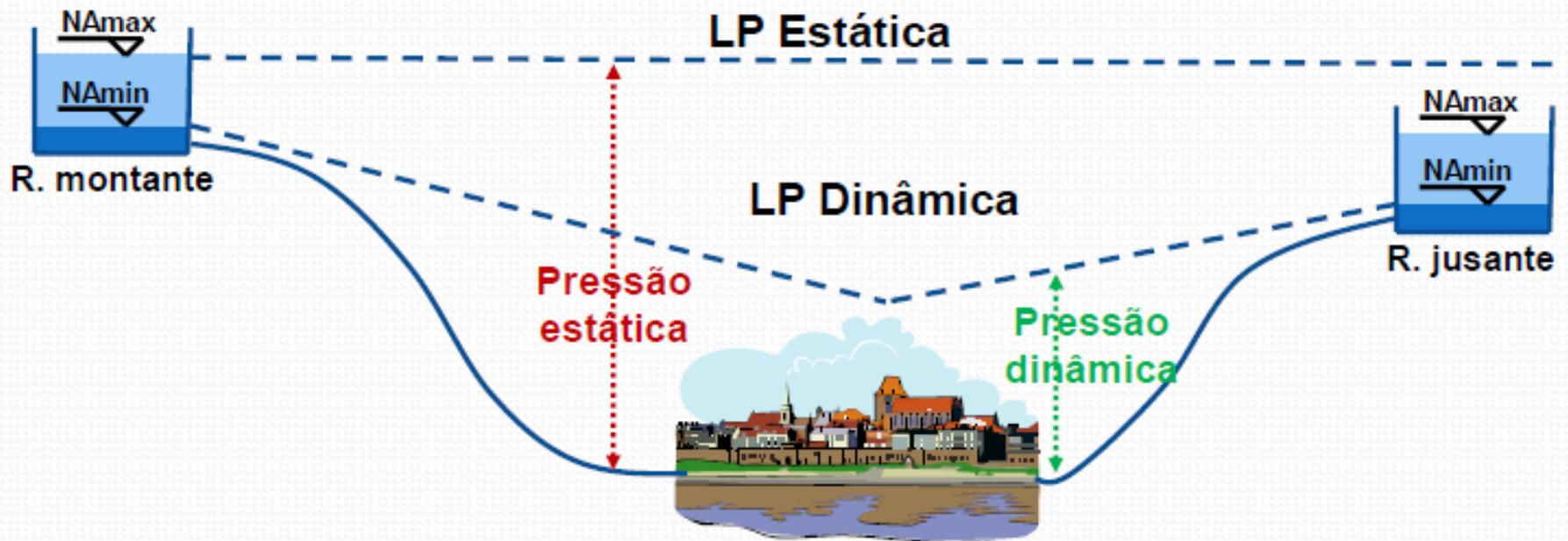
LOCALIZAÇÃO NO SISTEMA: MONTANTE



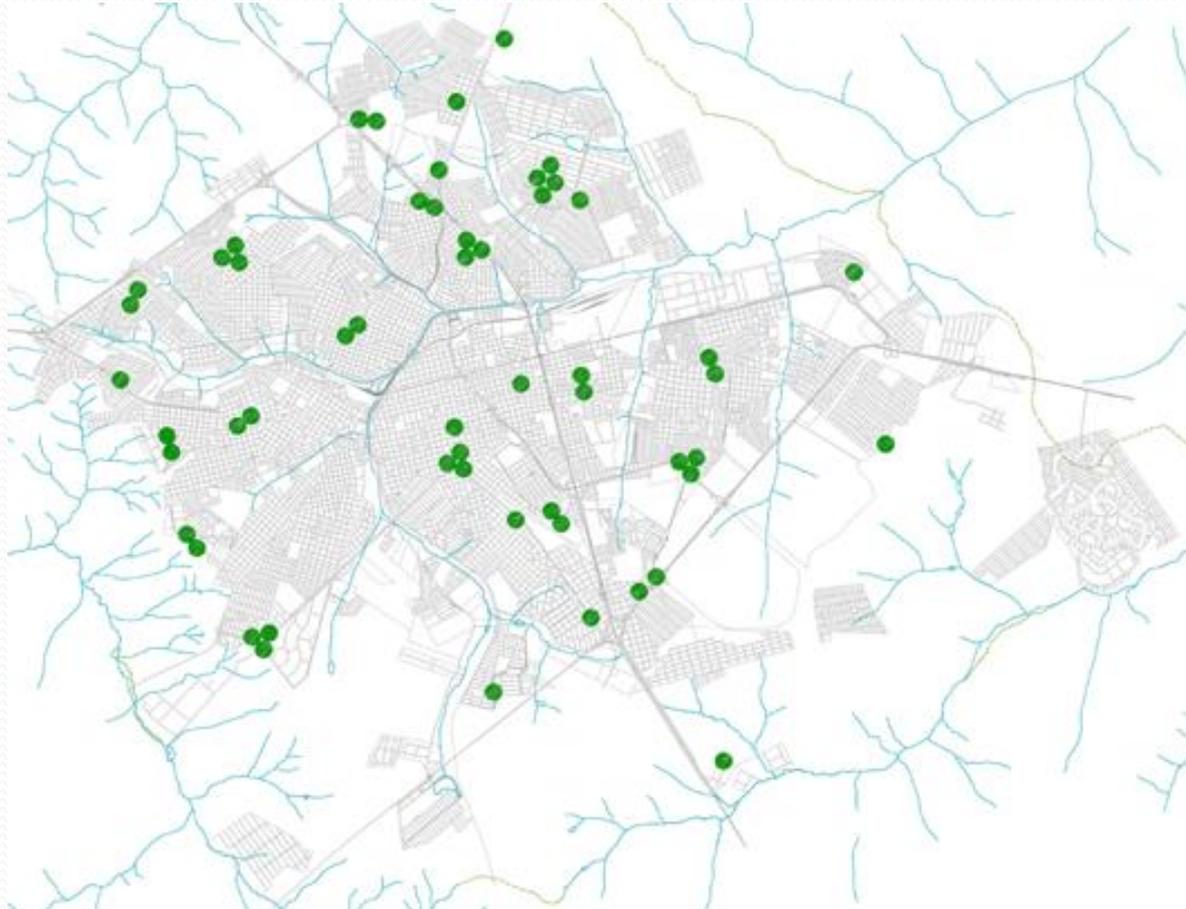
LOCALIZAÇÃO NO SISTEMA: JUSANTE



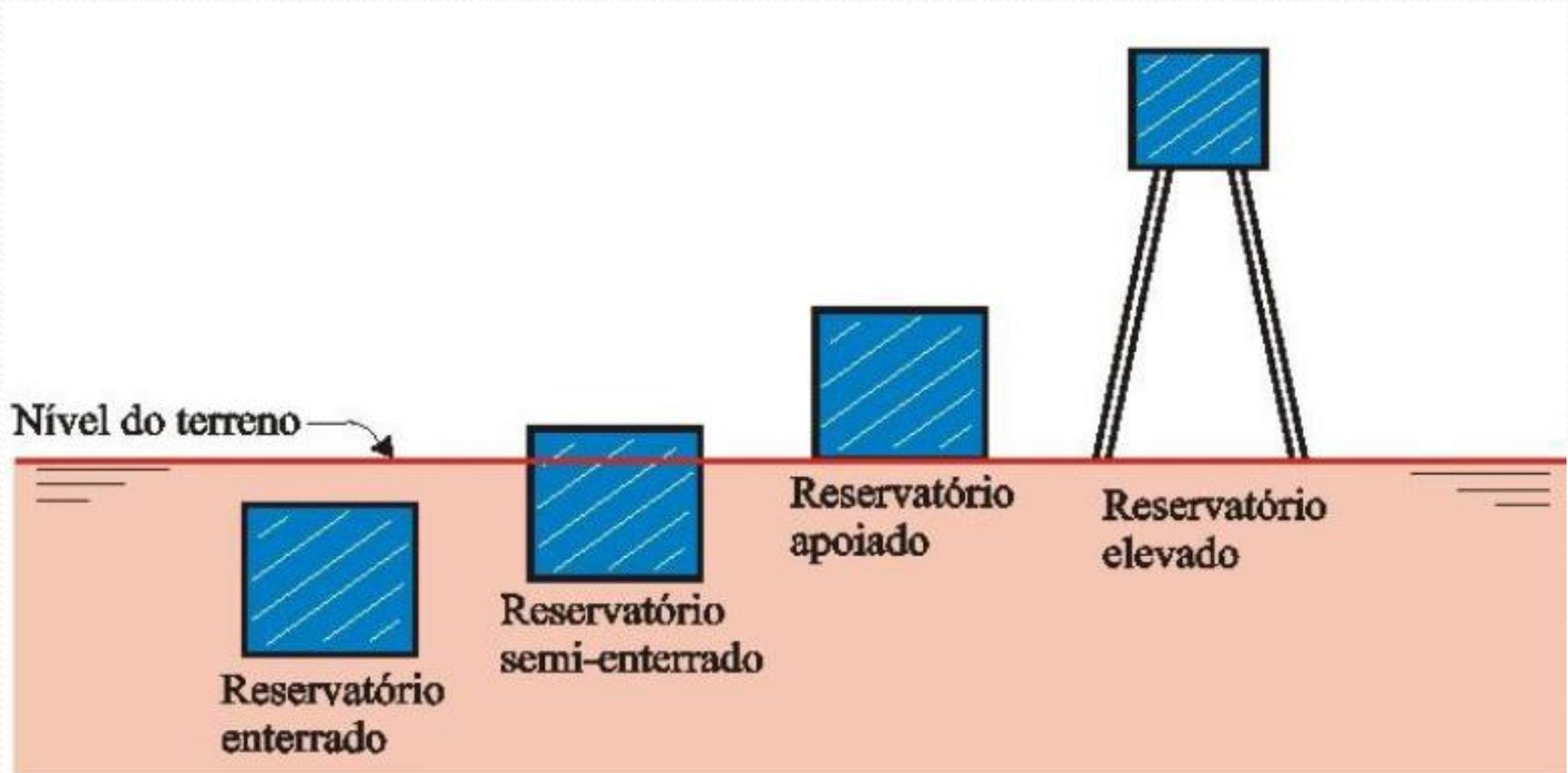
LOCALIZAÇÃO NO SISTEMA: MONTANTE E JUSANTE



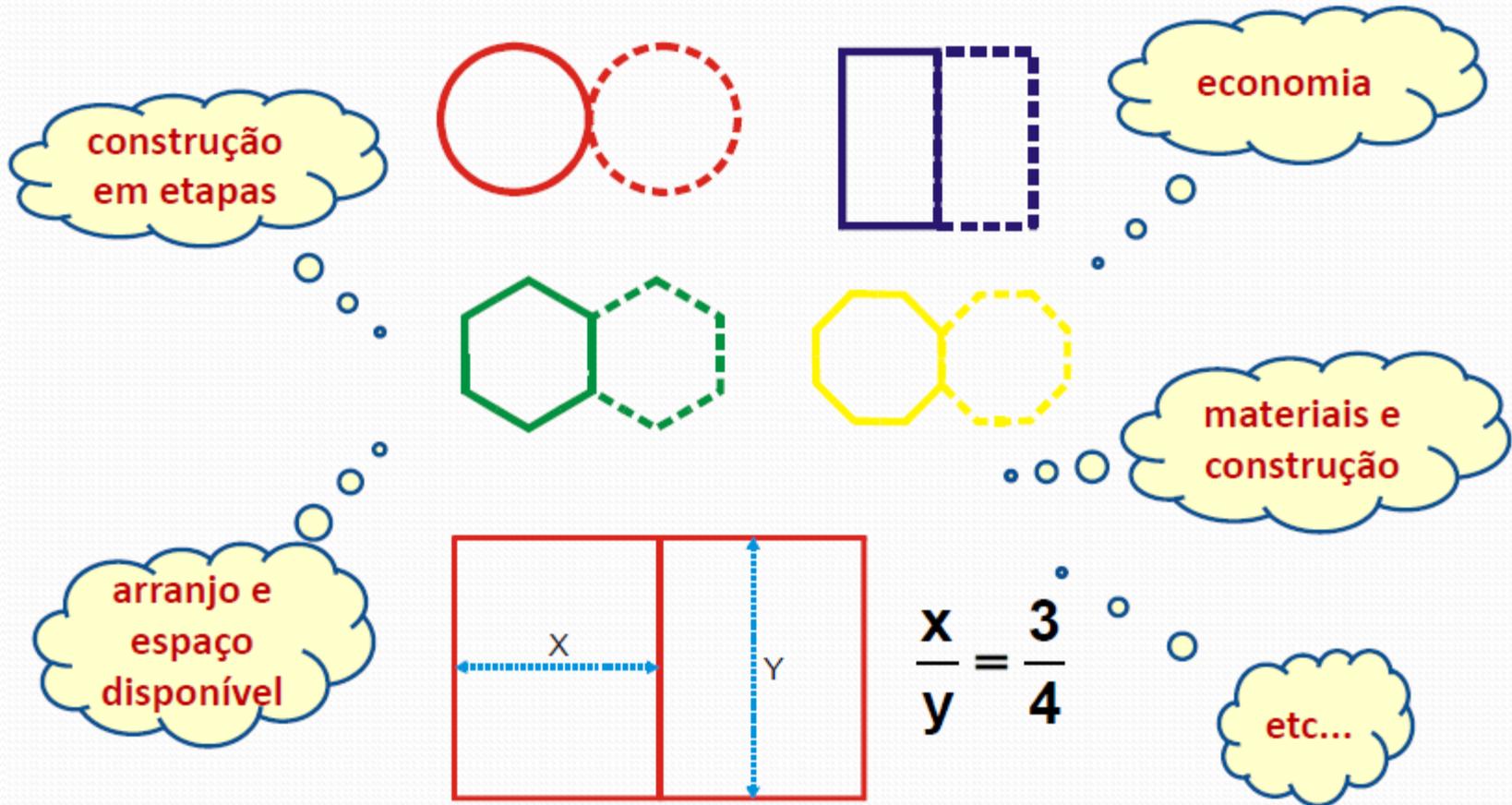
RESERVATÓRIOS NO MUNICÍPIO DE BAURU - SP



LOCALIZAÇÃO NO TERRENO



FORMAS DE RESERVATÓRIOS EM PLANTA



RESERVATÓRIOS APOIADOS



Município de São Gonçalo - RJ



Município de Sorocaba- SP

RESERVATÓRIOS SEMI-ENTERRADOS



Município de Smara - Marrocos



Município de Lins- SP

RESERVATÓRIOS ELEVADOS



Município de Smara - Marrocos

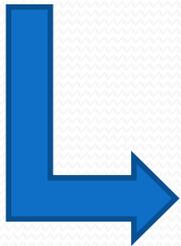


Município de Franca- SP

CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS

Volume para:

- atender às variações de consumo de água
- combate a incêndios
- emergências (falta de energia, manutenção etc.)



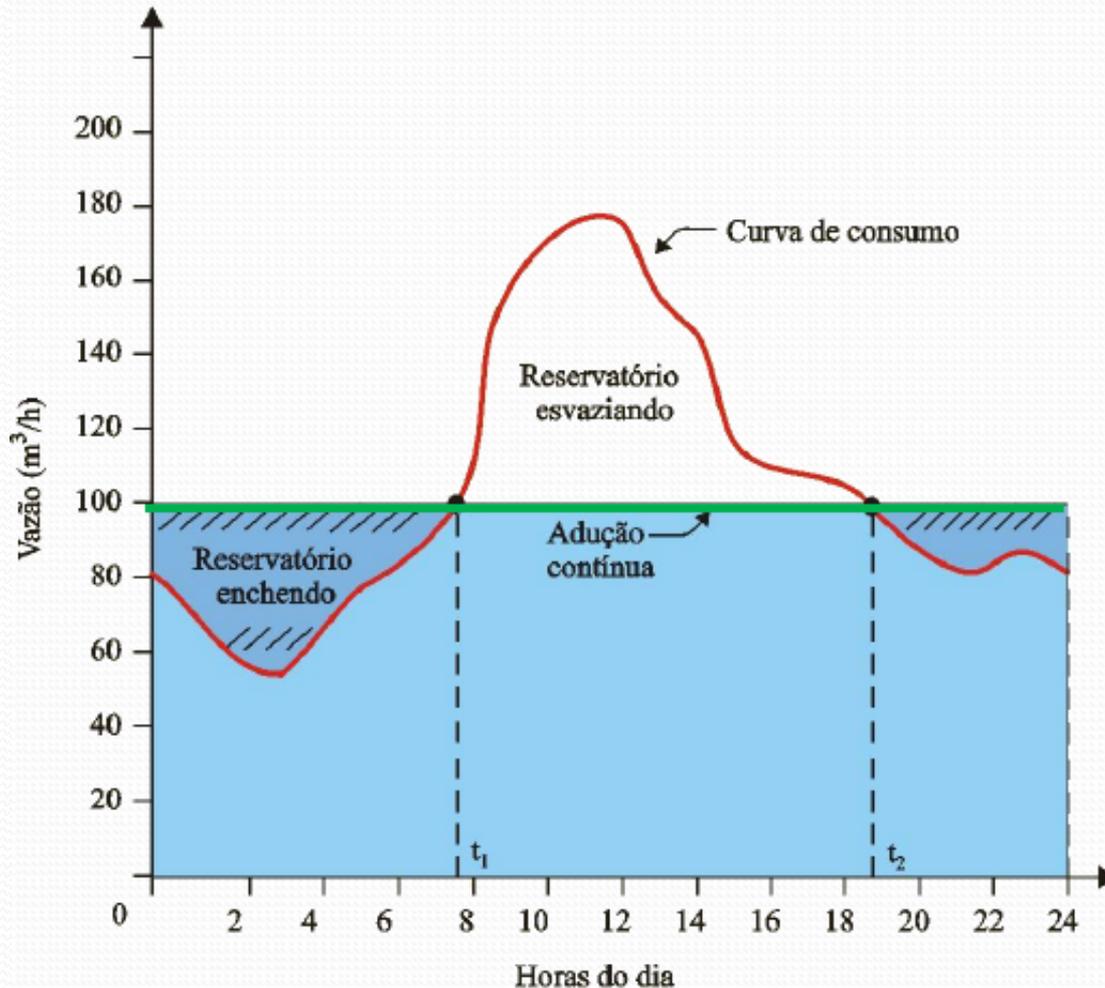
Atende durante falhas com paralisação do sistema

CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS

Determinação do volume útil para atender as variações de consumo de água:

- Quando se dispõe de curva de consumo
- Quando não se dispõe da curva de consumo
(**elaboração de projetos**)

VOLUME ÚTIL – ADUÇÃO CONTÍNUA



$$V = \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt - \bar{Q} \cdot (t_2 - t_1)$$

onde:

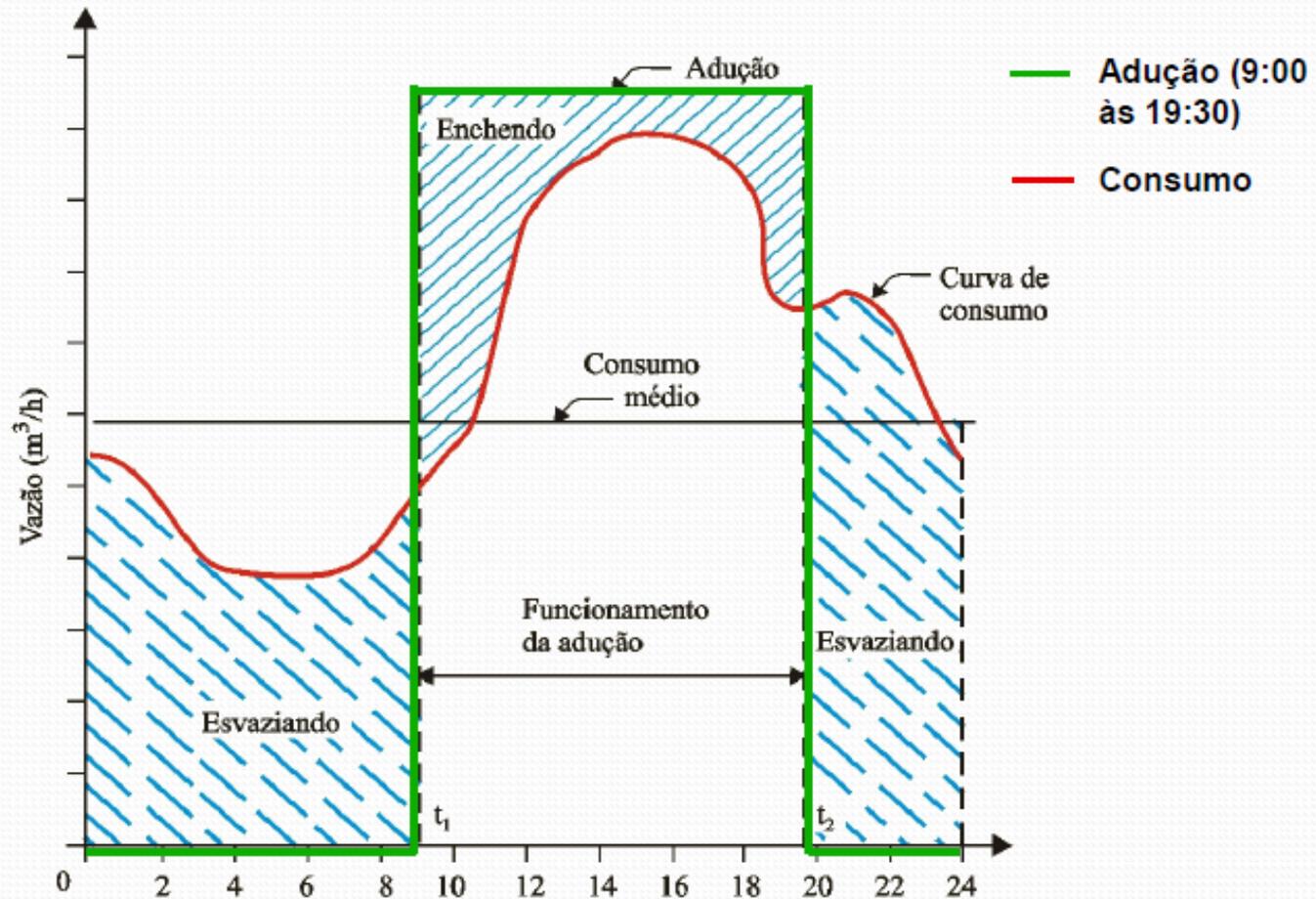
V = volume de reservação

Q = vazão consumida (*variável ao longo do dia*)

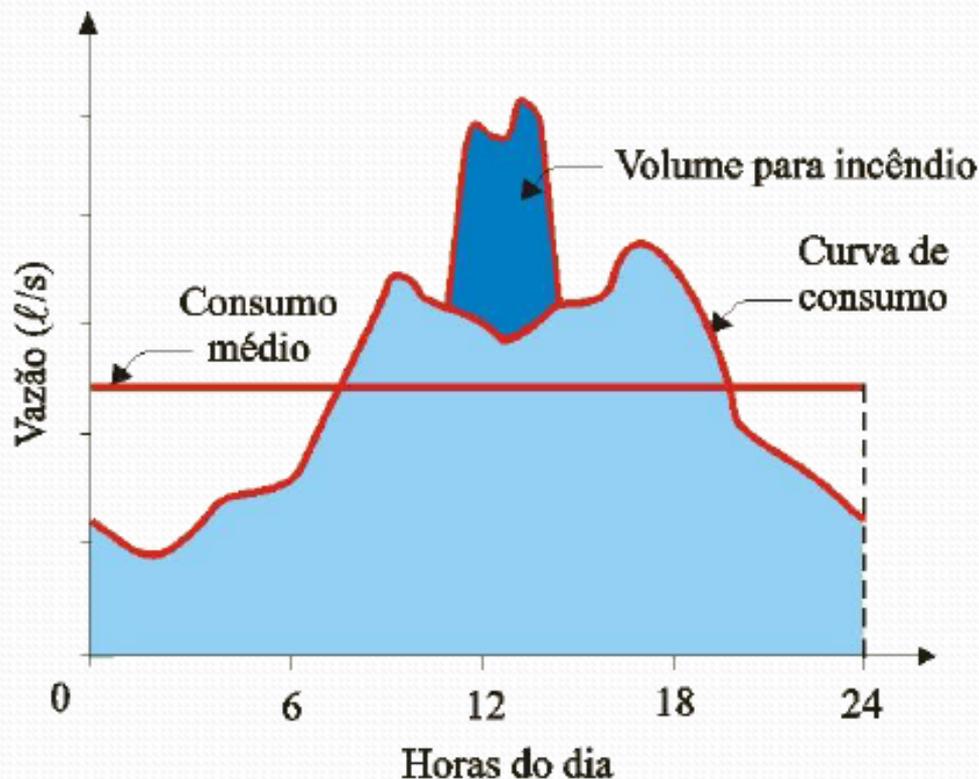
\bar{Q} = vazão média do dia (*igual a vazão de adução se esta for feita continuamente, 24 h*)

t₁ a t₂ = período em que o consumo (rede) é maior que a vazão fornecida (adução)

VOLUME ÚTIL – ADUÇÃO INTERMITENTE



VOLUME PARA COMBATE A INCÊNDIOS



EUA – Vazão para combate a incêndio

Vazão para o combate a incêndio (l/s)	Duração do fogo (h)
Menos que 157	2
189 - 220	3
251 - 755	4

Espanha - Volume para combate a incêndio

- 120 m³ para populações menores que 5.000 habitantes
- 240 m³ para as demais populações

Brasil: geralmente não se considera ---na reservação---

VOLUME PARA EMERGÊNCIA

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

VOLUMES UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS

- Volume total de reservação $\geq 1/3$ do volume distribuído no dia de maior consumo.

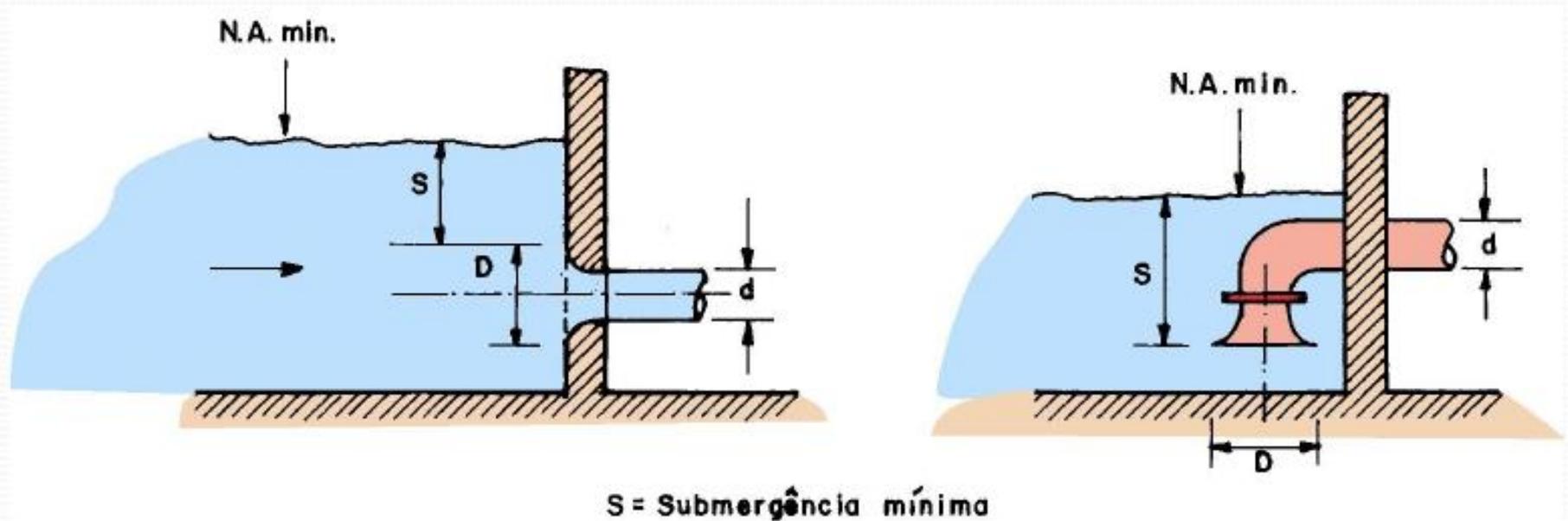
Capacidade do reservatório elevado:

- $\geq 1/30$ do volume no dia de maior consumo
- Valores mais utilizados: 10 a 20% do volume total
- Restante em reservatório apoiado ou enterrado

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

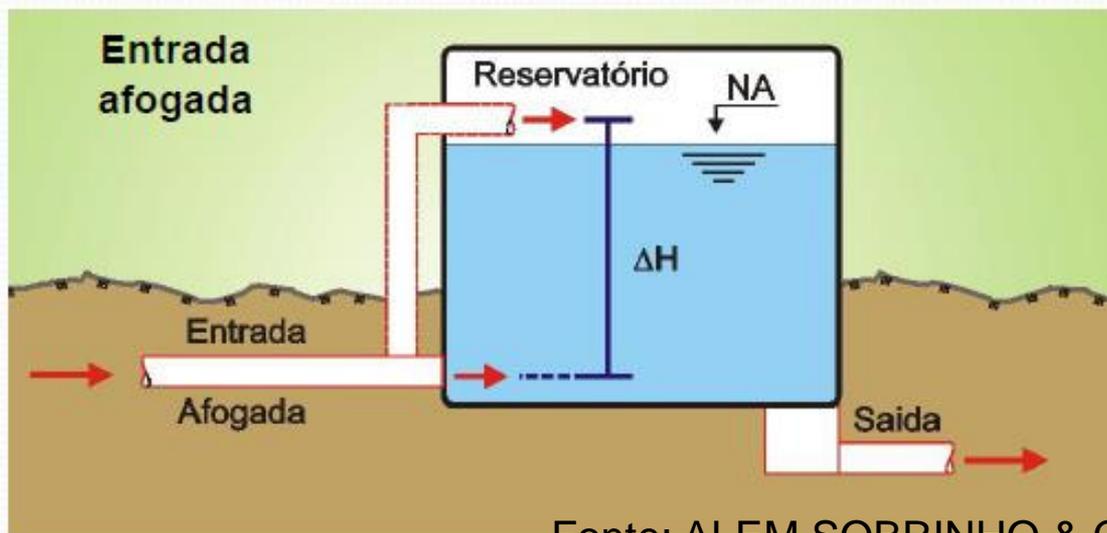
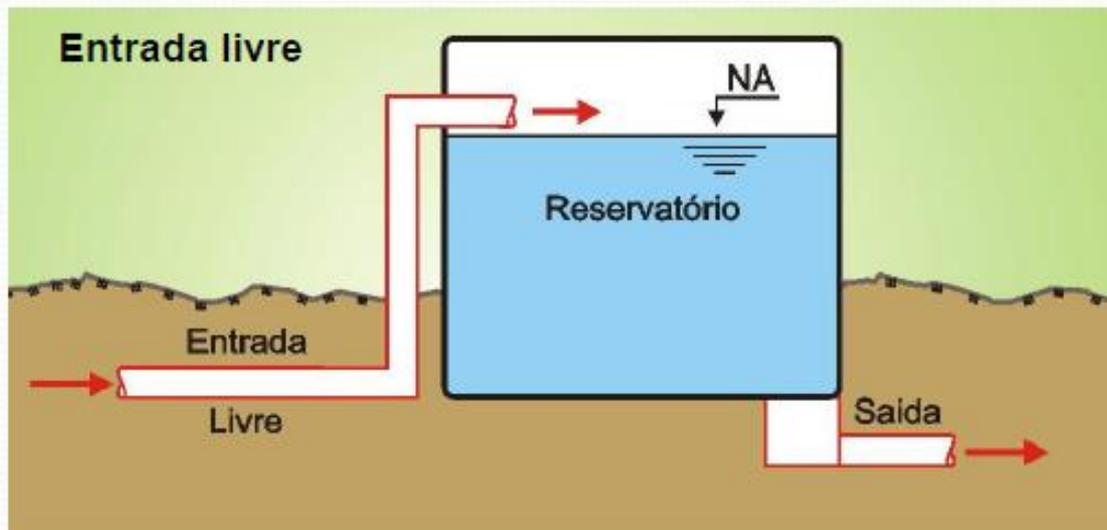
VÓRTICES EM RESERVATÓRIOS



Manter a submersão adequada!

TUBULAÇÃO DE ENTRADA

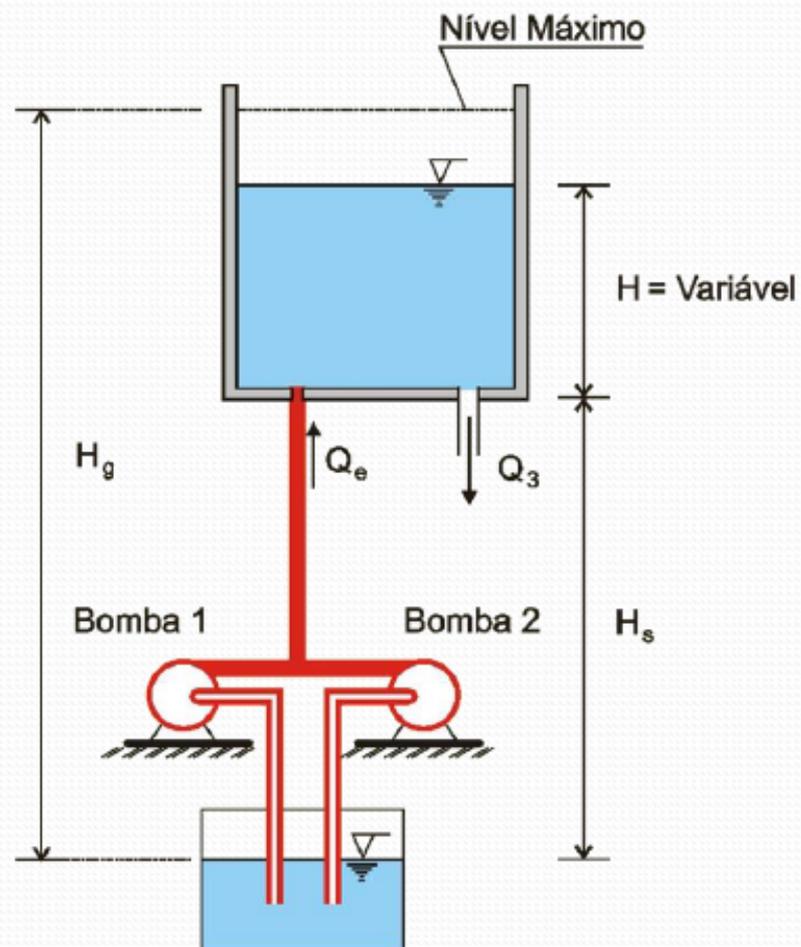
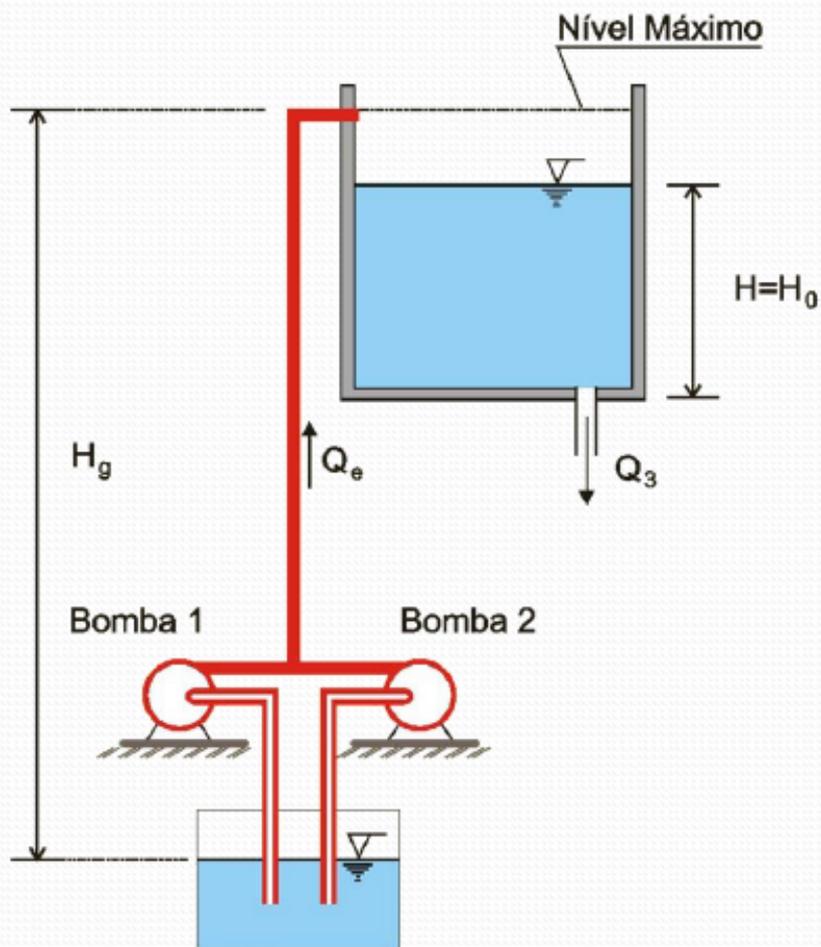
em reservatório apoiado, semi-enterrado e enterrado



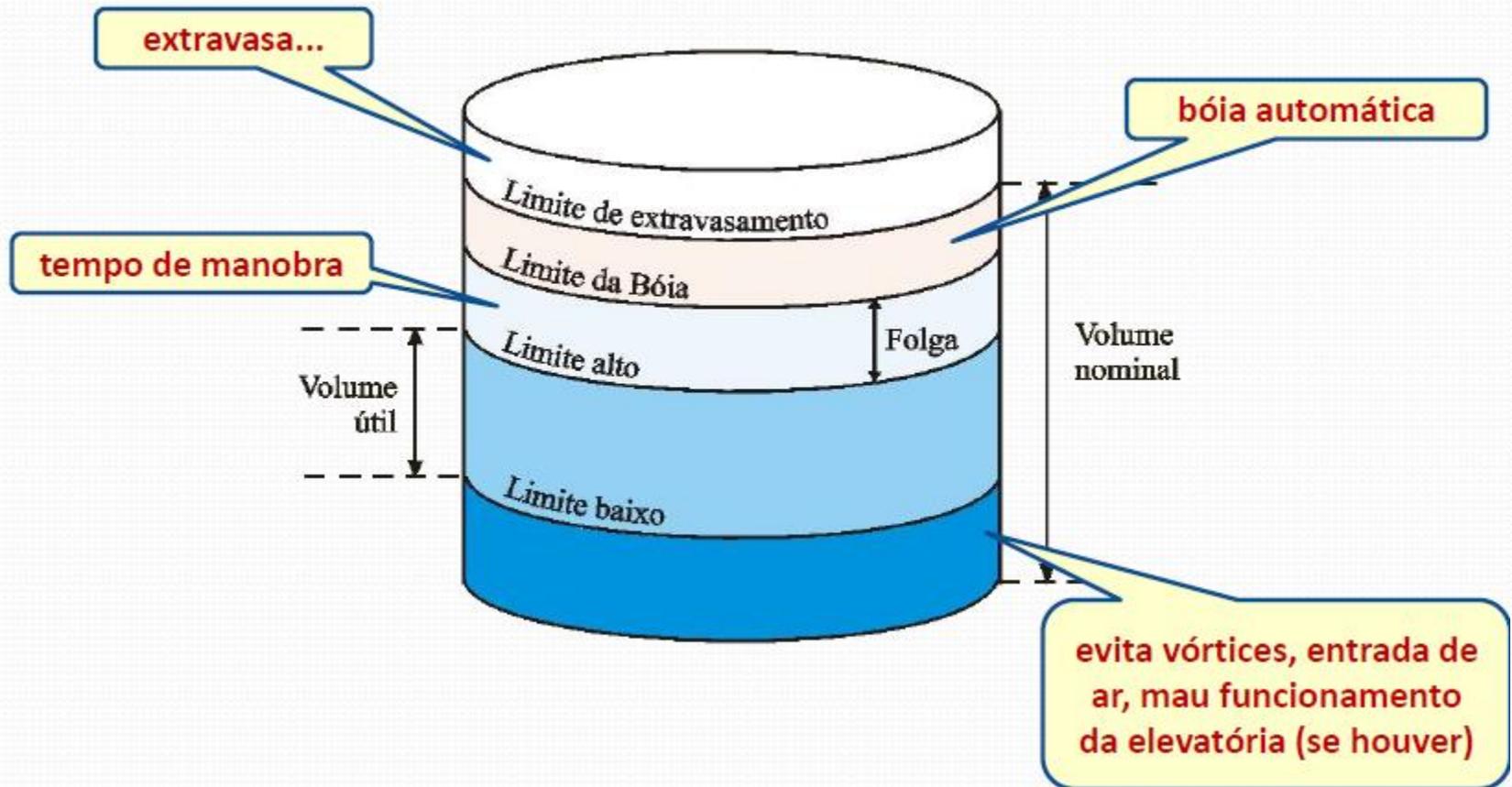
TUBULAÇÃO DE ENTRADA

em reservatório elevado: entrada livre...

...ou entrada afogada



OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS



OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

Regras operacionais podem ser definidas para otimizar o sistema buscando atender diversos objetivos:

- redução dos gastos com energia elétrica
- minimização das falhas no atendimento a demanda
- redução de perdas físicas em função das pressões na rede
- flexibilidade na operação de sistemas com múltiplos reservatórios interligados.

EXERCÍCIO

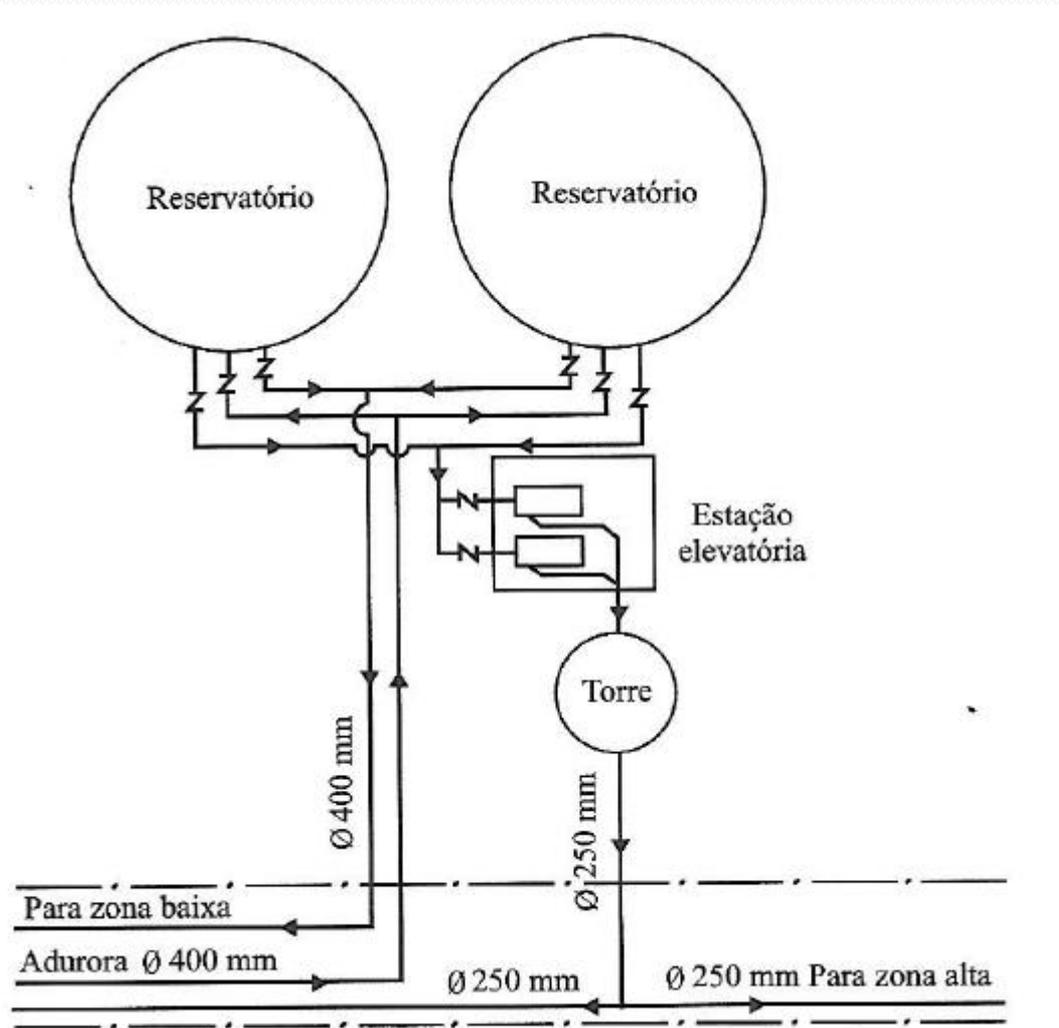
1) Dimensionar os reservatórios enterrado e elevado pertencentes a um centro de reservação, sendo conhecido os seguintes dados:

- Zona baixa a ser atendida pelo reservatório enterrado, com uma população de 30.000 habitantes e a zona alta a ser atendida pelo reservatório elevado (torre) com 12.000 habitantes;
- São conhecidos:
 - Consumo per capita de água: 250 l/hab.dia;
 - Coeficiente do dia de maior consumo: $K1 = 1,2$;
 - Coeficiente da hora de maior consumo: $K2 = 1,5$

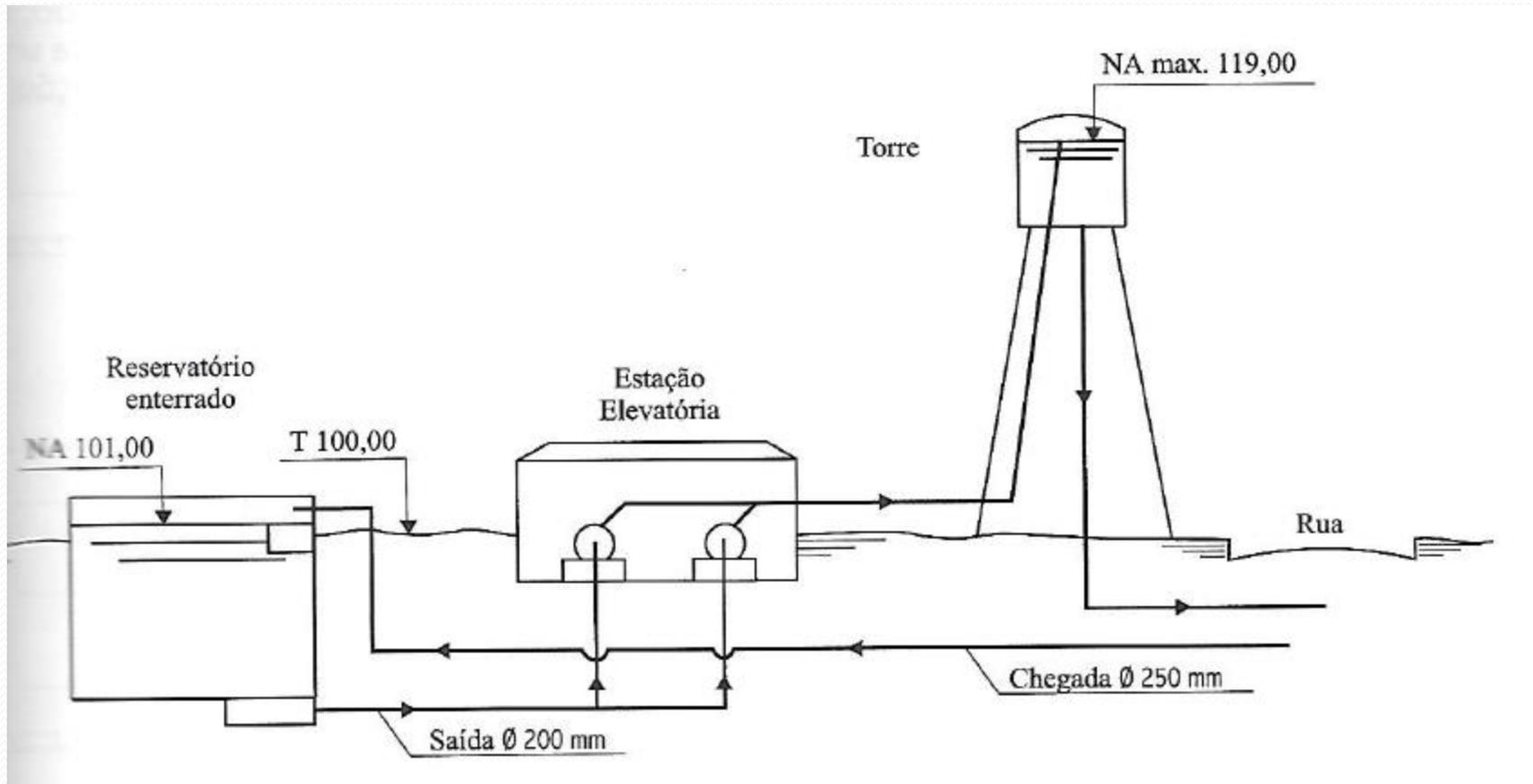
EXERCÍCIO

- O terreno do centro de reservação é plano, na cota 100,0 m;
- Estudadas as necessidade de pressão nas redes da zona alta e baixa, conclui-se que o reservatório enterrado deverá ter o NA_{max} na cota 101,00 m e NA_{min} na cota 97,00 m e a torre o NA_{max} na cota 119,0 m e o NA_{min} na cota 115,50 m;
- O volume de reservação a ser adotado deve ter 1/3 do volume consumido no dia de maior consumo.

EXERCÍCIO



EXERCÍCIO



EXERCÍCIO

2) Um medidor de vazão instalado na saída do reservatório de distribuição de água de uma cidade registrou as vazões apresentadas na tabela abaixo, durante um período de 24 horas sucessivas.

Tabela E1 - Consumo de água de uma cidade.

Hora	Vazão (l/s)	Hora	Vazão (l/s)
1	50	13	280
2	60	14	270
3	70	15	250
4	80	16	240
5	90	17	220
6	120	18	210
7	150	19	200
8	200	20	150
9	300	21	120
10	400	22	90
11	350	23	70
12	300	24	60

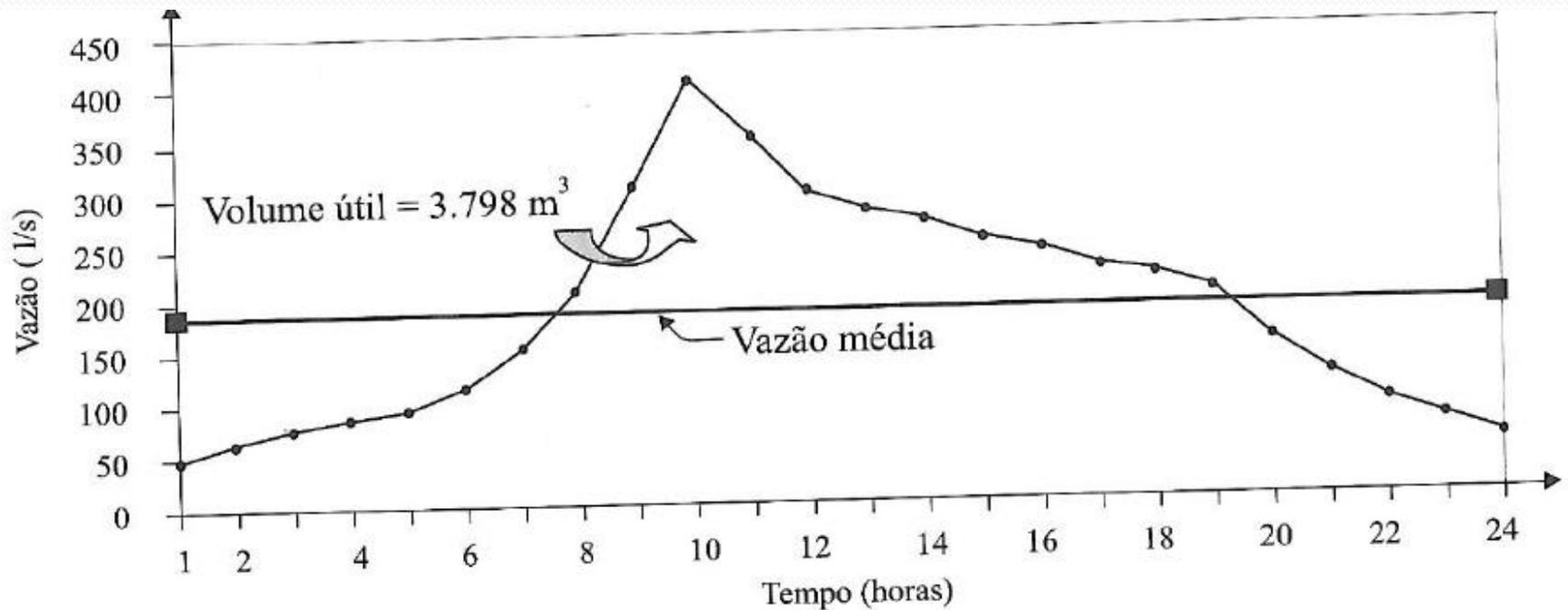
EXERCÍCIO

Pede-se:

- a) Determinar a vazão média de adução.
- b) Elaborar o gráfico da curva de demanda e determinar o volume útil do reservatório.

EXERCÍCIO

Curva de demanda:



REFERÊNCIAS

ALEN SOBRINHO, P.; CONTRERA, R.C. **Reservatórios**. Apresentação da disciplina Saneamento II. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em: 01/04/2016.

FREIRE, F. B. **Reservatórios e redes**. Apresentações da disciplina Sistemas Hidráulicos Urbanos. Paraná. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Acesso em: 28/10/2013.