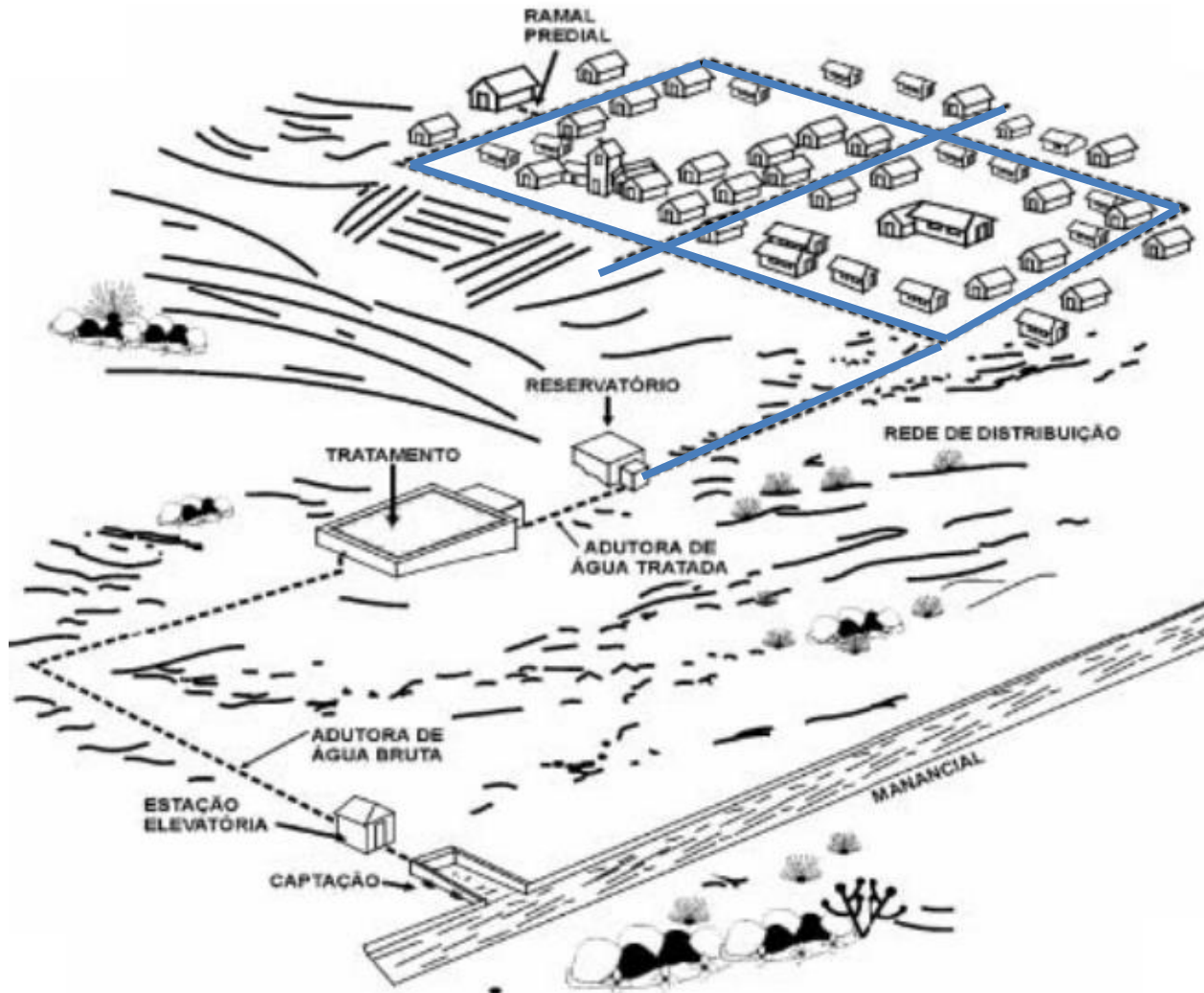


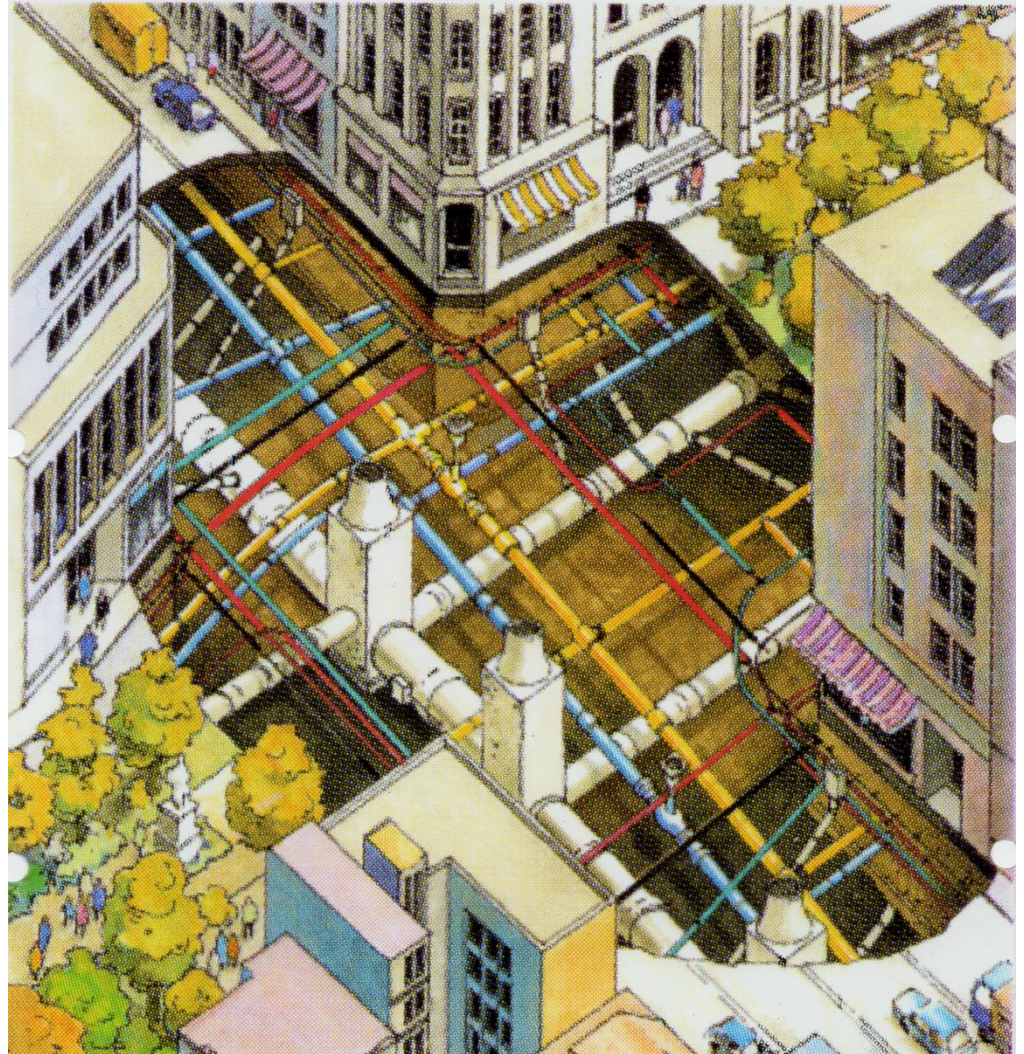
# 10 – Rede de distribuição



# Premissas de projeto

**Água potável à disposição dos consumidores:**

- forma contínua
  - quantidade
  - qualidade
  - pressão
- } adequadas



# Implantação das redes

**Custo da rede de distribuição:**  
50 a 75% Custo total de todas  
as obras do sistema  
abastecimento







# Tipos de rede

---

**Quanto ao porte e função das tubulações:**

**Principal = Primária = Tronco = Mestra**

Tubulações de maiores diâmetros.

Finalidade: abastecer as canalizações secundárias

**Secundária**

Tubulações de menores diâmetros.

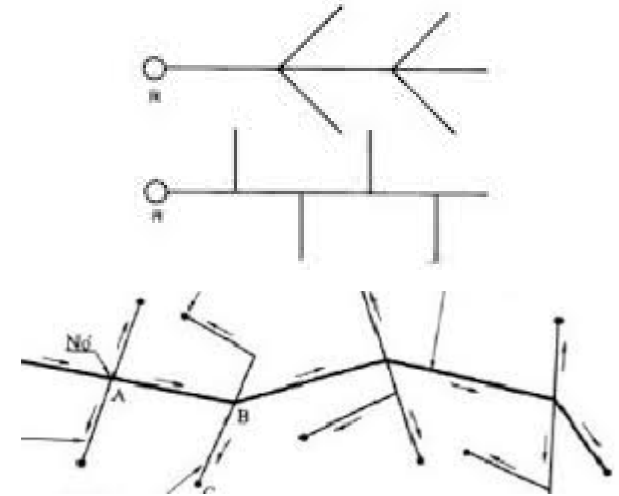
Finalidade: abastecer diretamente os pontos de consumo do sistema

Recomendação: comprimento máximo de 600m

## Quanto a Tipologia:

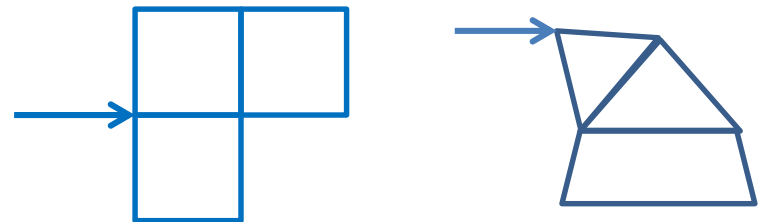
### Rede ramificada

- Traçado aberto, semelhante a uma árvore ou espinha de peixe
- Cada ponto da rede é atendido por um caminho único desde o reservatório ou outra fonte de suprimento
- Se um ponto é interrompido, toda a rede a jusante fica isolada

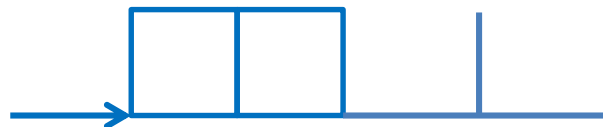


### Rede malhada ou em anéis

- Rede fechada, forma anéis com múltiplos caminhos para o escoamento
- Maior flexibilidade:
  - para atender diferentes demandas e
  - para manutenção da rede

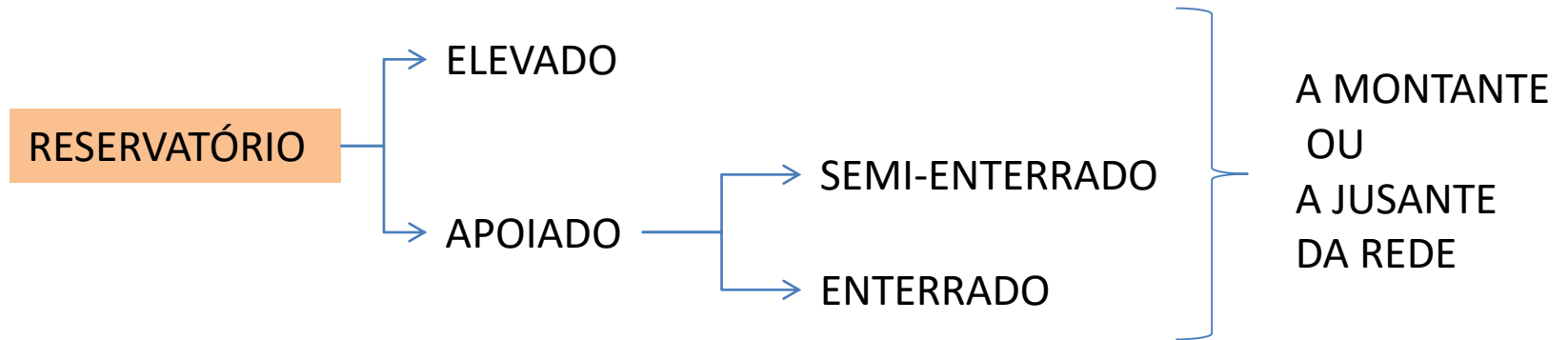


### Rede mista



# Fornecimento de água para a rede

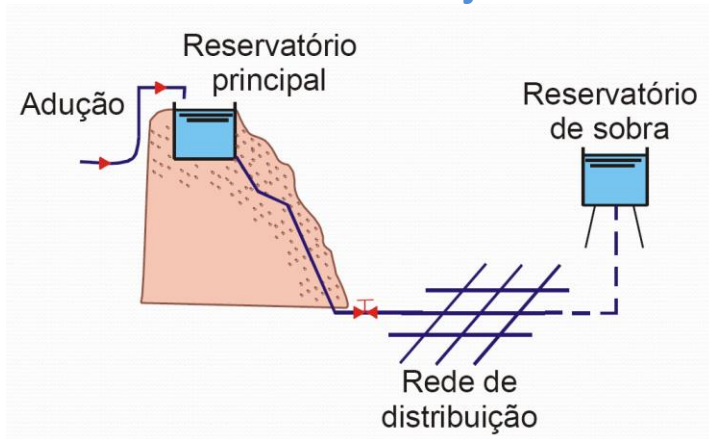
---



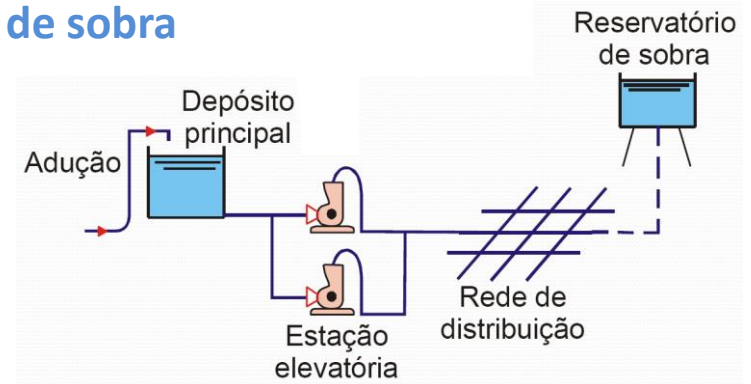
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA (INVERSORES DE FREQUÊNCIA)

TANQUE HIDROPNEUMÁTICO

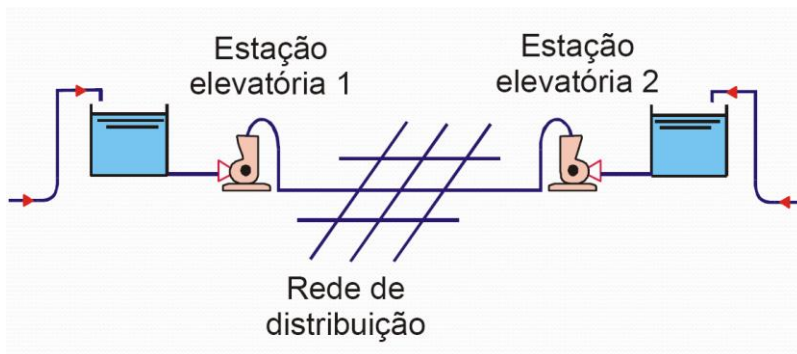
## Reservatório a montante e reservatório de sobra a jusante



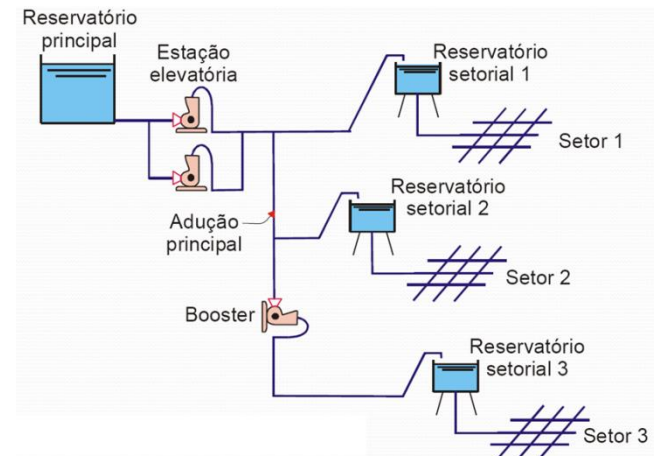
## Alimentação direta com reservatório de sobra



## Alimentação direta através de vários pontos

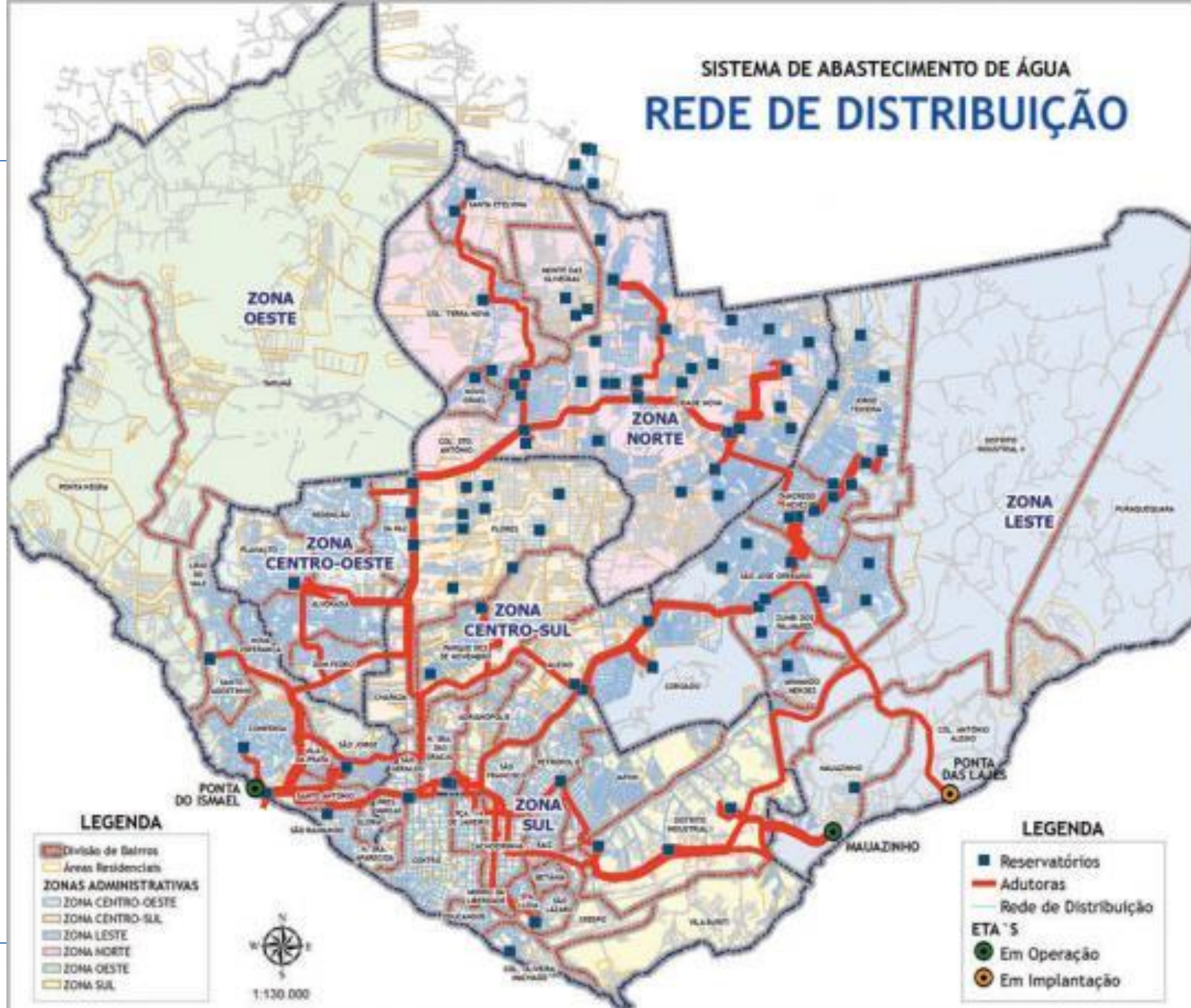


## Abastecimento em setores distintos



# SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

## REDE DE DISTRIBUIÇÃO



### LEGENDA

- Divisão de Bairros
- Áreas Residenciais
- ZONAS ADMINISTRATIVAS**
- ZONA CENTRO-OESTE
- ZONA CENTRO-SUL
- ZONA LESTE
- ZONA NORTE
- ZONA OESTE
- ZONA SUL



1:130 000

### LEGENDA

- Reservatórios
- Adutoras
- Rede de Distribuição
- ETA'S**
- Em Operação
- Em Implantação

# Pressões na rede

NBR 12218/2017

Devem ser atendidos os seguintes limites:

## Pressão estática máxima: 400kPa (40 mca)

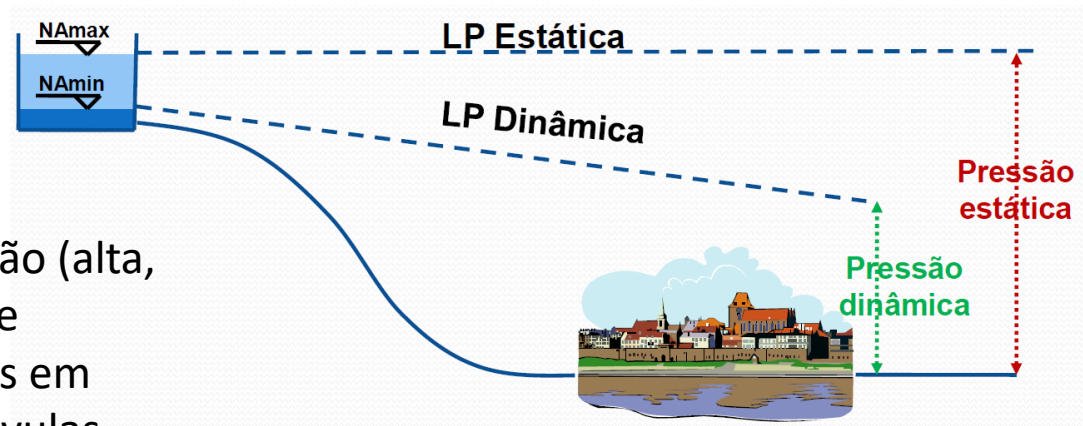
- Calculada em condição de vazão nula e imposta pelo nível de água máximo no reservatório ou pressões máximas nas elevatórias presentes no sistema
- Pode chegar a 500kPa em regiões com topografia acidentada.

## Pressão dinâmica mínima: 100kPa (10 mca)

- Calculada com demanda de pico no dia e hora de maior consumo e reservatórios nos níveis mínimos

### 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



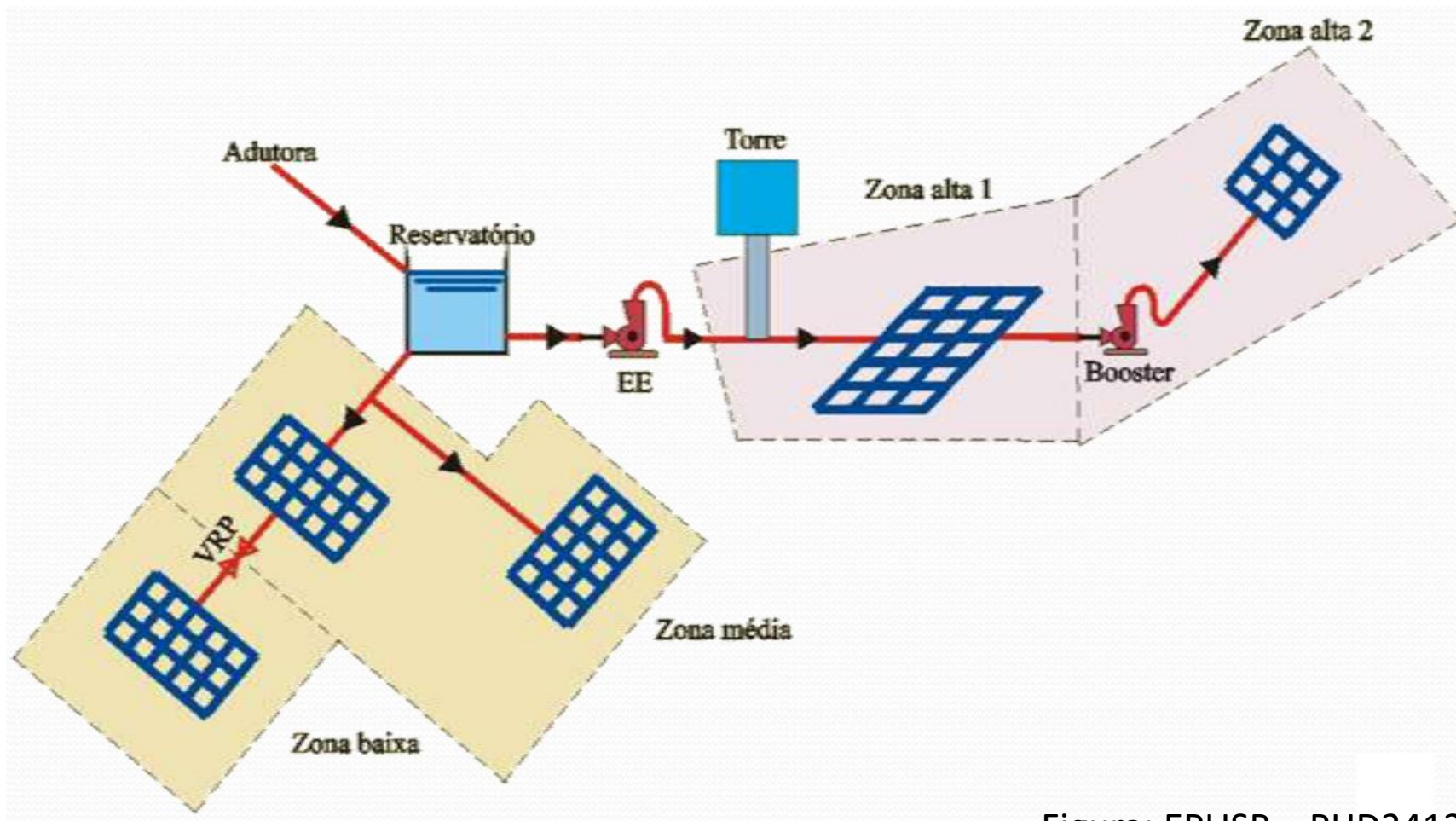
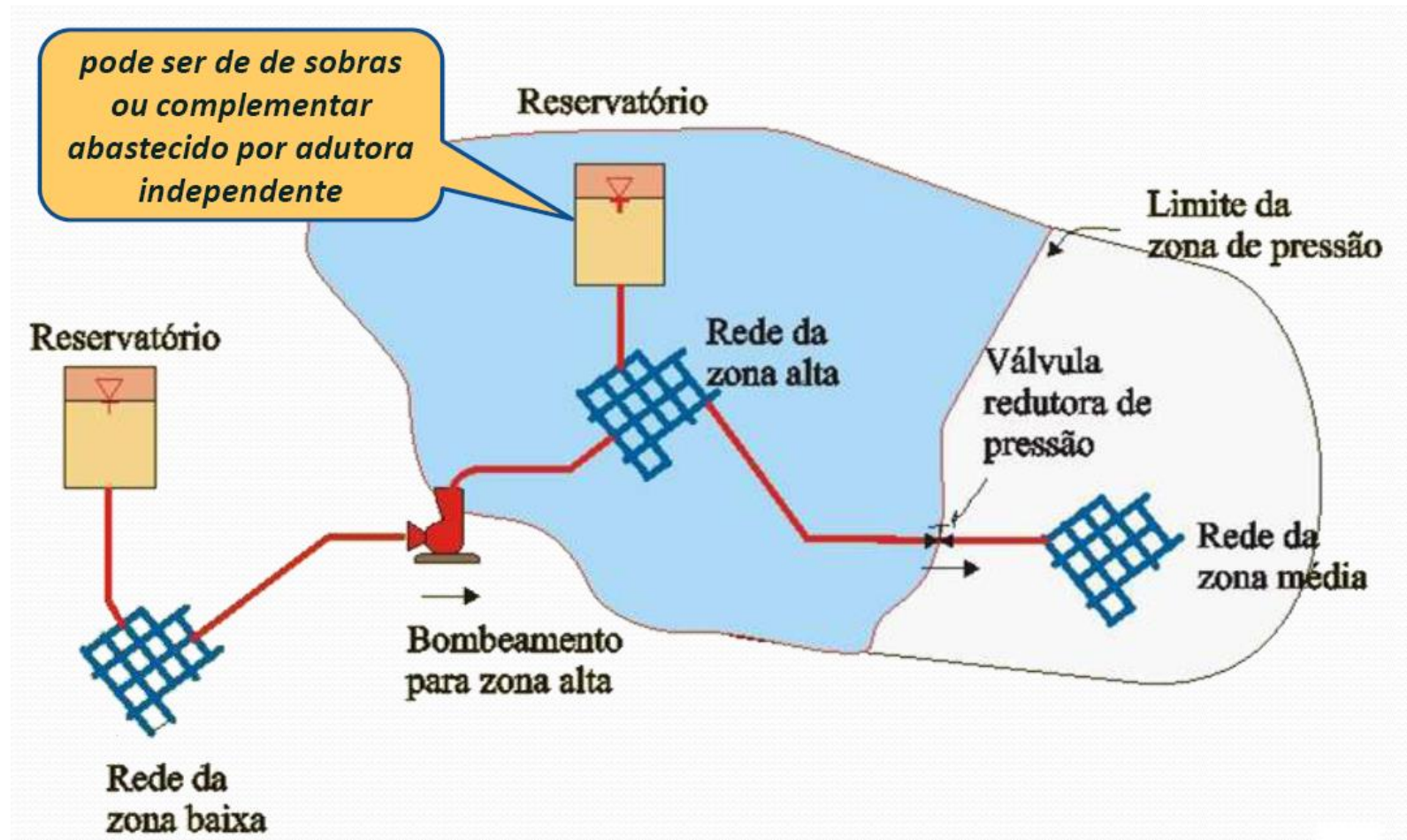


Figura: EPUSP – PHD2412



Fonte: EPUSP – PHD2412

# Vazão para dimensionamento

---

$$Q = K_1 K_2 P q$$

Q : Vazão

$K_1$  : coeficiente do dia de maior consumo

$K_2$  : coeficiente da hora de maior consumo

P: População total a ser abastecida

q: consumo *per capita* de água

## Considerar vazões:

- de áreas específicas
- de consumidores singulares
- de áreas de expansão

## Vazão específica relativa a extensão da rede

$$q_m = \frac{Q}{L}$$

$q_m$  : Vazão específica em marcha [L/s/m]

L : Extensão total da rede [m]

## Não considerar:

- demandas especiais de combate a incêndio em condições normais de operação da rede

## Vazão específica relativa a área

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

$q_d$  : Vazão específica de distribuição [L/s/ha]

A : Área a ser abastecida [ha]

# Velocidade

## Limitações associadas a:

- segurança e durabilidade das tubulações
- custo de implantação e operação

NBR12218/2017

$$V_{\text{mín}} = 0,40 \text{ m/s}$$

$V_{\text{máx}}$  → deve corresponder a uma perda de carga de até 10 m/km

$$V_{\text{máx}} = f(D)$$

| D<br>[mm] | $V_{\text{máx}}$<br>[m/s] | $Q_{\text{máx}}$<br>[L/s] |
|-----------|---------------------------|---------------------------|
| 50        | 0,50                      | 1,0                       |
| 75        | 0,50                      | 2,2                       |
| 100       | 0,60                      | 4,7                       |
| 150       | 0,80                      | 14,1                      |
| 200       | 0,90                      | 28,3                      |
| 250       | 1,10                      | 53,9                      |
| 300       | 1,20                      | 84,8                      |
| 350       | 1,30                      | 125,0                     |
| :         | :                         | :                         |
| 600       | 1,80                      | 509,0                     |

Fonte: Martins (1976), apud Tsutiya (2006)

# Diâmetro mínimo

---

Diâmetro mínimo = 50 mm

Tubulação secundária  
NBR 12218/2017

Considerar:

- Perdas de carga
- Vazões disponíveis aos usuários

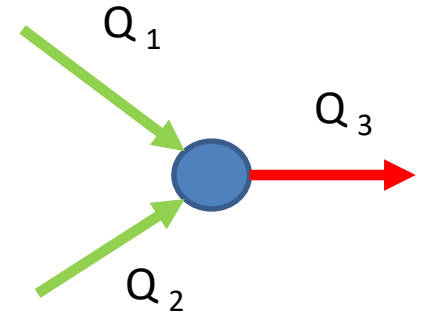
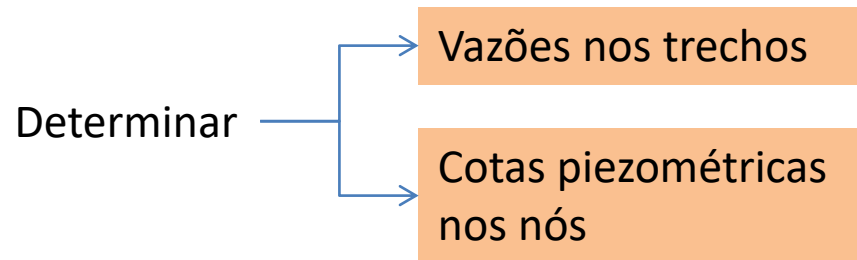
# Dimensionamento

## Análise hidráulica

Na condição de equilíbrio:

Soma algébrica das vazões em cada nó da rede = NULA

Equação de resistência na forma:  $\Delta H = rQ^n$



$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$

### Normalmente, negligenciam:

- cargas cinéticas
- perdas localizadas

### NBR 12218/2017 Perdas distribuídas:

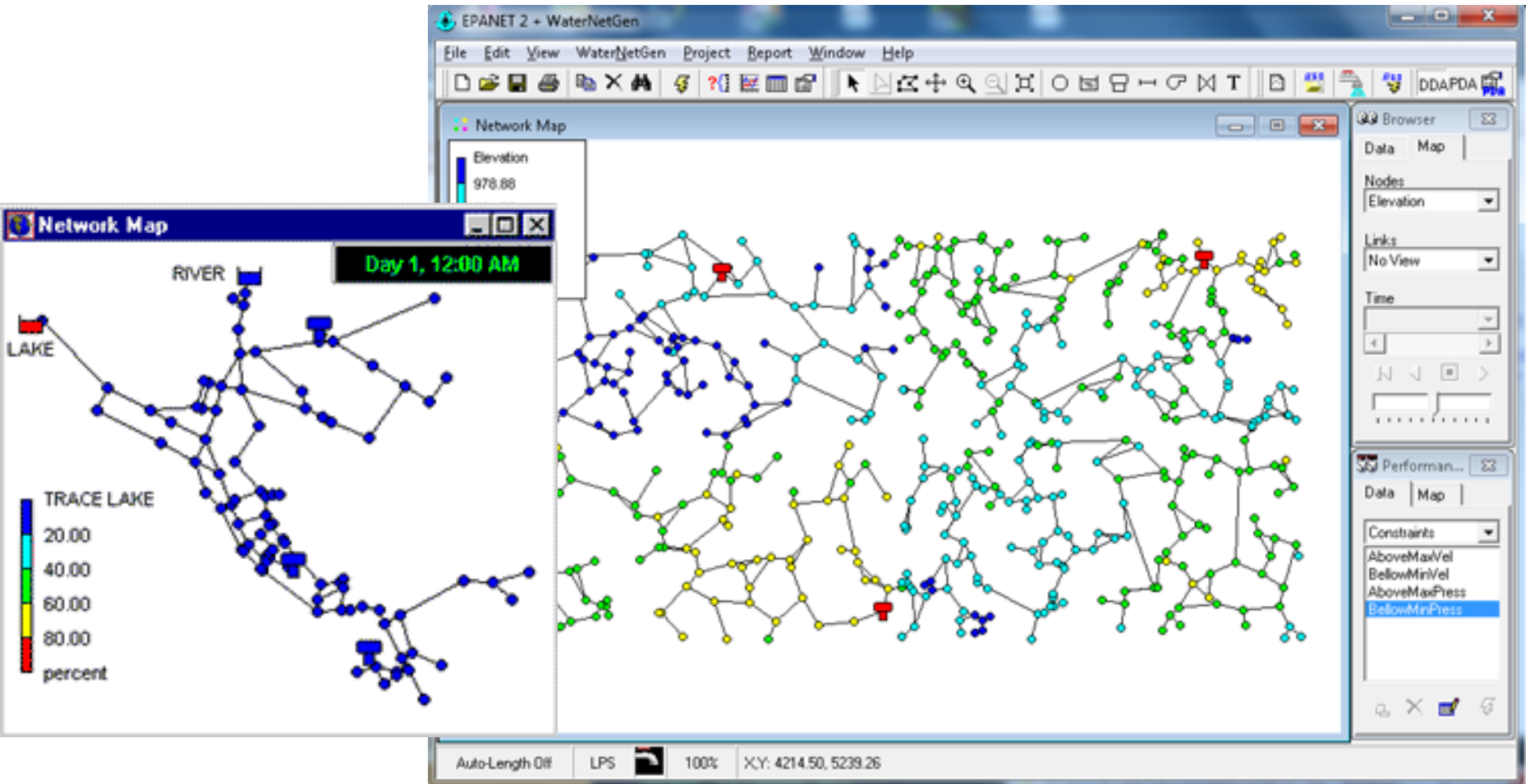
- Hazen-Williams
- Fórmula Universal

# Modelos matemáticos

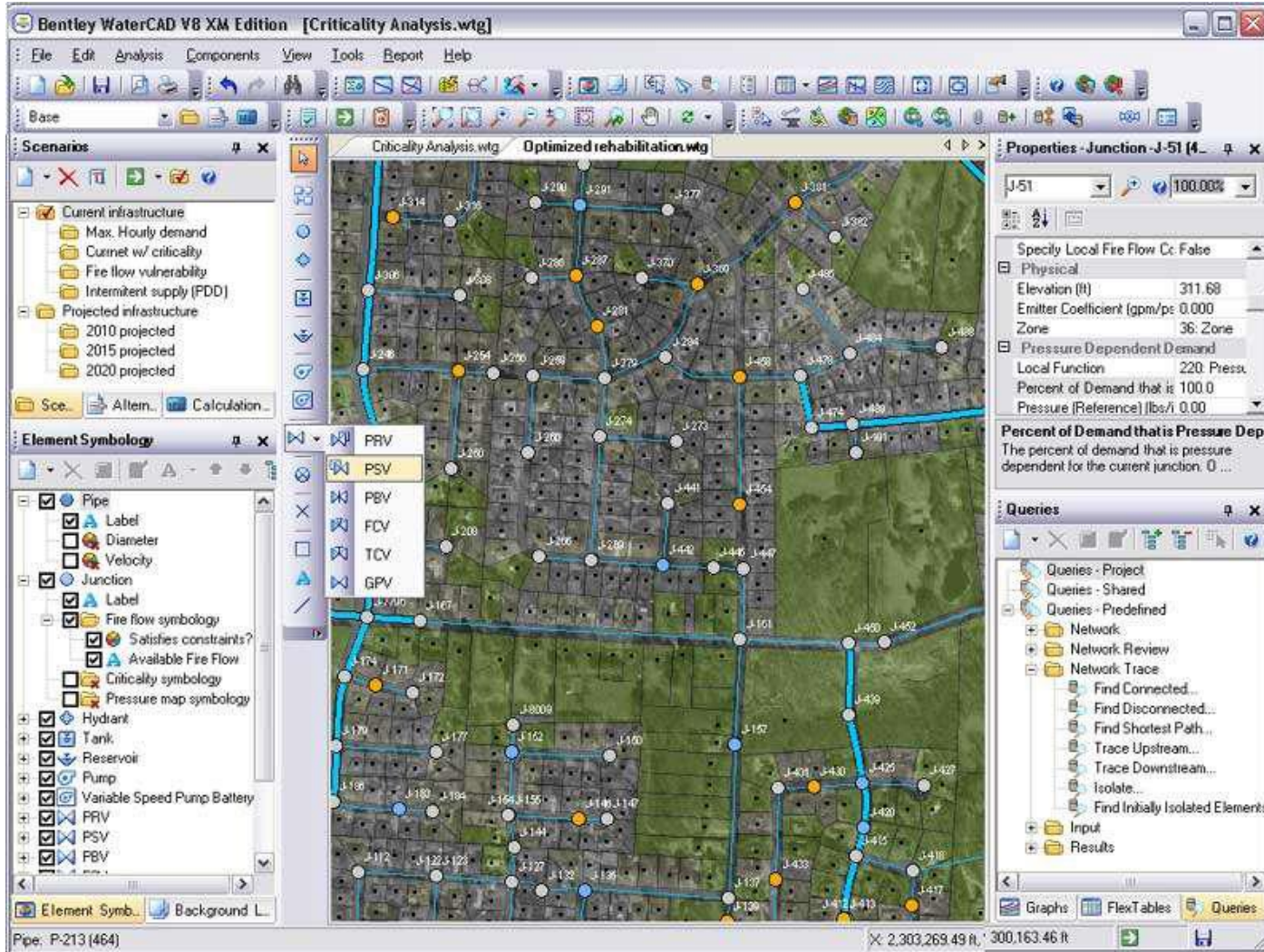
---

- Modelagem hidráulica
- Simulação do decaimento do cloro no sistema de distribuição de água potável
  
- Exemplos:
  - EPANET
  - DYNAQ
  - DWDS
  - WaterCAD

# EPANET



# WaterCAD



# 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