

## AULA 7

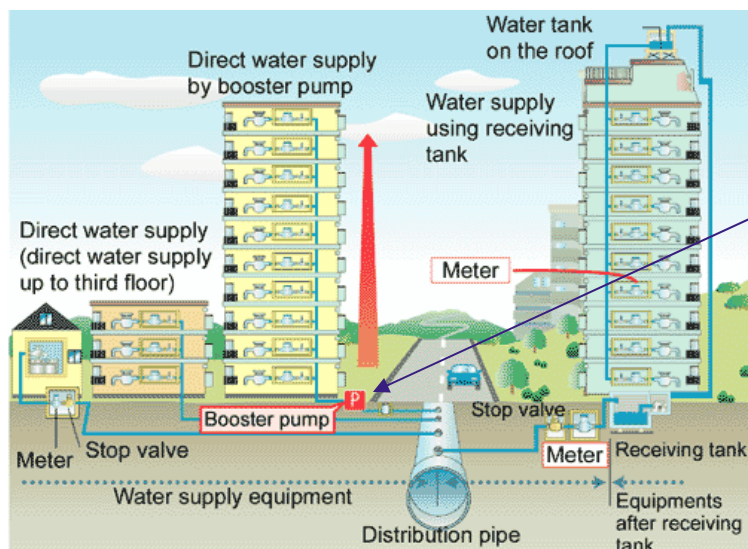
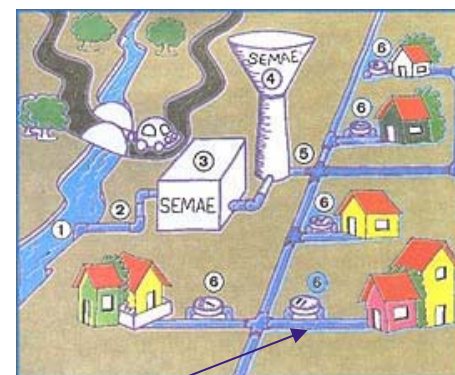
### REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (water networks)

- Funções e tipos de redes de abastecimento.
- Topologia da rede.
- Formulação das condições de equilíbrio hidráulico.
- EPANET System.
- Traçado em Planta (drawing in maps).
- Afecção e distribuição de consumos.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição de Água

**Rede de distribuição de água:** um sistema de tubagens e elementos acessórios instalados na via pública, em terrenos da entidade distribuidora ou em outros sob concessão especial, cuja utilização interessa ao serviço público de abastecimento de água potável.

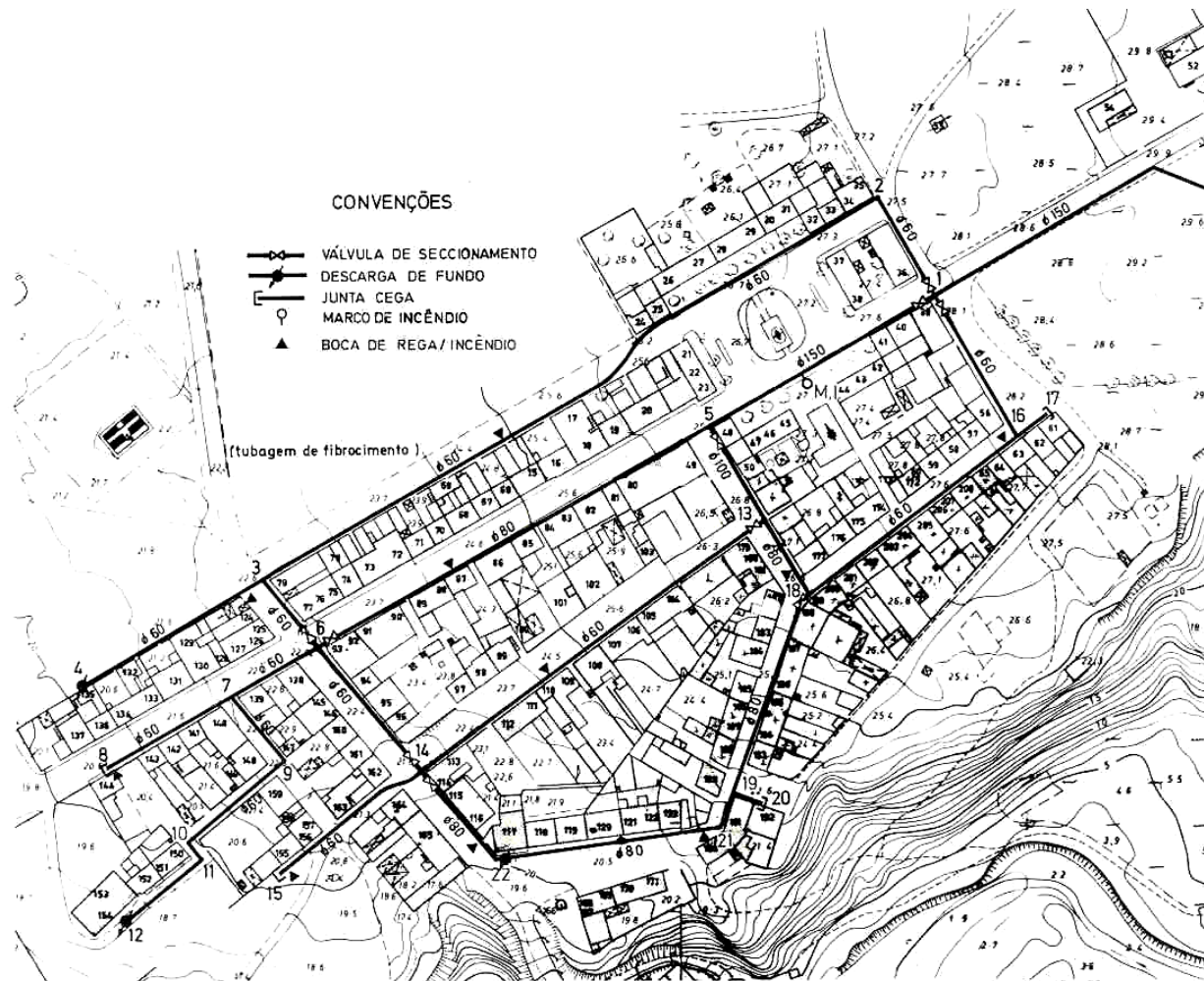


**Ramal domiciliário:** tubagem que assegura o abastecimento predial de água, desde a rede geral pública até ao limite da propriedade a servir.

A rede geral de distribuição alimenta, por meio de **ramais domiciliários**, os diversos edifícios ou instalações a servir.

## SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição de Água/ Traçado em Planta

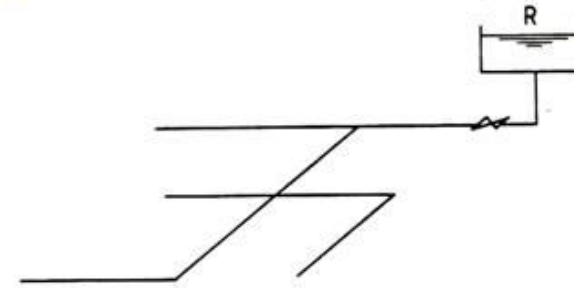


# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Classificação

### Redes Ramificadas (branched networks)

- só há um percurso possível entre o reservatório e qualquer ponto da rede



#### Vantagens:

- requer menor número de acessórios;
- permite que se adoptem os diâmetros económicos;
- dimensionamento hidráulico simples.

#### Inconvenientes:

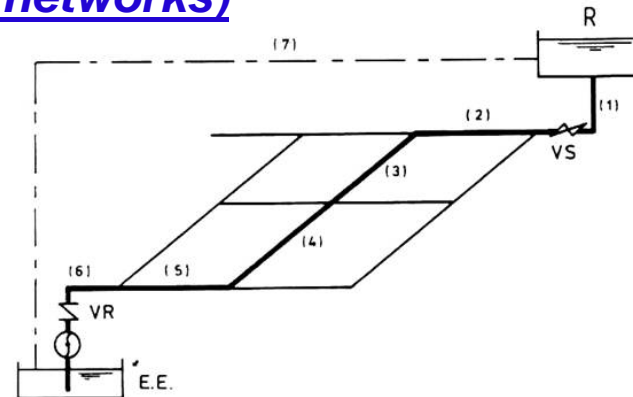
- acumulação de sedimentos nos pontos terminais;
- no caso de avaria todo o abastecimento é interrompido para jusante;
- pressão insuficiente no caso de aumento (ou variação) das solicitações de consumo.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Classificação

### Redes Emalhadas (ou malhadas) (looped networks)

- as condutas fecham-se sobre si mesmas constituindo malhas (circuitos fechados);



#### Vantagens:

- permite escoamento bidireccional;
- no caso de avaria numa tubagem, não se interrompe o escoamento para jusante;
- efeitos pouco significativos, em termos de pressão, quando ocorrem grandes variações de consumos.

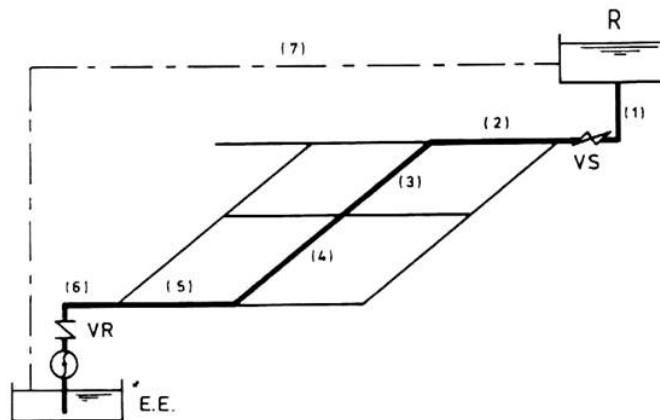
#### Inconvenientes:

- exige uma maior quantidade de tubagens e acessórios;
- o cálculo hidráulico é mais complexo.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Topologia

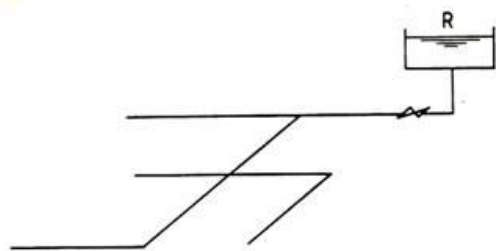
- Reservatório** : ponto de alimentação ou de consumo pontual que se caracteriza por condicionar as cotas piezométricas na rede de distribuição;
- Nó (node)** : ponto de alimentação ou de consumo pontual, ou de ligação de dois ou mais trechos;
- Trecho (reach)** : segmento de conduta que ligam dois ou mais nós (de cota piezométrica fixa ou condicionada) e que se caracteriza por ter um caudal constante ou uniformemente distribuído;
- Malha (loop)** : conjunto de trechos que forma um circuito fechado.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Classificação

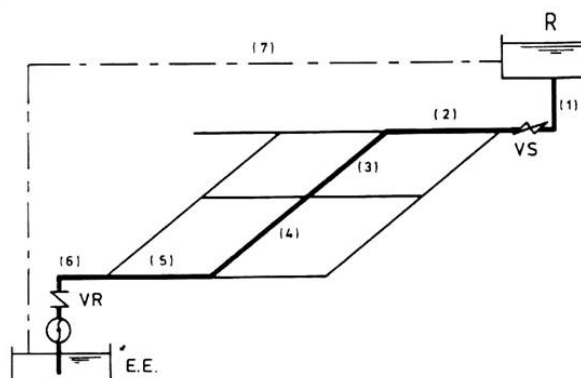
### Redes Ramificadas



$$T = 8 + 1 - 1 = 8$$

Trechos (T).....	= 8
Nós de junção (N) .....	= 8
Reservatórios (F).....	= 1
Malhas naturais (M) .....	= 0
Malhas imaginárias.....	= 0

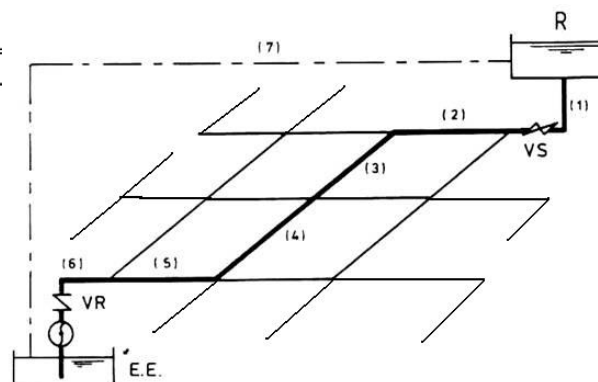
### Redes Emalhadas



$$T = 10 + 4 + 2 - 1 = 15$$

Trechos (T).....	= 15
Nós de junção (N) .....	= 10
Reservatórios (F).....	= 2
Malhas naturais (M) .....	= 4
Malhas imaginárias.....	= 1

### Redes Mistas



$$T = 21 + 4 + 2 - 1 = 26$$

Trechos (T).....	= 26
Nós de junção (N) .....	= 21
Reservatórios (F).....	= 2
Malhas naturais (M) .....	= 4
Malhas imaginárias.....	= 1

$$T = M + N + F - 1$$



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Formulação do Equilíbrio Hidráulico

### *Equações dos Troços (equations of reaches )*

Os caudais em cada troço são as incógnitas

*(T incógnitas)*

### *Equações dos Nós (equations of nodes)*

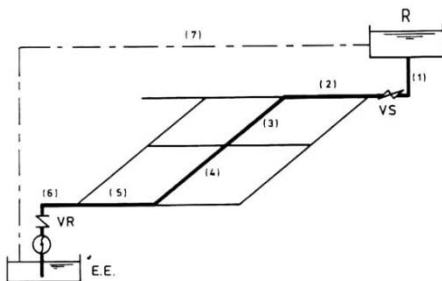
As cotas piezométricas em cada nó são as incógnitas

*(N incógnitas)*

### *Equações das Malhas (equations of looped )*

As correcções de caudal em cada malha são as incógnitas

*(M+F-1 incógnitas)*



$$T = M + N + F - 1$$



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Dimensionamento Hidráulico / EPANET 2.0

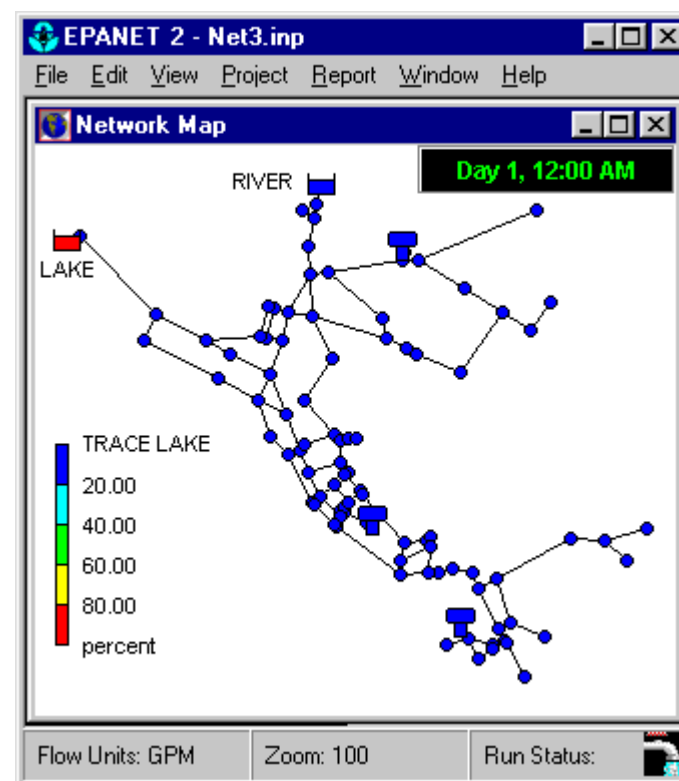


### ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

*É um programa de computador que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água de sistemas de distribuição em pressão.*

#### **Permite obter:**

- *caudal em cada tubagem;*
- *pressão em cada nó;*
- *altura em cada reservatório de nível variável;*
- *concentração de substâncias na rede;*
- *idade da água;*
- *rastreio da origem da água.*



#### Links:

EPA: <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/wswrd/epanet.html#Description>

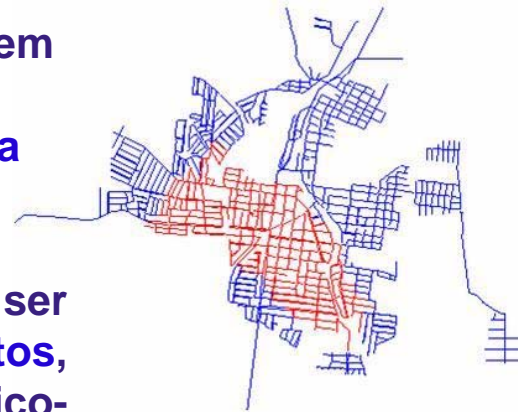
LNEC: <http://www.dha.lnec.pt/nes/epanet/#Downloads>

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Implantação

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 24º*

- 1 - A implantação das condutas da rede de distribuição em arruamentos deve fazer-se em articulação com as restantes infra-estruturas e, sempre que possível, fora das faixas de rodagem;
- 2- As condutas da rede de distribuição devem ser implantadas em ambos os lados dos arruamentos, podendo reduzir-se a um quando as condições técnico-económicas o aconselhem, e **nunca a uma distância inferior a 0,80 m dos limites das propriedades;**
- 3 - A implantação das condutas deve ser feita **num plano superior ao dos colectores de águas residuais e a uma distância não inferior a 1 m**, de forma a garantir protecção eficaz contra possível contaminação, devendo ser adoptadas protecções especiais em caso de impossibilidade daquela disposição.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Profundidade

---

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 25º*

- 1 - A **profundidade de assentamento das condutas não deve ser inferior a 0,80 m**, medida entre a geratriz exterior superior da conduta e o nível do pavimento;
- 2 - Pode aceitar-se um valor inferior ao indicado desde que se protejam convenientemente as condutas para resistir a sobrecargas ou a temperaturas extremas (concrete slab);
- 3 - Em situações excepcionais, admitem-se condutas exteriores ao pavimento desde que sejam convenientemente protegidas mecânica, térmica e sanitariamente.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Cadastro

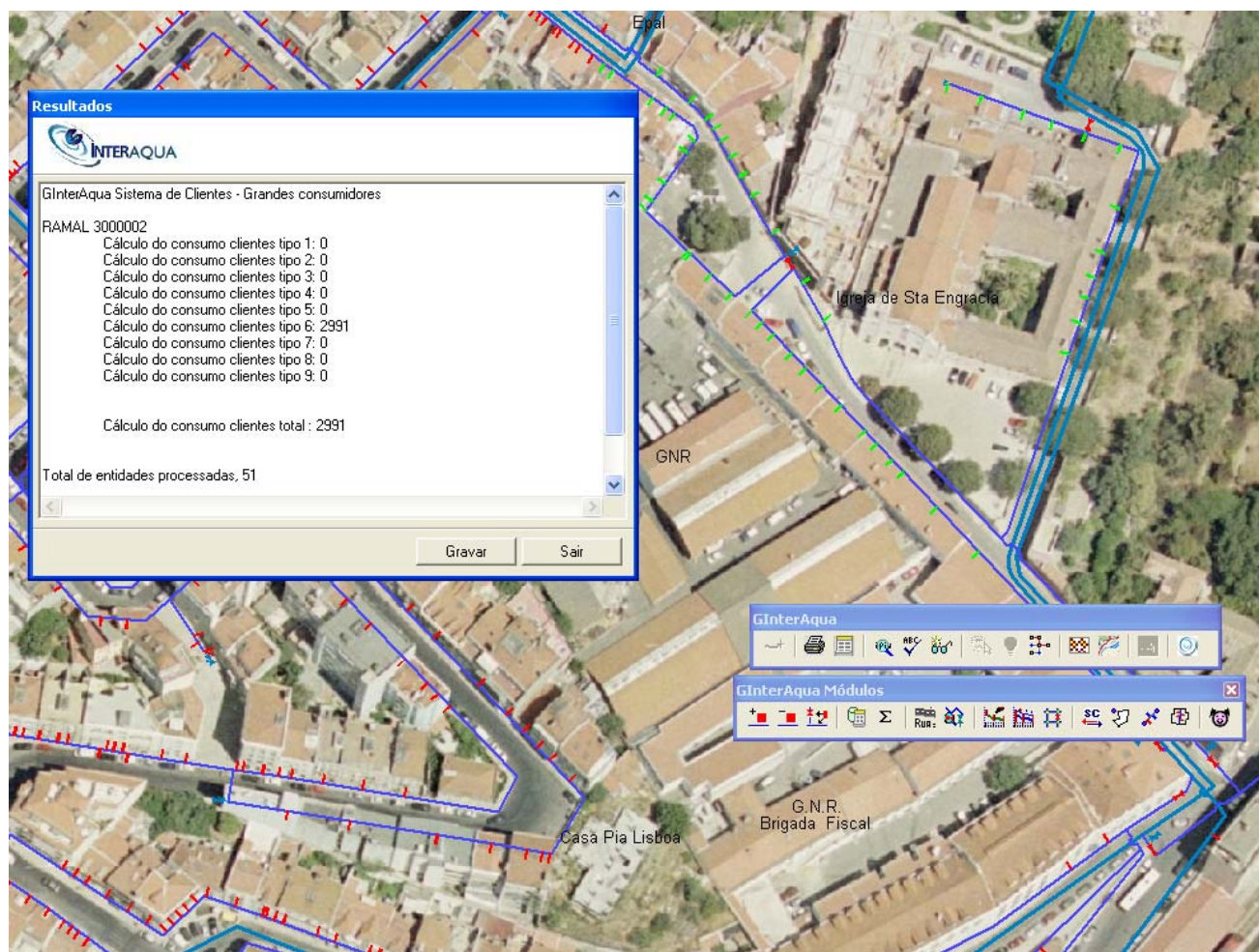
### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 9º*

- 1 - Na elaboração de estudos de sistemas de distribuição de água deve ter-se em consideração os elementos constantes dos respectivos cadastros.
- 2 - Os cadastros devem estar permanentemente actualizados e conter, no mínimo:
  - a) A **localização em planta das condutas, acessórios e instalações complementares**, sobre carta topográfica a escala compreendida entre 1:500 e 1:2 000, com implantação de todas as edificações e pontos importantes;
  - b) As **secções, profundidades, materiais e tipos de junta das condutas**;
  - c) A natureza do terreno e condições de assentamento;
  - d) O estado de conservação das condutas e acessórios;
  - e) A **ficha individual para os ramais de ligação e outras instalações do sistema**.
- 3 - Os cadastros podem existir sob a forma gráfica tradicional ou informatizados.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Sistemas de Informação Geográfica





# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Consumos e Caudais de Projecto

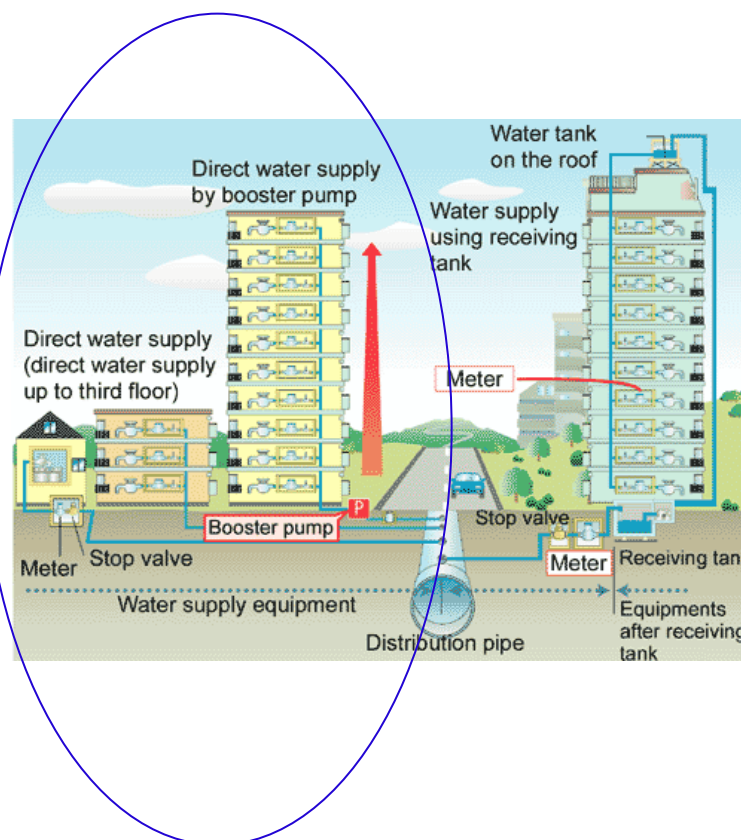
A rede de distribuição é dimensionada para o *caudal de ponta instantâneo* ( $Q_p$ ):

$$Q_p = f_p \times Q_m \quad [L^3/T^{-1}]$$

em que

$$f_p = 2 + \frac{70}{\sqrt{Pop}}$$

População	$F_p$
500	5,13
1.000	4,21
2.000	3,57
5.000	2,99
10.000	2,70
50.000	2,31
100.000	2,22
500.000	2,10



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Afectação dos Consumos a Nós de Cálculo

Para a distribuição dos caudais consumidos pela rede, deve atender-se aos:

- **consumos domésticos;**
- **consumos comerciais;**
- **consumos industriais.** *(só se forem importantes)*

A distribuição dos **consumos domésticos** pode ser efectuada:

- áreas consumidoras** - imputando a cada nó a população correspondente à sua área de influência, tendo em conta a densidade de população nas diferentes áreas;
- comprimentos fictícios** - utilizando o conceito de consumo de percurso e considerando que o consumo do trecho é directamente proporcional ao comprimento fictício desse trecho (quanto maior o consumo do trecho maior o comprimento fictício do trecho).





# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Afectação dos Consumos a Nós de Cálculo

O **comprimento fictício** que é obtido da seguinte forma:

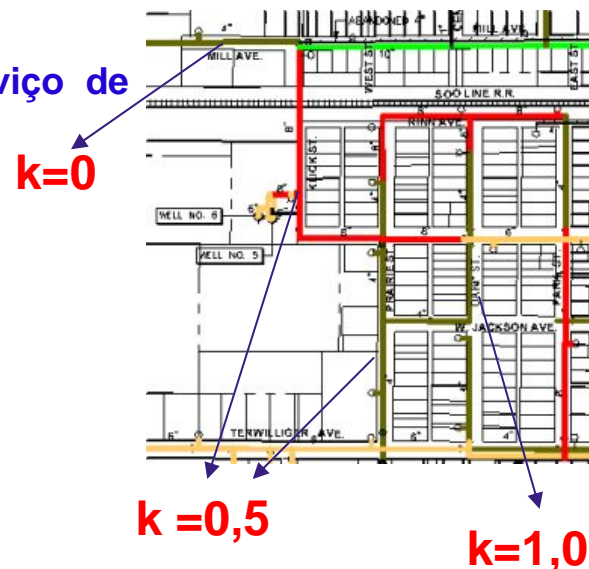
- o comprimento fictício é igual ao comprimento real do troço vezes o número de pisos ( $L_f = L \times M$ ), nas condutas com serviço de percurso de ambos os lados ( **$k=1$** );
- o comprimento fictício é metade do comprimento real do troço vezes o número de pisos ( $L_f = 0,5 L \times M$ ), nas condutas com serviço de percurso dum só lado ( **$k=0,5$** );
- o comprimento fictício é nulo para condutas sem serviço de percurso ( $L_f = 0$ ). ( **$k=0$** ).

A partir da definição dos comprimentos fictícios dos troços, é possível determinar o caudal de percurso unitário ( $Q_{up}$ ),

$$Q_{up} = \frac{Q_{total}}{\sum Lf_i}$$

sendo:

- $Q_{up}$  - caudal de percurso unitário [L/(s.m)]
- $Q_{total}$  - caudal de ponta instantâneo total a distribuir pelos trechos (L/s)
- $Lf_i$  - comprimento fictício no troço de tubagem  $i$  (m)
- $i$  - número do trecho de tubagem na rede de distribuição (-)



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Afectação dos Consumos a Nós de Cálculo

$$Q_{up} = \frac{Q_{total}}{\sum Lf_i}$$

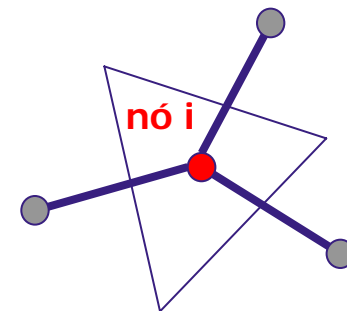
Caudal consumido em cada trecho de tubagem  $i$ :

$$Q_i = Q_{up} \cdot Lf_i$$

Para imputar o caudal aos **nós** poder-se-á concentrar, por exemplo:

- 1/2 do consumo do trecho no **nó de montante**;
- 1/2 do consumo do trecho no **nó de jusante**.

$$\sum Q_i = \sum Q_{up} Lf_i = Q_{total}$$



## **AULA 8**

### **REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

**(cont.)**

- **Critérios de dimensionamento de redes de distribuição de água (design criteria).**
- **Diâmetros mínimos. Verificação ao Incêndio (fire hydraulic verification).**
- **Órgãos e acessórios (upppertenaces and devices).**

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Afectação dos Consumos a Nós de Cálculo

**Nota: Recomendações para o Trabalho Prático**

---

O dimensionamento da rede é terá que ser efectuado para o caudal de ponta instantâneo mas no EPANET é mais fácil e flexível considerar que o caudal imputado a cada nó é o caudal médio. Para simular o caudal de ponta o EPANET permite a aplicação de um factor (factor de ponta instantâneo) que afecta os caudais imputados a cada nó.

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 21º / Critérios de velocidade*

1 -No dimensionamento hidráulico deve ter-se em conta a minimização dos custos, que deve ser conseguida através de uma combinação criteriosa de diâmetros, observando-se as seguintes regras:

a) A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no horizonte de projecto não deve exceder o valor calculado pela expressão:

$$V = 0,127 D^{0,4}$$

onde V é a velocidade limite (m/s) e D o diâmetro interno da tubagem (mm);

b) A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no ano de início de exploração do sistema não deve ser inferior a 0,30 m/s e nas condutas onde não seja possível verificar este limite devem prever-se dispositivos adequados para descarga periódica;

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Dimensionamento Hidráulico

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 21º / Critérios de pressões*

- c) A **pressão máxima, estática ou de serviço**, em qualquer ponto de utilização **não deve ultrapassar os 600 kPa** medida ao nível do solo;
- d) Não é aceitável grande flutuação de pressões em cada nó do sistema, impondo-se uma variação máxima ao longo do dia de 300 kPa;
- e) A **pressão de serviço** em qualquer dispositivo de utilização predial **para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100 kPa** o que, na rede pública e ao nível do arruamento, corresponde aproximadamente a:

$$H = 100 + 40 n$$

onde **H** é a pressão mínima (kPa) e **n** o número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo; em casos especiais, é aceitável uma redução daquela pressão mínima, a definir, caso a caso, em função das características do equipamento.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Dimensionamento Hidráulico

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 23º / Diâmetros mínimos*

- 1 - Os **diâmetros nominais mínimos** das condutas de distribuição são os seguintes:
  - a) 60 mm em aglomerados com menos de 20 000 habitantes;
  - b) 80 mm em aglomerados com mais de 20 000 habitantes.
- 2 - Quando o serviço de combate a incêndios tenha de ser assegurado pela mesma rede pública, os **diâmetros nominais mínimos** das condutas são em função do risco da zona e devem ser:
  - a) 80 mm - grau 1;
  - b) 90 mm - grau 2;
  - c) 100 mm - grau 3;
  - d) 125 mm - grau 4;
  - e)  $\geq 150$  mm - grau 5.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Dimensionamento Hidráulico

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 22º / Situações de incêndio*

Nas **situações de incêndio:**

- não é exigível qualquer limitação de velocidades nas condutas e
- **admitem-se alturas piezométricas inferiores a 100 kPa.**

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 18º / Volumes de água incêndio*



2 - O caudal instantâneo a garantir para combate a incêndios, em função do grau de risco, é de:






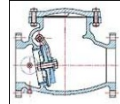
- a) 15 L/s - grau 1;
- b) 22,5 L/s - grau 2;
- c) 30 L/s - grau 3;
- d) 45 L/s - grau 4;
- e) a definir... - grau 5.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### Órgãos acessórios mais correntes em redes de distribuição de água

- *Válvulas de seccionamento (gate valves);* 
- *Válvulas de purga ou de descarga (discharge valves);* ↓
- *Hidrantes (bocas de incêndio ou marcos de água) (fire hydrants);* 
- *Bocas de rega e de lavagem (cleaning and irrigation taps);* 
- *Medidores de caudal e contadores domiciliários (flow meter);* 
- *Ventosas (utilização pouco frequente) (air relief valves);* 
- *Válvulas de retenção (utilização pouco frequente) (check valves).* 

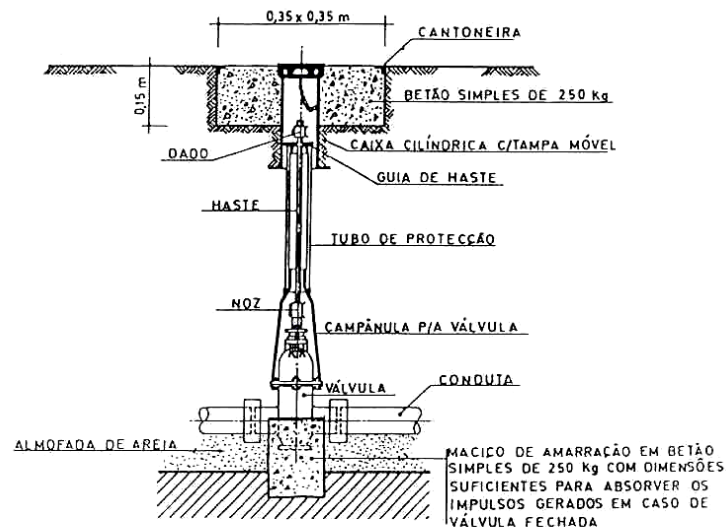
# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 40º / Válvulas de seccionamento



- 1 - As válvulas de seccionamento devem ser instaladas de forma **a facilitar a operação do sistema e minimizar os inconvenientes de eventuais interrupções do abastecimento.**



### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 40º / Válvulas de seccionamento*



2 - As válvulas de seccionamento devem ser devidamente protegidas e facilmente manobráveis e localizar-se, nomeadamente:

- a) Nos ramais de ligação;
- b) Junto de elementos acessórios ou instalações complementares que possam ter de ser colocados fora de serviço;
- c) Ao longo da rede de distribuição, por forma a permitir isolar áreas com um máximo de 500 habitantes;
- d) Ao longo de condutas da rede de distribuição mas sem serviço de percurso, com espaçamentos não superiores a 1 000 m;
- e) Nos cruzamentos principais, em número de três;
- f) Nos entroncamentos principais, em número de duas.

... ( num nó com N ligações, instalar (N-1) válvulas)

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 47º / Descargas de fundo* ↓

- 1 - As descargas de fundo destinam-se a permitir **o esvaziamento de troços de condutas e de partes de redes de distribuição** situados entre válvulas de seccionamento, nomeadamente para proceder a operações de limpeza, desinfeção ou reparação, e devem ser instaladas:
  - a) Nos pontos baixos das condutas;
  - b) Em pontos intermédios de condutas (...), tendo em atenção a necessidade de limitar o tempo de esvaziamento das condutas, e (...) de modo a minimizar o número de consumidores prejudicados por eventuais operações de esvaziamento.

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 48º / Lançamento de efluentes das descargas de fundo*



(...)

- 1 - (...) devem ser lançados em linhas de água naturais, colectores pluviais ou câmaras de armazenamento transitório, salvaguardando-se, em qualquer dos casos, os riscos de contaminação da água da conduta.
- 2 - Sempre que necessário, devem prever-se (...) dispositivos de dissipação de energia cinética.

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 49º / Dimensionamento das descargas de fundo*

O dimensionamento de uma descarga de fundo consiste na determinação do seu diâmetro de modo a obter-se um tempo de esvaziamento do troço de conduta compatível com o bom funcionamento do sistema, não devendo o seu diâmetro ser inferior a um sexto do diâmetro da conduta onde é instalada, com um mínimo de 50 mm.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 54º / Hidrantes*

- 1 - Consideram-se **hidrantes as bocas de incêndio e os marcos de água.**
- 2 - As bocas de incêndio podem ser de parede ou de passeio, onde normalmente se encontram incorporadas.
- 3 - Os marcos de água são salientes em relação ao nível do pavimento.
- 4 - **A concepção dos hidrantes deve garantir a sua utilização exclusiva pelas corporações de bombeiros e serviços municipais.**

(...)



### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 56º / Ramais alimentação hidrantes*

- 1 - Os **diâmetros nominais mínimos** dos ramais de alimentação dos hidrantes são de **45 mm** para as bocas de incêndio e de **90 mm** para os marcos de água.
- 2 - Os diâmetros de saída são fixados em **40 mm** para as bocas de incêndio e em **60 mm, 75 mm e 90 mm** para os marcos de água.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 55º / Localização de hidrantes*

A localização dos hidrantes **cabe à entidade gestora, ouvidas as corporações de bombeiros locais**, devendo atender-se às seguintes regras:

- a) As bocas de incêndio tendem a ser substituídas por marcos de água e, onde estes não se instalem, o afastamento daquelas **deve ser de 25 m** no caso de construções em banda contínua.
- b) Os marcos de água devem localizar-se junto do lancil dos passeios que marginam as vias públicas, sempre que possível **nos cruzamentos e bifurcações**, com os seguintes espaçamentos máximos, em função do grau de risco de incêndio da zona:
  - c) 200 m - grau 1;
  - 150 m - grau 2;
  - 130 m - grau 3;
  - 100 m - grau 4;
  - A definir caso a caso - grau 5.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 53º / Bocas de rega e lavagem*

- 1 - A implantação das bocas de rega e lavagem **é função da organização urbanística dos aglomerados populacionais**, nomeadamente arruamentos e espaços verdes.
- 2 - O afastamento entre bocas de rega e lavagem, quando necessárias, não deve ser superior a 50 m.
- 3 - O diâmetro nominal mínimo das bocas de rega e lavagem e respectivos ramais de alimentação é de 20 mm.



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Órgãos Acessórios

### *Decreto Regulamentar nº 23/95 – Artigo 45º / Ventosas*

As ventosas **devem ser localizadas nos pontos altos**, nomeadamente nos extremos de condutas periféricas ascendentes, **e nas condutas de extensão superior a 1 000 m sem serviço de percurso.**

**As ventosas, que podem ser substituídas por bocas de rega e lavagem desde que seja garantida a sua operação periódica,** têm por finalidade permitir a admissão e a expulsão de ar nas condutas.

Numa rede de distribuição a entrada e a saída do ar é efectuada, em geral, pelos pontos de consumo não sendo necessárias Ventosas.



# **AULA 9**

## **REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

**(Cont.)**

- **Mapas de nós.**
- **Instalações Complementares.**
- **Mapas de Trabalho.**
- **Controle de Perdas e Fugas.**



## Mapa de nós

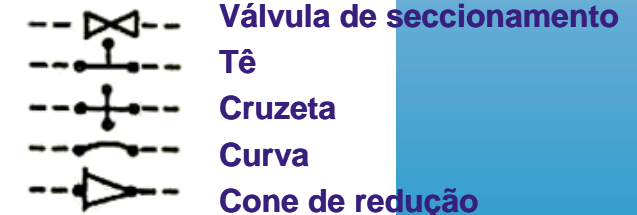
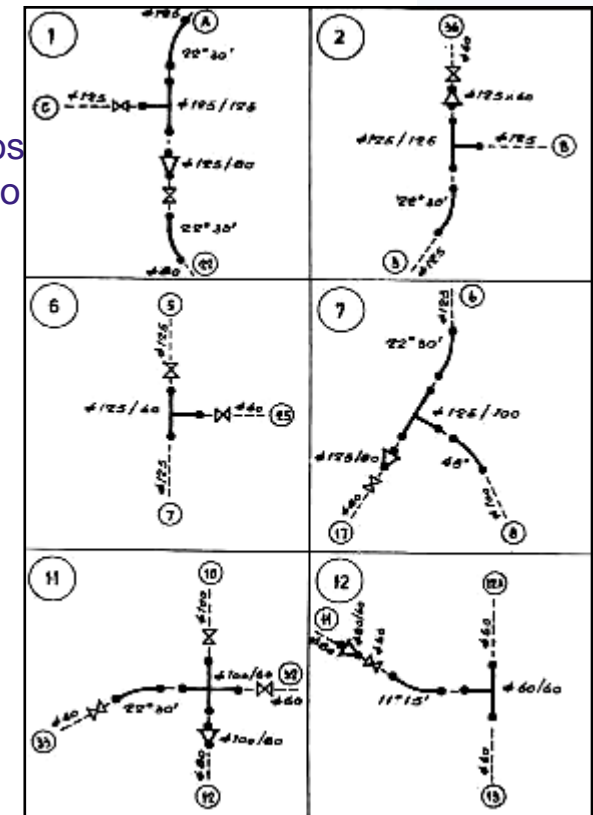
---

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Mapas de nós (Acessórios)

### • Mapas de nós

- São constituídos por um conjunto de esquemas de ligação de todos os nós da rede de distribuição que requeiram acessórios de ligação (para além das condutas) *(ver esquemas simplificados ao lado)*
- Cada esquema é constituído por peças especiais:
  - Válvulas de seccionamento
  - Tês e cruzetas
  - Cones de redução
  - Juntas de transição
  - Juntas cegas
- Dependem de:
  - material das condutas (tipo de ligação, se por boca, flange, soldadura ou outra).
  - órgãos de manobra e segurança adoptados.



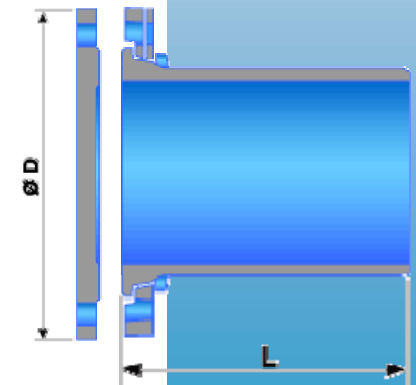
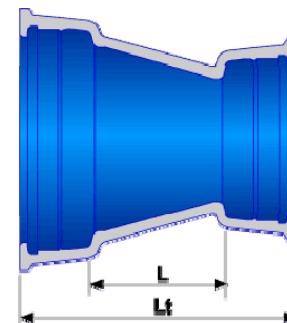
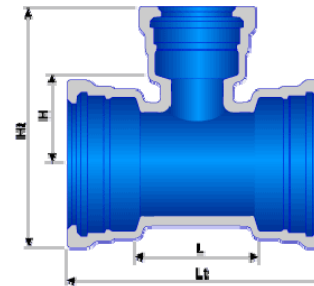
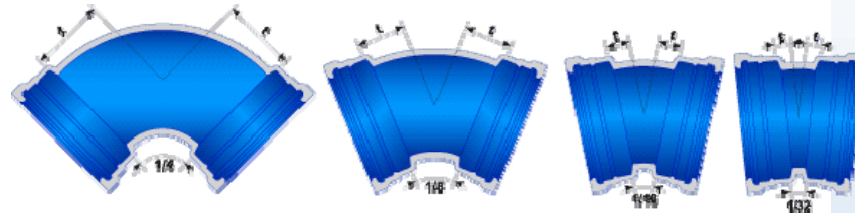
# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Acessórios e Mapas de nós

### Acessórios Tipo

- Curva
  - $11^{\circ}15'$ ,  $22^{\circ}30'$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$
- Cruzeta simples ou de redução
  - A cruzeta de redução tem dois eixos perpendiculares de DN diferente; cada eixo só tem um DN (não existem cruzetas com redução de DN ao longo do eixo);
- Tê simples ou de redução
  - A derivação tem sempre DN menor ou igual ao da conduta principal
- Cone de Redução
- Junta cega

Para complementar o ângulo total necessário em planta (e em perfil), considera-se que cada junta de ligação permite 2 a  $3^{\circ}$  de desvio







# Medições

---

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / **Medições e mapa de trabalhos**

- Artigo 25.º - Profundidade
  - 1 - A profundidade de assentamento das condutas não deve ser inferior a 0,80 m, medida entre a geratriz exterior superior da conduta e o nível do pavimento.
  - 2 - Pode aceitar-se um valor inferior ao indicado desde que se protejam convenientemente as condutas para resistir a sobrecargas ou a temperaturas extremas.
  - 3 - Em situações excepcionais, admitem-se condutas exteriores ao pavimento desde que sejam convenientemente protegidas mecânica, térmica e sanitariamente.
  
- Artigo 26.º - Largura das valas
  - 1 - Para profundidades até 3 m, a largura das valas para assentamento das tubagens deve ter, em regra, a dimensão mínima definida pelas seguintes fórmulas:  
$$L = D_{ext} + 0,50$$
para condutas de diâmetro até 0,50 m;  
$$L = D_{ext} + 0,70$$
para condutas de diâmetro superior a 0,50 m;  
onde L é a largura da vala (m) e  $D_{ext}$  o diâmetro exterior da conduta (m).
  - 2 - Para profundidades superiores a 3 m, a largura mínima das valas pode ter de ser aumentada em função do tipo de terreno, processo de escavação e nível freático.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Medições e mapa de trabalhos

- Artigo 27.º- Assentamento
  - 1 - As tubagens devem ser assentes por forma a assegurar-se que cada troço de tubagem se apoie contínua e directamente sobre terrenos de igual resistência.
  - 2 - Quando, pela sua natureza, o terreno não assegure as necessárias condições de estabilidade das tubagens ou dos acessórios, deve fazer-se a sua substituição por material mais resistente devidamente compactado.
  - 3 - Quando a escavação for feita em terreno rochoso, as tubagens devem ser assentes, em toda a sua extensão, sobre uma camada uniforme previamente preparada de 0,15 m a 0,30 m de espessura, de areia, gravilha ou material similar cuja maior dimensão não exceda 20 mm.
  - 4 - Devem ser previstos maciços de amarração nas curvas e pontos singulares, calculados com base nos impulsos e resistência dos solos.
- Artigo 28.º - Aterro das valas
  - 1 - O aterro das valas deve ser efectuado de 0,15 m a 0,30 m acima do extradorso das tubagens com material cujas dimensões não excedam 20 mm.
  - 2 - A compactação do material do aterro deve ser feita cuidadosamente por forma a não danificar as tubagens e a garantir a estabilidade dos pavimentos.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Medições e mapa de trabalhos

### LEGENDA:



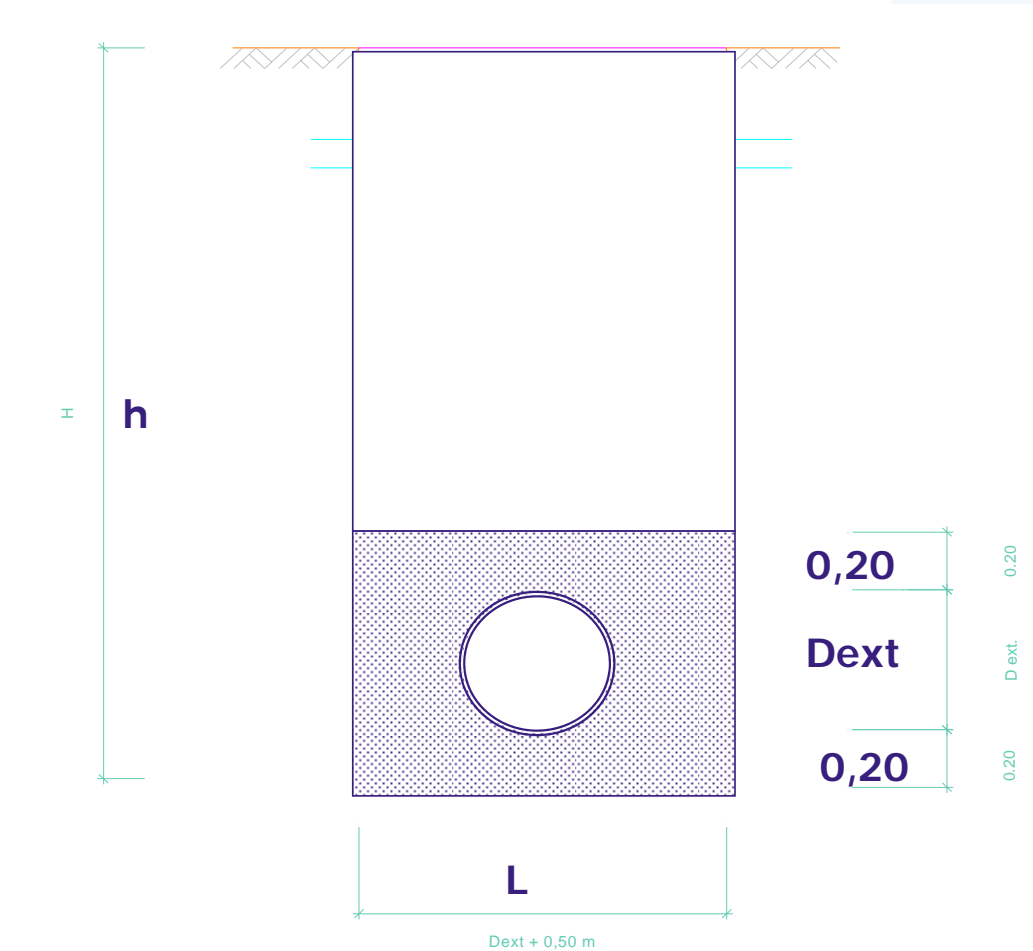
Material da própria vala, isento de pedra, torrões, etc., bem compactado em camadas de 0.20m de espessura



Areia ou saibro bem compactado em camadas de 0.15m de espessura

$$L = D_{ext} + 0,5 \quad (DN \leq 500 \text{ mm})$$

$$L = D_{ext} + 0,7 \quad (DN > 500 \text{ mm})$$



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Mapa de trabalhos

DESIGNAÇÕES	Un.	QUANTIDADES				
		PARCIAIS	TOTAIS			
<b>I- REDE DE DISTRIBUIÇÃO</b>						
<b>1- LEVANTAMENTO E REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO</b>						
1.1- Levantamento e reposição de pavimento de qualquer natureza, incluindo trabalhos adicionais de demolição e reconstrução de bermas, passeios, valetas e acessos existentes:	m <sup>2</sup>			2.3- Aterro e compactação de valas com terras resultantes da escavação, por camadas de 0,20m de altura, devidamente cirandadas e isentas de pedras e raízes, incluindo almofada de terra solta com altura de 0,10m.	m <sup>3</sup>	
- Ø 90mm		1 224.61		- Ø 90mm		1 179.62
- Ø 110mm		47.71		- Ø 110mm		45.65
- Ø 125mm		68.08		- Ø 125mm		64.84
- Ø 140mm		134.84		- Ø 140mm		127.85
- Ø 160mm		42.93		- Ø 160mm		40.48
- Ø 180mm		142.17		- Ø 180mm		133.35
- Ø 200mm		94.75		- Ø 200mm		88.43
- Ø 225mm		463.32		- Ø 225mm		429.96
- Ø 280mm		32.07	2 250.46	- Ø 280mm		29.43
				2.4- Transporte a vazadouro e espalhamento dos produtos escavados sobrantes (empolamento de 25%)	m <sup>3</sup>	1 791
<b>2- MOVIMENTO DE TERRAS</b>				<b>3- TUBAGENS E ACESSÓRIOS</b>		
2.1- Escavação e remoção dos produtos escavados na abertura de vala, em terreno de qualquer natureza, incluindo entivação e rebaixamento do nível freático se necessário, para assentamento de tubagens, incluindo todos os materiais e trabalhos necessários.	m <sup>3</sup>			3.1- Fornecimento, assentamento e ensaio de tubagem em PEAD com junta por electrofundição.	ml	
- Ø 90mm		1 902.14		Ø 63 mm		
- Ø 110mm		74.75		Ø 90 mm		
- Ø 125mm		107.38				
- Ø 140mm		214.14		3.2- Fornecimento e colocação de acessórios em Ferro Fundido (FF) referentes ao esquemas de nós apresentados no Desenho nº4 (10 nós)	Un	
- Ø 160mm		68.81		Curva 11°15", Ø 63 mm		
- Ø 180mm		230.02		Curva 22°30", Ø 63 mm		
- Ø 200mm		154.75		Curva 45°, Ø 63 mm		
- Ø 225mm		765.87		Curva 90°, Ø 63 mm		
- Ø 280mm		54.44	3 572.30	Curva 11°15", Ø 90 mm		
				Curva 22°30", Ø 90 mm		
2.2- Aterro das valas com areia ou saibro (caso necessário), ou material da escavação isento de pedras, para formação do leito de assentamento e camada de protecção das tubagens, incluindo rega e compactação em camadas 0.15 m de espessura, bem apertadas.	m <sup>3</sup>			Curva 45°, Ø 90 mm		
- Ø 90mm		706.62		Junta cega, Ø 63 mm		
- Ø 110mm		28.21		Cone de redução DN90x63		
- Ø 125mm		40.96		3.3- Órgãos e acessórios em Ferro Fundido (FF) referentes à rede apresentados no Desenho nº4	Un	
				Marcos de incêndio		
				Válvulas de seccionamento		
				Válvulas redutoras de pressão		
				Descargas de fundo		



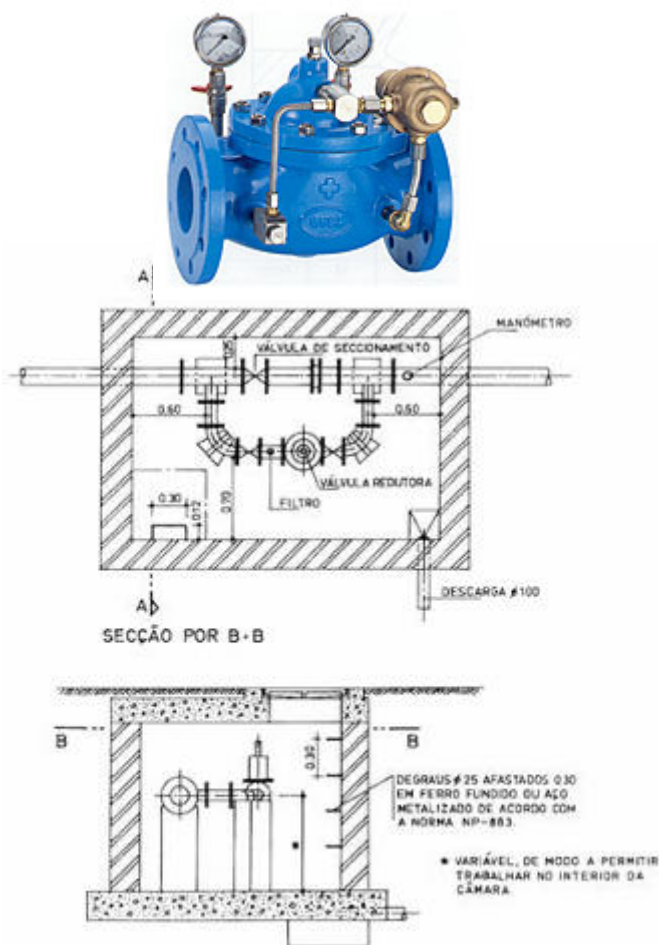
## Instalações complementares

---

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Instalações Complementares

### Válvulas Redutoras de Pressão



### Estações Sobrepressororas



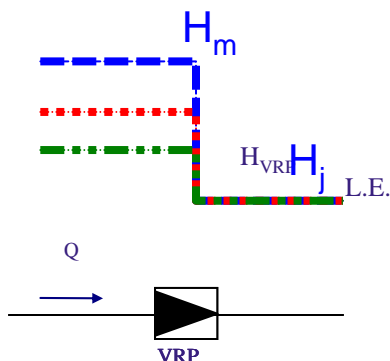
# Dispositivos de Perda de Carga

## Válvulas redutoras de pressão (VRP)

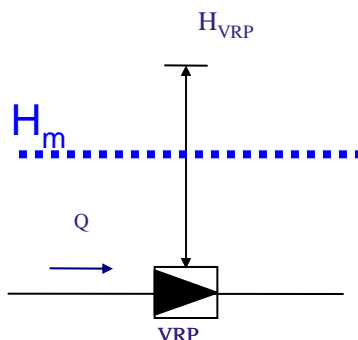


- Modo de funcionamento

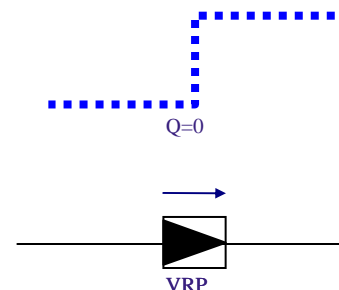
- Estado activo** - sempre que a pressão a jusante for demasiado elevada é accionado o dispositivo de obturação da válvula, reduzindo o valor da pressão a jusante até ao HVRP (carga de definição da válvula redutora de pressão), caso contrário abre ;
- Estado passivo** - se a pressão a montante for insuficiente e inferior à carga de definição da VRP, a válvula abre totalmente, mantendo a montante e a jusante a mesma pressão;
- Válvula fechada** – se a pressão a jusante for superior à pressão a montante, a válvula fecha totalmente funcionando como uma válvula de retenção (não permite a inversão do escoamento).



**Estado activo**



**Estado passivo**



**Válvula fechada**



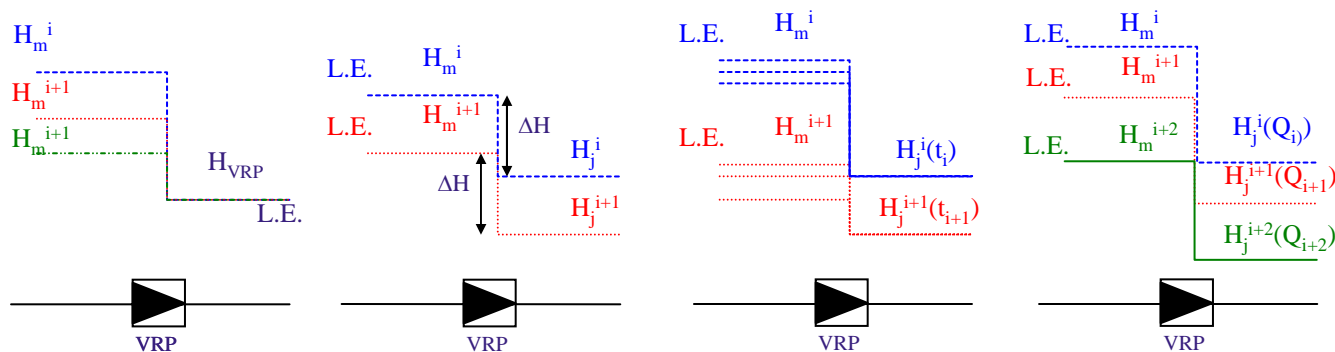
# Dispositivos de Perda de Carga

## Válvulas redutoras de pressão (VRP)



### Tipos de Funcionamento

- VRP com carga constante - mantém a pressão constante e igual a um determinado valor;
- VRP com queda constante - introduz uma perda de carga localizada constante independente da pressão a montante;
- VRP com carga constante variável no tempo - análoga à VRP com carga constante a jusante, mas variando de intervalo para intervalo;
- VRP com carga ajustável automaticamente em função da variação dos consumos.





# Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água

---

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

*As perdas de água constituem uma das principais fontes de ineficiência das entidades gestoras de abastecimento de água.*



**Perdas de água:**

### **ÁGUA ENTRADA NO SISTEMA - CONSUMO AUTORIZADO**

As perdas de água podem ser calculadas para todo o sistema ou para subsistemas (Zonas de Medição e Controlo).

As **Perdas de Água** dividem-se em **Perdas Reais** e **Perdas Aparentes**.

**Perdas reais:** corresponde às perdas físicas de água até ao contador do cliente, quando o sistema está pressurizado. O volume anual de perdas através de todos os tipos de fissuras, roturas e extravasamentos depende da frequência, do caudal e da duração média de cada fuga.

**Perdas aparentes:** contabiliza todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não autorizado (por furto ou uso ilícito).

**Água não facturada:**

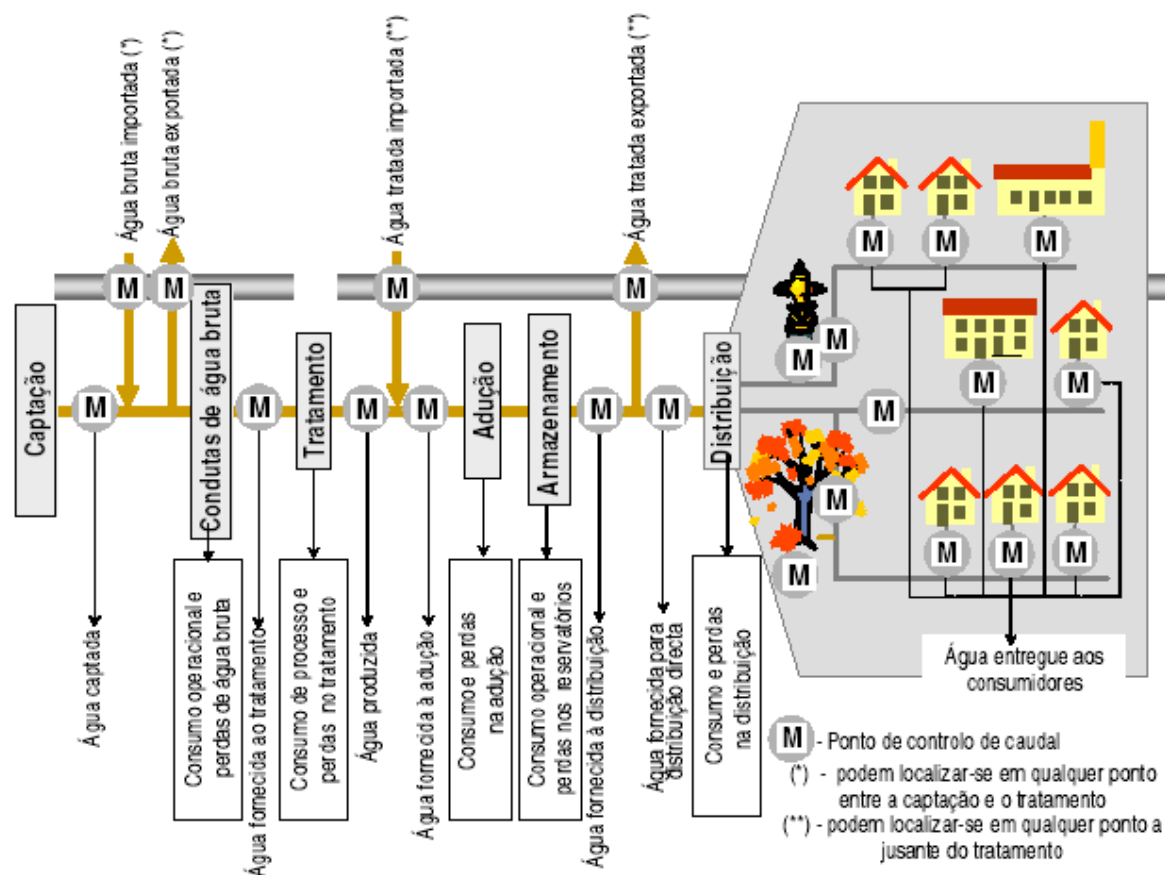
### **ÁGUA ENTRADA NO SISTEMA - CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO**

Inclui não só as **Perdas Reais** e **Perdas Aparentes**, mas também o **Consumo Autorizado Não Facturado**.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

### Componentes do Balanço Hídrico



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

### Dimensão económico-financeira

Quadro 1 – Valor anual aproximado do mercado das perdas de água

População residente (hab) <sup>(*)</sup>	10 356 000
Capitação total de água (l/hab/dia) <sup>(*)</sup>	207
Perdas totais médias (%) <sup>(**)</sup>	0,35
Parcela de perdas reais (%) <sup>(***)</sup>	0,6
Custos correntes médios (€/m <sup>3</sup> ) <sup>(**)</sup>	0,5
Custos de venda médios (€/m <sup>3</sup> ) <sup>(*)</sup>	0,53
Percentagem recuperável (%) <sup>(**)</sup>	50%
Perdas totais (m <sup>3</sup> /ano)	273 856 653
Perdas reais (m <sup>3</sup> /ano)	164 313 992
Perdas aparentes (m <sup>3</sup> /ano)	109 542 661
Valor do produto recuperável (€/ano)	82 156 996
Valor de vendas recuperável (€/ano)	58 057 610
Valor efectivo do produto recuperável (€/ano)	41 078 498
Valor efectivo de vendas recuperável (€/ano)	29 028 805
<b>Dimensão do mercado (€/ano)</b>	<b>70 107 303</b>

Fonte: "Abastecimento de água em Portugal – o mercado e os preços", APDA, Julho de 2004.

<sup>\*\*</sup> Valores estimados pelo LNEC com base em fontes dispersas, algumas informais.

<sup>\*\*\*</sup> Valor médio baseado em estudos internacionais (e.g. Thornton, 2002).



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

### Dimensão técnica

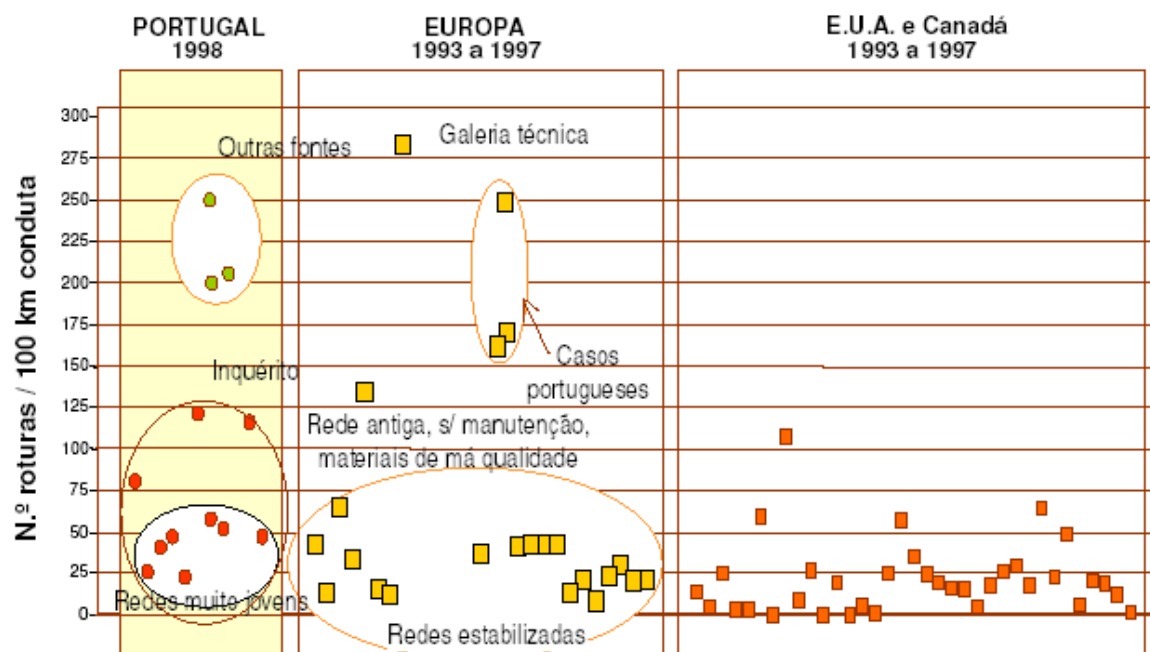


Figura 3 – Roturas em condutas em Portugal, na Europa e na América do Norte

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

*Factores que influenciam as Perdas Reais:*

- *O estado das condutas e outros componentes, o seu material, a frequência de fugas e de roturas;*
- *a pressão de serviço média, quando o sistema está pressurizado;*
- *a densidade e comprimento médio de ramais;*
- *a localização do medidor domiciliário no ramal;*
- *o comprimento total de condutas;*
- *o tipo de solo e as condições do terreno, relevantes sobretudo no modo como se torna aparente ou não a ocorrência de roturas e fugas;*
- *a percentagem de tempo em que o sistema está pressurizado (factor muito relevante em regiões com abastecimento intermitente).*



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

---

*Factores que influenciam as Perdas Aparentes:*

- *a existência de ligações ilícitas;*
- *o uso fraudulento dos hidrantes;*
- *os erros de medição que podem ser por:*
  - ➔ *erros de medição dos contadores em condições normais de medição;*
  - ➔ *erros de medição por deficiente dimensionamento ou instalação;*
  - ➔ *erros de leitura ou registo;*
  - ➔ *erros de medição por avaria (“natural” ou por violação do equipamento);*
  - ➔ *leituras em falta por dificuldades de acesso aos contadores (dentro das habitações).*



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

## Redes de Distribuição / Controle de Perdas

*Vias para a abordagem do problema:*

*Fases de abordagem do problema, com ênfase no **controle de perdas reais***

