



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

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

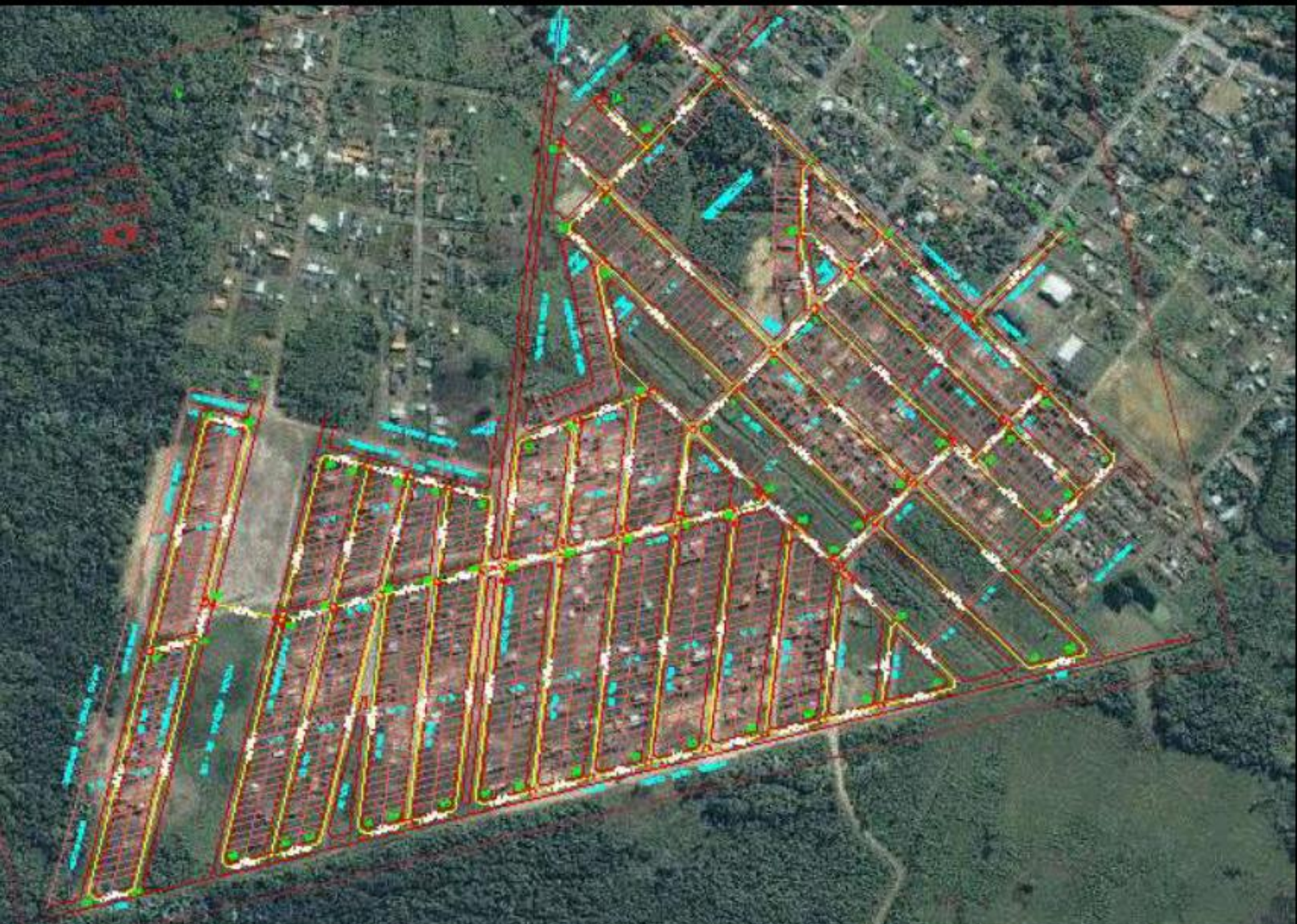
Prof. Hugo Alexandre Soares Guedes
E-mail: hugo.guedes@ufpel.edu.br
Website: wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/

2º semestre de 2018

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

- É a unidade do sistema de abastecimento que conduz água para os pontos de consumo (prédio, indústrias etc). É formada por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente de forma a garantir o bom atendimento dos pontos de consumo.
- Representam, aproximadamente, 50 a 75% do custo total do sistema de abastecimento de água.





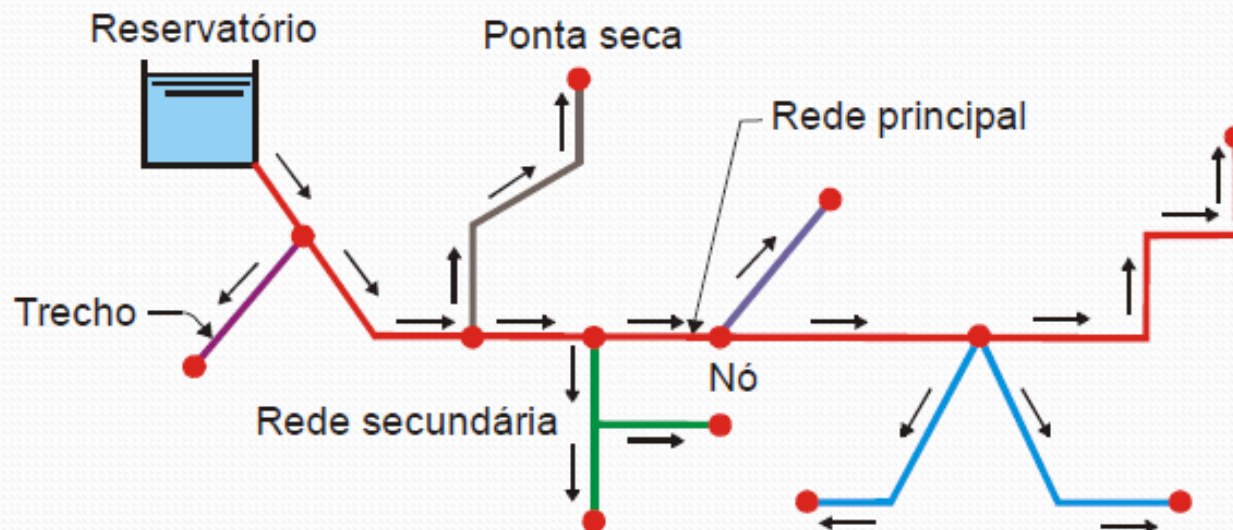
CLASSIFICAÇÃO DOS CONDUTOS

- **Principal, primário, tronco ou mestre:** são tubulações de maiores diâmetros que tem por finalidade abastecer as tubulações secundárias.
- **Secundário:** são tubulações de menores diâmetros que tem a função de abastecer diretamente os pontos de consumo do sistemas de abastecimento de água.

Essa divisão nem sempre ocorre ou é clara nos projetos, mas pode facilitar a manutenção e operação do sistema, minimizar problemas, e permite realizar novas ligações facilmente com a tubulação em carga.

TIPOS DE REDE

- **Ramificadas:** nestas se pode estabelecer o sentido de escoamento da água. É o tipo utilizado para pequenas cidades do interior. Seu grande inconveniente reside no fato de que todo o abastecimento fica sujeito ao funcionamento de uma única canalização principal. Uma interrupção acidental em um conduto mestre prejudica sensivelmente as áreas situadas à jusante de onde ocorreu o acidente.



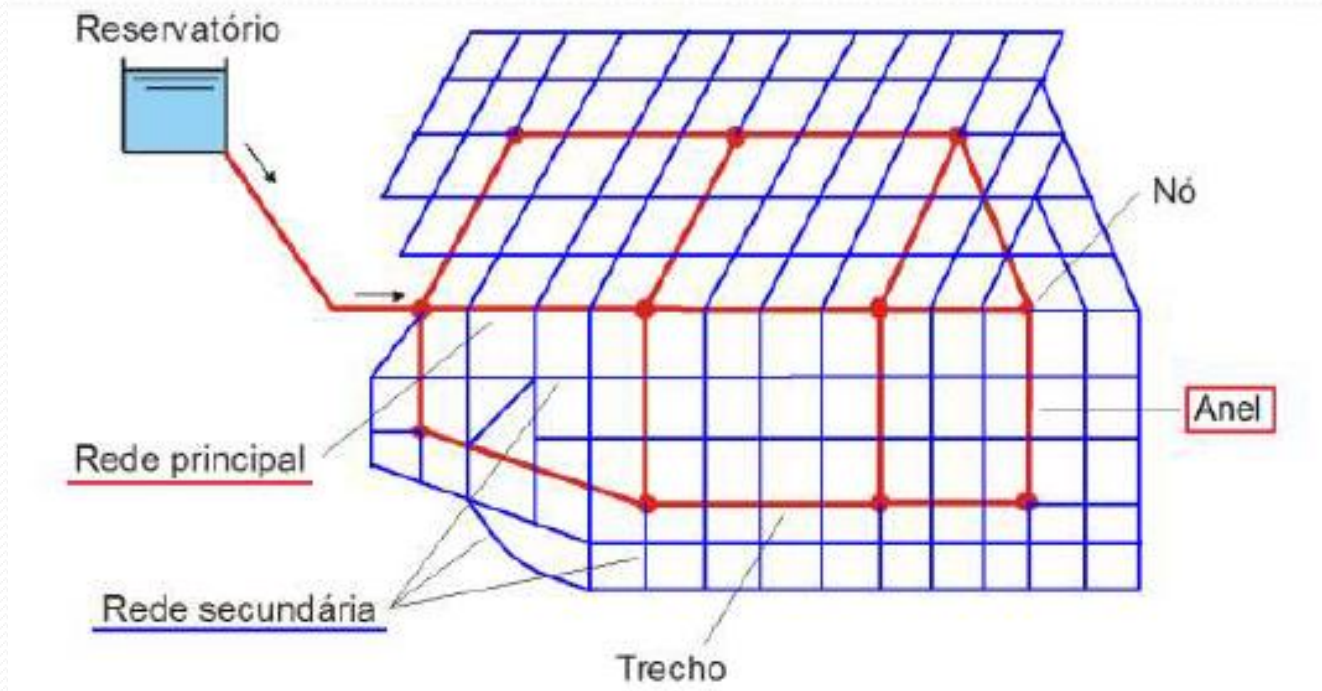
TIPOS DE REDE

- **Malhadas:** neste caso os condutos principais formam circuitos ou anéis e são interligados, lembrando uma disposição de malha.

Não se pode estabelecer *a priori* o sentido de escoamento da água. Como a circulação pode efetuar-se tanto num sentido da tubulação como no outro, este tipo de rede apresenta maior eficiência que o primeiro tipo. Uma eventual interrupção no conduto mestre não causará transtornos, pois a água escoará em direção contrária à anterior para atender a nova situação criada pela interrupção.

TIPOS DE REDE

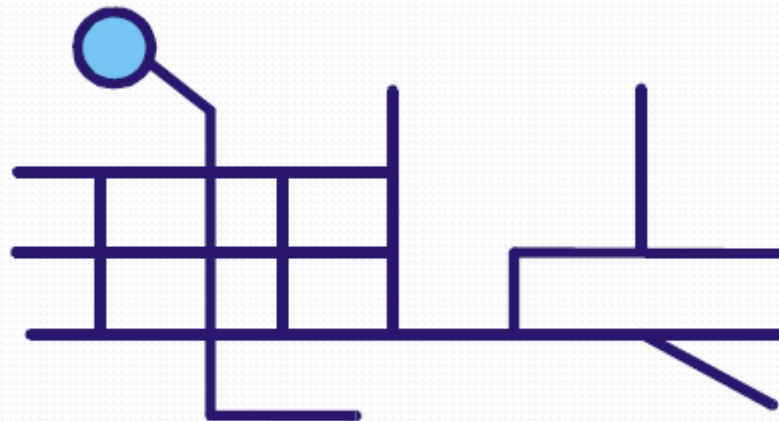
- Malhadas:



TIPOS DE REDE

- **Mistas:** Possui anéis e trechos ramificados.

Reservatório



Rede malhada

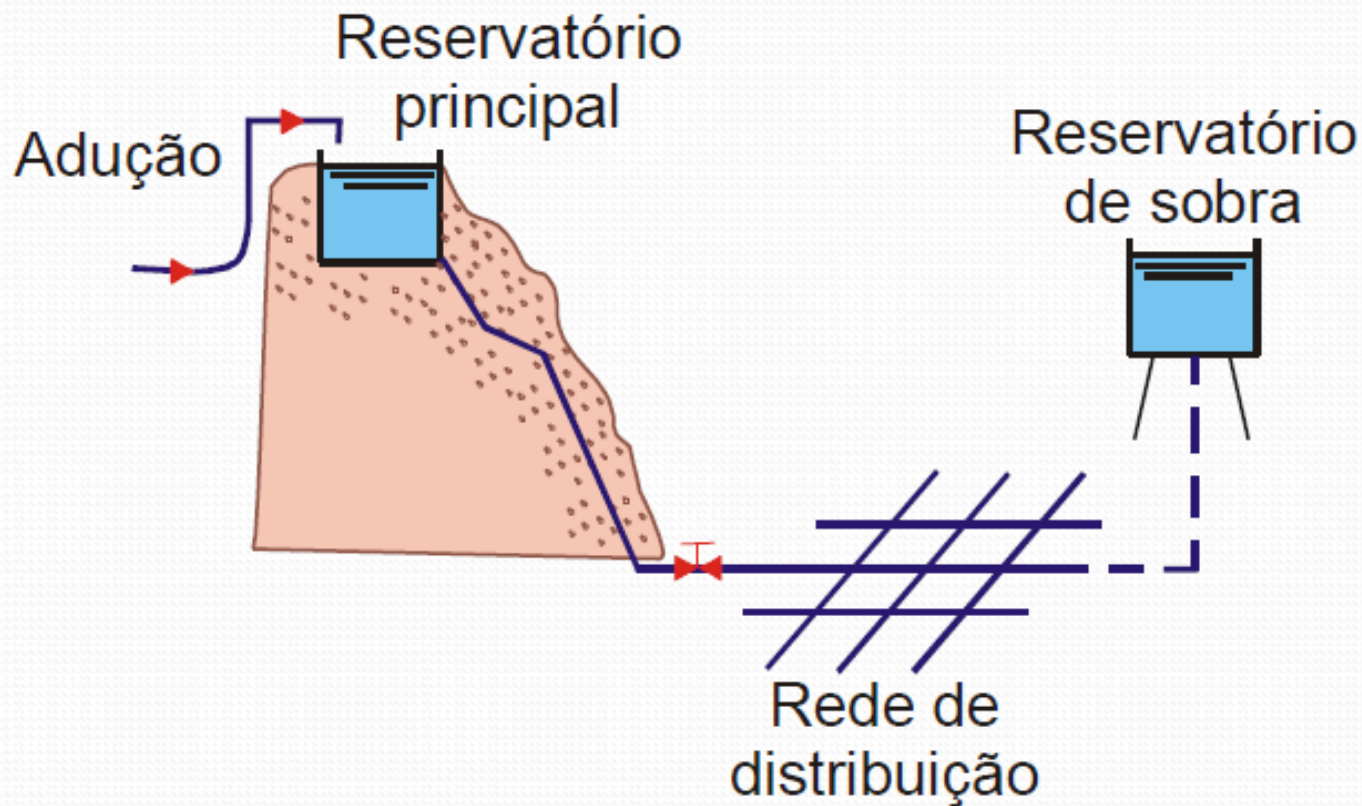
Rede ramificada

FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA A REDE

Diferentes alternativas podem e são utilizadas para o fornecimento de água para uma rede:

- através de um único reservatório de montante
- com elevatória a montante ou em linha atendendo parte da rede (booster)
- com reservatórios de sobras (a jusante)
- sistemas complexos com múltiplos reservatórios, boosters e válvulas redutoras de pressão.

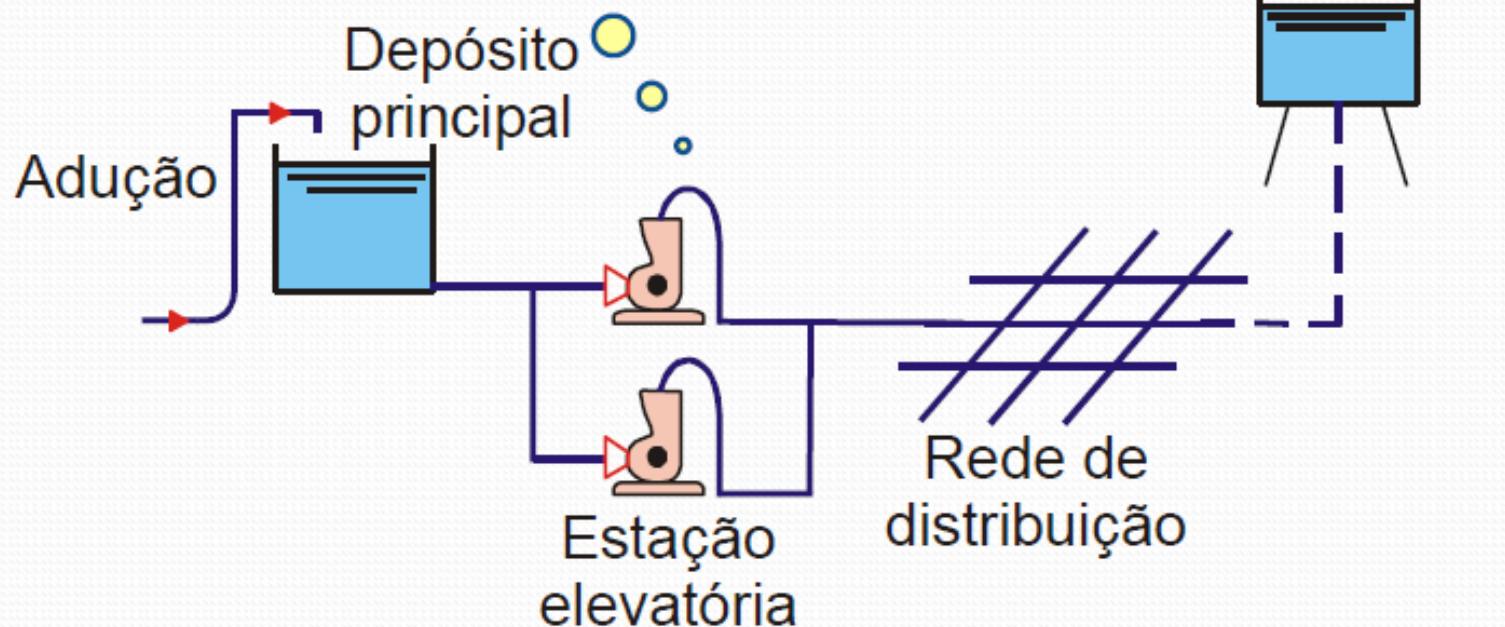
FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA A REDE



Com reservatório de montante e reservatório de sobra à jusante

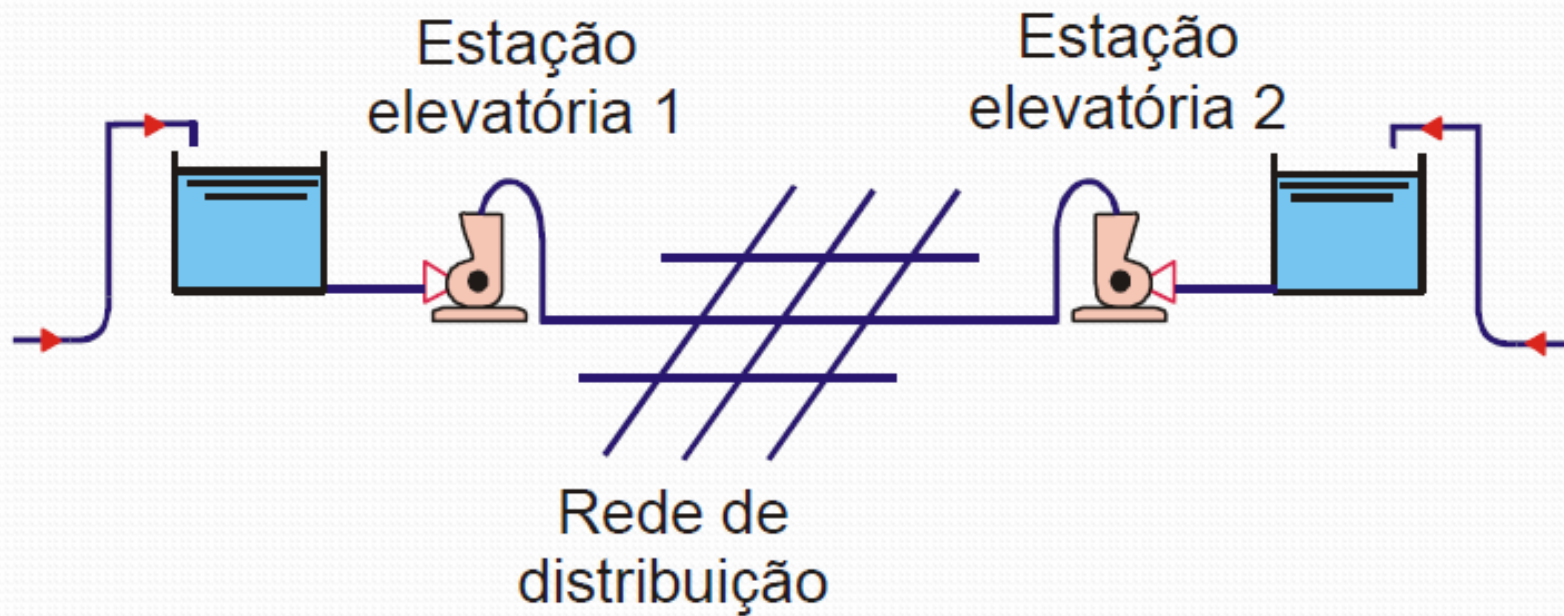
FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA A REDE

*lembrar: energia... transientes...
uso crescente da rotação variável
no lugar de reservatórios elevados..*



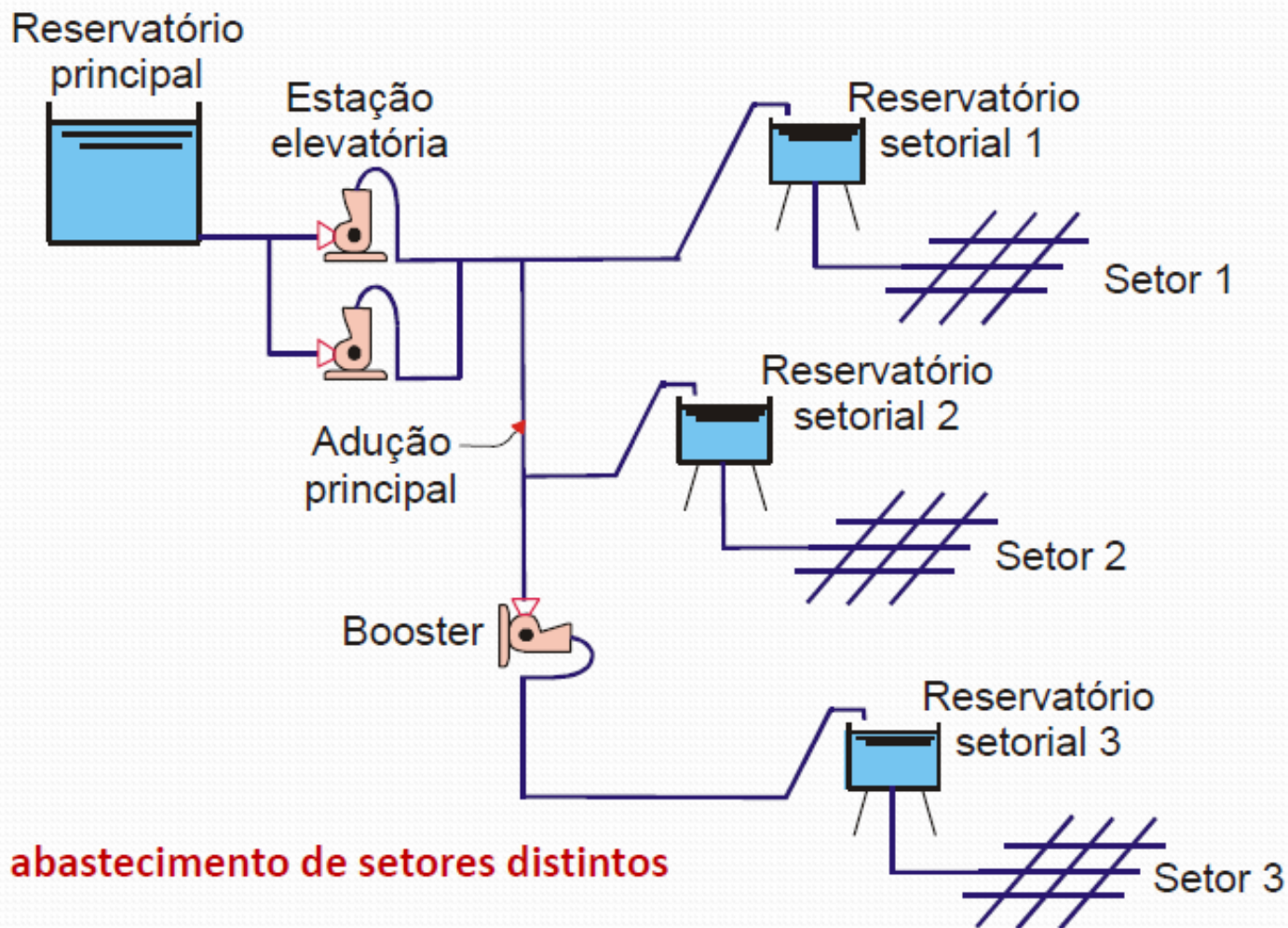
Alimentação direta na rede com elevatória e reservatório de sobra

FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA A REDE



Alimentação direta na rede através de vários pontos

FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA A REDE

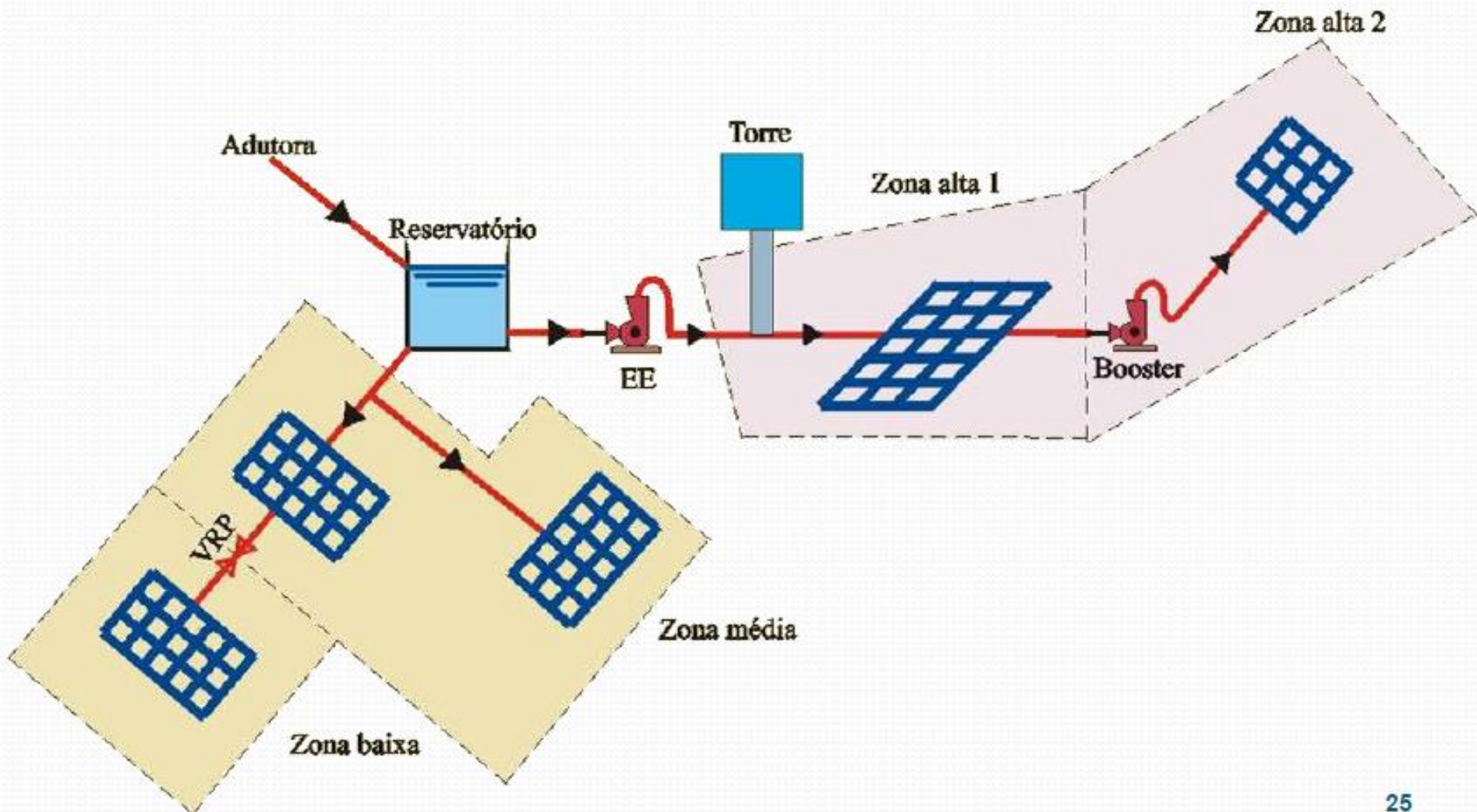


PRESSÕES MÁXIMAS E MÍNIMAS

- Pressão Estática Máxima: 500 kPa (50 mca)
 - calculada em condição de vazão nula e imposta pelo nível máximo nos reservatórios ou pressões máximas nas elevatórias presentes no sistema.
- Pressão Dinâmica Mínima: 100 kPa (10 mca)
 - calculada com demanda de pico no dia e hora de maior consumo e reservatórios nos níveis mínimos.

Para atender esses limites é comum ser necessária a divisão da rede em zonas de pressão e uso combinado de reservatórios apoiados ou elevados em diferentes cotas, boosters e válvulas redutoras de pressão.

ATENDIMENTO E ZONAS DE PRESSÃO



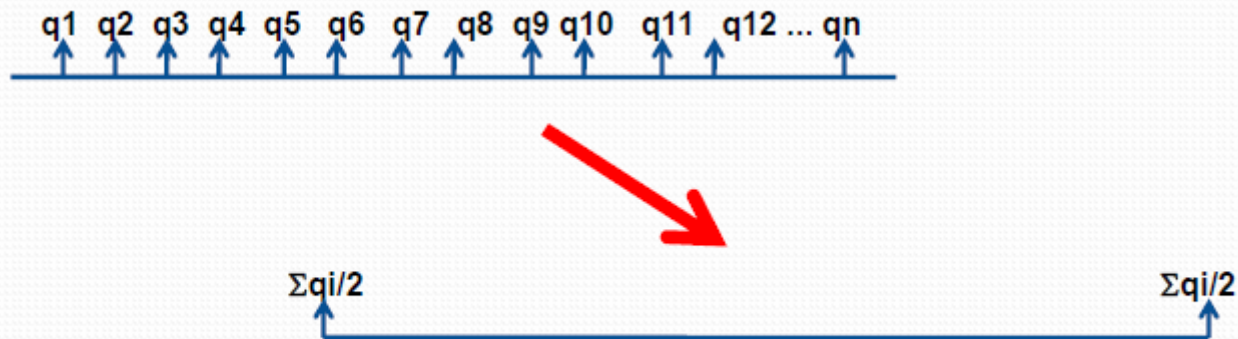
VAZÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE

$$Q = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot P \cdot q}{86400}$$

- Q: vazão, L/s
- K_1 : coeficiente do dia de maior consumo
- K_2 : coeficiente da hora de maior consumo
- P: população final para a área a ser abastecida, hab
- q: consumo per capita final de água, L/(hab.dia)

VAZÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE

- simplificação: não se considera cada ligação individualmente no cálculo (milhares em uma rede), elas são concentradas em nós da rede;
- exemplo, para “n” lotes em uma quadra:



VAZÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE

Alternativas:

- pelo número de lotes atendidos em cada quadra e quantidade média de habitantes em cada um
- considerando a vazão específica por unidade de comprimento das ruas, distribuição em marcha ($L/s/km$), concentra-se metade da vazão obtida em cada trecho em cada nó de extremidade (com o devido ajuste no caso de redes duplas)
- considerando a vazão específica por unidade de área ($L/s/ha$), e as áreas de influência de cada nó, ajustadas conforme áreas de densidades diferentes
- e em todos os casos anteriores, somar as vazões concentradas para consumidores especiais, caso existam.

CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES

- pressão mínima a ser atendida
- diâmetro mínimo: 50 mm
- limites de velocidade (NBR 12218/1994)
 - mínima 0,6 m/s
 - máxima 3,5 m/s

CRITÉRIOS DE DIMENSIO- NAMENTO DAS REDES

D (mm)	V _{máx.} (m/s)	Q _{máx.} = Q _M (L.s ⁻¹)
50	0,60	1,2
60	0,70	2,0
75	0,70	3,1
100	0,75	5,9
125*	0,80	9,8
150	0,80	14,1
175*	0,90	21,7
200	0,90	28,3
225*	1,00	39,8
250	1,00	49,1
275*	1,10	66,3
300	1,10	77,8
350	1,20	115,5
375*	1,25	138
400	1,25	157
450	1,30	207
500	1,40	275
550	1,50	356
600	1,60	452
700	1,70	654
800	1,80	905
900	1,90	1.209
1.000	2,00	1.571
1.100	2,20	2.091
1.250	2,50	3.068
1.500	2,50	4.418

•Diâmetros fora de uso
para ferro fundido

MATERIAIS DOS TUBOS E CONEXÕES

Ferro Fundido Dúctil



- Diâmetros: 16 opções de 50 a 1200 mm
- Comprimento: barras de 6 a 8 m
- Classes: K-9, K-7 e 1 Mpa
- Revestimento interno com argamassa de cimento
- Revestimento externo com zinco e pintura betuminosa
- Juntas mais comuns em redes: elástica (ponta e bolsa) e flanges (com proteção dos parafusos)
- *observações: corrosão, incrustação (redução do "C"), estanqueidade, necessita ancoragem (juntas p&b)...*

MATERIAIS DOS TUBOS E CONEXÕES

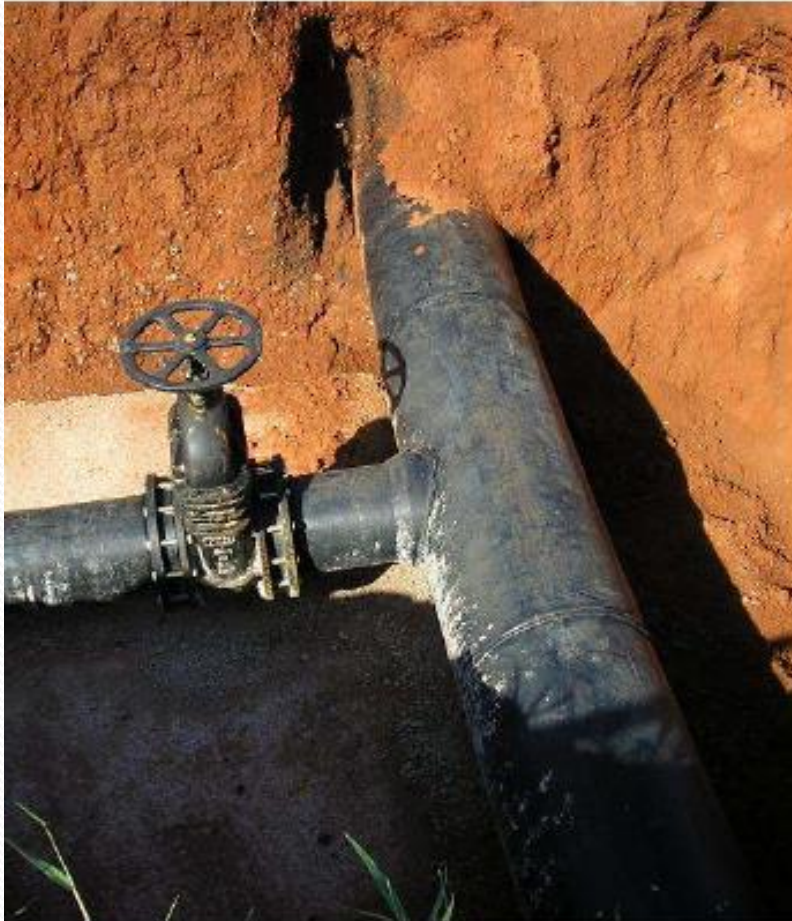
PVC (PBA e DEFoFo)



- Diâmetros: 9 opções de 50 a 270 mm (100 a 600 no DEFoFo)
- Comprimento: barras de 6 m
- Classes: 3 opções de 60 a 100 mca
- DEFoFo: \varnothing externo equivalente ao ferro fundido
- Juntas mais comuns em redes: elástica (ponta e bolsa)
- *observações: juntas p&b, fragilidade e estanqueidade, mais difundida em pequenos diâmetros atualmente...*

MATERIAIS DOS TUBOS E CONEXÕES

Polietileno



- Diâmetros: 30 opções de 16 a 1200 mm
- Comprimento na maior parte das redes (tubos \varnothing 63 e 90 mm): bobinas de 100 m
- Classes: 8 opções de 32 a 250 m_{H_2O}
- Sem revestimento interno ou externo
- Leve e flexível, estanqueidade, resistência química e à abrasão
- Menor rugosidade
- Principais juntas: solda termoplástica (topo, sela, soquete e eletrofusão) e flanges (para acessórios e outros materiais)
- *observações: uso ainda incipiente em redes no país...*

Polietileno – fornecimento em bobinas

Dimensões das bobinas com 100 metros
para tubos SDR \geq 17 (ISO 4427/2007)

\varnothing Tubo (mm)	\varnothing Interno (mm)	Altura (mm)	\varnothing Externo. (mm)
20	700	190	900
25	700	190	980
32	900	260	1200
40	900	330	1300
50	1200	360	1600
63	1500	390	2000
75	1800	390	2400
90	2200	460	2800
110	2200	560	3000
125	2500	760	3200

63/90 são os mais comuns em redes de água



EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO

- Deseja-se projetar uma rede de distribuição de água, cuja planta é mostrada abaixo. Determinar os diâmetros e as velocidades dos trechos, a vazão de distribuição em marcha, a vazão da bomba (Q), as pressões dinâmicas e a pressão estática máxima na rede.

Dados: Tubulação de ferro fundido em uso ($C=90$);

Número de pessoas a serem abastecidas (n) = 4.482 pessoas;

Cota em metros dos nós dos trechos (fornecida pela planta topográfica):

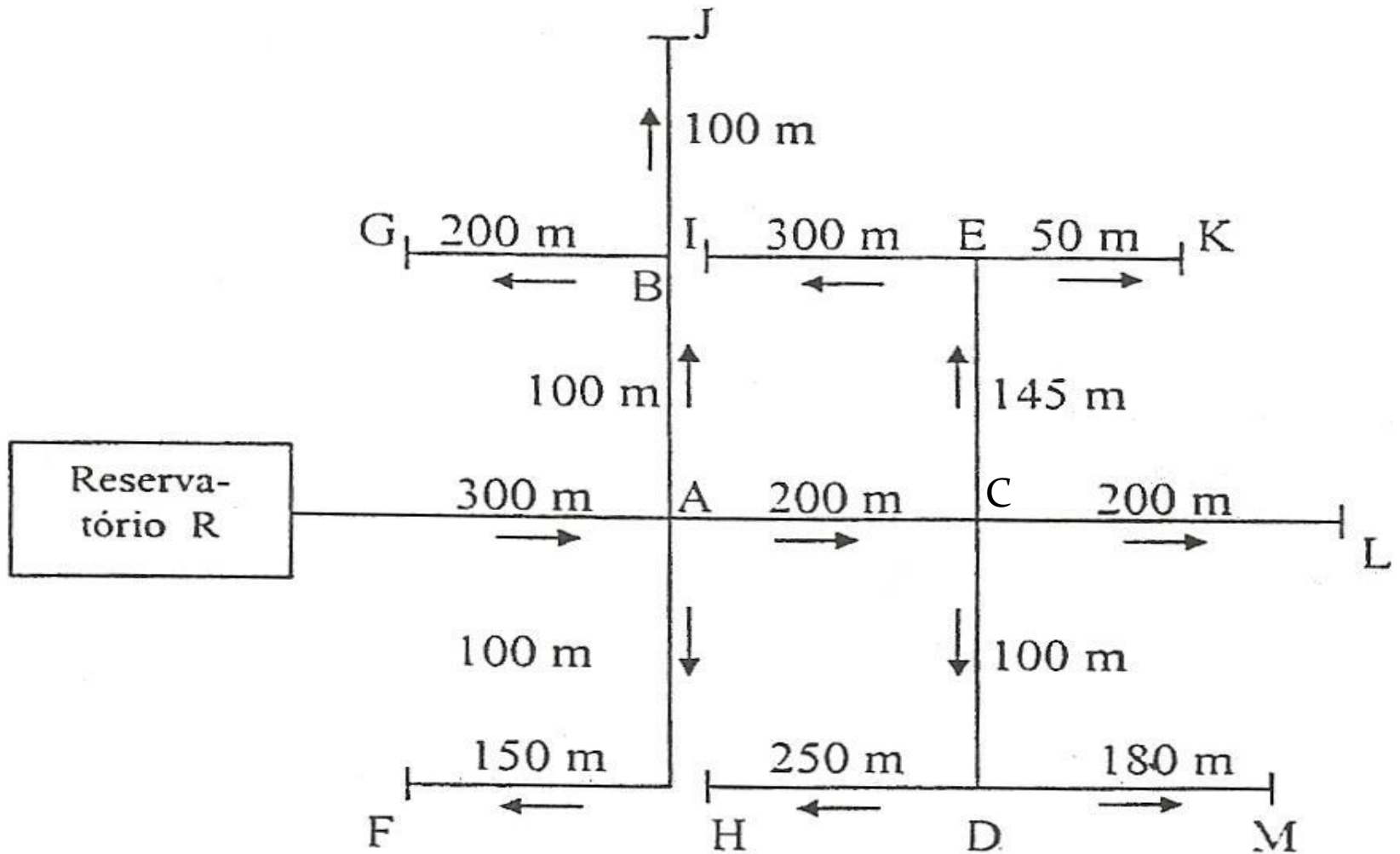
A = 780	B = 775	C = 790	D = 795	
E = 795	F = 770	G = 775	H = 775	I = 775
J = 770	K = 795	L = 800	M = 805 m	

R = 800 (cota do fundo do Reservatório)

Nível mínimo de água no reservatório = 819,12 m

Nível máximo de água no reservatório = 821,62 m

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO



Trecho	Rua	L (m)	Vazão em L/s				D (mm)	V (m/s)	Hf (m.c.a)	COTA (m)		Pressão Dinâmica (H)		Observações
			Q _i	Q _D	Q _M	Q _F				M	J	H _M	H _J	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17
CL		200	0	2,0	2,0	1,15	60	0,70	1,65	790	800	27,20	15,55	
DM		180	0	1,8	1,8	1,04	60	0,63	1,23	795	805	21,23	10,00	Pressão mín. dinâmica
DH		250	0	2,5	2,5	1,44	75	0,56	1,06	795	775	21,23	40,17	
CD		100	4,3	1,0	5,3	4,80	100	0,65	0,97	790	795	27,20	21,23	q=0,01 L/s.m
EK		50	0	0,5	0,5	0,29	50	0,25	0,08	795	795	21,10	21,02	
EI		300	0	3,0	3,0	1,73	75	0,67	1,78	795	775	21,10	39,32	
CE		145	3,5	1,45	4,95	4,225	100	0,62	1,11	790	795	27,20	21,10	
AC		200	12,25	2,0	14,25	13,25	200	0,45	0,43	780	790	37,63	27,20	
AF		250	0	2,5	2,5	1,44	75	0,56	1,06	780	770	37,63	46,57	Pressão Max. dinâmica
AB		100	3,0	1,0	4,0	3,5	100	0,50	0,54	780	775	37,63	42,09	
BG		200	0	2,0	2,0	1,15	60	0,70	1,65	775	775	42,09	40,44	
BJ		100	0	1,0	1,0	0,58	50	0,50	0,56	775	770	42,09	46,53	
RA		300	20,75	0	20,75	20,75	200	0,65	1,49	800	780	19,12	37,63	Reservatório

REFERÊNCIAS

ALEN SOBRINHO, P.; CONTRERA, R.C. **Redes de Distribuição de Água (1/2)**. Apresentação da disciplina Saneamento II. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em: 09/11/2013.