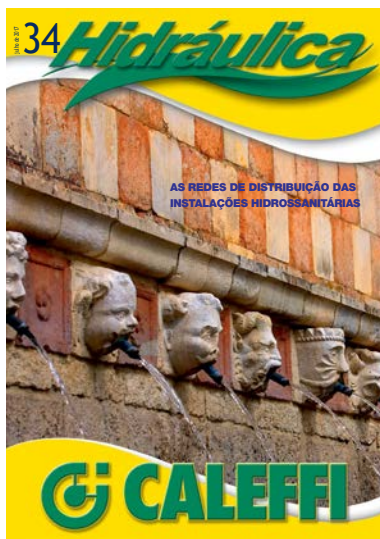


**AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DAS
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS**

G CALEFFI



PORTUGAL

CALEFFI Lda
Hydronic Solutions

Sede:

Urbanização das Austrálias,
Lote 17, Milheirós
Apartado 1214
4471-909 Maia
Tel: +351 229619410
Fax: +351 229619420
caleffi.sede@caleffi.com

Filial:

Talaíde Park, Edif. A1 e A2
Estrada Octávio Pato
2785-601 São Domingos de Rana
Tel: +351 214227190
Fax: +351 214227199
caleffi.filial@caleffi.com

BRASIL

CALEFFI Brasil Ltda

Sede:

Rua Tabapuã nº 821
conj. 125, CEP –
04533-013, Itaim Bibi
São Paulo - SP
Tel: +55 11 2362 4903
Fax: +55 11 2362 4907
info.br@caleffi.com

www.caleffi.com

© Copyright 2017 Caleffi
Todos os direitos reservados.
É proibida a reprodução ou
publicação de qualquer parte do
documento sem o consentimento
expresso por escrito do Editor.

Índice

3 AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

4 CAUDAIS NECESSÁRIOS

CAUDAIS NOMINAIS
CAUDAIS DE PROJETO

4 NORMAS PARA DETERMINAR CAUDAIS

UNI 9182
prEN 806
COMPARAÇÕES ENTRE CAUDAIS DE PROJETO
CONSIDERAÇÕES
NORMA FRANCESA
NORMA ALEMÃ

14 DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

CARGA LINEAR UNITÁRIA COM ALIMENTAÇÃO DIRETA DA REDE PÚBLICA
CARGA LINEAR UNITÁRIA COM GRUPOS DE PRESSURIZAÇÃO
PRESSÕES DA REDE PÚBLICA
PRESSÕES MÍNIMAS
PERDAS DE CARGA DOS COMPONENTES
VELOCIDADES MÁXIMAS
J DE PROJETO
PRESSÕES INTERNAS MÁXIMAS

19 REDES DE RECÍRCULO

- Aplicações

20 COMPONENTES PRINCIPAIS

DESCONECTORES
REDUTORAS DE PRESSÃO
- Dimensionamento
AMORTECEDORES DE GOLPE DE ARIETE
MISTURADORAS TERMOSTÁTICAS
- Perigo de queimaduras
- Perigo de *Legionella*
MISTURADORAS ELETRÓNICAS
REGULADORES TERMOSTÁTICOS DE RECÍRCULO

44 REDUTORAS DE PRESSÃO PN 40

46 SISTEMAS DE PREVENÇÃO DE LEGIONELLA

Misturadora eletrônica com desinfecção térmica
Grupo para controlo de temperatura e desinfecção térmica
Amortecedor de golpe de ariete

48 Misturadora termostática anticalcário para pequenas utilizações

49 Misturadora termostática para instalações centralizadas

50 Grupo de controlo da temperatura da água quente sanitária

51 Regulador termostático multifunções

AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Eng.^{os} Marco e Mario Doninelli

Em janeiro de 1998 e 1999, já dedicámos a este tema os números 14 e 16 da *Hidráulica italiana*. Aqui regressamos à temática essencialmente por dois motivos: (1) a atualização das respetivas normas UNI; (2) a disponibilidade de novos materiais capazes de evitar os maiores perigos relacionados com a utilização destas instalações, ou seja, a contaminação, as queimaduras e a proliferação da *Legionella*.

Como nos números acima indicados, **o tema de base é o que diz respeito à determinação dos caudais de projeto**: assunto de primordial importância, uma vez que valores inadequados destes caudais podem provocar quer subdimensionamentos, quer sobredimensionamentos.

Os subdimensionamentos são de evitar por motivos óbvios, enquanto que os sobredimensionamentos por motivos um pouco menos óbvios, mas nem por isso negligenciáveis. **Em particular, os sobredimensionamentos** (especialmente com caudais 200÷300% superiores aos necessários) **provocam**:

- **maiores custos das redes de distribuição** (tubagem e respetivos componentes) **bem como dos sistemas de pressurização, produção e regulação da água quente**;
- **o sobredimensionamento de alguns componentes**

(por ex.: redutoras de pressão e misturadoras) que, assim, podem não funcionar no seu campo de trabalho ideal;

- **maior dispersão térmica** (para a maior potência de projeto necessária) da fonte de calor, dos reservatórios de acumulação e das redes de distribuição da água quente;
- **maior estagnação da água** e, por isso, maior risco de **formação de depósitos, degradação da qualidade da água e desenvolvimento de bactérias**.

É, precisamente, para evitar estes perigos e danos que, em seguida, iremos analisar e comparar entre si, os valores dos caudais de projeto que podem ser obtidos, de acordo com as principais normas europeias. De facto, consideramos que isto possa ser útil para realizar escolhas, a nível de projeto, mais documentadas e coerentes.

Os temas tratados estão subdivididos em três partes: na primeira iremos considerar os aspetos principais que dizem respeito ao dimensionamento e à realização das instalações consideradas; na segunda parte, examinaremos as principais características dos materiais atualmente disponíveis para melhorar o desempenho e a segurança dessas instalações; por fim, na terceira parte, iremos propor e desenvolver alguns exemplos de aplicação.

Fonte Monpiano - Aqueduto Brescia



CAUDAIS NECESSÁRIOS

Para se poderem dimensionar corretamente as redes de distribuição das instalações hidrossanitárias, é necessário conhecer os caudais apresentados em seguida.

CAUDAIS NOMINAIS

São os caudais mínimos que devem ser assegurados às torneiras dos vários aparelhos sanitários.

Para torneiras comuns, o seu valor determina-se com tabelas específicas. Por outro lado, para torneiras de tipo especial (por ex.: chuveiros de maiores dimensões e banheiras de hidromassagem), devem consultar-se os catálogos dos fabricantes.

CAUDAIS DE PROJETO

São os caudais máximos que devem ser distribuídos nos períodos de maior utilização da instalação.

O seu valor depende essencialmente das seguintes variáveis:

- tipo de utilização,
- valores dos caudais nominais,
- número de torneiras,
- frequência de utilização dos aparelhos,
- duração dos períodos de ponta.

Em teoria, só podem determinar-se com o cálculo das probabilidades que, no entanto, é bastante complexo e, em todo o caso, caracterizado por indeterminações e aproximações. Portanto, na prática, é preferível recorrer a métodos de cálculo menos exigentes, do tipo especificado em seguida:

– Método dos coeficientes de simultaneidade

Os caudais de projeto calculam-se multiplicando entre si os caudais totais dos aparelhos pelos coeficientes, ditos de simultaneidade, que têm em conta quer o tipo de utilização, quer o número de aparelhos servidos (ver ex. pág. 13, norma francesa).

– Método dos caudais totais

Os caudais de projeto determinam-se, com diagramas ou tabelas, em função do tipo de utilização e dos caudais totais (ver ex. Fig. 7).

– Método das unidades de carga

Neste caso, atribuem-se valores adimensionais (definidos unidades de carga) aos vários aparelhos em relação aos seus caudais nominais e à sua simultaneidade de utilização.

Posteriormente, com base nesses valores, os caudais de projeto determinam-se com diagramas ou tabelas específicos (ver ex. norma UNI 9182).

NORMAS PARA DETERMINAR CAUDAIS

Em seguida, determinaremos os caudais de projeto com as normas UNI 9182 e prEN 806, e faremos algumas considerações a esse respeito.

UNI 9182

Os caudais nominais dos aparelhos estão indicados na tabela seguinte:

Fig. 1
UNI 9182 - Caudais nominais e pressões

Aparelho	Caudal mínimo* l/seg	Pressão mínima kPa
Lavatório	0,1	100
Bidé	0,1	100
Sanita com autoclismo	0,1	100
Sanita com descarga rápida	1,0	100
Sanita com fluxómetro	1,0	100
Banheira	0,3	100
Chuveiro	0,15	100
Lava-loiças de cozinha	0,15	100
Máquina de lavar roupa	0,15	100
Urinol	0,15	100
Torneira de jardim	0,4	100

* Nota: calculado com $P = 3 \text{ bar}$

As unidades de carga de cada aparelho estão, por sua vez, indicadas nas tabelas das Fig. 3 e 4:

- Fig. 3 - utilizações de habitações privadas.
- Fig. 4 - utilizações de edifícios de uso público e coletivo (hotéis, escritórios, hospitais, etc.).

Em suma, os caudais de projeto são determinados com base no total das unidades de carga servidas e com o apoio dos gráficos das Fig. 5 e 6.

- Fig. 5 - utilizações das habitações privadas e dos edifícios coletivos (hotéis, hospitais, escolas, quartéis, centros desportivos e afins).
- Fig. 6 - utilizações dos edifícios para escritórios e afins.

prEN 806

Os caudais nominais dos aparelhos estão indicados na tabela da Fig. 2, enquanto que os caudais de projeto são determinados com base nos caudais totais e nos gráficos ou tabelas das Fig. 7, 8, 9, 10, 11.

Fig. 2
prEN 806 - Caudais nominais e pressões

Aparelho	Água fria l/seg	Água quente l/seg	Pressão m c.a.
Lavatório	0,1	0,1	5
Bidé	0,1	0,1	5
Sanita com autoclismo	0,1	-	5
Sanita com descarga rápida	1,5	-	15
Sanita com fluxómetro	1,5	-	15
Banheira	0,20	0,20	5
Chuveiro	0,15	0,15	5
Lava-loiças de cozinha	0,20	0,20	5
Máquina de lavar roupa	0,10	-	5
Máquina de lavar loiça	0,20	-	5
Urinol lavagem comandada	0,10	-	5

Os caudais de projeto são determinados com base nos caudais totais e nos gráficos ou tabelas indicados na:

- Fig. 7 - edifícios residenciais,
- Fig. 8 - escritórios e afins,
- Fig. 9 - hotéis, pensões e afins
- Fig. 10 - hospitais e clínicas
- Fig. 11 - escolas e centros desportivos

COMPARAÇÕES ENTRE CAUDAIS DE PROJETO

Em seguida compararemos entre si os caudais de projeto que podem ser obtidos com as normas UNI 9182, prEN 806 e UNI EN 806; esta última, infelizmente, serve apenas para determinar os caudais de projeto dos edifícios residenciais e da qual (para não sobrecarregar demasiado o tema) indicaremos apenas o valor final dos caudais necessários no exemplo.

Exemplo:

Comparar entre si **os caudais de projeto da água fria** necessários para alimentar 30, 100 e 200 habitações segundo as normas UNI 9182, prEN 806 e UNI EN 806. Considerar cada habitação equipada com: um lava-loiças, um lavatório, um bidé, uma sanita com autoclismo e uma banheira.

Determinação dos caudais de projeto necessários:

UNI 9182

Unidade de carga 1 habitação = 7,5 (ver tabela Fig. 3)

Com base neste valor e no gráfico da Fig. 5, as UC totais e os caudais de projeto (G_{pr}) dos casos considerados constituem:

- 30 habitações UC tot = 225 G_{pr} = 5,4 l/s
- 100 habitações UC tot = 750 G_{pr} = 11,5 l/s
- 200 habitações UC tot = 1500 G_{pr} = 17,5 l/s

prEN 806

G_{all} = 0,70 l/s caudal tot. 1 habitação (ver tabela Fig. 2)

Com base neste valor e no gráfico, ou na tab. da Fig. 7, os caudais totais e de projeto dos casos considerados constituem:

- 30 habitações G_{tot} = 21,0 l/s G_{pr} = 2,5 l/s
- 100 habitações G_{tot} = 70,0 l/s G_{pr} = 3,1 l/s
- 200 habitações G_{tot} = 140,0 l/s G_{pr} = 3,4 l/s

UNI EN 806

Com esta norma, os caudais de projeto constituem:

- 30 habitações G_{pr} = 1,6 l/s
- 100 habitações G_{pr} = 3,3 l/s
- 200 habitações G_{pr} = 4,9 l/s

Comparação entre caudais de projeto UNI 9182 e prEN 806

- 30 habitações $G_{PR,UNI 9182}$ = 2,16 vezes $G_{PR,prEN 806}$
- 100 habitações $G_{PR,UNI 9182}$ = 3,71 vezes $G_{PR,prEN 806}$
- 200 habitações $G_{PR,UNI 9182}$ = 5,15 vezes $G_{PR,prEN 806}$

Comparação entre caudais de projeto UNI 9182 e UNI EN 806

- 30 habitações $G_{PR,UNI 9182}$ = 3,38 vezes $G_{PR,UNI EN 806}$
- 100 habitações $G_{PR,UNI 9182}$ = 3,48 vezes $G_{PR,UNI EN 806}$
- 200 habitações $G_{PR,UNI 9182}$ = 3,57 vezes $G_{PR,UNI EN 806}$

CONSIDERAÇÕES

Os dados acima indicados **evidenciam que os caudais de projeto obtidos com a UNI 9182 são substancialmente superiores aos obtidos quer com a prEN 806, quer com a UNI EN 806**. Resultados semelhantes podem obter-se também **comparando os caudais de projeto obtidos com a UNI 9182 e os obtidos com as respetivas normas francesas (DTU 60.11) e alemãs (DIN 1988-300)**, indicadas na pág. 13, **o que pode suscitar dúvidas a este respeito**.

Outras dúvidas dizem respeito ao facto da norma UNI 9182 (ao contrário das outras normas acima indicadas) prever as mesmas simultaneidades de uso por instalação (como, por exemplo, hotéis, escolas, hospitais e centros desportivos) que, com toda a evidência, têm modalidades e tempos de uso muito diferentes entre si.

E, é por estas razões que, em seguida, desenvolveremos os exemplos propostos, fazendo referência à prEN 806: norma cujos caudais de projeto são substancialmente semelhantes (as variações são mínimas e praticamente insignificantes) aos que podem ser obtidos com a DIN 1988-300.

Relativamente a esta escolha, também deve considerar-se que a UNI EN 806-3 prevê a utilização de métodos de cálculo alternativos “*caso existam motivações oportunas que permitam a adoção de um dimensionamento diferenciado das tubagens*”.

Fig. 3
UNI 9182 - Unidade de carga (UC) para utilizações de habitações privadas

Aparelho	Alimentação	UNIDADE DE CARGA		
		Água fria	Água quente	Total água quente + água fria
Lavatório	Grupo misturadora	0,75	0,75	1,00
Bidé	Grupo misturadora	0,75	0,75	1,00
Banheira	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Chuveiro	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Sanita	Autoclismo	3,00	-	3,00
Sanita	Descarga rápida	6,00	-	6,00
Sanita	Fluxómetro	6,00	-	6,00
Lava-loiças de cozinha	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Máquina de lavar roupa	Apenas água fria	2,00	-	2,00
Máquina de lavar loiça	Apenas água fria	2,00	-	2,00
Pia	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Torneira de jardim Ø 3/8"	Apenas água fria	1,00	-	1,00
Torneira de jardim Ø 1/2"	Apenas água fria	2,00	-	2,00
Torneira de jardim Ø 3/4"	Apenas água fria	3,00	-	3,00
Torneira de jardim Ø 1"	Apenas água fria	6,00	-	6,00

Fig. 4
UNI 9182 - Unidade de carga (UC) para utilizações de edifícios de uso público e coletivo (hotéis, escritórios, hospitais, etc.)

Aparelho	Alimentação	UNIDADE DE CARGA		
		Água fria	Água quente	Total água quente + água fria
Lavatório	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Bidé	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Banheira	Grupo misturadora	3,00	3,00	4,00
Chuveiro	Grupo misturadora	3,00	3,00	4,00
Sanita	Autoclismo	5,00	-	5,00
Sanita	Descarga rápida	10,00	-	10,00
Sanita	Fluxómetro	10,00	-	10,00
Urinol	Torneira de alavanca	0,75	-	0,75
Urinol	Descarga rápida	10,00	-	10,00
Urinol	Fluxómetro	10,00	-	10,00
Lava-loiças	Grupo misturadora	2,00	2,00	3,00
Lavatório de cozinha	Grupo misturadora	3,00	3,00	4,00
Pia	Grupo misturadora	2,00	2,00	3,00
Pia de despejo	Autoclismo	5,00	-	5,00
Pia de despejo	Descarga rápida	10,00	-	10,00
Pia de despejo	Fluxómetro	10,00	-	10,00
Lavatório múltiplo (cada ponto de consumo)	Grupo da misturadora	1,50	1,50	2,00
Lava-pés	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Lava-apanadeiras	Grupo misturadora	2,00	2,00	3,00
Lavatório clínico	Grupo misturadora	1,50	1,50	2,00
Bebedouro	Torneira de mola	0,75	-	0,75
Chuveiro de emergência	Comando de pressão	3,00	-	3,00
Torneira de jardim Ø 3/8"	Apenas água fria	2,00	-	2,00
Torneira de jardim Ø 1/2"	Apenas água fria	4,00	-	4,00
Torneira de jardim Ø 3/4"	Apenas água fria	6,00	-	6,00
Torneira de jardim Ø 1"	Apenas água fria	10,00	-	10,00

Fig. 5

UNI 9182 - Caudais de projeto em função das UC para habitações privadas e edifícios coletivos (hotéis, hospitais, quartéis, centros desportivos e afins)

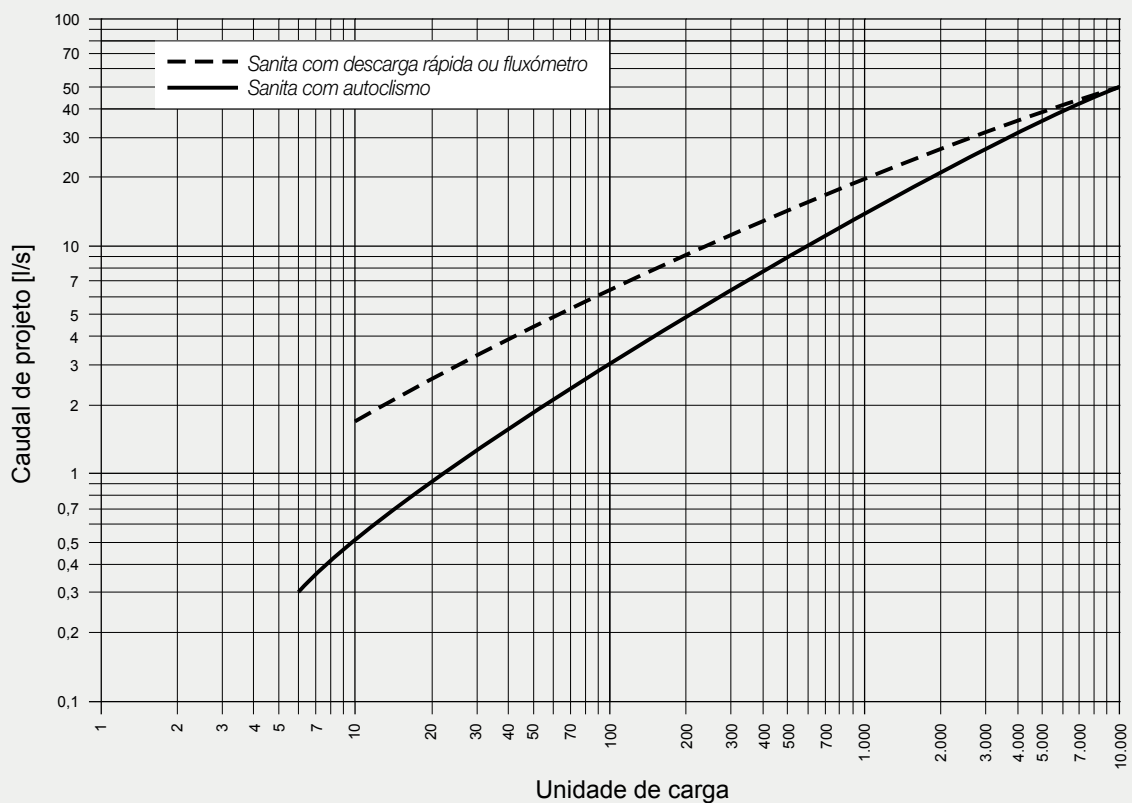


Fig. 6

UNI 9182 - Caudais de projeto em função das UC para escritórios e afins

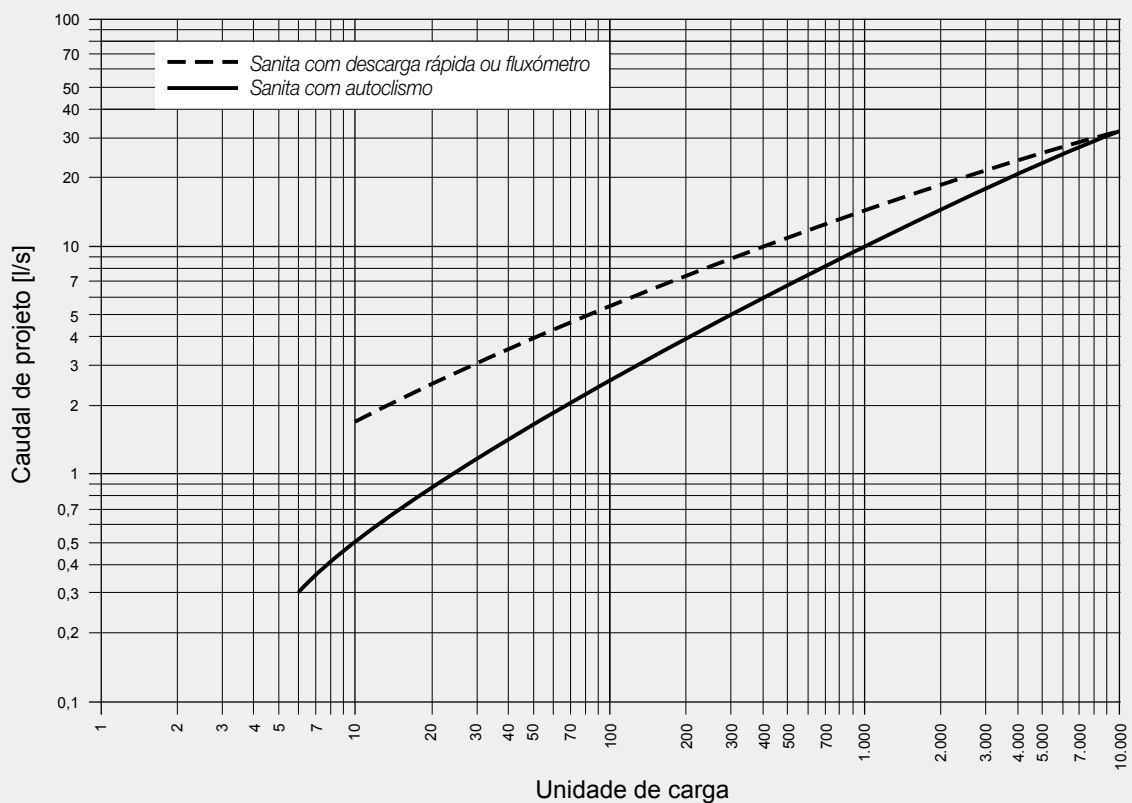
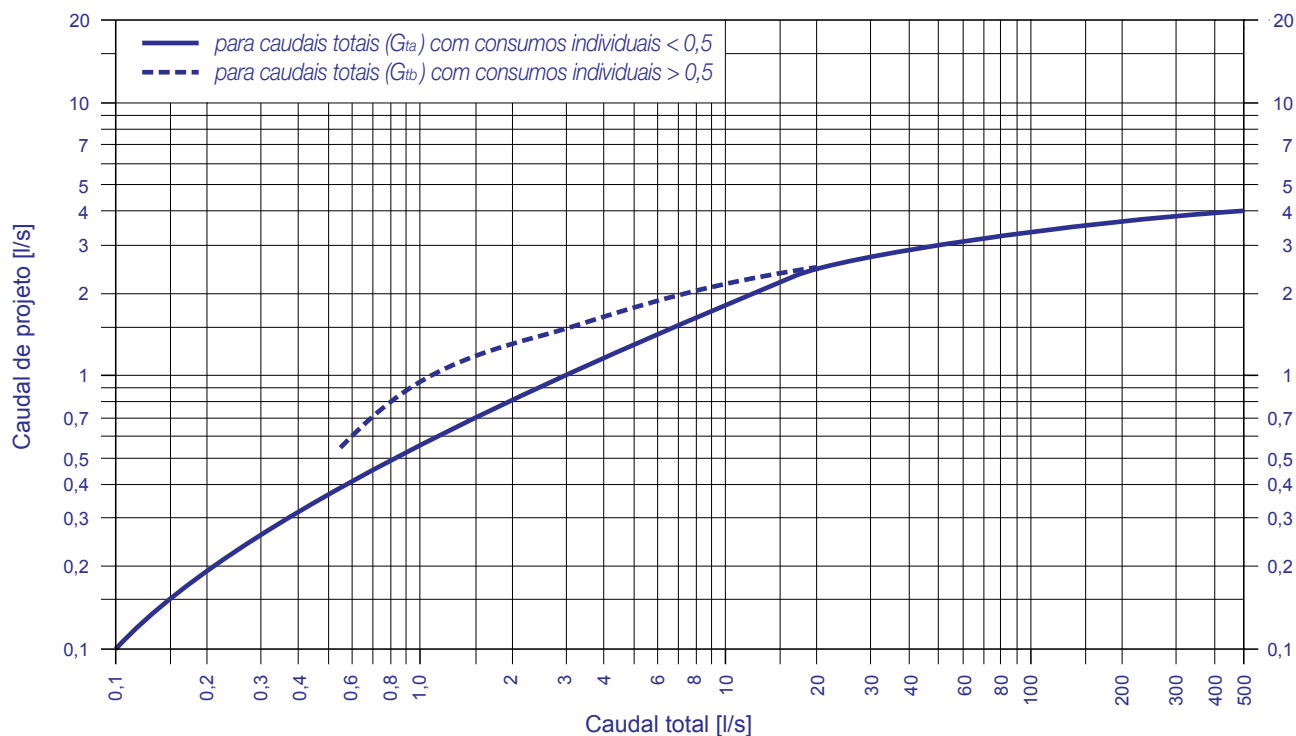


Fig. 7 - EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS
Normas prEN 806 - Caudais de projeto em função dos caudais totais



Gtb l/s	Gpr l/s
0,06	0,05
0,1	0,1
0,15	0,15
0,21	0,2
0,29	0,25
0,38	0,3
0,48	0,35
0,6	0,4
0,72	0,45
0,87	0,5
1,03	0,55
1,2	0,6
1,39	0,65
1,59	0,7
1,81	0,75
2,04	0,8
2,29	0,85
2,55	0,9
2,83	0,95
3,13	1
3,45	1,05
3,78	1,1
4,12	1,15
4,49	1,2
4,87	1,25

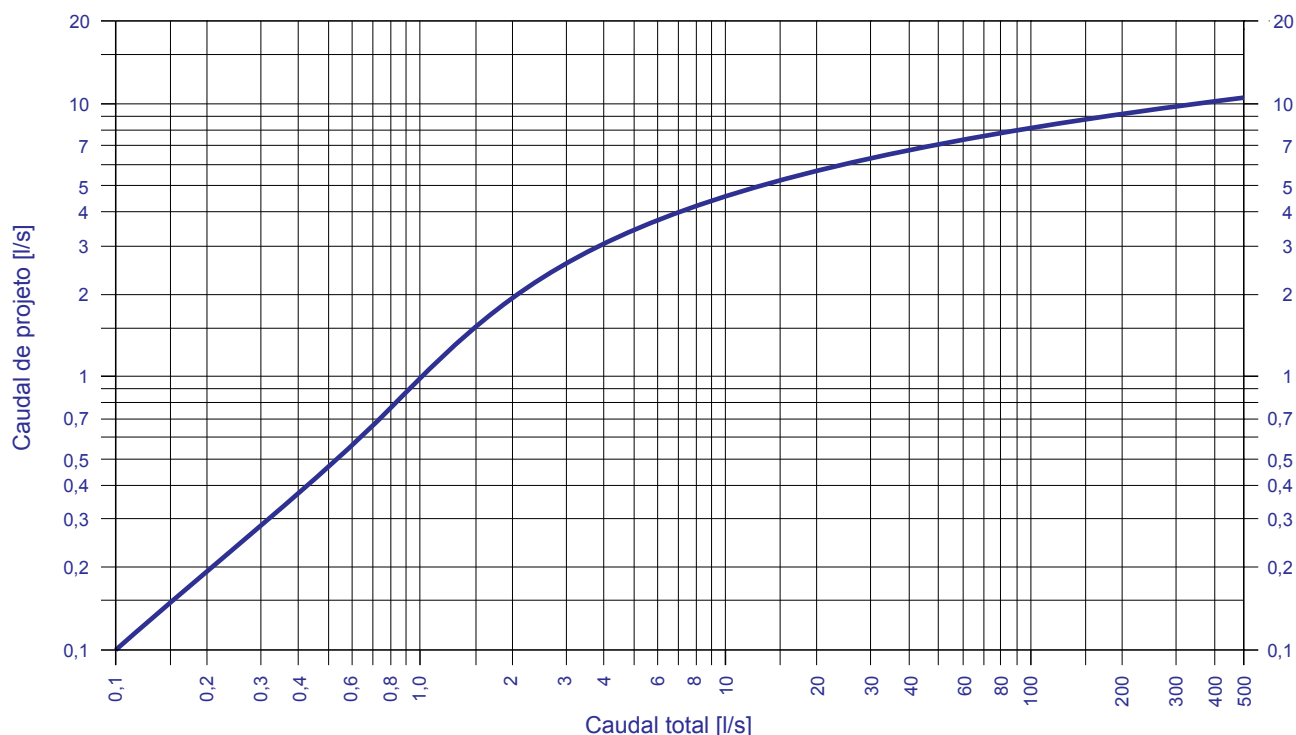
Gta l/s	Gtb l/s	Gpr l/s
5,26	2,17	1,3
5,68	2,44	1,35
6,11	2,74	1,4
6,56	3,06	1,45
7,03	3,41	1,5
7,51	3,8	1,55
8,02	4,22	1,6
8,54	4,67	1,65
9,08	5,17	1,7
9,63	5,7	1,75
10,21	6,27	1,8
10,8	6,89	1,85
11,41	7,56	1,9
12,04	8,28	1,95
12,69	9,05	2
13,36	9,88	2,05
14,05	10,76	2,1
14,76	11,71	2,15
15,48	12,72	2,2
16,23	13,8	2,25
16,99	14,95	2,3
17,78	16,17	2,35
18,58	17,48	2,4
19,4	18,86	2,45
20,24	20,33	2,5

Gta, Gtb l/s	Gpr l/s
21,08	2,55
23,53	2,6
26,25	2,65
29,29	2,7
32,69	2,75
36,47	2,8
40,7	2,85
45,42	2,9
50,68	2,95
56,55	3
63,11	3,05
70,42	3,1
78,58	3,15
87,68	3,2
97,84	3,25
109,18	3,3
121,83	3,35
135,95	3,4
151,7	3,45
169,28	3,5
188,89	3,55
210,78	3,6
235,2	3,65
262,46	3,7
292,87	3,75

Gta, Gtb l/s	Gpr l/s
326,8	3,8
364,67	3,85
406,93	3,9
454,08	3,95
506,69	4

Gta = Caudal total com consumos individuais < 0,5 l/s · Gtb = Caudal total com consumos individuais ≥ 0,5 l/s · Gpr = Caudal de projeto l/s

Fig. 8 - ESCRITÓRIOS E AFINS
Normas prEN 806 - Caudais de projeto em função dos caudais totais



Gta l/s	Gtb l/s	Gpr l/s
0,06		0,05
0,1		0,1
0,15		0,15
0,21		0,2
0,26		0,25
0,32		0,3
0,37		0,35
0,42		0,4
0,47		0,45
0,53		0,5
0,58	0,55	0,55
0,63	0,6	0,6
0,69	0,65	0,65
0,74	0,7	0,7
0,79	0,75	0,75
0,84	0,8	0,8
0,9	0,85	0,85
0,95	0,9	0,9
1	0,95	0,95
1,05	1	1
1,08	1,09	1,05
1,15		1,1
1,19		1,15
1,23		1,2
1,27		1,25
1,31		1,3
1,35		1,35
1,39		1,4
1,44		1,45
1,49		1,5
1,53		1,55
1,58		1,6
1,64		1,65
1,69		1,7
1,74		1,75
1,8		1,8
1,86		1,85
1,92		1,9
1,98		1,95
2,05		2
2,12		2,05
2,18		2,1
2,26		2,15

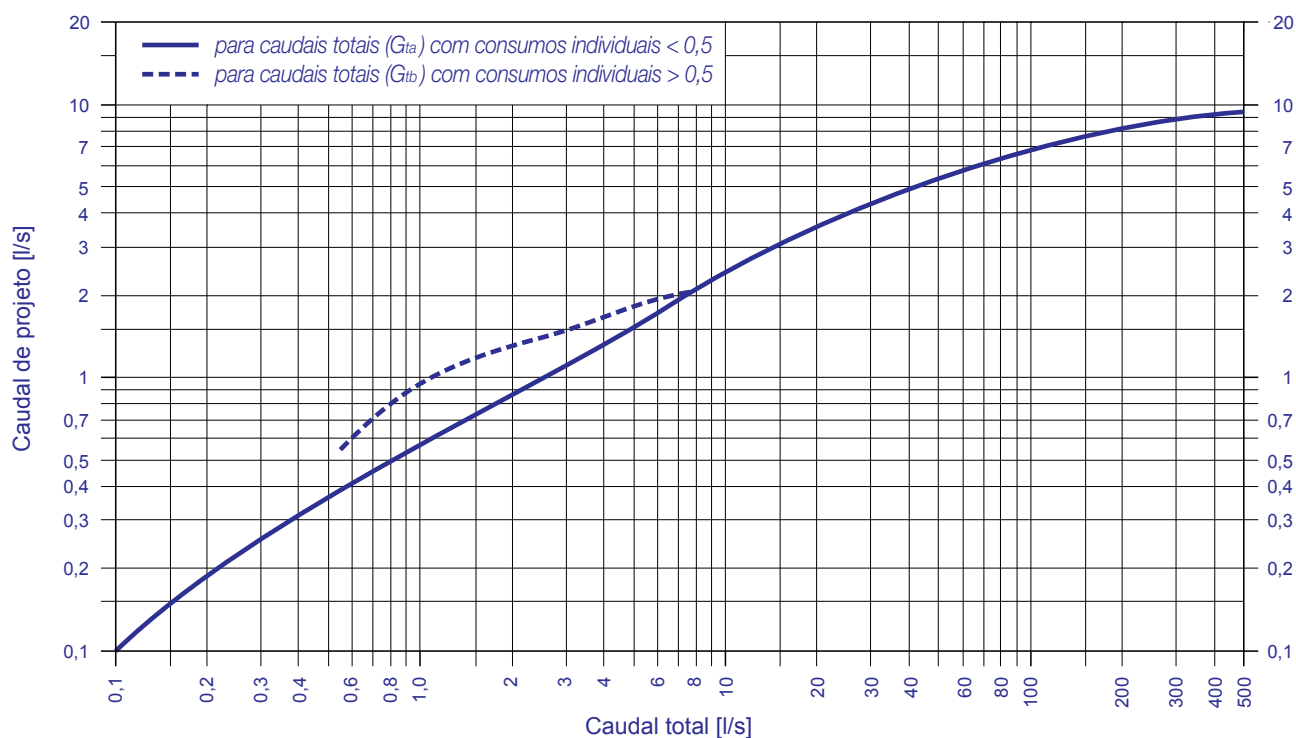
Gta, Gtb l/s	Gpr l/s
2,33	2,2
2,4	2,25
2,48	2,3
2,56	2,35
2,65	2,4
2,73	2,45
2,82	2,5
2,92	2,55
3,01	2,6
3,11	2,65
3,21	2,7
3,31	2,75
3,42	2,8
3,53	2,85
3,65	2,9
3,77	2,95
3,89	3
4,02	3,05
4,15	3,1
4,28	3,15
4,42	3,2
4,57	3,25
4,72	3,3
4,87	3,35
5,03	3,4
5,19	3,45
5,36	3,5
5,54	3,55
5,72	3,6
5,9	3,65
6,1	3,7
6,29	3,75
6,5	3,8
6,71	3,85
6,93	3,9
7,16	3,95
7,39	4
7,63	4,05
7,88	4,1
8,14	4,15
8,4	4,2
8,67	4,25
8,96	4,3

Gta, Gtb l/s	Gpr l/s
9,25	4,35
9,55	4,4
9,86	4,45
10,18	4,5
10,52	4,55
10,86	4,6
11,21	4,65
11,58	4,7
11,95	4,75
12,34	4,8
12,75	4,85
13,16	4,9
13,59	4,95
14,03	5
14,49	5,05
14,96	5,1
15,45	5,15
15,95	5,2
16,47	5,25
17,01	5,3
17,57	5,35
18,14	5,4
18,73	5,45
19,34	5,5
19,97	5,55
20,62	5,6
21,29	5,65
21,99	5,7
22,7	5,75
23,44	5,8
24,21	5,85
25	5,9
25,81	5,95
26,65	6
28,42	6,1
30,3	6,2
32,31	6,3
34,45	6,4
36,73	6,5
39,17	6,6
41,76	6,7
44,53	6,8
47,48	6,9

Gta, Gtb l/s	Gpr l/s
50,62	7
53,98	7,1
57,55	7,2
61,37	7,3
65,43	7,4
69,77	7,5
74,39	7,6
79,31	7,7
84,57	7,8
90,17	7,9
96,15	8
102,52	8,1
109,31	8,2
116,55	8,3
124,27	8,4
132,5	8,5
141,28	8,6
150,64	8,7
160,62	8,8
171,26	8,9
182,61	9
194,7	9,1
207,6	9,2
221,36	9,3
236,02	9,4
251,66	9,5
268,33	9,6
286,1	9,7
305,06	9,8
325,27	9,9
346,82	10
369,79	10,1
394,29	10,2
420,41	10,3
448,26	10,4
477,96	10,5
509,63	10,6

Gta = Caudal total com consumos individuais < 0,5 l/s · Gtb = Caudal total com consumos individuais ≥ 0,5 l/s · Gpr = Caudal de projeto l/s

Fig. 9 - HOTÉIS, PENSÕES E AFINS
Normas prEN 806 - Caudais de projeto em função dos caudais totais



G_{ta} l/s	G_{tb} l/s	G_{pr} l/s
0,06		0,05
0,1		0,1
0,15		0,15
0,21		0,2
0,28		0,25
0,36		0,3
0,45		0,35
0,56		0,4
0,67		0,45
0,79		0,5
0,92	0,55	0,55
1,06	0,6	0,6
1,2	0,65	0,65
1,35	0,7	0,7
1,51	0,75	0,75
1,67	0,8	0,8
1,84	0,85	0,85
2,02	0,9	0,9
2,2	0,95	0,95
2,39	1	1
2,58	1,14	1,05
2,78	1,3	1,1
2,98	1,47	1,15
3,19	1,65	1,2
3,41	1,84	1,25
3,63	2,05	1,3
3,85	2,27	1,35
4,08	2,51	1,4
4,32	2,76	1,45
4,56	3,03	1,5
4,8	3,31	1,55
5,05	3,61	1,6
5,3	3,93	1,65
5,56	4,26	1,7
5,83	4,61	1,75
6,09	4,93	1,8
6,37	5,37	1,85
6,64	5,78	1,9
6,92	6,2	1,95
7,21	6,64	2
7,5	7,11	2,05
7,79	7,59	2,1

G_{ta}, G_{tb} l/s	G_{pr} l/s
8,1	2,15
8,33	2,2
8,56	2,25
8,8	2,3
9,04	2,35
9,29	2,4
9,55	2,45
9,81	2,5
10,09	2,55
10,37	2,6
10,65	2,65
10,95	2,7
11,25	2,75
11,56	2,8
11,88	2,85
12,21	2,9
12,55	2,95
12,9	3
13,26	3,05
13,62	3,1
14	3,15
14,39	3,2
14,79	3,25
15,2	3,3
15,62	3,35
16,05	3,4
16,5	3,45
16,95	3,5
17,42	3,55
17,91	3,6
18,4	3,65
18,91	3,7
19,44	3,75
19,98	3,8
20,53	3,85
21,1	3,9
21,68	3,95
22,29	4
22,9	4,05
23,54	4,1
24,19	4,15
24,86	4,2

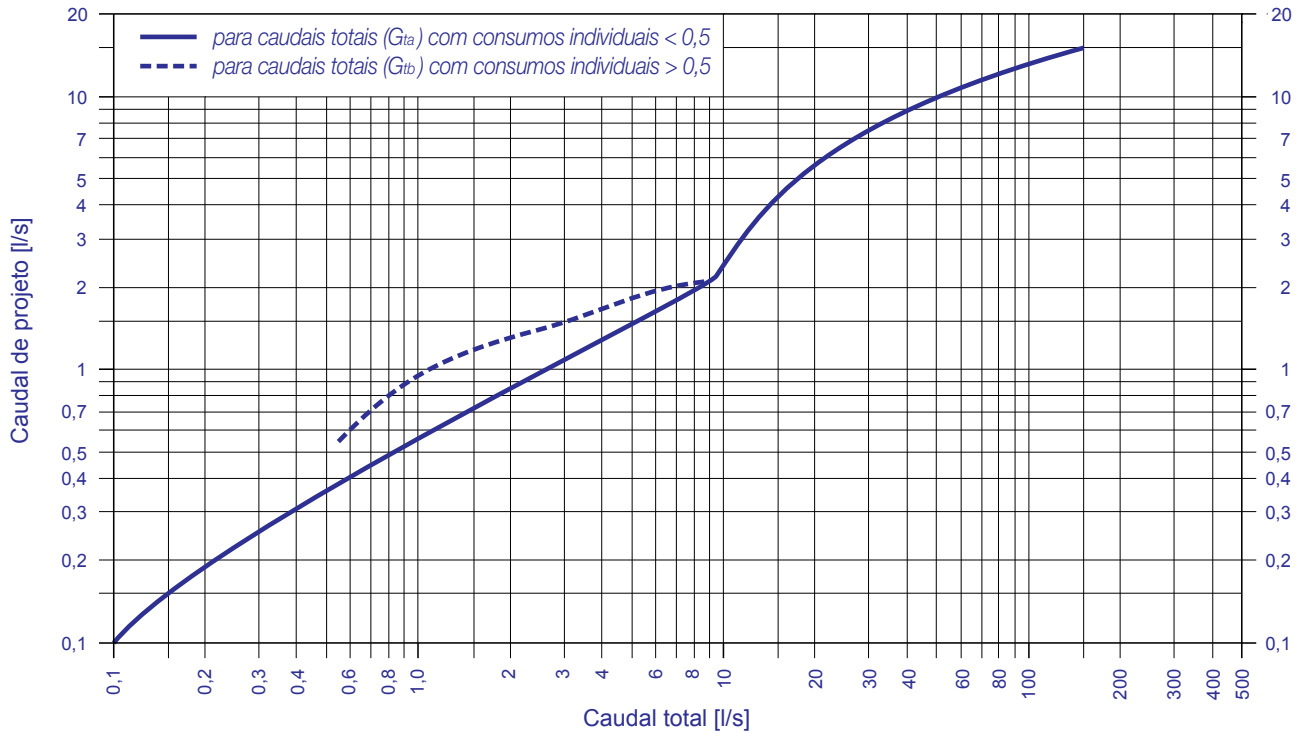
G_{ta}, G_{tb} l/s	G_{pr} l/s
25,55	4,25
26,26	4,3
26,98	4,35
27,73	4,4
28,5	4,45
29,29	4,5
30,1	4,55
30,94	4,6
31,79	4,65
32,68	4,7
33,58	4,75
34,51	4,8
35,47	4,85
36,45	4,9
37,46	4,95
38,5	5
39,57	5,05
40,66	5,1
41,79	5,15
42,95	5,2
44,14	5,25
45,36	5,3
46,62	5,35
47,91	5,4
49,24	5,45
50,6	5,5
52,01	5,55
53,45	5,6
54,93	5,65
56,45	5,7
58,02	5,75
59,62	5,8
61,28	5,85
62,97	5,9
64,72	5,95
66,51	6
70,25	6,1
74,2	6,2
78,37	6,3
82,77	6,4
87,42	6,5
92,34	6,6

G_{ta}, G_{tb} l/s	G_{pr} l/s
97,53	6,7
103,01	6,8
108,8	6,9
114,91	7
121,37	7,1
128,19	7,2
135,39	7,3
143	7,4
151,04	7,5
159,52	7,6
168,49	7,7
177,96	7,8
187,96	7,9
198,52	8
209,68	8,1
221,46	8,2
233,9	8,3
247,05	8,4
260,93	8,5
275,6	8,6
291,08	8,7
307,44	8,8
324,72	8,9
342,97	9
362,24	9,1
382,6	9,2
404,1	9,3
426,81	9,4
450,79	9,5
476,12	9,6
502,88	9,7
531,14	9,8

G_{ta} = Caudal total com consumos individuais $< 0,5$ l/s · G_{tb} = Caudal total com consumos individuais $\geq 0,5$ l/s · G_{pr} = Caudal de projeto l/s

Fig. 10 - HOSPITAIS E CLÍNICAS

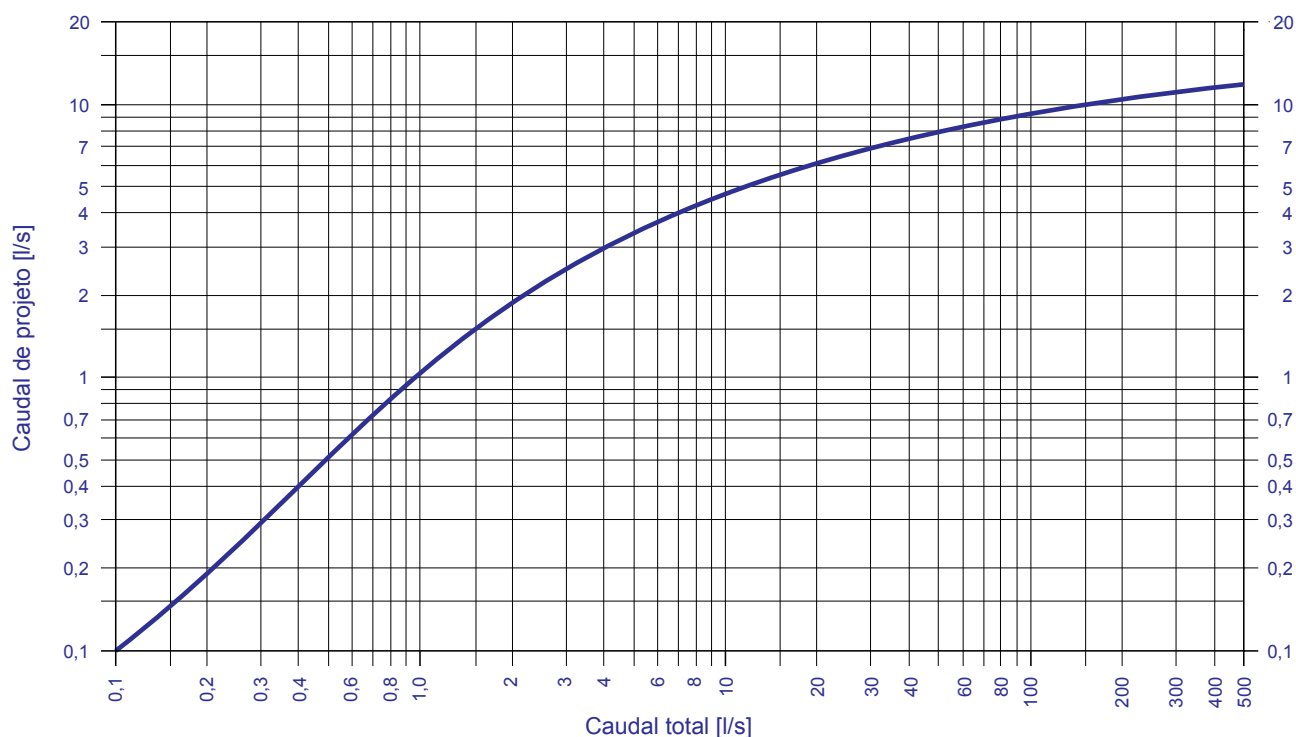
Normas prEN 806 - Caudais de projeto em função dos caudais totais



G_{ta} l/s	G_{tb} l/s	G_{pr} l/s	G_{ta}, G_{tb} l/s	G_{pr} l/s	G_{ta}, G_{tb} l/s	G_{pr} l/s	G_{ta}, G_{tb} l/s	G_{pr} l/s
0,06		0,05	9,36	2,25	15,11	4,5	34,70	8,4
0,10		0,1	9,56	2,35	15,28	4,55	35,44	8,5
0,15		0,15	9,66	2,4	15,44	4,6	36,21	8,6
0,21		0,2	9,77	2,45	15,60	4,65	36,99	8,7
0,28		0,25	9,87	2,5	15,77	4,7	37,78	8,8
0,36		0,3	9,98	2,55	15,94	4,75	38,60	8,9
0,45		0,35	10,08	2,6	16,11	4,8	39,43	9
0,56		0,4	10,19	2,65	16,28	4,85	40,28	9,1
0,67		0,45	10,30	2,7	16,46	4,9	41,14	9,2
0,79		0,5	10,41	2,75	16,63	4,95	42,03	9,3
0,92	0,55	0,55	10,52	2,8	16,81	5	42,93	9,4
1,06	0,6	0,6	10,63	2,85	17,18	5,1	43,86	9,5
1,22	0,65	0,65	10,75	2,9	17,54	5,2	44,80	9,6
1,38	0,7	0,7	10,86	2,95	17,92	5,3	45,77	9,7
1,55	0,75	0,75	10,98	3	18,31	5,4	46,75	9,8
1,72	0,8	0,8	11,10	3,05	18,70	5,5	47,76	9,9
1,91	0,85	0,85	11,22	3,1	19,11	5,6	48,79	10
2,10	0,9	0,9	11,34	3,15	19,52	5,7	49,84	10,1
2,29	0,95	0,95	11,46	3,2	19,94	5,8	50,91	10,2
2,50	1	1	11,58	3,25	20,37	5,9	53,13	10,4
2,71	1,14	1,05	11,70	3,3	20,81	6	55,44	10,6
2,92	1,3	1,1	11,83	3,35	21,25	6,1	57,86	10,8
3,15	1,47	1,15	11,96	3,4	21,71	6,2	60,38	11
3,38	1,65	1,2	12,08	3,45	22,18	6,3	63,00	11,2
3,61	1,84	1,25	12,21	3,5	22,66	6,4	65,75	11,4
3,86	2,05	1,3	12,34	3,55	23,14	6,5	68,61	11,6
4,11	2,27	1,35	12,48	3,6	23,64	6,6	71,60	11,8
4,36	2,51	1,4	12,61	3,65	24,15	6,7	74,71	12
4,62	2,76	1,45	12,75	3,7	24,67	6,8	77,97	12,2
4,89	3,03	1,5	12,88	3,75	25,20	6,9	81,36	12,4
5,17	3,31	1,55	13,02	3,8	25,75	7	84,90	12,6
5,45	3,61	1,6	13,16	3,85	26,30	7,1	88,60	12,8
5,73	3,93	1,65	13,30	3,9	26,87	7,2	92,46	13
6,02	4,26	1,7	13,44	3,95	27,45	7,3	96,48	13,2
6,32	4,61	1,75	13,59	4	28,04	7,4	100,68	13,4
6,62	4,93	1,8	13,73	4,05	28,64	7,5	105,06	13,6
6,93	5,37	1,85	13,88	4,1	29,26	7,6	109,64	13,8
7,24	5,78	1,9	14,03	4,15	29,89	7,7	114,41	14
7,56	6,2	1,95	14,18	4,2	30,53	7,8	119,39	14,2
7,89	6,64	2	14,33	4,25	31,19	7,9	124,59	14,4
8,22	7,11	2,05	14,48	4,3	31,86	8	130,02	14,6
8,55	7,59	2,1	14,64	4,35	32,55	8,1	135,68	14,8
8,89	8,1	2,15	14,80	4,4	33,25	8,2	141,58	15
9,24	8,62	2,2	14,95	4,45	33,96	8,3	147,75	15,2

G_{ta} = Caudal total com consumos individuais $< 0,5$ l/s · G_{tb} = Caudal total com consumos individuais $\geq 0,5$ l/s · G_{pr} = Caudal de projeto l/s

Fig. 11 - ESCOLAS E CENTROS DESPORTIVOS
Normas prEN 806 - Caudais de projeto em função dos caudais totais



Gt l/s	Gpr l/s
0,1	0,1
0,2	0,2
0,3	0,3
0,4	0,4
0,5	0,5
0,6	0,6
0,7	0,7
0,8	0,8
0,9	0,9
1	1
1,1	1,1
1,2	1,2
1,3	1,3
1,4	1,4
1,5	1,5
1,62	1,6
1,74	1,7
1,87	1,8
2,01	1,9
2,15	2
2,3	2,1
2,46	2,2
2,63	2,3
2,8	2,4
2,98	2,5
3,17	2,6
3,37	2,7
3,58	2,8
3,8	2,9
4,03	3
4,27	3,1
4,51	3,2

Gt l/s	Gpr l/s
4,77	3,3
5,04	3,4
5,32	3,5
5,61	3,6
5,91	3,7
6,23	3,8
6,55	3,9
6,89	4
7,24	4,1
7,61	4,2
7,98	4,3
8,37	4,4
8,78	4,5
9,2	4,6
9,63	4,7
10,08	4,8
10,31	4,85
10,54	4,9
10,78	4,95
11,16	5
13,9	5,4
14,68	5,5
15,5	5,6
16,37	5,7
17,3	5,8
18,27	5,9
19,3	6
20,38	6,1
21,53	6,2
22,74	6,3
24,02	6,4
25,37	6,5

Gt l/s	Gpr l/s
26,79	6,6
28,3	6,7
29,89	6,8
31,57	6,9
33,35	7
35,22	7,1
37,2	7,2
39,3	7,3
41,51	7,4
43,84	7,5
46,31	7,6
48,91	7,7
51,66	7,8
54,57	7,9
57,64	8
60,88	8,1
64,3	8,2
67,92	8,3
71,74	8,4
75,77	8,5
80,03	8,6
84,53	8,7
89,29	8,8
94,31	8,9
99,61	9
105,22	9,1
111,13	9,2
117,53	9,3
123,99	9,4
130,96	9,5
138,32	9,6
146,1	9,7

Gt l/s	Gpr l/s
154,32	9,8
163	9,9
172,16	10
181,85	10,1
192,07	10,2
202,88	10,3
214,29	10,4
226,34	10,5
239,07	10,6
252,51	10,7
266,71	10,8
281,71	10,9
297,55	11
314,29	11,1
331,96	11,2
350,63	11,3
370,35	11,4
391,18	11,5
413,18	11,6
436,42	11,7
460,96	11,8
486,89	11,9
514,27	12
543,19	12,1
573,74	12,2
606,01	12,3

G_{ta} = Caudal total com consumos individuais < 0,5 l/s · G_{tb} = Caudal total com consumos individuais ≥ 0,5 l/s · G_{pr} = Caudal de projeto l/s

NORMA FRANCESA

Extraído: **Règles DTU 60.11** (outubro 1998)

Os caudais nominais dos aparelhos individuais estão indicados na tabela seguinte:

Fig. 12

Norma francesa - Caudais nominais

Aparelho	Caudal unitário l/seg
Lava-loiças de cozinha	0,20
Lavatório	0,20
Bidé	0,20
Chuveiro	0,20
Banheira	0,33
Sanita com autoclismo	0,12
Máquina de lavar roupa	0,20
Máquina de lavar loiça	0,10

O caudal de projeto é calculado com o método do coeficiente de simultaneidade (α), cujo valor pode ser determinado através da fórmula:

$$\alpha = 0,8 / (n - 1)^{0,5}$$

onde (n) é o número de torneiras servidas. A fórmula é válida para $n > 5$.

No caso de hotéis, pode ser necessário um estudo pormenorizado. Geralmente, o coeficiente de simultaneidade é multiplicado por 1,25.

No caso de escolas, ginásios, estádios, quartéis considera-se que, se as torneiras não forem de fecho temporizado, todos os lavatórios ou chuveiros podem funcionar em simultâneo. Neste caso, é necessário um estudo pormenorizado.

No caso de hospitais, casas de saúde e escritórios, o coeficiente de simultaneidade não requer fatores de correção especiais.

No caso de restaurantes pode ser necessário um estudo pormenorizado. Geralmente, o coeficiente de simultaneidade é multiplicado por 1,5.

NORMA ALEMÃ

Extraído: **Norma DIN 1988-300** (maio 2012)

Os caudais nominais dos aparelhos individuais estão indicados na tabela seguinte:

Fig. 13

Norma alemã - Caudais nominais

Aparelho	Caudal unitário l/seg
Lava-loiças de cozinha	0,07
Lavatório	0,07
Bidé	0,07
Chuveiro	0,15
Banheira	0,15
Sanita com autoclismo	0,13
Máquina de lavar roupa	0,15
Máquina de lavar loiça	0,07

O caudal de projeto é calculado através da fórmula:

$$G_{PR} = a \cdot (G_{TOT})^b - c$$

sendo:

G_{PR} = caudal de projeto

G_{TOT} = caudal total dado pela soma dos caudais dos aparelhos individuais

a, b, c = valores característicos conforme o tipo de utilização (ver tabela subjacente)

Tipo de utilização	a	b	c
Edifícios residenciais	1,48	0,19	0,94
Hospitais	0,75	0,44	0,18
Hotéis	0,70	0,48	0,13
Escolas/escritórios	0,91	0,31	0,38
Centros de assistência/casas de repouso	1,48	0,19	0,94
Clínicas/casas de saúde	1,40	0,14	0,92

DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Pode obter-se com o **método da carga linear unitária (J)**, isto é, com o método das **pressões lineares unitárias disponíveis para vencer os desníveis e as resistências hidráulicas da rede**. É um método substancialmente semelhante ao das perdas de carga lineares unitárias (*r*) utilizado para dimensionar as instalações de climatização.

CARGA LINEAR UNITÁRIA COM ALIMENTAÇÃO DIRETA DA REDE PÚBLICA

Neste caso, a carga linear unitária (*J*) disponível **está ligada à pressão da rede pública** e pode ser determinada com a fórmula:

$$J = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 700 \quad (1)$$

sendo:

J = carga linear unitária [mm c.a. / m]

P_{PR} = pressão de projeto **disponível na ligação à rede pública** [m c.a.]

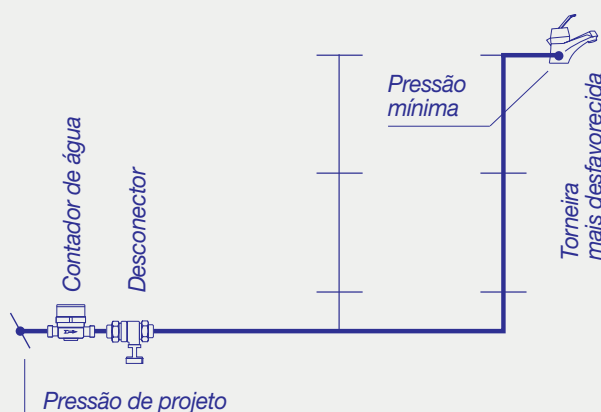
ΔH = desnível entre **a origem da rede** e a torneira mais desfavorecida [m c.a.]

P_{MIN} = pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida [m c.a.]

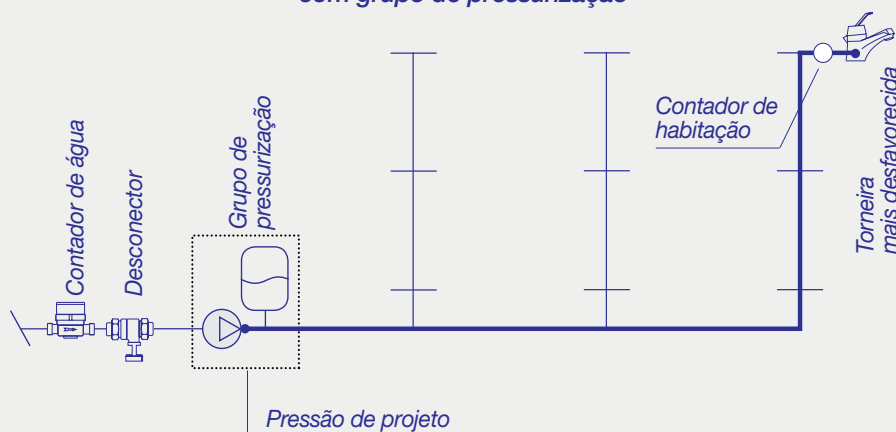
ΔP_{APP} = perdas de carga (ver pág. 16) dos principais componentes da instalação [m c.a.]

L = comp. dos tubos que ligam **a origem da rede à torneira mais desfavorecida** [m]

Dispositivos e dados a considerar para o cálculo da pressão de projeto com alimentação direta da rede pública



Dispositivos e dados a considerar para o cálculo da pressão de projeto com grupo de pressurização



A fórmula (1) foi obtida considerando um valor de (J) igual, em média, a 70% de (J_{TOT}), isto é, da **carga unitária que se gasta, em média, para vencer as perdas de carga contínuas ou localizadas** (por ex. devidas a curvas, derivações, variações de diâmetro).

Esta relação liga entre si as duas grandezas acima indicadas com as relações:

$$J = J_{TOT} \cdot 0,7 \quad (2)$$

$$J_{TOT} = J \cdot 1,43 \quad (3)$$

A fórmula (1) foi obtida determinando primeiramente a **carga unitária total J_{TOT} disponível**:

$$J_{TOT} = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 1.000$$

Substituindo, depois, com a fórmula (2), J_{TOT} por J, obtém-se:

$$J = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 1.000 \cdot \frac{70}{100}$$

da qual, com as simplificações oportunas, se obtém a fórmula (1).

Exemplo:

Numa instalação hidrossanitária **diretamente alimentada pela rede pública** (ver esquema indicado na página ao lado), **determinar o valor da carga unitária linear (J)**, considerando:

- P_{PR} = 30 m c.a. pressão de projeto disponível na ligação à rede pública
- ΔH = 5 m c.a. desnível entre a origem da rede e a torneira mais desfavorecida
- P_{MIN} = 10 m c.a. pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida (ver pág. 16)
- ΔP_{APP} = 12 m c.a. perdas de carga dos componentes principais (ver pág. 16)
valores assumidos:
- 6 m c.a. contador de água geral
- 6 m c.a. desconector
- L = 25 m comp. dos tubos que ligam a origem da rede à torneira mais desfavorecida

O valor necessário obtém-se aplicando a fórmula (1):

$$J = \frac{(30 - 5 - 10 - 12)}{25} \cdot 700 = 84 \text{ mm c.a./m}$$

e é com base neste valor que se podem dimensionar os tubos das redes de distribuição.

CARGA LINEAR UNITÁRIA COM GRUPOS DE PRESSURIZAÇÃO

Com grupos de pressurização, a **carga unitária linear (J) pode ser escolhida com base num valor pré-determinado** compreendido nos limites considerados na pág. 16. Conhecido esse valor, a **pressão de projeto** (isto é, a pressão a que deve ser regulado o grupo de pressurização) **pode ser calculada com a fórmula**:

$$P_{PR} = \Delta H + P_{MIN} + \Delta P_{APP} + \frac{J \cdot L}{700} \quad (4)$$

sendo:

- ΔH = desnível entre o grupo de pressurização e a torneira mais desfavorecida [m c.a.]
- P_{MIN} = pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida [m c.a.]
- ΔP_{APP} = perdas de carga (ver pág. 16) dos principais componentes da instalação [m c.a.]
- J = carga linear unitária [mm c.a. / m]
- L = comp. dos tubos que ligam o grupo de pressurização à torneira mais desfavorecida [m]

Exemplo:

Numa instalação hidrossanitária **com grupo de pressurização** (ver esquema indicado na página ao lado) e **carga unitária linear $J = 100$ mm c.a./m**, **determinar o valor da pressão de projeto**, considerando:

- ΔH = 15 m c.a. desnível entre o grupo de pressurização e a torneira mais desfavorecida
- P_{MIN} = 15 m c.a. pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida (ver pág. 16)
- ΔP_{APP} = 5 m c.a. perdas de carga dos componentes principais (ver pág. 16)
- L = 40 m comp. dos tubos entre o grupo de pressurização e a torneira mais desfavorecida

O valor solicitado obtém-se aplicando a fórmula (4):

$$P_{PR} = 15 + 15 + 5 + (100 \cdot 40) / 700 = 40,7 \text{ m c.a.}$$

e é com base nesse valor que se deve regular o grupo de pressurização.

As pressões estão, em seguida, expressas em metros de coluna de água por dois motivos: o primeiro porque esta unidade de medida é ainda a mais utilizada no campo das instalações; o segundo porque está relacionada com a altimetria das instalações, isto é, com as alturas entre os níveis de fornecimento da água e os de utilização.

Lembrete: 1 bar $\approx$ 10 m c.a.
1 atm $\approx$ 10 m c.a.
1 kPa $\approx$ 0,1 m c.a.

PRESSÕES DA REDE PÚBLICA

Relativamente às exigências da instalação (definidas em seguida), não podem ser nem demasiado baixas nem demasiado altas, uma vez que:

- se forem demasiado baixas, não permitem a distribuição dos caudais mínimos necessários;
- se forem demasiado altas, podem danificar a instalação, provocar fortes ruídos e não permitir o bom controlo dos caudais distribuídos.

No primeiro caso, é necessário utilizar um grupo de pressurização, no segundo uma redutora de pressão.

PRESSÕES MÍNIMAS

São as pressões mínimas necessárias a montante das torneiras mais desfavorecidas.

Geralmente, com uma utilização normal das torneiras, estas pressões variam de 10 a 15 m c.a.. Por outro lado, com torneiras especiais, é necessário consultar os manuais dos fabricantes.

PERDAS DE CARGA DOS COMPONENTES

Para os principais componentes da instalação, estas perdas podem (com suficiente aproximação) determinar-se com tabelas do tipo abaixo apresentado:

Fig. 14 - Valores médios das perdas de carga dos principais componentes

Componentes	ΔP_{APP} m c.a.
Contador de água geral	6 ÷ 8
Contador de água da utilização	4 ÷ 5
Desconector	5 ÷ 6
Misturadora termostática	4
Misturadora eletrónica	2
Permutador de calor de placas	4
Descalcificador	8
Doseador de polifosfatos	4

Podem ainda determinar-se, com base nos caudais de projeto, através das fórmulas ou diagramas dos fabricantes.

VELOCIDADES MÁXIMAS

São as velocidades máximas com que a água pode ser distribuída, sem provocar perdas de carga demasiado elevadas e golpes de aríete demasiado fortes. Segundo a norma UNI 9182, os limites destas velocidades são:

- **2,0 m/s** para distribuições primárias, colunas montantes, aduções de distribuição a cada piso;
- **4,0 m/s** para linhas de aduções para cada utilização.

Todavia, deve ser considerado que estes limites requerem pressões demasiado elevadas. Por exemplo, com os diâmetros abaixo considerados, necessitam das seguintes cargas unitárias lineares (J) e totais (J_{TOT}):

$v = 2,0$ m/s

$\varnothing = 1/2''$	$J = 414$ mm c.a./m	$J_{TOT} = 593$ mm c.a./m
$\varnothing = 3/4''$	$J = 289$ mm c.a./m	$J_{TOT} = 413$ mm c.a./m
$\varnothing = 1''$	$J = 216$ mm c.a./m	$J_{TOT} = 309$ mm c.a./m

$v = 4,0$ m/s

$\varnothing = 1/2''$	$J = 1\ 515$ mm c.a./m	$J_{TOT} = 2\ 164$ mm c.a./m
$\varnothing = 3/4''$	$J = 1\ 056$ mm c.a./m	$J_{TOT} = 1\ 509$ mm c.a./m
$\varnothing = 1''$	$J = 790$ mm c.a./m	$J_{TOT} = 1\ 129$ mm c.a./m

Isto é, requerem valores de (J_{TOT}), e assim perdas de pressão, não compatíveis com as pressões normalmente disponíveis.

Além disso, deve levar-se em consideração que as velocidades acima indicadas podem causar golpes de aríete capazes de provocar fortes ruídos, bem com desgaste rápido e a possível rotura de tubos, junções, válvulas e torneiras. O exemplo que se segue coloca em evidência os aumentos das sobrepressões devidos aos golpes de aríete, à medida que a velocidade aumenta.

Exemplo:

Determinar o valor das sobrepressões devidas aos golpes de aríete com a seguinte fórmula (ver Hidráulica 22) válida para segmentos de rede lineares:

$$\Delta P = (2 \cdot v \cdot L) / (g \cdot t)$$

ΔP	sobrepressão devida ao golpe de aríete (m c.a.)
v	velocidade da água (m/s)
L	comprimento da tubagem (m)
g	aceleração de gravidade (9,81 m/s ²)
t	tempo de fecho da válvula (s)

e considerando: $L = 40$ m; $t = 0,2$ s; $v = 1, 2, 3, 4$ m/s

Com base nestes dados, obtém-se:

para $v = 1$ m/s	$\Delta P = 40,8$ m c.a. $\approx 4,08$ bar
para $v = 2$ m/s	$\Delta P = 81,5$ m c.a. $\approx 8,15$ bar
para $v = 3$ m/s	$\Delta P = 122,3$ m c.a. $\approx 12,23$ bar
para $v = 4$ m/s	$\Delta P = 163,1$ m c.a. $\approx 16,31$ bar

Valores estes que bem evidenciam os perigos relacionados com a escolha de velocidades demasiado elevadas.

J DE PROJETO

Nos casos de alimentação direta da rede pública, é aconselhável adotar os seguintes valores:

$$40 \leq J \leq 120 \text{ mm c.a./m.}$$

para evitar velocidades demasiado baixas ou demasiado altas, pelos motivos já considerados na página ao lado. Se não for possível respeitar estes limites, é necessário utilizar, como já visto, grupos de pressurização ou redutoras de pressão.

Por outro lado, nos casos em que está prevista a pressurização da água, é aconselhável adotar valores incluídos no seguinte intervalo:

$$80 \leq J \leq 120 \text{ mm c.a./m.}$$

uma vez que estes valores representam um bom compromisso entre (1) o custo da instalação, (2) a contenção dos golpes de aríete e (3) os não excessivos aumentos de pressão entre os vários pontos de distribuição da instalação.

PRESSÕES INTERNAS MÁXIMAS

Estas pressões não devem ser demasiado altas porque, ao somar-se às ondas de choque dos golpes de aríete, podem provocar, como já referido, o funcionamento ruidoso da instalação, bem como o rápido desgaste e eventual rotura dos seus componentes.

Além disso, podem originar desperdícios de água consideráveis, uma vez que tornam mais difícil a regulação das torneiras e, assim, o correto controlo da água distribuída.

Por exemplo, verificou-se experimentalmente que (com os mesmos aparelhos e os mesmos tempos de uso), aumentando as pressões a montante das torneiras de 20 a 50 m c.a., os maiores consumos de água variam entre 25 e 30%.

Na ausência de indicações por parte de normas a respeito, para evitar pressões de funcionamento demasiado elevadas, é geralmente aconselhável:

- alimentar cada utilização com pressões que não superem os 40 m c.a..
- proteger cada utilização com amortecedores de golpe de aríete adequados.

O limite de pressão acima indicado não comporta restrições específicas ao número de pisos que podem ser servidos pelas colunas das instalações com utilizações múltiplas, como evidencia o exemplo indicado de seguida.

Exemplo:

Determinar o número de pisos que podem ser servidos pela coluna de uma instalação com utilizações múltiplas, considerando:

- desnível entre os vários pisos = 3 m
- pressão máxima de utilização = 40 m c.a.
- pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida = 12 m c.a.
- carga unitária de projeto (J) = 100 mm c.a./m
- perdas de carga internas da utilização do último piso:
 - 4,00 m c.a. = pdc tubos de distribuição interna
 - 5,00 m c.a. = pdc contador de utilização
 - 1,00 m c.a. = pdc válv. de interceção e coletor

Com base nestes valores, determina-se primeiramente a pressão necessária à utilização do último piso (piso n):

$$\Delta P_n = 12,0 + 4,0 + 5,0 + 1,0 = 22,0 \text{ m c.a.}$$

Posteriormente, determina-se (J_{TOT}) com a fórmula 3 e as perdas de carga dos segmentos de coluna compreendidos entre pisos:

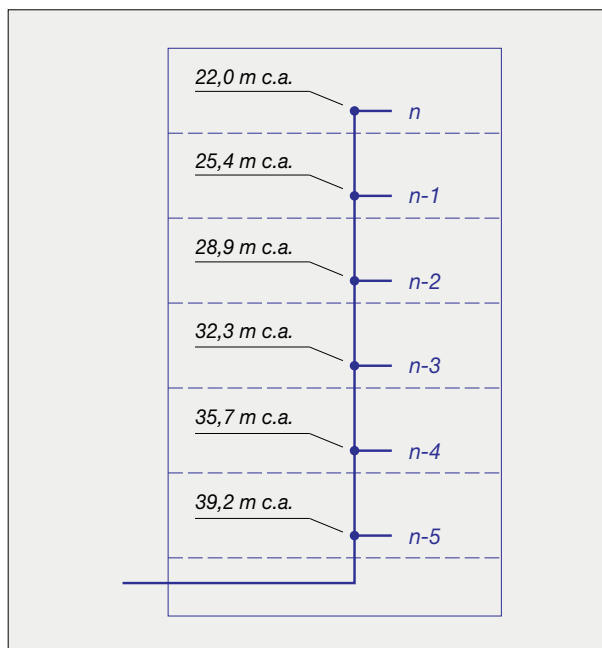
$$J_{TOT} = J \cdot 1,43 = 143 \text{ mm c.a./m} = 0,143 \text{ m c.a./m}$$

$$\Delta P_{PISO} = 3 + (3,0 \cdot 0,143) = 3,0 + 0,43 = 3,43 \text{ m c.a.}$$

Por fim, calculam-se as pressões necessárias às ligações das utilizações dos vários pisos:

ΔP_n	= 22,00 m c.a.	sim
ΔP_{n-1}	= 22,00 + (1 · 3,43) = 25,43 m c.a.	sim
ΔP_{n-2}	= 22,00 + (2 · 3,43) = 28,86 m c.a.	sim
ΔP_{n-3}	= 22,00 + (3 · 3,43) = 32,29 m c.a.	sim
ΔP_{n-4}	= 22,00 + (4 · 3,43) = 35,72 m c.a.	sim
ΔP_{n-5}	= 22,00 + (5 · 3,43) = 39,15 m c.a.	sim
ΔP_{n-6}	= 22,00 + (6 · 3,43) = 42,58 m c.a.	não

A coluna pode, portanto, alimentar 6 utilizações.



Se for necessário alimentar utilizações de um número elevado de pisos, podem adotar-se soluções do tipo abaixo indicado: soluções válidas para instalações até 10÷12 pisos. Para instalações com um maior número de pisos, pode recorrer-se a soluções semelhantes, mas com mais colunas ao serviço das utilizações.

Solução 1

Estão previstas 2 colunas: a primeira alimentada diretamente pela rede pública, a segunda com grupo de pressurização. A solução só pode ser adotada com pressões médias e altas da rede pública.

Solução 2

Estão previstas 2 colunas com 2 grupos de pressurização regulados a baixa e alta pressão.

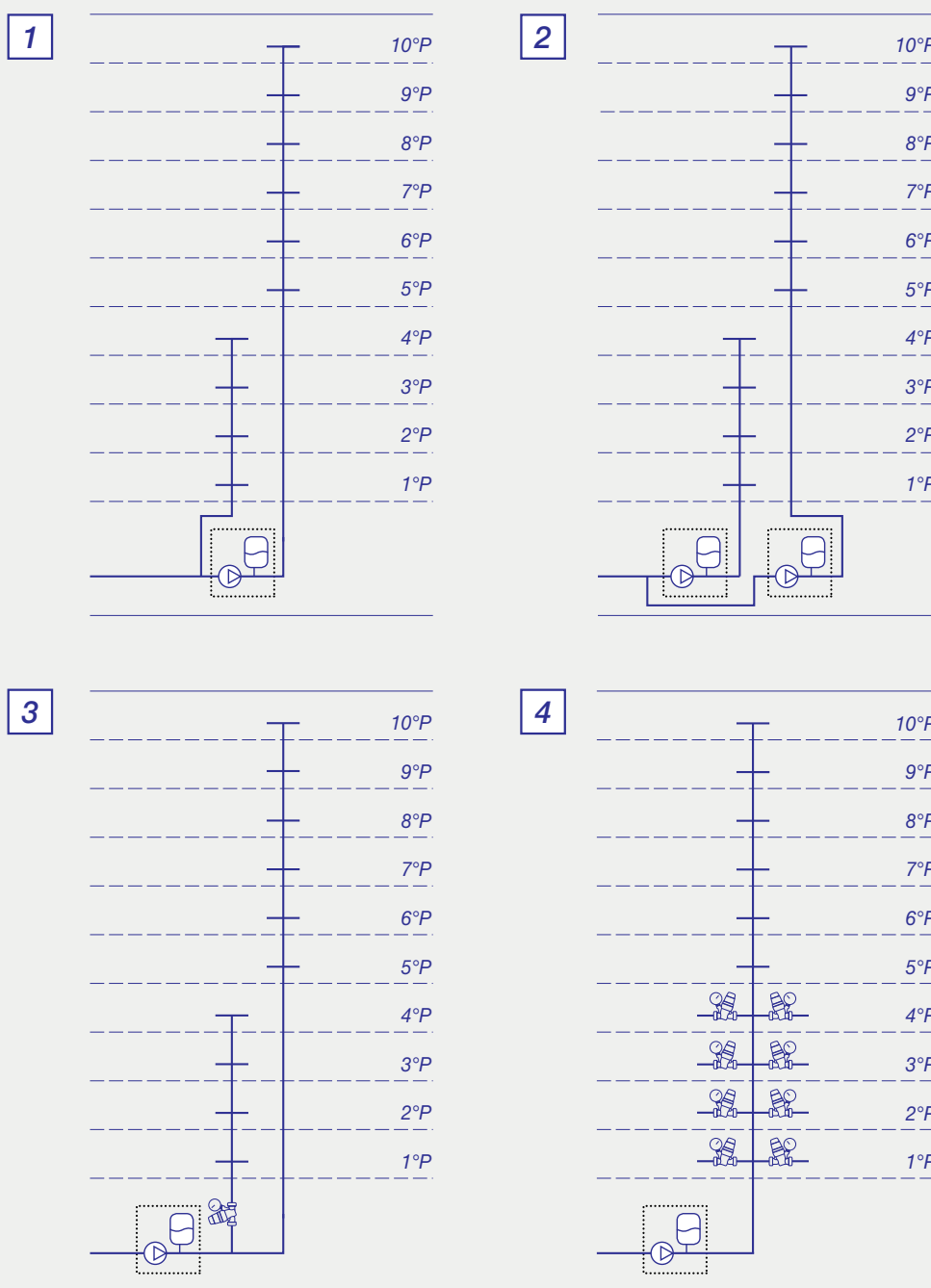
Solução 3

Estão previstas 2 colunas e 1 grupo de pressurização. Para evitar sobrepressões, a coluna dos pisos mais baixos possui uma redutora de pressão.

Solução 4

Está prevista 1 única coluna com grupo de pressurização. Para evitar sobrepressões, as utilizações dos pisos mais baixos possuem redutoras de pressão.

Possíveis esquemas de redes de distribuição a alta e baixa pressão



REDES DE RECÍRCULO

Servem para manter a água quente em circulação e impedir que, ao estagnar, possa arrefecer. É, assim, possível garantir temperaturas de distribuição quase constantes a todas as torneiras.

Os caudais de água a manter em circulação podem determinar-se considerando:

– $\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$

salto térmico máx. admitido entre a temperatura da água quente de ida e a distribuída pela torneira mais desfavorecida, isto é, mais afastada.

– $q = 6 \text{ kcal/hm}$

calor disperso em média (em instalações com bom isolamento) **por um metro de tubo de água quente.**

O caudal necessário, em média, por cada metro de tubo é, portanto:

– $g = 6 / 2 = 3 \text{ l/hm}$

Determinados os caudais da rede de recírculo com base nesse valor, os respetivos diâmetros podem ser calculados através do método das perdas de carga lineares constantes (r), considerando por ex.: $r = 10 \div 30 \text{ mm c.a./m}$.

Exemplo:

Determinar os caudais da rede de recírculo abaixo esquematizada:

Caudal teórico da coluna 1 = $11 \cdot 3 = 33 \text{ l/h}$

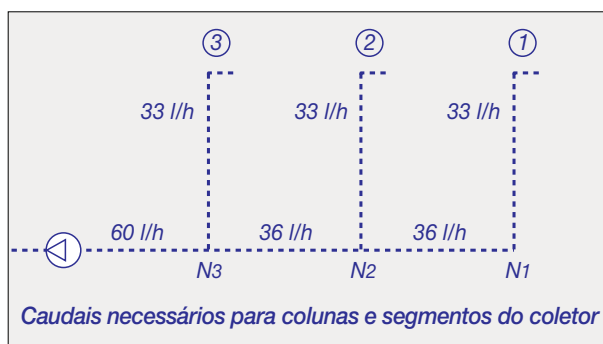
“ “ segmento col. 1/col. 2 = $12 \cdot 3 = 36 \text{ l/h}$

Caudal teórico da coluna 2 = $11 \cdot 3 = 33 \text{ l/h}$

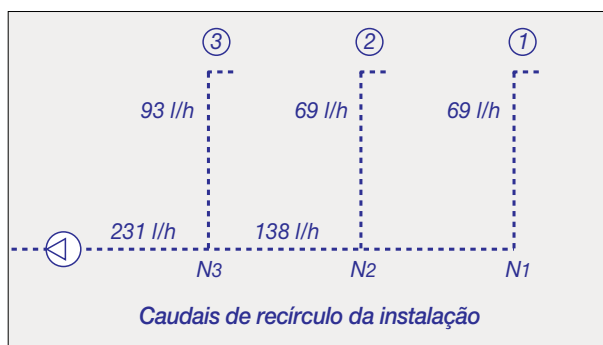
“ “ segmento col. 2/col. 3 = $12 \cdot 3 = 36 \text{ l/h}$

Caudal teórico da coluna 3 = $11 \cdot 3 = 33 \text{ l/h}$

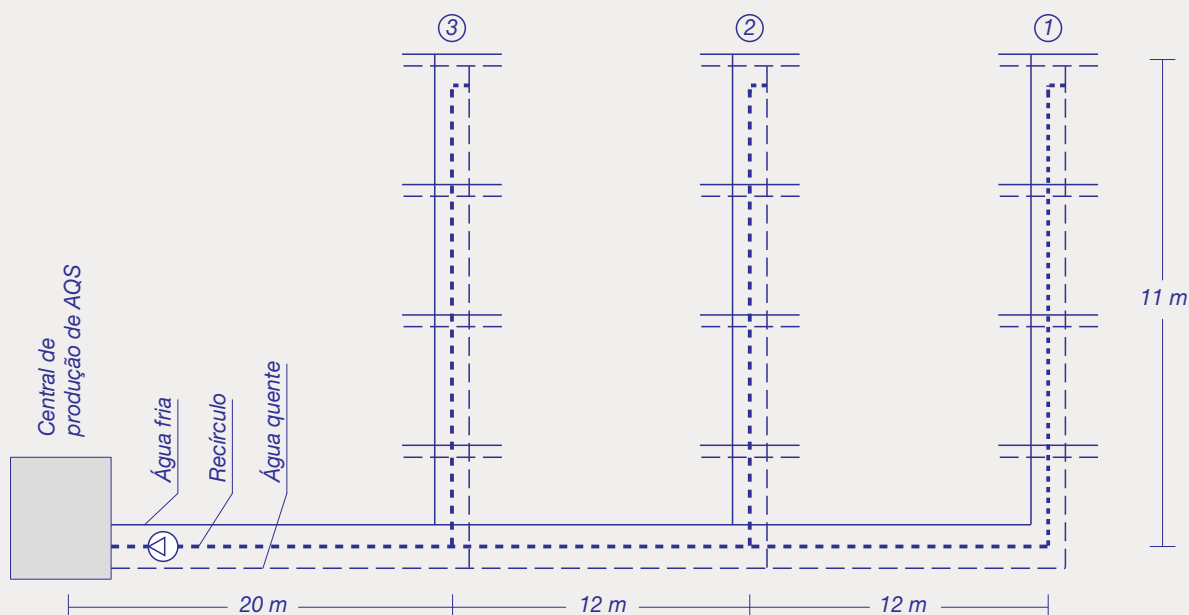
“ “ segmento col. 3/CT = $20 \cdot 3 = 60 \text{ l/h}$



Os caudais efetivos da rede de recírculo determinam-se “carregando” nas colunas os caudais teóricos necessários aos respetivos segmentos de alimentação do coletor (ver desenho apresentado em baixo).



Exemplo de redes de distribuição e recírculo da água sanitária



COMPONENTES PRINCIPAIS

Em seguida, sempre para não sobrecarregar demasiado a temática, não consideraremos os componentes tradicionais (por ex.: bombas, grupos de sobrepressão, válvulas de retenção, etc.), mas apenas os que desempenham as seguintes funções:

- proteção da rede pública contra possíveis contaminações da água potável;
- redução e regulação das pressões com base nos valores necessários;
- absorção dos picos de sobrepressão provocados pelos golpes de aríete;
- regulação da temperatura de distribuição e de consumo da água quente com segurança anti-queimadura e ação antibacteriana;
- balanceamento termostático das redes de recírculo.

DESCONECTORES

São válvulas de segurança que servem para impedir o retorno das águas de utilização à rede de distribuição pública.

Servem, assim, **para impedir o retorno à rede pública de águas** (provenientes de diversos tipos de instalações ou aparelhos; consultar a tabela da pág. ao lado) **que podem ter perdido as suas características de potabilidade**. Esse retorno pode ser provocado pelas seguintes causas:

- **depressões que se formam nas redes de distribuição da rede pública**, por exemplo, devido a roturas de tubos ou interrupções de fornecimento;
- **sobrepressões que surgem nas redes de utilização**, por exemplo, devido aos aumentos de pressão relacionados com o aquecimento da água.

Os desconectores (ver desenhos apresentados em seguida) são essencialmente constituídos por: 2 válvulas de retenção, 1 membrana, 1 válvula de contraste, 1 haste de comando e 1 obturador do dispositivo de descarga.

As válvulas de retenção delimitam entre si três zonas:

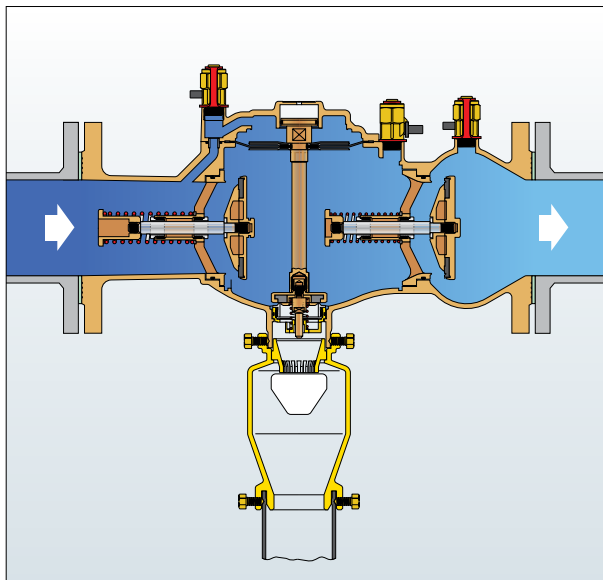
- a zona a montante ou de entrada,
- a zona intermédia ou a pressão reduzida,
- a zona a jusante ou de saída.

Se a diferença de pressão entre a zona a montante e a intermédia for igual ou superior a um valor limite muito baixo (por ex.: 1,4 m c.a.), **a membrana gera uma força que mantém o dispositivo de descarga fechado**.

Se, por sua vez, essa diferença for inferior ao valor limite acima definido, **a mola de contraste procede à abertura do dispositivo de descarga**, isto é, ativa a desconexão entre a rede pública e a utilização.

Condições de fluxo regular

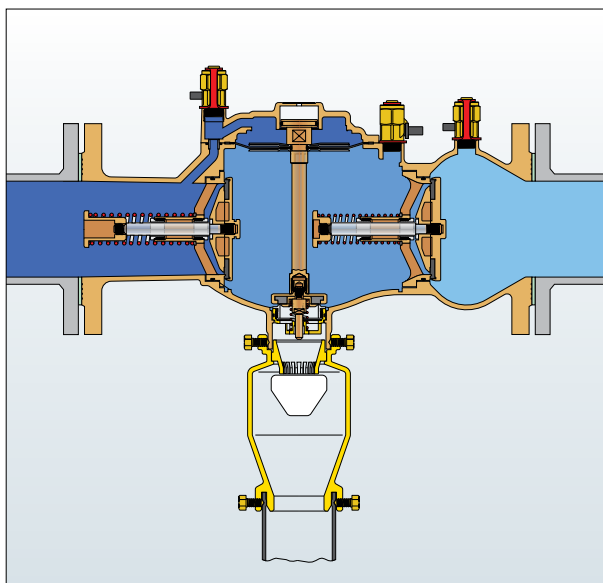
Ambas as válvulas de retenção permanecem abertas, enquanto que **a pressão na câmara intermédia** (por efeito das perdas de carga induzidas pela primeira válvula de retenção) **é inferior à da câmara a montante**.



Portanto, **a diferença de pressão que atua na membrana gera uma força que mantém fechado o dispositivo de descarga**.

Paragem do fluxo

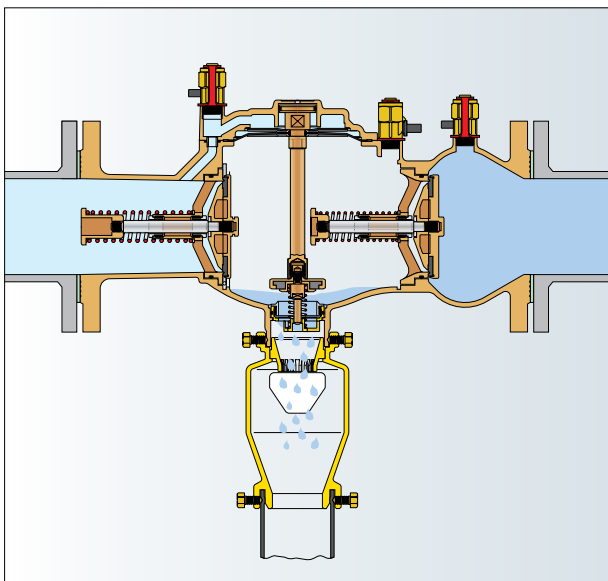
Com as válvulas de retenção fechadas, **a pressão na câmara intermédia mantém-se inferior à da câmara a montante**.



Portanto, também neste caso, **a diferença de pressão que atua na membrana mantém fechado o dispositivo de descarga**.

Depressão a montante e sobrepressão a jusante

Nestas condições, a pressão da zona intermédia ultrapassa a da zona a montante e, portanto, o dispositivo de descarga abre-se, impedindo assim possíveis refluxos.



Referências a normas

Relativamente ao tipo de contaminação considerado, é feita referência às seguintes normas europeias:

– EN 1717

Proteção contra a contaminação de água potável nas instalações hidráulicas e requisitos gerais dos dispositivos para prevenir a contaminação por refluxo.

A norma diz respeito à proteção contra a contaminação por refluxo de água destinada ao consumo humano no interior de edifícios.

– EN 12729

Dispositivos para a prevenção da poluição por refluxo da água potável.

Desconectores controláveis com zonas sob pressão - Família B - Tipo A

A lista apresentada em baixo refere-se às instalações e aparelhos de utilização principais cuja ligação direta às redes de distribuição da água potável é reconhecida como possível origem de refluxo contaminante.

INSTALAÇÕES E APARELHOS DE UTILIZAÇÃO QUE PODEM SER A CAUSA DE REFLUXO CONTAMINANTE

- instalações de aquecimento autónomo ou centralizado
- máquinas de lavagem a seco para tinturarias
- tratamentos fotográficos
- explorações de animais (dosamento automático de água e substâncias medicamentosas)
- clínicas dentárias (aparelhos dentários)
- hospitais:
 - proteções às instalações de:
 - laboratórios de higiene e profilaxia
 - serviços de patologia legal
 - serviços de doenças infecciosas
 - aparelhos de diálise
 - autoclaves de esterilização
- instalações centralizadas de limpeza (a alta pressão)
- piscinas públicas e privadas
- instalações de água desmineralizada
- máquinas de lavar roupa industriais
- hotéis, restaurantes e estações de serviço (preparação de alimentos, mistura de xaropes à base de ácido carbónico a alta pressão, etc.)
- instalações de tratamento de ar
- instalações de lavagem de automóveis, aviões, vagões, etc.
- instalações de irrigação automática ou de rega, suscetíveis de risco sanitário por efeito de substâncias aditivas fertilizantes, pesticidas, etc.
- circuitos de refrigeração de motores a diesel ou sistemas de cogeração
- instalações de alimentação de água potável para embarcações
- instalações de lavagem de garrafas
- indústrias metalúrgicas:
 - refrigeração de depósitos de substâncias químicas
 - instalações de pintura
 - instalações de decapagem
 - permutadores de calor
- indústrias de matérias plásticas:
 - refrigeração de máquinas
- indústrias em geral:
 - sistemas de tratamento de água
- indústrias bioquímicas:
 - laboratórios de investigação
- indústrias gráficas:
 - água de lavagem dos cilindros
- indústrias alimentares:
 - todas as utilizações de água potável misturada com outras substâncias
 - lavagem de vegetais
 - talhos e comércio de carnes.

REDUTORAS DE PRESSÃO

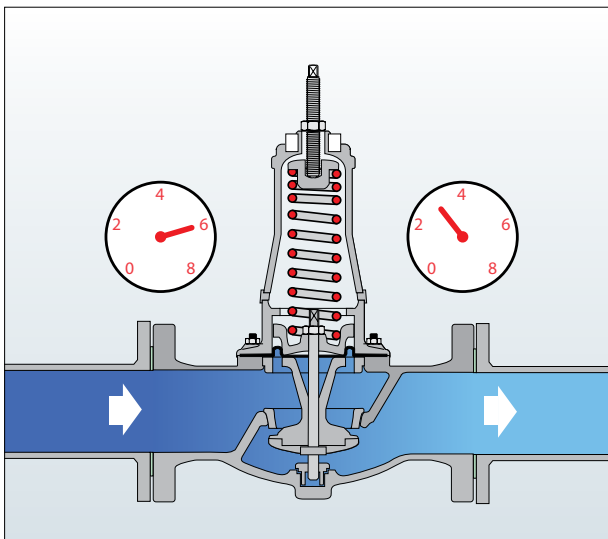
São dispositivos capazes de **reduzir e estabilizar as pressões na rede segundo os valores necessários**. Como já referido, servem para proteger as instalações de pressões demasiado elevadas, evitando assim (1) possíveis danos nas redes de distribuição, (2) fortes ruídos e (3) maiores consumos de água, devidos às dificuldades de regular corretamente os consumos das torneiras.

São essencialmente constituídos por: 1 rosca de regulação, 1 membrana, 1 válvula de contraste, 1 haste de comando e 1 obturador.

O seu funcionamento baseia-se no **equilíbrio de duas forças em contraposição**: o impulso da mola e o da membrana, que levam, respetivamente, à abertura e ao fecho do obturador.

Condições de fluxo regular

O sistema “mola-membrana” garante, a jusante, a pressão definida na rosca.

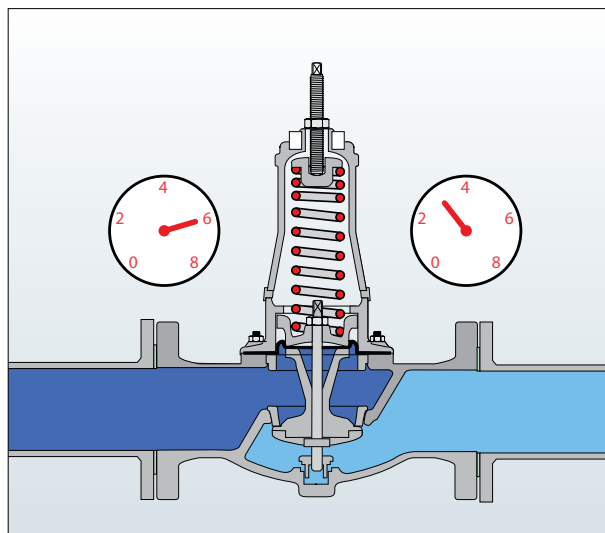


Se a pressão for demasiado alta, o impulso gerado pela membrana vence o contraste com a força da mola. Neste caso, o obturador fecha-se parcialmente, fazendo aumentar as perdas de carga da água.

Se, por sua vez, a pressão for demasiado baixa, a força da mola vence o contraste com a resistência oposta pela membrana. Neste caso, o obturador abre-se parcialmente, fazendo diminuir, assim, as perdas de carga da água.

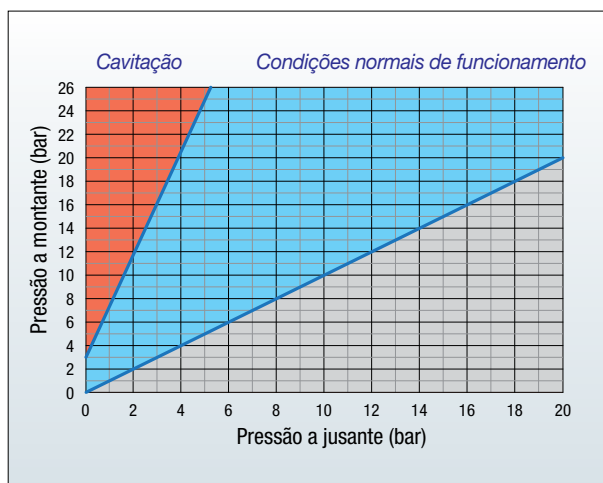
Paragem do fluxo

Quando não for necessária água, o impulso gerado pela membrana fecha o obturador, impedindo a passagem do fluido e mantendo constante a pressão no valor de regulação.



Dimensionamento

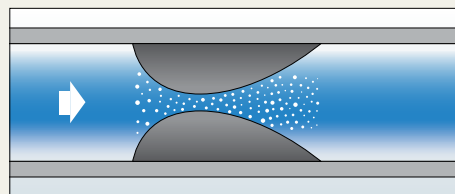
Deve ser realizado com base no **caudal máximo** da redutora e no respetivo **diagrama de cavitação**, do tipo abaixo indicado:



CAVITAÇÃO

Nas instalações, a cavitação é um fenómeno que comporta: (1) a evaporação da água à temperatura ambiente, (2) a formação de bolhas de vapor e (3) a implosão dessas bolhas.

Verifica-se nas secções de passagem do fluido mais estreitas, isto é, onde se atingem velocidades mais altas e onde existem, por isso, fortes quedas de pressão.



Isto provoca fortes ruídos e o risco de graves danos nos componentes e, em particular, nas redutoras de pressão.

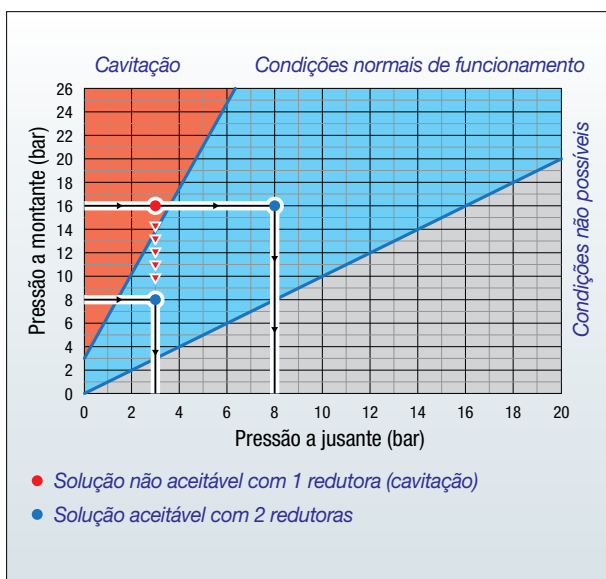
O exemplo seguinte serve para demonstrar que, para se poder fazer face às reduções de pressão solicitadas, **pode ser necessário recorrer ao uso de várias redutoras em série.**

Exemplo:

Com base no diagrama apresentado na página ao lado, escolher a redutora, ou redutoras, de pressão para se poder reduzir, sem problemas de cavitação, a pressão de 16 para 3 bar.

A solução com **1 redutora** (ponto vermelho) não é aceitável, uma vez que **o ponto de trabalho incide no campo de cavitação.**

A solução com **2 redutoras** (pontos azuis) é, por sua vez, aceitável, uma vez que **os respetivos pontos de trabalho (16÷8 bar e 8÷3 bar) recaem na zona de funcionamento normal.**

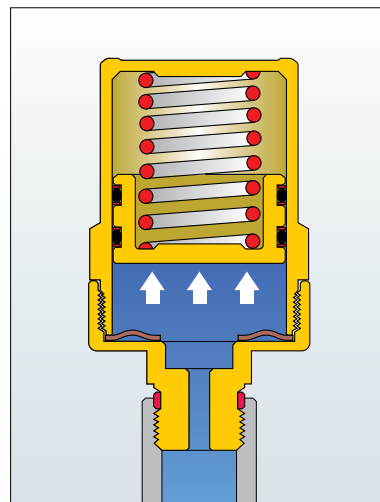


AMORTECEDORES DE GOLPES DE ARIETE

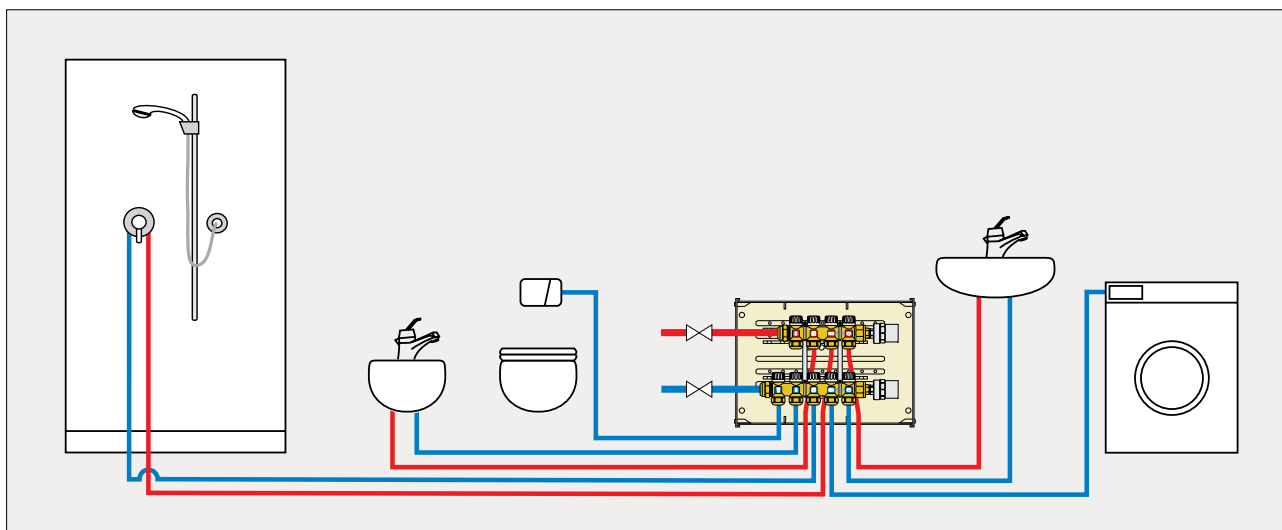
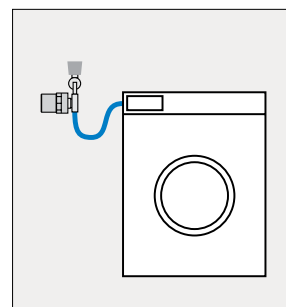
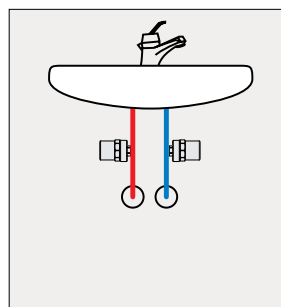
São dispositivos capazes de absorver os picos de sobrepressões causados pelos golpes de ariete.

Podem ser de tipo mecânico (de mola) ou com almofada de ar, permanente ou reajustável.

Os amortecedores mecânicos são essencialmente constituídos por: 1 câmara aberta, 1 pistão de vedação, 1 câmara fechada, 1 mola de contraste. Os picos de sobrepressão são absorvidos pelo ar da câmara fechada e pela mola.

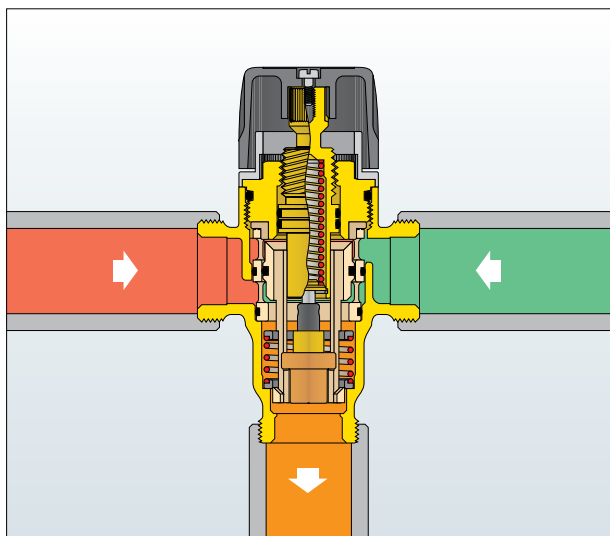


Podem ser instalados nos pontos de derivação da rede pública, nos coletores de distribuição aos pontos de consumo, como proteção de máquinas de lavar roupa e loiça, bem como de aparelhos (individuais ou em série) com torneiras de fecho rápido.



MISTURADORAS TERMOSTÁTICAS

São dispositivos capazes de **misturar a água fria com a quente e de manter a água misturada à temperatura solicitada.**

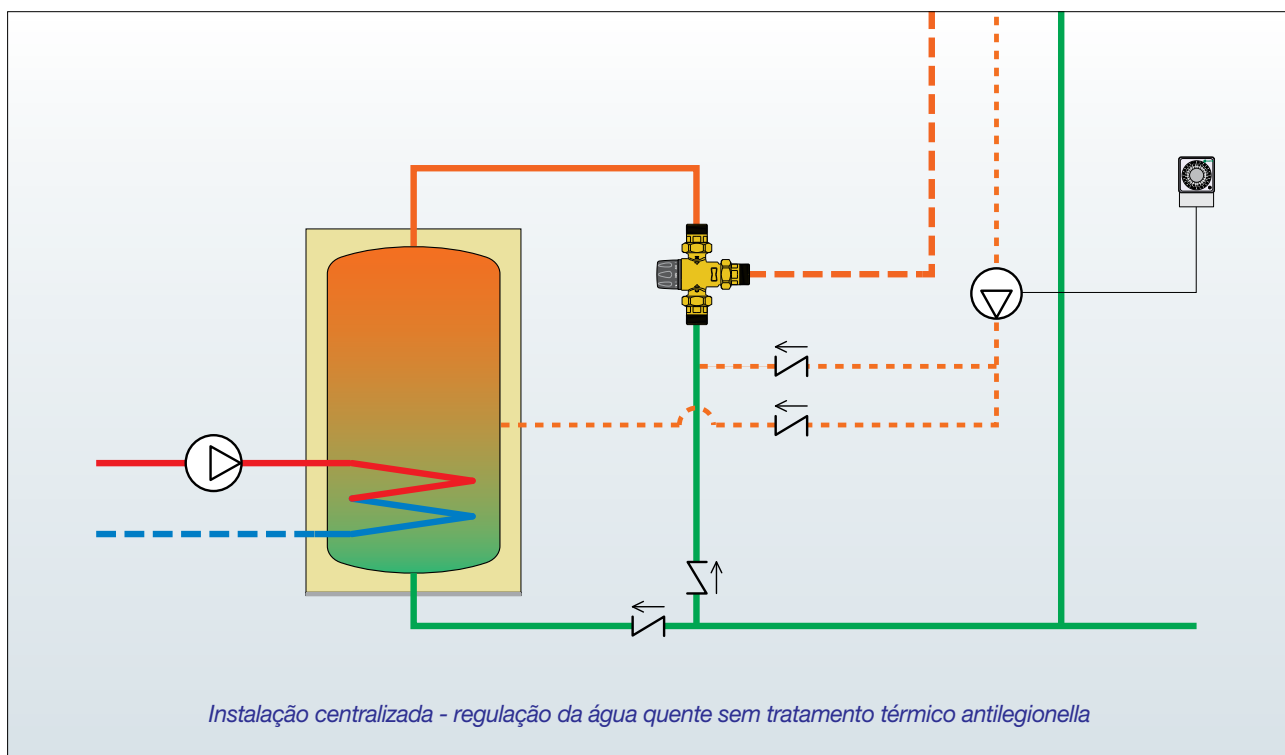
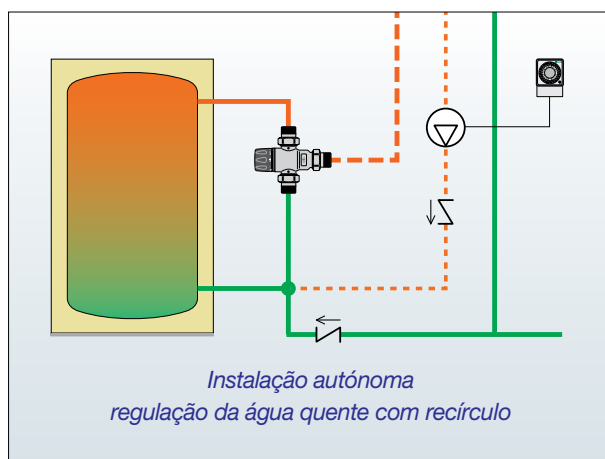
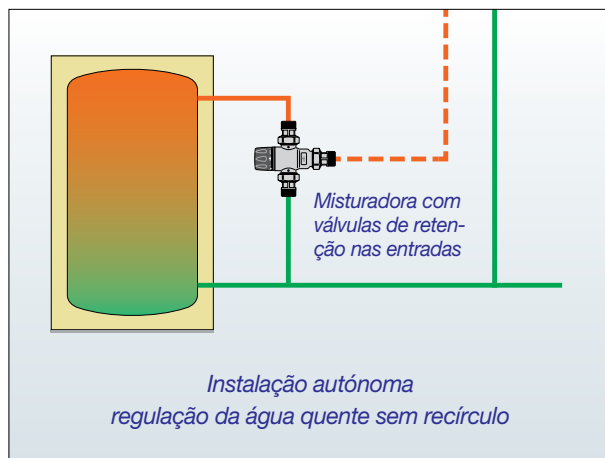


São, essencialmente, constituídas por: um manípulo de regulação, um elemento termostático (imerso na conduta da água misturada), uma haste de comando e um obturador.

O elemento termostático, ao contrair e expandir-se, **aciona o obturador que regula a passagem da água fria e quente.**

Para o seu funcionamento correto, estes dispositivos **requerem geralmente a utilização de válvulas de retenção** nas vias de entrada da água fria e quente.

São apresentados em baixo os esquemas de base através dos quais se pode regular a temperatura de distribuição da água quente, em instalações de tipo autónomo e centralizado.



No que diz respeito às temperaturas de distribuição da água quente, **também devem ser considerados os problemas relativos a eventuais queimaduras e infeções bacterianas.**

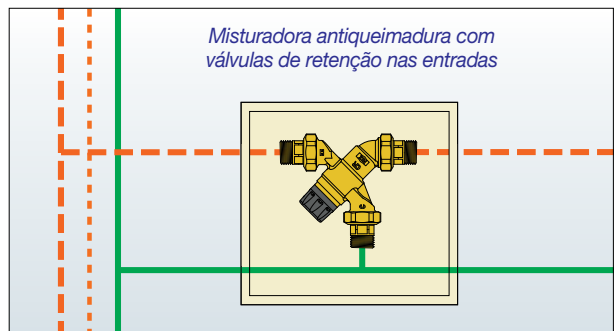
Perigo de queimaduras

Nos últimos anos, **este perigo tornou-se mais temível, porque** (devido aos tratamentos térmicos *antilegionella*) **aumentaram as temperaturas de distribuição da água quente.** Esta situação pode comportar sérios riscos de queimadura, dado que a 55°C verificam-se queimaduras parciais em cerca 30 segundos, enquanto que a 60°C em 5 segundos; tempos estes que, para crianças e idosos, se reduzem em média para metade.



Subsistem ainda perigos de queimaduras relacionadas com **desregulações ou anomalias de funcionamento da misturadora**, bem como o **fecho, casual ou por razões de manutenção, de segmentos do coletor ou de colunas de água fria.** Para evitar estes perigos, **é possível recorrer a misturadoras especiais com segurança antiqueimadura**, a instalar para proteção de cada

utilização, de cada ponto de consumo ou ainda, em casos específicos, de cada aparelho.

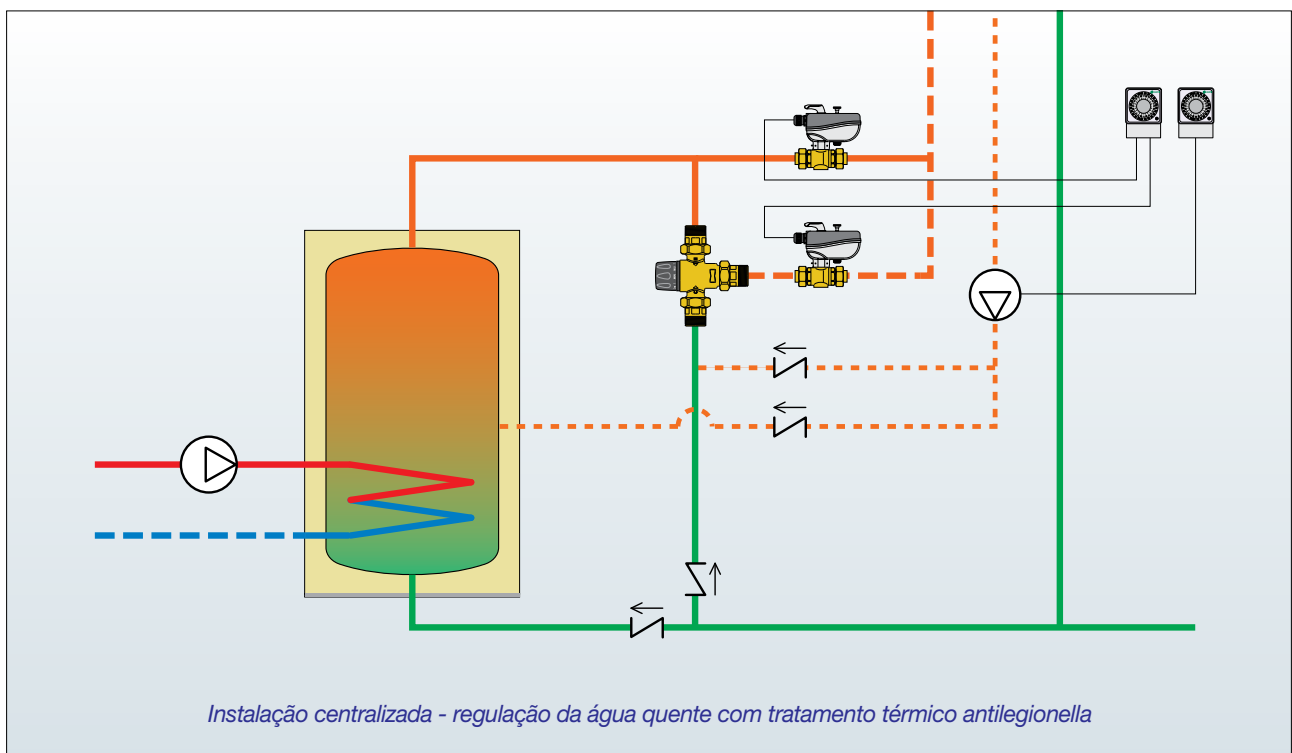


Perigo de Legionella

A este assunto já foram dedicados os números 23 e 30 da revista Hidráulica, para os quais remetemos, para uma análise mais completa dos vários aspetos que o caracterizam.

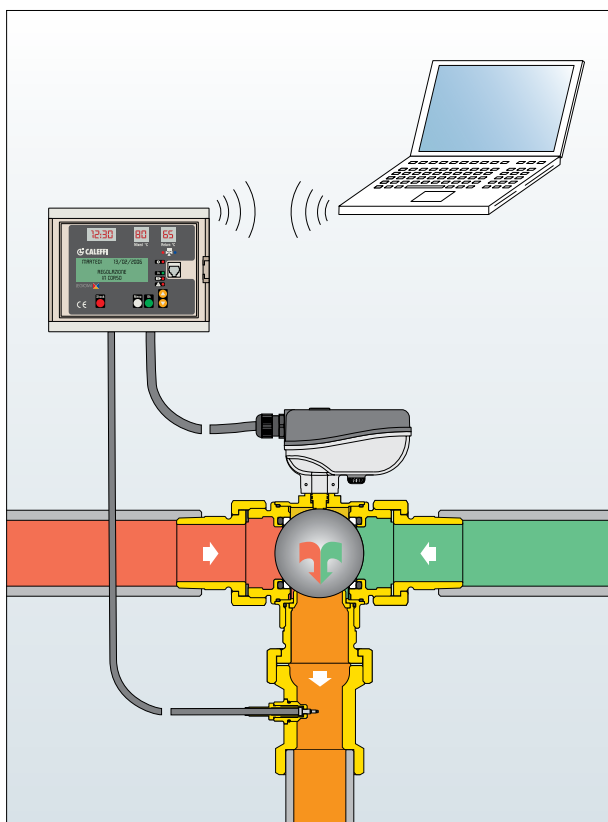


Em seguida, limitamo-nos a apresentar o esquema de base que serve para obter tratamentos térmicos *antilegionella* com misturadoras e válvulas elétricas de 2 vias que trabalham em alternância.



MISTURADORAS ELETRÓNICAS

São dispositivos capazes **não só de manter a água misturada à temperatura solicitada, mas também de gerir programas de desinfecção térmica.**



Essencialmente são constituídas por um regulador digital, uma válvula misturadora, um servomotor, sondas de ida, segurança e recírculo, e por um termómetro de controlo da temperatura de ida.

As misturadoras eletrónicas **são utilizadas sobretudo em instalações ao serviço de estruturas de uso coletivo**, como por exemplo: hospitais, casas de saúde, centros desportivos e comerciais, hotéis, parques de campismo e colégios.

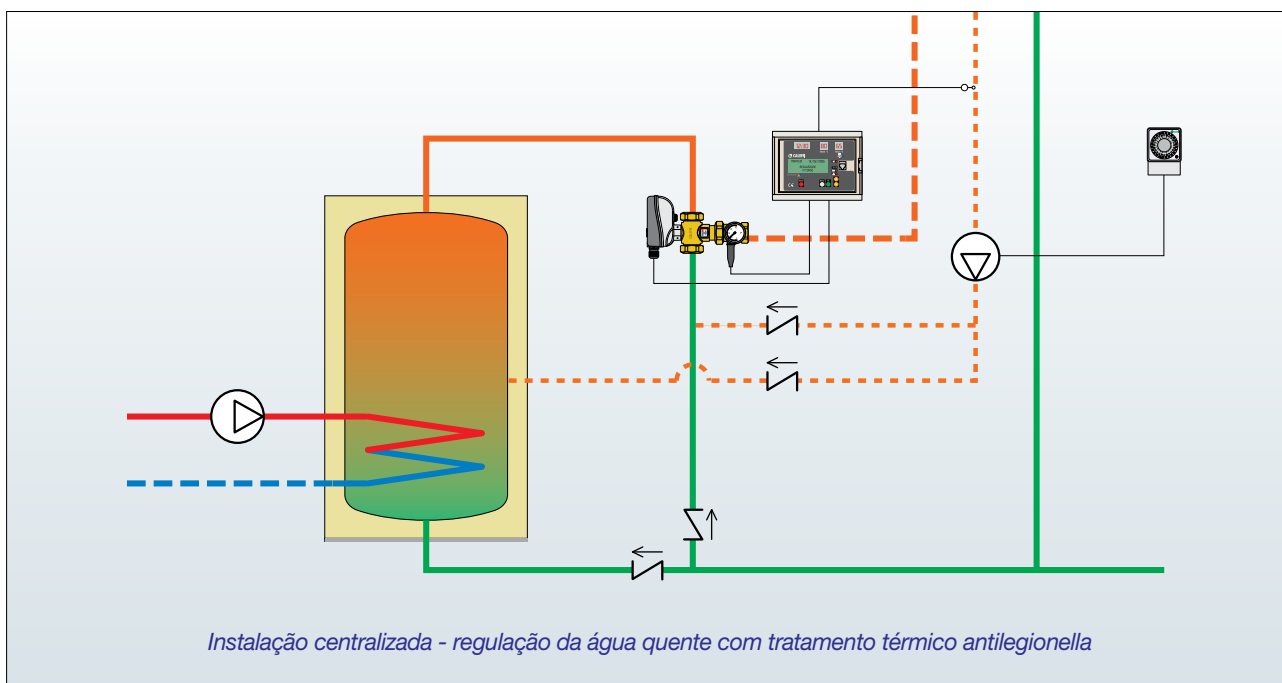
Para permitir um controlo constante e documentado das operações de desinfecção térmica, convém utilizar misturadoras equipadas com:

- **arquivo histórico**, para manter na memória os dados principais (tempos e operações de desinfecção) relativos ao funcionamento das instalações;
- **ligação a estações externas**, para se poder verificar o estado do sistema, consultar o arquivo, adequar ou voltar a definir os programas, enviar automaticamente sinalizações e alarmes aos responsáveis pela manutenção.

Normas de referência

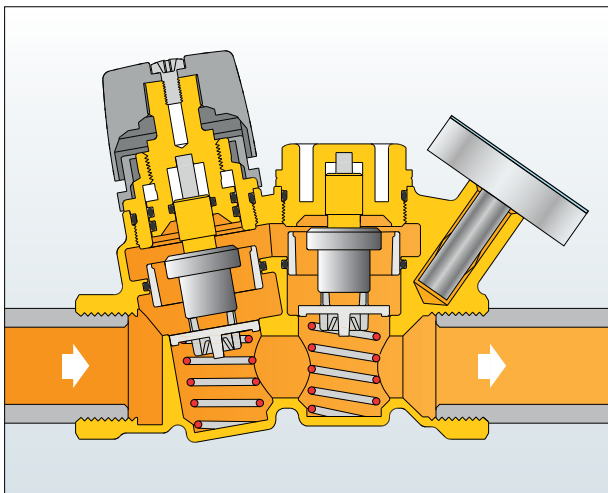
No que se refere à prevenção e ao controlo da Doença do Legionário, em Itália, pode considerar-se o estabelecido nos documentos:

1. “*Linhas de Orientação para a prevenção e o controlo da Doença do Legionário do Ministério da Saúde e aprovadas pela Conferência de Estado das Regiões a 4/4/2000*”, G.U. 103, 05.05.2000.
2. “*Linhas de Orientação contendo indicações sobre a Doença do Legionário para os gestores de estruturas de receção turística e termais*”, Despacho de 13.01.2005, G.U. 51, 03.03.2005.
3. “*Linhas de Orientação contendo indicações para os laboratórios com atividade de diagnóstico microbiológico e controlo ambiental da Doença do Legionário*”, Despacho de 13.01.2005, G.U. 51, 03.03.2005.



REGULADORES TERMOSTÁTICOS DE RECÍRCULO

São dispositivos capazes de **balancear automaticamente os caudais de recírculo** e, assim, **garantir**, em cada ponto de consumo, **temperaturas de distribuição da água quente praticamente constantes**.

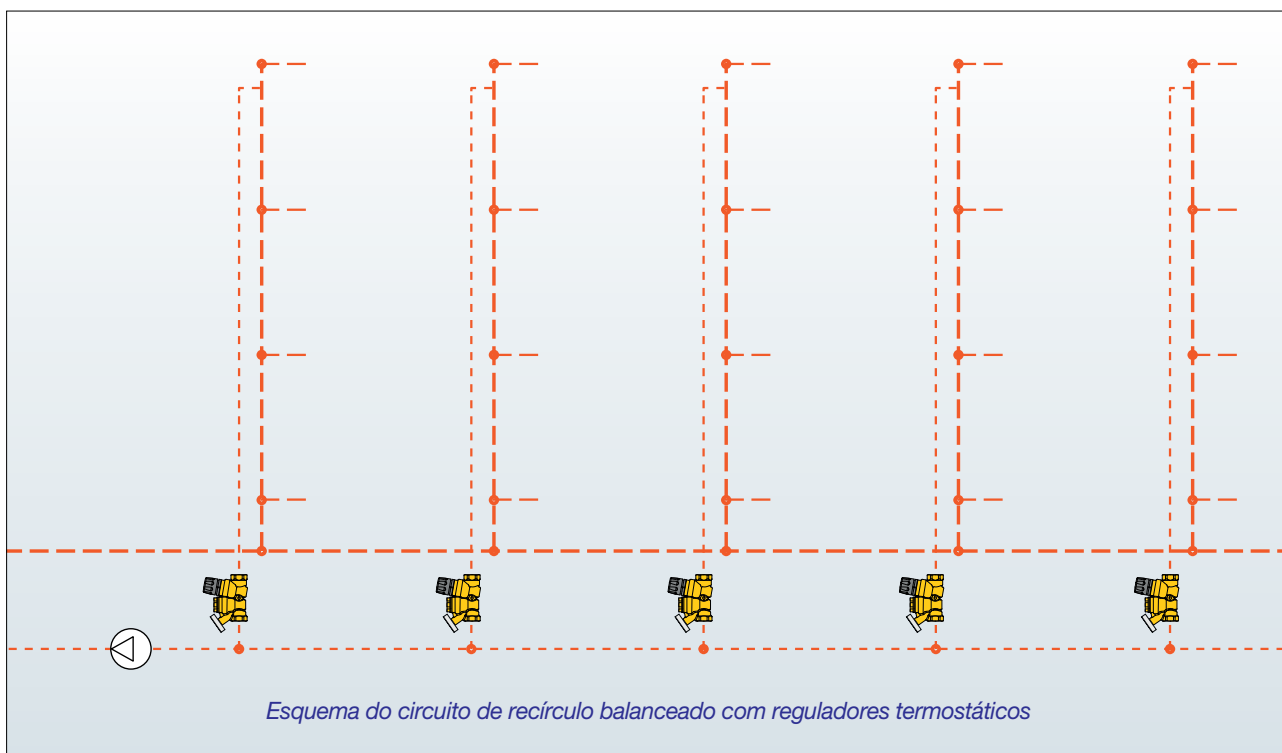


O seu elemento de regulação é de tipo termostático e atua conforme variam as temperaturas de recírculo da água quente.

Estes reguladores **abrem-se** com temperaturas da água de recírculo demasiado baixas (isto é, inferior ao valor solicitado e definido) e **fecham-se** com temperaturas demasiado altas. **Permanecem em equilíbrio** apenas quando o valor da temperatura definido é igual ao efetivo. Na prática, apenas **fazem passar os caudais necessários para manter constantes as temperaturas solicitadas**. Deste modo, **não existe o perigo de que as primeiras colunas alimentadas “roubem” água às últimas**.

Os mesmos reguladores oferecem também outras duas vantagens significativas: (1) **mantêm em circulação apenas os caudais necessários**, o que implica menos custos de gestão; (2) **regulam os caudais e, assim, as temperaturas da rede de recírculo**, não com base em cálculos teóricos, **mas sim nas condições efetivas de funcionamento da instalação**.

Naturalmente, os reguladores termostáticos **devem executar a abertura quando se efetuam os tratamentos térmicos de desinfeção**. Para isso, podem utilizar-se dispositivos quer mecânicos quer elétricos. Os dispositivos mecânicos procedem à abertura dos reguladores apenas com temperatura fixa. Os dispositivos elétricos, que podem ligar-se aos comandos da misturadora, por sua vez, permitem executar desinfeções com quaisquer temperaturas.



Exemplo:

Dimensionar, através do método da carga linear unitária, as redes de distribuição da instalação hidrossanitária autônoma abaixo apresentada. Considera-se:

- tubos em aço zincado para a realização das redes até aos coletores de distribuição;
- tubos multicamada para a realização das ligações internas entre coletores e pontos de distribuição;
- $P_{PR} = 35$ m c.a. pressão de projeto disponível na ligação da rede pública;
- $\Delta H = 5$ m c.a. desnível entre a origem da rede e a torneira mais desfavorecida;
- $P_{MIN} = 12$ m c.a. pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida;
- $\Delta P_{APP} = 14$ m c.a. perdas de carga dos componentes principais (ver pág. 16),
 - 6 m c.a. contador de água geral
 - 6 m c.a. desconector,
 - 2 m c.a. caldeira mural (produção AQS instantânea);
- $L = 32$ m compr. dos tubos que ligam a origem da rede à torneira mais desfavorecida

Solução:

Calcula-se, em primeiro lugar, a carga unitária disponível (J) para a rede da água quente, isto é, a rede com maiores perdas de carga e, para simplificar (dado que na prática implica variações completamente insignificantes), considera-se igual à disponível para a rede da água fria. Posteriormente, com base nesse valor e nos caudais de projeto, dimensionam-se os tubos das redes de distribuição.

Tabelas de referência:

- Tab. Fig. 2 Caudais nominais dos aparelhos
- Tab. Fig. 7 Caudais de projeto de edifícios residenciais
- Tab. pág. 38 Perda carga de tubos de aço água fria
- Tab. pág. 39 Perda carga de tubos de aço água quente
- Tab. pág. 42 Perda carga de tubos multicamada água fria
- Tab. pág. 42 Perda carga de tubos multicamada água quente

Nota: Para a determinação dos caudais de projeto, nos casos em que os caudais totais não estão diretamente indicados na Tab. Fig. 7, assumem-se os seus valores aproximados por excesso.

Carga unitária disponível

Obtém-se com a fórmula (1), indicada na pág. 14 e, para a rede de distribuição da água quente, situa-se em:

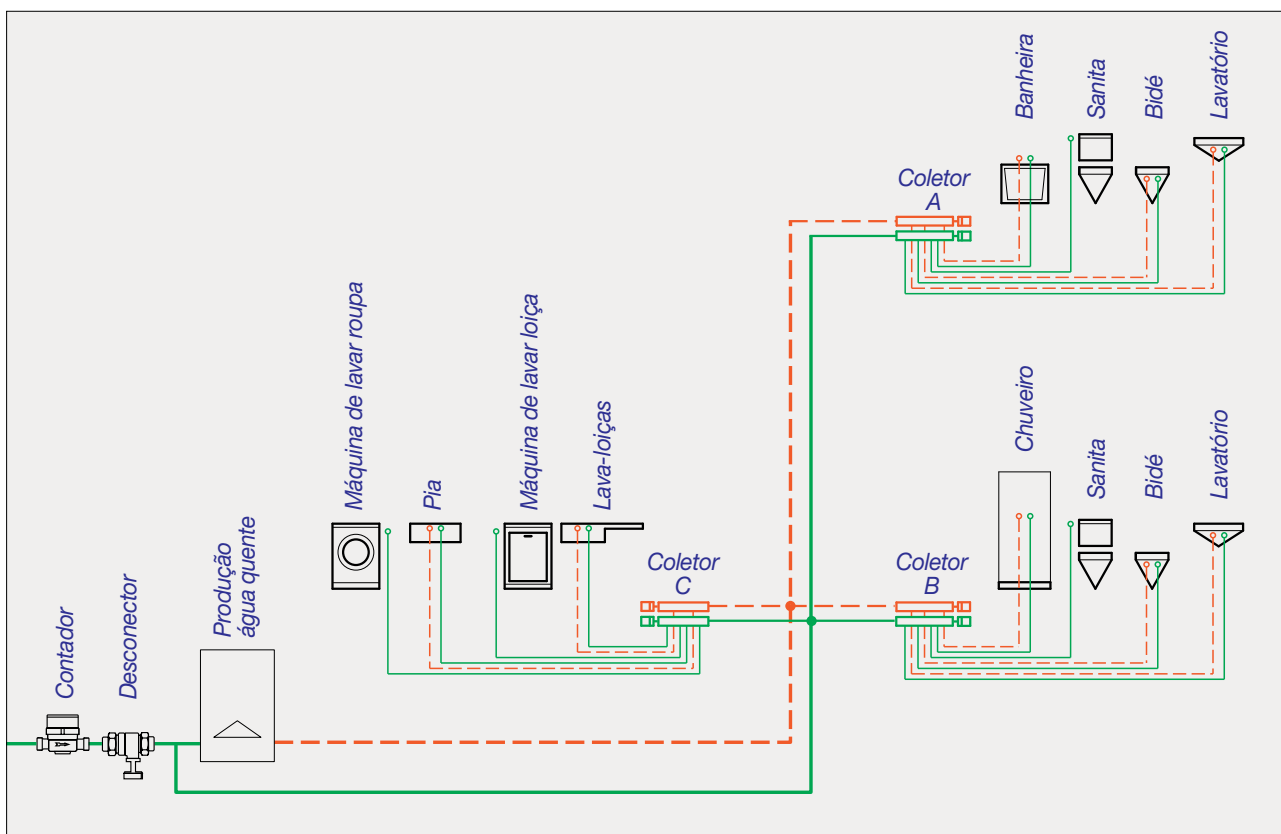
$$J = \frac{35 - 5 - 12 - 14}{32} \cdot 700 = 87,5 \text{ mm c.a./m}$$

Como especificado, assume-se este valor também para dimensionar os tubos da água fria.

Determinação dos caudais nominais dos aparelhos por zona

Coletor A

- Lavatório	AFS	0,10 l/s	AQS	0,10 l/s
- Bidé	"	0,10 l/s	"	0,10 l/s
- Sanita	"	0,10 l/s		
- Banheira	"	0,20 l/s	"	0,20 l/s
		$G_{TOT} = 0,50 \text{ l/s}$		
			$G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$	



– Lavatório	AFS	0,10 l/s	AQS	0,10 l/s
– Bidé	“	0,10 l/s	“	0,10 l/s
– Sanita	“	0,10 l/s		
– Chuveiro	“	0,15 l/s	“	0,15 l/s
	$G_{TOT} = 0,45 \text{ l/s}$		$G_{TOT} = 0,35 \text{ l/s}$	

– Lava-loiças	AFS	0,20 l/s	AQS	0,20 l/s
– Máquina de lavar loiça	“	0,20 l/s		
– Pia*	“	0,20 l/s	“	0,20 l/s
– Máquina de lavar roupa	“	0,10 l/s		
	$G_{TOT} = 0.70 \text{ l/s}$		$G_{TOT} = 0.40 \text{ l/s}$	

– AFS
G_{TOT} = 0,50 l/s G_{PR} = 0,40 l/s Ø = 3/4”

– AQS
G_{TOT} = 0,40 l/s G_{PR} = 0,35 l/s Ø = 3/4”

– AFS
 $G_{TOT} = 0,45 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,35 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4''$

– AQS
 $G_{TOT} = 0,35 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,30 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4''$

– AFS
 $G_{TOT} = 0,70 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,45 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4"$

– AQS
 $G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,35 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4"$

Aparelhos com	G = 0,10 l/s	Ø = 16/11,5 mm
Aparelhos com	G = 0,15 l/s	Ø = 20/15,0 mm
Aparelhos com	G = 0,20 l/s	Ø = 20/15,0 mm

$$G_{TOT} = 0,50 + 0,45 + 0,70 = 1,65 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 0,75 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1''$$
$$G_{TOT} = 0,40 + 0,35 + 0,40 = 1,15 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 0.60 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1''$$


Exemplo:

Dimensionar, através do método da carga linear unitária, as redes de distribuição da instalação hidrossanitária, para edifícios de uso residencial, abaixo apresentada. Considera-se:

- instalação com contadores de habitação;
- tubos em aço zincado para a realização das redes de distribuição até aos coletores de habitação;
- tubos multicamada para a realização das ligações internas entre coletores de habitação e pontos de distribuição;
- 40 m c.a. = pressão máx. nas ligações das habitações;

- perdas de carga internas de habitação tipo:

4,00 m c.a. = pdc tubos de distribuição interna

5,00 m c.a. = pdc contador de utilização

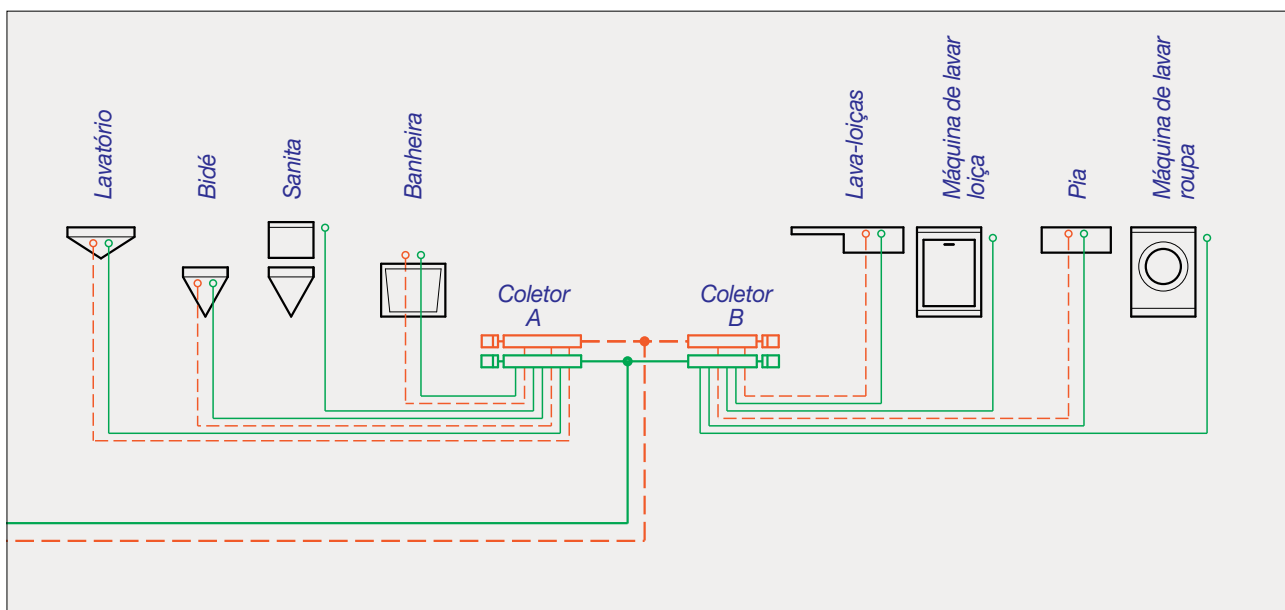
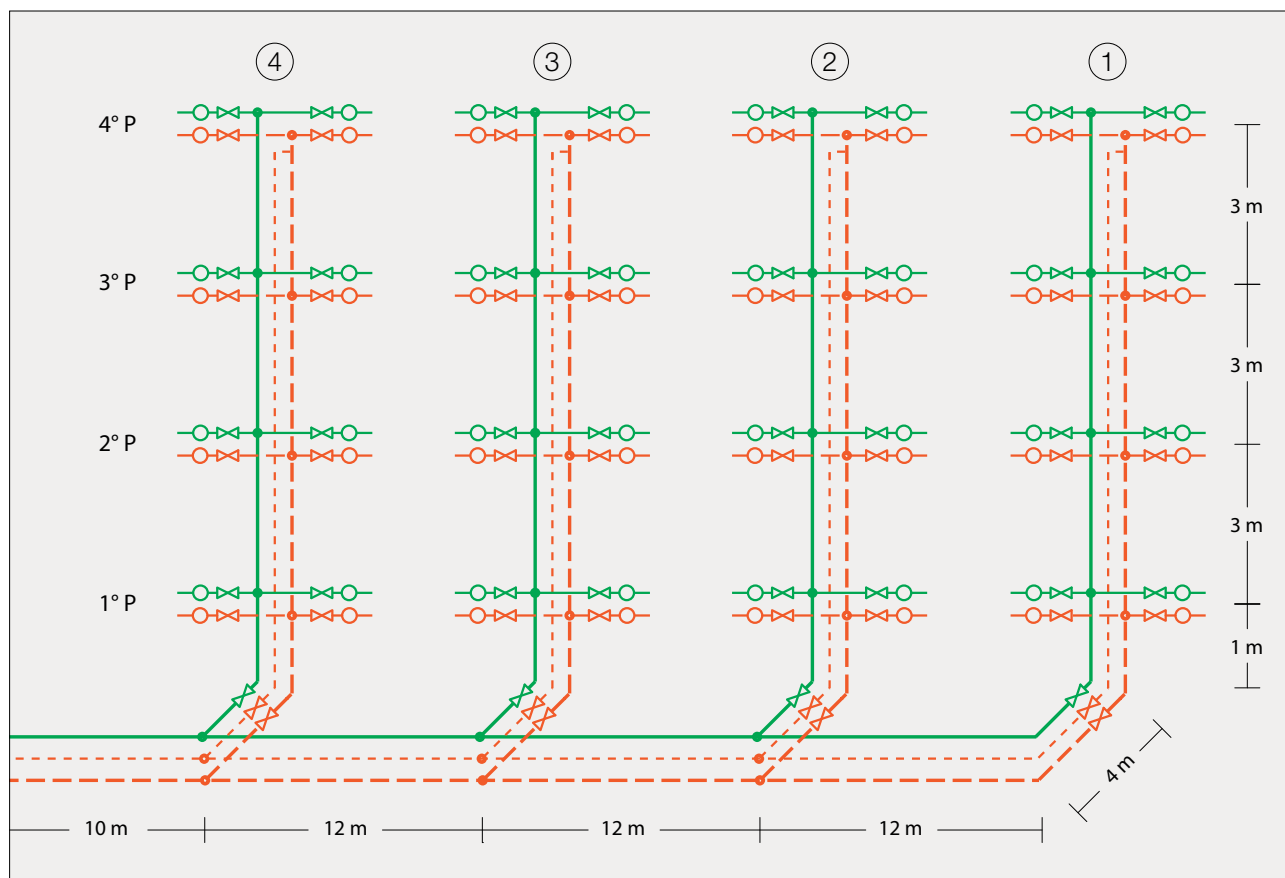
1,00 m c.a. = pdc válvula de interceção e coletor;

- $P_{\min} = 12$ m c.a. pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida;

- $\Delta H = 10$ m c.a. desnível entre a origem da rede e a torneira mais desfavorecida.

Solução:

Assume-se: $J = 100$ mm c.a./m



Tabelas de referência:

- Tab. Fig. 2 Caudais nominais dos aparelhos
- Tab. Fig. 7 Caudais de projeto de edifícios residenciais
- Tab. pág. 38 Perda carga de tubos de aço água fria
- Tab. pág. 39 Perda carga de tubos de aço água quente
- Tab. pág. 42 Perda carga tubos multicamada água fria
- Tab. pág. 42 Perda carga tubos multicamada água quente

Nota: Para a determinação dos caudais de projeto, nos casos em que os caudais totais não estão diretamente indicados na Tab. Fig. 7, assumem-se os seus valores aproximados por excesso.

Verificação das pressões máximas de habitação

Determina-se, em primeiro lugar, a pressão a montante da habitação tipo que, neste caso, é igual (uma vez que os dados de referência são os mesmos) à determinada para a utilização do exemplo da pág 17. Obtém-se, assim:

$$\Delta P_{ALL} = 22,0 \text{ m c.a.}$$

Calcula-se, depois, utilizando a fórmula (4), a pressão necessária a jusante da central hidrotermossanitária:

$$\Delta P_{INIC.REDES} = 10 + 22 + (60 \cdot 100) / 700 = 40,6 \text{ m c.a.}$$

Portanto, a montante das habitações, a pressão máxima não pode ultrapassar o seguinte valor:

$$\Delta P_{MAX.ALL} = 40,6 - 22 = 18,6 \text{ m c.a.}$$

amplamente inferior aos 40 m c.a. definidos como limite máximo.

Determinação dos caudais nominais dos aparelhos

Coletor A

– Lavatório	AFS	0,10 l/s	AQS	0,10 l/s
– Bidé	“	0,10 l/s	“	0,10 l/s
– Sanita	“	0,10 l/s		
– Banheira	“	0,20 l/s	“	0,20 l/s
		$G_{TOT} = 0,50 \text{ l/s}$		
			$G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$	

Coletor B

– Lava-loiças	AFS	0,20 l/s	AQS	0,20 l/s
– Máquina de lavar loiça	“	0,20 l/s		
– Pia	“	0,20 l/s	“	0,20 l/s
– Máquina de lavar roupa	“	0,10 l/s		
		$G_{TOT} = 0,70 \text{ l/s}$		
			$G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$	

Dimensionamento dos tubos que servem os aparelhos

Com base nos valores dos caudais nominais e no valor da carga unitária linear assumida, com a Tab. pág 42, obtém-se:

Aparelhos com	$G = 0,10 \text{ l/s}$	$\varnothing = 16/11,5 \text{ mm}$
Aparelhos com	$G = 0,20 \text{ l/s}$	$\varnothing = 20/15,0 \text{ mm}$

Dimensionamento dos tubos que servem os coletores

Com base nos valores dos caudais nominais e no valor da carga unitária linear assumida, com a Tab. pág 42, obtém-se:

Coletor A

– AFS	$G_{TOT} = 0,50 \text{ l/s}$	$G_{PR} = 0,40 \text{ l/s}$	$\varnothing = 3/4''$
– AQS	$G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$	$G_{PR} = 0,35 \text{ l/s}$	$\varnothing = 3/4''$

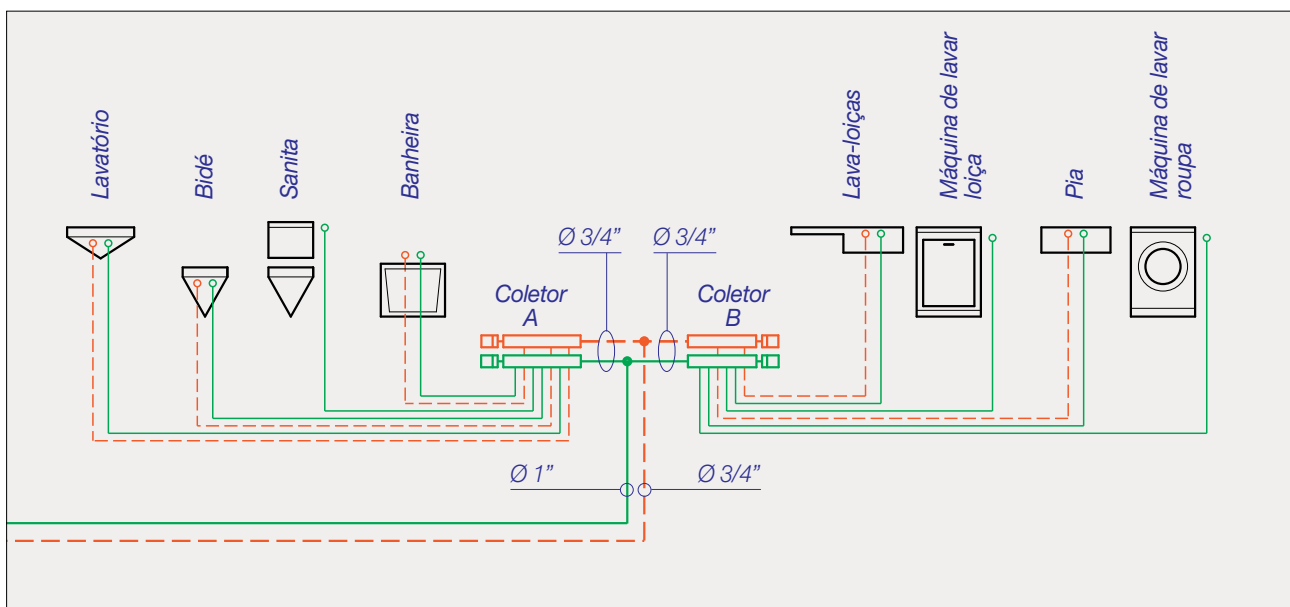
Coletor B

– AFS	$G_{TOT} = 0,70 \text{ l/s}$	$G_{PR} = 0,45 \text{ l/s}$	$\varnothing = 3/4''$
– AQS	$G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$	$G_{PR} = 0,35 \text{ l/s}$	$\varnothing = 3/4''$

Dimensionamento dos tubos que servem as utilizações

Derivação

– AFS	$G_{TOT} = 1,20 \text{ l/s}$	$G_{PR} = 0,60 \text{ l/s}$	$\varnothing = 1''$
– AQS	$G_{TOT} = 0,80 \text{ l/s}$	$G_{PR} = 0,50 \text{ l/s}$	$\varnothing = 3/4''$



Dimensionamento dos tubos da rede exterior de água fria

– Coluna 1

- Segmento 4°-3° piso

$$G_{TOT} = (0,50 + 0,70) \cdot 2 = 1,20 \cdot 2 = 2,40 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 0,90 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1''$$

- Segmento 3°-2° piso

$$G_{TOT} = 1,20 \cdot 4 = 4,80 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 1,25 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

- Segmento 2°-1° piso

$$G_{TOT} = 1,20 \cdot 6 = 7,20 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 1,55 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

- Segmento 1° piso – ligação à rede horizontal

$$G_{TOT} = 1,20 \cdot 8 = 9,60 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 1,75 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

– Coluna 2, 3, 4

Quer os caudais quer os diâmetros são iguais aos da coluna 1, uma vez que têm a mesma geometria, servem utilizações do mesmo tipo e dimensionam-se com a mesma carga unitária linear.

– Dimensionamento do coletor horizontal

- Coletor do segmento compreendido entre a col. 2 e a col. 3

$$G_{TOT} = 9,60 \cdot 2 = 19,20 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 2,45 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

- Coletor do segmento compreendido entre a col. 3 e a col. 4

$$G_{TOT} = 9,60 \cdot 3 = 28,80 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 2,70 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

- Coletor do segmento compreendido entre a col. 4 e a central

$$G_{TOT} = 9,60 \cdot 4 = 38,4 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 2,85 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

Dimensionamento dos tubos da rede exterior de água quente

– Coluna 1

- Segmento 4°-3° piso

$$G_{TOT} = (0,40 + 0,40 \cdot 2) = 0,80 \cdot 2 = 1,60 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 0,75 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1''$$

- Segmento 3°-2° piso

$$G_{TOT} = 0,80 \cdot 4 = 3,20 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 1,05 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

- Segmento 2°-1° piso

$$G_{TOT} = 0,80 \cdot 6 = 4,80 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 1,25 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

- Segmento 1° piso – ligação à rede horizontal

$$G_{TOT} = 0,80 \cdot 8 = 6,40 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 1,45 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

– Coluna 2, 3, 4

Como para a água fria, são iguais à coluna 1.

– Dimensionamento do coletor horizontal

- Coletor do segmento compreendido entre a col. 2 e a col. 3

$$G_{TOT} = 6,40 \cdot 2 = 12,80 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 2,05 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{4}''$$

- Coletor do segmento compreendido entre a col. 3 e a col. 4

$$G_{TOT} = 6,40 \cdot 3 = 19,20 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 2,45 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

- Coletor do segmento compreendido entre a col. 4 e a central

$$G_{TOT} = 6,40 \cdot 4 = 25,60 \text{ l/s}$$

$$G_{PR} = 2,65 \text{ l/s} \quad \varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

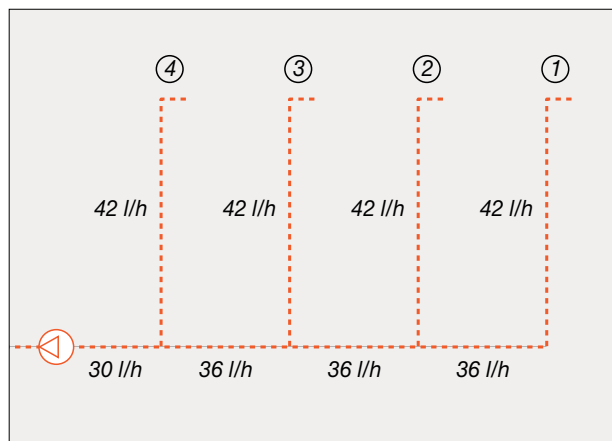
Dimensionamento dos tubos da rede de recirculo

Calculam-se, em primeiro lugar (ver pág.19), os caudais teóricos:

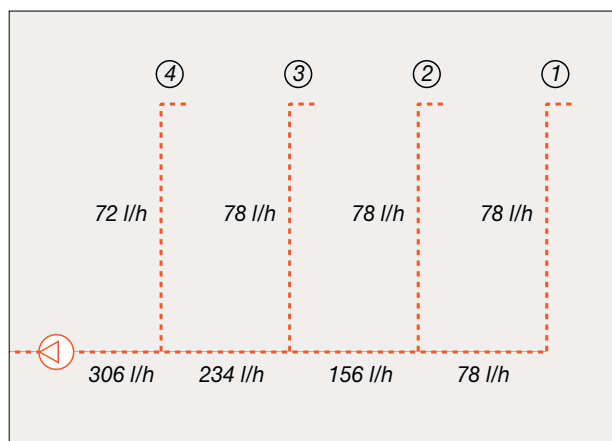
$$\text{Caudal teórico das colunas} = 14 \cdot 3 = 42 \text{ l/h}$$

$$\text{Caudal teórico do coletor (segmentos 12 m)} = 12 \cdot 3 = 36 \text{ l/h}$$

$$\text{" " " " (segmento 10 m)} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ l/h}$$



Determinam-se, depois, os caudais efetivos “carregando” nas colunas os caudais teóricos exigidos pelos respetivos segmentos de alimentação do coletor (ver desenho abaixo indicado).

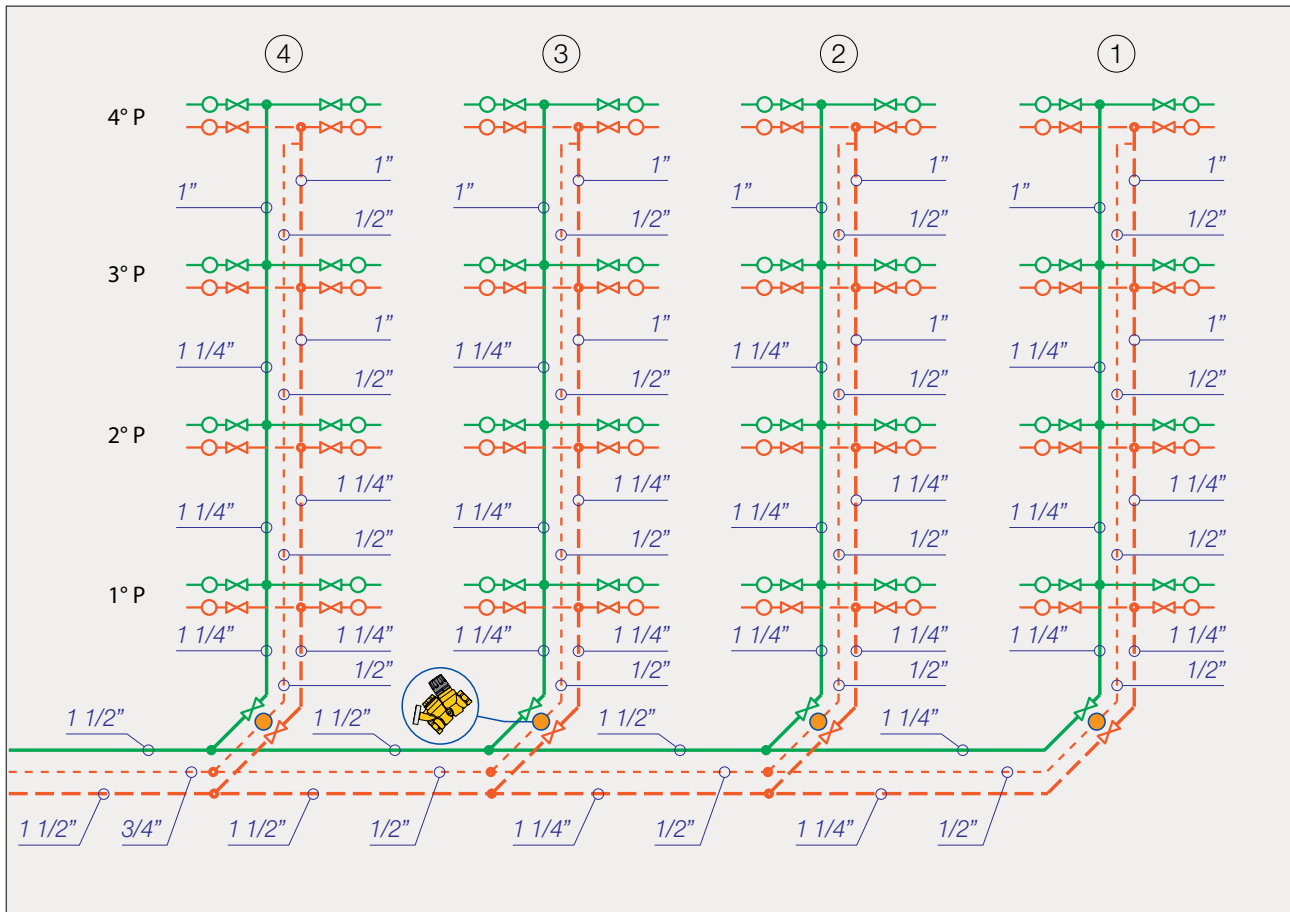


Conhecidos os caudais de recirculo, os respectivos diâmetros dimensionam-se com o método das perdas de carga lineares constantes (r), tendo em consideração: $r = 10 \text{ mm c.a./m}$.

Para balancear as colunas e, assim, garantir temperaturas de distribuição praticamente constantes, prevê-se a utilização, com base nas próprias colunas, de reguladores termostáticos.

- Colunas 1, 2, 3 $G = 78 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Coluna 4 $G = 72 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$

- Coletor do segmento de alimentação coluna 1
 $G = 78 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Coletor segmento compreendido entre a col. 2 e a col. 3
 $G = 156 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Coletor segmento compreendido entre a col. 3 e a col. 4
 $G = 234 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Coletor segmento compreendido entre a col. 4 e a CT
 $G = 306 \text{ l/h}$ $\varnothing = 3/4''$

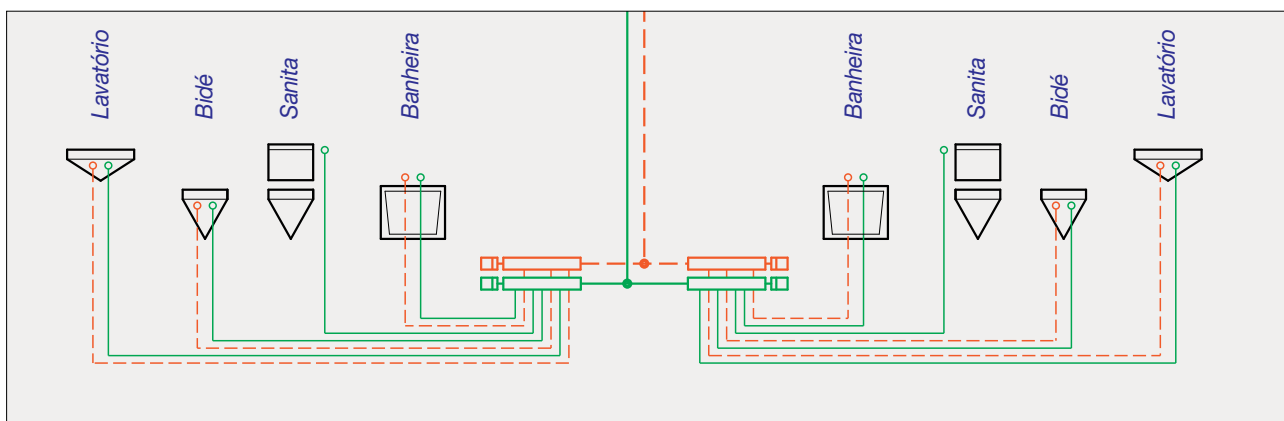
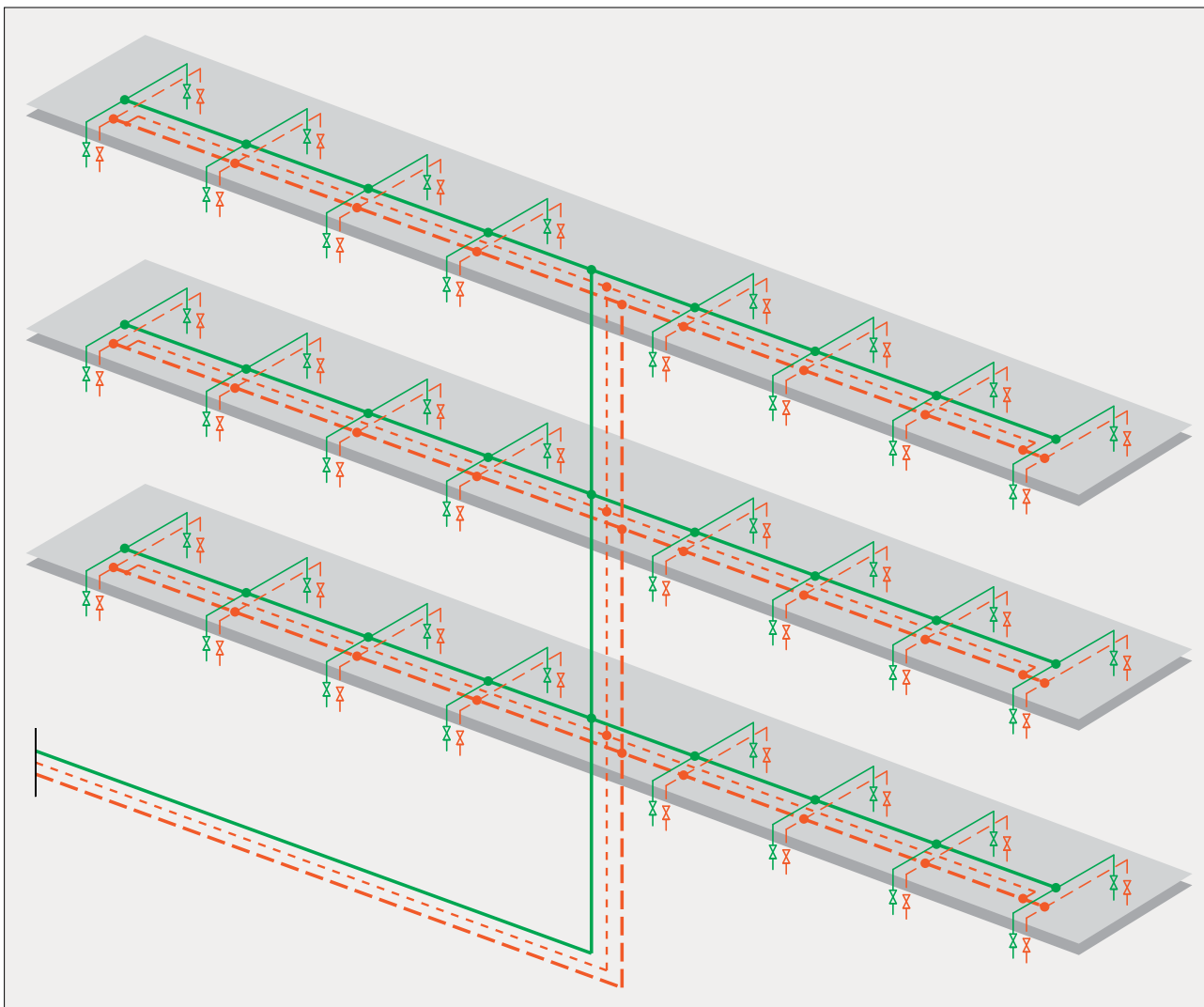


Exemplo:

Dimensionar, através do método da carga linear unitária, as redes de distribuição da instalação hidrossanitária, para edifícios de uso hoteleiro, abaixo apresentada. Considera-se:

- tubos em aço zincado para a realização das redes até aos coletores internos de distribuição;
- tubos multicamada para a realização das ligações internas entre coletores internos e pontos de distribuição;
- $H = 10$ m c.a. desnível entre a origem da rede e a torneira mais desfavorecida;

- $P_{\text{MIN}} = 12$ m c.a. pressão mínima necessária à torneira mais desfavorecida;
- $L_{\text{TOT}} = 52$ m compr. dos tubos que ligam a CT à torneira mais desfavorecida;
- $L_{\text{CB}} = 15$ m comprimento dos coletores de base que servem as colunas;
- $L_{\text{COL}} = 10$ m comprimento das colunas;
- $H_P = 3$ m altura entre os vários pisos;
- $L_{\text{DER}} = 20$ m comprimento das derivações horizontais com teto falso.



Assume-se: $J = 100 \text{ mm c.a./m}$

- Tab. Fig. 2 Caudais nominais dos aparelhos
- Tab. Fig. 9 Caudais de projeto de hotéis e pensões
- Tab. pág. 38 Perda carga tubos de aço água fria
- Tab. pág. 39 Perda carga tubos de aço água quente
- Tab. pág. 42 Perda carga tubos multicamada água fria
- Tab. pág. 42 Perda carga tubos multicamada água quente

Pressão solicitada a jusante da CT

Calcula-se com a fórmula (4):

$$\Delta P_{\text{INIC.REDES}} = 10 + 12 + (52 \cdot 100) / 700 = 29,4 \text{ m c.a.}$$

valor que não comporta riscos de ruído.

Determinação dos caudais nominais de aparelhos

– Lavatório	AFS	0,10 l/s	AQS	0,10 l/s
– Bidé	“	0,10 l/s	“	0,10 l/s
– Sanita	“	0,10 l/s		
– Banheira	“	0,20 l/s	“	0,20 l/s
	G _{TOT} =	0,50 l/s	G _{TOT} =	0,40 l/s

Dimensionamento dos tubos que servem os aparelhos

Com base nos valores dos caudais nominais e no valor da carga unitária linear assumida, com a Tab. pág 42, obtém-se:

Aparelhos com	G = 0,10 l/s	Ø = 16/11,5 mm
Aparelhos com	G = 0,20 l/s	Ø = 20/15,0 mm

Dimensionamento dos tubos que servem o coletor quarto

Com base nos caudais totais e no valor da carga unitária linear assumida, com a Tab. pág. 38 e 39, obtém-se:

– AFS

$$G_{TOT} = 0.50 \text{ l/s} \qquad G_{PB} = 0.40 \text{ l/s} \qquad \varnothing = 3/4''$$

– AQS

$G_{TOT} = 0,40 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,35 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4''$

Dimensionamento dos tubos que servem quarto duplo

Procedendo como no último caso, obtém-se:

– AFS

$G_{TOT} = 1,00 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,60 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4''$

– AQS

$G_{TOT} = 0,80 \text{ l/s}$ $G_{PR} = 0,55 \text{ l/s}$ $\varnothing = 3/4''$

Dimensionamento dos tubos da rede exterior de água fria

- Derivação horizontal do último piso

- 1º segmento, ao serviço de 4 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 4 = 2,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 0,90 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1''$
- 2º segmento, ao serviço de 8 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 8 = 4,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 1,40 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1\frac{1}{4}''$
- 3º segmento, ao serviço de 12 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 12 = 6,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 1,80 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1\frac{1}{4}''$
- 4º segmento, ao serviço de 16 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 16 = 8,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 2,15 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1\frac{1}{2}''$

- Outras derivações horizontais

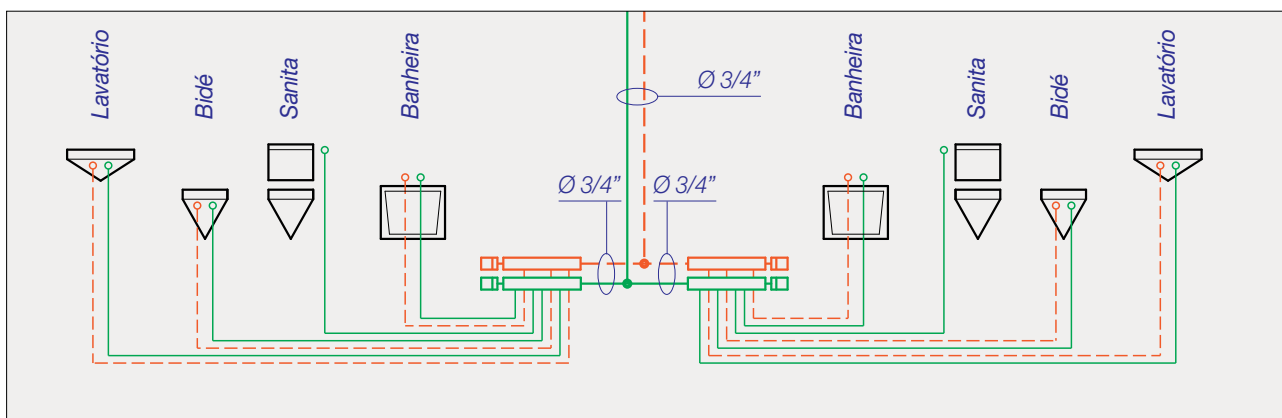
São iguais à derivação acima indicada, uma vez que têm a mesma geometria, servem utilizações iguais e dimensionam-se com a mesma carga unitária linear.

- Coluna

- segmento do piso 2º, ao serviço de 32 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 32 = 16,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 3,40 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1\ 1/2''$
- segmento do piso 1º, ao serviço de 64 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 64 = 32,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 4,70 \text{ l/s}$ $\varnothing = 2''$
- Segmento do piso térreo, ao serviço de 96 quartos
 $G_{TOT} = 0,5 \cdot 96 = 48,00 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 5,45 \text{ l/s}$ $\varnothing = 2''$

- Coletor horizontal

Ha G_{PR} e $\emptyset$ iguais ao último segmento de coluna.



Dimensionamento dos tubos da rede exterior de água quente

– Derivação horizontal do último piso

- 1º segmento, ao serviço de 4 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 4 = 1,60 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 0,80 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1''$
- 2º segmento, ao serviço de 8 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 8 = 3,20 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 1,25 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$
- 3º segmento, ao serviço de 12 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 12 = 4,80 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 1,55 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$
- 4º segmento, ao serviço de 16 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 16 = 6,40 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 1,90 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$

– Outras derivações horizontais

São iguais à derivação acima indicada, uma vez que têm a mesma geometria, servem utilizações iguais e dimensionam-se com a mesma carga unitária linear.

– Coluna

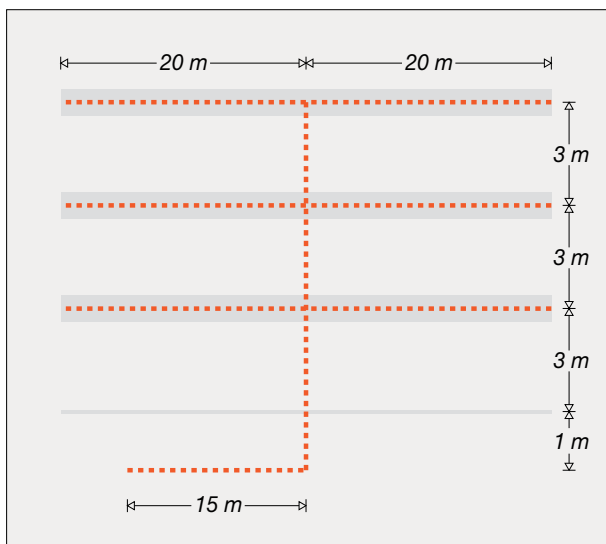
- Segmento do piso 2º, ao serviço de 32 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 32 = 12,80 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 3,00 \text{ l/s}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{2}''$
- Segmento do piso 1º, ao serviço de 64 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 64 = 25,60 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 4,30 \text{ l/s}$ $\varnothing = 2''$
- Segmento do piso térreo, ao serviço de 96 quartos
 $G_{TOT} = 0,4 \cdot 96 = 38,40 \text{ l/s}$
 $G_{PR} = 5,00 \text{ l/s}$ $\varnothing = 2''$

– Coletor horizontal

Ha G_{PR} e $\varnothing$ iguais ao último segmento de coluna.

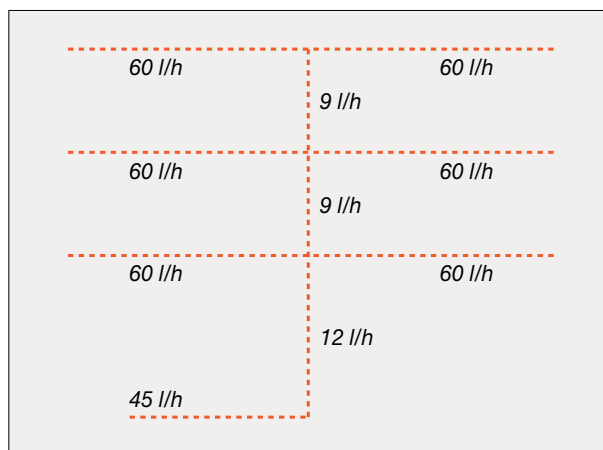
Dimensionamento dos tubos da rede de recírculo

Com base nos dados de projeto, a rede externa da água quente e a de recírculo têm o seguinte desenvolvimento:

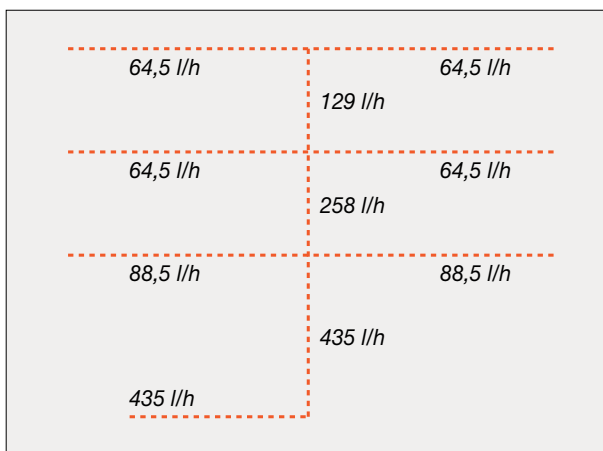


Para dimensionar a rede de recírculo, calculam-se primeiro (ver pág.19) os caudais teóricos exigidos em relação ao desenvolvimento das redes indicadas anteriormente:

Caudal teórico derivações horizontais	$= 20 \cdot 3 = 60 \text{ l/h}$
Caudal teórico segmentos das colunas, $h = 3 \text{ m}$	$= 3 \cdot 3 = 9 \text{ l/h}$
Caudal teórico segmento da coluna, $h = 1 \text{ m}$	$= 1 \cdot 3 = 3 \text{ l/h}$
Caudal teórico coletor de base	$= 15 \cdot 3 = 45 \text{ l/h}$



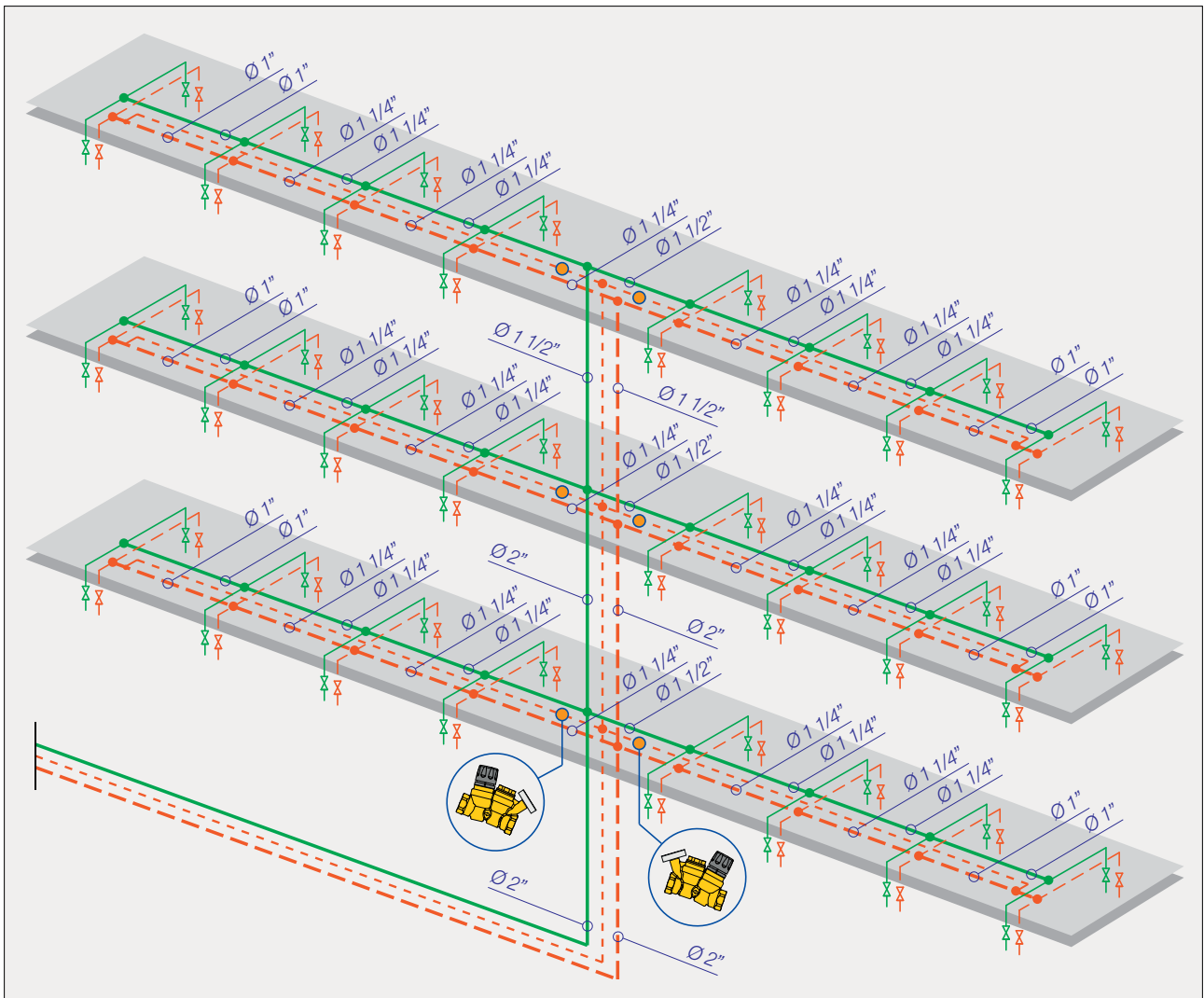
Determinam-se, depois, os caudais efetivos “carregando” nas derivações horizontais os caudais teóricos requeridos pelos respectivos segmentos de coluna e do coletor de base.



Conhecidos os caudais de recírculo, os respectivos diâmetros dimensionam-se com o método das perdas de carga lineares constantes (r), tendo em consideração: $r = 25 \text{ mm c.a./m}$.

Para balancear as derivações horizontais e, assim, garantir temperaturas de distribuição praticamente constantes, prevê-se a utilização de reguladores termostáticos.

- Derivações horiz. piso 2º $G = 64,5 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Segmento da coluna piso 2º $G = 129 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Derivações horiz. piso 1º $G = 64,5 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Segmento da coluna piso 1º $G = 258 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Derivações horiz. piso térreo $G = 88,5 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Segmento da coluna piso térreo $G = 435 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$
- Coletor horizontal $G = 435 \text{ l/h}$ $\varnothing = 1/2''$



TUBOS EM AÇO - T = 10°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

<i>D</i>	<i>1/2"</i>	<i>3/4"</i>	<i>1"</i>	<i>1 1/4"</i>	<i>1 1/2"</i>	<i>2"</i>	<i>2 1/2"</i>	<i>3"</i>	<i>4"</i>	<i>5"</i>	<i>6"</i>
<i>Di</i>	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9
<i>J</i>	<i>G [l/s]</i>										
<i>mm c.a./m</i>	<i>v [m/s]</i>										
20	0,08 0,40	0,18 0,48	0,33 0,56	0,69 0,68	1,04 0,75	1,95 0,88	3,89 1,05	5,97 1,17	12,08 1,40	21,19 1,61	34,24 1,82
25	0,09 0,45	0,20 0,54	0,37 0,63	0,78 0,76	1,17 0,84	2,20 0,99	4,39 1,18	6,72 1,31	13,61 1,57	23,88 1,81	38,58 2,05
30	0,10 0,49	0,22 0,60	0,41 0,70	0,86 0,84	1,29 0,93	2,43 1,09	4,83 1,30	7,41 1,45	15,01 1,73	26,32 2,00	42,53 2,26
35	0,11 0,53	0,24 0,65	0,45 0,76	0,93 0,91	1,40 1,01	2,64 1,19	5,25 1,41	8,05 1,57	16,30 1,88	28,58 2,17	46,18 2,45
40	0,12 0,57	0,26 0,69	0,48 0,81	1,00 0,98	1,50 1,08	2,83 1,27	5,64 1,52	8,65 1,69	17,50 2,02	30,70 2,33	49,60 2,63
45	0,13 0,61	0,28 0,74	0,51 0,86	1,07 1,04	1,60 1,16	3,02 1,36	6,01 1,62	9,21 1,80	18,64 2,15	32,69 2,48	52,83 2,80
50	0,14 0,65	0,29 0,78	0,54 0,91	1,13 1,10	1,69 1,22	3,19 1,44	6,35 1,71	9,74 1,90	19,72 2,28	34,59 2,63	55,89 2,97
55	0,14 0,68	0,31 0,82	0,57 0,96	1,19 1,16	1,78 1,29	3,36 1,51	6,69 1,80	10,25 2,00	20,75 2,40	36,40 2,76	58,81 3,12
60	0,15 0,71	0,32 0,86	0,59 1,01	1,24 1,22	1,87 1,35	3,52 1,58	7,00 1,88	10,74 2,10	21,74 2,51	38,13 2,89	61,61 3,27
65	0,16 0,74	0,34 0,90	0,62 1,05	1,30 1,27	1,95 1,41	3,67 1,65	7,31 1,97	11,21 2,19	22,69 2,62	39,80 3,02	64,30 3,41
70	0,16 0,77	0,35 0,94	0,65 1,09	1,35 1,32	2,03 1,46	3,82 1,72	7,61 2,05	11,66 2,28	23,61 2,73	41,41 3,14	66,90 3,55
75	0,17 0,80	0,36 0,97	0,67 1,14	1,40 1,37	2,10 1,52	3,96 1,78	7,89 2,12	12,10 2,37	24,49 2,83	42,96 3,26	69,42 3,68
80	0,18 0,83	0,38 1,01	0,69 1,18	1,45 1,42	2,18 1,57	4,10 1,85	8,17 2,20	12,53 2,45	25,35 2,93	44,47 3,38	71,86 3,81
85	0,18 0,86	0,39 1,04	0,72 1,21	1,50 1,46	2,25 1,62	4,24 1,91	8,44 2,27	12,94 2,53	26,19 3,02	45,94 3,49	74,22 3,94
90	0,19 0,88	0,40 1,07	0,74 1,25	1,55 1,51	2,32 1,67	4,37 1,97	8,70 2,34	13,34 2,61	27,00 3,12	47,36 3,60	76,53 4,06
95	0,19 0,91	0,41 1,10	0,76 1,29	1,59 1,55	2,39 1,72	4,50 2,02	8,96 2,41	13,73 2,68	27,80 3,21	48,75 3,70	78,77 4,18
100	0,20 0,93	0,42 1,13	0,78 1,32	1,64 1,60	2,45 1,77	4,62 2,08	9,20 2,48	14,11 2,76	28,57 3,30	50,11 3,80	80,96 4,30
105	0,20 0,96	0,43 1,16	0,80 1,36	1,68 1,64	2,52 1,82	4,74 2,13	9,45 2,54	14,49 2,83	29,32 3,39	51,43 3,90	83,10 4,41
110	0,21 0,98	0,45 1,19	0,82 1,39	1,72 1,68	2,58 1,86	4,86 2,19	9,69 2,61	14,85 2,90	30,06 3,47	52,73 4,00	85,20 4,52
115	0,21 1,01	0,46 1,22	0,84 1,43	1,76 1,72	2,64 1,91	4,98 2,24	9,92 2,67	15,21 2,97	30,79 3,56	54,00 4,10	87,25 4,63
120	0,22 1,03	0,47 1,25	0,86 1,46	1,80 1,76	2,70 1,95	5,09 2,29	10,15 2,73	15,56 3,04	31,49 3,64	55,24 4,19	89,26 4,74
125	0,22 1,05	0,48 1,28	0,88 1,49	1,84 1,80	2,76 2,00	5,21 2,34	10,37 2,79	15,90 3,11	32,19 3,72	56,46 4,29	91,22 4,84
130	0,23 1,08	0,49 1,31	0,90 1,52	1,88 1,84	2,82 2,04	5,32 2,39	10,59 2,85	16,24 3,17	32,87 3,80	57,65 4,38	93,16 4,94
135	0,23 1,10	0,50 1,33	0,92 1,56	1,92 1,88	2,88 2,08	5,43 2,44	10,81 2,91	16,57 3,24	33,54 3,87	58,83 4,47	95,06 5,04
140	0,24 1,12	0,51 1,36	0,94 1,59	1,96 1,91	2,94 2,12	5,53 2,49	11,02 2,96	16,90 3,30	34,20 3,95	59,99 4,55	96,92 5,14
145	0,24 1,14	0,52 1,38	0,95 1,62	1,99 1,95	2,99 2,16	5,64 2,54	11,23 3,02	17,22 3,37	34,85 4,02	61,12 4,64	98,76 5,24
150	0,25 1,16	0,53 1,41	0,97 1,65	2,03 1,98	3,05 2,20	5,74 2,58	11,43 3,08	17,53 3,43	35,49 4,10	62,24 4,73	100,57 5,34

TUBOS EM AÇO - T = 50°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

D	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
<i>Di</i>	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9
J	G [l/s]										
<i>mm c.a./m</i>	<i>v [m/s]</i>										
20	0,09	0,19	0,35	0,74	1,11	2,09	4,16	6,38	12,92	22,66	36,62
	0,42	0,51	0,60	0,72	0,80	0,94	1,12	1,25	1,49	1,72	1,94
25	0,10	0,22	0,40	0,83	1,25	2,36	4,69	7,19	14,56	25,53	41,26
	0,48	0,58	0,68	0,81	0,90	1,06	1,26	1,41	1,68	1,94	2,19
30	0,11	0,24	0,44	0,92	1,38	2,60	5,17	7,93	16,05	28,15	45,48
	0,53	0,64	0,74	0,90	0,99	1,17	1,39	1,55	1,85	2,14	2,41
35	0,12	0,26	0,48	1,00	1,50	2,82	5,61	8,61	17,43	30,57	49,39
	0,57	0,69	0,81	0,97	1,08	1,27	1,51	1,68	2,01	2,32	2,62
40	0,13	0,28	0,51	1,07	1,61	3,03	6,03	9,25	18,72	32,83	53,05
	0,61	0,74	0,87	1,05	1,16	1,36	1,62	1,81	2,16	2,49	2,81
45	0,14	0,30	0,55	1,14	1,71	3,22	6,42	9,85	19,93	34,96	56,49
	0,65	0,79	0,92	1,11	1,24	1,45	1,73	1,93	2,30	2,65	3,00
50	0,15	0,31	0,58	1,21	1,81	3,41	6,79	10,42	21,09	36,99	59,77
	0,69	0,84	0,98	1,18	1,31	1,53	1,83	2,04	2,44	2,81	3,17
55	0,15	0,33	0,61	1,27	1,91	3,59	7,15	10,96	22,19	38,92	62,89
	0,73	0,88	1,03	1,24	1,38	1,62	1,92	2,14	2,56	2,96	3,34
60	0,16	0,34	0,64	1,33	2,00	3,76	7,49	11,49	23,25	40,78	65,89
	0,76	0,92	1,08	1,30	1,44	1,69	2,01	2,25	2,68	3,10	3,50
65	0,17	0,36	0,66	1,39	2,08	3,93	7,82	11,99	24,27	42,56	68,77
	0,79	0,96	1,13	1,36	1,50	1,77	2,10	2,34	2,80	3,23	3,65
70	0,17	0,37	0,69	1,45	2,17	4,08	8,13	12,47	25,25	44,28	71,55
	0,83	1,00	1,17	1,41	1,56	1,84	2,19	2,44	2,92	3,36	3,80
75	0,18	0,39	0,72	1,50	2,25	4,24	8,44	12,94	26,20	45,95	74,24
	0,86	1,04	1,21	1,47	1,62	1,91	2,27	2,53	3,03	3,49	3,94
80	0,19	0,40	0,74	1,55	2,33	4,39	8,74	13,40	27,12	47,56	76,85
	0,89	1,08	1,26	1,52	1,68	1,97	2,35	2,62	3,13	3,61	4,08
85	0,19	0,42	0,77	1,60	2,41	4,53	9,02	13,84	28,01	49,13	79,38
	0,92	1,11	1,30	1,57	1,74	2,04	2,43	2,71	3,23	3,73	4,21
90	0,20	0,43	0,79	1,65	2,48	4,67	9,30	14,27	28,88	50,65	81,84
	0,95	1,15	1,34	1,62	1,79	2,10	2,50	2,79	3,34	3,85	4,34
95	0,21	0,44	0,81	1,70	2,55	4,81	9,58	14,68	29,73	52,14	84,24
	0,97	1,18	1,38	1,66	1,84	2,16	2,58	2,87	3,43	3,96	4,47
100	0,21	0,45	0,84	1,75	2,62	4,94	9,84	15,09	30,55	53,59	86,59
	1,00	1,21	1,42	1,71	1,89	2,22	2,65	2,95	3,53	4,07	4,59
105	0,22	0,46	0,86	1,80	2,69	5,07	10,10	15,49	31,36	55,00	88,87
	1,03	1,25	1,45	1,75	1,94	2,28	2,72	3,03	3,62	4,18	4,72
110	0,22	0,48	0,88	1,84	2,76	5,20	10,36	15,88	32,15	56,39	91,11
	1,05	1,28	1,49	1,80	1,99	2,34	2,79	3,11	3,71	4,28	4,83
115	0,23	0,49	0,90	1,88	2,83	5,33	10,61	16,26	32,92	57,75	93,31
	1,08	1,31	1,53	1,84	2,04	2,40	2,85	3,18	3,80	4,38	4,95
120	0,23	0,50	0,92	1,93	2,89	5,45	10,85	16,64	33,68	59,07	95,45
	1,10	1,34	1,56	1,88	2,09	2,45	2,92	3,25	3,89	4,49	5,07
125	0,24	0,51	0,94	1,97	2,96	5,57	11,09	17,01	34,42	60,38	97,56
	1,13	1,37	1,60	1,93	2,13	2,51	2,98	3,32	3,98	4,58	5,18
130	0,24	0,52	0,96	2,01	3,02	5,69	11,33	17,37	35,15	61,66	99,63
	1,15	1,40	1,63	1,97	2,18	2,56	3,05	3,40	4,06	4,68	5,29
135	0,25	0,53	0,98	2,05	3,08	5,80	11,56	17,72	35,87	62,92	101,66
	1,17	1,42	1,66	2,01	2,22	2,61	3,11	3,46	4,14	4,78	5,39
140	0,25	0,54	1,00	2,09	3,14	5,92	11,78	18,07	36,58	64,15	103,66
	1,20	1,45	1,70	2,05	2,27	2,66	3,17	3,53	4,22	4,87	5,50
145	0,26	0,55	1,02	2,13	3,20	6,03	12,01	18,41	37,27	65,37	105,62
	1,22	1,48	1,73	2,08	2,31	2,71	3,23	3,60	4,30	4,96	5,60
150	0,26	0,56	1,04	2,17	3,26	6,14	12,23	18,75	37,95	66,56	107,55
	1,24	1,51	1,76	2,12	2,35	2,76	3,29	3,67	4,38	5,05	5,71

TUBOS EM COBRE - T = 10°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

De	12	14	15	16	18
Di	10	12	13	14	16
J	G [l/s]				
mm c.a./m	v [m/s]				
20	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08
	0,29	0,33	0,35	0,37	0,41
25	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09
	0,33	0,38	0,40	0,42	0,46
30	0,03	0,05	0,06	0,07	0,10
	0,37	0,42	0,44	0,47	0,52
35	0,03	0,05	0,06	0,08	0,11
	0,40	0,46	0,49	0,51	0,56
40	0,03	0,06	0,07	0,09	0,12
	0,43	0,50	0,52	0,55	0,61
45	0,04	0,06	0,07	0,09	0,13
	0,46	0,53	0,56	0,59	0,65
50	0,04	0,06	0,08	0,10	0,14
	0,49	0,56	0,60	0,63	0,69
55	0,04	0,07	0,08	0,10	0,15
	0,52	0,59	0,63	0,66	0,73
60	0,04	0,07	0,09	0,11	0,15
	0,55	0,62	0,66	0,70	0,77
65	0,05	0,07	0,09	0,11	0,16
	0,57	0,65	0,69	0,73	0,80
70	0,05	0,08	0,10	0,12	0,17
	0,60	0,68	0,72	0,76	0,84
75	0,05	0,08	0,10	0,12	0,18
	0,62	0,71	0,75	0,79	0,87
80	0,05	0,08	0,10	0,13	0,18
	0,65	0,74	0,78	0,82	0,90
85	0,05	0,09	0,11	0,13	0,19
	0,67	0,76	0,81	0,85	0,94
90	0,05	0,09	0,11	0,14	0,19
	0,69	0,79	0,83	0,88	0,97
95	0,06	0,09	0,11	0,14	0,20
	0,71	0,81	0,86	0,91	1,00
100	0,06	0,09	0,12	0,14	0,21
	0,73	0,84	0,88	0,93	1,03
105	0,06	0,10	0,12	0,15	0,21
	0,75	0,86	0,91	0,96	1,06
110	0,06	0,10	0,12	0,15	0,22
	0,77	0,88	0,93	0,99	1,08
115	0,06	0,10	0,13	0,16	0,22
	0,79	0,91	0,96	1,01	1,11
120	0,06	0,10	0,13	0,16	0,23
	0,81	0,93	0,98	1,04	1,14
125	0,07	0,11	0,13	0,16	0,23
	0,83	0,95	1,01	1,06	1,17
130	0,07	0,11	0,14	0,17	0,24
	0,85	0,97	1,03	1,08	1,19
135	0,07	0,11	0,14	0,17	0,24
	0,87	0,99	1,05	1,11	1,22
140	0,07	0,11	0,14	0,17	0,25
	0,89	1,01	1,07	1,13	1,24
145	0,07	0,12	0,15	0,18	0,26
	0,91	1,03	1,09	1,15	1,27
150	0,07	0,12	0,15	0,18	0,26
	0,92	1,05	1,12	1,18	1,29

TUBOS EM COBRE - T = 50°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

De	12	14	15	16	18
Di	10	12	13	14	16
J	G [l/s]				
mm c.a./m	v [m/s]				
20	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09
	0,33	0,38	0,40	0,42	0,47
25	0,03	0,05	0,06	0,07	0,11
	0,38	0,43	0,46	0,48	0,53
30	0,03	0,05	0,07	0,08	0,12
	0,42	0,48	0,51	0,53	0,59
35	0,04	0,06	0,07	0,09	0,13
	0,46	0,52	0,55	0,58	0,64
40	0,04	0,06	0,08	0,10	0,14
	0,50	0,56	0,60	0,63	0,69
45	0,04	0,07	0,08	0,10	0,15
	0,53	0,60	0,64	0,67	0,74
50	0,04	0,07	0,09	0,11	0,16
	0,56	0,64	0,68	0,72	0,79
55	0,05	0,08	0,10	0,12	0,17
	0,59	0,68	0,72	0,76	0,83
60	0,05	0,08	0,10	0,12	0,18
	0,63	0,71	0,75	0,79	0,87
65	0,05	0,08	0,10	0,13	0,18
	0,65	0,75	0,79	0,83	0,92
70	0,05	0,09	0,11	0,13	0,19
	0,68	0,78	0,82	0,87	0,96
75	0,06	0,09	0,11	0,14	0,20
	0,71	0,81	0,86	0,90	0,99
80	0,06	0,09	0,12	0,14	0,21
	0,74	0,84	0,89	0,94	1,03
85	0,06	0,10	0,12	0,15	0,21
	0,76	0,87	0,92	0,97	1,07
90	0,06	0,10	0,13	0,15	0,22
	0,79	0,90	0,95	1,00	1,10
95	0,06	0,10	0,13	0,16	0,23
	0,81	0,93	0,98	1,03	1,14
100	0,07	0,11	0,13	0,16	0,24
	0,84	0,95	1,01	1,06	1,17
105	0,07	0,11	0,14	0,17	0,24
	0,86	0,98	1,04	1,09	1,20
110	0,07	0,11	0,14	0,17	0,25
	0,88	1,01	1,07	1,12	1,24
115	0,07	0,12	0,15	0,18	0,26
	0,91	1,03	1,09	1,15	1,27
120	0,07	0,12	0,15	0,18	0,26
	0,93	1,06	1,12	1,18	1,30
125	0,07	0,12	0,15	0,19	0,27
	0,95	1,08	1,15	1,21	1,33
130	0,08	0,13	0,16	0,19	0,27
	0,97	1,11	1,17	1,24	1,36
135	0,08	0,13	0,16	0,19	0,28
	0,99	1,13	1,20	1,26	1,39
140	0,08	0,13	0,16	0,20	0,29
	1,01	1,16	1,22	1,29	1,42
145	0,08	0,13	0,17	0,20	0,29
	1,04	1,18	1,25	1,32	1,45
150	0,08	0,14	0,17	0,21	0,30
	1,06	1,20	1,27	1,34	1,48

TUBOS EM AÇO DE PRENSAR - T = 10°C

Caudais em relação à carga unitária (J)

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/s]				
mm c.a./m	v [m/s]				
20	0,02 0,27	0,04 0,33	0,07 0,38	0,12 0,44	0,26 0,53
25	0,02 0,31	0,05 0,37	0,08 0,43	0,14 0,49	0,29 0,59
30	0,02 0,34	0,05 0,41	0,09 0,47	0,15 0,54	0,32 0,65
35	0,03 0,37	0,06 0,45	0,10 0,52	0,17 0,59	0,35 0,71
40	0,03 0,40	0,06 0,48	0,11 0,55	0,18 0,63	0,37 0,76
45	0,03 0,42	0,06 0,51	0,11 0,59	0,19 0,67	0,40 0,81
50	0,03 0,45	0,07 0,54	0,12 0,62	0,20 0,71	0,42 0,86
55	0,03 0,47	0,07 0,57	0,13 0,66	0,21 0,75	0,44 0,90
60	0,04 0,49	0,07 0,59	0,13 0,69	0,22 0,79	0,47 0,95
65	0,04 0,52	0,08 0,62	0,14 0,72	0,23 0,82	0,49 0,99
70	0,04 0,54	0,08 0,65	0,14 0,75	0,24 0,85	0,50 1,03
75	0,04 0,56	0,08 0,67	0,15 0,77	0,25 0,89	0,52 1,07
80	0,04 0,58	0,09 0,69	0,15 0,80	0,26 0,92	0,54 1,10
85	0,04 0,60	0,09 0,72	0,16 0,83	0,27 0,95	0,56 1,14
90	0,04 0,61	0,09 0,74	0,16 0,85	0,28 0,98	0,58 1,18
95	0,05 0,63	0,09 0,76	0,17 0,88	0,29 1,01	0,59 1,21
100	0,05 0,65	0,10 0,78	0,17 0,90	0,29 1,03	0,61 1,24
105	0,05 0,67	0,10 0,80	0,18 0,93	0,30 1,06	0,63 1,28
110	0,05 0,68	0,10 0,82	0,18 0,95	0,31 1,09	0,64 1,31
115	0,05 0,70	0,11 0,84	0,19 0,97	0,32 1,11	0,66 1,34
120	0,05 0,72	0,11 0,86	0,19 1,00	0,32 1,14	0,67 1,37
125	0,05 0,73	0,11 0,88	0,19 1,02	0,33 1,16	0,69 1,40
130	0,05 0,75	0,11 0,90	0,20 1,04	0,34 1,19	0,70 1,43
135	0,06 0,76	0,11 0,92	0,20 1,06	0,34 1,21	0,72 1,46
140	0,06 0,78	0,12 0,94	0,21 1,08	0,35 1,24	0,73 1,49
145	0,06 0,79	0,12 0,95	0,21 1,10	0,36 1,26	0,75 1,52
150	0,06 0,81	0,12 0,97	0,21 1,12	0,36 1,28	0,76 1,55

TUBOS EM AÇO - T = 50°C

Caudais em relação à carga unitária (J)

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/s]				
mm c.a./m	v [m/s]				
20	0,02 0,29	0,04 0,35	0,08 0,41	0,13 0,47	0,28 0,56
25	0,02 0,33	0,05 0,40	0,09 0,46	0,15 0,53	0,31 0,63
30	0,03 0,37	0,05 0,44	0,10 0,51	0,16 0,58	0,34 0,70
35	0,03 0,40	0,06 0,48	0,11 0,55	0,18 0,63	0,37 0,76
40	0,03 0,43	0,06 0,51	0,11 0,59	0,19 0,68	0,40 0,82
45	0,03 0,45	0,07 0,55	0,12 0,63	0,20 0,72	0,43 0,87
50	0,03 0,48	0,07 0,58	0,13 0,67	0,22 0,76	0,45 0,92
55	0,04 0,50	0,08 0,61	0,13 0,70	0,23 0,80	0,47 0,97
60	0,04 0,53	0,08 0,64	0,14 0,74	0,24 0,84	0,50 1,01
65	0,04 0,55	0,08 0,66	0,15 0,77	0,25 0,88	0,52 1,06
70	0,04 0,57	0,09 0,69	0,15 0,80	0,26 0,91	0,54 1,10
75	0,04 0,60	0,09 0,72	0,16 0,83	0,27 0,95	0,56 1,14
80	0,04 0,62	0,09 0,74	0,16 0,86	0,28 0,98	0,58 1,18
85	0,05 0,64	0,10 0,77	0,17 0,89	0,29 1,01	0,60 1,22
90	0,05 0,66	0,10 0,79	0,17 0,91	0,30 1,04	0,62 1,26
95	0,05 0,68	0,10 0,81	0,18 0,94	0,30 1,08	0,64 1,30
100	0,05 0,70	0,10 0,84	0,18 0,97	0,31 1,10	0,65 1,33
105	0,05 0,71	0,11 0,86	0,19 0,99	0,32 1,13	0,67 1,37
110	0,05 0,73	0,11 0,88	0,19 1,02	0,33 1,16	0,69 1,40
115	0,05 0,75	0,11 0,90	0,20 1,04	0,34 1,19	0,70 1,43
120	0,06 0,77	0,11 0,92	0,20 1,07	0,35 1,22	0,72 1,47
125	0,06 0,78	0,12 0,94	0,21 1,09	0,35 1,25	0,74 1,50
130	0,06 0,80	0,12 0,96	0,21 1,11	0,36 1,27	0,75 1,53
135	0,06 0,82	0,12 0,98	0,22 1,13	0,37 1,30	0,77 1,56
140	0,06 0,83	0,12 1,00	0,22 1,16	0,38 1,32	0,78 1,59
145	0,06 0,85	0,13 1,02	0,23 1,18	0,38 1,35	0,80 1,62
150	0,06 0,86	0,13 1,04	0,23 1,20	0,39 1,37	0,81 1,65

TUBOS MULTICAMADA - T = 10°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

De x S Di	16x2,25 11,5	20x2,5 15	26x3 20	32x3 26	40x3,5 33
J mm c.a./m	G [l/s] v [m/s]				
20	0,03 0,32	0,07 0,39	0,15 0,48	0,31 0,58	0,59 0,69
25	0,04 0,37	0,08 0,44	0,17 0,55	0,35 0,66	0,67 0,78
30	0,04 0,41	0,09 0,49	0,19 0,60	0,39 0,73	0,74 0,87
35	0,05 0,44	0,10 0,54	0,21 0,66	0,42 0,80	0,81 0,94
40	0,05 0,48	0,10 0,58	0,22 0,71	0,46 0,86	0,87 1,02
45	0,05 0,51	0,11 0,62	0,24 0,76	0,49 0,92	0,93 1,09
50	0,06 0,55	0,12 0,66	0,25 0,81	0,52 0,98	0,99 1,16
55	0,06 0,58	0,12 0,70	0,27 0,86	0,55 1,03	1,05 1,22
60	0,06 0,61	0,13 0,73	0,28 0,90	0,58 1,08	1,10 1,29
65	0,07 0,63	0,14 0,77	0,30 0,94	0,60 1,14	1,15 1,35
70	0,07 0,66	0,14 0,80	0,31 0,98	0,63 1,18	1,20 1,40
75	0,07 0,69	0,15 0,83	0,32 1,02	0,65 1,23	1,25 1,46
80	0,07 0,71	0,15 0,86	0,33 1,06	0,68 1,28	1,30 1,52
85	0,08 0,74	0,16 0,89	0,34 1,10	0,70 1,32	1,34 1,57
90	0,08 0,76	0,16 0,92	0,36 1,13	0,73 1,37	1,39 1,62
95	0,08 0,79	0,17 0,95	0,37 1,17	0,75 1,41	1,43 1,67
100	0,08 0,81	0,17 0,98	0,38 1,20	0,77 1,45	1,47 1,72
105	0,09 0,83	0,18 1,01	0,39 1,24	0,79 1,49	1,51 1,77
110	0,09 0,86	0,18 1,04	0,40 1,27	0,81 1,53	1,55 1,82
115	0,09 0,88	0,19 1,06	0,41 1,30	0,83 1,57	1,59 1,86
120	0,09 0,90	0,19 1,09	0,42 1,34	0,86 1,61	1,63 1,91
125	0,10 0,92	0,20 1,11	0,43 1,37	0,88 1,65	1,67 1,96
130	0,10 0,94	0,20 1,14	0,44 1,40	0,90 1,69	1,71 2,00
135	0,10 0,96	0,21 1,16	0,45 1,43	0,92 1,72	1,75 2,04
140	0,10 0,98	0,21 1,19	0,46 1,46	0,93 1,76	1,78 2,09
145	0,10 1,00	0,21 1,21	0,47 1,49	0,95 1,80	1,82 2,13
150	0,11 1,02	0,22 1,24	0,48 1,52	0,97 1,83	1,86 2,17

TUBOS MULTICAMADA - T = 50°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

De x S Di	16x2,25 11,5	20x2,5 15	26x3 20	32x3 26	40x3,5 33
J mm c.a./m	G [l/s] v [m/s]				
20	0,04 0,37	0,08 0,45	0,17 0,55	0,35 0,66	0,67 0,78
25	0,04 0,42	0,09 0,51	0,20 0,62	0,40 0,75	0,76 0,89
30	0,05 0,46	0,10 0,56	0,22 0,69	0,44 0,83	0,84 0,99
35	0,05 0,51	0,11 0,61	0,24 0,75	0,48 0,91	0,92 1,08
40	0,06 0,55	0,12 0,66	0,26 0,81	0,52 0,98	1,00 1,16
45	0,06 0,59	0,13 0,71	0,27 0,87	0,56 1,05	1,06 1,24
50	0,06 0,62	0,13 0,75	0,29 0,92	0,59 1,11	1,13 1,32
55	0,07 0,66	0,14 0,79	0,31 0,98	0,62 1,18	1,19 1,40
60	0,07 0,69	0,15 0,84	0,32 1,03	0,66 1,24	1,25 1,47
65	0,08 0,72	0,15 0,87	0,34 1,07	0,69 1,29	1,31 1,54
70	0,08 0,75	0,16 0,91	0,35 1,12	0,72 1,35	1,37 1,60
75	0,08 0,78	0,17 0,95	0,37 1,17	0,75 1,41	1,43 1,67
80	0,08 0,81	0,17 0,98	0,38 1,21	0,77 1,46	1,48 1,73
85	0,09 0,84	0,18 1,02	0,39 1,25	0,80 1,51	1,53 1,79
90	0,09 0,87	0,19 1,05	0,41 1,29	0,83 1,56	1,58 1,85
95	0,09 0,90	0,19 1,09	0,42 1,33	0,85 1,61	1,63 1,91
100	0,10 0,92	0,20 1,12	0,43 1,37	0,88 1,66	1,68 1,96
105	0,10 0,95	0,20 1,15	0,44 1,41	0,90 1,70	1,73 2,02
110	0,10 0,98	0,21 1,18	0,46 1,45	0,93 1,75	1,77 2,07
115	0,10 1,00	0,21 1,21	0,47 1,49	0,95 1,79	1,82 2,13
120	0,11 1,03	0,22 1,24	0,48 1,52	0,98 1,84	1,86 2,18
125	0,11 1,05	0,22 1,27	0,49 1,56	1,00 1,88	1,91 2,23
130	0,11 1,07	0,23 1,30	0,50 1,60	1,02 1,92	1,95 2,28
135	0,11 1,10	0,23 1,33	0,51 1,63	1,04 1,97	1,99 2,33
140	0,12 1,12	0,24 1,36	0,52 1,66	1,07 2,01	2,04 2,38
145	0,12 1,14	0,24 1,38	0,53 1,70	1,09 2,05	2,08 2,43
150	0,12 1,17	0,25 1,41	0,54 1,73	1,11 2,09	2,12 2,48

TUBOS EM PEX - T = 10°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/s]				
mm c.a./m	v [m/s]				
20	0,03 0,33	0,05 0,35	0,06 0,38	0,08 0,41	0,11 0,45
25	0,04 0,37	0,05 0,40	0,07 0,43	0,09 0,46	0,13 0,51
30	0,04 0,41	0,06 0,44	0,08 0,48	0,10 0,52	0,14 0,56
35	0,05 0,45	0,06 0,49	0,09 0,52	0,11 0,56	0,16 0,61
40	0,05 0,48	0,07 0,52	0,09 0,56	0,12 0,61	0,17 0,66
45	0,05 0,52	0,07 0,56	0,10 0,60	0,13 0,65	0,18 0,71
50	0,06 0,55	0,08 0,60	0,10 0,64	0,14 0,69	0,19 0,75
55	0,06 0,58	0,08 0,63	0,11 0,68	0,15 0,73	0,20 0,79
60	0,06 0,61	0,09 0,66	0,12 0,71	0,15 0,77	0,21 0,83
65	0,07 0,64	0,09 0,69	0,12 0,74	0,16 0,80	0,22 0,87
70	0,07 0,67	0,10 0,72	0,13 0,78	0,17 0,84	0,23 0,91
75	0,07 0,69	0,10 0,75	0,13 0,81	0,18 0,87	0,24 0,95
80	0,08 0,72	0,10 0,78	0,14 0,84	0,18 0,90	0,25 0,98
85	0,08 0,74	0,11 0,81	0,14 0,87	0,19 0,94	0,26 1,02
90	0,08 0,77	0,11 0,83	0,15 0,90	0,19 0,97	0,27 1,05
95	0,08 0,79	0,11 0,86	0,15 0,92	0,20 1,00	0,28 1,08
100	0,09 0,82	0,12 0,88	0,16 0,95	0,21 1,03	0,28 1,12
105	0,09 0,84	0,12 0,91	0,16 0,98	0,21 1,06	0,29 1,15
110	0,09 0,86	0,12 0,93	0,16 1,01	0,22 1,08	0,30 1,18
115	0,09 0,88	0,13 0,96	0,17 1,03	0,22 1,11	0,31 1,21
120	0,10 0,91	0,13 0,98	0,17 1,06	0,23 1,14	0,32 1,24
125	0,10 0,93	0,13 1,01	0,18 1,08	0,23 1,17	0,32 1,27
130	0,10 0,95	0,14 1,03	0,18 1,11	0,24 1,19	0,33 1,30
135	0,10 0,97	0,14 1,05	0,18 1,13	0,24 1,22	0,34 1,33
140	0,10 0,99	0,14 1,07	0,19 1,15	0,25 1,24	0,34 1,35
145	0,11 1,01	0,15 1,09	0,19 1,18	0,26 1,27	0,35 1,38
150	0,11 1,03	0,15 1,12	0,20 1,20	0,26 1,29	0,36 1,41

TUBOS PEX - T = 50°C
Caudais em relação à carga unitária (J)

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/s]				
mm c.a./m	v [m/s]				
20	0,04 0,37	0,05 0,40	0,07 0,43	0,09 0,47	0,13 0,51
25	0,04 0,42	0,06 0,46	0,08 0,49	0,11 0,53	0,15 0,58
30	0,05 0,47	0,07 0,51	0,09 0,55	0,12 0,59	0,16 0,64
35	0,05 0,51	0,07 0,55	0,10 0,60	0,13 0,64	0,18 0,70
40	0,06 0,55	0,08 0,60	0,10 0,64	0,14 0,69	0,19 0,75
45	0,06 0,59	0,08 0,64	0,11 0,69	0,15 0,74	0,21 0,81
50	0,07 0,63	0,09 0,68	0,12 0,73	0,16 0,79	0,22 0,86
55	0,07 0,66	0,10 0,72	0,13 0,77	0,17 0,83	0,23 0,91
60	0,07 0,70	0,10 0,75	0,13 0,81	0,18 0,87	0,24 0,95
65	0,08 0,73	0,10 0,79	0,14 0,85	0,18 0,92	0,25 1,00
70	0,08 0,76	0,11 0,82	0,14 0,89	0,19 0,96	0,26 1,04
75	0,08 0,79	0,11 0,86	0,15 0,92	0,20 0,99	0,28 1,08
80	0,09 0,82	0,12 0,89	0,16 0,96	0,21 1,03	0,29 1,12
85	0,09 0,85	0,12 0,92	0,16 0,99	0,21 1,07	0,30 1,16
90	0,09 0,88	0,13 0,95	0,17 1,02	0,22 1,10	0,31 1,20
95	0,10 0,90	0,13 0,98	0,17 1,05	0,23 1,14	0,31 1,24
100	0,10 0,93	0,13 1,01	0,18 1,09	0,24 1,17	0,32 1,27
105	0,10 0,96	0,14 1,04	0,18 1,12	0,24 1,20	0,33 1,31
110	0,10 0,98	0,14 1,07	0,19 1,15	0,25 1,24	0,34 1,35
115	0,11 1,01	0,15 1,09	0,19 1,18	0,26 1,27	0,35 1,38
120	0,11 1,03	0,15 1,12	0,20 1,21	0,26 1,30	0,36 1,41
125	0,11 1,06	0,15 1,15	0,20 1,23	0,27 1,33	0,37 1,45
130	0,11 1,08	0,16 1,17	0,21 1,26	0,27 1,36	0,38 1,48
135	0,12 1,10	0,16 1,20	0,21 1,29	0,28 1,39	0,38 1,51
140	0,12 1,13	0,16 1,22	0,21 1,32	0,29 1,42	0,39 1,54
145	0,12 1,15	0,17 1,25	0,22 1,34	0,29 1,45	0,40 1,58
150	0,12 1,17	0,17 1,27	0,22 1,37	0,30 1,48	0,41 1,61

Redutoras de pressão PN 40



Série 5360

Redutora de pressão **de primeiro estado**.

Pressão de regulação a jusante: **de 10 a 15 bar**.

Com manómetro inox de glicerina: **0÷25 bar**.

Ligações: 1/2"÷1 1/4" M com casquilho.

- ✓ Reduzem e estabilizam a pressão de entrada da rede pública, geralmente demasiado elevada e variável para uma utilização doméstica.
- ✓ Cartucho extraível para permitir operações periódicas de limpeza e manutenção.

RELAÇÃO DE REDUÇÃO

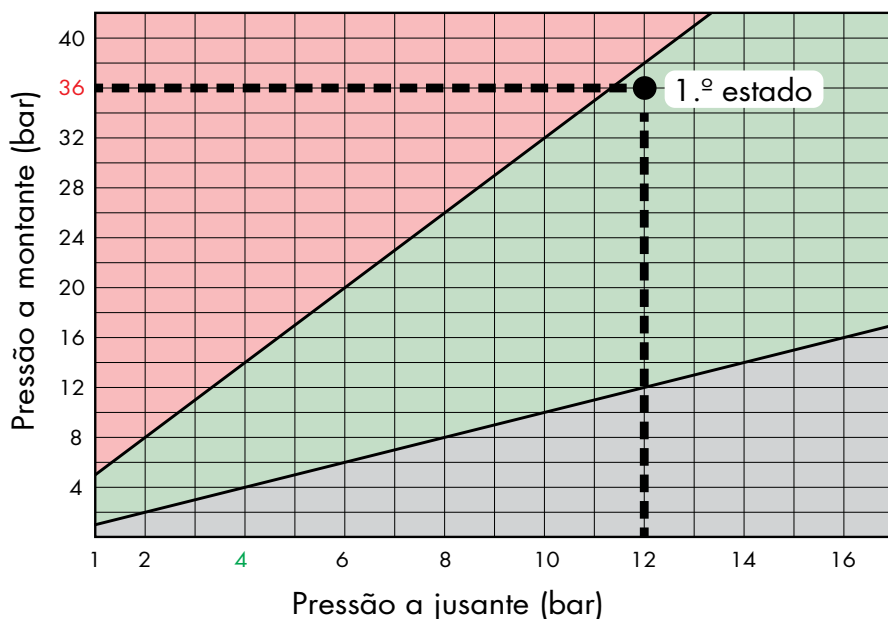
Para evitar o surgimento de fenómenos de cavitação no interior do componente, é aconselhável manter a relação entre a pressão máxima a montante e a pressão regulada a jusante num valor não superior a 3. Caso seja necessário, por exemplo, reduzir de um valor de pressão a montante de 36 bar para um valor a jusante de 4 bar, o dimensionamento correto prevê a utilização de duas redutoras de pressão em série.

ÁREA VERMELHA: a relação de redução entre montante e jusante é demasiado elevada e, por isso, o aparecimento do fenómeno de cavitação é muito provável.

ÁREA VERDE: a redutora trabalha com uma relação de redução correta e, assim, na ausência de fenómenos de cavitação.

ÁREA CINZENTA: é a área onde o funcionamento da redutora não é possível, uma vez que a pressão a montante é mais baixa do que a pressão a jusante (reduzida).

Redutora de primeiro estado regulada a 12 bar com uma relação de redução de 3 (36/12).



Redutoras de pressão PN 40

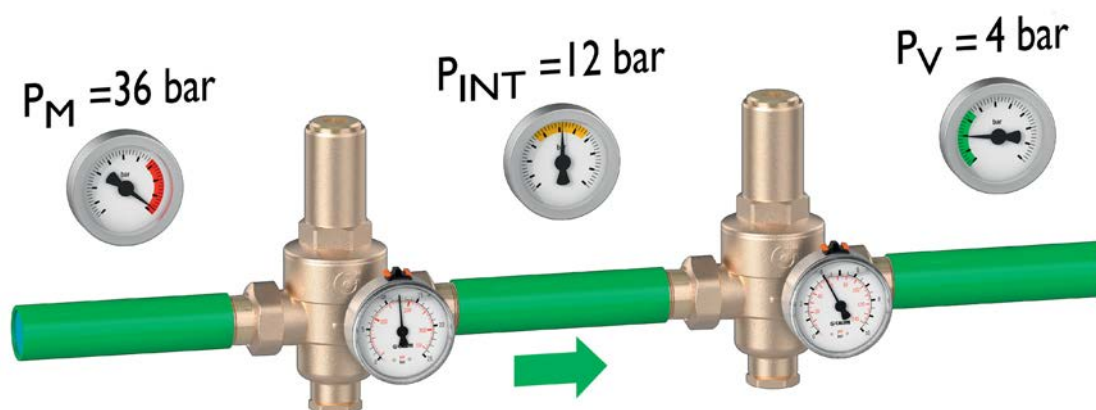
Série 5360

Redutora de pressão **de segundo estado**.
Pressão de regulação a jusante: **de 0,5 a 6 bar**.
Com manómetro inox de glicerina: **0÷10 bar**.
Ligações: 1/2"÷1 1/4" M com casquilho.

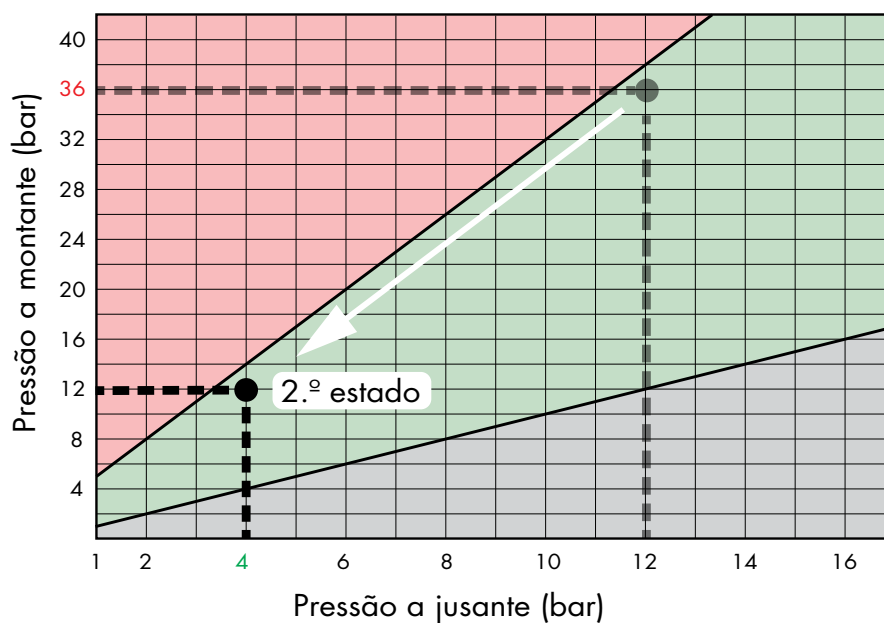
✓ Dispositivo de bloqueio da regulação antimanipulação opcional.



Software de dimensionamento disponível em
www.caleffi.com, Apple Store e Google Play.



Redutora de segundo estado regulada a 4 bar com uma relação de redução de 3 (12/4).



Misturadora eletrônica com desinfecção térmica

Série 6000



Características técnicas

Pressão máx. de funcionamento: 10 bar
 Temperatura máx. de entrada: 100°C
 Temperatura de desinfecção: 40÷85°C
 Ligações: 3/4"÷2"
 DN 65-DN 80

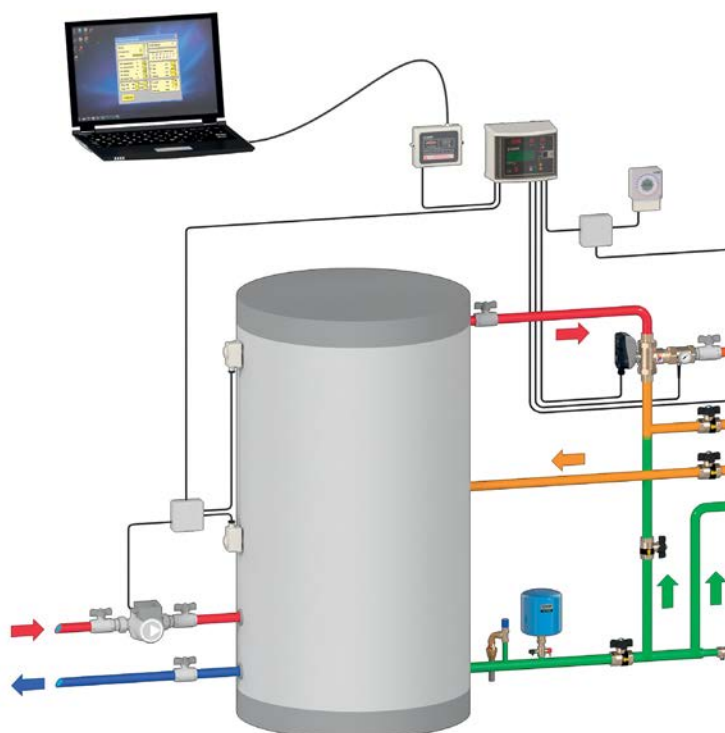
Funcionamento

A misturadora eletrônica é utilizada nas instalações centralizadas para produção e distribuição de água quente para uso sanitário.

A sua função é garantir e manter a temperatura da água quente sanitária distribuída à utilização, quando variam as condições da temperatura e pressão de alimentação da água quente e fria na entrada, ou o caudal consumido.

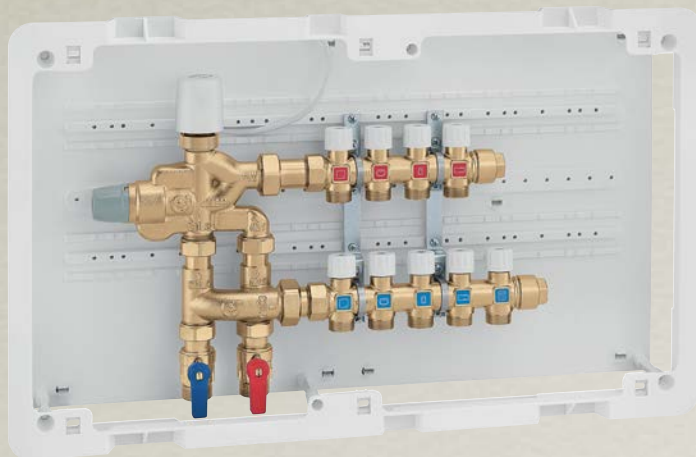
Notícias recentes demonstram como o perigo da legionella é ainda atual no nosso país. A Doença do Legionário é uma infecção provocada por uma bactéria chamada legionella que afeta o aparelho respiratório. O habitat perfeito da bactéria é a água quente, em particular se a temperatura estiver compreendida entre os 25 e os 45°C.

Para prevenir o risco de proliferação da bactéria, é necessário evitar instalar tubagens com segmentos terminais cegos e estagnações de água; nas instalações centralizadas de produção de água quente para uso sanitário com acumulação é, por isso, necessário acumular água quente a uma temperatura não inferior a 60°C. A esta temperatura existe a certeza de inibir totalmente a proliferação da bactéria. Para além disso, não só a acumulação, mas também toda a rede de distribuição necessitam de operações de desinfecção térmica com intervalos regulares. Caso contrário, também naquela se expandirá rapidamente a bactéria.



Grupo para controlo de temperatura e desinfeção térmica

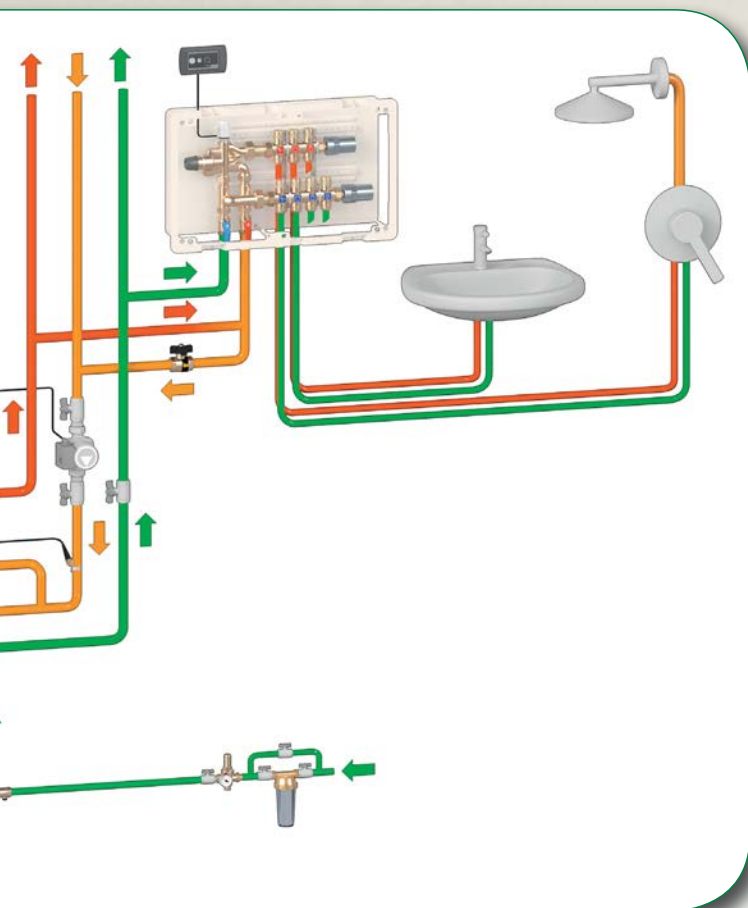
Série 6005



Características técnicas

Pressão máx. de funcionamento: 10 bar
 Temperatura máx. de entrada: 85°C
 Temperatura de desinfeção: 30÷50°C
 Regulação de fábrica: 43°C
 Ligações: 3/4"
 Derivações: 3 fria e 2 quente
 4 fria e 3 quente
 5 fria e 4 quente

Desempenho de acordo com a norma
 NF 079 doc. 8, EN 1111 e EN 1287.



Amortecedor de golpe de aríete

Série 525 ANTISHOCK

Características técnicas

Pressão máx. de funcionamento: 10 bar
 Temperatura máx. de funcionamento: 90°C
 Pressão máx. golpe de aríete: 50 bar
 Ligações: 1/2" M
 Rosca com vedação em PTFE



Versão para instalar sob
 lava-loiças, sob lavatórios e
 em máquinas de lavar roupa
 (3/4").
 Ligações:
 - porca 3/8" F x 3/8" M
 - porca 3/4" F x 3/4" M

Misturadora termostática anticalcário para pequenas utilizações



Série 521

Misturadora termostática anticalcário, regulável.

Corpo em liga antidezincificação. Cromado.

Pressão máx.: 14 bar.

Temperatura máx. de entrada: 85°C.

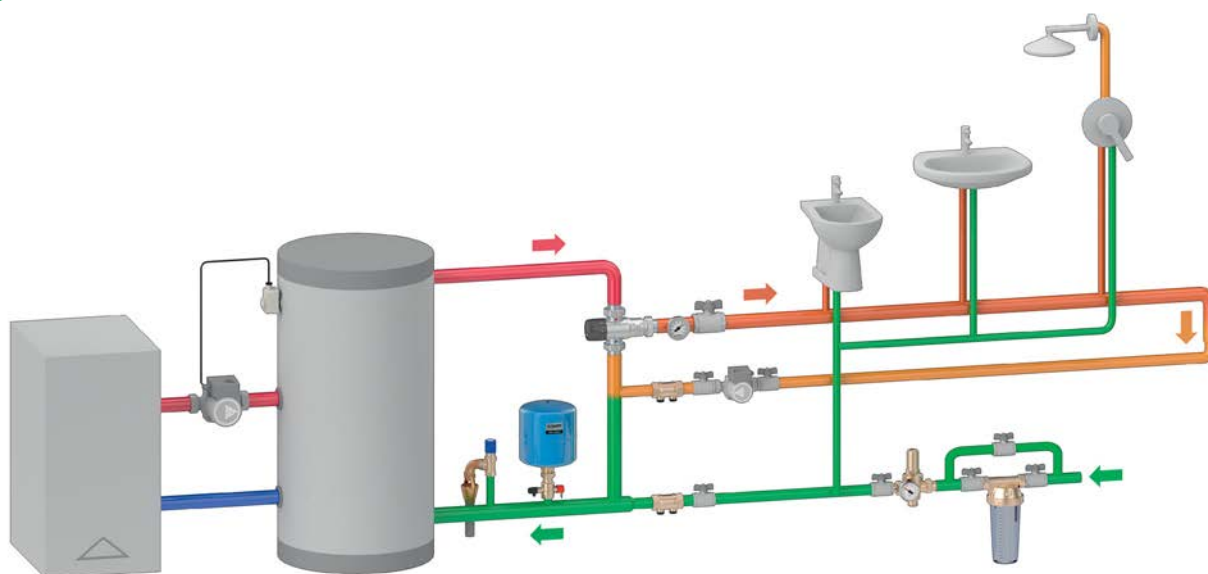
Certificada segundo a norma EN 1287.

Ligações de 1/2" e 3/4" M com casquilho.

- ✓ Adequada para instalações de produção de água quente para uso hidrossanitário.
- ✓ Mantém constante, no valor selecionado, a temperatura da água misturada enviada à utilização, quando variam as condições de temperatura e pressão de alimentação da água quente e fria na entrada, ou o caudal consumido.
- ✓ Podem ser instaladas para controlar a temperatura tanto em utilizações simples (ex.: lavatório, bidé, chuveiro) como em instalações múltiplas.
- ✓ Disponíveis também com adaptadores com filtros e válvulas de retenção nas entradas da água quente e fria.
- ✓ Bloqueio da regulação da temperatura.



Software de dimensionamento disponível em www.caleffi.com, Apple Store e Google Play.



Misturadora termostática para instalações centralizadas



Série 5231

Misturadora termostática regulável para instalações centralizadas. Corpo em liga antidezincificação.

Regulador interno anticalcário em tecnopolímero.

Pressão máx.: 14 bar.

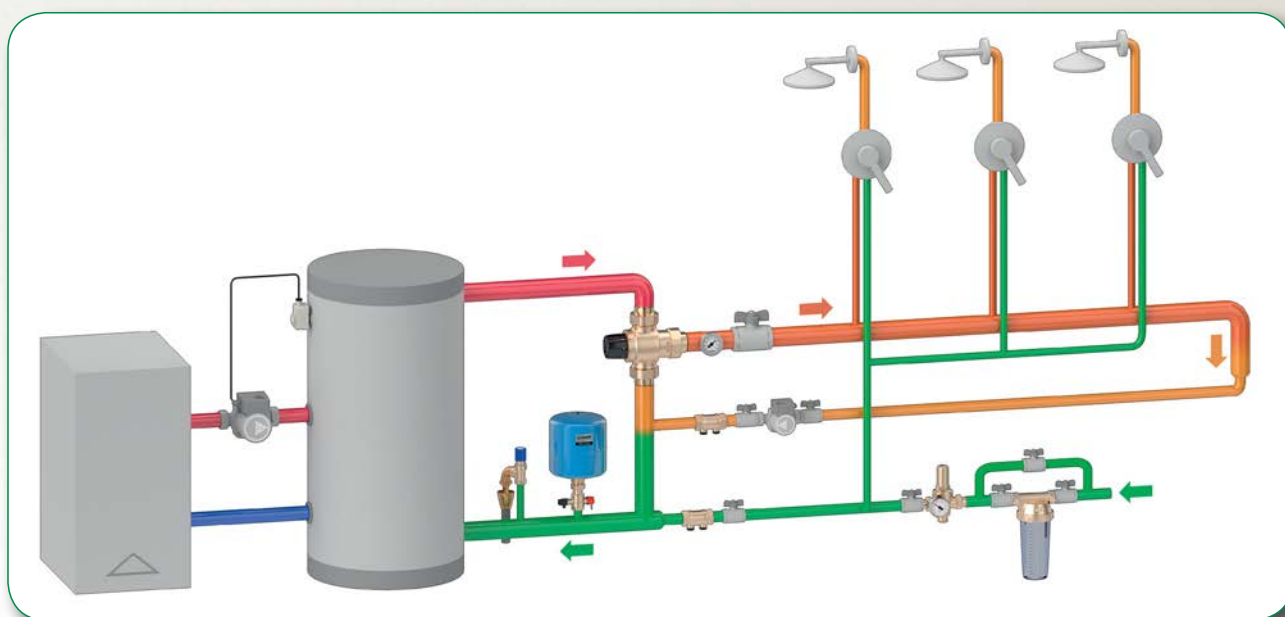
Temperatura máx. de entrada: 90°C.

Ligações 1/2"÷2" M com casquilho.

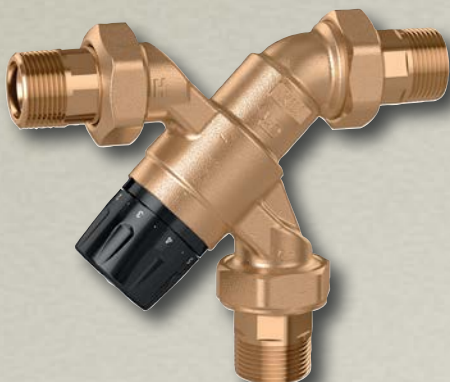
- ✓ Adequada para instalações de produção de água quente para uso hidrossanitário.
- ✓ Especificamente projetada para instalações com necessidade de caudais elevados como por exemplo, instalações centralizadas ou grupos de utilizações iguais.
- ✓ Boa precisão e estabilidade de regulação da temperatura, sobretudo perante variações do caudal consumido pela utilização.
- ✓ Podem ser aplicadas em instalações centralizadas com múltiplas utilizações ou para o controlo de grupos de utilizações, como chuveiros coletivos, lavabos públicos, etc.
- ✓ Bloqueio da regulação da temperatura.



Software de dimensionamento disponível em www.caleffi.com, Apple Store e Google Play.



Grupo de controlo da temperatura de água quente sanitária



Software de dimensionamento disponível em www.caleffi.com, Apple Store e Google Play.

Série 5200

Grupo de controlo da temperatura da água quente sanitária **no ponto de utilização**.

Constituído por:

- misturadora termostática com função de fecho térmico,
- retenções na entrada de água quente e água fria.

Pressão máx.: 10 bar.

Temperatura máx. de entrada: 90°C.

Ligações 1/2", 3/4" e 1" M com casquilho.

Série 5201

Grupo de controlo da temperatura da água quente sanitária **no ponto de distribuição**.

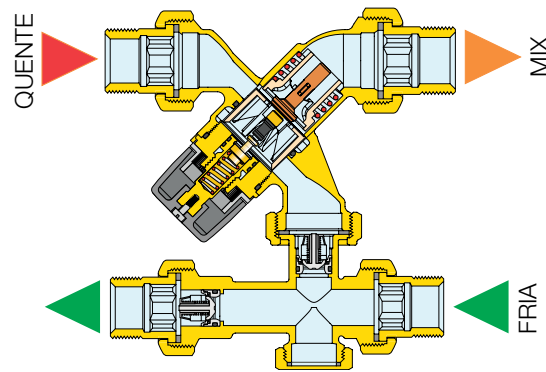
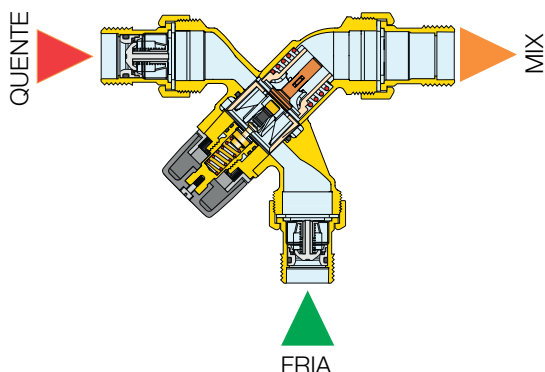
Constituído por:

- misturadora termostática com função de fecho térmico,
- tê para ligação da água fria com retenções.

Pressão máx.: 10 bar.

Temperatura máx. de entrada: 90°C.

Ligações 3/4" e 1" M com casquilho.



- ✓ Misturadora termostática de elevadas prestações, com função de fecho térmico.
- ✓ Inclui retenções que permitem o correto funcionamento da misturadora na presença de recírculo.
- ✓ Bloqueio da regulação da temperatura.

Regulador termostático multifunções

Série 116

Regulador termostático para circuitos de recirculo de água quente sanitária. **Com função de desinfecção térmica automática termostática.**

Com termómetro para verificação da temperatura do circuito.

Corpo em liga "low lead" antidezincificação.

Pressão máx.: 16 bar.

Campo de regulação de temperatura: 35÷60°C.

Temperatura de desinfecção: 70°C.

Ligações 1/2" e 3/4" F.



Série 116

Regulador termostático para circuitos de recirculo de água quente sanitária. **Preparado para função de desinfecção térmica automática ou comandada.**

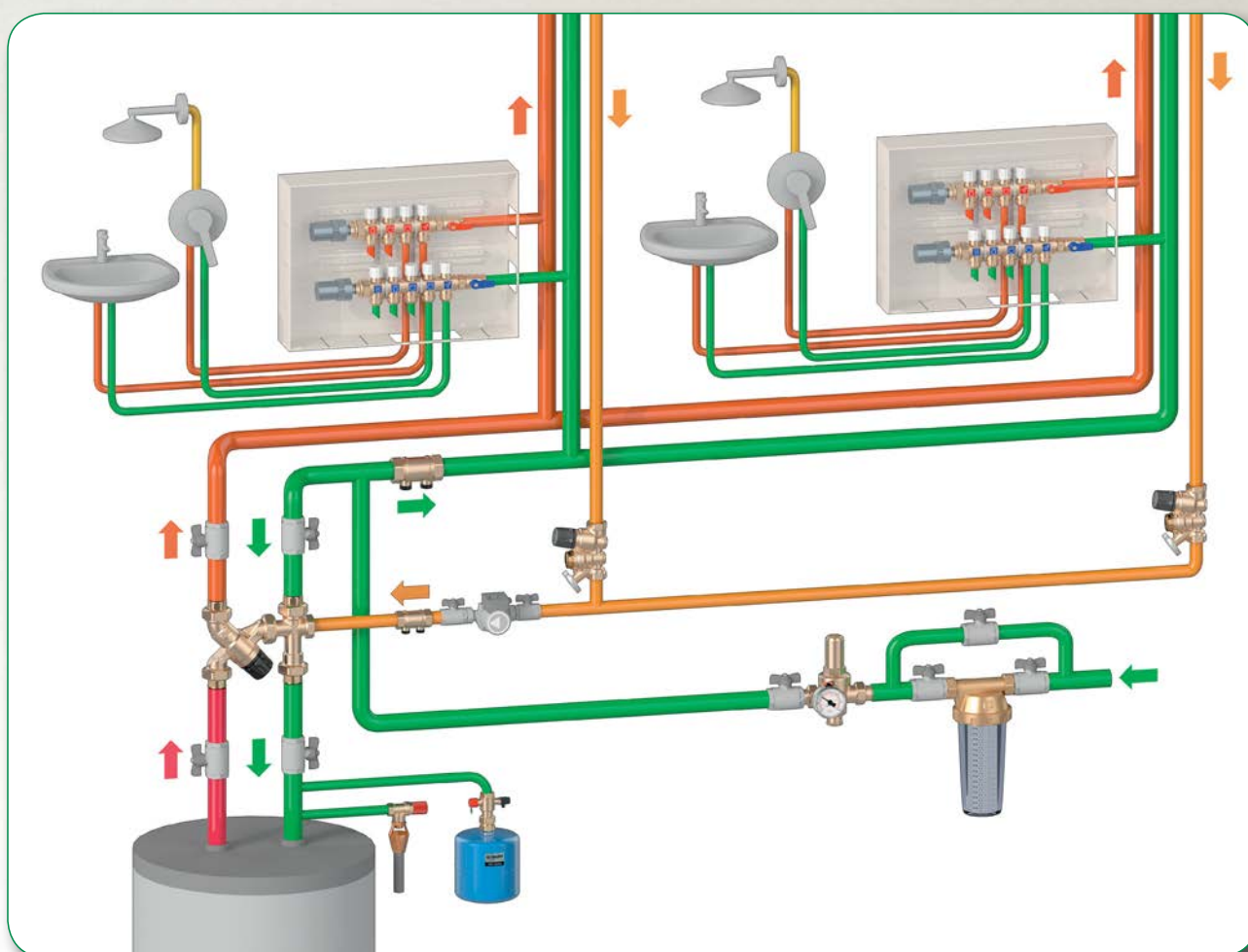
Com bainha para termómetro.

Corpo em liga "low lead" antidezincificação.

Pressão máx.: 16 bar.

Campo de regulação de temperatura: 35÷60°C.

Ligações 1/2" e 3/4" F.





Estas redutoras não temem pressões elevadas

Redutoras de pressão série 5360 PN 40

- Disponíveis em duas versões: com campo de regulação 10÷15 bar (primeiro estado) e 0,5÷6 bar (segundo estado).
- Utilizadas corretamente permitem reduzir as pressões de entrada até 40 bar sem fenómenos de cavitação.
- Com manómetros inox de glicerina.
- Acopláveis ao dispositivo de bloqueio de regulação para evitar manipulações.



Hidrossanitário

Proteger a instalação para proteger a água

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions