

## 8. Dimensionamento de Reservatórios

---

### 8.1. Estimativa de Consumo

Para fazer o dimensionamento de Reservatórios, seja uma residência térrea ou sobrado ou até mesmo um edifício, precisaremos fazer uma estimativa de consumo de água.

Esta estimativa varia de acordo com o uso do edifício. Se for de uso residencial, por exemplo, a estimativa é *per capita* (por morador), se for uma escola, por aluno e se for um supermercado, por metro quadrado de área.

A estimativa de consumo diário é dada pela Norma NBR-5626 através de duas tabelas:

Tabela 1 - Estimativa de consumo diário de água

<b>Tipo de Prédio</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo diário (l/dia)</b>
<b>1. Serviço doméstico</b>		
Apartamentos	<i>per capita</i>	200
Apartamentos de luxo	<i>per capita</i>	300 a 400
	por quarto empregada	200
Residência de luxo	<i>per capita</i>	300 a 400
Residência de médio valor	<i>per capita</i>	150
Residências Populares	<i>per capita</i>	120 a 150
Alojamentos Provisórios de obra	<i>per capita</i>	80
Apartamento de zelador	<i>per capita</i>	600 a 1.000
<b>2. Serviço público</b>		
Edifícios de escritório	por ocupante efetivo	50 a 80
Escolas, internatos	<i>per capita</i>	150
Escolas, externatos	por aluno	50
Escolas, semi-internatos	por aluno	100
Hospitais e postos de saúde	por leito	250
Hotéis com cozinha e lavanderia	por hóspede	250 a 350
Hotéis sem cozinha e lavanderia	por hóspede	120
Lavanderias	por kg de roupa seca	30
Quartéis	por soldado	150
Cavalariças	por cavalo	100
Restaurantes	por refeição	25

Mercados	por m <sup>2</sup> de área	5
Garagens e postos de serviços	por automóvel	100
Rega de jardins	por m <sup>2</sup> de área	1,5
Cinemas e teatros	por lugar	2
Igrejas	por lugar	2
Ambulatórios	<i>per capita</i>	25
Creches	<i>per capita</i>	50
<b>3. Serviço Industrial</b>		
Fábricas (uso pessoal)	por operário	70 a 80
Fábrica com restaurante	por operário	100
Usina de leite	por litro de leite	5
Matadouros de animais de grande porte	por animal	300
Matadouros de animais de peq. porte	por animal	150
Piscinas domiciliares	por área	2 cm de lâmina de água

Tabela 2 - Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

<b>Natureza do local</b>	<b>Taxa de ocupação</b>
Prédio de apartamentos	2 pessoas por dormitório
Prédio de escritórios:	
- uma só entidade locadora	1 pessoa por 7 m <sup>2</sup> de área
- mais de uma entidade locadora	1 pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área
- Segundo o código de obras do R.J.	6 litros por m <sup>2</sup> de área útil
Restaurantes	1 pessoa por 1,5 m <sup>2</sup> de área
Teatros e cinemas	1 cadeira para cada 0,70 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimento térreo)	1 pessoa por 2,5 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimentos superiores)	1 pessoa por 5,0 m <sup>2</sup> de área
Supermercados	1 pessoa por 2,5 m <sup>2</sup> de área
Shopping Centers	1 pessoa por 5,0 m <sup>2</sup> de área
Salões de hotéis	1 pessoa por 5,5 m <sup>2</sup> de área
Museus	1 pessoa por 5,5 m <sup>2</sup> de área

## 8.2. Capacidade dos reservatórios

A capacidade dos reservatórios não pode ser inferior ao consumo diário calculado e recomenda-se que não seja superior a 3 vezes o mesmo.

Tudo vai depender da região onde o projeto está sendo implantado. Existem regiões de São Paulo que raramente faltam água como por exemplo a área da Av. Paulista, por causa da grande concentração de hospitais. Nessas regiões, podemos calcular pela capacidade mínima. Outras regiões da grande S. Paulo não têm a mesma sorte. Podem ficar dias sem abastecimento. O importante é ficar atento na hora de projetar ou se quiser, adotar a média: 1,5 vezes a estimativa diária de consumo.

### 8.2.1. Reservatórios em edifícios

De acordo com a Sabesp, se a edificação tiver mais de 3 pavimentos (térreo + 2), é obrigatória a divisão da capacidade calculada do reservatório em um reservatório inferior e em um reservatório superior. Essa divisão deve respeitar a seguinte proporção:

- Reservatório superior: 2/5 do total (40%)
- Reservatório inferior: 3/5 do total (60 %)

Se os reservatórios tiverem capacidade superior a 4.000 litros eles devem ser divididos em duas células de volume igual visando a manutenção e a limpeza

#### 8.2.1.1. Reserva de Incêndio

Além do volume calculado para consumo, devemos acrescentar ao reservatório a água destinada aos hidrantes ou outros dispositivos de combate a incêndio. Este volume varia de acordo com a cidade ou o estado por causa das normas do Corpo de bombeiros.

De acordo com as normas do Corpo de Bombeiros de São Paulo, a reserva de incêndio varia de acordo com o tipo da edificação, da área construída e do tipo de esguicho do hidrante.

Por exemplo, para um edifício residencial, a reserva de incêndio pode variar de 5 m<sup>3</sup> (para edifícios com área construída menor que 2.500 m<sup>2</sup>) até 47 m<sup>3</sup> (para edifícios com área superior a 50.000 m<sup>2</sup>)

Tabela - Volume de reserva de incêndio mínima (m<sup>3</sup>) (fonte: Corpo de Bombeiros do Estado de S. Paulo)

Tabela 3 – Tipo de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 46.076/01				
	A-2, A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/M²), D-2, D-3 (até 300 MJ/M²), D-4 (até 300 MJ/M²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/M²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	D-1 (acima de 300 MJ/m²), D-3 (acima de 300 MJ/m²), D-4 (acima de 300 MJ/m²); B-1; B-2; C-2 (acima de 300 até 800 MJ/m²), C-3, F-5, F-6, F-7, F-9, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m²)	C-2 (acima de 800 MJ/m²), F-1 (acima de 300 MJ/m²); F-10, G-5, I-2 (acima de 800 MJ/m²), J-3 (acima de 800 MJ/m²), L-1 e M-1	I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 2.500 m²	Tipo 1 R.I. 5 m³	Tipo 2 R.I. 8 m³	Tipo 3 R.I. 12 m³	Tipo 3 R.I. 16 m³	Tipo 3 R.I. 20 m³
Acima de 2.500 até 5.000 m²	Tipo 1 R.I. 8 m³	Tipo 2 R.I. 12 m³	Tipo 3 R.I. 18 m³	Tipo 4 R.I. 25 m³	Tipo 4 R.I. 35 m³
Acima de 5.000 até 10.000 m²	Tipo 1 R.I. 12 m³	Tipo 2 R.I. 18 m³	Tipo 3 R.I. 25 m³	Tipo 4 R.I. 35 m³	Tipo 5 R.I. 55 m³
Acima de 10.000 até 20.000 m²	Tipo 1 R.I. 18 m³	Tipo 2 R.I. 25 m³	Tipo 3 R.I. 35 m³	Tipo 5 R.I. 48 m³	Tipo 5 R.I. 80 m³
Acima de 20.000 até 50.000 m²	Tipo 1 R.I. 25 m³	Tipo 2 R.I. 35 m³	Tipo 3 R.I. 48 m³	Tipo 5 R.I. 70 m³	Tipo 5 R.I. 110 m³
Acima de 50.000 m²	Tipo 1 R.I. 35 m³	Tipo 2 R.I. 47 m³	Tipo 3 R.I. 70 m³	Tipo 5 R.I. 100 m³	Tipo 5 R.I. 140 m³

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À OCUPAÇÃO

Grupo	Ocupação/uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação <del>unifamiliar</del>	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação <del>multifamiliar</del>	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos. E assemelhados
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se <del>apart-hotéis</del> , hotéis residenciais) e assemelhados
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de <del>incêndio</del>	Armarinhos, artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de <del>incêndio</del>	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	Shoppings centers	Centro de compras em geral (shopping centers)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleiros, centros profissionais e assemelhados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados

Esguicho tipo 1 - 25 ou 32 mm de diâmetro e 45 m de comprimento e Esguicho tipo 2 - 40 mm de diâmetro e 30 m de comprimento

Para maiores informações e maiores detalhes, consulte a Instrução Técnica I.T. número 22 e outras I.T.'s do Corpo de Bombeiros do Estado de S. Paulo ([www.polmil.sp.gov.br/ccb/pagina15.html](http://www.polmil.sp.gov.br/ccb/pagina15.html)):

### 8.2.1.2. Reserva de ar condicionado

Se o edifício possuir sistema de ar condicionado, também deverá ser previsto uma reserva de água para o mesmo. Esse volume varia de acordo com o fornecedor e do tipo de sistema de ar condicionado.

## 8.3. Exemplos de Cálculo de reservatório:

### 8.3.1. Reservatório residencial

Dimensionar o reservatório de uma residência com 3 dormitórios, 2 banheiros, cozinha, área de serviço, dormitório de empregada e banheiro de empregada.

- Segundo a norma, o que nos interessa é o **número de dormitórios: 3** e se tem dependência de empregada, pois devemos acrescentar **200 litros por dependência de empregada**

- A taxa de ocupação é de **2 pessoas por dormitório** em residências

- A estimativa de consumo depende do padrão da residência e pode variar entre 200 e 400 litros *per capita*. Vamos adotar um valor intermediário de **250 litros per capita/dia**

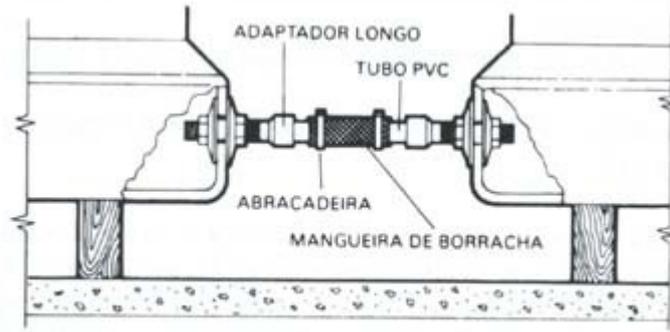
- A capacidade do reservatório pode variar de 1 a 3 dias. Vamos adotar a média **1,5 dia**.

Portanto, a capacidade do reservatório será:

Número de dormitórios	taxa de ocupação	estimativa de consumo (l/dia)	Capacidade em dias	Extras (dependência de empregada)	TOTAL ( l )
3	2	250	1,5	200	2.550

Total = [(3 x 2 x 250) + 200] x 1,5 = 2.550 litros

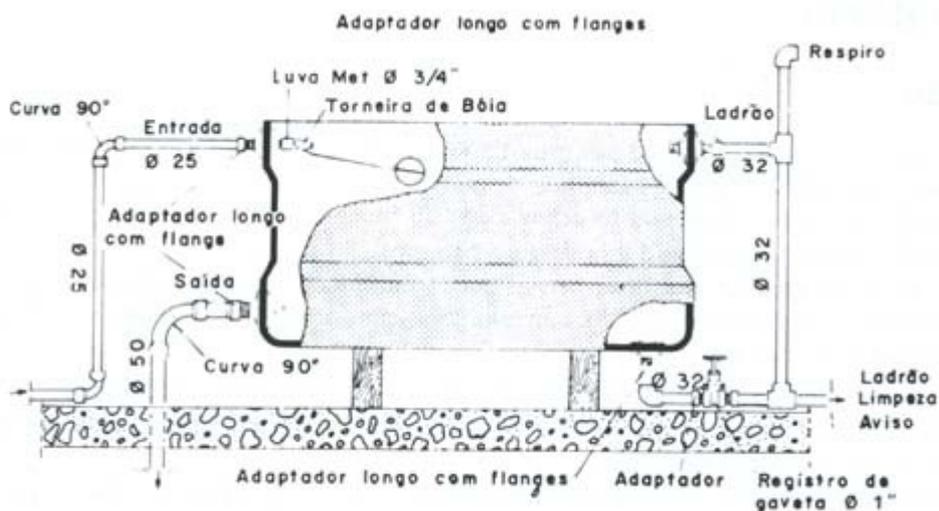
Agora é só adaptar o volume calculado às dimensões comerciais disponíveis e ao seu projeto arquitetônico. Podemos adotar, por exemplo, dois reservatórios de 1.000 litros mais um de 500 litros, totalizando 2.500 litros. No caso de se utilizar mais de um reservatório, eles devem ser ligados conforme a ilustração a seguir, seguindo o conceito dos vasos comunicantes.



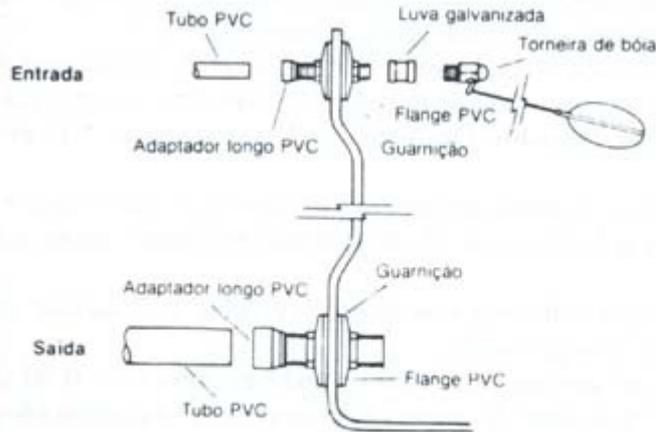
Ligação de duas caixas de fibrocimento Brasilit.

Além da tubulação de saída para os pontos de alimentação, ainda existem as tubulações:

- A. Entrada - que faz a alimentação do reservatório através de uma torneira de bóia. Ao atingir o nível máximo, a bóia fecha automaticamente a torneira.
- B. Extravasor ou "ladrão" - tubulação que evita o transbordamento do reservatório caso a torneira de bóia não funcione adequadamente. Se a bóia quebrar, a água entra na tubulação do extravasor que a canaliza até um local de fácil visualização, geralmente dentro da área de um "box" ou sobre a área do jardim da casa, saindo do telhado, avisando o usuário que algo está errado. O tubo do extravasor deve ter diâmetro mínimo de 25 mm e superior ao do tubo de entrada, caso contrário, não terá condição de escoar adequadamente a água.
- C. Limpeza - A tubulação de limpeza sai da parte inferior do reservatório e une-se à tubulação do extravasor. A cada seis meses devemos limpar o reservatório e a água da limpeza deve ser canalizada através dessa tubulação para ser descartada abrindo-se o registro de gaveta.



Caixa d'água Brasilit.



Montagem das tubulações de entrada e saída de água com tubos e conexões de PVC.

### 8.3.2. Reservatório de um edifício residencial:

Dimensionar o reservatório de um edifício residencial de 10 andares com 4 apartamentos por andar, mais apartamento de zelador. Cada apartamento tem 2 dormitórios, 2 banheiros, cozinha e área de serviço.

- **Número de dormitórios: 2** e sem dependência de empregada. Mas o edifício possui **10 andares, 4 aptos por andar** e dependência para **zelador**, o que determina um acréscimo de 600 a 1.000 litros por dia no reservatório. Adotaremos a média de **800 litros**

- A taxa de ocupação é de **2 pessoas por dormitório** em residências ou apartamentos

- A estimativa de consumo depende do padrão da residência e pode variar entre 120 e 400 litros *per capita*. Vamos adotar um valor intermediário de **250 litros per capita/dia**

- A capacidade do reservatório pode variar de 1 a 3 dias. Vamos adotar a média **1,5 dia**.

Portanto, a capacidade do reservatório será:

Número de dormitórios	No. de andares	No. de aptos por andar	taxa de ocupação	estimativa de consumo (l/dia)	Extras (zelador)	Capacidade em dias	TOTAL (l)
2	10	4	2	250	800	1,5	61.200

Total = [(2 x 10 x 4 x 2 x 250) + 800] = 40.800 litros por dia

e 40.800 x 1,5 = 61.200 litros para 1,5 dia

Como o edifício ultrapassa 3 pavimentos, esse volume deve ser dividido entre o reservatório inferior e reservatório superior. Alguns autores determinam que o reservatório superior deve ter a capacidade de 1 dia de consumo e que o inferior deve ter a capacidade de reserva de 1,5 dia do consumo, totalizando 2,5 dias.

Vamos dividir o volume total de 61.200 l (1,5 dia) entre o reservatório superior e o inferior:

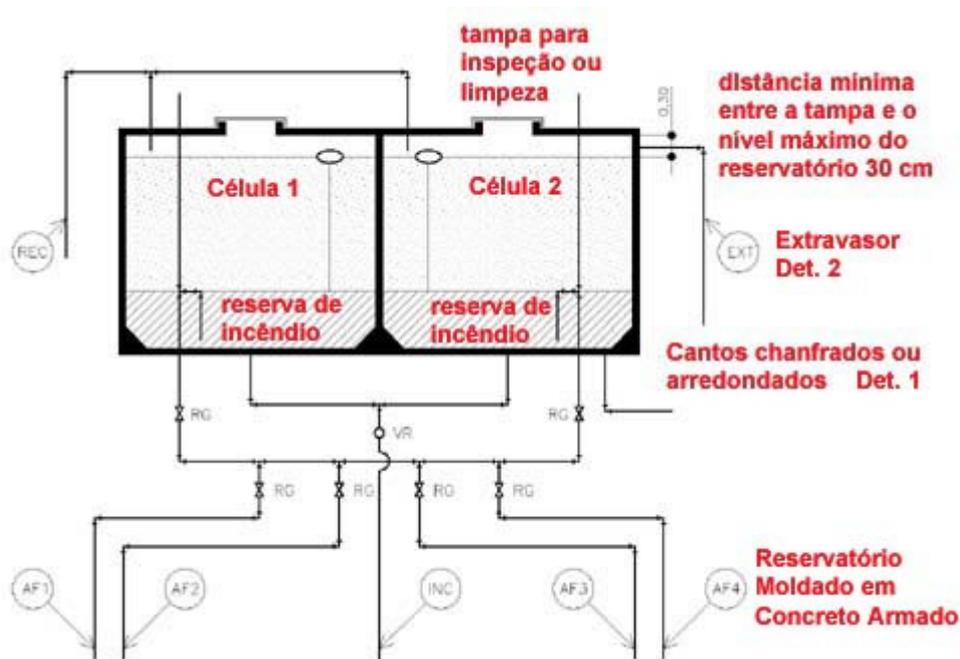
- Reservatório superior: 2/5 do total (40%) - 24.480 litros

- Reservatório inferior: 3/5 do total (60%) - 36.720 litros

Como a capacidade ultrapassa 4.000 litros, os reservatórios devem ser divididos em 2 células para facilitar a manutenção e limpeza.

- Reservatório superior: 2/5 do total (40%) - 2 células de 12.240 litros

- Reservatório inferior: 3/5 do total (60%) - 2 células de 18.360 litros

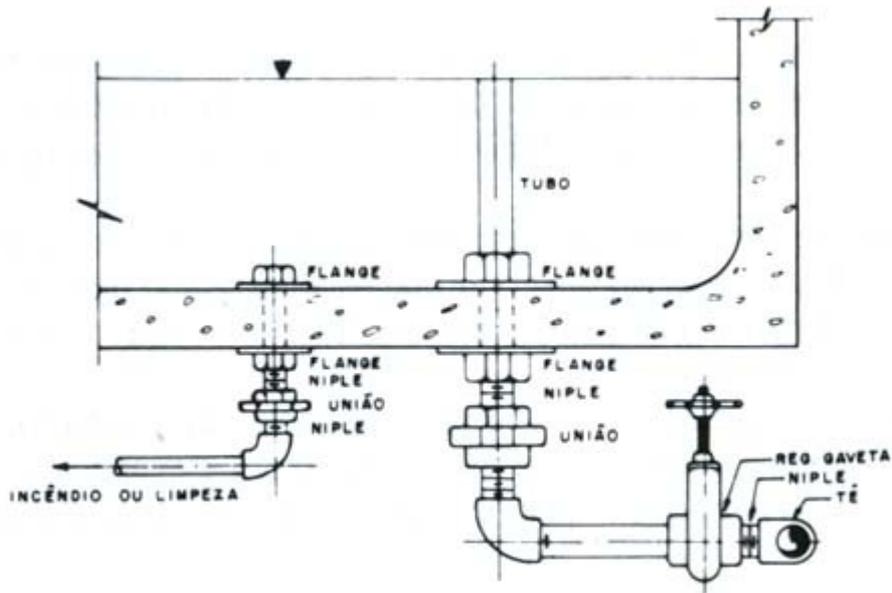


Não se esqueçam da Reserva de Incêndio. Levando-se em consideração que este edifício de 10 andares (T+10) possui aproximadamente 3.500 m<sup>2</sup> de área construída, necessita de no mínimo 8.000 litros (8 m<sup>3</sup>) de reserva de incêndio. Esse volume pode ser concentrado no reservatório superior para ser utilizado por gravidade. No caso de dividir a reserva com o reservatório inferior deve ser previsto um conjunto de bomba de incêndio independente da bomba de recalque:

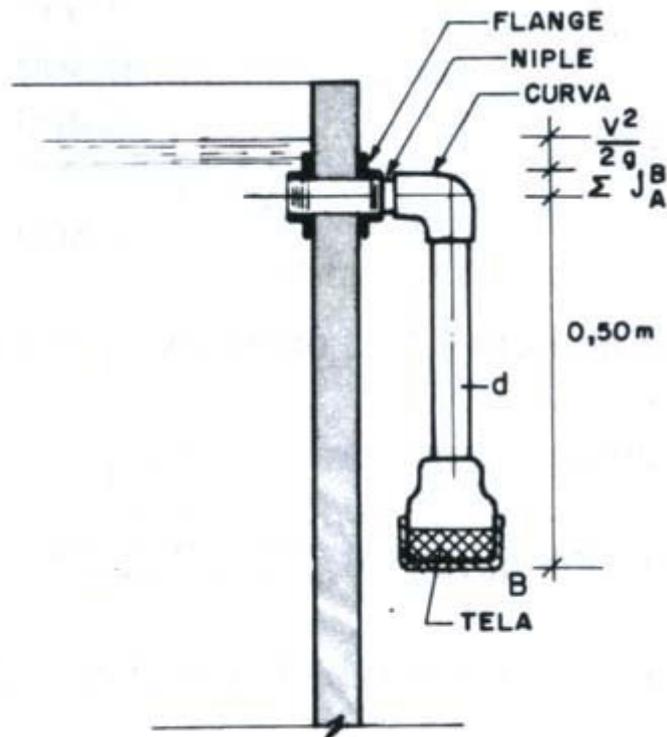
Volume total = 61.200 + 8.000 litros de reserva de incêndio = 69.200 litros.

- Reservatório superior: 2/5 do total (40%) - 27.680 litros

- Reservatório inferior: 3/5 do total (60%) - 41.520 litros

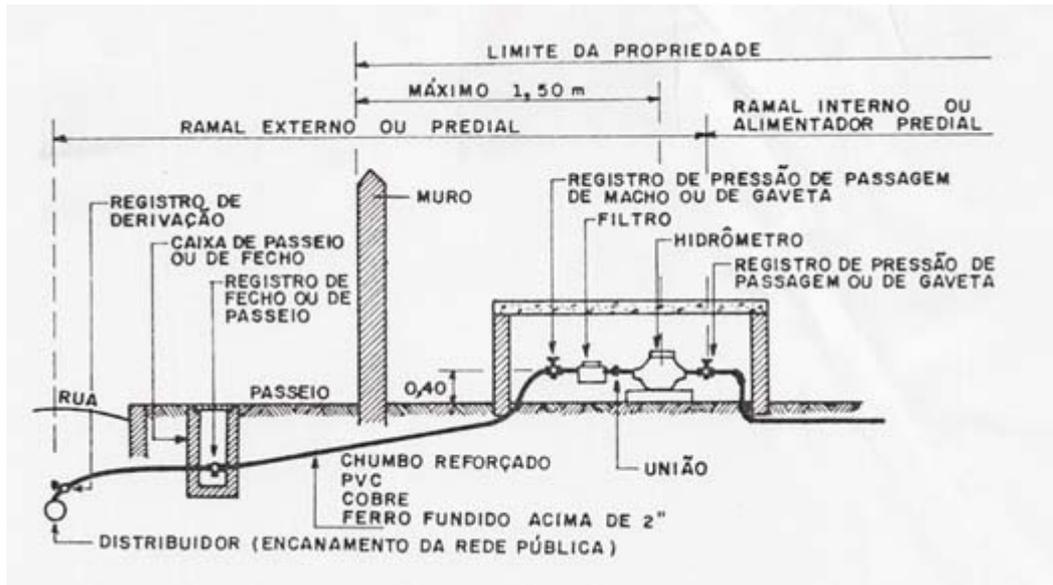


Saídas de água em reservatório de concreto.



Extravasador de um reservatório.

## 9. Dimensionamento do Ramal e do Alimentador Predial



### 9.1. Ramal Predial

O dimensionamento do Ramal Predial, que é a tubulação que compreende o trecho entre o distribuidor (rede pública) e o hidrômetro da edificação depende da concessionária local. Na cidade de São Paulo é de responsabilidade da Sabesp e segue a seguinte tabela:

Consumo provável (m <sup>3</sup> /dia) até	LIGAÇÃO		HIDRÔMETRO		CAVALETE		ABRIGO
	diâmetro externo (mm)	Material	Consumo provável (m <sup>3</sup> /dia) até	Vazão característica (m <sup>3</sup> /h)	Diâmetro (mm)	Material	Dimensões internas (m)
16	20	PEAD	5	3	19	FºGº	0,85x0,65x0,30
			8	5	19		
			11	7	25		
			16	10	25		
30	20	PEAD	30	20	38	FºGº	0,85x0,65x0,30
50	32	PEAD	50	30	50	FºGº	2,00x0,90x0,40
100	32	PEAD	300		50	FºFº	2,00x0,90x0,40
	50	FºFº					
300	50	FºFº	300		75	FºGº	2,30x1,10x0,50
1100	75	FºFº	1100		100	FºFº	3,00x1,25x0,80
1800	100	FºFº	1800		150	FºFº	3,20x1,50x0,80
4000	130	FºFº	4000		200	FºFº	3,20x1,50x0,80
6500	200	FºFº	6500				

### 9.2. Alimentador Predial

O dimensionamento do alimentador predial que é a tubulação existente entre o hidrômetro e o reservatório superior em uma residência com até 3 pavimentos segue a seguinte tabela:

Velocidade (m/s)	Diâmetro Nominal (mm)									
	20	25	32	40	50	60	75	100	125	150
	Consumo Diário (m3)									
<b>0,6</b>	16,3	25,4	41,7	65,1	101,8	146,6	229,0	407,2	636,2	916,1
<b>1,0</b>	27,1	42,4	69,5	108,6	169,6	244,3	381,7	678,5	1060,2	1526,8

A velocidade no alimentador predial deve se situar entre 0,6 e 1,0 m/s e o dimensionamento é feito de acordo com a estimativa do consumo diário em metros cúbicos.

Reparem que para um consumo diário de até 16,3 m<sup>3</sup> com uma velocidade de 0,6 m/s, o diâmetro do alimentador é de 20 mm (diâmetro mínimo).

Para um edifício, além do alimentador predial, temos que dimensionar a tubulação de aspiração e a de recalque das bombas. Quando um edifício possui mais de 3 pavimentos, vai ter um reservatório inferior e um reservatório superior. A água terá que ser recalçada do reservatório inferior para o superior através de uma bomba.

Para o dimensionamento da tubulação de recalque, a norma recomenda o uso da fórmula de Forchheimer:

$$D_r = 1,3 \sqrt{Q} \sqrt{X}$$

$D_r$  = diâmetro nominal do tubo de recalque

$Q$  = vazão da bomba em m<sup>3</sup>/s

$X = h / 24$  ( $h$  = número de horas de funcionamento da bomba em um período de 24 h)

ou utilizando o ábaco

Cálculo da vazão da bomba em m<sup>3</sup>/s

Segundo a Norma 5626/82, a vazão mínima da bomba deve ser igual a 15% do consumo diário. Como o nosso consumo diário calculado é de 40.800 litros por dia no nosso exemplo:

$$Q = 0,15 \times 40.800$$

$$Q = 6.120 \text{ litros/hora (vazão mínima)}$$

Entretanto, uma bomba de edifício residencial deve funcionar em 3 períodos de 1,5 hora cada por dia, totalizando 4,5 horas de funcionamento a cada 24 horas, então a vazão adotada será:

$$Q = 40.800 / 4,5$$

$$Q = 9.066,7 \text{ litros/hora (vazão adotada - maior que a mínima)}$$

$$Q = 9,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Oy Transformando em litros/s e em m<sup>3</sup>/s

$$Q = (9.066,7 / 3.600) = 2,52 \text{ litros/s}$$

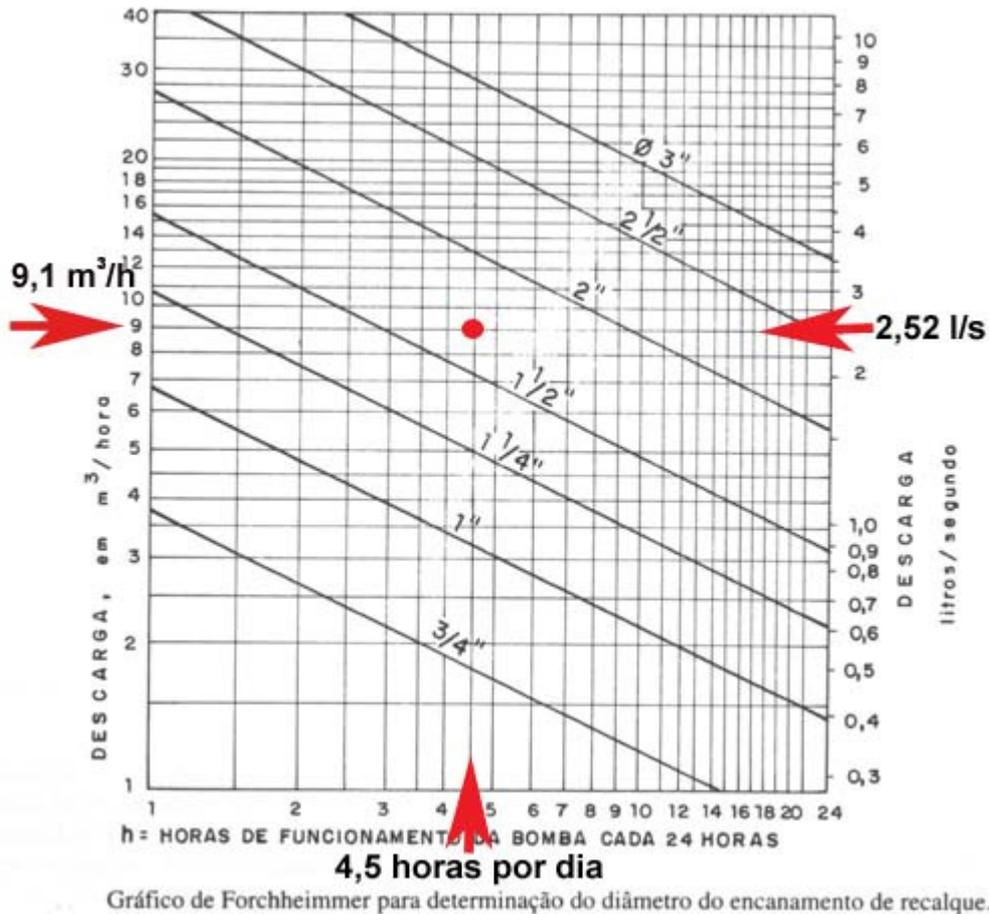
## Cálculo do funcionamento da bomba a cada 24 horas (X)

Como foi dito, bomba deve funcionar em 3 períodos de 1,5 hora por dia, totalizando 4,5 horas a cada 24 horas

$$X = 4,5 / 24$$

$$X = 0,1875$$

Aplicando os valores no ábaco:



Vamos obter valores entre 1 1/2" (40mm) e 2" (50mm). Adotando o valor de 50 mm, com uma vazão de 2,52 l/s, encontramos no ábaco de Fair-Whipple-Hsiao, os valores de velocidade (v) e da Perda de Carga unitária (J): v = 1,3 m/s e J = 0,038 m/m

A tubulação de aspiração da bomba do reservatório inferior deve ser de diâmetro comercial acima do tubo de recalque: DN = 60 mm.

Se as perdas de carga no trecho da tubulação de recalque forem inferiores a 15% do valor da altura manométrica (h), podemos adotar esses valores calculados.