

**Projeto Básico Hidráulico – Adequação de Instalações de
Água Fria para Medição Individualizada de Consumo da
Câmara Municipal de Várzea Paulista – Memorial Descritivo
e de Cálculo**

Autor do Projeto:

Eng. Igor Tomé – CREA 5070503562 SP

Data Ref: Mai/21

Sumário

1. MEMORIAL DESCRITIVO.....	3
2. MEMORIAL DE CÁLCULO	4
2.1 Estimativa do consumo mensal médio.....	4
2.2 Dimensionamento dos Reservatórios	5
2.3 Dimensionamento e especificação do hidrômetro	7
2.4 Dimensionamento da alimentação predial	10
3.REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS	13

1. MEMORIAL DESCRITIVO

Cliente: Câmara Municipal de Várzea Paulista

Localização: Av. Fernão Dias Paes Leme, 284 - Centro, Várzea Paulista - SP, 13220-005.

Descrição: Edificação térrea de alvenaria/concreto armado convencional, com 545,97 m² de área construída, inserida no centro de terreno da Prefeitura Municipal de Várzea Paulista (este com mais de 18.000 m²) e distante cerca de 65 metros da via pública de acesso. O pé-direito da edificação é de 3,52 metros. Na edificação estão os gabinetes dos vereadores do município, o plenário onde acontecem as Sessões Públicas, a sala do Presidente da Câmara, Secretaria, Administração, Recepção e demais ambientes de apoio (Sala de T.I., Depósito). Os ambientes que possuem instalações de água fria estão abaixo descritos:

- 1 Copa/Cozinha
- 7 Banheiros, sendo 3 pares Masc./Fem. (para os gabinetes, para a recepção e para o plenário) e um banheiro exclusivo para a sala do Presidente

Atualmente, as instalações estão alimentadas pela rede de distribuição que atende também às edificações da prefeitura presentes no mesmo terreno. Há interesse da Administração da Câmara em individualizar a medição de consumo de água da edificação exclusiva da Câmara para fins contábeis. As instalações internas à edificação são atendidas por três caixas d'água de 360, 500 e 1000L, abastecidas por mangueiras de 20mm dispostas sobre as lajes da edificação, interligadas à alimentação que sobe da calçada externa pela parede lateral do plenário em um tubo de PVC de 25mm.

O escopo do projeto pode ser dividido em três partes:

- Cálculo do consumo médio estimado da edificação e dimensionamento de hidrômetro individual
- Adequação da rede de distribuição externa à edificação até o cavalete onde será instalado o hidrômetro individual da Câmara
- Adequação das caixas d'água e das tubulações que as abastecem sobre as lajes da edificação

As premissas adotadas e cálculos subsequentes necessários à elaboração do projeto estão demonstrados na seção a seguir.

2. MEMORIAL DE CÁLCULO

2.1 Estimativa do consumo mensal médio

Para a estimativa do consumo mensal de água, são tomados como base em duas metodologias de cálculo; a primeira baseada no Anexo B da NTS 181 da Sabesp; a segunda baseada no Anexo C da mesma norma e das informações obtidas em levantamento de campo.

Cálculo pelo Anexo B:

Tomando a edificação como equivalente a "Edifício Comerical", temos:

$$\text{Área construída} = 545,97 \text{ m}^2$$

$$\text{Consumo médio estimado} = 0,0615 \times 545,97 = \mathbf{33,58 \text{ m}^3/\text{mês}}$$

Cálculo pelo Anexo C:

Tomando a edificação como equivalente a "Escritórios e consultório", e sabendo que a edificação abriga 43 funcionários permanentes e um plenário com capacidade para 50 pessoas (admitindo-se, à favor da segurança, 50% do tempo com plenário ocupado), temos:

$$\text{População} = 43 + (0,50 \times 50) = 68 \text{ pessoas}$$

Pode-se usar a taxa de ocupação de acordo com a natureza do local, de Creder (1991), como sendo, para "Escritórios", de uma pessoa por 6,00 m² de área:

$$\text{População} = 545,97 / 6,00 = 91 \text{ pessoas}$$

Este último cálculo seria equivalente a tomarmos a ocupação total do plenário acontecendo em 100% do tempo. Ainda assim, para evitar eventual subestimação do consumo médio mensal, adotaremos:

$$\text{População} = 80 \text{ pessoas}$$

Voltando ao Anexo C, temos um Consumo, em L/dia, de 30 a 50 *per capita*:

$$\text{Consumo}_{\text{lim-inferior}} = 30 \times 80 = 2400 \text{ L/dia} = 2,4 \text{ m}^3/\text{dia} = \mathbf{72 \text{ m}^3/\text{mês}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{lim-superior}} = 50 \times 80 = 4000 \text{ L/dia} = 4,0 \text{ m}^3/\text{dia} = \mathbf{120 \text{ m}^3/\text{mês}}$$

Fica definida então, a faixa de consumo provável:

$$\text{Consumo provável mensal} = 34 \text{ a } 120 \text{ m}^3/\text{mês}$$

2.2 Dimensionamento dos Reservatórios

A fim de evitar a falta de água em eventual interdição do abastecimento pela concessionária, faz-se necessária a reserva de água em caixas d'água na própria edificação. A NBR 5626 recomenda que a reserva de água seja suficiente para atender ao consumo de 24 horas sem abastecimento pela rede pública.

$$\text{Consumo provável mensal médio} = (34 + 120) / 2 = 77 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$\text{Consumo diário} = 77 / 30 = 2,56 \text{ m}^3/\text{dia} = 2.560 \text{ L}/\text{dia}$$

Faz-se necessário reservar, então, 2.560 litros de água na edificação.

Atualmente, a edificação conta com 3 caixas d'água, dispostas da seguinte maneira:

- 1 caixa d'água de 360 L que atende à copa/cozinha e banheiros dos gabinetes
- 1 caixa d'água de 500 L que atende aos banheiros da recepção
- 1 caixa d'água de 1000 L que atende aos banheiros do plenário e ao banheiro da Sala do Presidente

Somando os volumes dos três reservatórios, temos um volume de água reservada insuficiente, além de que as caixas d'água que hoje atendem à edificação são feitas de amianto, e não atendem mais ao exigido pela NBR 5626.

Para este projeto, define-se a substituição das caixas d'água atuais por novas, de polietileno, e a distribuição de seus volumes se dará pela proporção dos pesos, pelo Método dos Pesos (NBR 5626:1998), dos aparelhos sanitários atendidos de cada caixa d'água.

Tabela 1 - Pesos relativos nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização. (NBR 5626:1998)

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projetos L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15	0,3
			por metro de calha	
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,1	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2	0,4

A lista total de aparelhos sanitários é:

Caixa d'água 1 (Copa/Cozinha):

- 1 Torneira de Pia de Cozinha
- 1 Registro de Pressão de Bebedouro (Filtro)
- 2 Torneiras de Lavatório
- 2 Caixas de Descarga para Bacia Sanitária

Caixa d'água 2 (Recepção):

- 2 Torneiras de Lavatório
- 2 Caixas de Descarga para Bacia Sanitária

Caixa d'água 3 (Recepção):

- 3 Torneiras de Lavatório
- 4 Válvulas de Descarga para Bacia Sanitária
- 2 Misturadores para Ducha Pequena
- 1 Caixa de Descarga para Bacia Sanitária

Com isso, são apresentadas as tabelas abaixo:

Tabela 2 - Distribuição de pesos relativos nas caixas d'água.

Caixa D'água	Aparelho Sanitário	Peça de Utilização	Quantidade	Peso Relativo Unitário	Peso Relativo Total
1	Pia de Cozinha	Torneira	1	0,25	0,25
1	Bebedouro (Filtro)	Registro de pressão	1	0,10	0,10
1	Lavatório	Torneira	2	0,15	0,30
1	Bacia Sanitária	Caixa de Descarga	2	0,15	0,30
2	Lavatório	Torneira	2	0,15	0,30
2	Bacia Sanitária	Caixa de Descarga	2	0,15	0,30
3	Lavatório	Torneira	3	0,15	0,45
3	Bacia Sanitária	Válvula de Descarga	4	1,70	6,80
3	Ducha Pequena	Misturador	2	0,20	0,40
3	Bacia Sanitária	Caixa de Descarga	1	0,15	0,15

Tabela 3 - Volume de água adotado nas caixas d'água.

Caixa D'água	Peso Total	% Relativa	Reserva (L)	Reserva Adotada (L)
1	0,95	10,16%	260	500
2	0,60	6,42%	164	500
3	7,80	83,42%	2136	1000*
Total	9,35	100,00%	2560	2000

Por motivos de disponibilidade comercial e também pela maior assiduidade do uso nas áreas da Caixa D'água 1 e 2 foram adotadas caixas d'água de polietileno de 500L, enquanto que para a Caixa D'água 3 idealmente sugere-se uma caixa de 2000L, porém, devido ao acréscimo de carga estrutural que essa troca ocasionaria e falta de informações (projeto) da estrutura existente, recomenda-se a simples substituição da caixa atual de fibrocimento por uma de 1000L de polietileno.

2.3 Dimensionamento e especificação do hidrômetro

Neste projeto, a depender de decisão administrativa, optar-se-á por uma medição individualizada interna à própria Câmara, com hidrômetro instalado em cavalete a construir onde hoje existe um registro bruto que interrompe o abastecimento da Câmara, ou instalação de hidrômetro pela própria concessionária, gerando conta de

consumo de água própria da Câmara, em ampliação do cavalete existente no passeio público na Av. Fernão Dias Paes Leme.

Na opção de medição interna da Câmara, abaixo está apresentado o dimensionamento e especificação do hidrômetro a ser utilizado.

Em consulta ao Anexo D2 da NTS 181 da Sabesp, obtém-se a tabela de dimensionamento abaixo.

Tabela 4 - Quadro para dimensionamento de hidrômetro. Fonte: NTS 181 (Sabesp).

CONSUMO PROVÁVEL (m ³ / mês)	HIDRÔMETRO VAZÃO MÁXIMA DESIGNAÇÃO USUAL	UNIDADE DE MEDIDA	DIÂMETRO DO HIDRÔMETRO (mm)
2,9 – 180	1,5	m ³ /h	20
3,6 – 360	3,0		20
9,0 – 900	5		20
12,6 – 1.260	7		25
18,0 – 1.800	10		25
36,0 – 3.600	20		40
54,0 – 5.400	30		50
32,4 – 5.400	300	m ³ /dia	50
86,4 – 10.800	1.100		80
129,6 – 18.000	1.800		100
324,0 – 54.000	4.000		150
540,0 – 90.000	6.500		200

O consumo provável calculado no item 2.1 deste memorial enquadra-se na primeira faixa, possibilitando a adoção de hidrômetro com Vazão Máxima de 1,5 m³/h e Diâmetro de 20mm.

Verificando a vazão máxima:

$$Q = \text{Consumo provável máximo} = 120 \text{ m}^3/\text{mês} = 120 / (24 \times 30) = 0,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K_1 = \text{Coeficiente do dia de maior consumo (NBR 12211, valor adotado)} = 1,2$$

$$K_2 = \text{Coeficiente da hora de maior consumo (NBR 12211, valor adotado)} = 1,5$$

$$Q_{\text{máx}} = \text{Vazão máxima de segurança} = 0,17 \times 1,2 \times 1,5 = 0,31 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow \text{OK!}$$

Além da verificação da vazão máxima, é necessário considerar a perda de carga localizada no hidrômetro, que pode ser calculada pela equação abaixo (NBR 5626:1998):

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\text{máx}})^{-2}$$

Em que:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em kPa

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s

$Q_{\text{máx}}$ = Vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h

Para um hidrômetro com $Q_{\text{máx}}$ de 1,5 m³/h:

$$\Delta h = \left(36 \times 0,31 \times \frac{1000}{3600} \right)^2 \times (1,5)^{-2} = 4,27 \text{ kPa} \Rightarrow 0,4 \text{ m.c.a}$$

Enquanto que para um hidrômetro de $Q_{\text{máx}}$ de 3,0 m³/h:

$$\Delta h = \left(36 \times 0,31 \times \frac{1000}{3600} \right)^2 \times (3,0)^{-2} = 1,07 \text{ kPa} \Rightarrow 0,1 \text{ m.c.a}$$

Como a tubulação desde o ponto de entrega da Sabesp (garantia de 10 m.c.a de pressão disponível) até o abastecimento da edificação é extenso, é recomendável tomar quaisquer medidas a fim de reduzir a perda de carga, enquanto que um hidrômetro com $Q_{\text{máx}}$ 3,0 m³/h continua a atender o disposto na Tabela 4.

A especificação do hidrômetro a ser instalado é:

- **Hidrômetro Unijato DN20, Q_{máx} 3,0 m³/h, Classe Metrológica B, 115mm – Sugestão de Modelo: Elster 17052 ou similar**

2.4 Dimensionamento da alimentação predial

Quando da opção por instalar novo hidrômetro da concessionária na ampliação de cavalete existente em passeio público da Av. Fernão Dias Paes Leme, faz-se necessária a execução de novo ramal de alimentação predial, a fim de separar as redes de abastecimento dos edifícios da Prefeitura dos da Câmara. A tubulação de alimentação predial começará logo após o cavalete de entrada, estendendo-se até as caixas d'água. O número de conexões e registros, bem como o comprimento das tubulações podem ser verificados nas folhas de projeto. Abaixo estão duas tabelas para auxílio do cálculo da perda de carga.

Tabela 5 - Referência para dimensões de tubulações em PVC. Fonte: Macintyre (2017).

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída bilateral	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válvula retenção		Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro ângulo aberto
DN (mm)	Ref. (pol.)												Tipo leve 	Tipo pesado 			
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,5	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Tabela 6 - Comprimentos equivalentes para conexões em tubulação de PVC. Fonte: Macintyre (2017).

Diâmetro nominal de projeto		Junta	Diâmetro		Espes- sura da parede	Área útil	Peso Unitário		Pressão de Serviço
mm	ref.		Externo	Interno			Teórico	Cheio	
		tipo	mm	mm	mm	cm ²	kgf/m	kgf/m	kPa
10	3/8	SOLDA	16	13,0	1,5	1,327	0,105	0,238	750
		ROSCA	17	13,0	2,0	1,327	0,140	0,273	750
15	½	SOLDA	20	17,0	1,5	2,270	0,133	0,360	750
		ROSCA	21	16,0	2,5	2,011	0,220	0,421	750
20	¾	SOLDA	25	21,6	1,7	3,664	0,188	0,554	750
		ROSCA	26	20,8	2,6	3,398	0,280	0,620	750
25	1	SOLDA	32	27,8	2,1	6,070	0,295	0,902	750
		ROSCA	33	26,6	3,2	5,557	0,450	1,006	750
32	1 ¼	SOLDA	40	35,2	2,4	9,731	0,430	1,403	750
		ROSCA	42	34,8	3,6	9,511	0,650	1,601	750
40	1 ½	SOLDA	50	44,0	3,0	15,205	0,660	2,181	750
		ROSCA	48	40,0	4,0	12,566	0,820	2,077	750
50	2	SOLDA	60	53,4	3,3	22,396	0,870	3,110	750
		ROSCA	60	50,8	4,6	20,268	1,170	3,197	750
65	2 ½	SOLDA	75	66,6	4,2	34,837	1,370	4,854	750
		ROSCA	75	64,0	5,5	32,170	1,750	4,967	750
80	3	SOLDA	85	75,6	4,7	44,888	1,760	6,259	750
		ROSCA	88	75,6	6,2	44,888	2,300	6,789	750
100	4	SOLDA	110	97,8	6,1	75,122	2,950	10,462	750
		ROSCA	113	97,8	7,6	75,122	3,700	11,212	750

Numa primeira rodada, admite-se tubulações de DE 25mm (DN ¾" ou DN20), pois é uma tubulação compatível com o hidrômetro escolhido.

Toma-se como crítica a alimentação da caixa d'água acima da recepção, pois é a que tem mais conexões ao longo do caminho e maior comprimento da tubulação.

A tabela abaixo relaciona as conexões compreendidas entre o cavalete no passeio público e a alimentação da caixa d'água acima da recepção.

Tabela 7 - Comprimentos equivalentes, reais e totais de tubulações e conexões da alimentação predial.

DN	Conexão	Quantidade	L equivalente (m)	L equivalente total (m)
3/4"	Joelho 90º	12	1,2	14,4
3/4"	Tê saída bilateral	1	2,4	2,4
3/4"	Tê saída direta	1	0,8	0,8
3/4"	Joelho 45º	2	0,5	1
3/4"	Registro de Gaveta	2	0,2	0,4
3/4"	Tubulação	147	1	147
			Total	166

De posse do comprimento total, da vazão máxima, da pressão disponível e dos desníveis entre o hidrômetro (ponto onde se garante pressão de 10 m.c.a.), utiliza-se a fórmula de Fair-Whipple-Hsiao (NBR 5626:1998) para determinar a perda de carga na alimentação predial a fim de garantir uma pressão dinâmica de pelo menos 0,5 m.c.a. na caixa d'água crítica.

$$P_{caixa-d'água} = P_{hidrômetro} + \Delta h - \Delta H$$

$$P_{hidrômetro} = 10 \text{ m.c.a. (mínimo concessionária)}$$

$$\Delta h = -3,76 \text{ m (diferença de nível da caixa pro hidrômetro)}$$

$$\Delta H = J \times L ; J = \text{Perda de carga na tubulação (Fair - Whipple) em } \frac{kPa}{m}$$

$$= 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75}$$

$$Q = 0,086 \frac{l}{s} ; d = 21,6 \text{ mm} ; L = 166 \text{ m}$$

$$J = 8,69 \times 10^6 \times 0,086^{1,75} \times 21,6^{-4,75} = 0,05441 \frac{kPa}{m} = 0,005 \text{ m.c.a./m}$$

$$\Delta H = 0,005 \times 166 = 0,90 \text{ m.c.a.}$$

$$P_{caixa d'água} = 10 - 3,76 - 0,90 = 5,34 \text{ m.c.a.} > 0,5 \text{ m.c.a.} \Rightarrow OK!$$

Feita essa verificação, fica definido que a tubulação de alimentação da edificação será em **Tubo de PVC para Água Fria (Marrom) de ¾" (DE 25mm)**.

O mesmo procedimento de cálculo foi repetido para a adequação das tubulações instaladas nas lajes da edificação.

3.REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 5626:2020. Sistemas prediais de água Fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.

ABNT NBR 5626:1998. Sistemas prediais de água Fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.

Norma Técnica Sabesp NTS 181:2017. Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação.

Hélio Creder, Instalações hidráulicas e sanitárias 5.^a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

ABNT NBR 12218:2017. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — Procedimento.

ABNT NBR 12211:1992. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento.

Macintyre, Archibald Joseph. Instalações hidráulicas prediais e industriais. 4^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.