

MEMORIAL DE CÁLCULO

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Proprietário: *Município de Pato Branco*

Obra: *Cancha de bocha*

Local: *Rua Afonso Pena esquina com Visconde de Nacar*

Lote 04 - Quadra 14 - Pato Branco - PR

INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

1 GENERALIDADES

O dimensionamento do projeto das Instalações de Água Fria foi baseado nas seguintes normas:

- NBR 5626/2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente: Projeto, execução, operação e manutenção;
- Manual de Projetos Hidrossanitários da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR;
- NBR 5626/1998 – Instalação predial de água fria.

2 DIMENSIONAMENTO

2.1 ESTIMATIVA DO CONSUMO DIÁRIO

O consumo diário de água da edificação foi obtido através do consumo *per capita* que é dado na Tabela de consumos potenciais do Manual de Projeto Hidrossanitário da Sanepar (2010).

Como durante o dia a dia da edificação não terá a capacidade máxima do público não é viável realizar o cálculo do dimensionamento para esta população, sendo assim considerou-se a população da seguinte forma:

- Cozinha: Uma pessoa para cada 7,0 m² de área.
- Espaço para vendas: População fixa de 3 pessoas.

- Área de conveniência: População fixa de 32 pessoas.
- Cancha de bocha: População fixa de 24 pessoas.

CÁLCULO POPULAÇÃO

AMBIENTE	ÁREA (m ²)	POPULAÇÃO
Cozinha	27,74	4
Espaço para vendas	9,31	3
Área de conveniência	396,41	32
Cancha de bocha	424,00	24
	Total	63

Considerando um edifício público, tem-se 80 L/dia por pessoa e, portanto, conforme a população da edificação de 63 pessoas tem-se um consumo de água de 151,20 m³/mês. Cálculo determinado conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Cálculo do consumo diário

Consumo Diário

CD = População x consumo

$$CD = 63 \times 80$$

$$CD = 5040 \text{ L/dia}$$

$$\mathbf{CD = 151,20 \text{ m}^3/\text{mês}}$$

Fonte: Elaboração própria (2021).

2.2 RAMAL PREDIAL E ALIMENTADOR PREDIAL

De acordo com a tabela de pré dimensionamento de hidrômetros da SANEPAR para o consumo de 151,20 m³/mês permite uma vazão nominal de até 1,5 m³/h. Com isto tem-se que o hidrômetro a ser instalado deve ser do tipo multijato de 3/4" que é pertencente a classe C.

Sabendo que a vazão é de $Q = 0,21 \text{ L/s}$ e adotando a velocidade de 0,6 m/s, a qual está no intervalo limite $0,6 \text{ m/s} \leq v \leq 1 \text{ m/s}$, calculando-se o diâmetro mínimo que a tubulação deve possuir para satisfazer a vazão mínima é de 11,13 mm, porém o diâmetro interno comercial para satisfazer esta situação é de 17,0 mm, porém, pela

conveniência construtiva adotou-se para a **tubulação de PVC rígido soldável $\Phi 25$ mm**. Os cálculos para a determinação do diâmetro adotado constam na tabela 2.

Tabela 2 - Dimensionamento do ramal predial, hidrômetro e alimentador predial

Dimensionamento de Hidrômetro	Alimentador Predial
<p>CD = 151,20 m³/mês CD = 5040 L/dia</p> <p>Q_{min} = CD/86400 Q_{min} = 0,0583333 L/s Q_{min} = 5,83333E-05 m³/s Q_{min} = 0,21 m³/h</p> <p>Diâmetro do hidrômetro adotado = 3/4" Tipo: multijato - Classe C</p>	<p>Como $Q = V \times A$</p> <p>Se V = 0,6 m/s DI = 0,011125969 m A = $\pi D^2 / 4$ DI = 11,13 mm</p> <p>Diâmetro mínimo DE = 25mm Diâmetro adotado DE = 25mm</p>

Fonte: Elaboração própria (2021).

2.3 RESERVATÓRIO

Para a determinação do consumo médio diário utilizou-se a recomendação da NBR 5626/2020 – Sistemas prediais de água fria e água quente: Projeto, execução, operação e manutenção em que o reservatório deve suprir a demanda de água requerida pela população do local por no mínimo 24h e no máximo 72h para garantir a potabilidade da água. Desta forma, considerando o consumo média diário calculado 5.040 L optou-se em utilizar dois reservatórios de 3.000 L cada sendo capaz de atender a demanda da edificação.

O reservatório será do tipo cônico de polipropileno elevado de seção circular, com diâmetro aproximado de 2,00 m, podendo variar de acordo com o fabricante.

É necessário que o reservatório seja dotado de tubulações de extravasão e limpeza, quando em ocorrência de situações atípicas ou manutenção. É recomendado pela NBR 5626 que o diâmetro da tubulação de extravasão seja maior que o da tubulação de alimentação. Por consequência, para **alimentador de $\Phi 25$ mm, adota-se tubulação de extravasão e limpeza com diâmetro de $\Phi 40$ mm.**

Alimentador predial → **$\Phi 25$ mm**

Extravasão e limpeza → **$\Phi 40$ mm**

2.4 DIMENSIONAMENTO DOS SUB-RAMAIIS

Os diâmetros dos sub-ramais foram atribuídos de 25 mm x 1/2" para vaso sanitário com caixa acoplada, mictório, lavatório, chuveiro, pia e torneira de jardim, e de 32 mm x 3/4" para tanque e máquina de lavar roupas.

2.5 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS

Para o dimensionamento dos ramais é necessário empregar um método de cálculo que considera as parcelas dos pontos de consumo. Nesse caso foi empregado o método do Máximo Consumo Possível que consiste em considerar todos os aparelhos sanitários sendo utilizados ao mesmo tempo.

Esse método determina os diâmetros dos ramais a partir da soma dos pesos relativos aos aparelhos alimentados em cada trecho da tubulação, sendo estes pesos retirados da tabela A.1 da NBR 5626/1998.

Com a soma dos pesos do trecho determina-se a vazão correspondente por meio da seguinte equação descrita.

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum P} \quad (1)$$

Em que:

Q é a vazão de projeto da peça de utilização ou aparelho sanitário (L/s);

P é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Para determinar o diâmetro adequado que atende à vazão calculada no trecho, deve-se consultar o ábaco de *Fair-Whipple-Hsiao* que consta no Anexo A deste documento. O peso de cada peça de utilização consta na tabela 3.

Tabela 3 - Pesos de cada aparelho sanitário

Aparelho Sanitário	Peça de Utilização	Vazão (L/seg)	Peso
Bacia Sanitária	Caixa Acoplada	0,15	0,3
Chuveiro Elétrico	Registro de Pressão	0,1	0,1
Lavadora de roupas	Registro de Pressão	0,3	1
Lavatório	Torneira ou Misturador	0,15	0,3
Mictório Cerâmico com sifão	Válvula de descarga	0,5	2,8
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de Jardim	Torneira	0,2	0,4

Fonte: NBR 5626/1998.

Com os dados de diâmetro e vazão, estima-se a velocidade real de cada trecho, de acordo com a equação 2 descrita abaixo.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (2)$$

Em que:

V é a velocidade de escoamento da tubulação (m/s);

Q é a vazão da tubulação (m³/s);

D é o diâmetro interno da tubulação (m).

A velocidade de escoamento não deve ser superior a condição descrita, 1 conforme recomendação da NBR 5626/2020.

$$\begin{cases} V \leq 3 \text{ m/s} \\ V < 14\sqrt{D} \end{cases}$$

Tendo-se a soma dos pesos dos aparelhos alimentados por cada trecho e a velocidade da água na tubulação, determinou-se a perda de carga de cada trecho considerando o comprimento real da tubulação e seu comprimento equivalente conforme a perda de carga das conexões. A perda de carga é calculada conforme a equação 3 descrita.

$$J = \frac{8.69 \times 10^6 Q^{1.75}}{D^{4.75}} \quad (3)$$

Em que:

J é a perda de carga unitária (kPa/m);

Q é a vazão de escoamento (L/s);

D é o diâmetro da tubulação (mm).

Na sequência, a fim de garantir a pressão requerida esteja disponível nos pontos de consumo, determinou-se a diferença de cota entre a entrada e saída da para o cálculo adotou-se o procedimento dado pelo item A.4.2 da NBR 5626/1998. Neste caso, a pressão não deve ser inferior a 10 kPa.

2.7 DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS

Para o dimensionamento das colunas adotou-se o mesmo método de cálculo do item A.4.2 da NBR 5626/1998, que também utilizou-se para determinação das perdas de cargas e pressões dos ramais da edificação. Todo o desenvolvimento dos cálculos e verificações realizadas estão em anexo a este memorial.

INSTALAÇÕES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

1 GENERALIDADES

O projeto das Instalações de Captação de Águas Pluviais foi baseado nas exigências da ABNT NBR 10844/89 - Instalações prediais de águas pluviais.

A instalação predial de águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e condução das águas pluviais, não contendo interligações com outras instalações prediais, da mesma forma que as águas pluviais não são destinadas à rede coletora de esgoto.

2 DIMENSIONAMENTO

2.1 VAZÃO DE PROJETO

Para o cálculo da vazão de projeto adotou-se a intensidade pluviométrica de 274,7 mm/h correspondente a um período de retorno de 25 anos, conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA), para a estação pluviométrica de número 2652013 localizada no município de Pato Branco - PR da bacia do Rio Paraná onde o responsável pela estação é a COPEL. A vazão de projeto é calculada de acordo com a equação 1 descrita.

$$Q_p = \frac{I \cdot A}{60} \quad (1)$$

Em que:

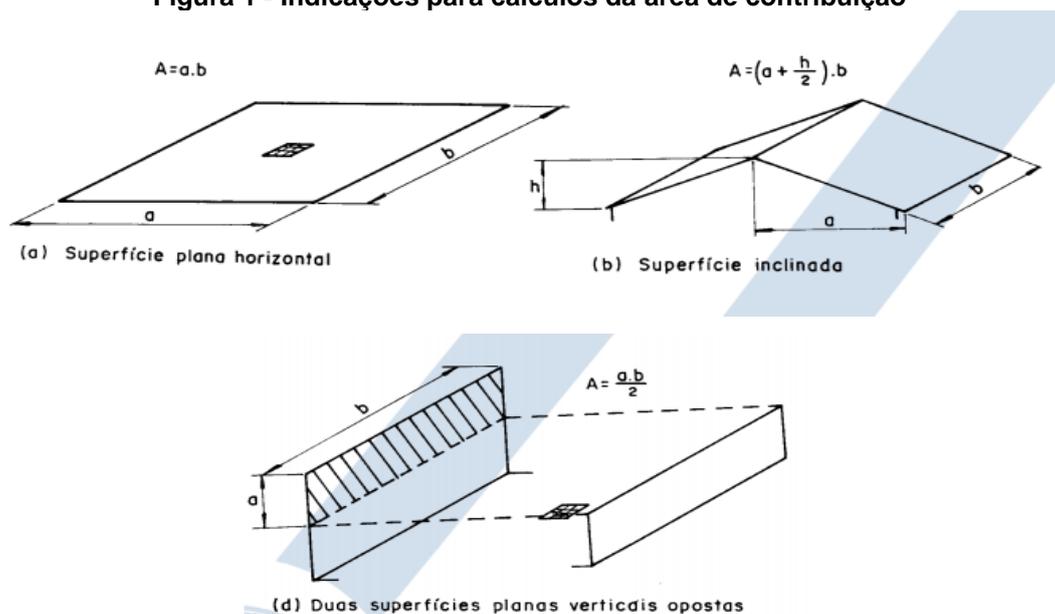
Q_p é a vazão de projeto (L/min);

I é a intensidade pluviométrica (mm/h);

A é a área de contribuição (m²).

As áreas de contribuição foram calculadas conforme o modelo a, b e d da figura 2 da NBR 10844/1989.

Figura 1 - Indicações para cálculos da área de contribuição



Fonte: NBR 10844/1989.

Com isso, tem-se que a vazão de projeto para cada parte do telhado, calculada conforme a equação 1 está descrita abaixo na tabela 1.

Tabela 1 - Cálculo da vazão de projeto

Identificação	Tipo	Qtda.	a (m)	h (m)	b (m)	A (m ²)	A total (m ²)	Qp (L/min)
Telhado Shed meio	Inclinado	5 repetições	5	1,5	27	155,25	175,5	803
	Vertical		1,5	-	27	20,25		
Telhado Shed cantos	Inclinado	2 repetições	5,05	1,5	27	156,6	176,85	810
	Vertical		1,5	-	27	20,25		
Telhado entrada principal	Inclinado	1 repetição	3	0,75	1,85	6,24	11,99	55
	Vertical		3,83	-	3	5,75		
Telhado mezanino	Inclinado	1 repetição	1,65	0,5	19	36,1	72,49	332
	Vertical		3,83	-	19	36,39		

Fonte: Elaboração própria (2021).

2.2 CALHAS

Para o dimensionamento das calhas utilizou-se a equação 2 de *Manning-Strickler*, conforme a recomendação da NBR 10844/1989.

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2/3} i^{1/2} \quad (2)$$

Em que:

Q é a vazão de projeto (L/min);

K é um coeficiente igual a 60.000;

S é a área da seção molhada (m^2);

n é o coeficiente de rugosidade;

R_H é o raio hidráulico (m);

i é a declividade da calha (m/m).

Para o cálculo do raio hidráulico utilizou-se a equação 3, que é descrita a seguir.

$$R_H = \frac{S}{P} \quad (3)$$

Em que:

R_H é o raio hidráulico (m);

S é a área da seção molhada (m^2);

P é o perímetro molhado (m).

Para esta edificação será utilizado calhas de aço galvanizado com inclinação de 0,5%, recomendada pela NBR 10844/1989. Desta forma, conforme a tabela 2 desta mesma NBR tem-se que o coeficiente de rugosidade o aço galvanizado é de 0,011. Com isto e utilizando a equação 1 e 2 calculou-se a vazão em cada calha, conforme descrito na tabela 2.

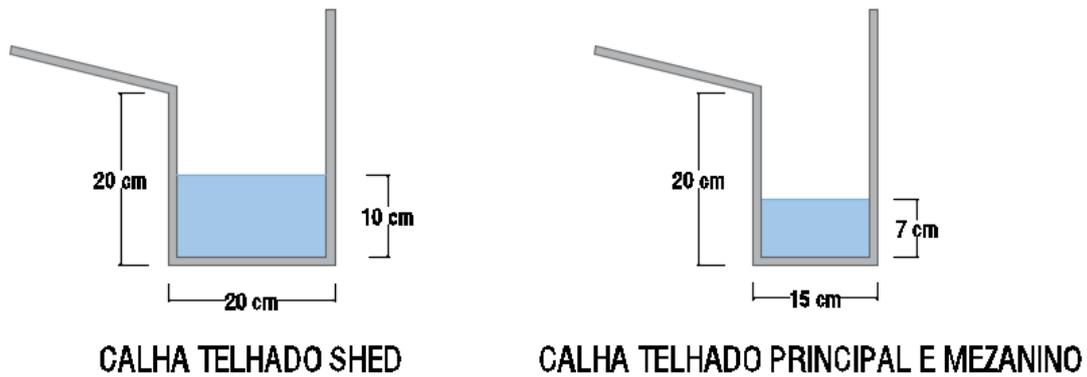
Tabela 2 - Cálculo da vazão para as calhas de cada parte do telhado

Identificação	h (m)	b (m)	P (m)	S (m^2)	RH (m)	Q (L/min)
Telhado Shed	0,1	0,18	0,38	0,018	0,05	909
Telhado entrada principal	0,07	0,13	0,27	0,0091	0,03	366
Telhado meza	0,07	0,13	0,27	0,0091	0,03	366

Fonte: Elaboração própria (2021).

Analisando as vazões disponíveis em cada telhado com a suas respectivas calhas, tem-se que para o telhado Shed deve-se adotar uma calha de largura de 20 cm com altura da lâmina d'água de 10 cm para suprir a vazão de projeto. Já para as calhas do telhado da entrada principal e do mezanino considerou-se uma base de 15 cm com altura da lâmina d'água de 7 cm. Sendo que a altura total das calhas é de 20 cm, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Detalhamento da seção das calhas



Fonte: Elaboração própria (2021).

2.3 CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais serão executados em PVC rígido soldável, e o diâmetro nominal é determinado de acordo com o ábaco recomendado pela NBR 10844/1989, a partir da vazão de projeto calculada, altura da lâmina d'água e o comprimento do condutor vertical. Desta forma, considerou-se que para o telhado Shed o condutor vertical terá diâmetro de 100 mm e o telhado da entrada principal e do mezanino será de 75 mm para ambos. Sendo que terá em cada telhado, 2 condutores para o telhado Shed, 3 para o mezanino e 1 condutor para o telhado da entrada principal.

2.4 CONDUTORES HORIZONTAIS

Os condutores horizontais serão de PVC no trecho entre o final da descida até a caixa de passagem e entre as caixas de passagem será de concreto. A declividade dos condutores horizontais será de 2% seguindo as recomendações da NBR 10844/1989.

O dimensionamento dos tubos condutores horizontais considera-se o escoamento com a altura máxima da lâmina d'água igual a $\frac{2}{3}$ do diâmetro interno do tubo. A capacidade de vazão dos condutores horizontais é obtida de acordo com a tabela 4 da NBR 10844/1989 para condutores de diâmetro interno de até 300 mm. Já para diâmetros superiores deve-se utilizar a equação 2 de *Manning-Strickler*. Desta forma, a contribuição em cada condutor horizontal e seu respectivo diâmetro está descrito na tabela 6.

Tabela 3 – Dimensionamento dos coletores horizontais

	Trecho	Contrib. (L/min)	Cap. (L/min)	Tubo (mm)	i (m/m)
T R E C H O 1	AP 1 - CP 1	405	405	100	0,02
	AP 2 - CP 2	402	402	100	0,02
	AP 3 - CP 3	402	402	100	0,02
	AP 4 - CP 4	402	402	100	0,02
	AP 5 - CP 5	402	402	100	0,02
	AP 6 - CP 6	402	402	100	0,02
	AP 7 - CP 7	405	405	100	0,02
	CP 1 - CP 2	405	405	150	0,02
	CP 2 - CP 3	402	807	150	0,02
	CP 3 - CP 4	402	1208	200	0,02
	CP 4 - CP 5	402	1610	200	0,02
	CP 5 - CP 6	402	2012	200	0,02
	CP 6 - CP 7	405	2417	250	0,02
	CP 7 - Cisterna	2417	2417	200	0,02
T R E C H O 2	AP 8 - CP 16	405	405	100	0,02
	AP 18 - CP 15	166	166	75	0,02
	AP 9 - CP 15	402	402	100	0,02
	AP 10 - CP 14	402	402	100	0,02
	AP 16 - CP 12	166	166	75	0,02
	AP 11 - CP 13	402	402	100	0,02
	AP 12 - CP 12	402	402	100	0,02
	AP 15 - CP 11	55	55	75	0,02
	AP 13 - CP 11	402	402	100	0,02
	AP 14 - CP 11	405	405	100	0,02
	CP 16 - CP 15	405	405	150	0,02
	CP 15 - CP 14	568	973	150	0,02
	CP 14 - CP 13	568	1540	200	0,02
	CP 13 - CP 12	402	1942	200	0,02
CP 12 - CP 11	402	2344	200	0,02	
CP 11 - CP 10	861	3205	250	0,02	
CP 10 - Galeria	3205	3205	250	0,02	

Fonte: Elaboração própria (2021).

Considerou-se como trecho 1 as tubulações do fundo da edificação e como trecho 2 as tubulações da parte frontal da edificação. Além disso, são

previstas 16 caixas de passagem em todas as mudanças direção, sendo a distância entre elas inferior a 20 m.

Faz-se necessário a implementação de uma cisterna para captação da água da chuva. Desta forma, na edificação será utilizado uma cisterna de 5.000 L, em que esta água será para uso externo, lavagem de calçada e a piso interno da cancha de bocha. A tubulação que leva a água não potável até a cisterna será de 200 mm. A cisterna deverá possuir um conjunto moto bomba de 0,5 CV com pressostato com tubulação de saída de 25 mm de diâmetro, visto que a utilização da água não potável será para pequenos serviços.

INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO

1 GENERALIDADES

O projeto das Instalações de Esgoto Sanitário foi baseado nas exigências da ABNT NBR 8160-99/89 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário.

2 DIMENSIONAMENTO

2.1 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA E SUBSISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO

O dimensionamento foi realizado utilizando o princípio de Unidades Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetros mínimos para os aparelhos sanitários.

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS DE VENTILAÇÃO

Foram prevista tubulação para ventilação dos desconectores.

Fernanda Zianni Manarim
Engenheira Civil
CREA-PR 107.389/D