

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO
DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO DO ESCOLA MUNICIPAL
PROFESSORA MARIA TRINDADE DA SILVA**

PROPIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ
OBRA: REFORMA DE ESCOLA MUNICIPAL MARIA TRINDADE DA SILVA
LOCAL: AVENIDA SENDADOR ATÍLIO FONTANA, PARQUE SÃO JOÃO, S/N,
PARANAGUÁ-PR



Hansen & Melo L.tda. - ME

CNPJ: 28.014.669/0001-51

Rua 7 de Setembro, 3537 - Cascavel - Paraná

Fone: (45) 3306-6601

✉ engeonengenharia@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O presente memorial, traz consigo os critérios utilizados para o dimensionamento de rede de água fria, esgoto e deságue pluvial da reforma da Escola Municipal Professora Maria Trindade da Silva em Paranaguá/PR.

Este trabalho, tem por objetivo estabelecer as condições mínimas a serem seguidas na execução dos serviços de implantação da rede Hidrossanitária da edificação.

2 NORMAS E ESPECIFICAÇÃO

Os documentos relacionados abaixo são citados no texto e contêm prescrições válidas para o presente memorial descritivo.

NBR 5626 – Instalações prediais de água fria;

NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário;

NBR-10884/89- Instalações prediais de águas pluviais;

3 DIRETRIZES DE PROJETO

O projeto consiste na ampliação da escola Maria Trindade. Atualmente a escola conta com uma área construída de 552,36 m², a área a ser ampliada será de 511,65 m², fazendo com que ao final da obra, a escola tenha uma área total construída de 1064,01 m².

Na ampliação está previsto a construção de duas salas de aula destinadas ao 3º ano, duas sala de aula destinada ao 4º, duas salas ao 5º, uma sala a pré escola, BWC, pátio coberto, circulação de serviço, BWC funcionários, D.M.L, cozinha e despensa. Na reforma da parte existente será demolido as paredes em madeira e refeitas em alvenaria de vedação.

A cobertura da área ampliada será em dez águas, à beira de cada água da cobertura será instalada uma calha dimensionada conforme item 6.5.3. O abastecimento de água do novo bloco será feito por meio de 3 reservatórios novos a serem instalados sob a cobertura. As redes coletoras de esgoto e águas pluviais do novo bloco serão ligadas a rede já existente na escola, conforme consta em projetos em anexo.

4 EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS UTILIZADOS

4.1 Vasos Sanitários

Os vasos sanitários a serem implantados na edificação devem ser em matéria cerâmica branca da marca Celite ou similar, dotado de assento e tampa.

O sistema de descarga de todos os vasos a serem implantados será em válvula de descarga, uma vez que, por se tratar de um colégio, a demanda de descarga será alta.

A seguir, tem-se a imagem ilustrativa do modelo dos vasos a serem instalados.



4.2 Torneiras utilizadas nos lavatórios

As torneiras a serem utilizadas nos lavatórios de mãos, deve ser do tipo automática da marca Docol ou similar com conexão igual a 25mm. Opta-se pela opção de torneira automática, para prevenir o desperdício de água.

A seguir, tem-se a imagem ilustrativa da torneira a ser utilizada.



4.3 Torneiras utilizadas na cozinha

As torneiras utilizadas na cozinha serão do tipo de mesa com registro da marca deca ou similar com conexão igual a 25mm.

A seguir, tem-se a imagem ilustrativa da torneira a ser utilizada.



4.4 Torneiras utilizadas nos Tanques de Lavar, Pátio coberto e Abrigo de resíduos

As torneiras utilizadas nos tanques de lavar e no pátio coberto da edificação, serão de registro fixadas em parede da marca deca ou similar com conexão igual a 25mm.

A seguir, tem-se a imagem ilustrativa da torneira a ser utilizada.



4.5 Chuveiros

Os chuveiros instalados na edificação serão do tipo elétrico com conexão igual a 25 mm da marca Deca ou similar. A especificação de voltagem e potência, deve seguir o dimensionado no projeto elétrico.

4.6 Bebedouros

Os bebedouros instalados na edificação serão do tipo conjugado adulto/infantil aço Inox, elétrico, da marca Master frio ou similar com conexão de 25 mm.

A seguir, tem-se a imagem ilustrativa do bebedouro a ser utilizado.



4.7 Mictório

Deverá ser instalado mictório de uso coletivo em aço inox com válvula de descarga automatizada conforme planilha orçamentária. A posição do mictório, está disposto no projeto hidrossanitário em anexo. A seguir, tem-se a imagem ilustrativa do mictório a ser utilizado.



5 REDE DE ÁGUA FRIA

A rede de água fria do sistema hidrossanitário, é composta por toda a tubulação, conexões, registros, reservatórios necessários para o perfeito funcionamento da rede hidráulica.

5.1 Sistema de Distribuição de água

5.1.1 Rede de alimentação

A rede de alimentação, consiste na rede que capta a água da rede pública da concessionária de abastecimento e conduz até os reservatórios da edificação. Atualmente, a escola já possui hidrômetro instalado que abastece dois reservatórios de 1000 litros inferiores. Através de uma bomba com potência igual a $\frac{3}{4}$ de cv, é realizado o abastecimento por meio de coluna de alimentação dos reservatórios superiores.

Considerando que a edificação será ampliada, tem-se que deverá ser instalado 4 novos reservatórios para distribuição de água dos equipamentos hidráulicos a serem instalados. Dessa forma, será realizada ligação na coluna de alimentação da bomba existente para abastecimento dos novos reservatórios, aproveitando o sistema de pressurização existente na edificação.

5.1.2 Rede de Extravasão/Limpeza

Será previsto sistema de extravasão e limpeza para os reservatórios. A extravasão consiste em uma tubulação localizada no nível da bóia que serve para evitar transbordamentos em caso de falha da bóia. O fluxo da tubulação de extravasão, deverá permanecer livre.

O sistema de limpeza, consiste em uma tubulação localizada na parte inferior dos reservatórios que tem a função de remover a água decorrente das limpezas de manutenção dos reservatórios. Para impedir o fluxo de água no tubo de limpeza, será utilizado um registro de gaveta, conforme demonstrado em projeto.

O diâmetro utilizado na rede de extravasão e limpeza, deverão ser maiores que os diâmetros de entrada da caixa. Dessa forma, no caso de transbordamento, garante-se que

um volume de saída de água é maior que o de entrada. Para o presente projeto, será utilizado diâmetro igual a 50 mm.

A rede de extravasão/limpeza lançará a água resultante do transbordamento e limpeza sobre as calçadas para fora da edificação. Todo o traçado da rede de extravasão e limpeza com os diâmetros e conexões necessárias, está demonstrado no projeto hidrossanitário em anexo.

5.1.3 Rede de distribuição

A rede de distribuição, tem a função de conduzir a água dos reservatórios até todos os pontos hidráulicos da edificação.

Para o presente projeto, será considerados quatro reservatórios com capacidade de 500 litros cada, apoiados sobre estrutura de madeira a 120 e 65 cm acima da laje. O dimensionamento da rede de distribuição, encontra-se no item 5.3 do presente memorial. Todo o traçado da rede de distribuição com os diâmetros e conexões necessárias, está demonstrado no projeto hidrossanitário em anexo.

5.2 Características dos materiais utilizados

Toda a tubulação de água fria deverá ser feita em tubos de PVC rígido soldável marrom da marca TIGRE ou similar. Todos os tubos deverão ser fixos com braçadeiras, cintas ou tirantes metálicos em paredes, lajes ou vigas com parafusos. A distância entre os apoios deverá respeitar as recomendações dos fabricantes. Deve-se respeitar o traçado das tubulações indicados no projeto hidrossanitário. Nos pontos em que não é possível embutir as tubulações nas paredes pela impossibilidade de rompimento dos elementos estruturais existente (vigas), deve-se realizar a subida pelos cantos das paredes, conforme demonstrado no projeto. Deve-se realizar acabamento em gesso (pilar falso) nos pontos em que houver o cano aparente para garantir a proteção da tubulação e dar acabamento estético a edificação.

As conexões de água fria serão de PVC marrom soldável. Quando para saída de consumo, as conexões serão de PVC azul com rosca de latão. Os locais e diâmetros

deverão seguir conforme previsto no projeto. Nos pontos em que existe mudança de diâmetro junto a conexão e não existir conexão comercial que atenda, deverá ser providenciado o uso de buchas de redução de diâmetro. Todas as conexões e as buchas de redução necessárias para a perfeita execução da rede hidráulica, estão contempladas no quantitativo de materiais no item 7.

As válvulas de descarga serão da marca DECA ou similar e serão instalados em todos os vasos sanitários (conforme indicado em projeto). Os mesmos terão como finalidade controlar o fluxo de água utilizado na descarga dos vasos sanitários.

Os registros de pressão ou gaveta deverão ser da marca DOCOL ou similar e serão instalados nos locais previstos no projeto. Os mesmos, terão a finalidade de fechar o fluxo de água para a manutenção da instalação. Quando os registros forem aparentes, deverão possuir canopla cromada para acabamento estético.

5.3 Dimensionamento da rede de distribuição

A seguir, tem-se os critérios utilizados no dimensionamento da rede hidráulica da edificação.

5.3.1 Reservatórios

Serão instalados 4 reservatórios de Polietileno da marca Fortlev ou similar com capacidade de 500 litros cada para atender a área a ser expandida da escola. Os reservatórios serão dispostos em pares interligados, conforme detalhado no projeto hidrossanitário. Os reservatórios existentes não sofrerão nenhuma alteração, garantindo o correto abastecimento de todos os pontos de utilização de água da escola.

5.3.2 Tubulação de água fria

Para o dimensionamento da tubulação de água fria, foi utilizado como ferramenta produtiva o software Hydros da empresa AltoQi. A metodologia utilizada foi a Universal.

- Cálculo dos Diâmetros

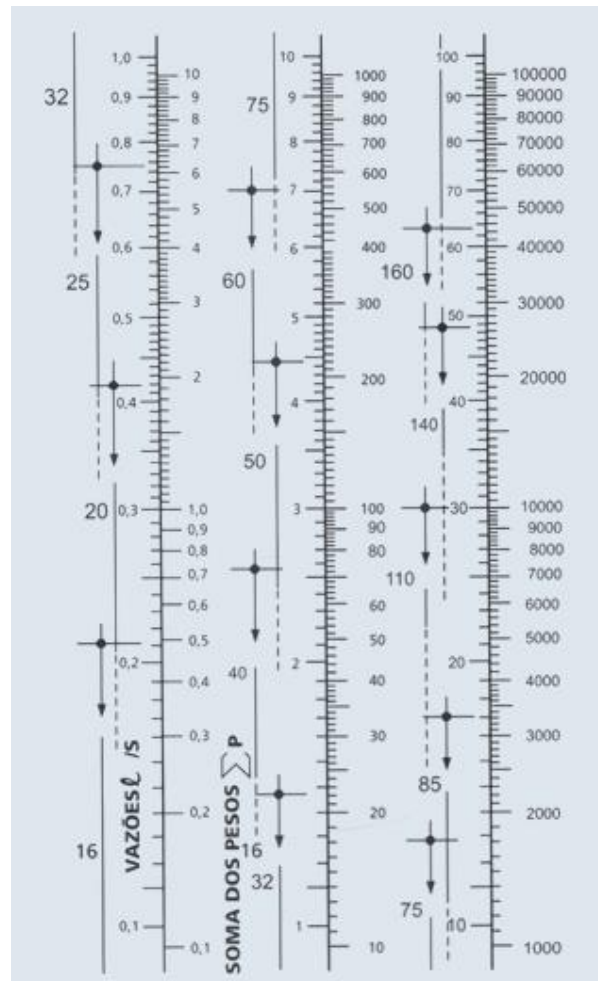
Para dimensionamento dos diâmetros da tubulação, foi utilizado o método dos pesos,

conforme recomendação da NBR5626. Dessa forma, utiliza-se como referência a tabela a seguir.

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto 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 por metro de calha	0,3	
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
		Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque		Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4	

Foi considerada como vazão de projeto das peças hidráulicas, a vazão indicada na tabela acima recomendada pela norma.

Dessa forma, deve-se somar o peso dos equipamentos hidráulicos que serão abastecidos pela tubulação que se deseja obter o diâmetro. Para relacionar o somatório dos pesos com os diâmetros a serem utilizados, utiliza-se a régua dos diâmetros disposta a seguir, .



O diâmetro demonstrado na régua, é o diâmetro nominal da tubulação (diâmetro útil). No projeto, é demonstrado o diâmetro comercial da tubulação (diâmetro externo). Para se relacionar o diâmetro nominal com o diâmetro externo, utiliza-se a relação a seguir.

Diâmetro nominal em polegada	Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Nominal (mm)
1/2	20	15
3/4	25	20
1	32	25
1 1/4	40	32
1 1/2	50	40
2	60	50
2 1/2	75	60
3	85	75
4	110	100

- Dimensionamento das tubulações internas

Todas as tubulações foram dimensionadas seguindo o critério dos pesos demonstrado

acima. O projeto hidrossanitário em anexo, possui a indicação do traçado e os diâmetros que devem ser adotados em cada trecho para a correta execução dos serviços.

5.3.3 Cálculo da pressão na rede e nos pontos hidráulicos

Segundo a NBR5626, a pressão dinâmica mínima nos pontos devem ser tal que garante o perfeito funcionamento dos aparelhos, não devendo ser inferior a 1 m.c.a. Já a pressão máxima na rede, não deve ser superior a 40 m.c.a.

Para o presente projeto, será considerado que a pressão mínima de funcionamento não deve ser inferior aos valores demonstrados na tabela a seguir.

APARELHOS	PRESSÃO MÍNIMA (M.C.A.)
VASO SANITÁRIO C/ VÁLVULA	1,5
LAVATÓRIO	1
CHUVEIRO	1
TANQUE DE LAVAR	1

Para o cálculo da pressão que chega até o ponto hidráulico de interesse, utiliza-se a seguinte relação.

$$P_{peça} = \text{nível geométrico} - \text{perda de carga}$$

Onde:

P_{peça}: Pressão na Peça Hidráulica;

Nível geométrico: Nível da tomada d'água – Nível da peça hidráulica;

Perda de carga: Perda de carga considerando tubulação e conexões hidráulicas;

Para o cálculo da perda de carga, utiliza-se a equação:

$$H: J \times L_t$$

Onde:

H: Perda de carga total no trecho;

J: Perda de carga unitária por metro de tubulação;

L_t: Comprimento equivalente do trecho;

Para a determinação do J, utiliza-se a equação de Hazen-Williams, determinada pela equação a seguir:

$$J = \frac{Q^{1,85}}{0,094 C^{1,85} D^{4,87}}$$

Onde:

Q: Vazão no trecho;

C: Coeficiente que depende do material (PVC: 140);

L_t: Comprimento equivalente do trecho (comprimento dos tubos + conexões);

Para determinar o comprimento equivalente das conexões, utiliza-se a tabela a seguir que relaciona as conexões hidráulicas com os diâmetros.

Le (m) de alguns acessórios em tubulações de PVC rígido

DIÂMETRO EXTERNO mm (ref.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tee 90° Passagem Direta	Tee 90° Saída de Lado	Tee 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Condição	Válvula de pé e Crivo	Válvula de RETENÇÃO		Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
												Tipo Leve	Tipo Pesado			
20 (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
25 (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
32 (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
40 (1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,3	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50 (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
60 (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
75 (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
85 (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	14,2	40,0	0,9	20,0
110 (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	15,0	42,3	1,0	22,1
140 (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
160 (6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	3,6	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

JEO/DEC-SD-283

Dessa forma, determina-se se a pressão nas peças hidráulicas atende a pressão mínima estabelecida pela norma. No presente projeto todas as instalações hidráulicas atenderam aos requisitos mínimo de pressão.

6 REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A rede de esgotamento sanitária da área a ser expandida contará com 8 caixas de inspeção esgoto, ligadas entre si e também a rede já existente no local. Também será instalada uma caixa de gordura junto ao lado externo da cozinha, esta caixa também será ligada a rede existente. O destino final da rede de esgoto, será a ligação junto a rede pública da empresa Paranaguá Saneamento localizada na Avenida Senador Atílio Fontana, que irá seguir para o tratamento adequado.

6.1 Características dos materiais utilizados

Os tubos utilizados para a condução do esgoto interno da edificação, serão de PVC

branco soldável, e série “N” Normal os quais tem a finalidade de conduzir o esgoto até o ramal de ligação junto a rede pública. Os locais, diâmetros, comprimentos e inclinações deverão seguir como previsto no projeto.

As conexões de esgoto serão de PVC branco soldável, e série “N” Normal os quais tem a finalidade de fazer a ligação entre tubos para conduzir o esgoto sanitário até o a ligação com a rede pública. Os locais, diâmetros e inclinações deverão seguir como previsto no projeto.

Todos os tubos deverão ser fixados com braçadeiras, cintas ou tirantes metálicos em paredes, lajes ou vigas com parafusos. A distância entre os apoios deverá respeitar as recomendações dos fabricantes.

Deverão ser instalados caixas sifonadas que atuarão como selos hídricos nos pontos indicados no projeto. A quantidade e características das caixas utilizadas, está demonstrado na lista de materiais e no projeto hidrossanitário. Algumas caixas sifonadas utilizadas também servirão como ralo para garantir o escoamento de água quando é realizado a lavagem dos pisos. Além da caixa sifonada, todos os pontos de coleta de esgoto de lavatórios, pias de cozinha e tanques possuirão sifão. Dessa forma, garante-se que o mau cheiro proveniente da decomposição da matéria orgânica presente no esgoto, não retorne pelos pontos de consumo.

6.2 Critérios de dimensionamento da rede sanitária

6.2.1 Dimensionamento dos ramais de esgoto

Para se realizar o dimensionamento dos ramais de esgoto, considera-se a quantidade de UHC e diâmetros mínimos determinados pela NBR8160. Com isso, deve-se considerar os dados da tabela a seguir.

Tabela 3 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de painéis	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 0452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.
²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).
³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

O projeto seguiu os diâmetros da tabela acima, respeitando o número de UHC de cada equipamento sanitário. A seguir, tem-se o número de UHC que os diferentes diâmetros suportam. Dessa forma, deve-se realizar o somatório de todas as UHC dos aparelhos que utilizam a tubulação de esgoto, respeitando os diâmetros mínimos.

Tabela 5 - Dimensionamento de ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Os traçados, inclinações e diâmetros dos ramais coletores de esgoto estão demonstrados no projeto hidrossanitário em anexo.

6.2.2 Dimensionamento dos ramais de ventilação

Será feito o uso do sistema de ventilação nos ambientes que produzem uma quantidade elevada de efluentes. Com isso, se impede que os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica presente no esgoto, causem o rompimento dos selos hídricos (caixas sifonadas, sifões) e retorne o mau cheiro nas instalações.

Para o dimensionamento dos ramais de ventilação, deve-se considerar a quantidade de UHC de todos os equipamentos que serão ventilados e relacionar a quantidade com os diâmetros a seguir.

Tabela 8 - Dimensionamento de ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Para o dimensionamento do presente projeto, considera-se grupo de aparelhos com bacias sanitárias. Considerando os ramais de ventilação utilizados no presente projeto, foi necessária a utilização de ramais com diâmetro igual a 50 mm. O traçado utilizado com os diâmetros por trecho, encontra-se detalhado no projeto hidrossanitário em anexo.

6.2.3 Dimensionamento dos sub-coletores e coletores prediais

Para realizar o dimensionamento dos coletores prediais (tubulação de esgoto que irá conduzir até a ligação com a rede pública), será utilizado a tabela a seguir, extraída da NBR8160.

Tabela 7 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Dessa forma, será considerado o somatório das UHC que cada caixa irá receber e verificar o diâmetro e declividade mínima a ser considerada.

As tabelas a seguir mostram a quantificação das UHC das instalações sanitárias a serem executadas e das instalações sanitárias já existentes na edificação, tabelas essas utilizadas para o dimensionamento da rede coletora de esgoto.

TABELA UHC - A SER EXECUTADO		
APARLEHO SANITÁRIO	UHC	QTD
Bacia sanitária	6	12
Bebedouro	0,5	2
Chuveiro coletivo	4	1
Lavatório de uso geral	2	17
Pia de cozinha residencial	3	3
Tanque	3	2
Máquina de lavar roupas	3	1
Mictório	6	1
TOTAL UHC		135

TABELA UHC - EXISTENTE		
APARLEHO SANITÁRIO	UHC	QTD
Bacia sanitária	6	10
Chuveiro coletivo	4	2
Lavatório de uso geral	2	1
Lavatório coletivo	2	2
TOTAL UHC		74

Todos os diâmetros, traçados e inclinações, estão demonstrados no projeto hidrossanitário em anexo.

Considerando que o total de UHC da edificação ultrapassa o máximo da tubulação de 100 mm com 1% de declividade existente, tem-se que a tubulação de ligação com a rede pública deverá ser substituída por tubulação de 150 mm, conforme demonstrado no projeto hidrossanitário em anexo.

6.3 Rede Pluvial

A rede pluvial da escola, terá como função conduzir a água decorrente de precipitações até a sarjeta da rua Manoel Corrêa. Será previsto a instalações de calhas em ambos os lados na área da edificação que será ampliada. Além disso, serão instaladas 12 novas caixas pluviais para captação das águas pluviais conforme projeto em anexo.

As caixas pluviais a serem instaladas sob as áreas com calçada contarão com grelha para captar o excesso de água proveniente das precipitações.

6.4 Características dos Materiais Utilizados

Os tubos de águas pluviais serão de PVC branco soldável, os quais terão a finalidade de conduzir a água pluvial das calhas até as caixas de passagem localizadas no térreo. Os locais, diâmetros, comprimentos e inclinação deverão seguir como previsto no projeto.

As conexões de águas pluviais serão de PVC branco soldável e série “N” Normal os quais tem a finalidade de fazer a ligação entre tubos para conduzir a água pluvial até a rua, onde será encaminhada para a rede coletora de águas pluviais. Os locais, diâmetros e inclinações deverão seguir como previsto no projeto.

As caixas pluviais seguirão o método construtivo e as dimensões consideradas no projeto hidrossanitário. Será previsto a utilização de grelha em aço na parte superior da tampa em algumas caixas para permitir que o excesso de água decorrente das precipitações possa ser conduzido até o sistema pluvial.

6.5 Critérios de dimensionamento

6.5.1 Precipitação de projeto

Para realizar a estimativa de precipitação de projeto, será utilizado a equação de chuvas intensas do município de Antonina, que a cidade que possui estudo mais próxima da região de interesse. A equação foi determinada por Fendrich em 2003. A equação encontra-se a seguir e expressa os valores de precipitação em mm/h.

$$i = \frac{5.209,55 \cdot T^{0,160}}{(t + 57)^{0,978}}$$

Onde:

T = Período de retorno (anos);
t = tempo de concentração (min);

Segundo a NBR10844/89, para áreas de cobertura, deve-se utilizar um período de retorno de 5 anos. Para o tempo de concentração, a norma fixa o valor de 5 minutos. Com isso, pode-se estimar a precipitação de projeto.

$$i = \frac{5.209,55 \times 5^{0,160}}{(5 + 57)^{0,978}}$$

$$i = 119 \text{ mm/h}$$

Convertendo o valor para m/h, tem-se que a precipitação de projeto é igual a 0,119 m/hora.

6.5.2 Vazão de projeto

A vazão de projeto será determinada pelo produto entre a precipitação de projeto e a área de contribuição. Dessa forma, a vazão de projeto será determinada pela relação a seguir.

$$Q = i \cdot A_c$$

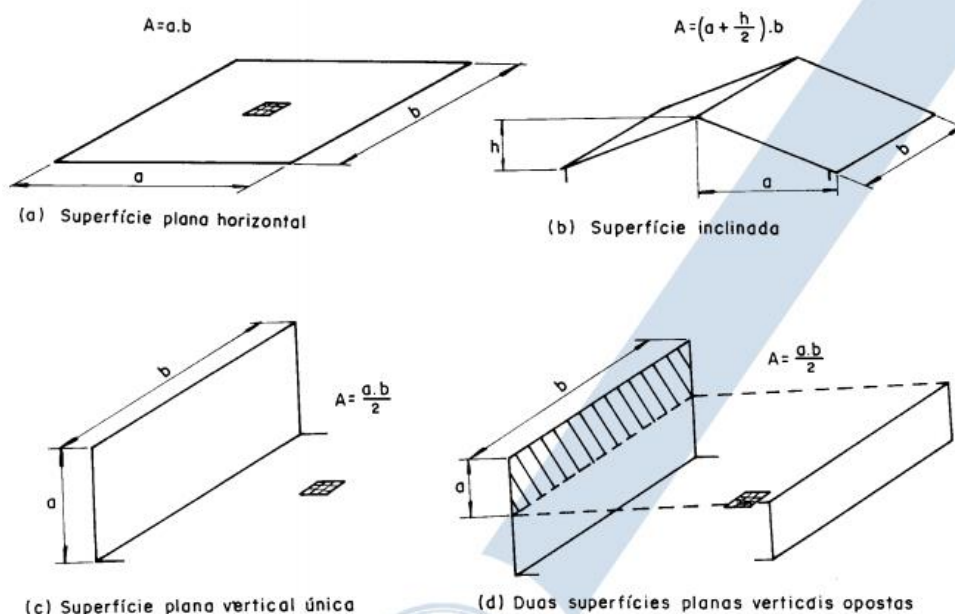
Onde:

Q = Vazão de projeto (m³/hora);

i = Precipitação de projeto (m/hora);

A_c = Área de contribuição (m²);

Para se calcular a área de cobertura da presente edificação, será considerado os parâmetros estipulados pela NBR10884/89. Dessa forma, tem-se que o cálculo da área de cobertura seguirá os padrões a seguir.



6.5.3 Calhas

As calhas utilizadas serão de aço galvanizado chapa 24 em formato retangular com funil de saída para tubo de queda em PVC.

As dimensões das calhas, serão determinados em função do comprimento do telhado que conduz água até a calha (no sentido do escoamento). Dessa forma, quanto maior o comprimento do telhado, maior deve ser a dimensão da calha. A declividade será fixada para todas as calhas do projeto e terá o valor de 0,5%.

A altura da calha, será metade da largura. Para se determinar a largura das calhas, utiliza-se os dados da tabela a seguir.

DIMENSÕES DA CALHA EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DO TELhado	
COMPRIMENTO DO TELhado (m)	LARGURA DA CALHA (m)
até 5,0	0,15
5,0 a 10,0	0,20
10,0 a 15,0	0,30
15,0 a 20,0	0,40
20,0 a 25,0	0,50
25,0 a 30,0	0,60

Entende-se como comprimento do telhado a medida na direção do escoamento da água

Realizando o dimensionamento dessa maneira, garante-se maior uniformidade nos

resultados, contribuindo para a fabricação, instalação e orçamentos das calhas. O dimensionamento pelas equações hidráulicas (Manning-Strickler), gera resultados pouco uniformes gerando dificuldade na fabricação e instalação das peças.

A tabela a seguir contém as dimensões que devem ser utilizadas em cada calha do projeto.

CALHA	TIPO	LARGURA (cm)	ALTURA (cm)
CALHA 01	RETANGULAR - AÇO GALV.	15	7,5
CALHA 02	RETANGULAR - AÇO GALV.	20	10
CALHA 03	RETANGULAR - AÇO GALV.	30	15
CALHA 04	RETANGULAR - AÇO GALV.	20	10
CALHA 05	RETANGULAR - AÇO GALV.	15	7,5
CALHA 06	RETANGULAR - AÇO GALV.	15	7,5
CALHA 07	RETANGULAR - AÇO GALV.	15	7,5
CALHA 08	RETANGULAR - AÇO GALV.	15	7,5
CALHA 09	RETANGULAR - AÇO GALV.	30	15
CALHA 10	RETANGULAR - AÇO GALV.	30	15
CALHA 11	RETANGULAR - AÇO GALV.	20	10
CALHA 12	RETANGULAR - AÇO GALV.	30	15

Tubos de queda

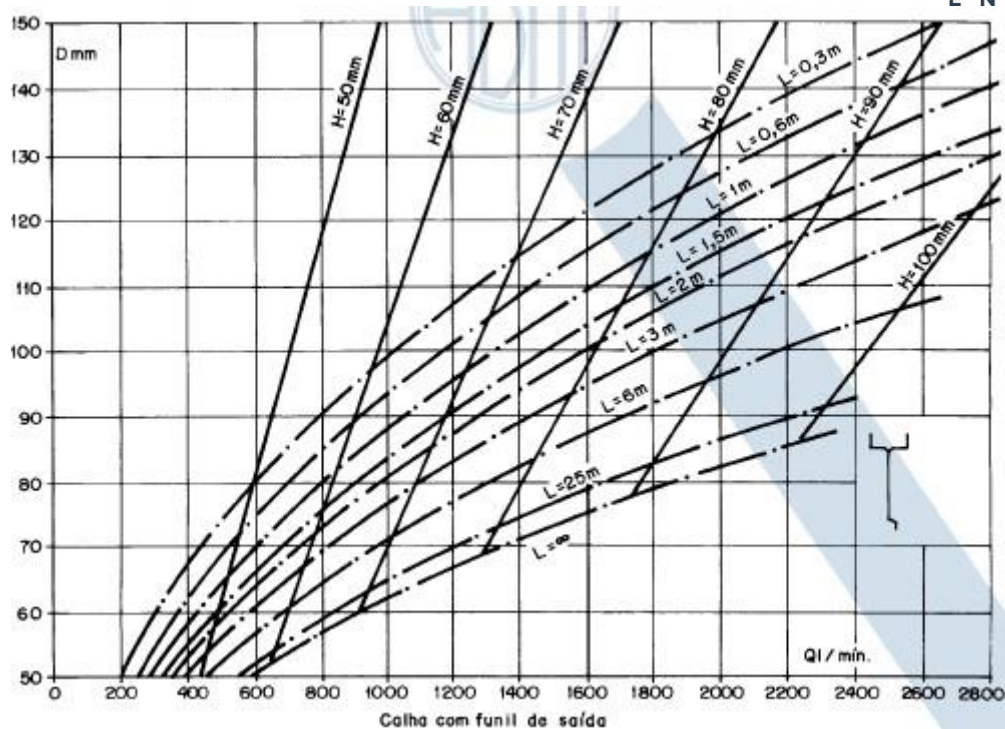
O dimensionamento dos condutores verticais foi feito a partir dos seguintes dados:

Q = Vazão de projeto (L/min.);

L = comprimento do condutor vertical(m).

H = altura da lâmina de água na calha (mm);

Como a calha é com funil de saída utilizou-se o seguinte ábaco (Figura 2) mostrado na NBR 10844/89:



A altura estimada de pé direito é de 2,80 metros, por tanto utilizaremos a L igual 2,80 metros. Considerando a NBR10844, o diâmetro interno mínimo dos condutores deve ser igual a 70 mm.

Analisando as vazões de projeto e o ábaco acima, tem-se que apenas TQ1 ultrapassa a capacidade de vazão para $L=2,80$ metros do tubo de 75 mm. Dessa forma, os tubos de queda pluvial serão de tubos de PVC rígido com diâmetro igual a 75 mm ligados ao funil de saída das calhas de aço galvanizado, sendo apenas o TQ1 com diâmetro igual a 100 mm.

6.5.4 Condutores horizontais

Para se o diâmetro e a declividade dos condutores horizontais, será utilizado a tabela 4.2 da NBR10844/89 que determina a capacidade de cada condutor circular horizontal em função da declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler e considera que a altura da lâmina igual a $2/3$ do diâmetro. A tabela em questão, encontra-se a seguir e possui seus valores expressos em m^3/h .

Diâmetro Interno D (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013	
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%
50	1,92	2,7	3,84	5,4	1,74	2,46	3,54	4,98	1,62	2,28
75	5,7	7,98	11,28	16,02	5,22	7,32	10,32	14,7	4,8	6,78
100	12,24	17,22	24,3	34,5	11,22	15,84	22,32	31,62	10,38	14,52
125	22,2	31,26	44,1	62,4	20,34	28,68	40,44	57,36	18,78	26,46
150	36,12	50,82	71,4	101,4	33,12	46,62	66	93	30,54	43,02
200	78	109,2	154,2	219	71,4	100,2	141,6	201	66	92,4
250	141	198,6	279,6	397,2	129	181,8	256,8	364,2	119,4	168
300	229,2	322,8	455,4	648	210	295,8	417,6	592,2	193,8	273

Para determinar a vazão que entra em cada caixa pluvial, será considerado a área de influência de cada caixa multiplicada pela precipitação de projeto. Considerando que o telhado que capta as águas pluviais não é drenante a vazão será multiplicada pelo fator 1,0. Será considerada a utilização de tubos com diâmetro igual a 100 mm com 1% de inclinação.

A seguir tem-se o dimensionamento dos trechos compreendidos entre cada caixa pluvial.

TRECHO	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (m ²)	PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (m/h)	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO	VAZÃO MONTANTE (m ³ /h)	VAZÃO DE PROJETO (m ³ /h)	INCLINAÇÃO (%)	NÚMERO DE TUBOS	DIÂMETRO DOS TUBOS (mm)
AP19 - CA1	45,13	0,119	1	-	5,37047	1	1	100
AP20 - CA1	14,12	0,119	1	-	1,68028	1	1	100
CA1 - CA2	-	0,119	1	7,05075	7,05075	1	1	100
AP21 - CA2	109,5	0,119	1	-	13,0305	1	1	100
CA2 - CA3	-	0,119	1	20,08125	20,08125	1	2	100
AP22 - CA3	59,74	0,119	1	-	7,10906	1	1	100
AP23 - CA3	68,13	0,119	1	-	8,10747	1	1	100
CA3 - CA4	-	0,119	1	35,29778	35,29778	1	2	100
AP1 - CA4	22,14	0,119	1	-	2,63466	1	1	100
AP2 - CA4	7,59	0,119	1	-	0,90321	1	1	100
CA4 - CA5	-	0,119	1	38,83565	38,83565	1	3	100
AP3 - CA5	7,59	0,119	1	-	0,90321	1	1	100
AP4 - CA5	12,15	0,119	1	-	1,44585	1	1	100

CA5 - CA6	-	0,119	1	41,18471	41,18471	1	3	100
AP5 - CA6	81,65	0,119	1	-	9,71635	1	1	100
AP6 - CA6	11,5	0,119	1	-	1,3685	1	1	100
CA6 - CA7	-	0,119	1	52,26956	52,26956	1	3	100
AP18 - CA12	45,62	0,119	1	-	5,42878	1	1	100
AP17 - CA12	26,59	0,119	1	-	3,16421	1	1	100
CA12 - CA11	-	0,119	1	8,59299	8,59299	1	1	100
AP16 - CA11	118,5	0,119	1	-	14,1015	1	1	100
CA11 - CA10	-	0,119	1	22,69449	22,69449	1	2	100
AP12 - CA10	22,56	0,119	1	-	2,68464	1	1	100
CA10 - CA9	-	0,119	1	25,37913	25,37913	1	2	100
AP15 - CA9	94,62	0,119	1	-	11,25978	1	1	100
AP13 - CA9	29,56	0,119	1	-	3,51764	1	1	100
CA9 - CA8	-	0,119	1	40,15655	40,15655	1	3	100
AP14 - CA8	28,46	0,119	1	-	3,38674	1	1	100
CA8 - CA7	-	0,119	1	43,54329	43,54329	1	3	100
AP7 - CA7	28,94	0,119	1	-	3,44386	1	1	100
CA7 - CA15	-	0,119	1	99,25671	99,25671	2	4	100
AP11 - CA13	17,12	0,119	1	-	2,03728	1	1	100
CA13 - CA14	-	0,119	1	2,03728	2,03728	1	1	100
AP10 - CA14	34,61	0,119	1	-	4,11859	1	1	100
CA14 - CA15	-	0,119	1	6,15587	6,15587	1	1	100
AP9 - CA15	11,23	0,119	1	-	1,33637	1	1	100
AP8 - CA15	15,96	0,119	1	-	1,89924	1	1	100
CA15 - RUA	-	0,119	1	108,64819	108,64819	2	4	100

O traçado da rede, número de tubos, posições das caixas, diâmetros e inclinações, estão indicado no projeto hidrossanitário em anexo. O deságue da rede, se dará na sarjeta da Rua Paranapanema e será conduzida até o sistema de drenagem do município.