

MEMORIAL DESCRITIVO E PLANILHA DE CÁLCULO PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

ESTABELECIMENTO:

ESCOLA SESI – VARZEA GRANDE

ASSUNTO / OBRA:

Reforma da Escola SESI - VG com 27.459,60m² de área construída, contemplando projeto arquitetônico, de paisagismo, acessibilidade, estrutural, hidrossanitário, elétrico, SPDA (Sistema de Proteção Descargas Atmosféricas), Combate a Incêndio e Gás.

LOCAL: VÁRZEA GRANDE/MT

MARÇO
2021

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	4
3. PROJETO.....	5
3.1 Concepção.....	5
3.2 Dimensionamento	7
3.2.1 Dispositivos de Drenagem	7
3.2.2- Parâmetros de projeto	8
4 RECOMENDAÇÕES GERAIS	12
5 QUANTITATIVO DO PROJETO	13
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem como objetivo de apresentar o projeto técnico para drenagem superficial de águas pluviais das ruas internas do estacionamento da Escola SESI localizada no município de Várzea Grande, Mato Grosso.

O sistema utilizado para esse projeto foi a microdrenagem é definida pelo sistema de condutos pluviais ou canais nos loteamentos ou na rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender a drenagem de precipitações com risco moderado.

O projeto tem a principal finalidade de oferecer soluções de viabilidade técnica para problemas decorrentes das águas de chuvas de forma a evitar que volumes excessivos se escoem pelas vias públicas ocasionando diversos problemas tanto socioeconômicos como socioambientais, sendo eles desde dificuldade no trânsito de veículos e pedestres devido a inundações inesperadas até ocasionando fontes de desenvolvimento de doenças infectocontagiosas e a propagação de algumas doenças de veiculação hídrica devido aos focos de acúmulo de água nas vias.

O projeto de drenagem foi elaborado com vistas ao estabelecimento dos dispositivos necessários para a captação, interceptação e condução das águas superficiais, objetivando conduzi-las para locais de deságuas seguro, sem comprometer o pavimento e terrenos que margeiam as ruas.

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A obra trata-se de reforma e ampliação da escola SESI com área construída de 27.459,60 m², localizado na Av. Dom Orlando Chaves, nº 1.086 - Bairro: Cristo Rei, Várzea Grande-MT.



Figura 01: Vista aérea da região do Escola SESI Várzea Grande com as principais vias de acesso (google2021)

3. PROJETO

3.1 Concepção

O projeto de drenagem superficial foi contemplado levando em consideração os parâmetros de projeto recomendado em alguns manuais do DNIT e estudos referente a drenagem urbanas e drenagem sustentável. O dimensionamento da rede foi baseado no “método racional”.

Para o dimensionamento dos dispositivos de bocas de lobo, foi considerado o método de Izzard, em que a capacidade de vazão de engolimento da boca de lobo tem que ser superior ao recolhimento da vazão na sarjeta do trecho definido. Para ter maior realidade da quantidade de BL necessária no trecho, foi considerado um fator de segurança de 1,25; tendo a vazão de projeto.

Segundo Festi (2013), o espaçamento entre bocas de lobos, de um modo geral a frequência de pares de boca de lobo ocorre a cada 40 a 60 metros de extensão, salvo algumas exceções podendo ser maior que 60 metros. No dimensionamento das bocas de lobo nunca se deve considerar o funcionamento com sua capacidade de captação limite igual a vazão de projeto (vazão de escoamento na sarjeta), ou seja, a vazão de definição do número de boca de lobo e tamanho da abertura da mesma deve-se ser superior a vazão de projeto, devendo considerar um fator de segurança.

Abaixo segue as informações resumidas do projeto:

- Área do estacionamento: 1.550,00 m²;
- Diâmetro mínimo da rede foi de 300mm;
- Diâmetros dos ramais de ligação da boca de lobo até o poço de visita foram padronizados em 200mm;
- Período de recorrência de 10;
- O recobrimento mínimo dos tubos foi de 0,6 metros para tubo com diâmetro até 1000mm;
- Inclinação mínima para o trecho ficou limitada em 0,005m/m;
- As galerias dimensionadas para lâmina d'água até 80% da secção transversal do tubo;
- Velocidades ficaram delimitadas entre 0,75m/s e 5m/s;

O projeto foi baseado no levantamento topográfico demonstrando o comportamento do escoamento das águas superficiais ao longo do estacionamento. Logo, pode-se dizer resumidamente que o escoamento das águas pluviais seguirá a seguinte trajetória: canaleta de concreto, boca de lobo, ramal de ligação, poço de visita, galerias e rede pública de drenagem.

Através das curvas de nível do terreno e a delimitação da área foi definido o comportamento das águas pluviais na superfície do terreno com a finalidade de fornecer todos os elementos necessários ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem para o perfeito escoamento superficial precipitado no estacionamento interno da escola. Para a determinação da intensidade de chuva de projeto foi adotado as tabelas 1 e 2 do estudo de Castro et al. (2011).

Duração (minutos)	Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	14,4	16,6	18,2	19,1	19,8	20,3	21,9	23,6
10	21,7	25,1	27,6	29,2	30,2	31,1	33,7	36,5
15	26,6	31	34,3	36,3	37,7	38,8	42,4	46,1
20	30,4	35,5	39,5	41,9	43,6	44,9	49,2	53,7
25	33,5	39,3	43,9	46,6	48,6	50,1	55,1	60,4
30	36,1	42,6	47,7	50,8	53	54,7	60,4	66,4
60	45,4	53,4	60	64,1	67,2	69,6	77,6	86,5
120	55,8	66,3	75	80,5	84,5	87,8	98,6	110,6
240	66,6	79,6	90,6	97,6	102,8	106,9	120,8	136,2
360	72,9	87,3	99,4	107,1	112,8	117,4	132,7	149,7
480	77,5	92,9	105,8	114	120,1	125,1	141,5	159,7
600	81	97	110,5	119,1	125,4	130,6	147,6	166,6
720	83,9	100,5	114,4	123,2	129,8	135	152,6	172,2
840	86,4	103,4	117,7	126,7	133,4	138,8	156,8	176,8
1440	95,4	113,7	129,1	138,7	145,9	151,7	170,9	192,2

Tabela 1- Altura Pluviométrica (mm)

Fonte: Curva Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extrema para o município de Cuiabá (MT), Castro, A, L P. et al. (2011)

Duração (minutos)	Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	2,880	3,320	3,640	3,820	3,960	4,060	4,380	4,720
10	2,170	2,510	2,760	2,920	3,020	3,110	3,370	3,650
15	1,773	2,067	2,287	2,420	2,513	2,587	2,827	3,073
20	1,520	1,775	1,975	2,095	2,180	2,245	2,460	2,685
25	1,340	1,572	1,756	1,864	1,944	2,004	2,204	2,416
30	1,203	1,420	1,590	1,693	1,767	1,823	2,013	2,213
60	0,757	0,890	1,000	1,068	1,120	1,160	1,293	1,442
120	0,465	0,553	0,625	0,671	0,704	0,732	0,822	0,922
240	0,278	0,332	0,378	0,407	0,428	0,445	0,503	0,568
360	0,203	0,243	0,276	0,298	0,313	0,326	0,369	0,416
480	0,161	0,194	0,220	0,238	0,250	0,261	0,295	0,333
600	0,135	0,162	0,184	0,199	0,209	0,218	0,246	0,278
720	0,117	0,140	0,159	0,171	0,180	0,188	0,212	0,239
840	0,103	0,123	0,140	0,151	0,159	0,165	0,187	0,210
1440	0,066	0,079	0,090	0,096	0,101	0,105	0,119	0,133

Tabela 2 - Intensidade da chuva (mm/min)

Fonte: Curva Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extrema para o município de Cuiabá (MT), Castro, A, L P. et al. (2011)

3.2 Dimensionamento

3.2.1 Dispositivos de Drenagem

Canaleta superficial sem grelha: são condutores livres de seção em formato C raso com função de captação da água superficial do pavimento transportando até a boca de lobo mais próxima.

Boca de Lobo (BL): É a estrutura de captação das águas de chuva, logo após a sarjeta. As bocas de lobo devem ser localizadas de maneira a conduzirem adequadamente as vazões superficiais para a rede de condutores. A localização das bocas de lobo adotada foi entre as canaletas de captação de água de chuva.

Ramais de Ligação: é a ligação entre a boca de lobo e poço de visita. Adotou-se para esses ramais as seguintes especificações, segundo tabela 3 de Festi (2013):

- Declividade Mínima: 0,01m/m;
- Diâmetro Mínimo de 200mm;
- Velocidade máxima de 4,0m/s

D	I	Q	V
(mm)	(m/m)	(l/s)	(m/s)
300	0,01	82,00	1,35
400	0,01	176,60	1,63
500	0,01	320,00	1,90
600	0,01	520,60	2,14

Fonte: Manual Galeria de Águas Pluviais – Projeto e Dimensionamento - Festi 2013

Tabela 3 - Capacidade de condução dos Ramais de Ligação

Fonte: FESTI, A.V. Apostila Projeto e Dimensionamento de Águas Pluviais. Paulínia. 2013.

Rede de águas pluviais: foi adotada no eixo do leito carroçável possibilitando a ligação das canalizações de escoamento das bocas-de-lobo. O diâmetro utilizado foi de 0,30 metros.

Poço de Visita: O poço de visita tem a função primordial de permitir a inspeção e limpeza dos coletores pluviais. O posicionamento dos poços de visita se faz necessários nas mudanças de direção em planta, mudança de declividade, mudança de diâmetro da rede, das interseções das redes condutores, bem como limitar o espaçamento das redes de grandes extensões. Os poços de visitas são estruturas de concreto pré-moldado ou em alvenaria. O fundo do PV deve ser construído no sentido de introduzirem o mínimo de perda de carga no sentido do escoamento principal.

3.2.2- Parâmetros de projeto

Para o dimensionamento drenagem superficial de águas pluviais das ruas internas do estabelecimento foi adotado a metodologia de micro drenagem urbana através do método racional, por se tratar de uma rede local. Foi considerado os seguintes procedimentos no projeto da referida rede:

- Definição dos trechos;
- Concepção do traçado da rede;
- Definição do tempo de concentração e coeficiente de escoamento do terreno;
- Dimensionamento da rede de galerias de águas pluviais:
- Definição da área de contribuição da rede - Acumulativa;
- Cálculo da vazão da rede – Acumulativa;
- Cálculo do Fator Hidráulico – Y/Dmáx: 80%;
- Verificação da velocidade – 0,75m/s < v < 5m/s;
- Definição do diâmetro do trecho.
- Definição das cotas dos Poços de Visitas (PV's).

3.2.2.1. Rede de Galerias de águas pluviais

❖ Cálculo do Tempo de concentração:

$$tc = \frac{3,34 \times (1,1 - C) \times \sqrt{L}}{\sqrt[3]{il}}$$

$$TC_{Total} = TC_{Lote} + TC_{Sarjeta} + TC_{Galeria}^{*1}$$

Obs *1:
$$\frac{T_{galeria} = L_{Trecho da galeria}}{V_{Trecho da galeria} \times 60}$$

Onde:

Tc: tempo de concentração para o lote e para a sarjeta em minutos;

Tctotal: Tempo de concentração total em minutos;

Tcgaleria: Tempo de Concentração da galeria em minutos

C: Coeficiente de escoamento, onde para calculo do tempo de concetração do lote usa C=0,60 e para sarjeta usa C=0,90;

L= comprimento da sarjeta em metros;

il= declividade do trecho da sarjeta ou declividade do lote em %;

Ltrecho da galeria= Comprimento da rede;

Vtrecho da galeria= Velocidade na rede.

❖ Área de contribuição:

Para a definição da área de contribuição foi delimitada toda a contribuição trecho a trecho e acumulando os pontos de convergência.

❖ Coeficiente de escoamento:

O Coeficiente de escoamento, ficando padronizado em 0,60 para o cálculo de rede;

❖ Vazão

$$Q = \frac{C \times I \times A \times N}{0,36}$$

Onde:

Q= Vazão em l/s;
C= Coeficiente de escoamento – 0,60;
I= Intensidade Pluviométrica (ábaco – figura 2) em mm/h;
A= área de contribuição em ha;
N=1 para áreas menores que 1 ha e para áreas maiores que 1 ha - $N = A^{-0,15}$

❖ Fator Hidráulico

$$FH = \frac{Q \times n}{\Phi^{8/3} \times \sqrt{il}}$$

Onde:
Q= Vazão em m³/s
Φ= diâmetro em m;
n= coeficiente de manning= 0,016;
il= Inclinação da rede em m/m.

❖ Velocidade

A velocidade na rede não pode ser inferior a 0,75m/s e não superior 5m/s

$$V = 14,23 \times Q^{1/4} \times il^{3/8}$$

Onde:
V= Velocidade em m/s;
Q= Vazão em m³/s;
il= declividade da rede em m/m.

❖ Teste de capacidade da rede (FH)

A rede não pode trabalhar em secção plena, o nível máximo que a lâmina d'água pode chegar é 80% do diâmetro da rede, conforme figura 5. Para verificar em que situação o tubo se encontra se faz necessário realizar o teste através das formulas abaixo:

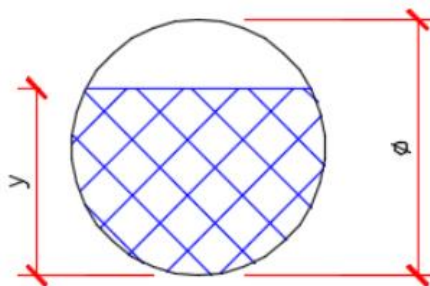


Figura 2 - Comportamento da Lâmina d'água na rede de galerias de águas pluviais, onde: Φ= diâmetro do tubo e y= Φ*80%

Para $FH \leq 0,061$: $Y/d = 1,14 \times FH^{0,482}$

Para $FH \geq 0,061$: $Y/d = 1,9717 \times FH + 0,1906$

3.2.2.2. Canaleta

❖ Tempo de concentração

$$tc = \frac{3,34 \times (1,1 - C) \times \sqrt{L}}{\sqrt[3]{il}}$$

$$TC_{Total} = TC_{Clote} + TC_{Sarjeta}$$

Onde:

Tc: tempo de concentração para o lote e para a canaleta em minutos;

Tctotal: Tempo de concentração total em minutos;

C: Coeficiente de escoamento, onde para cálculo do tempo de concentração do lote usa C=0,650 e da rua C=0,900

L= comprimento da sarjeta em metros;

il= declividade do trecho %.

❖ Cálculo do Coeficiente de escoamento

Coeficiente de escoamento, onde para cálculo do tempo de concentração do lote usa C=0,650 e da rua C=0,900

❖ Cálculo da Vazão de projeto

$$Q = \frac{C \times I \times A \times N}{0,36}$$

$$Qp = Q \times 1,25$$

Onde:

Q= Vazão em l/s;

Qp= Vazão de projeto

C= Coeficiente de escoamento – 0,65;

I= Intensidade Pluviométrica (ábaco – figura 2) em mm/h;

A= área de contribuição em ha;

N=1 para área menores que 1 ha e para áreas maiores que 1 ha - $N = A^{-0,15}$

1,25 = Fator de segurança adotada para situações de obstrução da boca de lobo.

❖ Capacidade de escoamento

$$Q = \frac{0,375 \times Z^* \times Y^{8/3} \times \sqrt{il}}{n}$$

Onde:

Y= Lamina d'água em metros;

il= declividade na sarjeta em m/m;

n= coeficiente de manning, onde foi adotado n=0,016;

Q= Vazão em m³/s

Obs: Para o cálculo de Z:

$$Z = \frac{1}{it}$$

Onde:

it= declividade transversal adotada foi de 4%

❖ Velocidade na sarjeta

$$V s = \frac{0,75 \times y^{2/3} \times \sqrt{il}}{n}$$

Onde:

Vs= Velocidade na sarjeta;

y= Lamina d'água em metros;

il= declividade na sarjeta em m/m;

n= coeficiente de maning, onde foi adotado n=0,016.

❖ Número de Froude e sequência para definição de número de boca de lobo

$$Fr = \frac{Vs}{\sqrt{g \times y}}$$

Onde:

Fr= Froude

Vs= Velocidade na sarjeta em m/s

g= gravidade= 9,8m²/s

y= Lamina d'água em metros.

❖ Cálculo da expressão "x"

$$x = \frac{L}{a \times Z}$$

Onde:

L= Comprimento de uma boca de lobo (corresponde ao número de boca de lobo- fase de teste), adotamos para uma boca de lobo L:1,10 metros;

a= rebaixamento da boca de lobo varia de 10 a 15cm, adotamos 13cm;

Z = 1/ it; Onde: it= declividade transversal da sarjeta pode variar de 2% a 5%, adotamos 4%.

❖ Cálculo da parcela "k"

$$k = \frac{0,45}{1,12(x - Fr^2)}$$

Onde:

K= é a parcela que representa o fluxo de água na sarjeta em função do número de froude e a capacidade da BL em função da abertura vertical, horizontal e o rebaixo existente na mesma.

❖ Verificação da capacidade da boca de lobo através da vazão coletada por elas:

$$Q = L \times (k + 0,23) \times y^{3/2} \times \sqrt{g}$$

Onde:

Q= Vazão de engolimento da sarjeta para o número de boca de lobo;

K= coeficiente definido como parcela "K";

y= Lamina d'água em metros;

g= gravidade= 9,8m²/s.

❖ Ramal de Ligação

O cálculo do ramal de ligação foi baseado em função da tabela apresentada por Fest (2013) – Tabela 3, de uma maneira geral os ramais tiveram as seguintes especificações:

- Declividade Mínima: 0,01m/m;
- Diâmetro Mínimo de 200mm;
- Velocidade máxima de 4,0m/s

4 RECOMENDAÇÕES GERAIS

O projeto deverá ser respeitado em todas as suas determinações e as modificações que se fizerem necessárias deverão ser notificadas, por escrito, com a devida antecedência, para que a fiscalização tome conhecimento e autorize.

A mão de obra deverá ser realizada por operários especializados, ficando inteiramente a critério da fiscalização impugnar qualquer trabalho em execução ou executado que não obedeça às condições aqui exposta.

A obra será implantada sob orientação do engenheiro que deverá conduzi-la conforme especificações e medidas de segurança que venham julgar necessária.

Na execução dos trabalhos, quaisquer que sejam, deverá haver proteção contra o risco de acidentes, com relação à própria pessoa da Empreiteira e a terceiros, independentemente da transferência daquele risco a companhias ou institutos seguradores.

Para isto, a Empreiteira deverá cumprir fielmente o estabelecido na Legislação Nacional no que concerne a segurança e higiene do trabalho, bem como obedecer a todas as boas normas, a critério da fiscalização, apropriadas e específicas a segurança de cada tipo de serviço.

A Empreiteira será responsável por todo e qualquer dano, seja de que natureza for, causado ao Estado, a própria obra em particular, a terceiros ou a propriedade de terceiros, provenientes da execução de serviços a seu cargo ou de sua responsabilidade direta ou indireta.

A responsabilidade geral da construção, de todas as formas, recairá sobre Empreiteira, e deverá acompanhá-la e com direito a interrompê-la enquanto não foram aceitas as medidas de segurança julgada necessárias.

5 QUANTITATIVO DO PROJETO

Tubulação	Quantidade
Ø 200 mm	38,00 m
Ø 300 mm	138,00 m

Poços de visitas	Quantidade
Poço de visita Ø 0,60 m	09 und

Bocas de lobos	Quantidade
Simples	12 und

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, Claudio. 2014. Projeto Executivo Drenagem Pluvial Rua Oliveira Santos. Volume Único. Belo Horizonte/MG;

CASTRO, Ana Letícia Pilz de. SILVA, Camila, Nascimento Padilha. SILVEIRA, Alexandre. Curva Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extrema para o município de Cuiabá (MT). 2011. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/38809147-Curvas-intensidade-duracao-frequencia-das-precipitacoes-extremas-para-o-municipio-de-cuiaba-mt.html>>. Acesso em: 13.01.2020.

Dias, Fernanda Spitz e Antunes, Patricia Tainá da Silva Correa. 2010. Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos. UFRJ/ Escola Politécnica. Rio de Janeiro, RJ;

DNIT. Volume 1 – Relatório De Projeto E Elaboração De Projeto Executivo De Engenharia Documentos Para Concorrência. SP – RIO/SANTOS;

FESTI, A.V. Apostila Projeto e Dimensionamento de Águas Pluviais. Paulínia. 2013.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia, Ciência e Aplicação. 2ª edição. 2001.



Léa Dolores
Engenheira Sanitarista
CREA Nº 1203979827

Nota: esse documento foi elaborado na fonte "EcoFont" tamanho 10, gerando uma economia de tinta de 26% comparada com a fonte "Arial", tamanho 11 e de 12% em comparação com a "Times New Roman", tamanho 12. O meio ambiente agradece!!!