

MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO PARA PROJETO DE MICRODRENAGEM URBANA

RODOVIÁRIA MUNICIPAL

BR 135, SANTA RITA - MA

Contatos:

(98) 9 8209 – 3998

relacionamento.bienaengenharia@gmail.com

Av. Avicenia, n° 18 - Quadra 18 - Calhau, São Luís - MA, 65071-370

BIENA ENGENHARIA E CONSULTORIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 4

2.1 Identificação 4
2.2 Generalidades 4
2.3 Problemática 4

3. SOLUÇÕES PROPOSTAS: 5

3.1 Topografia 5
3.2 Estudos Hidrológicos 6
3.3 Tempo de retorno 7
3.4 Tempo de concentração e tempo de pico 13
3.5 Precipitação 14
3.6 Volume de Escoamento Vesd ou chuva excedente 15
3.7 Determinação da vazão 17
3.8 Parâmetros adotados para o cálculo da rede de galeria de águas pluviais 18
3.9 Parâmetros adotados para o cálculo da rede de drenagem 22
3.10 Resultados Obtidos e análises finais 25

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 26

4.1 Galeria de drenagem 26
4.2 Bocas de lobo – do tipo com Grelha 28
4.3 Meio-fio e Sarjeta 29
4.4 Poços de visita 31

5. ENCERRAMENTO 33

MEMORIAL DE CÁLCULO PARA MICRODRENAGEM URBANA

MUNICIPIO DE SANTA RITA

1. INTRODUÇÃO

O presente MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO foi solicitado pela **MUNICIPIO DE SANTA RITA,** que é proprietária de um terreno com área 3748,12m² a ser projetado um terminal rodoviário de passageiros — onde tem seu endereço localizado próximo a BR 135 – Santa Rita – MA.

A Drenagem Urbana envolve, entre outras ações, o diagnóstico dos pontos principais de uma bacia que precisam de intervenção para evitar problemas na estrutura do pavimento, nas estruturas e edificações que estão no entorno de determinado ponto em questão. O dimensionamento de bacias, análise de suas características geomorfológicas e as ações necessárias para disciplinar de maneira coordenada o deflúvio quando dado seu escoamento superficial, são de exímia importância para o bom desenvolvimento de um trabalho que evite maiores transtornos no local.

Ademais, como em várias cidades, é comum a ocorrência de inundações urbanas com prejuízos materiais, assim como danos ao meio ambiente, principalmente em virtude da maneira desordenada do uso e ocupação do solo no meio urbano e, também, pelo sistema de drenagem mal concebido ou mesmo por sua capacidade esgotada pelo crescimento urbano. Verifica-se que nestes eventos os centros urbanos são alagados sem que necessariamente ocorra o transbordamento do canal principal, responsável pela drenagem da bacia hidrográfica (OLIVEIRA, 2012).

Dito isso, neste trabalho são apresentadas soluções para minimizar os problemas causados pela ausência de dispositivos de drenagem adequados e, também, a infraestrutura necessária que suporte as contribuições das precipitações em uma bacia.

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

2.1 Identificação

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	
Nome do Empreendimento	**TERMINAL RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS**
Endereço do projeto	BR 135, SANTA RITA, MA
Área de Terreno	3748,12m²
Decrição do Empreendimento	TERMINAL RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS para município de Santa Rita
Tipologia do Projeto	Drenagem profunda e superficial
	Engº Thalline dos Santos Batalha, CREA: 1119125170
	Engº Thallyson Dyego S. N. Barros, CREA: 1122270100

2.2 Generalidades

O presente memorial tem intuito de descrever o dimensionamento para a rede de microdrenagem a ser implantada na área de um terminal rodoviário de passageiros, não sendo estas exclusivas e podendo ser complementadas, que possibilitem uma maior sobrevida e proteção à estrutura do pavimento das vias, assim como segurança às casas e estruturas existentes em pontos específicos que sofrem degradação pela ação dos deflúvios no local.

Assim, este estudo busca descrever e dimensionar intervenções com dispositivos de drenagem que possibilitem, de maneira pontual, uma melhor condução da água proveniente das contribuições de chuva na bacia em análise.

2.3 Problemática

O local de estudo para a realização do projeto está localizado com sua fachada principal paralela a BR 135 pavimentada e com terreno existente com área permeável (Imagem 1). As ruas ao redor do terreno são compostas por sarjetas e meio fio que tem seu fluxo do escoamento superficial de águas pluviais direcionadas para o sentido do final da BR 135, (Imagem 1).

Imagem 1: Ruas adjacentes ao empreendimento



Fonte: Google Earth.

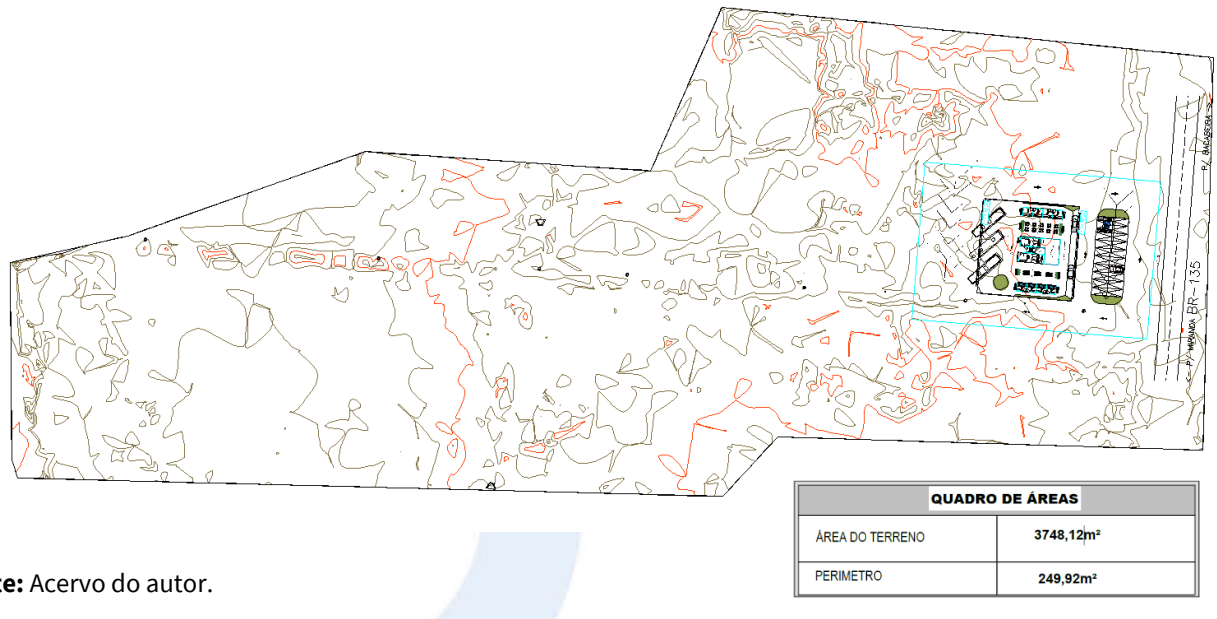
3. SOLUÇÕES PROPOSTAS:

3.1 Topografia

O levantamento topográfico adotado foi desenvolvido equipe técnica de projeto. As curvas de nível foram espaçadas de metrô a metro tendo como Datum de referência o SIRGAS 2000 UTM 23S.

Por meio do levantamento realizado, foi possível gerar o mapa com as curvas de nível, indicando suas cotas através do relevo do local, conforme apresentado abaixo (Imagem 2):

Imagem 2: Planta de localização para empreendimento

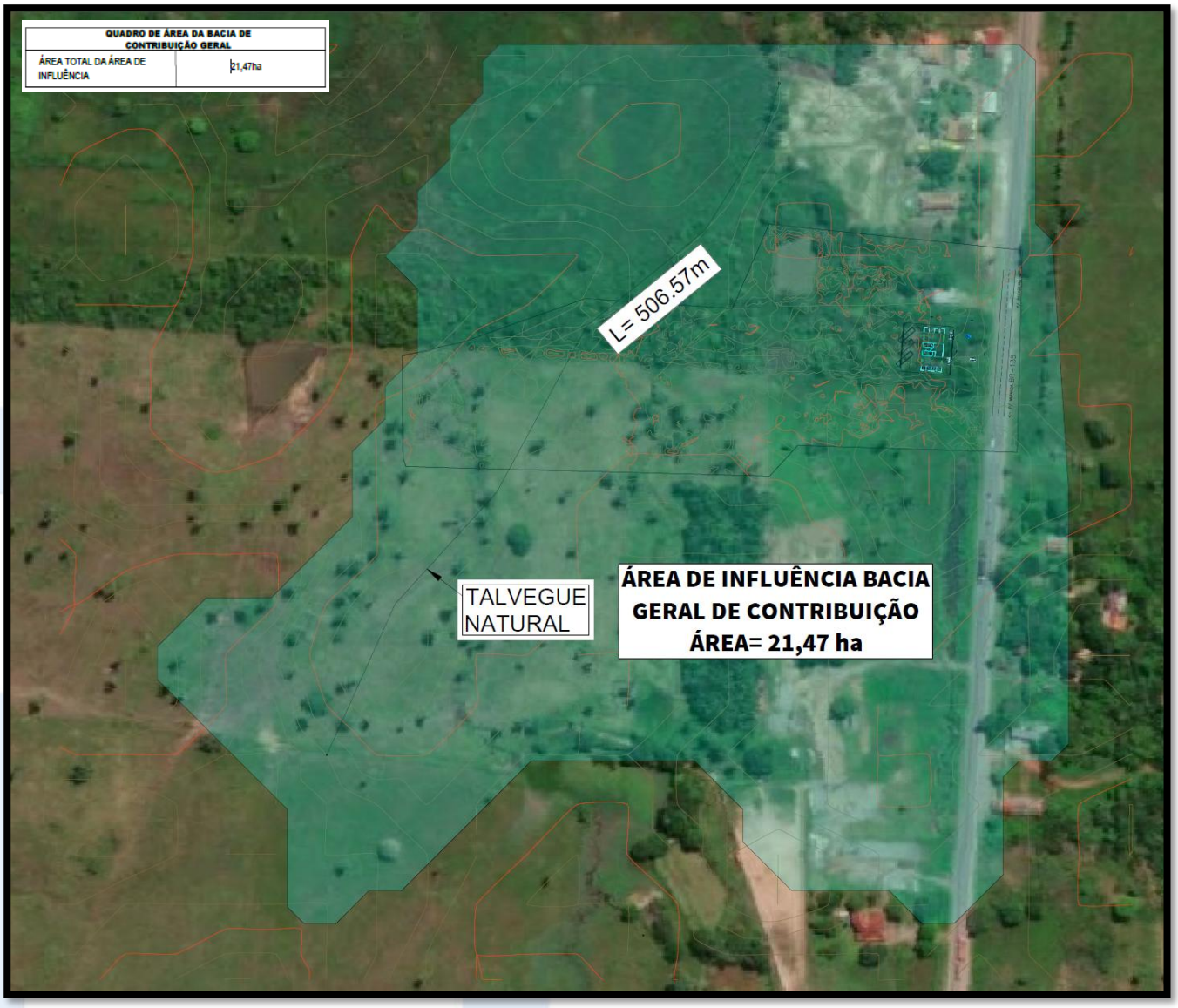


Fonte: Acervo do autor.

3.2 Estudos Hidrológicos

O estudo hidrológico aqui apresentado refere-se à bacia de contribuição a um terreno do Bairro Boa vista, com Montante localizado no ponto com coordenadas UTM (SIRGAS 2000 ZONA 23S) iguais a N=9653997.8588 e E=574646.3105 com cota altimétrica de 18m; e Jusante localizado no ponto N=9654410.7793 e E=574924.5271, com cota altimétrica de 12,00m. A área total da bacia de contribuição estudada é de 21,47ha, conforme abaixo apresentada:

Imagem 3: Áreas de bacias gerais de contribuição para águas pluviais



Fonte: Acervo do autor.

O objetivo do levantamento destes dados, a partir do estudo hidrológico, é definir as intervenções necessárias para resolver pontos que geram retenção do escoamento superficial das águas pluviais no local. Ademais, as informações hidrológicas vão lastrear as configurações de vazão dos dispositivos de drenagem que forem necessários a ser implantados, e as dimensões das seções transversais estão correlacionadas com a área de contribuição a qual produzirá a vazão máxima de projeto.

3.3 Tempo de retorno

Pela importância, características físico-topográficas de todo o trecho estudado, e considerando-se que as seções dimensionadas serão todas fechadas. Então, fez-se as análises de descargas máximas utilizando-se período de retorno de 10 anos. O período de retorno relaciona-se com o risco de ocorrer uma precipitação maior que a utilizada no dimensionamento de uma obra ou dispositivo de drenagem. Os períodos de retornos recomendados encontram-se no Quadro 1, o qual apresenta alguns valores de período de retorno recomendados para diferentes tipos de obras hidráulicas que podem ser considerados como orientação:

Quadro 1: Períodos de Retorno (T) recomendados para diferentes ocupações

TIPO DE OBRA	TIPO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA		T- PERÍODO DE RETORNO (ANOS)
Microdrenagem	Residencial		2
	Comercial		5
	Área com edifícios de serviço público		5
	Aeroportos		2 a 5
	Áreas comerciais e artéria de tráfego		5 a 10
Macrodrenagem	Áreas comerciais e residenciais		50 a 100
	Área de importância específica		500
Pequenos canais sem endicamento		Rural	5
		Urbano	10
Grandes canais sem endicamento		Rural	10
		Urbano	25
Pequenos canais com endicamento		Rural	10
		Urbano	50

Grandes canais com endicamento	Rural	50
	Urbano	100
Pequenos canais para drenagem urbana		5 a 10
Pontes em rodovias importantes		50 a 100
Pontes em rodovias comuns		25
Bueiros em rodovias importantes		25
Bueiros em rodovias comuns		5 a 10
Bocas de lobo		1 a 2
Vertedor de barragens importantes		10.000

Fonte: Acervo do autor.

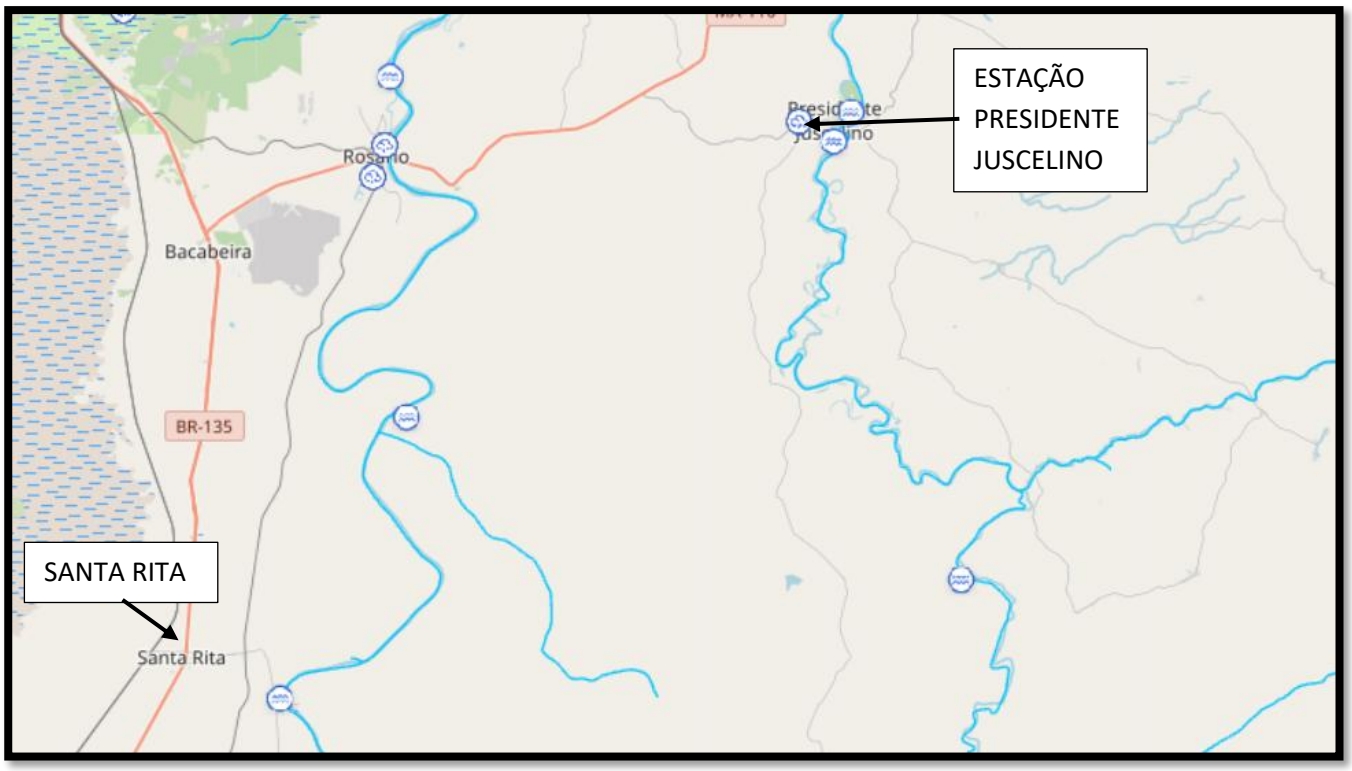
Esse MEMORIAL DESCRITIVO/CÁLCULO teve seu foco em criar um dimensionamento para o empreendimento de um edifício comercial da empresa, utilizando a seguinte metodologia de projeto:

1. Cálculo da intensidade de chuvas;
2. Cálculo da vazão do escoamento superficial;
3. Cálculo da área da bacia de contribuição delimitada para o projeto;
4. Cálculo da vazão da área de contribuição delimitada;
5. Critérios de dimensionamento da galeria de águas pluviais (GAP);
6. Elaboração do projeto gráfico utilizando modelos em 2D através de desenhos desenvolvidos em CAD, incluindo os elementos da GAP: dispositivos de captação, ramais, caixas de drenagem e redes.

1 Cálculo da intensidade de chuvas

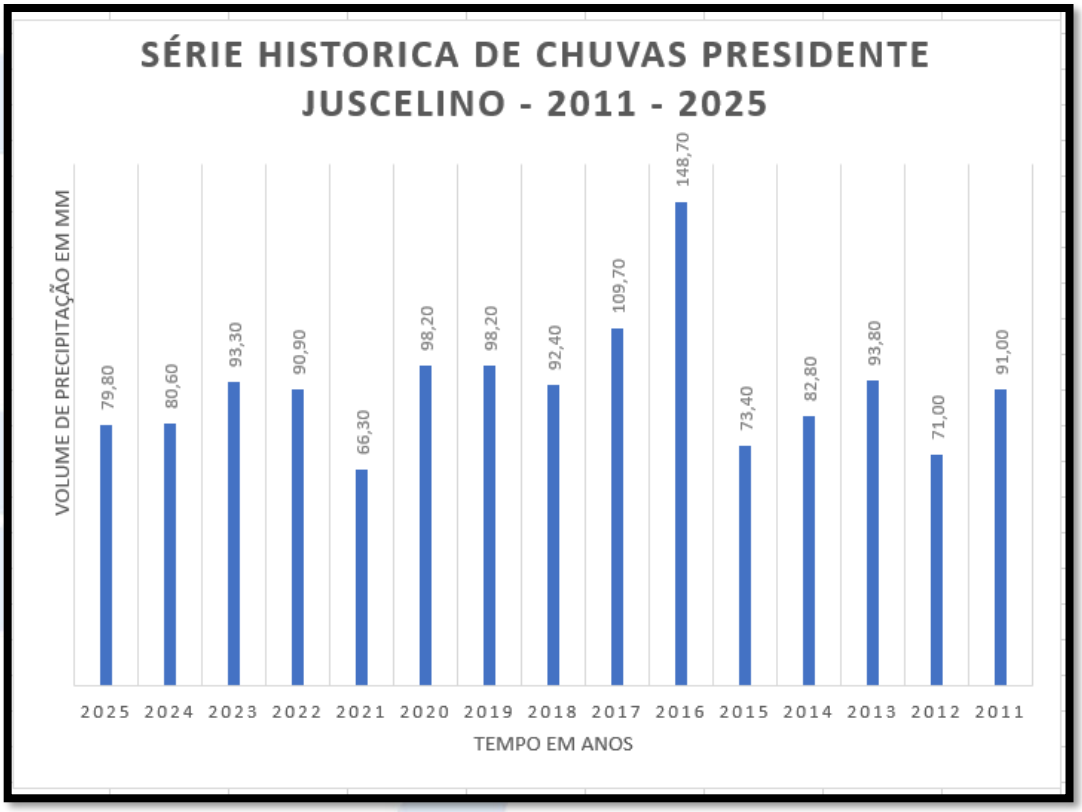
Foi adotada estação pluviométrica de **código 344.010 da ANA (Agência Nacional de Água)**, que está próximo ao município de Santa Rita-MA, já que é a estação mais próxima ao local onde será executada a obra (Imagem 4). A estação tem mais de 14 anos em séries de registros pluviométricos. No presente estudo serão utilizados 14 anos desses dados, referentes a um intervalo de 2011 até 2025. Os dados são demonstrados no Gráfico 1.

Imagem 4: LOCALIZAÇÃO ESTAÇÃO INMET



Fonte: Agencia Nacional de Água– ANA - ADAPTADO, (2025).

Gráfico 1: Medição pluviométrica de precipitações 2011 a 2025



Fonte: Agencia Nacional de Água– ANA - ADAPTADO, (2025).

Com os dados referentes as precipitações ocorridas durante a série histórica apresentada pela estação pluviométrica da ANA são possíveis se estabelecer os parâmetros necessários para calcular o índice de precipitação para o local do empreendimento.

Para isso serão adotados os parâmetros de precipitações desenvolvidos pelo site Gama-idf, para determinação das constantes **K, a, b** e **c** (Tabela 1) foi adotado a metodologia probabilística de Gumbel.

Tabela 1: Fatores de k, a, b e c

Resultados

Teste de Mann-Kendall ao nível de significância de 5%	Não há tendência
Função densidade de probabilidade (FDP)	Gamma
Parâmetros da FDP	**α**: 25.3842, **β**: 3.5983
Teste de Anderson Darling ao nível de significância de 5%	**Estatística :** 0.5206 **p-valor :** 0.7231 **Resultado do teste :** FDP se ajusta
Parâmetros da IDF	**a**: 834.034, **b**: 0.102, **c**: 9.226, **d**: 0.707
Nash e Sutcliffe (NS)	0.9975
RMSE (mm/h)	2.7527

Fonte: GAMMA IDF (2025).

Por fim foi atribuído os valores catalogados para a equação da intensidade de chuvas, que irá gerar a curva de IDF e os valores adotados da Tabela 1.

Equação 1: Curva IDF para intensidade de chuvas no trecho a ser projetado:

$$i = \frac{834{,}034 * T^{0{,}102}}{(t + 9{,}226)^{0{,}707}}$$

Nessa primeira etapa o cálculo será realizado utilizando a Equação 1 que determina a intensidade de chuvas para os períodos de tempo comuns na cidade. Além disso, foi utilizado o gráfico das curvas de IDF (intensidade – duração - frequência) (Gráfico 2) para a cidade de Presidente Juscelino, onde contém o tempo de duração das precipitações (t) entre 10 minutos a 24 horas e o tempo de retorno (T) com um intervalo que vai de 2 até 100 anos.

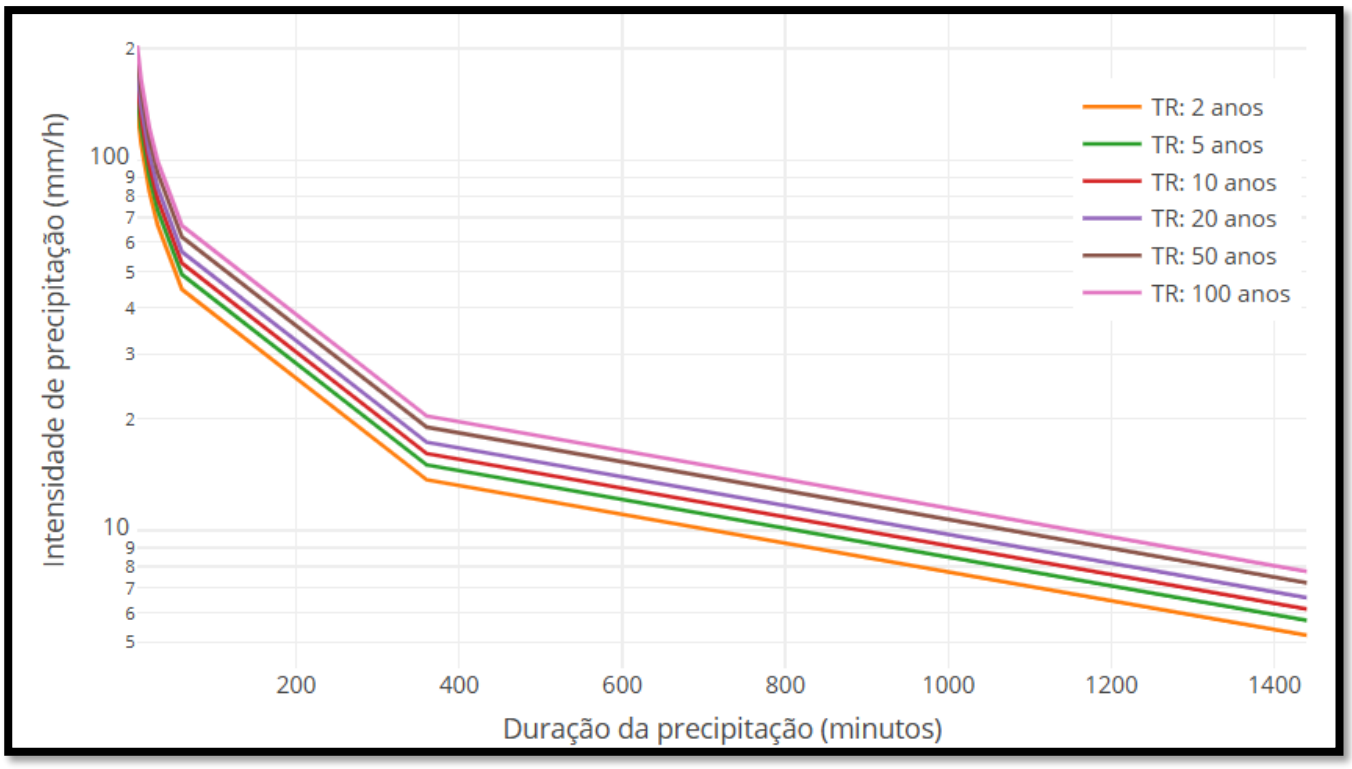
Tabela 2: Intensidade de precipitações para Barreirinhas em diferentes períodos de retorno

Utilizando a Equação de Chuvas Intensas						
Duração da chuva em minutos	Altura Pluviométrica Média em Presidente Juscelino					
	Período de Retorno em Anos					
	2	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
10	110,7	121,5	130,3	139,8	153,5	164,7
15	94	103,2	110,7	118,8	130,3	139,8
20	82,3	90,4	96,9	104,0	114,1	122,5
30	66,9	73,4	78,7	84,5	92,7	99,5
60	44,8	49,1	52,7	56,5	62,1	66,6
360	13,7	15,0	16,1	17,3	19	20,4
1140	5,2	5,7	6,1	6,6	7,2	7,8

Fonte: Acervo do autor (2025).

Assim é possível a geração das curvas IDF, **adotando um período de retorno de 10 anos**, já que se trata de uma obra de rede de microdrenagem a ser projetada sem conexão com uma rede de drenagem pública existente. E por fim atribuindo um **tempo de concentração de chuvas por volta de 10 minutos**.

Tabela 3: Curvas IDF para precipitações em Presidente Juscelino – MA



Fonte: Acervo do autor (2025).

Por fim, a precipitação adotada nesse dimensionamento para um tempo de retorno de **10 anos** e com concentração de **10 minutos** é equivalente a: **110.7mm/h.**

A definição do período de retorno presume que se assume um risco de ocorrer, em um ano qualquer, um fenômeno maior que a chuva de projeto adotada. Esse risco foi determinado pela equação:

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{N}$$

Sendo:

J = índice de risco, variando entre 0 e 1 (0 e 100 %);

T = período de retorno (anos);

N = número de anos considerado.

Com essa equação pode-se estabelecer o risco assumido para projetos com período de retorno T durante diferentes períodos, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Vida útil da obra

T (anos)	VIDA ÚTIL DA OBRA							
	1	2	5	10	20	25	50	100
	PROBABILIDADE J							
1	1,000	*	*	*	*	*	*	*
2	0,500	0,750	0,969	0,999	*	*	*	*
5	0,200	0,360	0,672	0,893	0,988	0,996	*	*
10	**0,100**	**0,190**	**0,410**	**0,651**	**0,878**	**0,928**	**0,995**	*
20	0,050	0,098	0,226	0,401	0,642	0,723	0,923	0,994
25	0,040	0,078	0,185	0,335	0,558	0,640	0,870	0,983
50	0,020	0,040	0,096	0,183	0,332	0,397	0,636	0,867
100	0,010	0,020	0,049	0,096	0,182	0,222	0,395	0,634

Fonte: Acervo do autor.

3.4 Tempo de concentração e tempo de pico

Para determinação do tempo de concentração foi utilizado a fórmula de Kirpich ou Califórnia Culverts Pratice (E.U.A.), descrita a seguir:

$$t_c = 57\left(\frac{L^3}{\Delta H}\right)^{0,385}$$

Onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em km;

ΔH = declividade do talvegue, em m/m.

E o tempo de pico dado pela equação:

$$tp = \left(\frac{tr}{2}\right) + 0,6 * tc$$

Onde:

tp = tempo de pico (horas); tr = duração da precipitação (horas); tc = tempo de concentração da bacia (horas).

A tabela 4 apresenta as relações t/tp e q/qp, necessários a interpolação e determinação do Hidrograma unitário.

Tabela 4: valores da relação t/tp –q/qp

t/tp	q/qp	t/tp	q/qp	t/tp	q/qp	t/tp	q/qp
-	0	0,700	0,770	1,400	0,750	2,600	0,130
0,10	0,015	0,800	0,890	1,500	0,660	2,800	0,098
0,20	0,075	0,900	0,970	1,600	0,560	3,000	0,075
0,30	0,160	1,000	1,000	1,800	0,420	3,500	0,036
0,40	0,280	1,100	0,980	2,000	0,320	4,000	0,018
0,50	0,430	1,200	0,920	2,200	0,240	4,500	0,009
0,60	0,600	1,300	0,840	2,400	0,180	5,000	0,004

Fonte: Acervo do autor.

3.5 Precipitação

Segundo Back (2002), o termo precipitação engloba todas as formas de água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre, incluindo neve, granizo, chuva, orvalho, neblina entre outras formas.

BACK, 2002 a partir de observações de pluviógrafos com durações de 5, 10, 15, 25, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 minutos descreveu a equação de chuvas intensas para o Estado de Santa Catarina como sendo:

$$i = \frac{K \times T^m}{(t+b)^n}$$

Onde:

K, m, b e n são coeficientes ou parâmetros os locais para ajuste da equação, determinados para cada cidade ou região. T é o período de retorno e t o tempo de duração.

Para o local de estudo, adotou-se a seguinte equação de chuva:

$$i = \frac{967{,}430 * T^{0{,}386}}{(t + 9{,}205)^{0{,}706}}$$

3.6 Volume de Escoamento Vesd ou chuva excedente

O volume de água que escoa superficialmente pode ser definido pela equação:

$$Vesd = AD \times hexc$$

Onde:

Vesd = volume de escoamento

AD = área de drenagem

hexc = lâmina de chuva excedente

Pelo Método de Soil Conservation Service (SCS)

$$hexc = \left(\frac{P - 0{,}2S}{P + 0{,}8S}\right)^2 \rightarrow P > 0{,}2S$$

Onde:

P = precipitação (mm)

S= retenção do solo (mm);

$$S = \left(\frac{25400}{CN}\right) - 254$$

Onde CN (Curver Namber) é a taxa de escoamento superficial apresentado na tabela 5.

Tabela 5: Valores de CN para uso e ocupação do solo na condição II (antecedentes de umidade do solo)

Uso/Cobertura do Solo	Tipos de solo			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas				

	7	8	8	9
Sem conservação do solo	2	1	8	1
	6	7	7	8
Com conservação do solo	2	1	8	1
Pastagens ou terrenos baldios				
	6	7	8	8
Em más condições	8	9	6	9
	3	6	7	8
Em boas condições	9	1	4	0
Bosques ou zonas florestais				
	4	6	7	8
Má cobertura	5	6	7	3
	2	5	7	7
Boa cobertura	5	5	0	7
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios				
(em boas condições)				
	3	6	7	8
Com relva em mais de 75% da área	9	1	4	0
	4	6	7	8
Com relva em 50% a 75% da área	9	9	9	4
	8	9	9	9
Áreas comerciais e de escritórios	9	2	4	5
	8	8	9	9
Distritos industriais	1	8	1	3
Áreas residenciais				
Tamanho do lote .....% impermeável				

	7	8	9	9
Até 500m².....65%	7	5	0	2
	6	7	8	8
500 a 1000m².....38%	1	5	3	7
	5	7	8	8
1000 a 1300m².....30%	7	2	1	6
	5	7	8	8
1300 a 2000m².....25%	4	0	0	5
	5	6	7	8
2000 a 4000m².....20%	1	8	9	4
Estacionamentos pavimentados, viadutos, telhados, etc.	9	9	9	9
	8	8	8	8
Ruas e estradas				
	9	9	9	9
Asfaltadas, com drenagem de águas pluviais	8	8	8	8
	7	8	8	9
Pavimentadas com paralelepípedos	6	5	9	1
	7	8	8	8
De terra	2	2	7	9

Fonte: DEP/DOP, 2005

3.7 Determinação da vazão

Para o desenvolvimento do cálculo da rede de galeria de águas pluviais do local foi adotado o “Método Racional”, tendo em vista que a área a ser drenada é menor que 400 hectares, conforme é exigido pelas normas técnicas vigentes.

O método racional para avaliação da vazão de escoamento superficial consiste na aplicação da expressão:

$$Q = \frac{C.i.A}{360}$$

Onde:

Q = Vazão, em m^3/s

C =Coeficiente de Escoamento Superficial da Bacia

i=Intensidade Média da Chuva de Projeto, mm/h

A=Área da Bacia que contribui para a Seção, em Hectares

3.8 Parâmetros adotados para o cálculo da rede de galeria de águas pluviais

Para o cálculo da rede coletora de águas pluviais, foram consultados os manuais técnicos vigentes como o Manual de Drenagem, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT. Foram consideradas as seguintes etapas:

- Topografia: localização, ponto de lançamentos, cotas de lançamento, etc.;
- Estudos hidrológicos: delimitação da bacia contribuinte, equações de chuvas, tempo de concentração, tempo de recorrência, etc.;
- Dimensionamento: tipo de obra a implantar, declividade, vazão, diâmetro, velocidade de escoamento, tipo de escoamento, tipo de regime de escoamento, comprimento do dispositivo.

A partir do estabelecimento do balanço das vazões e a verificação do escoamento das vias, é efetuado o dimensionamento dos bueiros. Para isso foi utilizada também a fórmula de Manning associada à equação da continuidade.

$$V = \frac{\sqrt[3]{RH^2} \cdot \sqrt{I}}{n}$$ Fórmula de Manning

$$Q = S \cdot V$$ Equação da Continuidade

Onde:

Q = Capacidade de escoamento da galeria;

S = Seção de escoamento da galeria;

V = Velocidade de escoamento da galeria;

RH = Raio hidráulico;

I = Declividade da galeria;

n = Coeficiente de rugosidade ou coeficiente de Manning.

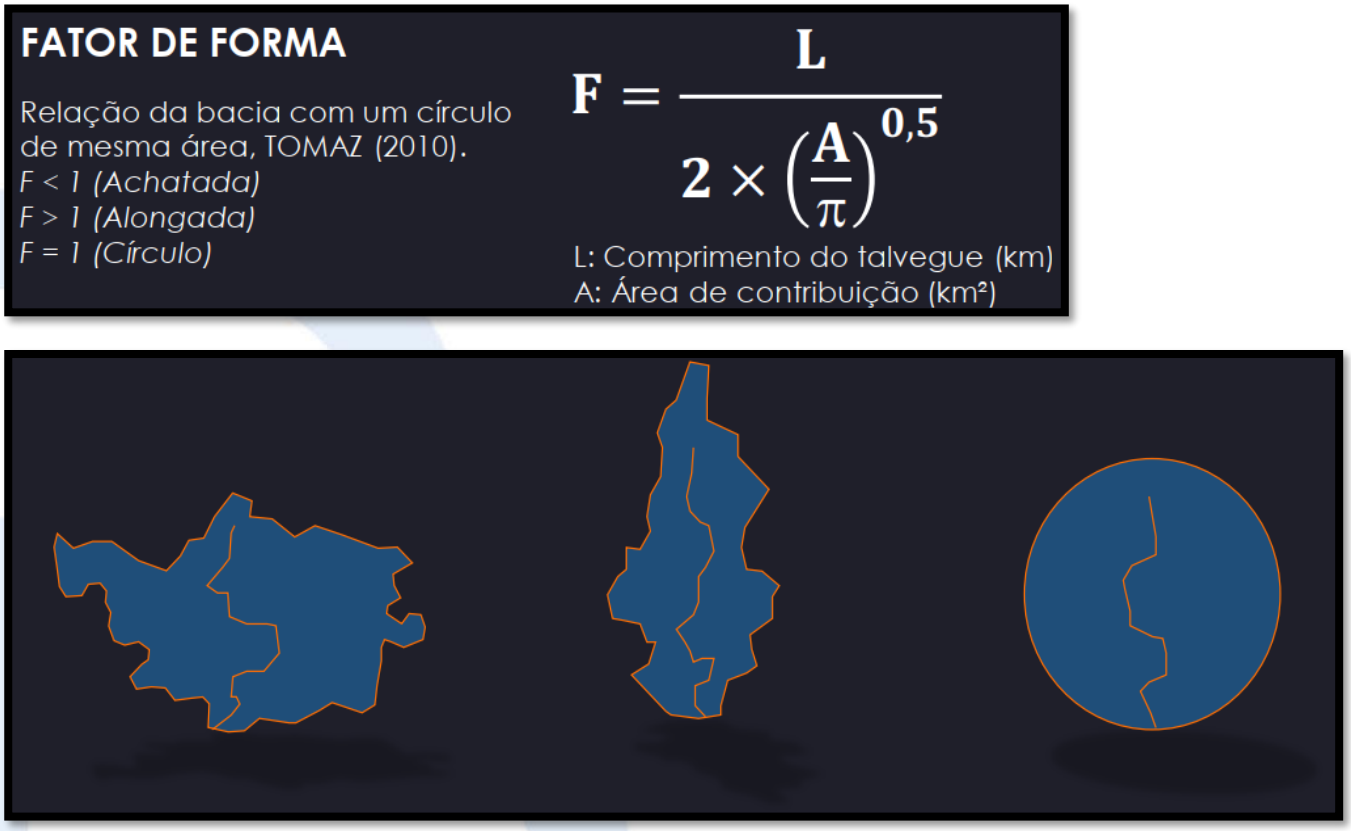
Conhecida a vazão “Q” do trecho de tubulação, determina-se o diâmetro, a declividade “I” e a velocidade “V”, com valores convenientes ao bom funcionamento das galerias.

$$V_{min} = 0,5 \text{ m/s e } V_{máx} = 5,00 \text{ m/s}$$

Essas velocidades limites são estabelecidas em função das especificações de projeto e podem ser variáveis caso a caso.

O coeficiente de rugosidade adotado no projeto proposto foi de acordo com a metodologia de cálculo de I PAI WU que estabelece critérios de forma para (C1) para a bacia que está inserido o empreendimento (Figura 5).

Imagem 5: Fator de forma para a bacia de contribuição geral



Fonte: TOMAZ, (2010).

O fator caracteriza a forma da bacia com um perimetro de mesma área, medindo assim a taxa de alongamento da bacia. Sendo assim pode ser definido pela expressão da imagem 5, TOMAZ (2010).

“Conforme Kather, 2006 em bacias alongadas, o tempo de concentração é superior ao tempo de pico, pois a chuva que cai no ponto mais distante da bacia chegará tarde o suficiente para não contribuir para a vazão máxima. Assim em bacias alongadas, deve-se esperar um valor de C1 < 1 de acordo com a equação:”

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)}$$

A metodologia de I PAI WU envolve o cálculo de um coeficiente volumétrico de escoamento ocorre em função do grau de impermeabilidade da superfície conforme DAEE, São Paulo, 1994. Pode-se adotar C2=0,30 para grau baixo de impermeabilização; C2=0,50 para grau médio e C2=0,80 para grau alto de acordo com o quadro abaixo:

Tabela 6: Determinação de coeficiente C2 de escoamento

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35

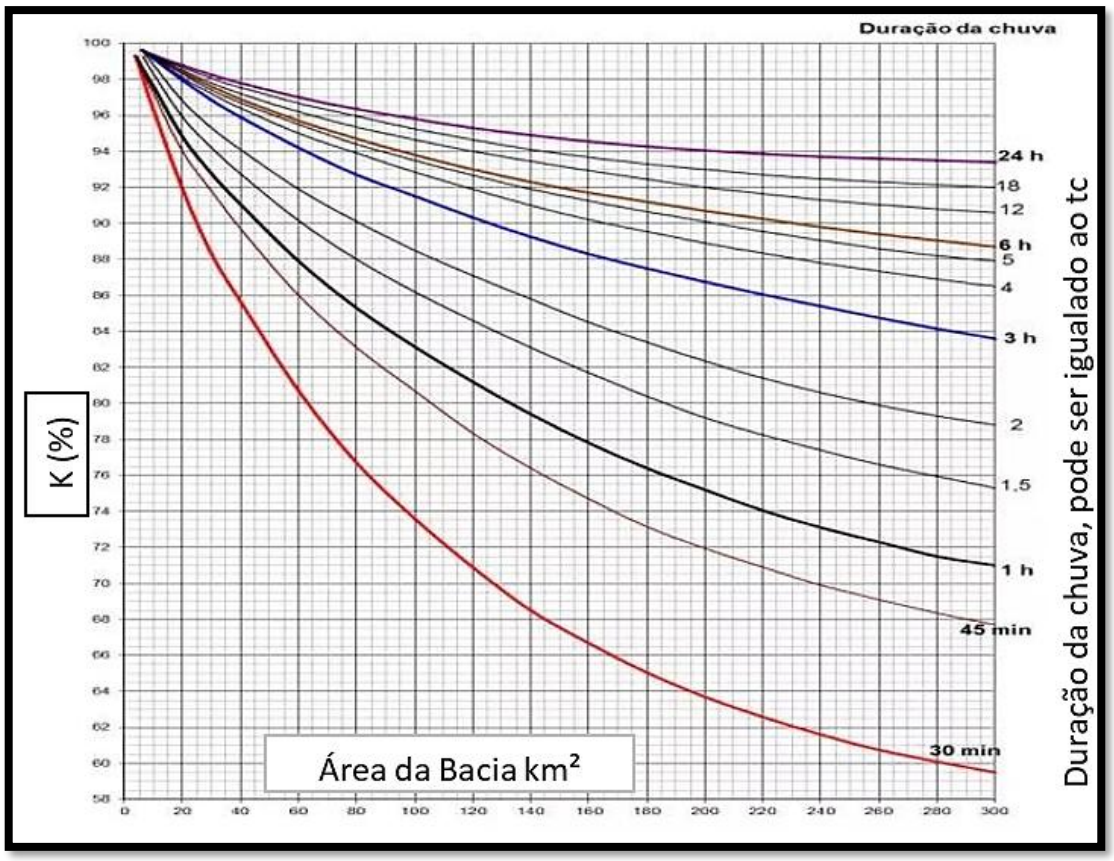
Fonte: Costa, (2022).

Por fim para determinação do coeficiente da bacia geral de contribuição nessa metodologia irá utilizar a seguinte equação:

$$\mathrm{C} = \frac{2}{(1 + \mathrm{F})} \mathrm{x} \frac{\mathrm{C2}}{\mathrm{C1}}$$

Para a chuva percolar ela é direcionada até um ponto especifivo da área da bacia de contribuição, porém as distribuições das águas pluviais não atingem a totalidade a área, então será utilizado um coeficiente de redução espacial K. Uma das maneiras de obter K é utilizar o gráfico do US Weather Bureau (ASCE, 1997) mostrado na imagem 6. Ele apresenta a relação entre a chuva em um ponto e a chuva na área, em função da área e da duração da chuva (hidromundo.com.br, 2022).

Imagem 6: Gráfico para coeficiente de compensação espacial K



Fonte: Costa, (2022).

Para a utilização do gráfico será usada a área da bacia no eixo "x" até cruzar com a curva que melhor represente o "tc", com isso é cruzado com uma linha até o eixo "y" e descobrindo assim o valor de "K". Para esse empreendimento foi adotado o valor de **K=0,985**.

Com as determinações dos coeficientes, mencionados anteriormente, é possível obter a estimativa da **Vazão de cheia (Qc)** através da equação chave:

$$Qc = 0,278 \times C \times i \times A^{0,9} \times K$$

Logo pode-se calcular a **Vazão de base (Qb)** que é a vazão de cheia com um coeficiente de segurança para a vazão total de projeto, tradicionalmente, adota-se na ordem de 10%, nesse caso foi adotado o valor de 15% da vazão de cheia. Sendo assim temos inicialmente a seguinte equação:

$$Qb = 0,15 \times Qc$$

E, portanto, com o conhecimento da vazão base é possivel determinar a Vazão de Projeto (Qp)

com a seguinte equação:

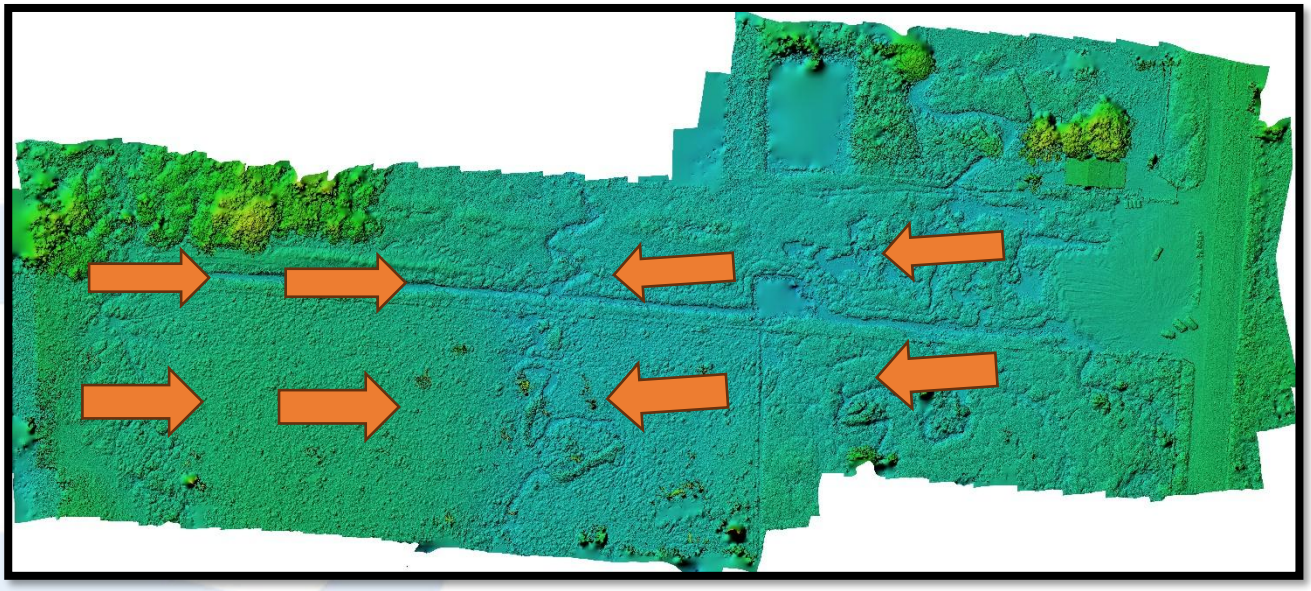
$$Qp = Qb + Qc$$

3.9 Parâmetros adotados para o cálculo da rede de drenagem para o empreendimento

Devido ao empreendimento está localizado em ruas que não tem uma rede de microdrenagem urbana pública próxima, será utilizado uma rede de drenagem interna direcionando as aguas pluviais até onde está localizado o talvegue natural.

Essa proposta visa evitar degradação das construções vizinhas e das vias públicas adjacentes sem uma saída planejada para águas pluviais (Imagem 7) que possam sofrer alagamentos maiores devido a nível de água pluvial contribuída do empreendimento.

Imagem 7: ESQUEMA BÁSICO PARA FLUXO DE ÁGUAS PLUVIAIS PELA REDE DE DRENAGEM A SER IMPLANTADA



Fonte: Acervo do autor.

Para o dimensionamento da rede de drenagem será utilizado o método racional com as seguintes atribuições:

$$V_s = 0{,}5 \cdot (Q_{pós} - Q_{pré}) \cdot t_c \cdot 60$$

Sendo:

Vs =volume necessário para deter enchentes (m^3);

Qpós = vazão de pico (m^3/s) no pós-desenvolvimento para determinado período de retorno (10 anos), onde a diferença principal é seu coeficiente de escoamento C1 e C2 após haver uma área impermeável que é a estrutura do empreendimento.

$$Q = \frac{C.i_{pós}.A}{360}$$

tc = tempo de concentração (minutos);

Qpré = vazão de pico (m^3/s) no pré-desenvolvimento para determinado período de retorno, onde a diferença principal é seu coeficiente de escoamento C1 e C2 antes de haver uma área impermeável que é solo não terraplenado.

$$Q = \frac{C.i_{pré}.A}{360}$$

Para o esvaziamento dos reservatórios serão utilizadas bombas submersas dentro das bacias de detenção. O critério de escolha das bombas está de acordo com as dimensões adotadas para a bacia de detenção, ou seja, para o volume de águas pluviais que irá percolar dentro do reservatório.

Para o desenvolvimento da vazão despejada pela rede de drenagem foram utilizados os dados calculados para a vazão da bacia de contribuição de águas pluviais descritas no seguinte quadro 3:

Quadro 3: Resultados gerais para dimensionamento da rede de drenagem

Parâmetro	Características	Valor
ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS GERAL	ha	**21,47**
ÁREA DO TERRENO	m^2	**3748,12**
AREA IMPERMEAVEL	m^2	**1468,56**
AREA PERMEAVEL	m^2	**2937,00**
Cota superior da Bacia	m	34,00 m

Cota inferior da Bacia	m	30,00 m
Diferença de cota (H)	m	4,0m
Comprimento do talvegue bacia de contribuição (L)	Km	0,225Km
Coeficiente Volumétrico de escoamento (C2) pré	Adimensional	0,35
Coeficiente Volumétrico de escoamento (C2) pós	Adimensional	0,47
Coeficiente de forma (C1)	Empreendimento comercial	0,76
Coeficiente da Bacia (C) pré	Adimensional	0,22
Coeficiente da Bacia (C) pós	Adimensional	0,29
Tempo de concentração (min)	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{\Delta H}\right)^{0,385}$ *Caso t < 10min, adotar 10min	10min
Declividade da bacia	S=H/L (%)	0,89%
Período de retorno (Tr)	anos	10 anos
Fator de Forma (F)	Adimensional	3,22
Intensidade de chuva	$i = \frac{1379{,}644 * T^{0,386}}{(t + 9{,}203)^{0,706}}$	110,7mm/h
Vazão (m^3/s) pré	$Qc = 0{,}278 \times C \times i \times A^{0,9} \times K + (Qc\ x\ 0{,}15)$	0,058m^3/s
Vazão (m^3/s) pós	$Qc = 0{,}278 \times C \times i \times A^{0,9} \times K + (Qc\ x\ 0{,}15)$	0,077m^3/s
Raio hidráulico para galeria a meia seção (m)	$R_h = \frac{0{,}3 \cdot 0{,}5}{4}$	$0{,}0375m$

DIMENSIONAMENTO PARA REDE DE DRANGEM

BIENA ENGENHARIA E CONSULTORIA
Rua Deputador Raimundo Leal, nº 3618,
Jardim Eldorado - São Luís/MA CEP:65066-635
Telefone: (98) 98432-3281 (98) 98209-3998

Velocidade Mínima(m/s):	0,5	Máxima(m/s):	4	Utilização do Tubo (%):	63		
Recorrência (anos):	10	Duração(minutos):	10				
Fórmula da Intensidade Pluviométrica: 110,7 em (mm/h)							

Fórmula da Intensidade Pluviométrica: 110,7 em (mm/h)

REDE DE DRENAGEM

TRECHO	Extensão	Área		Concen-tração	Coef. De Escoamento	Intensidade Pluv.	Vazão	Diâmetro	Declividade	Cota Terreno		Cota Coletor		Profundidade Coletor		Velo-cidade	Tempo Escoamento	OBS	Mensagens
		Trecho	Total							Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante				
	(m)	(m2)	(m2)	(min)	Cm	(mm/h)	(l/s)	(mm)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(min)		
BSTC:2-PV:5	70,46	3000,00	3000,00	10,00	0,40	110,7	36,90	1000	0,00710	32,00	31,50	31,00	30,50	1,00	1,00	0,95	1,24		
4-PV:2	8,89	480,00	480,00	10,00	0,40	110,7	5,90	400	0,08438	33,00	32,50	32,25	31,50	0,75	1,00	1,45	0,10		
5-PV:1	7,18	480,00	480,00	10,00	0,40	110,7	5,90	400	0,03482	33,00	33,00	32,25	32,00	0,75	1,00	1,08	0,11		
2-PV:1	4,91	850,00	850,00	10,00	0,40	110,7	10,46	400	0,06107	33,00	33,00	32,30	32,00	0,70	1,00	1,51	0,05		
3-PV:2	5,38	850,00	850,00	10,00	0,40	110,7	10,46	400	0,14881	33,00	32,50	32,30	31,50	0,70	1,00	2,08	0,04		
PV:7-PV:6	74,20	3000,00	3000,00	10,00	0,40	110,7	36,90	600	0,00674	33,00	32,50	32,00	31,50	1,00	1,00	0,95	1,30		
PV:6-PV:5	51,02	0,00	3000,00	11,30	0,40	110,7	36,90	600	0,01960	32,50	31,50	31,50	30,50	1,00	1,00	1,42	0,60		
PV:1-PV:2	37,65	0,00	1330,00	10,11	0,40	110,7	16,36	600	0,01328	33,00	32,50	32,00	31,50	1,00	1,00	0,98	0,64		
PV:2-PV:3	51,26	0,00	2660,00	10,75	0,40	110,7	32,72	600	0,00975	32,50	32,00	31,50	31,00	1,00	1,00	1,04	0,82		
PV:3-PV:4	56,21	0,00	2660,00	11,58	0,40	110,7	32,72	600	0,00356	32,00	31,80	31,00	30,80	1,00	1,00	0,73	1,28		
PV:4-PV:5	27,92	0,00	2660,00	12,86	0,40	110,7	32,72	600	0,01075	31,80	31,50	30,80	30,50	1,00	1,00	1,09	0,43		
PV:5-BSTC:1	14,58	0,00	8660,00	13,29	0,40	110,7	106,52	1000	0,14819	31,50	30,00	30,50	28,34	1,00	1,66	3,82	0,06	DG=-1,66m	
Vazão Total																			
106,52																			

Fonte: Acervo do autor.

3.10 Resultados Obtidos e análises finais

Baseados nos critérios, parâmetros e metodologias apresentados estão determinadas as descargas contribuintes para cada trecho de dispositivo. Além disso, foi adicionada a contribuição de águas pluviais da cobertura do empreendimento que direciona seu fluxo por tubos de queda para caixas de inspeção para a rede de drenagem. O cálculo de contribuição considerou o somatório da rede pluvial para a conexão na rede de drenagem superficial.

Visto a necessidade de captação e destino do deflúvio, assim como a melhoria de escoamento dos pontos em questão, definiu-se a partir dos parâmetros de dimensionamento a execução de **REDES DE MICRODRENAGEM**. Busca atender as características da topografia do local, além de possibilitar o escoamento da vazão no empreendimento.

Ademais, ainda foram previstos pontos para recuperação do pavimento em locais degradados. Nesses devem ser realizadas a remoção do pavimento existente, inclusive as camadas

granulares constituintes (base e sub-base), caso estejam comprometidas. Além disso, para que se evite o assoreamento dos dispositivos de drenagem previstos neste estudo, recomenda-se que sejam feitos os serviços de implantação nas vias que ficam no entorno do exutório para, pelo menos, minimizar o carreamento de material arenoso para as caixas coletoras, além possibilitar que nestas não ocorra a erosão da via.

Os dispositivos de drenagem a serem adotados, tais como a Transposição de Segmento de Sarjeta (Tipo TSS06) e os meios-fios com linhas d'água (tipo MFC 03), irão auxiliar na condução da água de maneira disciplinada. Além de bocas de lobo simples e conjugadas utilizadas para captação de parte das águas pluviais.

Por fim foi direcionado o despejo final das águas pluviais pela rede de drenagem a ser implantada adjacente a fachada frontal do empreendimento que tem a presença de poços de visita ou rede de microdrenagem públicas próximas.

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

4.1 Galeria de drenagem

OBJETIVO

O objetivo desse dispositivo de microdrenagem está na captação e condução da vazão escoada pela via para as galerias.

MATERIAIS

1. Concreto simples
2. Concreto armado Φ > 30cm
3. Metálicos
4. Tubos de PVC
5. Bobinas enrolados helicoidalmente;
6. Extremidades são sobrepostas em sistema macho-fêmea e soldadas entre si com adesivo de ação química.

EXECUÇÃO

Para a execução de bueiros de greide com tubos de concreto deverá ser adotada a seguinte sistemática:

1. Interrupção da sarjeta ou da canalização coletora junto ao acesso do bueiro e execução do dispositivo de transferência para o bueiro, como: caixa coletora, caixa de passagem ou outro indicado.

2. Escavação em profundidade que comporte o bueiro selecionado, garantindo inclusive o recobrimento da canalização.

3. Compactação do berço do bueiro de forma a garantir a estabilidade da fundação e a declividade longitudinal indicada.

4. Execução da porção inferior do berço com concreto de resistência ($fck_{min} \geq 15$ MPa), com a espessura de 10cm.

5. Colocação, assentamento e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4, em massa.

6. Complementação do envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo a geometria prevista no projeto e posterior reaterro com recobrimento mínimo de 1,5 vezes o diâmetro da tubulação acima da geratriz superior da canalização.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

1. O corpo do bueiro tubular de concreto será medido pelo seu comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;

2. As bocas dos bueiros serão medidas por unidade, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;

3. Serão medidos os volumes e classificados os materiais referentes às escavações necessárias à execução do corpo do bueiro tubular de concreto;

4. No caso de utilização de dispositivos pontuais acessórios, como caixas coletoras ou de passagem, as obras serão medidas por unidade, de acordo com as especificações respectivas;

5. Será medido o transporte dos tubos entre o canteiro e o local da obra.

4.2 Bocas de lobo – do tipo com Grelha

OBJETIVO

O objetivo desse dispositivo de microdrenagem está na captação e condução da vazão escoada pela via para as galerias.

MATERIAIS

1.Concreto simples

2.Concreto armado Φ > 30cm

3.Concreto ciclópico

4.Alvenaria

EXECUÇÃO

As bocas-de-lobo, as caixas de visita e as saídas deverão obedecer às indicações do projeto:

1. As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobre largura conveniente nas cavas de assentamento.

2. Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para fundação da boca- de-lobo. As bocas-de-lobo serão assentes sobre base de concreto dosado para a resistência característica à compressão mínima (fck, min), aos 28 dias, de 15 MPa.

3. As paredes serão executadas com alvenaria de tijolo maciço recozido ou bloco de concreto, assentes com argamassa de cimento-areia no traço 1:3, em massa, sendo internamente revestidas com a mesma argamassa; desempenada e alisada a colher. A parte superior da alvenaria será fechada com uma cinta de concreto simples, dosado para uma resistência característica à compressão (fck, min), aos 28 dias, de 15MPa, sobre a qual será fixado o quadro para assentamento da grelha.

4. A grelha poderá ser de ferro fundido ou de concreto armado e deverá ter as dimensões e formas fixadas no projeto. Sendo a grelha de concreto armado este deverá ser dosado para resistência característica à compressão mínima (fck, min), aos 28 dias, de 22 MPa.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

a) Os dispositivos de drenagem pluvial serão medidos de acordo com os critérios definidos nas especificações respectivas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

b) Deverão ser medidas as escavações necessárias à implantação destes dispositivos, pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material, expresso em metros cúbicos.

4.3 Meio-fio e Sarjeta

OBJETIVO

São feitos de concreto alocados a margem das vias e com o objetivo de fazer o escoamento superficial não transpor as calçadas e chegar à porta de residências privadas e comerciais.

MATERIAIS

1. Concreto
2. Concreto asfáltico (meio fio)

EXECUÇÃO

Poderão ser moldados “in loco” ou pré-moldados, conforme disposto no projeto. O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de **dispositivos moldados “in loco”** com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

a) escavação da porção anexa ao bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;

b) execução de base de brita para regularização do terreno e apoio dos meios-fios;

c) instalação de formas de madeira segundo a seção transversal do meio-fio, espaçadas de 3m. Nas extensões de curvas esse espaçamento será reduzido para permitir melhor concordância, adotando-se uma junta a cada 1,00m. A concretagem envolverá um Plano Executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados;

d) instalação das fôrmas laterais e das partes anterior e posterior do dispositivo;

e) lançamento e vibração do concreto. Para as faces dos dispositivos próximas a horizontal ou trabalháveis sem uso de forma, será feito o espalhamento e acabamento do concreto mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que apoiada nas duas formas-guias adjacentes permitirá a conformação da face à seção pretendida;

f) constatação do início do processo de cura do concreto e retirada das guias e formas dos segmentos concretados;

g) execução dos segmentos intermediários. Nestes segmentos o processo é o mesmo. O apoio da régua de desempenho ocorrerá no próprio concreto;

h) execução de juntas de dilatação, a intervalos de 12,0m, preenchidas com argamassa asfáltica.

Meios-fios ou guias deverão ser pré-moldados:

a) escavação da porção anexa ao bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicado no projeto;

b) execução de base de brita para regularização do terreno e apoio dos meios-fios;

c) instalação e assentamento dos meios-fios pré-moldados, de forma compatível com o projeto-tipo considerado;

d) rejuntamento com argamassa cimento- areia, traço 1:3, em massa.

e) os meios-fios ou guias deverão ser pré-moldados em fôrmas metálicas ou de madeira revestida que conduza a igual acabamento, sendo submetidos a adensamento por vibração. As peças deverão ter no máximo 1,0m, devendo esta dimensão ser reduzida para segmentos em curva.

Sarjetas revestidas de concreto

As sarjetas e valetas revestidas de concreto poderão ser moldadas “in loco” ou pré-moldadas atendendo ao disposto no projeto ou em consequência de imposições construtivas.

A execução das sarjetas de corte deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las.

No caso de banquetas de escalonamentos e valetas de proteção, quando revestidas, as sarjetas serão executadas logo após a conclusão das operações de terraplanagem, precedendo a operação de plantio ou colocação de revestimento dos taludes.

O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para cada dispositivo.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

Meios-fios ou guias

a) os meios-fios e as guias serão medidos pelo comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação

de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;

b) no caso de utilização de dispositivos pontuais acessórios, como caixas coletoras ou de passagem, as obras serão medidas por unidade, de acordo com as especificações respectivas.

Sarjetas revestidas de concreto

a) as sarjetas serão medidas pelo seu comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;

b) não serão medidas as escavações manuais ou mecânicas, e o apiloamento dos solos nos locais contíguos aos dispositivos;

c) os materiais decorrentes das escavações e não aproveitados nos locais contíguos aos dispositivos deverão ser removidos, medindo-se o transporte efetivamente realizado;

d) caso haja necessidade de importação de solos, será medido o volume e o transporte dos materiais efetivamente empregados;

e) no caso de utilização de revestimento vegetal, a sua aquisição e aplicação será remunerada, medindo-se a área efetivamente aplicada e o transporte realizado;

f) no caso de utilização de dispositivos pontuais e acessórios, como caixas coletoras ou de passagem, as obras serão medidas por unidade, de acordo com as especificações respectivas.

4.4 Poços de visita

OBJETIVO

Caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declividade ou alterações de quedas.

MATERIAIS

1. Concreto armado
2. Alvenaria

EXECUÇÃO

Os poços de visita deverão ser constituídos de duas partes componentes: a câmara de trabalho, na parte inferior e a chaminé que dá acesso à superfície na parte superior:

1. Os poços de visita serão executados com as dimensões e características fixadas pelos projetos específicos ou de acordo com o Álbum de projetos tipos de dispositivos de drenagem do DNIT.
2. Os poços serão assentes sobre a superfície resultante da escavação regularizada e compactada, executando-se o lastro com concreto magro dosado para resistência característica à compressão mínima (fck, min), aos 28 dias, de 11MPa.
3. Após a execução do lastro, serão instaladas as fôrmas das paredes da câmara de trabalho e os tubos convergentes ao poço.
4. Em seguida procede-se à colocação das armaduras e à concretagem do fundo da caixa, com a consequente vibração, utilizando concreto com resistência característica à compressão mínima (fck, min), aos 28 dias, de 15Mpa.
5. Concluída a concretagem das paredes, será feita a desmoldagem, seguindo-se a colocação da laje pré-moldada de cobertura da caixa, executada com concreto dosado para resistência característica à compressão mínima (fck, min), aos 28 dias, de 22MPa, sendo esta provida de abertura circular com a dimensão da chaminé.
6. A laje de cobertura do poço poderá ser moldada “in loco” executando-se o cimbramento e o painel de fôrmas, posteriormente retirados pela chaminé.
7. Sobre a laje será instalada a chaminé de alvenaria com tijolos maciços recozidos, rejuntados e revestidos internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, em massa.
8. A chaminé poderá ser executada com anéis de concreto armado, de acordo com os procedimentos fixados na norma NBR 9794/87.
9. Internamente será fixada na chaminé a escada de marinheiro, para acesso à câmara de trabalho, com degraus feitos de aço CA-25 de 16 mm de diâmetro, chumbados à alvenaria, distantes um do outro no máximo 30cm.
10. Na parte superior da chaminé será executada cinta de concreto, onde será colocada a laje de redução, pré-moldada, ajustada para recebimento do caixilho do tampão de ferro fundido.
11. A instalação do poço de visita será concluída com a colocação do tampão especificado.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- Os dispositivos de drenagem pluvial serão medidos de acordo com os critérios definidos nas especificações respectivas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.
- Deverão ser medidas as escavações necessárias à implantação destes dispositivos, pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material, expresso em metros cúbicos.

5. ENCERRAMENTO

Este memorial de cálculo e descritivo é composto por tinta e três (33) folhas numeradas salvo anexos e bibliografia foi elaborado pelo Engenheiro Civil Julian Abreu Da Silva que os subscrevem.

São Luís, MA, 15 de julho de 2026.

JULIAN ABREU DA SILVA
ENGENHEIRO CIVIL
CREA 1119753929

Eng. Civil JULIAN ABREU DA SILVA
Carteira Profissional CREA/MA Nº: 1119753929

Thalline dos Santos Batalha
Engenheira Civil
CREA nº111912517-0

Eng. Civil THALLINE DOS SANTOS BATALHA
Especialista em Avaliações e Perícias.
Carteira Profissional CREA/MA Nº: 111912517-0

Thallyson Dyego S. N. Barros
Engenheiro Ambiental
Esp. Saneamento Básico e Ambiental
CREA nº 112227010-0

Eng. Civil e Amb. THALLYSON DYEGO SOBRAL N BARROS,
Especialista em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental,
Carteira Profissional CREA/MA Nº: 112227010-0

BIBLIOGRAFIA

1 ABNT NBR NM IEC 60335-1:2010

2 ABNT NBR 5410:2004

3 ABNT NBR 14136:2002

4 ABNT NBR ISO 9001

5 BOTELHO, M. H. C. – **Águas de Chuva** – 1985

6 FESTI, A. V. – **Apostila Projeto e Dimensionamento de Águas Pluviais** – Paulínia – 2010.

7 FENDRICH, R. et al. – **Drenagem e controle de erosão urbana**. 4ª. Edição. Curitiba. 1997.

8 GARCEZ, L. N. – **Hidrologia** – 2ª edição – 1988

9 MURTA DOS SANTOS, M. J. – **Drenagem Urbana** - 1984

10 PINTO, N. L. Souza – **Hidrologia Básica** – 1976

11 PORTO, R. M. – **Hidráulica Básica** - 2001

12 RIGHETTO, A. M. – **Hidrologia e Recursos Hídricos** – 1998

13 TOMAZ, P. – **Aproveitamento de Águas de Chuva** – 2003 – 1ª. Edição, Navegar Editora, São Paulo, 180p.

14 TOMAZ, P. – **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos** – 2002 – 1ª. Edição, Navegar Editora, São Paulo, 475p.

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

16 WILKEN, P.S. – **Engenharia de Drenagem Superficial** – CETESB – 1978

17 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Séries Históricas de Estações. 2018. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em 09 set. 2019.

18 BRUSACA, J. C. DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAS: estudo de medidas para diminuir o pico de vazão da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência na MA-201 no quilômetro 7. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís - MA, 2017.

19 Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudo e Pesquisa. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. Manual de hidrologia básica para estrutura de drenagem-2.ed-Rio de Janeiro, 2005. 133p.

20 FOCHESATTO, Amanda Caroline De Andrade. MICRODRENAGEM URBANA: Análise e solução para o problema na Avenida Sete de setembro, na cidade de Três Corações –

MG. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário do Sul de Minas Gerais, 2017.

21 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET Cidades. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>. Acesso em: 26 jun. 2020.

22 SUPERINTENDÊNCIA DE DRENAGEM URBANA DO DISTRITO FEDERAL. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal. Revista. Editores: Luiz Fernando Orsini Yazaki, Marcos Helano Fernandes Montenegro, Jeferson da Costa. - Brasília, DF: Adasa, Unesco. 2018.329 p.: il.

23 PARANÁ (Estado). Secretaria do Planejamento Estratégico. MANUAL DE DRENAGEM URBANA. Versão 1.0. Toledo, agosto 2017.

24 PFAFSTETTER, Otto. CHUVAS INTENSAS NO BRASIL-relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos pluviométricos. Ministério da Viação e Obras Pública, Departamento Nacional de Obras de Saneamento. Dezembro de 1957.

25 VASCONCELOS, Beatriz Campos. Dimensionamento de bacias de detenção de águas pluviais em condomínio urbano/Beatriz Campos Vasconcelos. Goiânia: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. 2019.