

**ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DRENAGEM PARA O TRECHO DO CÓRREGO OURO
VERDE SOBRE OS LOTES 01 E 20 DA QUADRA 08, NO MUNICÍPIO DE
BANDEIRANTES - PR**

Contratante: Prefeitura Municipal de Bandeirantes - PR.

MEMORIAL DESCRITIVO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DRENAGEM

ITAJAÍ - SC
SETEMBRO/2025



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. LOCALIZAÇÃO	5
3. ÁREA DE INTERVENÇÃO	7
4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	8
4.1 Introdução	8
4.2 Caracterização Climática	8
4.3 Caracterização da Bacia Hidrográfica.....	10
5. PLUVIOMETRIA.....	10
5.1 Coleta de Dados.....	10
5.2 Determinação da Precipitação Máxima	12
5.3 Curvas Intensidade-Duração-Frequência	13
5.4 Tempo de Recorrência	17
5.5 Coeficiente de Escoamento Superficial	18
5.6 Tempo de Concentração	19
5.7 Cálculo da vazão	21
6. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	22
7. ENCERRAMENTO	24

Tabela 1 - Valores de "K" calculados pela lei de Gumbel	13
Tabela 2 - Correção das precipitações máximas	13
Tabela 3 - Relação entre precipitações máximas diárias e horárias	14
Tabela 4 - Precipitações máximas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h em função do TR	15
Tabela 5 - Alturas x intensidades para diversos tempos de duração de chuva	16
Tabela 6 – Tempo de retorno para sistemas urbanos	18
Tabela 7 - Coeficientes de deflúvio para o método racional	19
Tabela 8 - Coeficientes K da fórmula DNOS	20
Tabela 9 – Dimensionamento do sistema de drenagem	22

Figura 1 - Localização do município de Bandeirantes/PR	5
Figura 2 – Municípios limítrofes	6
Figura 3 – Localização da área de intervenção	7
Figura 4 - Área de intervenção	7
Figura 5 - Mapa de classificação climática do Brasil segundo Köppen	9
Figura 6 - Dados da estação meteorológica	11
Figura 7 - Mapa de Isozonas proposto por Taborga Torrico	14

1. INTRODUÇÃO

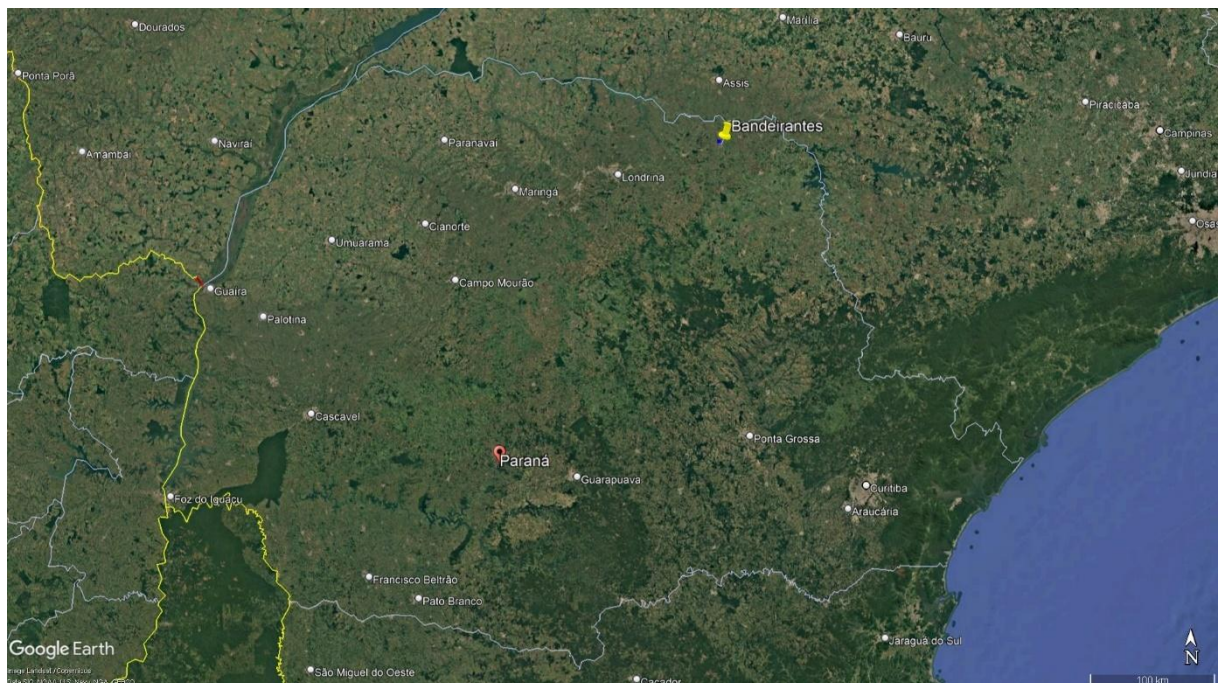
O presente memorial descritivo tem por finalidade apresentar os estudos hidrológicos referentes a intervenção a ser realizada no trecho do Córrego Ouro Verde sobre os lotes 01 e 20 da quadra 08, integrante da bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas, localizado no município de Bandeirantes/PR.

O documento reúne a caracterização da área de estudo, a metodologia adotada, a análise dos resultados obtidos e as soluções propostas, constituindo-se em subsídio técnico para a avaliação e tomada de decisão pelo poder público.

2. LOCALIZAÇÃO

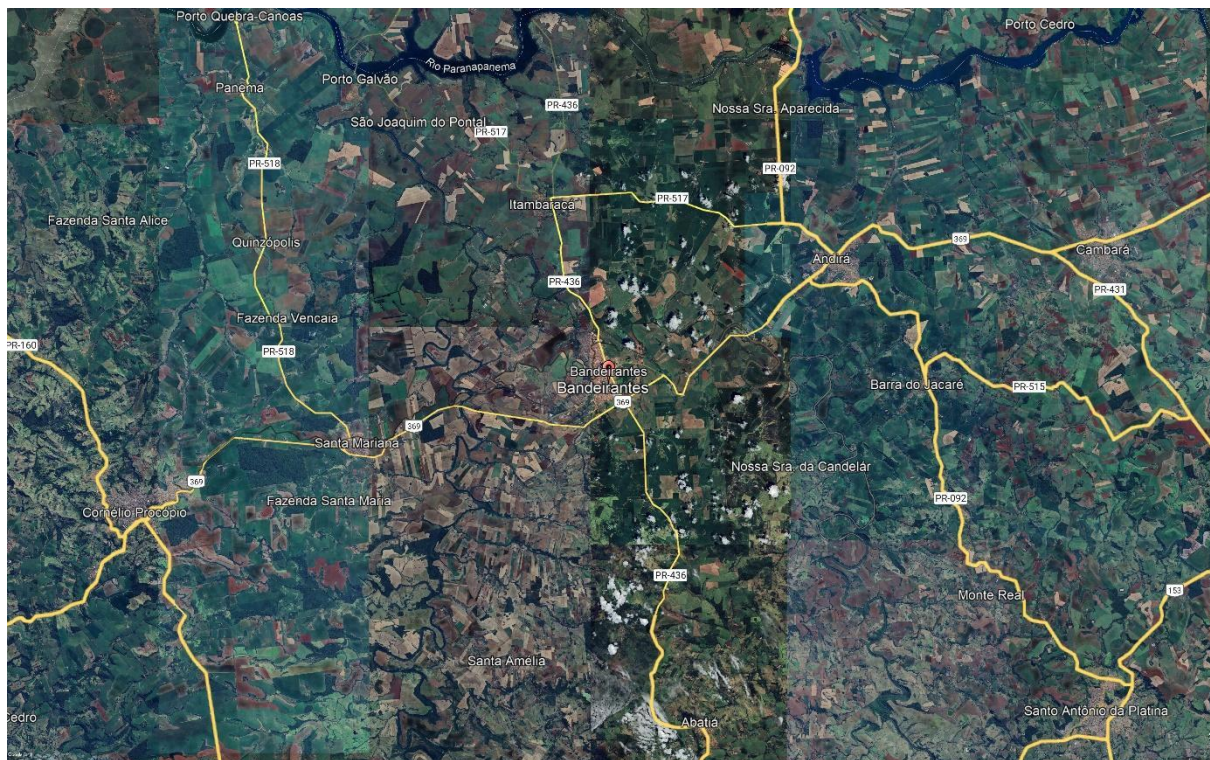
O Município de Bandeirantes está situado no norte pioneiro paranaense (figura 1), especificamente na microrregião Norte Velho de Jacarezinho, fazendo divisa com os municípios de Itambaracá, Andirá, Santa Amélia, Abatiá, Barra do Jacaré, Santo Antônio da Platina, Santa Mariana e Cornélio Procópio (figura 2).

Figura 1 - Localização do município de Bandeirantes/PR



Fonte: Google Earth 2025

Figura 2 – Municípios limítrofes



Fonte: Google Earth 2025

As principais características do município são:

- Coordenadas Geográficas: 23° 06' Sul / 50° 22' Oeste;
- Altitude: 492 metros de altitude média;
- Área do município: 445,192 km² (IBGE 2025);
- População: 31.747 habitantes (IBGE 2025).

3. ÁREA DE INTERVENÇÃO

A localização e a área de intervenção são apresentadas nas Figura 3 e 4 abaixo.

Figura 3 – Localização da área de intervenção



Fonte: plataforma.nacidade.com.br (2025)

Figura 4 - Área de intervenção



Fonte: Prefeitura de Bandeirantes (2025)

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O Estudo Hidrológico apresenta os resultados da coleta e processamento de dados pluviométricos para a definição das vazões necessárias à verificação da capacidade hidráulica dos dispositivos de drenagem e de obras de arte correntes e ao dimensionamento do trecho em questão. Descreve-se a seguir o desenvolvimento dos estudos, bem como os resultados obtidos.

4.1 Introdução

A finalidade do Estudo Hidrológico está fundamentalmente ligada à definição dos elementos para permitir o desenvolvimento do Projeto das Estruturas de Drenagem, no que se refere ao local de implantação, tipo e dimensionamento hidráulico. Com este objetivo, procura-se analisar dados pluviométricos, a fim de estabelecer uma projeção para as precipitações sobre certos critérios de projeto, como por exemplo, o tempo de recorrência de um valor máximo de chuva.

Nos trabalhos hidrológicos geralmente interessa não somente o conhecimento das máximas precipitações observadas nas séries históricas, mas, principalmente, prever com base nos dados observados, e valendo-se dos princípios de probabilidade, quais as máximas precipitações que possam vir a ocorrer em certa localidade, com determinada frequência.

As grandezas características da precipitação como a intensidade, a duração e a frequência, variam de local para local, de acordo com a latitude, altitude, tipo de cobertura, topografia e época do ano. Em razão disso, os dados pluviométricos de longas séries de observação devem ser analisados estatisticamente e não podem ser extrapolados de uma região para outra.

4.2 Caracterização Climática

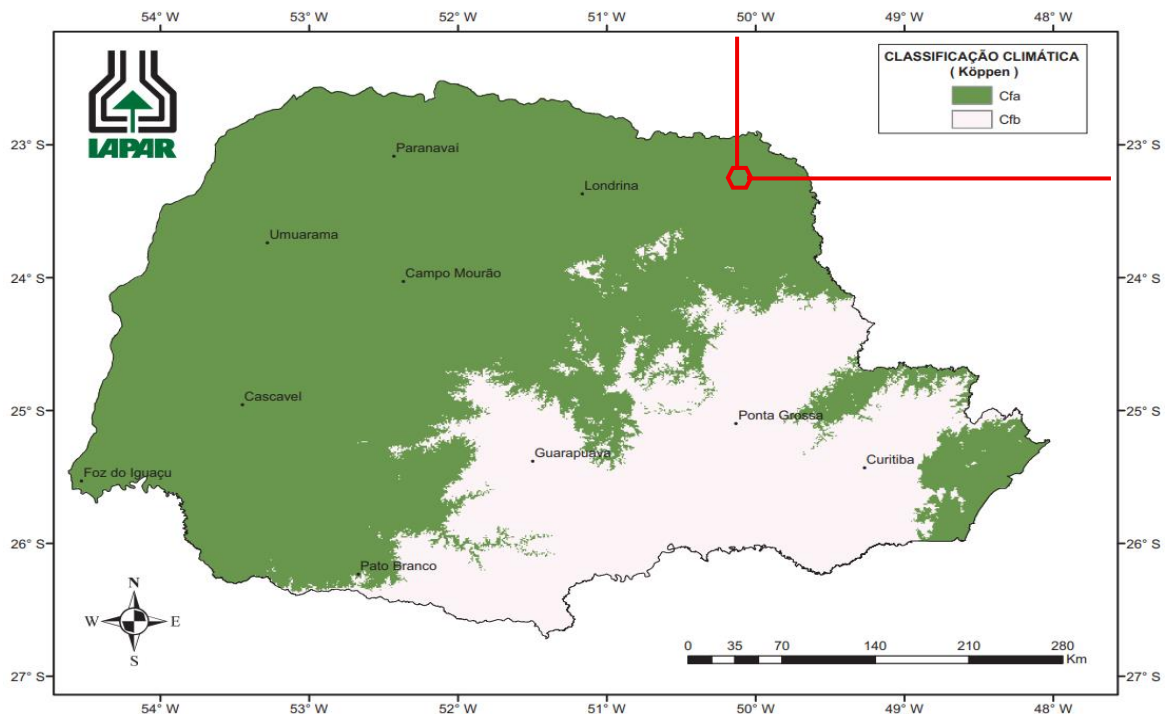
Pela aplicação do Sistema Köppen que preconiza a utilização de médias e índices numéricos dos elementos temperatura e precipitação, a região em estudo se enquadra em climas do Grupo C - Mesotérmico, sendo subtropical, com verões rigorosos uma vez que as temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco. Dentro do Grupo C, o clima da região do Município de Bandeirantes pertence ao tipo úmido (f), chuvas o ano todo, sem estação seca bem definida.

Ainda dentro deste tipo, é possível distinguir, em função do fator altitude, dois subtipos:

- Subtipo a - de verão rigoroso e inverno brando: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22°C e,
- Subtipo b - de verão brando e inverno rigoroso: característico de zonas mais elevadas.

Em função da descrição anterior, pode-se concluir que o clima no Planalto Norte e centro-leste do Estado do Paraná, segundo a classificação de Wladimir Köppen, é subtropical mesotérmico úmido, pertencente ao grupo C e tipo Cfa, conforme apresentado no mapa da Figura 5. Esse enquadramento climático evidencia a ocorrência de chuvas distribuídas ao longo de todo o ano, com episódios de elevada intensidade durante o verão, justificando a análise detalhada das precipitações máximas diárias e das relações intensidade–duração–frequência apresentadas neste estudo. Assim, a caracterização climática fornece a base regional que sustenta a consistência dos dados pluviométricos utilizados no dimensionamento das estruturas de drenagem e obras de arte corrente.

Figura 5 - Mapa de classificação climática do Brasil segundo Köppen



Fonte: Atlas climático do Estado do Paraná (NITSCHKE et al., 2019)

4.3 Caracterização da Bacia Hidrográfica

O estudo da bacia de contribuição foi utilizado carta topográfica na escala de 1:50.000 e através DA Carta Topográfica do Terreno, disponibilizado pelo IBGE, algumas informações adicionais também foram retiradas no site plataforma.nacidade.com.br

Para as bacias que apresentam área inferior a 10 km² é utilizado o Método Racional. A planta com a delimitação da bacia hidrográfica considerada para o estudo está apresentada no projeto em anexo.

Para a determinação dos desníveis dos talwegues principais, baseou-se nas cotas obtidas no Modelo Digital de Terreno e também, daquelas obtidas na carta topográfica do município.

- Comprimento do talvegue: 1.188,22 metros ou 1,19 km
- Cota de início: 435 m
- Cota de final: 408 m
- Desnível do talvegue: 27 metros
- Declividade: 0,0227 m/m
- Área de Contribuição da Bacia: $\cong 1.280.329,39 \text{ m}^2$ ou 1,280 km²

5. PLUVIOMETRIA

5.1 Coleta de Dados

Para caracterizar o comportamento pluviométrico e avaliar sua influência na área em estudo, foram utilizados os dados da estação meteorológica localizada no próprio município de Bandeirantes/PR (Figura 6). Essa escolha garante maior representatividade das condições climáticas locais, assegurando que os registros reflitam com precisão o regime pluviométrico da região. Além disso, os dados disponíveis abrangem um período expressivo, de 1976 a 2018, o que possibilita uma análise robusta e consistente das variações pluviométricas históricas, contemplando tanto eventos extremos quanto tendências de longo prazo. Essa abrangência temporal torna a estação uma fonte confiável de dados para estudos hidrológicos e para o planejamento de infraestrutura no município e em sua área de influência.

Figura 6 - Dados da estação meteorológica



Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
 AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná
 Sistema de Informações Hidrológicas - SIH



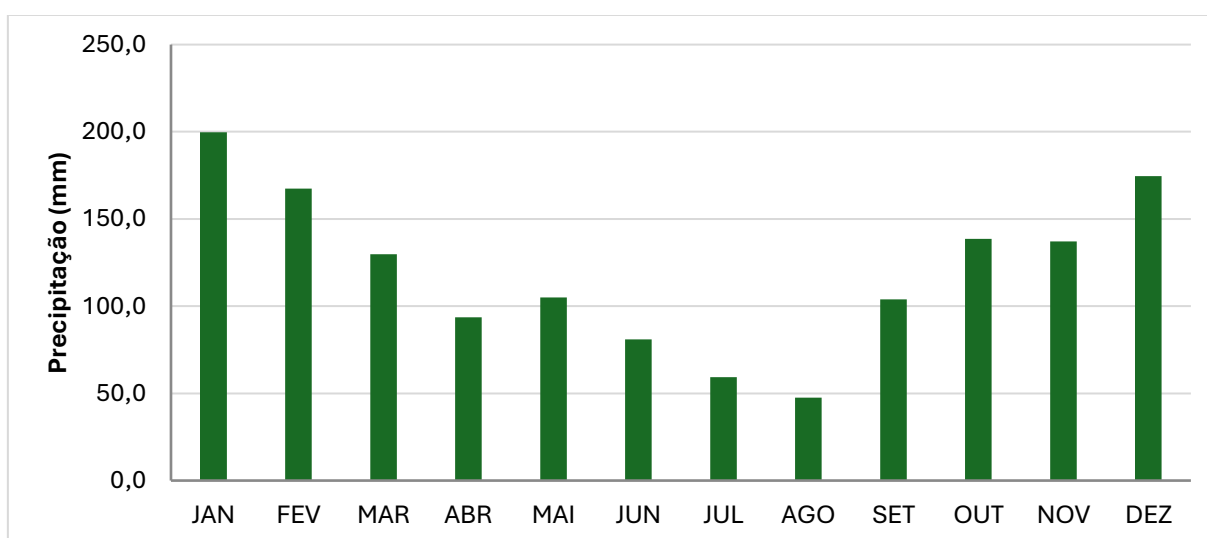
Dias de Chuva			
Período: 1976 a 2018			
Estação:	FAC AGRONOMIA	Código:	02350018
Município:	Bandeirantes	Instalação:	01/04/1974
Tipo:	PC	Bacia:	Cinzas
Altitude:	440,000 m	Latitude:	23° 06' 00"
		Entidade:	IAPAR
		Extinção:	
		Sub-bacia:	2
		Longitude:	50° 21' 00"

Fonte: Instituto das Águas do Paraná (2025)

Também foram utilizados mapas cartográficos provenientes do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como do sistema de georreferenciamento do município, com o objetivo de fornecer suporte espacial e topográfico à análise pluviométrica. Esses mapas permitiram a correta localização da área de estudo, a identificação de características geomorfológicas relevantes e o cruzamento com os dados meteorológicos, garantindo maior precisão na interpretação hidrológica e na tomada de decisões relacionadas ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos locais.

Por fim, elaborou-se o gráfico das precipitações médias mensais ao longo do período registrado (Figura 7), o qual possibilita identificar a sazonalidade das chuvas e os meses mais representativos em termos de volume precipitado.

Gráfico 1 - Média de precipitação por mês



Fonte: Estel Engenharia (2025)

5.2 Determinação da Precipitação Máxima

A duração da chuva pode ser estimada por meio de equações empíricas para o tempo de concentração da microbacia, como as propostas por Kirpich, USACE, DNOS, Ven Te Chow e California Culverts Practice, ou por fórmulas específicas disponibilizadas por órgãos municipais, estaduais ou federais.

Neste estudo, adotou-se o método de Ven Te Chow, conforme o roteiro do Eng.º Taborga Torrico, devido à sua ampla aplicação em hidrologia pluvial, simplicidade e confiabilidade. O método permite estimar a altura de chuva associada a diferentes períodos de retorno a partir de dados históricos de chuvas máximas anuais, considerando tanto a média quanto a variabilidade das precipitações (desvio padrão). Essa abordagem é robusta, prática e adequada para o dimensionamento de sistemas de drenagem e elaboração de curvas IDF.

$$X = \bar{x} + K \times S$$

Onde:

X = Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;

\bar{x} = Média aritmética das chuvas máximas anuais;

x_i = Altura das chuvas máximas anuais;

K = Fator de frequência em função do período de recorrência e número de eventos;

S = Desvio do padrão de amostra;

N = Número total de anos da série histórica.

A média aritmética \bar{x} deve ser calculada por:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Já o desvio padrão pode ser calculado por:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Analisando estatisticamente os dados de precipitações máximas da série histórica sem considerar os anos que não possuem dados completos, tem-se 42 anos de registro, que apresentam os seguintes dados:

- Média das máximas precipitações: $\bar{x} = 290,67$ mm
- Desvio padrão: $S = 69,30$

Os valores de K (tabela 1), obtidos a partir da distribuição da Lei de Gumbel e relacionados ao número de eventos e ao período de retorno, compilam os fatores de frequência necessários para estimar a probabilidade de ocorrência de chuvas extremas.

Tabela 1 - Valores de "K" calculados pela lei de Gumbel

N - nº de eventos considerados	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	50.00	100.00
40	0.838	1.495	1.862	2.126	2.326	2.943	3.554
41	0.836	1.492	1.858	2.121	2.321	2.936	3.547
42	0.834	1.489	1.854	2.117	2.316	2.930	3.539
43	0.832	1.485	1.850	2.112	2.311	2.924	3.532
44	0.830	1.482	1.846	2.108	2.307	2.919	3.526

Fonte: SIE/SC-IS-06-P (2023)

Aplicando a teoria dos extremos das amostras ocasionais à série histórica da estação pluviométrica escolhida, podem-se determinar as alturas pluviométricas máximas diárias para o período de recorrência desejado, ajustadas conforme os fatores de correção apresentados na Tabela 1, o que assegura maior precisão na estimativa das precipitações máximas utilizadas no dimensionamento hidrológico.

Tabela 2 - Correção das precipitações máximas

Tempo de Recorrência (anos)	Fator Frequência	Precipitação Máxima (mm)
5	0,834	348,44
10	1,489	393,81
25	2,316	451,09
50	2,930	493,62
100	3,539	535,80

Fonte: Estel Engenharia (2025)

5.3 Curvas Intensidade-Duração-Frequência

Segundo Taborga Torrico, as alturas pluviométricas de 24 horas apresentam uma relação constante e independente do período de retorno, correspondente a 1,095 em relação à altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora, podem ser identificadas as Isozonas de características iguais, definidas por Torrico (Figura 7). A relação

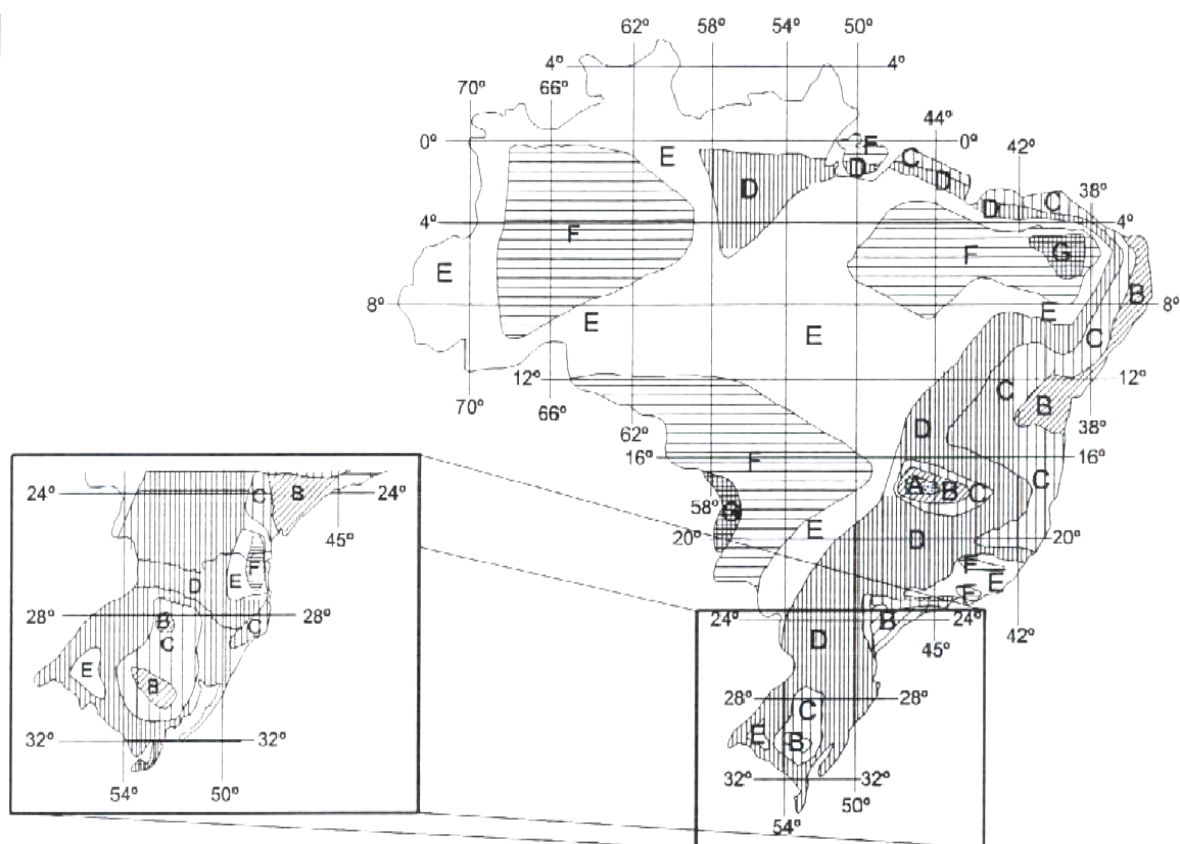
entre a altura pluviométrica máxima diária, a precipitação horária e a precipitação de 0,1 hora estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Relação entre precipitações máximas diárias e horárias

Zona	Tempo de Recorrência						
	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos	5 – 50	100
	1,0 hora	1,0 hora	1,0 hora	1,0 hora	1,0 hora	0,1 - 1,0 Hora	
A	36,2%	35,80%	35,40%	35,00%	34,70%	7,00%	6,30%
B	38,1%	37,80%	37,30%	36,90%	36,60%	8,40%	7,50%
C	40,1%	39,70%	39,20%	38,80%	38,40%	9,80%	8,80%
D	42,0%	41,60%	41,10%	40,70%	40,30%	11,20%	10,00%
E	44,0%	43,60%	43,00%	42,60%	42,20%	12,60%	11,20%
F	46,0%	45,50%	44,90%	44,50%	44,10%	13,90%	12,40%
G	47,9%	47,40%	46,80%	46,40%	45,90%	15,40%	13,70%
H	49,9%	49,40%	48,80%	48,30%	47,80%	16,70%	14,90%

Fonte: SIE/SC-IS-06-P (2023)

Figura 7 - Mapa de Isozonas proposto por Taborga Torrico



Fonte: Taborga Torrico (1974)

A estação meteorológica de Bandeirantes/PR situa-se na Isozona D, conforme indicado na figura apresentada, e, com base na relação de conversão apresentada na Tabela 3, a tabela a seguir apresenta as alturas de precipitações máximas esperadas para chuvas de 1,0 hora e 0,1 hora.

Tabela 4 - Precipitações máximas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h em função do TR

Alturas Pluviométricas - H (mm) para 0,1h, 1,0 hora e 24 horas			
TR	0,1 hora	1,0 hora	24 horas
5	39,02	146,34	348,44
10	44,11	163,82	393,81
25	62,70	185,40	451,09
50	55,29	200,90	493,62
100	53,58	215,93	535,80

Fonte: Estel Engenharia (2025)

A partir dos dados apresentados na Tabela 4, foram elaborados os gráficos e respectivas equações que descrevem a variação da altura pluviométrica em função do tempo de duração, considerando os intervalos de 0,1 h a 1,0 h e de 1,0 h a 24 h, conforme ilustrado nos Gráficos 2 e 3.

Gráfico 2 - Altura pluviométrica para duração de chuva entre 0,1 e 1 h

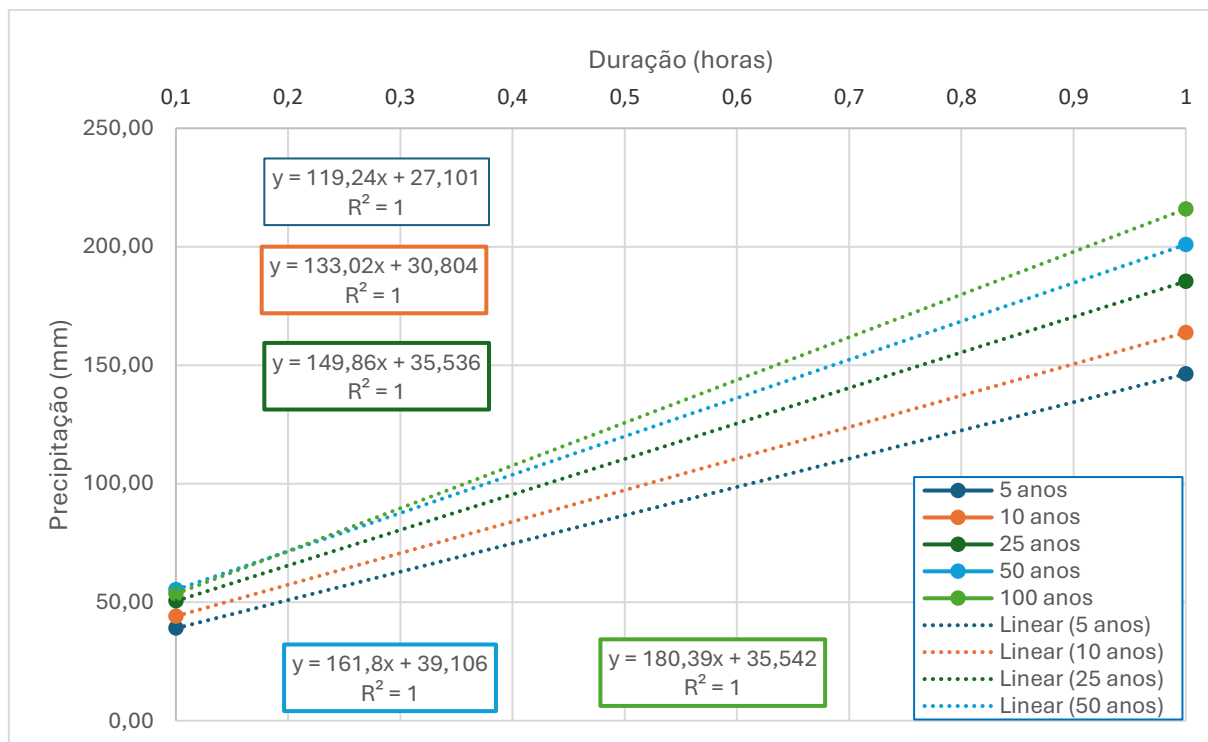
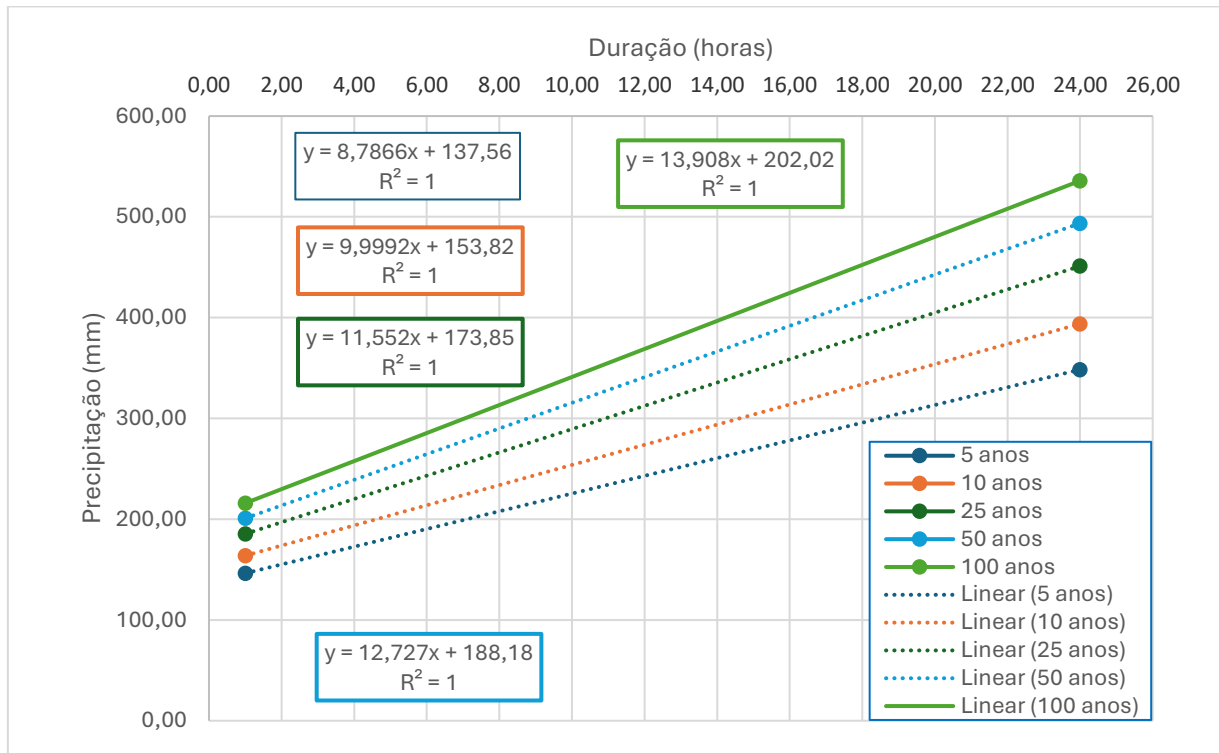


Gráfico 3 - Altura pluviométrica para duração de chuva entre 1 e 24 horas



Fonte: Estel Engenharia (2025)

Ainda, com as equações apresentadas nos gráficos 2 e 3, determinou-se as alturas pluviométricas e intensidades de chuva para os diversos tempos de duração e períodos de recorrência (tabela 5) e o gráfico demonstrativo com duração de 1,0 a 24 horas.

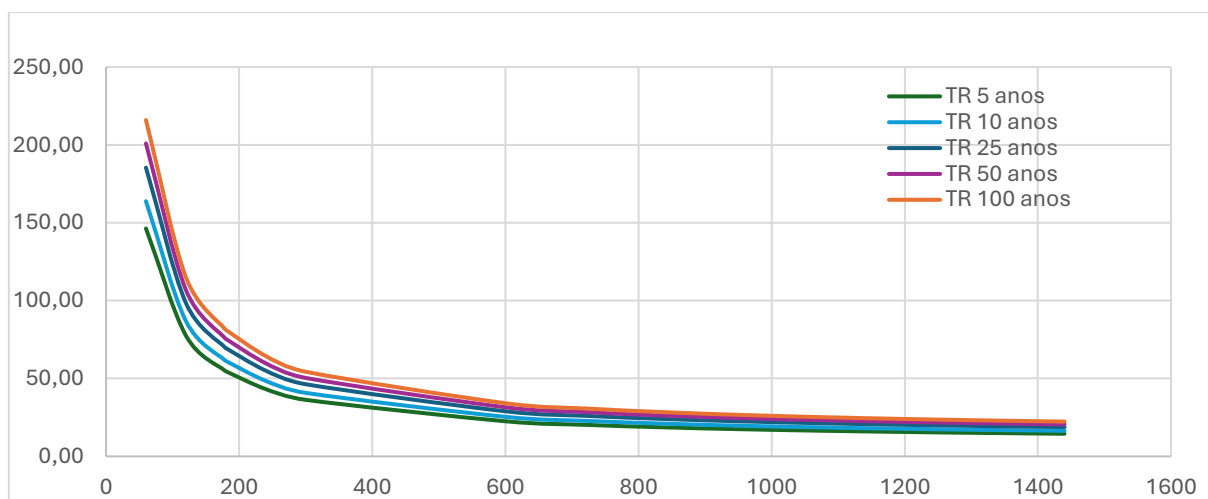
Tabela 5 - Alturas x intensidades para diversos tempos de duração de chuva

DURAÇÃO	ALTURA PLUVIOMÉTRICA			INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA		
Horas	TR 5 anos	TR 10 anos	TR 25 anos	TR 5 anos	TR 10 anos	TR 25
0,10	39,03	44,11	62,70	390,25	441,06	627,02
0,20	50,95	57,41	76,34	254,75	287,04	381,68
0,30	62,87	70,71	89,97	209,58	235,70	299,89
0,40	74,80	84,01	103,60	186,99	210,03	259,00
0,50	86,72	97,31	117,23	173,44	194,63	234,47
0,60	98,65	110,62	130,87	164,41	184,36	218,11
0,70	110,57	123,92	144,50	157,96	177,03	206,43
0,80	122,49	137,22	158,13	153,12	171,53	197,67
0,90	134,42	150,52	171,77	149,35	167,25	190,85
1,00	146,34	163,82	185,40	146,34	163,82	185,40
2,00	155,13	173,82	196,95	77,57	86,91	98,48

3,00	163,92	183,82	208,51	54,64	61,27	69,50
4,00	172,71	193,82	220,06	43,18	48,45	55,01
5,00	181,49	203,82	231,61	36,30	40,76	46,32
10,00	225,43	253,81	289,37	22,54	25,38	28,94
12,00	243,00	273,81	312,47	20,25	22,82	26,04
16,00	278,15	313,81	358,68	17,38	19,61	22,42
20,00	313,29	353,80	404,89	15,66	17,69	20,24
24,00	348,44	393,80	451,10	14,52	16,41	18,80

Fonte: Estel Engenharia (2025)

Gráfico 4 - Intensidade-duração-frequência



Fonte: Estel Engenharia (2025)

Empregando como base a tabela e as curvas de intensidade \times duração \times frequência, é possível determinar, para uma duração de precipitação específica, a intensidade pluviométrica que será utilizada como chuva crítica de projeto.

5.4 Tempo de Recorrência

O dimensionamento de sistemas de drenagem urbana não é realizado a partir da vazão máxima possível de escoamento, mas sim de uma vazão de projeto, definida em função de um critério probabilístico denominado tempo de recorrência ou período de retorno.

O tempo de recorrência corresponde ao número médio de anos em que uma precipitação de determinada intensidade tem probabilidade de ser igualada ou superada.

Dessa forma, um evento com período de retorno de 10 anos possui, a cada ano, 10% de probabilidade de ser igualado ou excedido. A escolha de um tempo de recorrência adequado busca equilibrar três fatores principais:

- Segurança hidráulica, reduzindo os riscos de danos decorrentes da insuficiência de escoamento;
- Viabilidade econômica, considerando o custo das obras de drenagem;
- Critérios técnicos e normativos, em consonância com recomendações oficiais.

No caso do município de Bandeirantes/PR, a definição desse parâmetro também considerou a ocorrência histórica de eventos críticos, registrada no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD). Conforme os relatórios de Reconhecimentos Federais de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, o município esteve em situação de emergência nos anos de 2010, 2012 e 2015.

Com base nessas informações, bem como nas recomendações do Manual de Drenagem Urbana do Paraná (Tabela 6) e do Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (2005), adotou-se para o presente estudo um **tempo de recorrência de 10 anos**, considerado adequado ao porte da obra e às condições locais de risco e custo.

Tabela 6 – Tempo de retorno para sistemas urbanos

Sistema	Característica	Intervalo (anos)	Valor recomendado (anos)
Microdrenagem	Residencial	2 – 5	2
	Comercial	2 – 5	2
	Áreas de prédios públicos	2 – 5	2
	Áreas comerciais e Avenidas	2 – 10	2
	Aeroporto	5 – 10	5
Macro drenagem		10 – 50	10
Zoneamento de áreas ribeirinhas		5 – 100	50

Fonte: Manual de Drenagem Urbana (2002)

5.5 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de deflúvio (C) representa a parcela da precipitação que efetivamente contribui para o escoamento superficial, considerando infiltração, retenção superficial e características do solo e da cobertura da bacia.

Valores maiores indicam que uma maior fração da chuva se transforma em escoamento, enquanto valores menores indicam maior absorção pelo solo e vegetação. A escolha do coeficiente deve levar em conta o tipo de superfície e o uso do solo da bacia, variando entre áreas pavimentadas, urbanizadas, agrícolas ou florestadas.

A Tabela 7 apresenta os principais coeficientes recomendados para diferentes tipos de cobertura e condições de escoamento, servindo como referência prática para a escolha dos valores mais adequados ao projeto em estudo.

Tabela 7 - Coeficientes de deflúvio para o método racional

Características da superfície	Coeficiente C
Revestimento em concreto de cimento Portland	0,70 – 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 – 0,95
Revestimento primário	0,40 – 0,60
Solos sem revestimento, com baixa permeabilidade	0,40 – 0,65
Solos sem revestimento, com permeabilidade moderada	0,10 – 0,30
Taludes gramados	0,50 – 0,70
Prados e campinas	0,10 – 0,40
Áreas florestais	0,10 – 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 – 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 – 0,30

Fonte: Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006)

A correta definição do coeficiente de deflúvio é essencial para assegurar que o dimensionamento das estruturas de drenagem seja seguro, eficiente e compatível com as características locais, garantindo o escoamento adequado.

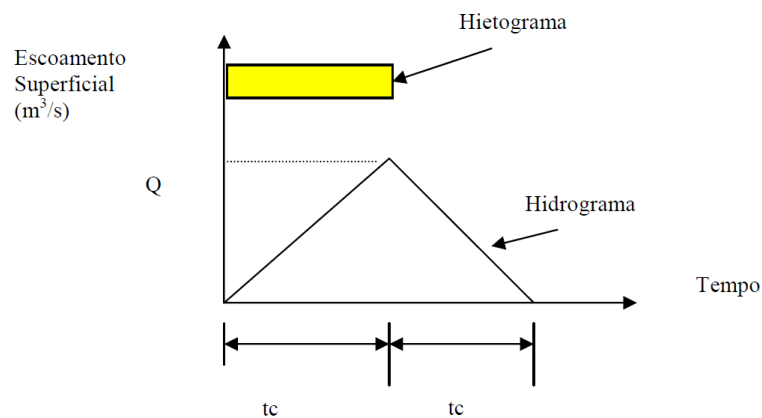
Portanto, para o presente estudo, considerando as características do local, que englobam tanto áreas rurais com grande permeabilidade quanto áreas urbanas de baixa permeabilidade, adotou-se um coeficiente de deflúvio **C = 0,40**.

5.6 Tempo de Concentração

O tempo de concentração pode ser considerado como o intervalo de tempo contado a partir do início da precipitação para que toda a bacia hidrográfica correspondente passe a contribuir na seção em estudo, ou seja, período em que toda a bacia hidrográfica leva

contribuindo até o exutório. Ainda, conforme o hidrograma triangular da Figura 8, " t_c " é o tempo para o escoamento máximo e " $2 \times t_c$ " o tempo total de escoamento superficial.

Figura 8 - Hidrograma triangular



Fonte: TOMAZ, Plínio. Curso de manejo de águas pluviais, cap. 2 – Método racional (2012).

Para este estudo foi utilizado o método DNOS, onde o tempo de concentração das bacias é calculado da seguinte forma:

$$T_c = \frac{10}{K} \times \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

onde:

T_c = Tempo de concentração em minutos;

A = Área da bacia em Ha;

L = Comprimento do talvegue em m;

i = Declividade do talvegue principal em %;

K = Coeficiente adimensional, conforme tabela 8 ($K=4,5$).

Tabela 8 - Coeficientes K da fórmula DNOS

Características da superfície	Coeficiente K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5

Características da superfície	Coefficiente K
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Fonte: SIE/SC-IS-06-P (2023)

Calculando com base nas informações já levantadas anteriormente, obteve-se um tempo de concentração de **180 minutos**.

5.7 Cálculo da vazão

Conforme cita o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, no estabelecimento do valor da descarga pelo método racional, admite-se que a precipitação sobre a área é constante e uniformemente distribuída, sobre a superfície da bacia. Para considerar que todos os pontos da bacia contribuem na formação do deflúvio é estabelecido que a duração de chuva deve ser igual ou maior que o seu tempo de concentração e, como a intensidade da chuva decresce com o aumento da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Com o tempo de duração e o tempo de recorrência definidos, a intensidade pluviométrica pode ser obtida por meio das tabelas e gráficos de intensidade-duração-frequência, resultando, para o projeto em questão, em uma intensidade de **61,71 mm/h**.

Por fim, a definição da vazão de projeto pode ser realizada pelo método racional proposto pelo DNIT (2006), que calcula a descarga máxima de uma enchente de projeto por meio de uma equação simples, considerando o coeficiente de deflúvio previamente adotado.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Onde:

Q = Descarga de contribuição (m^3/s);

C = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área de contribuição (km^2);

Calculando com base nas informações já levantadas anteriormente, obteve-se uma vazão de projeto de **8,78 m^3/s** .

6. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A verificação da capacidade hidráulica da aduela a ser empregada foi realizada com base na fórmula adaptada de Manning, considerando seção quadrada e 80% da sua capacidade.

$$Q_s = \frac{1}{n} \times (b \times 0,8 h) \times \left[\frac{(b \times 0,8 h)}{(b + 2 \times 0,8 h)} \right] \times S^{1/2}$$

Onde:

Q_s = capacidade de vazão (m^3/s);

S = declividade da canaleta (m/m).*

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

b = largura da canaleta (m);

h = altura da canaleta (m);

* Para o dimensionamento da capacidade e da velocidade de escoamento, considerou-se a declividade média do trecho a partir do ponto inicial da seção subterrânea.

A velocidade média de escoamento nas aduelas foi determinada com base na vazão projetada e na área molhada efetiva da seção em análise, de acordo com a equação da continuidade.

$$V = \frac{Q}{A_{ef}}$$

Onde:

V = Velocidade média (m/s);

Q = Vazão solicitante (m^3/s);

A_{ef} = Área efetiva da seção (m^2).

Por fim, elabora-se a tabela 9, que apresenta o dimensionamento da aduela em concreto para atendimento a vazão de projeto.

Tabela 9 – Dimensionamento do sistema de drenagem

Tipo de galeria	Aduela 150x150
Largura do escoamento	150,00 cm
Altura máxima do escoamento	150,00 cm
Declividade do assentamento	1,70 % *
Coeficiente de rugosidade de Manning	0,013
Velocidade máxima do escoamento (seção plena)	5,22 m/s
Vazão máxima do escoamento (seção plena)	11,75 m³/s
Máxima vazão solicitante ($T_R = 10$ anos)	8,78 m³/s
Altura efetiva do escoamento	125,00 cm
Velocidade máxima do escoamento (seção 83,33%)	5,11 m/s
Vazão máxima do escoamento (seção 83,33%)	9,19 m³/s

* Observação: declividade mínima de assentamento de 0,50 %

Fonte: Estel Engenharia (2025)

7. ENCERRAMENTO

Este memorial descritivo é composto por 31 páginas, numeradas de 02 a esta de número 24 e os anexos numerados de 25 a 31.

Itajaí, 18 de setembro de 2025

ENG. CIVIL ANA CAROLINA REIS LOZOVEY
CREA SC 089647-7

ANEXOS

TABELA 1.1							
VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL (1)							
N - nº de eventos considerados	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	50.00	100.00
10	1.058	1.848	2.289	2.606	2.847	3.588	4.323
11	1.034	1.809	2.242	2.553	2.789	3.516	4.238
12	1.013	1.777	2.202	2.509	2.741	3.476	4.166
13	0.996	1.748	2.168	2.470	2.699	3.405	4.105
14	0.981	1.724	2.138	2.437	2.663	3.360	4.052
15	0.967	1.703	2.112	2.410	2.632	3.321	4.005
16	0.955	1.682	2.087	2.379	2.601	3.283	3.959
17	0.943	1.664	2.066	2.355	2.575	3.250	3.921
18	0.934	1.649	2.047	2.335	2.552	3.223	3.888
19	0.926	1.636	2.032	2.317	2.533	3.199	3.860
20	0.919	1.625	2.018	2.302	2.517	3.179	3.836
21	0.911	1.613	2.004	2.286	2.500	3.157	3.810
22	0.905	1.603	1.992	2.272	2.484	3.138	3.787
23	0.899	1.595	1.980	2.259	2.470	3.121	3.766
24	0.893	1.584	1.969	2.247	2.457	3.104	3.747
25	0.888	1.575	1.958	2.235	2.444	3.088	3.729
26	0.883	1.568	1.949	2.224	2.432	3.074	3.711
27	0.879	1.560	1.941	2.215	2.422	3.061	3.696
28	0.874	1.553	1.932	2.205	2.412	3.048	3.681
29	0.870	1.547	1.924	2.196	2.402	3.037	3.667
30	0.866	1.541	1.912	2.188	2.393	3.026	3.653
31	0.863	1.535	1.910	2.180	2.385	3.015	3.641
32	0.860	1.530	1.904	2.173	2.377	3.005	3.629
33	0.856	1.525	1.897	2.166	2.369	2.966	3.618
34	0.855	1.520	1.892	2.160	2.362	2.987	3.608

TABELA 1.1							
VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL (1)							
N - nº de eventos considerados	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	50.00	100.00
35	0.851	1.516	1.886	2.152	2.354	2.977	3.598
36	0.848	1.511	1.881	2.147	2.349	2.971	3.588
37	0.845	1.507	1.876	2.142	2.344	2.963	3.579
38	0.843	1.503	1.871	2.137	2.338	2.957	3.571
39	0.840	1.499	1.867	2.131	2.331	2.950	3.563
40	0.838	1.495	1.862	2.126	2.326	2.943	3.554
41	0.836	1.492	1.858	2.121	2.321	2.936	3.547
42	0.834	1.489	1.854	2.117	2.316	2.930	3.539
43	0.832	1.485	1.850	2.112	2.311	2.924	3.532
44	0.830	1.482	1.846	2.108	2.307	2.919	3.526
45	0.828	1.478	1.824	2.104	2.303	2.913	3.519
46	0.826	1.476	1.839	2.100	2.298	2.908	3.513
47	0.824	1.474	1.836	2.096	2.294	2.903	3.507
48	0.823	1.471	1.832	2.093	2.290	2.898	3.501
49	0.821	1.469	1.830	2.090	2.287	2.894	3.496
50	0.820	1.466	1.827	2.086	2.283	2.889	3.490
51	0.818	1.464	1.924	2.083	2.280	2.885	3.486
52	0.817	1.462	1.821	2.080	2.276	2.881	3.481
53	0.815	1.459	1.818	2.077	2.273	2.875	3.474
54	0.814	1.457	1.816	2.074	2.270	2.873	3.471
55	0.813	1.455	1.813	2.071	2.267	2.869	3.467
56	0.812	1.453	1.811	2.069	2.264	2.865	3.462
57	0.810	1.451	1.809	2.066	2.261	2.862	3.458
58	0.809	1.449	1.806	2.664	2.258	2.858	3.454
59	0.808	1.448	1.804	2.061	2.256	2.855	3.450
60	0.807	1.446	1.802	2.059	2.253	2.852	3.446

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos														
AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná														
Sistema de Informações Hidrológicas - SIH														
Totais mensais de precipitação (mm)														
Período: 1976 a 2024														
Estação:		FAC AGRONOMIA BANDEIRANTES				Código:		2350018		Entidade:			IAPAR	
Município		Bandeirantes				Instalação:		01/04/1974		Extinção:				
Tipo:		PC				Bacia:		Cinzas		Sub-bacia:			2	
Altitude:		440,00 m				Latitude:		23° 06' 00"		Longitude:			50° 21' 00"	
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MÁXIMA
1976	182,6	266,1	139,1	87,8	148,1	78,6	93,9	197,90	107,10	166,4	223,6	224,9	1916	266,10
1977	303,2	95,4	104,5	102,2	16,4	97,2	28,2	12,3	50,6	146,4	142,8	224,2	1323	303,20
1978	64,5	48,9	198,4	0	85,5	23,3	158,1	14	132,5	67,2	139,2	162,2	1094	198,40
1979	66,8	115,3	119	34,9	223,1	0,9	54,5	66	143	117,4	138,1	208,5	1288	223,10

1980	168,3	279,4	175	113,8	44,5	65,3	48,6	47,7	89,9	107,8	155,5	376,7	1673	376,70
1981	208,1	117,9	36,4	176,5	1,7	89,5	15,2	9,3	6,8	191	198,6	296,4	1347	296,40
1982	103,9	331,6	127,9	26,2	77,6	226,4	121,2	28,7	33,1	157,4	436,7	356,4	2027	436,70
1983	203,9	80,1	151,1	149,7	320,3	284,7	3,7	0,5	226,1	128,6	109,7	87,7	1746	320,30
1984	144,9	116,5	91,5	64,3	68,9	0,2	1,5	71,7	102,1	31,1	76,4	292,7	1062	292,70
1985	82	170,3	180,2	154,5	136,5	21,3	22,2	4,4	43,2	22	126	47,3	1010	180,20
1986	166,1	203,7	160,4	119,9	161,7	0,1	9,5	195,2	113,6	51,2	145,9	174,8	1502	203,70
1987	204,5	249,8	33,8	30,8	232,4	183,7	24,8	12,4	99,5	129,5	195,1	96,4	1493	249,80
1988	172,8	44,2	83,3	154,5	122,3	48,9	0	0	38,8	184,5	112,6	223,4	1185	223,40
1989	329	111	216,3	53,3	57,2	88,5	121	50	147,7	119,1	245,3	212,2	1751	329,00
1990	362	29,6	133,5	123	102,2	22,2	114,2	86,6	115,7	173	106,2	176,2	1544	362,00
1991	233,1	115,7	307,6	120,7	18	80,3	20,6	10,9	75,8	138,5	160,7	287,9	1570	307,60
1992	59,5	281,9	413	135,4	200,9	24,1	47,9	22,9	281,4	136	148,8	84,9	1837	413,00
1993	293,7	244,6	115,7	73,5	99,3	103,4	47,8	65,7	128,7	78,2	74,7	162	1487	293,70
1994	236,7	121,4	120,3	107,2	105,5	103,1	13,8	0	21,8	128	128,9	185	1272	236,70
1995	234,5	127,3	63,5	156	82,6	68	105,7	8,4	137,7	158,7	24,1	121,7	1288	234,50

1996	149,6	269,2	164,2	94,9	24,8	10,3	17,9	28,2	179,8	129,2	93,9	367,8	1530	367,80
1997	359,8	272	37,1	91	99,2	235,4	14,6	25,7	126,4	138,6	242,5	144,2	1787	359,80
1998	97,6	321,3	143,2	185	111,4	23,5	33,6	97	193,7	135,7	33,4	224,3	1600	321,30
1999	271,7	207,3	102,6	94,9	81,2	81,5	62,7	0,2	85,4	51,7	48,6	89,2	1177	271,70
2000	116,7	367,3	102,4	14,6	25,3	29,7	55,5	94,8	130	77,3	136,8	217,5	1368	367,30
2001	107,9	191,6	78,5	36,2	145,6	74,5	55,3	41,6	61,1	81,1	98,5	209,8	1182	209,80
2003	151,8	218,8	88,4	98,9	49,5	46,1	122,6	68	73,9	84,7	236	153,3	1392	236,00
2004	231,2	64,2	73,9	95	226,6	79	74,1	0	27,2	240,3	126,4	141,6	1380	240,30
2005	377,1	15,9	31,3	58,3	83,7	47,4	28,2	12,6	110,1	183,9	70,8	138,6	1158	377,10
2006	154,9	178,6	66,2	93,1	6,6	22,4	14,4	16,2	180	177	69	250,9	1229	250,90
2007	348,3	123,8	118,3	33,2	53,4	16,7	185,8	3,6	8,1	57,7	165,7	-	1115	348,30
2008	168,9	180	156,9	184,3	79	55,9	3,8	94,8	98	170,6	80,3	88,3	1361	184,30
2009	357,2	158,3	25,4	37,4	77,9	74,1	209,6	82,7	199,4	230,4	215,9	121,4	1790	357,20
2010	291,6	136,8	111,4	84,5	32,9	21,3	72,1	10	67,5	168	62,9	78,5	1138	291,60
2011	260,5	135,1	95,4	44,7	8,4	40,7	53,9	44,2	2,4	353,8	79,2	31,6	1150	353,80
2012	109,5	78,3	130,6	150,1	104,8	401,8	52,4	1,7	69,7	98,9	64,8	109,9	1373	401,80

2013	131,5	209,7	166,3	251,8	139,3	210,6	56,5	1,9	107,9	233,4	114,6	33,4	1657	251,80
2014	131,5	218,5	160,1	80,4	140,1	11,7	63,1	48	238,3	59	97,6	145,5	1394	238,30
2015	148,4	171,2	180,7	95,1	127,7	12,8	235,4	37	176	209,3	352,5	227	1973	352,50
2016	249,6	160,3	147	59,3	195,9	140,7	24,5	122,9	23,3	89,8	26,1	152,6	1392	249,60
2017	204,2	131,6	191	47,4	255,3	138,2	0	91,6	5,7	257,8	180,8	145,3	1649	257,80
2018	145,6	73,9	109,6	15,9	33,4	15,8	0	171,8	101,8	159,7	76,1	83,8	987	171,80
MÉDIA	199,6	167,5	129,8	93,6	104,9	80,9	59,2	47,6	103,8	138,6	137,2	174,5	1433	
DESVIO PADRÃO					69,3									
MEDIAS DAS CHUVAS MÁXIMAS					290,67									

DURAÇÃO		Altura de Chuva (mm)					Intensidade (mm/h)				
Minutos	Horas	TR 5 anos	TR 10 anos	TR 25 anos	TR 50 anos	TR 100 anos	TR 5 anos	TR 10 anos	TR 25 anos	TR 50 anos	TR 100 anos
6	0,10	39,03	44,11	62,70	55,29	60,01	390,25	441,06	627,02	552,86	600,10
12	0,20	50,95	57,41	76,34	71,47	77,33	254,75	287,04	381,68	357,33	386,67
18	0,30	62,87	70,71	89,97	87,65	94,66	209,58	235,70	299,89	292,15	315,53
24	0,40	74,80	84,01	103,60	103,83	111,98	186,99	210,03	259,00	259,57	279,96
30	0,50	86,72	97,31	117,23	120,01	129,31	173,44	194,63	234,47	240,01	258,61
36	0,60	98,65	110,62	130,87	136,19	146,63	164,41	184,36	218,11	226,98	244,38
42	0,70	110,57	123,92	144,50	152,37	163,95	157,96	177,03	206,43	217,67	234,22
48	0,80	122,49	137,22	158,13	168,55	181,28	153,12	171,53	197,67	210,68	226,60
54	0,90	134,42	150,52	171,77	184,73	198,60	149,35	167,25	190,85	205,25	220,67
60	1,00	146,34	163,82	185,40	200,91	215,93	146,34	163,82	185,40	200,91	215,93
120	2,00	155,13	173,82	196,95	213,63	229,84	77,57	86,91	98,48	106,82	114,92
180	3,00	163,92	183,82	208,51	226,36	243,74	54,64	61,27	69,50	75,45	81,25
240	4,00	172,71	193,82	220,06	239,09	257,65	43,18	48,45	55,01	59,77	64,41
300	5,00	181,49	203,82	231,61	251,82	271,56	36,30	40,76	46,32	50,36	54,31
600	10,00	225,43	253,81	289,37	315,45	341,10	22,54	25,38	28,94	31,55	34,11
720	12,00	243,00	273,81	312,47	340,90	368,92	20,25	22,82	26,04	28,41	30,74
840	14,00	260,57	293,81	335,58	366,36	396,73	18,61	20,99	23,97	26,17	28,34
960	16,00	278,15	313,81	358,68	391,81	424,55	17,38	19,61	22,42	24,49	26,53
1080	18,00	295,72	333,81	381,79	417,27	452,36	16,43	18,54	21,21	23,18	25,13
1200	20,00	313,29	353,80	404,89	442,72	480,18	15,66	17,69	20,24	22,14	24,01
1320	22,00	330,87	373,80	427,99	468,17	508,00	15,04	16,99	19,45	21,28	23,09
1440	24,00	348,44	393,80	451,10	493,63	535,81	14,52	16,41	18,80	20,57	22,33

