PREFEITURA DE
ITAPOÁ

ESTUDO HIDROLÓGICO

RUA 1000 EMANUEL V. GARCIA

TRECHO QUATRO

MARÇO/2026

DAVANTI ENGENHARIA
48 3466-3489

Quadro de Acompanhamento.

01	Correções	MAH	30/03/2026
00	Emissão Inicial	OAC	05/03/2026
Rev.	Descrição	Responsável:	Data:

FIGURA:

Figura 1.1 – Imagem Aérea do Empreendimento.....7
Figura 3-1 – Localização da Estação Pluvimétrica.....9
Figura 3-2 – Gráfico da Precipitação Total Mensal.....14
Figura 3-3 – Gráfico da Precipitação máxima mensal.....16
Figura 3-4 – Gráfico dos dias de Chuva.....17
Figura 3-5 – Gráfico de Intensidade da Precipitação.....20
Figura 3-6 – Gráfico de Duração e Frequência da Precipitação.....21

TABELA:

Tabela 3-1 – Dados da Estação Analisada para o Trecho.....10
Tabela 3-2 – Tabela do Total de Precipitações.....13
Tabela 3-3 – Tabela da Precipitação Máxima Mensal.....15
Tabela 3-4 – Tabela dos Dias de Chuva.....16
Tabela 3-5 – Valores de K (GUMBEL).....18
Tabela 3-6 – Relação de Intensidade pelo tempo de recorrência.....19
Tabela 3-7 – Tempo de Retorno para Sistemas Urbanos.....23
Tabela 3-8 – Probabilidade de ocorrência em função do período de retorno.....24
Tabela 3-9 – Séries de Precipitação Máxima.....24
Tabela 3-10 – Valores de Coeficiente de Deflúvio para regiões.....27

SUMÁRIO:

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTOR: 5
1.1 Identificação do Empreendedor; 5
1.2 Identificação do Consultor; 5
1.2.1 Equipe Técnica 5

2 APRESENTAÇÃO: 6

3 ESTUDO HIDROLÓGICO; 8
3.1 Coleta de Dados 8
3.2 Pluviometria 10
3.2.1 Tipos de Chuva 12
3.3 Processamento de Dados Pluviométricos 13
3.3.1 Precipitação Total Mensal 13
3.3.2 Precipitação Máxima Mensal 15
3.3.3 Dias de Chuva 16
3.4 Relação Intensidade-Duração-Frequência 18
3.5 Tempo de Recorrência 21
3.6 Estudo da Bacia Hidrográfica 25
3.7 Tempo de Concentração 25
3.8 Coeficiente de Deflúvio 26
3.9 Área Mínima 27

4 TERMO DE ENCERRAMENTO 28

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTOR:

1.1 Identificação do Empreendedor;

Município de Itapoá
CNPJ: 81.140.303/0001-01
Rua 960 Mariana Michels Borges, nº 201 – Itapema do Norte
CEP: 89360-730– Itapoá - SC
Fone: (47) 3443-8800
PREFEITO: Jeferson Rubens Garcia

1.2 Identificação do Consultor;

DAVANTI ENGENHARIA LTDA.
CNPJ: 15.129.617/0001-89
Fone: (48) 3466-3489
Rua Vidal Ramos, 195 – Sala 01 – Centro
Orleans/SC - CEP: 88.870-000.

1.2.1 Equipe Técnica.

Oéliton Antunes Coelho	Engenheiro Civil	CREA 115.283-2
Mateus Jacques Nazario	Engenheiro Civil	CREA 164.158-6
Márcia C. Mattei Della Giustina	Engenheira Agrimensora	CREA 081.383-3
Marcos Cancelier Mattei	Engenheiro Agrimensor	CREA 112.997-9
Regis da Silva	Engenheiro Eletricista	CREA 115.225-0
Rangel Warmeling Feldhaus	Engenheiro Ambiental	CREA 123.791-2
Cassio Martins Coelho	Eng.º Sanit. e Ambiental	CREA 179.384-0
Douglas Da Silva De Souza	Arquiteto e Urbanista	CAU A48070-3
Diego Gabriel Teixeira	Laboratorista	RG. 5.045.861

2 APRESENTAÇÃO:

Os serviços para a elaboração do projeto básico e executivo de pavimentação da ***Rua 1000 Emanuel V. Garcia – Trecho Quatro,*** foram desenvolvidos de acordo com o termo de referência do PREGÃO ELETRÔNICO N° 0066/2024, CONTRATO n° CT25CIN0183 e fazem parte do escopo os seguintes serviços:

- Mapa de Situação e Localização;

- Estudo Topográfico
- **Estudo Hidrológico**
- Estudo Geotécnico
- Estudo do Tráfego

- Projeto de Interferência
- Projeto Geométrico
- Projeto Terraplenagem
- Projeto Drenagem
- Projeto de Pavimentação
- Projeto de Urbanização
- Projeto de Sinalização
- Projetos Complementares

- Memorial Descritivo
- Memorial de Quantitativos
- Orçamentação
- ART e Laudo
- Aprovação

Abaixo segue localização do empreendimento através de imagem área.

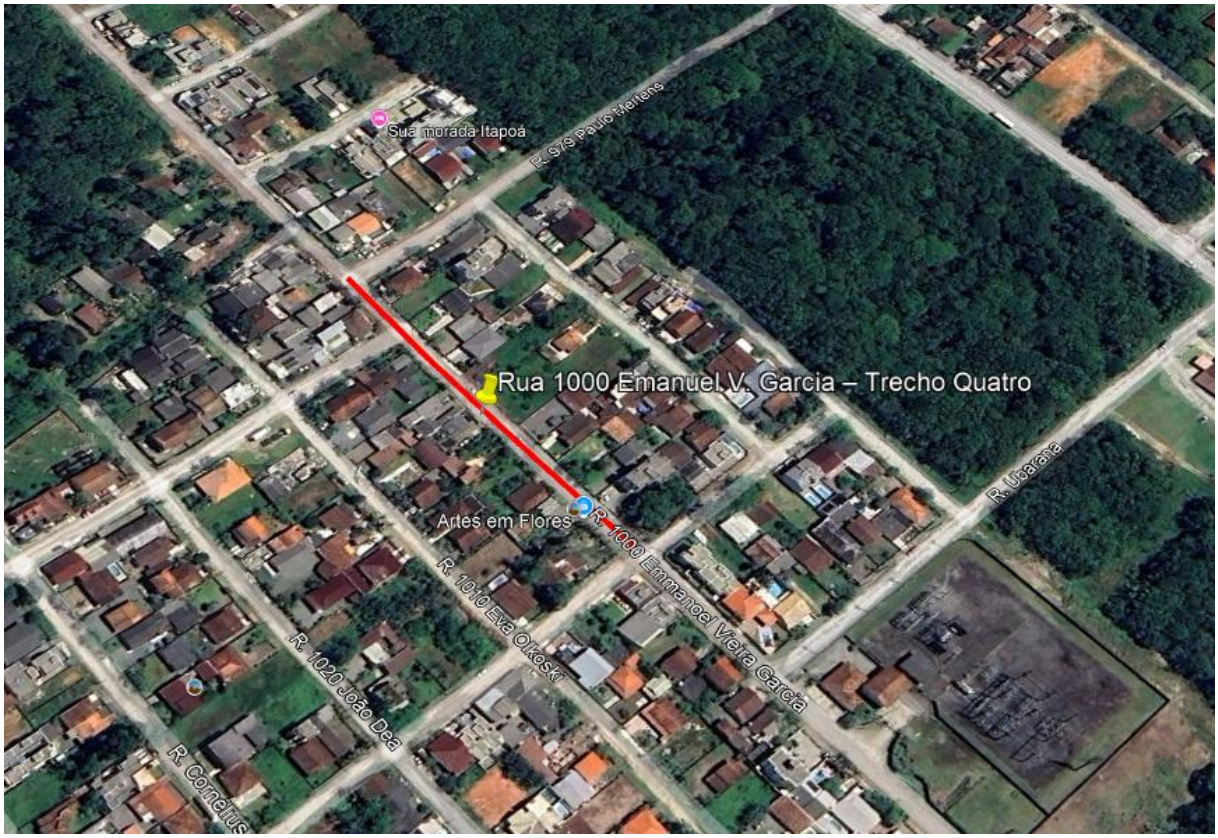


Figura 2.1 – Imagem Aérea do Empreendimento

Fonte: Google Earth /Março 2026

3 ESTUDO HIDROLÓGICO;

Hidrologia segundo a definição contida no Dicionário Aurélio "Hidrologia é o estudo da água nos estados, sólidos, liquido e gasoso, da sua ocorrência, distribuição e circulação na natureza".

O estudo hidrológico tem por objetivo a obtenção de elementos e o estabelecimento de critérios para a determinação das vazões para o dimensionamento das obras de drenagem novas e verificação de suficiência das obras de drenagem existentes.

Com o estudo hidrológico, buscam-se obter as precipitações mais severas ocorridas ao longo dos anos, e a intensidade das chuvas mais críticas, as quais serão submetidas os dispositivos de drenagem projetados e existentes. A partir dessas informações torna-se possível calcular a vazão a ser recebida por cada dispositivo de drenagem a ser implantado no local e também os existentes.

O Estudo Hidrológico que apresentamos possui os resultados da coleta e processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos obtidos de estações meteorológicas de órgão oficiais, com objetivo de definir as vazões e níveis d'água para o dimensionamento das obras de arte e dispositivos de drenagem. Também foi efetuada visita "in-loco", visando obter junto a funcionários do município e a moradores mais próximos da obra, informações do histórico das ocorrências mais significativas, tais como:

- Máxima cheia;
- Transbordamento das obras existentes
- Saídas D'agua
- Pontos de alagamentos
- Entre outras.

3.1 Coleta de Dados

Para este estudo a consultoria utilizou os seguintes dados:

- Imagem de satélite do Google Earth;
- Cartas digitais IBGE - Esc. 1:50.000;
- Dados Pluviométricos da estação são apresentados a seguir:

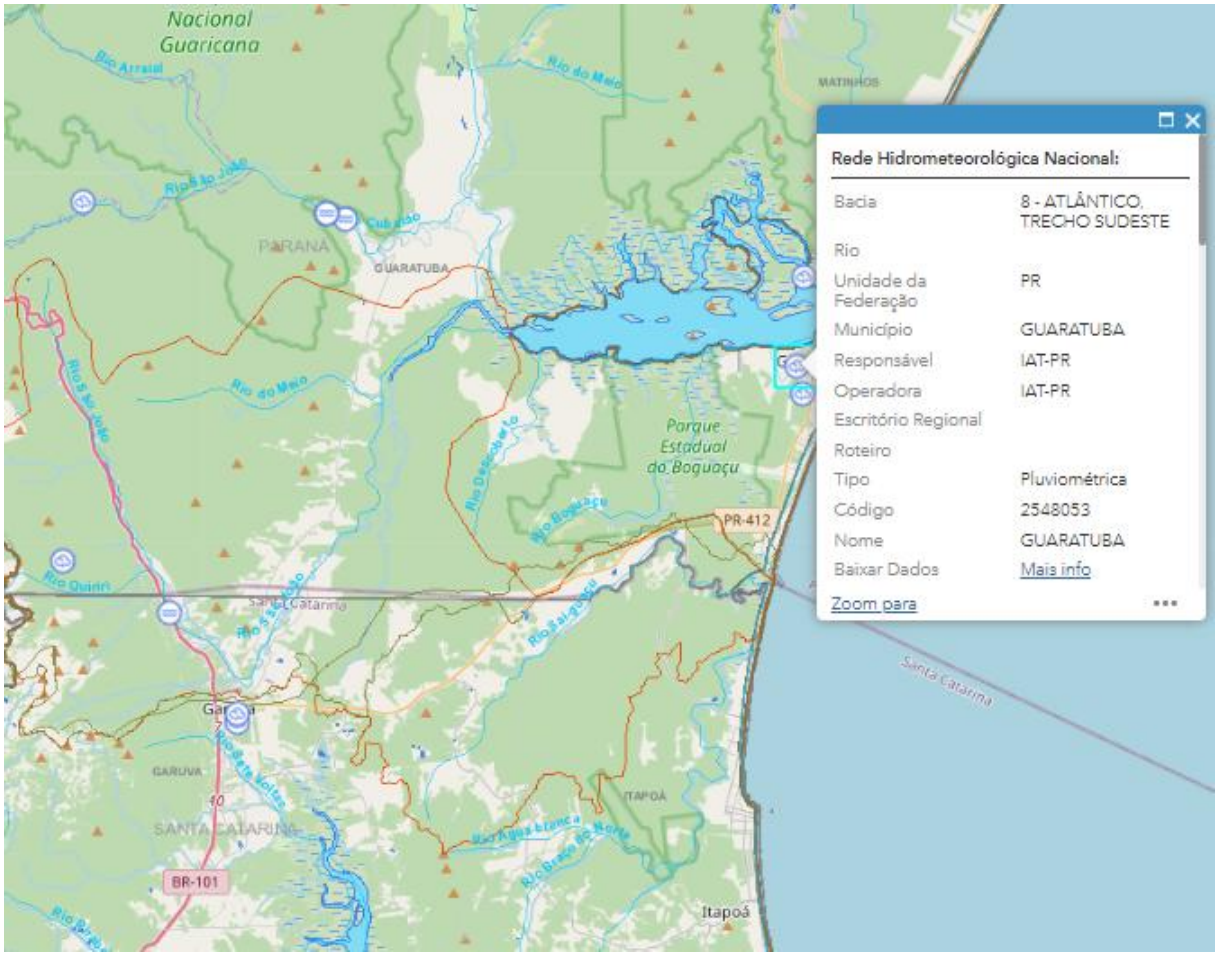


Figura 3-1 – Localização da Estação Pluvimétrica
Fonte: Hidroweb

A Figura acima mostra a localização da estação pluviométrica para o trecho em estudo, a distância entre a estação e o traçado do projeto em questão é de aproximadamente 20 Km.

As informações a respeito desta estação são apresentadas na Tabela abaixo, tais informações foram retiradas do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas - ANA.

Tabela 3-1 – Dados da Estação Analisada para o Trecho

Dados Estação

Código	2548053
Nome Estação	GUARATUBA
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	82 - RIOS NHUNDIAQUARA,ITAPOCU E ..
Rio	
Estado	PARANÁ
Município	GUARATUBA
Responsável	IAT-PR
Operadora	IAT-PR
Latitude	-25.8833
Longitude	-48.5833
Altitude (m)	20

Fonte: Hidroweb

Os dados de chuva (Leituras pluviométricas) podem ser obtidos através da Agencia Nacional de Águas ANA no endereço http://hidroweb.ana.gov.br.

Foi escolhida a estação pluviométrica de Orleans por estar localizada próxima da área de intervenção do projeto e conter uma série história satisfatória para o dimensionamento dos itens do projeto.

Para projetos desta magnitude é necessário no mínimo uma série de 15 anos, sendo que a referida estação contém uma série de 44 anos, o que possibilitou o descarte de 12 anos que não estavam completos, restando para os cálculos 32 anos.

3.2 Pluviometria

Pluviometria é o ramo da climatologia que se ocupa da distribuição das chuvas em diferentes épocas e regiões, representa-se a quantidade de chuva pela altura de água caída e acumulada sobre uma superfície plana e impermeável. Ela é avaliada por meio de estações meteorológicas da ANA, utilizando-se aparelhos chamados *pluviômetros*, conforme sejam simples receptáculos da água precipitada ou registrem essas alturas no decorrer do tempo.

Nesse estudo, visou-se construir uma obra que seja adequada para escoar a vazão de projeto. No caso normal, pode-se correr o risco, assumido após considerações de ordem econômica, de que a estrutura venha a falhar durante a sua vida útil, sendo necessário, então, conhece-lo.

Para isso analisamos estatisticamente as observações realizadas nos postos hidrométricos, verificando-se com que frequência elas assumiram dada magnitude. Em seguida, podem-se avaliar as probabilidades teóricas de ocorrência das mesmas.

Os dados observados podem ser considerados em sua totalidade, o que constitui uma *série total,* ou apenas os superiores a um certo limite inferior (*série parcial*), ou, ainda, só o máximo de cada ano (*série anual*).

Eles são ordenados em ordem decrescente e a cada um é atribuído o seu número de ordem *m* (m variando de 1 a *n*, sendo *n* = número de anos de observação).

A frequência com que foi igualado ou superado um evento de ordem *m (precipitação maior que 100 mm/d)* é:

Método da Califórnia:

$$F = \frac{m}{n} \quad \rightarrow \quad F = \frac{19}{32} \quad \rightarrow \quad F = 0{,}59 \; ou \; 59{,}37\%$$

Considerando-a como uma boa estimativa da probabilidade teórica (*P*) e definindo o tempo de recorrência (período de recorrência,

tempo de retorno) como sendo o intervalo médio de anos em que pode ocorrer ou ser superado um dado evento, tem se a seguinte relação:

$$P = \frac{1}{F} \quad \rightarrow \quad P = \frac{1}{0{,}59} \quad \rightarrow \quad F = 2\ ANOS$$

Conclusão eventos de precipitações maiores que 100 mm tem a probabilidade de ser igualada ou superada de 59,37% e o seu tempo de recorrência é de 2 anos.

3.2.1 Tipos de Chuva

Precipitação é a queda de água na superfície do solo, não somente no estado líquido – chuva – como também no estado sólido – neve e granizo.

A chuva é resultado do resfriamento que sofre uma massa de ar ao expandir-se, quando se eleva a temperatura, aumentando gradativamente a umidade relativa dessa massa de ar. Atingida a saturação, poderá iniciar-se a condensação e a formação das nuvens ou mesmo a precipitação, que se apresenta tanto mais intensa quanto maior for resfriamento e a quantidade de água contida no ar ascendente.

A ascensão do ar úmido é o processo que produz condensação e precipitações consideráveis; deste modo, as chuvas são classificadas segundo as causas do movimento ascendente, a saber:

- Chuva orográfica – É causada pela elevação do ar ao subir e transpor cadeias de montanhas, produzindo precipitações locais, mais elevadas e frequentes no lado dos ventos dominantes.
- Chuva ciclônica – É causada por ciclones com depressões centrais provocando movimentos atmosféricos ascendentes.
- Chuva de convecção – Resulta dos movimentos ascendentes do ar quente mais leve do que o ar mais denso e frio que o rodeia.

3.3 Processamento de Dados Pluviométricos

A partir da obtenção dos dados de chuva (Pluviométricos), foi realizado o processamento com auxílio do software Hidro 1.4 disponibilizado no site http://hidroweb.ana.gov.br, para avaliação da precipitação (P = mm) e a intensidade pluviométrica (I = mm/h) relacionado com o tempo adotado no projeto e o cálculo de concentração das bacias.

Com o processamento dos dados indicado acima foi possível obter os seguintes dados: Quadro Resumo das máximas precipitações Mensais, Dos dias de chuva, precipitação total mensal e precipitação máxima de 24 horas; A intensidade pluviométrica/precipitação, relacionadas com o tempo de recorrência (Tr) Adotado no projeto e o tempo de concentração das bacias (Tc), A curva de intensidade x Duração x Frequência.

3.3.1 Precipitação Total Mensal

Tabela 3-2 – Tabela do Total de Precipitações

PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL																
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Média	Mínimo	Máximo
1975	211	179	237	187	187	162	103	178	175	232	362	208	2420	202	103	362
1976	233	446	285	58	320	111	96	89	154	89	216	301	2398	200	58	446
1977	457	342	205	207	53	47	71	55	142	275	289	219	2359	197	47	457
1978	153	173	137	43	68	97	64	130	91	138	198	379	1672	139	43	379
1979	163	311	464	112	222	52	79	49	159	220	190	203	2223	185	49	464
1980	258	339	509	117	55	87	210	133	164	196	81	656	2803	234	55	656
1982	173	341	465	174	210	244	129	64	42	184	336	155	2516	210	42	465
1983	301	307	315	249	426	198	336	72	236	121	276	282	3117	260	72	426
1985	88	456	238	167	21	55	35	3	139	177	198	64	1641	137	3	456
1986	237	376	381	170	46	7	88	114	191	177	152	341	2281	190	7	381
1987	256	441	100	268	270	123	39	102	142	165	57	232	2193	183	39	441
1988	322	248	178	190	246	61	37	18	275	185	27	234	2019	168	18	322
1989	558	348	342	198	149	68	133	28	250	246	114	397	2830	236	28	558
1990	545	210	259	244	119	59	241	245	102	160	150	136	2471	206	59	545
1991	210	450	386	76	101	169	15	70	110	315	315	219	2436	203	15	450
2000	336	378	195	20	10	211	35	99	134	165	142	67	1791	149	10	378

2001	150	350	218	129	217	210	174	42	140	221	109	144	2102	175	42	350
2002	244	137	111	247	149	45	36	106	117	109	163	181	1644	137	36	247
2003	436	195	174	97	32	60	88	67	123	77	115	265	1729	144	32	436
2004	218	169	181	179	151	57	181	21	129	124	130	311	1850	154	21	311
2005	251	89	154	155	88	39	91	135	193	134	209	184	1722	143	39	251
2006	155	311	375	109	43	86	82	45	195	136	421	206	2162	180	43	421
2007	348	229	259	266	234	13	112	57	115	193	211	220	2257	188	13	348
2008	729	689	325	264	141	115	35	163	141	446	823	245	4116	343	35	823
2009	356	374	550	148	80	102	315	127	352	218	197	172	2990	249	80	550
2010	583	245	478	336	237	179	160	99	86	228	154	364	3149	262	86	583
2011	334	424	407	79	82	86	126	333	114	179	198	452	2815	235	79	452
2012	339	123	58	276	194	276	161	48	57	191	180	218	2120	177	48	339
2014	181	156	257	159	95	167	75	72	186	48	140	236	1771	148	48	257
2015	274	371	426	226	323	87	158	31	160	281	349	371	3057	255	31	426
2018	452	129	238	194	111	83	28	88	82	268	121	165	1958	163	28	452
2019	334	565	305	136	254	184	34	45	189	155	128	120	2450	204	34	565
VALOR DE ORDEM MENSAL																
Média	309	309	288	171	154	111	111	91	153	189	211	248				
MÍNIMO	88	89	58	20	10	7	15	3	42	48	27	64				
MÁXIMO	729	689	550	336	426	276	336	333	352	446	823	656				

Fonte: Hidroweb

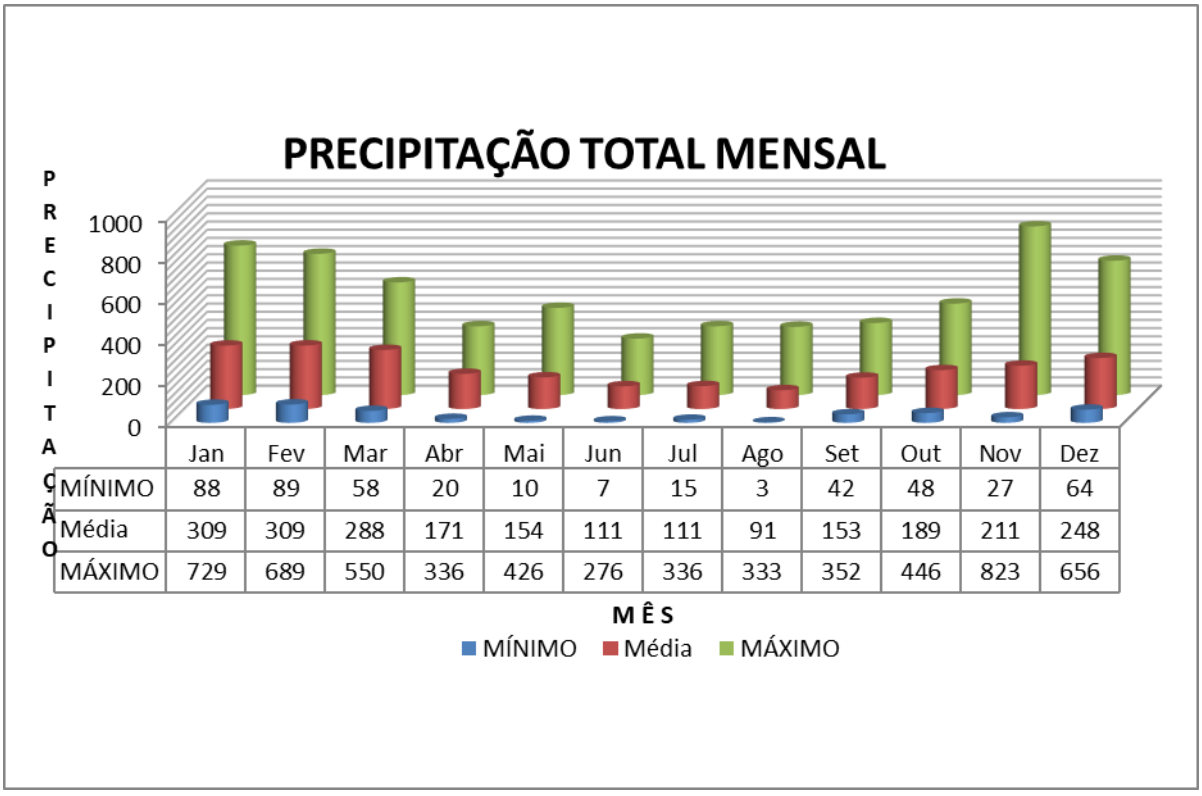


Figura 3-2 – Gráfico da Precipitação Total Mensal

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.2 *Precipitação Máxima Mensal*

Tabela 3-3 – Tabela da Precipitação Máxima Mensal

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL																	
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		Total	Média	Mínimo	Máximo
1975	36	26	54	49	64	28	66	41	33	53	49	49		547	46	26	66
1976	44	106	56	12	75	21	42	32	60	16	42	84		589	49	12	106
1977	120	103	71	53	19	21	35	14	36	60	41	31		603	50	14	120
1978	37	43	51	27	45	42	21	56	27	76	47	140		612	51	21	140
1979	50	80	140	16	54	15	29	33	55	39	56	52		618	51	15	140
1980	47	96	258	26	18	24	59	48	34	59	51	310		1028	86	18	310
1982	38	167	85	30	90	71	44	17	15	39	46	28		669	56	15	167
1983	77	44	45	41	93	50	45	33	92	24	62	76		682	57	24	93
1985	36	100	41	41	9	44	11	1	36	76	52	19		466	39	1	100
1986	44	84	64	68	16	4	19	29	59	34	37	81		538	45	4	84
1987	40	137	16	65	57	30	22	58	29	46	12	69		581	48	12	137
1988	80	73	32	41	44	26	15	7	63	71	11	59		522	43	7	80
1989	157	88	122	47	47	25	35	10	42	156	29	140		896	75	10	157
1990	90	46	55	68	34	26	63	65	25	36	39	27		572	48	25	90
1991	88	154	81	19	38	67	15	26	31	80	85	43		726	61	15	154
2000	86	128	34	9	3	64	28	61	49	38	34	46		579	48	3	128
2001	47	96	54	21	50	80	58	14	44	90	23	43		620	52	14	96
2002	66	39	36	91	28	29	13	40	35	39	39	50		504	42	13	91
2003	95	80	41	25	11	18	53	48	33	19	40	88		550	46	11	95
2004	46	62	96	49	37	26	53	15	37	30	20	70		542	45	15	96
2005	71	27	86	46	39	36	28	44	46	36	58	37		553	46	27	86
2006	44	91	79	50	12	42	33	8	56	49	110	35		609	51	8	110
2007	56	43	134	65	49	3	37	21	34	27	56	53		576	48	3	134
2008	125	187	51	70	37	30	32	44	49	88	212	73		998	83	30	212
2009	94	85	96	34	15	17	50	40	55	53	33	28		598	50	15	96
2010	173	53	68	105	102	39	42	37	37	59	31	72		817	68	31	173
2011	65	64	112	28	16	23	21	76	53	39	53	74		621	52	16	112
2012	55	19	29	75	81	86	31	23	23	53	29	83		587	49	19	86
2014	58	31	68	46	40	55	10	29	42	16	21	55		471	39	10	68
2015	42	75	135	61	112	25	34	13	36	86	50	122		788	66	13	135
2018	119	34	40	75	48	25	8	36	17	60	36	32		530	44	8	119
2019	113	146	97	35	36	80	13	22	33	30	35	28		667	56	13	146
VALOR DE ORDEM MENSAL																	
MÉDIA	73	81	76	46	44	37	33	32	41	52	48	69					
MÍNIMO	36	19	16	9	3	3	8	1	15	16	11	19					
MÁXIMO	173	187	258	105	112	86	66	76	92	156	212	310					

Fonte: Hidroweb

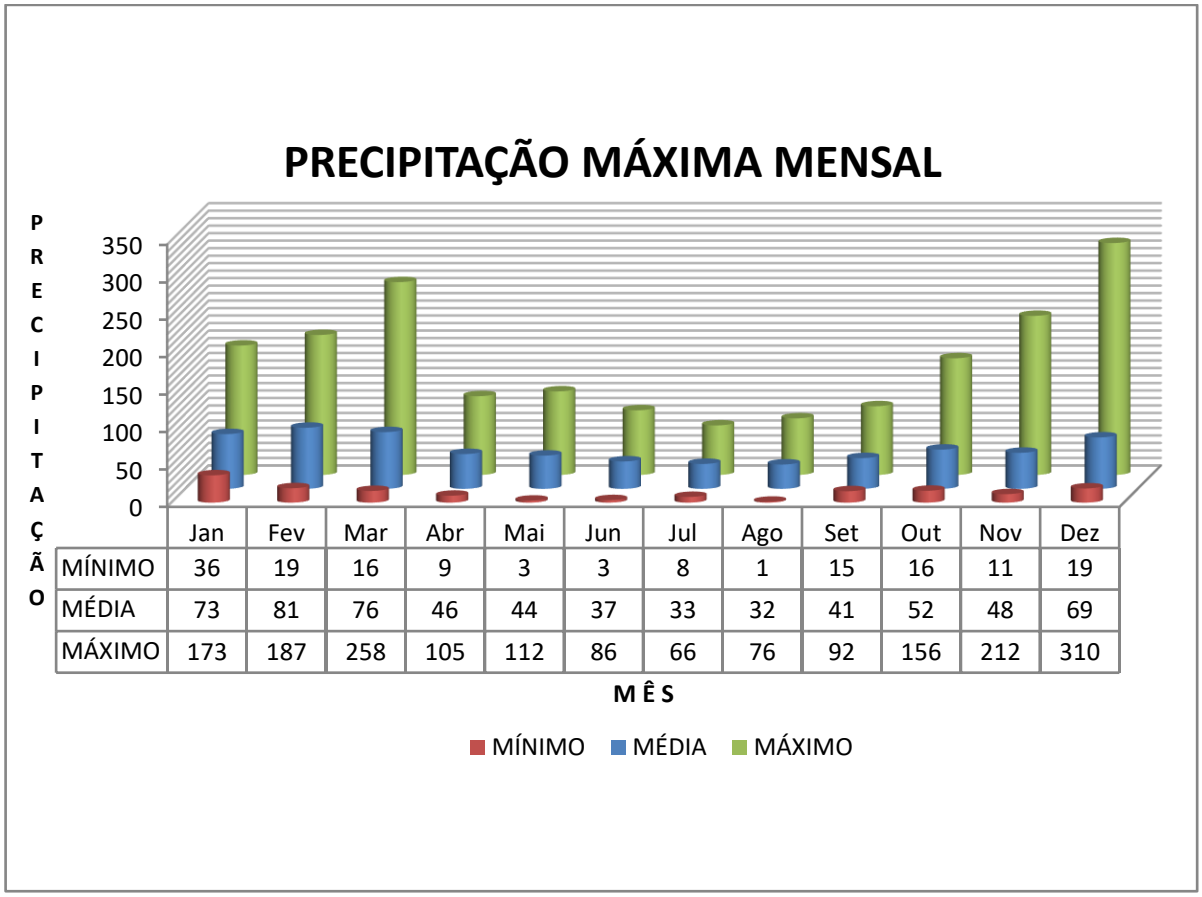


Figura 3-3 – Gráfico da Precipitação máxima mensal
Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.3 *Dias de Chuva*

Tabela 3-4 – Tabela dos Dias de Chuva

DIAS DE CHUVA																
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Média	Mínimo	Máximo
1975	20	18	23	16	17	17	6	12	19	18	18	22	206	17	6	23
1976	20	13	14	10	16	9	10	10	9	15	19	13	158	13	9	20
1977	15	10	21	22	11	8	5	13	17	16	21	20	179	15	5	22
1978	12	12	11	8	6	5	10	14	14	12	19	14	137	11	5	19
1979	17	15	18	20	15	9	11	6	12	19	19	17	178	15	6	20
1980	19	22	11	11	9	9	10	10	14	16	9	21	161	13	9	22
1982	14	15	21	16	11	13	10	8	10	15	20	13	166	14	8	21
1983	19	17	21	20	24	16	17	7	16	13	15	18	203	17	7	24
1985	16	17	18	17	6	4	12	4	12	9	11	14	140	12	4	18
1986	15	22	24	14	7	3	12	12	10	11	11	16	157	13	3	24
1987	18	15	12	15	13	8	4	7	12	15	10	13	142	12	4	18
1988	15	16	14	17	17	5	5	7	14	13	6	13	142	12	5	17

1989	24	16	16	16	12	10	9	7	18	14	12	18
1990	25	13	18	19	7	7	13	11	16	13	15	14
1991	15	11	19	8	7	8	1	7	9	13	16	15
2000	19	19	22	7	6	8	5	8	17	15	11	8
2001	12	19	14	12	11	11	12	6	11	9	13	11
2002	15	14	11	14	14	5	6	9	8	12	12	18
2003	18	7	14	10	6	7	7	5	12	11	9	18
2004	18	12	10	14	14	7	11	5	12	14	20	19
2005	16	10	9	12	5	3	6	7	18	13	15	13
2006	17	17	22	10	6	10	5	10	13	16	21	21
2007	19	15	11	15	19	8	9	6	8	18	20	16
2008	25	23	18	16	12	11	3	16	17	24	27	12
2009	21	19	17	16	11	13	18	12	19	21	14	17
2010	23	15	21	16	14	11	13	6	12	20	17	21
2011	19	21	20	12	12	11	13	19	14	18	19	22
2012	20	11	12	20	19	17	13	7	9	12	11	14
2014	17	10	19	20	14	11	17	5	20	9	16	21
2015	19	19	26	17	22	7	17	6	15	26	25	18
2018	25	17	18	8	12	13	9	8	12	23	15	12
2019	19	20	21	14	19	7	6	9	16	13	21	12
VALOR DE ORDEM MENSAL												
MÉDIA	18	16	17	14	12	9	10	9	14	15	16	16
MÍNIMO	12	7	9	7	5	3	1	4	8	9	6	8
MÁXIMO	25	23	26	22	24	17	18	19	20	26	27	22

172	14	7	24
171	14	7	25
129	11	1	19
145	12	5	22
141	12	6	19
138	12	5	18
124	10	5	18
156	13	5	20
127	11	3	18
168	14	5	22
164	14	6	20
204	17	3	27
198	17	11	21
189	16	6	23
200	17	11	22
165	14	7	20
179	15	5	21
217	18	6	26
172	14	8	25
177	15	6	21

Fonte: Hidroweb

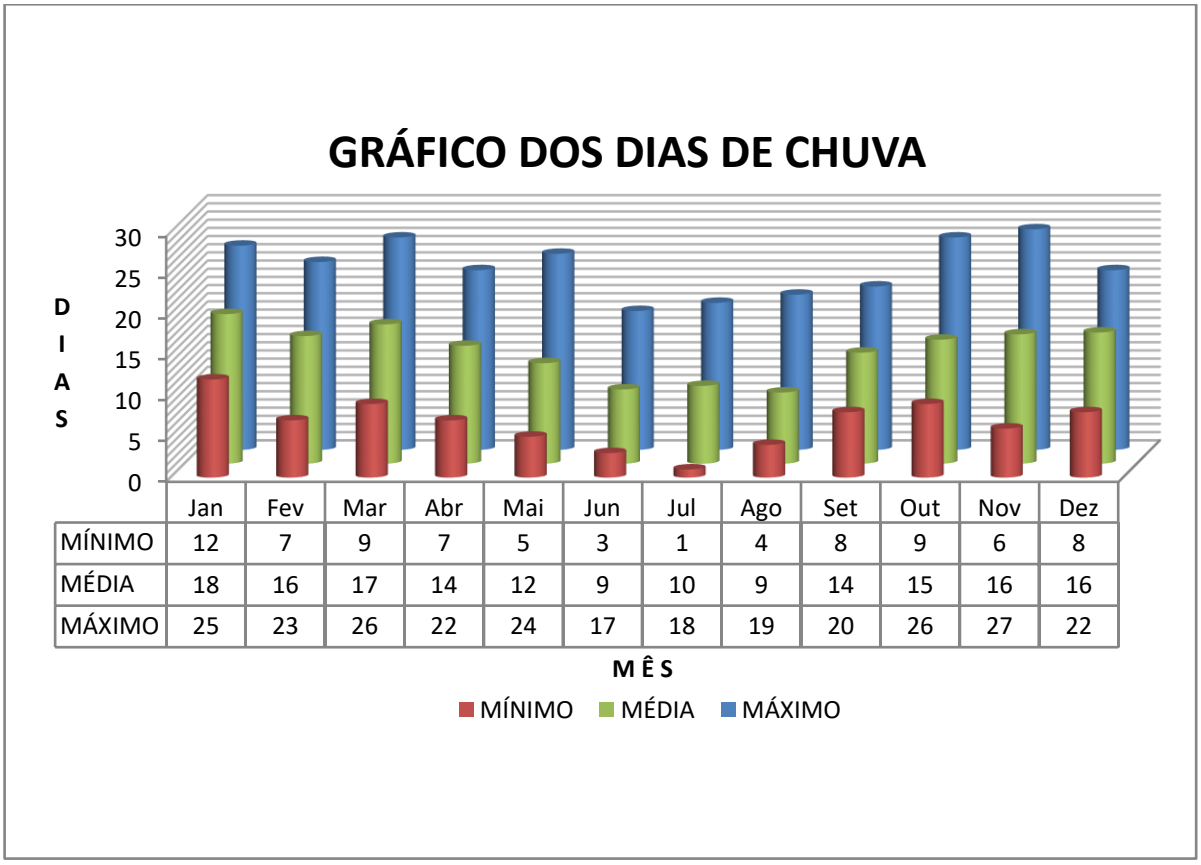


Figura 3-4 – Gráfico dos dias de Chuva

Fonte: Arquivo Pessoal

3.4 Relação Intensidade-Duração-Frequência

Analisando os dados de precipitação observa-se que, quanto maior a duração da chuva, menor é a sua intensidade. Também se observa que os maiores valores de intensidade são menos frequentes. Estas relações podem ser traduzidas por curvas de intensidade-duração com determinação da frequência.

Nesse caso utilizamos o método das Isozonas, junto ao roteiro do Eng.º Taborga Torrico, indicados na Instrução de Serviço, onde:

Analisando estatisticamente os dados de precipitações máximas da série histórica (1939 a 2024), desconsiderando os anos que não possuem dados completos, temos 71 anos de registro.

Assim temos:

32	3.924,70	122,65	47,67
Eventos	SOMA	MÉDIA	DESVIO

Podemos assim finalizar a Equação que permite calcular as alturas de chuvas em função do Tempo de Recorrência e duração do evento.

Os valores de K (Fator de Frequência) segundo Lei de Gumbel, corrigem as alturas de precipitação.

Tabela 3-5 – Valores de K (GUMBEL)

Valores de K (GUMBEL)					
Tr -Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0,860	1,530	1,904	2,377	3,005	3,629

Fonte: Arquivo Pessoal

Com os dados acima foram construídas as curvas de Altura de chuva – Duração – Tempo de Recorrência adotando as relações:

$$H = (t, T)$$

Onde
H = altura da Precipitação em mm
t = Tempo de duração da chuva em hs
T = Tempo de Recorrência, em anos

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

Onde
i = Intensidade média máxima da chuva, em mm
T = Período de retorno em anos
t = Duração da chuva, em minutos
K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para cada local.

Transformando os valores conhecidos das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 h, 1 h e 6 min de duração, (Izoma C) temos os valores desagregados de chuva apresentados na tabela abaixo:

Tabela 3-6 – Relação de Intensidade pelo tempo de recorrência

	Média			K		Desvio							
Tr - 5 Anos	122,65	+	(	0,860	x	47,67	)	=	163,64	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	163,64		=	179,19	mm		Max.	24 h
				0,401	x	179,19		=	71,85	mm		Max.	1 h
				0,098	x	179,19		=	17,56	mm		Max.	0,1h
Tr - 10 Anos	122,65	+	(	1,530	x	47,67	)	=	195,58	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	195,58		=	214,16	mm		Max.	24 h
				0,397	x	214,16		=	85,02	mm		Max.	1 h
				0,098	x	214,16		=	20,99	mm		Max.	0,1h
Tr -15 Anos	122,65	+	(	1,904	x	47,67	)	=	213,41	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	213,41		=	233,68	mm		Max.	24 h
				0,395	x	233,68		=	92,30	mm		Max.	1 h
				0,098	x	233,68		=	22,90	mm		Max.	0,1h
Tr -25 Anos	122,65	+	(	2,377	x	47,67	)	=	235,95	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	235,95		=	258,37	mm		Max.	24 h
				0,392	x	258,37		=	101,28	mm		Max.	1 h

				0,098	x	258,37		=	25,32	mm		Max.	0,1h
Tr - 50 Anos	122,65	+	(	3,005	x	47,67	)	=	265,89	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	265,89		=	291,15	mm		Max.	24 h
				0,388	x	291,15		=	112,97	mm		Max.	1 h
				0,098	x	291,15		=	28,53	mm		Max.	0,1h
Tr - 100 Anos	122,65	+	(	3,629	x	47,67	)	=	295,64	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	295,64		=	323,72	mm		Max.	24 h
				0,384	x	323,72		=	124,31	mm		Max.	1 h
				0,088	x	323,72		=	28,49	mm		Max.	0,1h

Fonte: Arquivo Pessoal

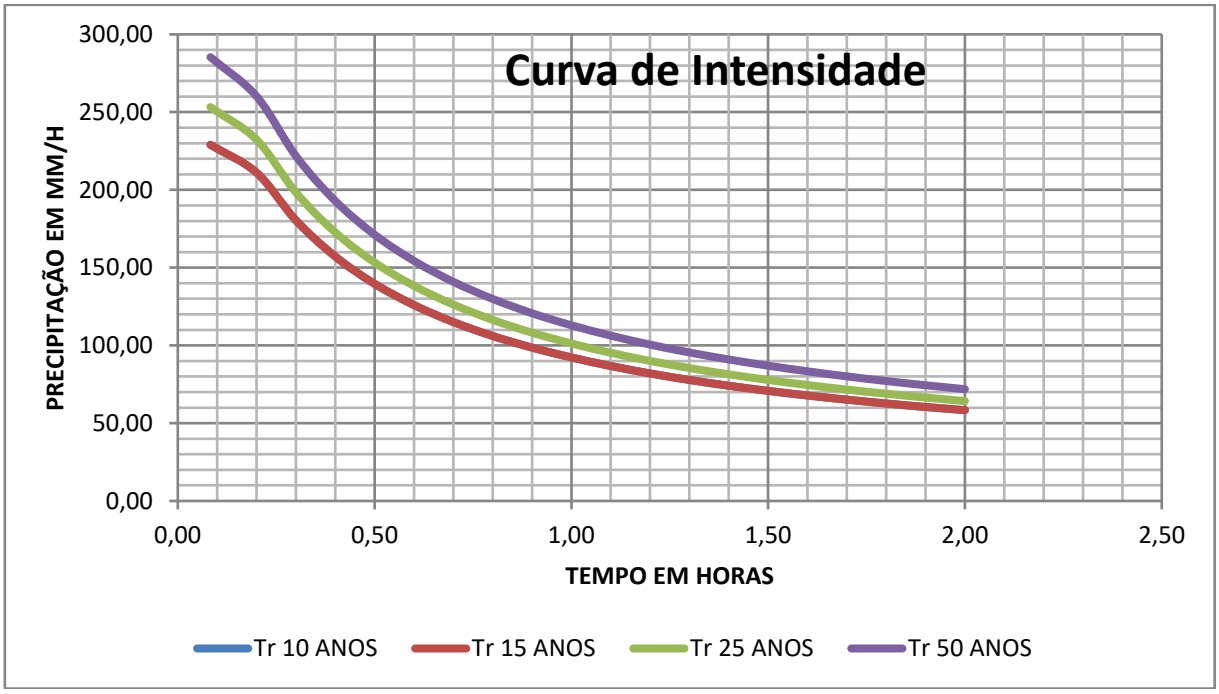


Figura 3-5 – Gráfico de Intensidade da Precipitação

Fonte: Arquivo Pessoal

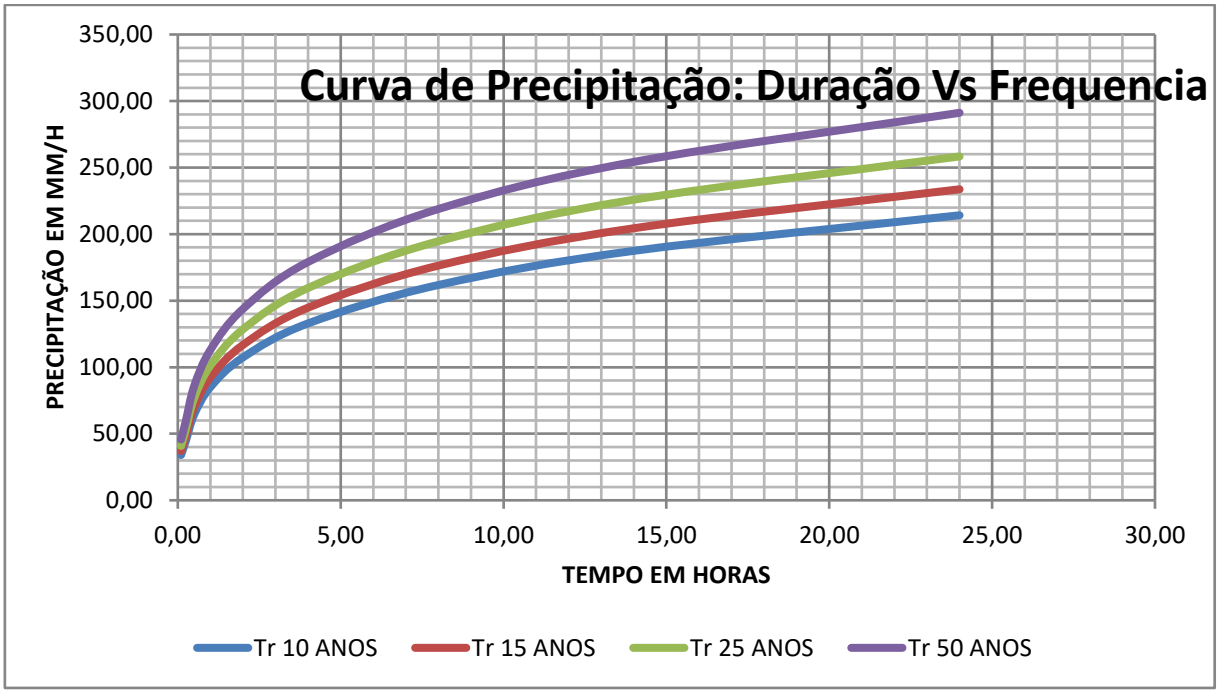


Figura 3-6 – Gráfico de Duração e Frequência da Precipitação
Fonte: Arquivo Pessoal

3.5 Tempo de Recorrência

Tempo de Recorrência é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer. Ao se decidir, portanto, que uma obra será projetada para uma vazão com período de retorno T anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção conferido à população. Trata-se, portanto, de escolher qual o "risco aceitável" pela comunidade.

O tempo de recorrência de uma obra está relacionado à sua importância, ou seja, quanto mais importante à obra, maior deverá ser a segurança dessa obra contra chuvas de elevada magnitude, e, assim, maior deve ser o seu tempo de recorrência.

Sendo assim, com o tempo de recorrência maior, o risco de falhas no sistema de drenagem para essas obras mais importantes tende a ser menor.

Em outras palavras, podemos dizer que o tempo de recorrência "Tr" está relacionado ao grau de proteção a ser conferido à obra, quanto a precipitações de elevada magnitude que ocorrem a cada "Tr" anos.

Níveis altos de segurança implicam, portanto, custos elevados e grandes interferências no ambiente urbano. Minimizar custos e interferências é um objetivo importante em projetos de drenagem urbana, mas não deve ser alcançado pela escolha de períodos de retorno inadequadamente pequenos. Caso isso aconteça, as consequências, muito provavelmente, serão perversas, pois a ocupação das áreas "protegidas" será encorajada pela falsa sensação de segurança que as obras propiciam.

Além disso, vale destacar que, dentro de uma mesma obra, os tempos de recorrência serão diferentes a depender do dispositivo de drenagem projetado. Por exemplo, um bueiro de rodovia com capacidade de vazão insuficiente pode causar a erosão dos taludes junto à boca de jusante, ruptura do aterro por transbordamento das águas, ou inundação de áreas a montante.

Sendo assim, a escolha dos tempos de recorrência será determinada por meio de análises técnico-econômicas, e deverá abranger:

- Tipo, importância e segurança da obra;
- Classe da obra;
- Estimativa de custos de restauração na hipótese de destruição;
- Estimativa de outros prejuízos resultantes de ocorrência de descargas maiores que as de projeto;
- Comparativo de custo entre a obra para diferentes tempos de recorrência;
- Risco para as vidas humanas em face de acidentes provocados pela destruição da obra.

Ressalta-se, por fim, que o tempo de recorrência de projeto deve ser analisado em cada caso particular. Em linhas gerais são adotados pelo DNIT os seguintes valores usuais:

Tabela 3-7 – Tempo de Retorno para Sistemas Urbanos

SISTEMA DE DRENAGEM	CARACTERÍSTICAS	INTERVALOS (ANOS)
Microdrenagem:	Residencial	2 a 5
	Comercial	2 a 5
	Áreas de prédio público	2 a 5
	Aeroporto	5 a 10
	Áreas comercias e avenidas	5 a 10
Macrodrenagem	-	10 a 25
Zoneamento de áreas ribeirinhas	-	5 a 100

Fonte: Adaptado de C. M. Tucci, 2005

Para este estudo será utilizado o Tempo de Recorrência de **5 anos**, atendendo as condições apresentadas acima.

É importante, neste ponto, enfatizar a diferença entre os conceitos de período de retorno e risco.

Entende-se por risco a probabilidade, a possibilidade de uma determinada obra vir a falhar pelo menos uma vez durante sua vida útil. Esse conceito leva em conta que uma obra projetada para um período de retorno T expõe-se, todo o ano, a uma probabilidade 1/T de vir a falhar. É intuitivo que, ao longo de sua vida útil, essa obra terá um risco de falha maior do que 1/T, porque se ficará exposta, repetidamente, a essa probabilidade de insucesso.

Após definido o Tr, calculamos o risco pela expressão a seguir que pode ser deduzida da teoria das probabilidades.

$$R = 100 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{N}\right]$$

$$R = 100 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{1}{50}\right)^{50}\right] \rightarrow R = 63{,}58\%$$

Onde:
R = risco em porcentagem;
T = período de retorno em anos;
N = vida útil da obra em anos.

Tabela 3-8 – Probabilidade de ocorrência em função do período de retorno

T (ANOS)	VIDA ÚTIL DA OBRA (ANOS)				
	2	5	25	50	100
2	75	97	99,9	99,9	99,9
5	36	67	99,9	99,9	99,9
10	19	41	93	99	99,9
25	25	18	64	87	98
50	40	10	40	64	87
100	2	5	22	39	63
500	0,4	1	5	9	18

Fonte: Back, 2002

Tabela 3-9 – Séries de Precipitação Máxima

Ano	Precipitação Máxima Anual	Precipitação Ordenada	m	F	T
1975	66	66	1	3,01	22,00
1976	106	68	2	3,08	11,00
1977	120	80	3	3,61	7,33
1978	140	84	4	3,84	5,50
1979	140	86	5	3,90	4,40
1980	310	86	6	3,93	3,67
1982	167	90	7	4,10	3,14
1983	93	91	8	4,14	2,75
1985	100	93	9	4,23	2,44
1986	84	95	10	4,31	2,20
1987	137	96	11	4,35	2,00
1988	80	96	12	4,35	1,83
1989	157	96	13	4,35	1,69
1990	90	100	14	4,53	1,57
1991	154	106	15	4,84	1,47
2000	128	110	16	5,01	1,38
2001	96	112	17	5,11	1,29
2002	91	119	18	5,39	1,22
2003	95	120	19	5,44	1,16
2004	96	128	20	5,82	1,10
2005	86	134	21	6,07	1,05
2006	110	135	22	6,12	1,00
2007	134	137	23	6,24	0,96
2008	212	140	24	6,34	0,92
2009	96	140	25	6,35	0,88
2010	173	146	26	6,64	0,85
2011	112	154	27	6,98	0,81
2012	86	157	28	7,14	0,79
2014	68	167	29	7,61	0,76
2015	135	173	30	7,85	0,73

2018	119	212	31	9,65	0,71
2019	146	310	32	14,07	0,69

Fonte: Arquivo Pessoal

3.6 Estudo da Bacia Hidrográfica

Segundo Paulo Sampaio Wilken, "A bacia contribuinte de um curso de água ou bacia de drenagem é a área receptora da precipitação que alimenta parte ou todo o escoamento do curso de água e de seus afluentes".

Do ponto de vista hidrológico, o escoamento de um curso de água ou deflúvio, pode ser considerado como um produto do ciclo hidrológico, influenciando por dois grupos de fatores:

- Fatores Climáticos: Incluem os efeitos da chuva e da evapotranspiração, os quais apresentam variações ao longo do ano, de acordo com a climatologia local.
- Fatores Fisiológicos: Relativos às características da bacia contribuinte e do leito dos cursos de água.

Os limites de uma bacia contribuinte podem ser definidos pelos divisores de água ou espigões que a separam das bacias adjacentes ou no caso de áreas urbanas por diversos motivos a área de contribuição pode sofrer algumas alterações do seu caminho natural.

3.7 Tempo de Concentração

É o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que toda a bacia contribui para a vazão na seção estudada.

Existem várias fórmulas indicadas para a determinação dos tempos de concentração das bacias hidrográficas. No Manual de Projeto de Engenharia- capitulo III- Hidrologia – DNER recomenda-se que o projetista deverá escolher a fórmula do tempo de concentração tendo em vista:

a) a mais compatível com a forma da bacia;
b) a mais adaptável à região do interesse da rodovia;
c) a que contenha o maior número de elementos físicos: declividade de talvegue, natureza do solo, recobrimento vegetal, etc.;
d) a distinção entre áreas rurais e urbanas.

Para esse caso optamos por executar os cálculos pelo método de Kirpich, indicado para o método racional que é o método de cálculo da vazão de projeto para bacia de contribuição adotada neste estudo.

O tempo de concentração é calculado pela expressão:

$$Tc = \left(\frac{0{,}294 \,.\, L}{\sqrt{i}}\right)^{0{,}77}$$

Onde:
Tc = Tempo de Concentração em hora
L = Extensão do talvegue principal, em Km
i = Declividade efetiva do talvegue em %

3.8 Coeficiente de Deflúvio

Coeficiente de deflúvio ou coeficiente de escoamento superficial ou ainda coeficiente de "run-off", é a relação entre o volume de água escoado superficialmente e o volume precipitado.

A água de chuva precipitada sobre a superfície de uma bacia hidrográfica tem uma parcela considerável de seu volume retida através das depressões do terreno (mais ou menos dependendo da geomorfologia), da vegetação, da interceptação para uso na agricultura, consumo humano e infiltração no solo que formam e alimentam os lençóis freáticos. O percentual do volume restante que escoa até o local da área em estudo é chamado de coeficiente de deflúvio.

A tabela de coeficiente de deflúvio a ser utilizada deverá ser compatível com o método de cálculo de vazão e da área da bacia.

Tabela 3-10 – Valores de Coeficiente de Deflúvio para regiões

OCUPAÇÃO DO SOLO	(C)
DE EDIFICAÇÃO MUITO DENSA: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
DE EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSA: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com rua e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70
DE EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
DE EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.	0,25 a 0,50
DE SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25
DE MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: WILKEN,1978 APPUD PORTO,1995.

Após uma análise mais criteriosa constatamos que todas as bacias estudadas nesse projeto estão classificadas com área de DE EDIFICAÇÕES COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES, porém ainda várias ruas encontram-se sem pavimentação por este motivo optamos por escolher como Coeficiente de Deflúvio C = 0,25

3.9 Área Mínima

Define-se como área mínima, a porção bidimensional de solo, a partir da qual, qualquer área menor que esta não implicará na redução do diâmetro da tubulação mínima normalmente adotado que é de Ø 0,40m, diâmetro este que se mostra eficiente na manutenção das obras.

Portanto, a área mínima, é função do diâmetro mínimo estipulado para ser usado no projeto. Para este caso, utilizou-se como diâmetro mínimo Ø 0,40m para as galerias pluviais longitudinais, e Ø 0,40m para as travessias, onde haverá função exclusiva de esgotamento de uma ou no máximo duas caixas coletoras.

4 TERMO DE ENCERRAMENTO

Este termo tem como objetivo formalizar o encerramento deste estudo, que foi desenvolvido em parceria com o contratante.

Este volume teve como finalidade a apresentação da metodologia utilizada para elaboração do estudo hidrológico deste empreendimento.

Com o encerramento do projeto, todos os produtos e serviços foram entregues conforme o planejamento, e as partes envolvidas foram devidamente comunicadas.

Agradecemos ao contratante e a todos os envolvidos pelo apoio e colaboração durante a execução do projeto.

Este termo de encerramento é assinado segunda-feira, 30 de março de 2026, contendo 28 páginas e confirma que todas as obrigações e compromissos foram cumpridos, encerrando formalmente o projeto.



Oeliton Antunes Coelho
Responsável Técnico
CREA-SC 115.283-2



Marcos Cancelier Mattei
Diretor Técnico
CREA-SC 112.799-7