LOTEAMENTO GUILHERME SCHEFFER

PROJETO DE REDES DE DRENAGEM PLUVIAL

Memorial descritivo

ENGENHARIA CIVIL
&
PERÍCIAS

OBRA: Loteamento Residencial para fins unifamiliares

LOCALIZAÇÃO: Rua Paulo Marques, Bairro Residencial/Comercial, São Domingos – SC.

RESP. TÉCNICO: VW Engenharia Ltda

CREA PR-197335/D

São Domingos, 14 de janeiro de 2026.

VW Engenharia Civil e Perícias

ÍNDICE DE REVISÕES DO PROJETO			
Responsável Técnico	Nº Registro CREA	Data	Revisão
VW Engenharia	PR - 197335/D	10/11/2025	V00
VW Engenharia	PR - 197335/D	06/01/2026	V04
VW Engenharia	PR - 197335/D	14/01/2026	V05
----------	----------	----------	----------
----------	----------	----------	----------
----------	----------	----------	----------

Aprovação ou Observação

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS....4
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS....5
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 6
1.1 Serviços Preliminares 6
1.2 Justificativa Técnica Desague da Drenagem em Área de Preservação Permanente 6
1.2.1 TUBULAÇÃO E SISTEMA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA 11
1.2.2 OBSERVAÇÃO 12
2 ESTUDO HIDROLÓGICO 13
2.2 Pluviometria 13
2.3 Tipo Climático 14
2.4 Pluviometria 14
2.5 Processamento dos Dados Pluviométricos 17
2.6 Curvas de Intensidade Duração-Frequência 20
2.7 Período de Recorrência 29
2.8 Cálculo da vazão pelo Método Racional 29
2.9 Dimensionamento prévio das galerias 3
3 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM 4
3.2 Software Utilizado 4
3.3 Componentes da rede 4
3.3.3 Bocas coletoras 4
3.3.4 Caixa de ligação 4
3.3.5 Poços de Visita 4
3.3.6 Dissipador 5
3.3.7 Galerias 5
3.3.8 Drenagem Superficial – Sarjeta 5
3.3.9 Guias 5
3.4 Verificação Da Capacidade De Escoamento 5
3.5 Dimensionamento das Galerias 6
3.5.3 Diâmetro mínimo 7
3.5.4 Declividade mínima 7
3.5.5 Velocidade de escoamento 8
3.5.6 Capacidade máxima da galeria 10
3.5.7 Recobrimento mínimo da galeria 11
3.5.8 Material escolhido para a galeria 11
3.5.9 Dimensionamento dos Bueiros 11

4 PLACA DA OBRA 14
5 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA 14
6 LIMPEZA DO TERRENO 15
7 PROJETO E NORMAS 15
7.2 Responsável técnico 15
7.3 Mestre de obras 15
8 LOCAÇÃO DA OBRA 15
9 ABERTURA DAS VALAS 16
10 CAIXAS COLETORAS E POÇO DE VISITA 16
11 TUBULAÇÃO E SISTEMA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA 17
12 REATERRO DAS VALAS 18
13 OBSERVAÇÃO 18
14 CONSIDERAÇÃO FINAL 19
14.2 Limpeza Geral da Obra 19
14.3 Entrega da Obra 19
14.4 Manutenção Preventiva 19
14.5 Casos Omissos Neste Memorial 20
1. REFERÊNCIAS..... 21
ANEXOS 22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características Físicas do EmpreendimentoErro! Indicador não definido.

Tabela 2 – Consumo de Água Potável..... **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Empreendimento no Perímetro Urbano do Município ..... **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

Arq. Arquiteto

a/c Fator água cimento

Eng. Engenheiro

ETE Estação de Tratamento de Esgoto

PRFV. Plástico Reforçado com Fibra de Vidro

CASAN Companhia Catarinense de ‘Águas e Saneamento

MPa Mega Pascal

NBR Norma Brasileira Regulamentadora

m Metros

cm Centímetros

mm Milímetros

m^2 Metros quadrados

m^3 Metros cúbicos

L Litros

° Grau

< Menor

h Horas

n° Número

% Porcentagem

h Hora

min Minutos

s Segundos

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A drenagem pluvial será executada no Loteamento, numa extensão de 1.258 metros, sendo que serão 1.034,00 metros de tubulação de 400 mm e 224,00 metros de tubulação de 600 mm, com o total de 60 bocas de lobo com 60 cm x 90 cm, executada em blocos de concreto maciço e tampa grade de ferro chato laminado descrito no projeto executivo.

A drenagem será destinada para os fundos do terreno e também para a Rua Presidente Kenedy, sendo que a tubulação será instalada até o início da área de reserva legal e posteriormente será instalada vala de drenagem com dispositivo de dissipação de energia.

1.1 Serviços Preliminares

É de responsabilidade do executante a obtenção de todas as licenças e franquias necessárias aos serviços que contratar, pagando os emolumentos exigidos por lei e observando todas as leis, códigos e posturas referentes a obra e a segurança pública, bem como atender ao pagamento de seguro pessoal, despesas decorrentes das leis trabalhistas e impostos que digam diretamente respeito às obras e serviços contratados. É obrigado, outrossim, ao cumprimento de quaisquer formalidades e ao pagamento à sua custa de multas que porventura sejam impostas pelas autoridades em função de seus serviços. A observância das leis, regulamentos e posturas acima referidas, abrange também as exigências do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, especialmente no que se refere a colocação de placas e a Anotação de Responsabilidade Técnica. Todas as cópias plotadas, necessárias ao desenvolvimento das obras, serão por conta do executante.

1.2 Justificativa Técnica Desague da Drenagem em Área de Preservação Permanente

Primeiramente, áreas de preservação permanente, em resumo, são 11 modalidades definidas pelo *Código Florestal* com a necessidade de manter determinada quantidade de metros de preservação, via de regra, proibindo utilização destas áreas, como as margens de rios, morros, veredas (brejo), restingas etc.

A Resolução CONAMA 01/1986 define o "impacto ambiental" como sendo "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; ou a qualidade dos recursos ambientais".

O *Código Florestal* de 2012 define algumas atividades de baixo impacto ambiental e deixa para os estados a possibilidade de definir suas próprias atividades de baixo impacto.

Para o *Código Florestal*, são atividades de baixo impacto: abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessárias à travessia de um curso d'água, ao acesso de pessoas e animais para a obtenção de água ou à retirada de produtos oriundos das atividades de manejo agroflorestal sustentável.

Também as instalações para captação e condução de água e efluentes tratados; trilhas para ecoturismo; construção de rampa de barcos; moradia de agricultores familiares, comunidades quilombolas e populações extrativistas e tradicionais em áreas rurais, onde o abastecimento é próprio dos moradores.

É definido também como baixo impacto, a construção e manutenção de cercas na propriedade; a pesquisa científica relativa a recursos ambientais; a coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas, como sementes, castanhas e frutos.

O plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais; a exploração agroflorestal e manejo florestal sustentável, comunitário e familiar, incluindo a extração de produtos florestais não madeireiros.

Em Santa Catarina, a Resolução Consema nº 128/2019 listou 15 atividades, dentre elas, as manifestações culturais, esportivas e artísticas, em eventos públicos, em áreas antropizadas.

> Art. 1º Reconhecer outras ações e atividades constantes do Anexo Único desta Resolução como eventuais e de baixo impacto ambiental, para fins de intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente – APP.
> ANEXO ÚNICO

As ações e atividades listadas abaixo são consideradas como eventuais e de baixo impacto ambiental, para fins de intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente – APP:

1 - Poda, corte ou extração de espécimes florestais nativas ou exóticas, em situação de risco de queda, que podem ameaçar a vida, patrimônio ou meio ambiente, assim consideradas por meio de laudo técnico expedido por profissional legalmente habilitado, acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, ou relatório emitido pela defesa civil.

2 - Implantação de obras de arte, como pontes, alas ou cortinas de contenção e tubulações para viabilizar acesso aos imóveis urbanos ou rurais, desde que, não possuam alternativa técnica locacional, econômica ou ambiental viáveis, limitada a uma largura máxima estabelecida de 12 m (doze metros).

3 - Utilização de margem de curso d'água para a realização de desassoreamento, limpeza de leito de curso d'água, manual ou mecânica, com ações de retirada de sedimentos, entulhos e espécies vegetais herbáceas, para normalizar o fluxo d'água.

4 - Utilização de margem de curso d'água para a realização de serviço de manutenção e limpeza de barragem de nível utilizadas para captação de água para sistemas de abastecimento.

5 - Pequenas retificações de cursos d'água, em no máximo 50 m (cinquenta metros) de extensão em áreas antropizadas, visando a contenção de processos erosivos, segurança de edificações e de vias públicas.

6 - Retirada manual ou mecânica, sem aproveitamento econômico, de entulhos e restos de materiais vegetais lenhosos, oriundos da deposição natural nas margens de cursos d'água ou planícies de alagamento, por ocasião de enchentes, enxurradas ou outros eventos climáticos, condicionada à recuperação da área de intervenção, caso necessário.

7 - Desativação de reservatórios artificiais resultantes do barramento ou represamento de cursos d'água, com superfície menor ou igual a 5.000 m² (cinco mil metros quadrados), mediante recuperação de APP.

8 - Recuperação de áreas degradadas em APP (urbanas ou rurais), por meio de obras civis e obras de arte correlata, mediante aprovação de Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD).

9 - Implantação de sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário desde que não possua alternativa técnica locacional, econômica e ambiental viável e mediante projeto aprovado pelos órgãos competentes.

10 - Obras de drenagem de águas pluviais em áreas urbanas ou rurais, desde que não possua alternativa técnica locacional, econômica e ambiental viável.

11 - Substituição de espécies exóticas por nativas em imóveis urbanos ou rurais.

12 - Ações eventuais de manifestações culturais, esportivas e artísticas, em eventos públicos, de acordo com o período de duração do evento, em áreas antropizadas, vinculadas ao Alvará de Funcionamento, desde que não haja supressão de vegetação.

13 - Pequenas canalizações ou tubulações de cursos d'água em área urbana, em no máximo 100 m (cem metros) lineares de extensão entre trechos já tubulados ou canalizados.

14 - Implantação de acesso a imóveis urbanos ou rurais, desde que, não possuam alternativa técnica locacional, econômica ou ambiental viável, limitada a uma largura máxima estabelecida de 6 m (seis metros).

15 – A implantação de proteção de fonte de água, visando o abastecimento da propriedade, conforme modelos técnicos elaborados pela EPAGRI com a denominação Modelo Caxambu com Tubo Horizontal, Modelo Caxambu Horizontal com Tubo de PVC, Modelo Caxambu com Tubo Vertical e Modelo Botuverá, desde que atendam aos seguintes critérios: a) Característica qualitativa da solução alternativa individual (SAI) de abastecimento de água para consumo humano; b) Sem a supressão da vegetação nativa; c) Obter a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e o licenciamento ambiental quando o uso assim o exigir; d) Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água intermitentes ou perenes, será admitida a manutenção de atividade agrossilvipastoril, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros. e) A execução da obra deverá seguir os critérios técnicos, conforme tecnologias elaboradas e publicações técnicas da EPAGRI. (Redação dada pela Resolução CONSEMA nº 192/2022)

E sobre intervenções nas APPs, geralmente, não são permitidas, devendo manter o local protegido de maneira ‘permanente’. Porém, exceções são previstas no artigo *8º do Código Florestal*, ressaltando a questão do baixo impacto ambiental, trazendo da normativa de 1986 para a lei de 2012, a possibilidade de "acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental".

> Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei.
>
> § 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.
>
> § 2º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente de que tratam os incisos VI e VII do caput do art. 4º poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida, para execução de obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda. (Vide ADC Nº 42) (Vide ADIN Nº 4.903)
>
> § 3º É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em áreas urbanas.
>
> § 4º Não haverá, em qualquer hipótese, direito à regularização de futuras intervenções ou supressões de vegetação nativa, além das previstas nesta Lei.
>
> Art. 9º É permitido o acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental.

Também existe a possibilidade de manter, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, não dispensando da recuperação de algumas medidas de proteção de vegetação determinadas pelo *Código Florestal* no artigo 61-A.

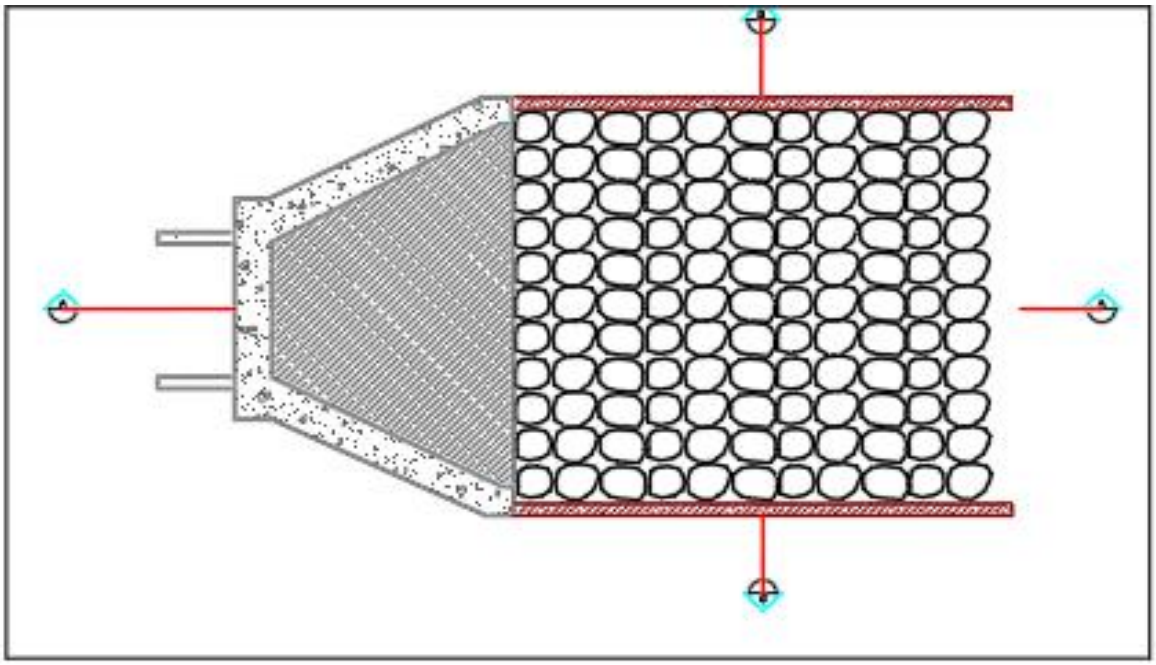
Nesta situação, foi importantíssima a regulamentação estadual feita pelos estados onde consideram atividades de ecoturismo e turismo rural, impedindo a demolição de vários a pedido da fiscalização.

1.2.1 TUBULAÇÃO E SISTEMA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA

A tubulação será de seção circular constituída por tubos de boa qualidade tipo macho-fêmea em concreto simples perfurado na parte superior, sem fissuras e com paredes internas alisadas para diminuir atrito e rugosidade no escoamento, com diâmetro de 600mm (máximo). Os tubos possuem 1,00 m (um metro) de comprimento e espessura de aproximadamente 7,00 cm, obedecendo na sua fabricação, às prescrições da ABNT. Os tubos deverão ser rejuntados externa e internamente com argamassa aditivada, no traço 1:3, de cimento, areia média e impermeabilizante. Antes da execução de qualquer junta, deverá ser verificado se a ponta do tubo está perfeitamente centrada em relação à bolsa. A declividade do tubo deverá ser de no mínimo de 1%. No assentamento de tubos de concreto, dever-se-á evitar cortá-los, deslocandos e as posições de caixas, poços de visita, se necessário. Os tubos deverão ser descidos na vala manualmente ou por processo mecânico (utilizando-se maquinário hidráulico), sendo perfeitamente alinhados e nivelados. Antes da execução de qualquer junta, será verificado se a ponta do tubo está perfeitamente centrada em relação à bolsa.

Ao final da tubulação nos trechos de desague em área de preservação ou área definidas como vala abertas serão instados sistemas de dissipação de energia, as mesmas deverão possuir o fundo em rochas (lascão) para auxiliar na redução da velocidade da água antes de atingir o córrego, ou nas drenagens naturais do terreno.

A imagem a seguir é um modelo de dissipador de energia, porem a melhor forma de dissipador de energia deve ser definido durante a instalação da obra e ajustes do canal de drenagem.



1.2.2 OBSERVAÇÃO

Toda a tubulação lançada neste projeto é de uso exclusivo para a drenagem pluvial, podendo somente ser usada para a coleta das águas das chuvas.

1.2.3 DRENAGEM ENVIADA PARA O CÓRREGO

O projeto prevê a destinação da drenagem até o curso d'água mais próximo, tendo a necessidade de fazer a intervenção na APP em ponto de desague da drenagem.

A intervenção tem amparo legal, é caracterizado como uma atividade de baixo impacto ambiental, conforme estabelece a RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 128, DE 8 DE MARÇO DE 2019, em seu item 10.

> 10 - Obras de drenagem de águas pluviais em áreas urbanas ou rurais, desde que não possua alternativa técnica locacional, econômica e ambiental viável.

Á água pluvial, ou água da chuva, pode ser destinada de diversas formas, dependendo do contexto e do objetivo. Geralmente, a água pluvial é conduzida para sistemas de drenagem urbana e posteriormente as mesmas são direcionadas para os corpos de água, sendo rios e córregos, de acordo com a situação original do terreno.

Para mitigar o impacto ambiental, o empreendedor deverá desviar a vegetação existente na APP, não sendo necessário a supressão de espécies nativas.

Para tal obra deverá ser utilizado equipamentos ou maquinas de pequeno porte, existentes no mercado.

Sendo assim é possível observar que é viável a implantação da drenagem em APP, uma vez que não possui outra alternativa técnica e locacional e ainda é amparada por normas ambientais.

Também podemos observar no projeto de drenagem que os pontos são ruas projetadas e que devido a declividade do terreno não existe outra forma de desague da mesma.

2 ESTUDO HIDROLÓGICO

O estudo hidrológico foi desenvolvido com a finalidade de se avaliar circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas na região de São Domingos-SC, de modo a fornecer os elementos necessários para a obtenção das soluções que dotem a área das condições indispensáveis para suportar os efeitos da natureza incidentes sobre a mesma através do ciclo hidrológico.

O objetivo central destes estudos é a definição do regime pluvial e do clima na área do projeto e dos métodos de dimensionamento das estruturas de drenagem superficial.

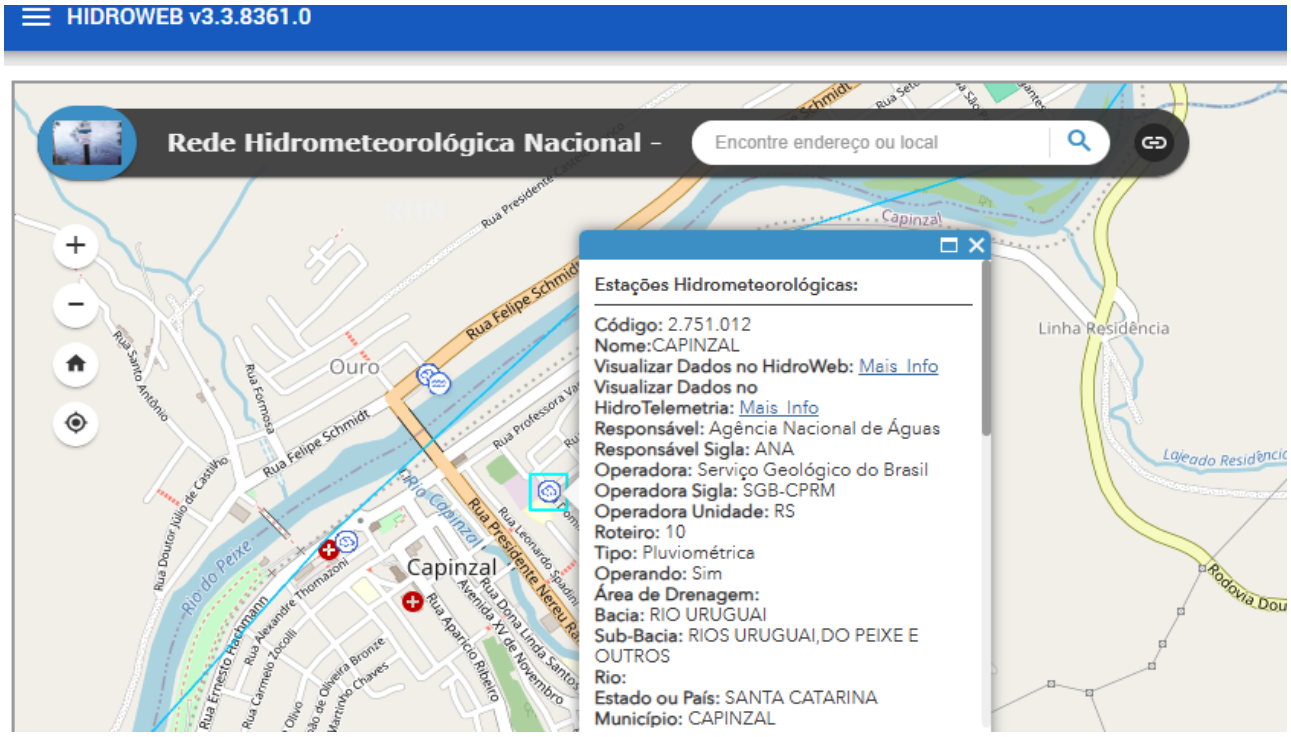
Para o desenvolvimento dos estudos hidrológicos e do projeto de drenagem, foi utilizado o “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, editado pelo DNIT, através da publicação IPR-715 e a Instrução de Serviço IS-06 publicado em Abril de 2023 pelo SIE (Secretaria de Infraestrutura do Estado de Santa Catarina), bem como o livro de práticas hidrológias publicado pelo Engenheiro José Jaime Taborga Torrico no ano de 1974.

2.2 Pluviometria

A estação puviométrica de Capinzal foi escolhida para a realização dos estudos, em vista da proximidade ao empreendimento e representatividade dos dados coletados.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a localização da estação h idrometeorológica de Capinzal-SC, bem como os dados dos responsavéis pela sua operação.

Figura 1 - Escolha da estação hidrometeorológica para estudo - ANA Cód. 2.751.012



Fonte: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa - Estação 2751012

2.3 Tipo Climático

O município de Ouro está localizado no Meio-Oeste Catarinense, com o clima subtropical. Segundo a classificação de Köppen, podemos classificar a região como sendo de clima subtropical mesotérmico úmido, pertencente ao Grupo C e tipo Cfa:

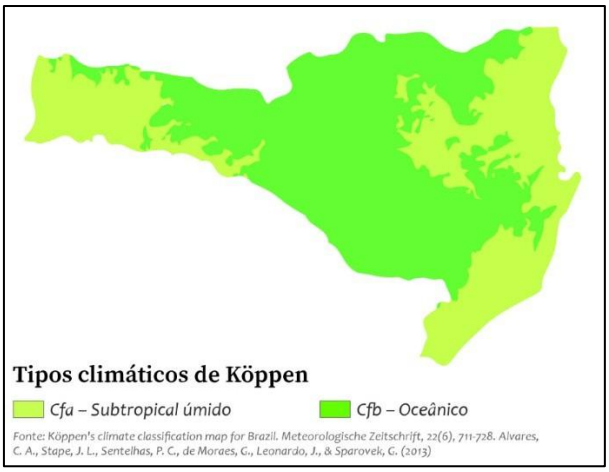


Figura 1 – Tipos climáticos de Santa Catarina segundo Köppen

2.4 Pluviometria

Foi adotada a Estação Pluviométrica de Capinzal (02751012), operada pela ANA – Agência Nacional de Água, com série histórica de 1977 a 2022.

Na tabela a seguir está apresentado a série histórica (1977 a 2022) dos valores máximos diários anuais de precipitação utilizados neste estudo.

Tabela 1 - Valores Máximos Diários Anuais de Precipitação
(Estação Meteorológica de Capinzal)

Ano	Dia/Mês	Precipitação Máxima em 24 horas (mm)
1977	11/11/1977	105,0
1978	19/10/1978	56,2
1979	09/05/1979	71,2
1980	30/07/1980	101,2
1981	22/12/1981	76,2
1982	29/06/1982	69,4
1983	13/03/1983	125,2
1984	06/08/1984	79,8
1985	08/05/1985	62,1
1986	14/04/1986	45,4
1987	13/04/1987	88,8
1988	14/01/1988	52,5
1989	04/05/1989	88,8
1990	30/05/1990	158,6
1991	21/06/1991	80,7
1992	01/07/1992	107,3
1993	17/11/1993	53,0
1994	02/07/1994	101,2
1995	10/06/1995	69,9
1996	16/01/1996	74,6
1997	11/10/1997	106,0
1998	28/04/1998	113,0
1999	03/07/1999	132,4
2000	18/04/2000	72,2
2001	11/11/2001	81,1
2002	14/04/2002	85,8
2003	04/12/2003	79,6
2004	29/03/2004	72,1
2005	18/05/2005	102,7
2006	21/02/2006	68,5
2007	23/07/2007	88,1
2008	14/04/2008	97,2
2009	08/07/2009	84,6
2010	23/04/2010	100,0
2011	30/10/2011	98,5

2012	23/10/2012	73,7
2013	10/08/2013	74,7
2014	01/05/2014	136,1
2015	27/09/2015	121,1
2016	04/03/2016	99,4
2017	31/05/2017	138,0
2018	10/10/2018	138,0
2019	13/03/2019	57,2
2020	26/02/2020	86,0
2021	16/10/2021	83,0
2022	11/10/2022	100,1

Já na tabela a seguir está apresentado as alturas pluviométricas mensais da série histórica, além do NDCA – número de dias chuvosos anuais.

Tabela 2 – Alturas pluviométricas mensais da série histórica (Estação Meteorológica de Capinzal)

Precipitação Mensal (Dados em mm)													
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**NDCA**
1977	117,7	133,7	155,8	41,5	112,4	121,4	120,5	165,7	62,0	141,4	207,4	106,0	100
1978	148,6	68,7	131,9	0,0	10,2	57,4	180,4	42,1	111,3	170,8	206,5	66,4	88
1979	31,2	78,8	137,7	171,2	248,9	39,5	155,3	109,2	85,2	408,5	175,6	146,6	118
1980	121,8	61,4	77,6	54,1	112,9	87,4	168,7	129,6	145,1	203,5	143,6	254,2	114
1981	213,0	189,3	84,9	126,0	34,7	102,4	38,4	64,6	137,1	81,9	142,0	219,1	105
1982	49,0	218,1	91,0	20,5	107,3	278,7	151,6	226,0	55,3	256,5	307,8	140,8	111
1983	142,7	141,7	312,6	184,6	343,8	186,6	731,6	111,3	172,3	157,2	208,2	121,4	132
1984	257,2	211,8	106,0	126,2	113,6	210,2	154,2	248,6	204,8	123,4	176,2	159,4	133
1985	76,6	227,2	139,8	155,9	125,0	69,6	36,5	46,3	55,6	63,1	113,7	114,5	94
1986	107,6	96,3	86,1	253,4	175,9	126,4	58,0	165,6	225,1	97,4	131,7	105,6	101
1987	212,4	180,4	43,9	237,7	349,3	132,3	110,6	96,2	55,2	245,9	113,3	179,1	118
1988	172,6	82,2	15,5	200,0	244,0	114,8	24,6	7,0	118,8	169,0	83,0	151,2	108
1989	336,9	123,2	173,9	115,6	142,8	82,9	97,4	122,5	283,6	139,5	147,9	56,3	143
1990	240,4	171,3	122,1	185,6	260,2	259,8	87,7	133,2	200,0	252,7	239,5	168,4	154
1991	115,1	82,6	59,2	151,9	48,2	244,1	75,6	84,9	78,5	235,2	79,7	198,5	92
1992	163,7	225,3	154,0	62,8	389,0	220,0	217,0	185,1	161,4	103,8	211,9	128,8	132
1993	205,3	135,8	107,9	72,4	150,0	95,8	154,6	33,4	216,6	180,2	113,7	154,6	136
1994	56,1	353,0	93,7	177,4	116,7	174,5	262,4	19,0	146,6	185,8	138,5	232,1	119
1995	168,3	126,8	86,7	116,5	24,0	191,2	74,9	76,1	206,4	227,7	74,4	60,0	113
1996	329,3	161,7	152,9	35,1	26,8	135,1	104,2	168,0	220,2	140,2	161,7	269,0	132
1997	127,7	319,7	71,0	54,4	107,1	208,0	167,9	175,0	157,1	514,5	300,5	225,4	114
1998	164,2	376,7	207,7	327,0	118,2	71,0	151,1	181,7	234,3	174,6	24,0	71,4	136
1999	218,8	106,7	55,0	194,8	96,0	84,4	243,5	29,0	121,4	152,6	70,5	84,9	110
2000	126,3	139,2	71,2	126,3	85,2	73,7	144,6	73,4	295,0	235,5	78,7	151,3	127
2001	171,3	185,2	117,7	150,3	128,5	136,6	153,6	55,1	161,8	184,6	162,9	65,9	140

2002	118,1	43,7	118,4	146,7	144,5	131,1	120,3	171,0	201,4	283,8	227,8	149,2	130
2003	168,1	231,7	99,4	87,4	57,3	94,2	81,0	45,9	44,0	167,3	152,3	358,3	90
2004	114,1	64,6	139,8	110,5	125,7		185,3	42,6	170,9	234,6	135,3	67,4	91
2005	173,7	31,7	118,0	232,8	214,3	229,5	91,5	159,8	195,6	292,0	82,3	35,4	119
2006	147,7	153,3	147,0	37,7	11,4	88,7			131,6	92,7	214,4	207,8	85
2007	246,0	134,5	144,9	174,3	233,2	59,6	258,1	64,7				175,9	87
2008	142,1	51,7	67,3	195,4	49,5	217,3	25,1	78,9	167,5	335,9	134,7	117,3	107
2009	137,4	108,7	63,9	19,1	152,3	56,9	192,4	239,1		174,9			76
2010	350,0	199,2	124,0	255,1	206,4	74,9	151,0	62,0	115,9	195,7	70,6	288,6	109
2011	115,6	236,7	241,0	117,2	116,8	162,5	258,3	267,7	211,3	302,8	84,1	87,5	109
2012	178,3	176,3	51,4	115,7	42,3	125,6	192,1	19,3	80,4	210,6	16,1	160,0	87
2013	93,5	177,5	200,7	91,7	77,6	145,4	86,8	238,8	188,5	185,9	94,3	139,2	110
2014	291,0	155,7	236,9	113,2	236,3	411,3	63,9	85,3	317,1	56,7	125,7	213,4	116
2015	301,1	147,1	83,6	54,0	94,6	178,1	431,8	56,4	396,9	284,8	255,1	249,0	115
2016	85,7	156,7	256,9	95,3	151,4	37,5	87,2	177,7	71,5	189,1	61,9	164,9	90
2017	175,2	135,9	146,1	105,1	395,7	169,1	11,1	106,9	19,1	219,1	152,4	131,8	99
2018	261,2	104,5	215,8	43,3		98,4	47,5	95,6	205,3	395,9	170,9	193,9	107
2019	179,3	200,2	171,3	94,5	290,9	22,8	80,9	16,5	54,1	194,8	167,4	97,7	103
2020	127,7	148,5	56,5	78,9	114,6	203,3	153,0	154,0	61,2	29,5	105,9	231,3	85
2021	281,4	44,1	153,2	2,3	88,2	166,8	40,9	28,7	197,3	230,8	109,2	21,6	78
2022	147,0	75,0	215,9	187,6	274,0	235,0	78,6	187,8	84,6	323,3	87,4	68,4	90
Média	**171,9**	**151,6**	**128,4**	**123,9**	**149,9**	**142,5**	**144,5**	**112,2**	**155,1**	**205,5**	**142,3**	**150,9**	**109,8**
Mínimo	**31,2**	**31,7**	**15,5**	**0,0**	**10,2**	**22,8**	**11,1**	**7,0**	**19,1**	**29,5**	**16,1**	**21,6**	**76,0**
Máximo	**350,0**	**376,7**	**312,6**	**327,0**	**395,7**	**411,3**	**731,6**	**267,7**	**396,9**	**514,5**	**307,8**	**358,3**	**154,0**

Precipitação (mm)

2.5 Processamento dos Dados Pluviométricos

Diante dos dados obtidos junto à Estação Meteorológica de Capinzal, foram elaborados os gráficos do regime pluviométrico, sendo apresentados os histogramas das precipitações mínimas, médias e máximas mensais, além do número de dias chuvosos anuais e mensais para o período de observação, a saber:

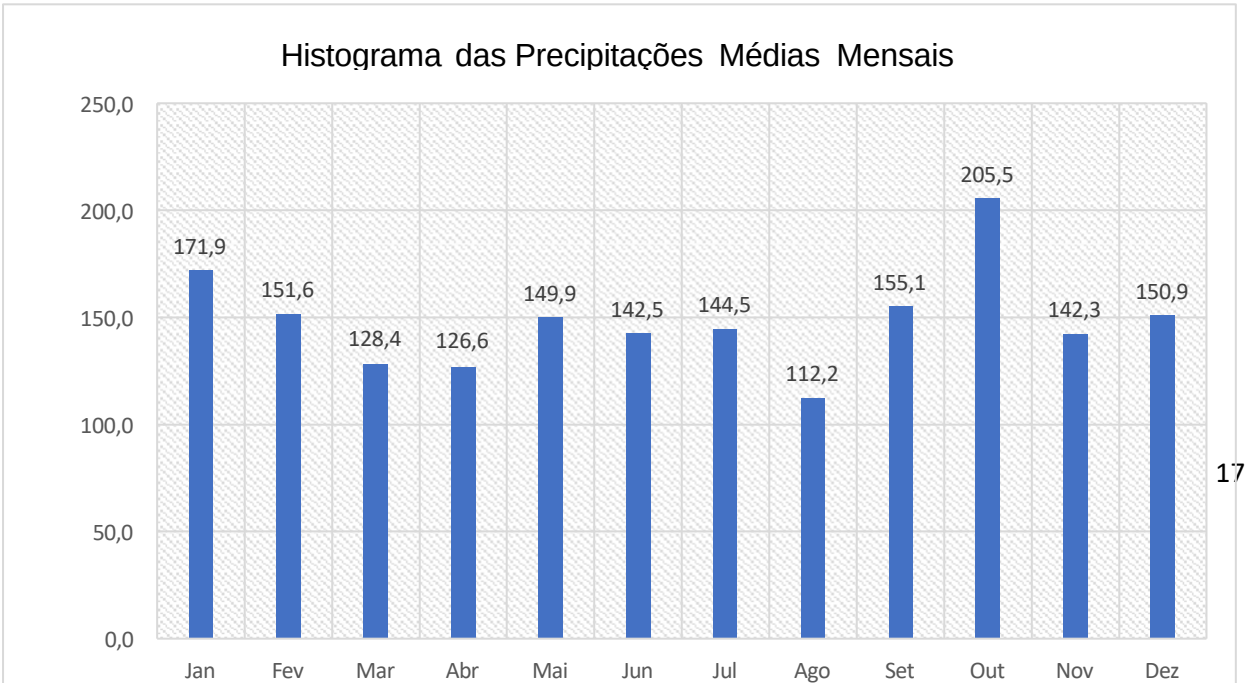


Figura 2 – Histograma das Precipitações Médias Mensais (Estação Meteorológica de Capinzal)

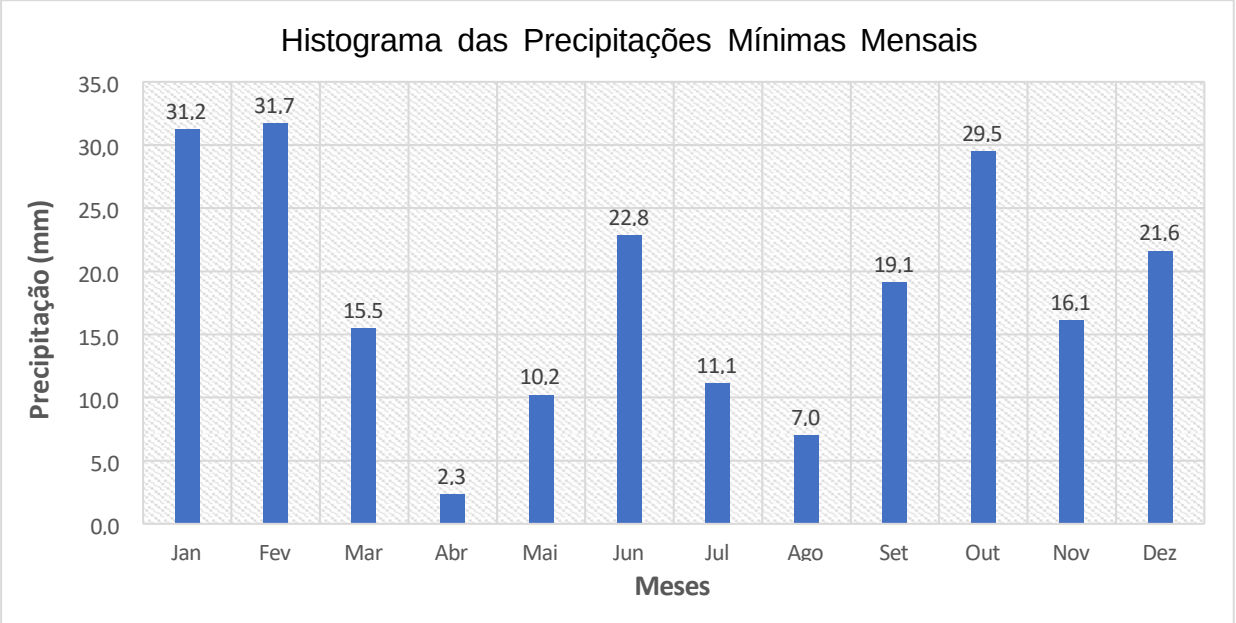


Figura 3 – Histograma das Precipitações Mínimas Mensais (Estação Meteorológica de Capinzal)

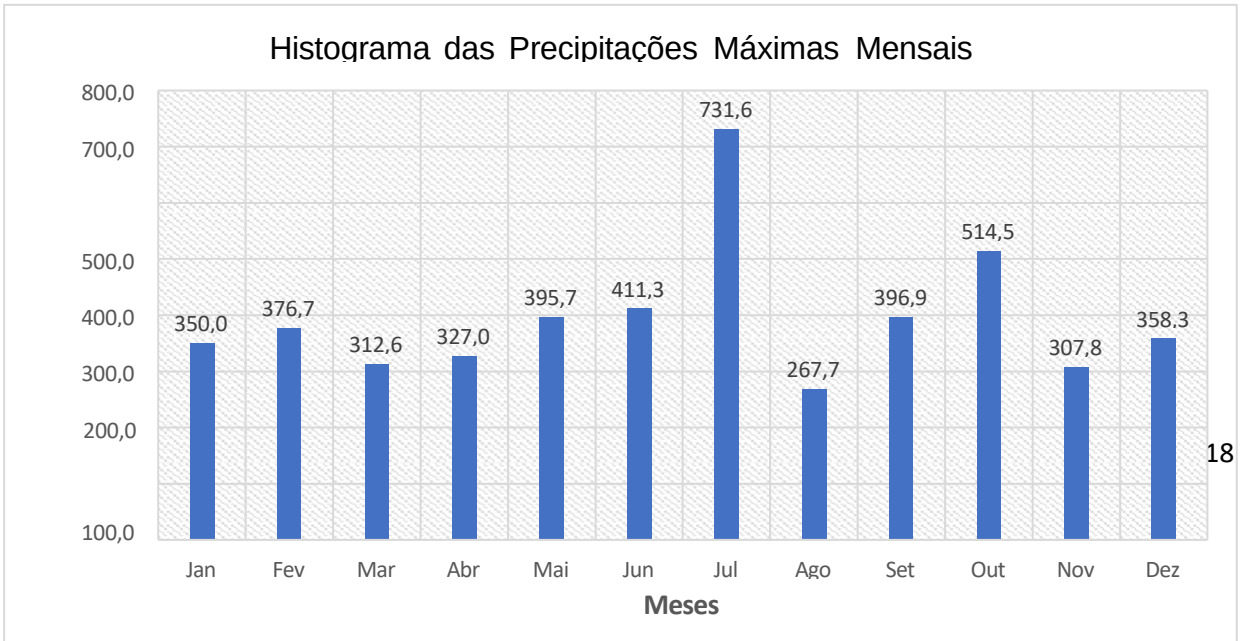




Figura 4 – Histograma das Precipitações Máximas Mensais (Estação Meteorológica de Capinzal)

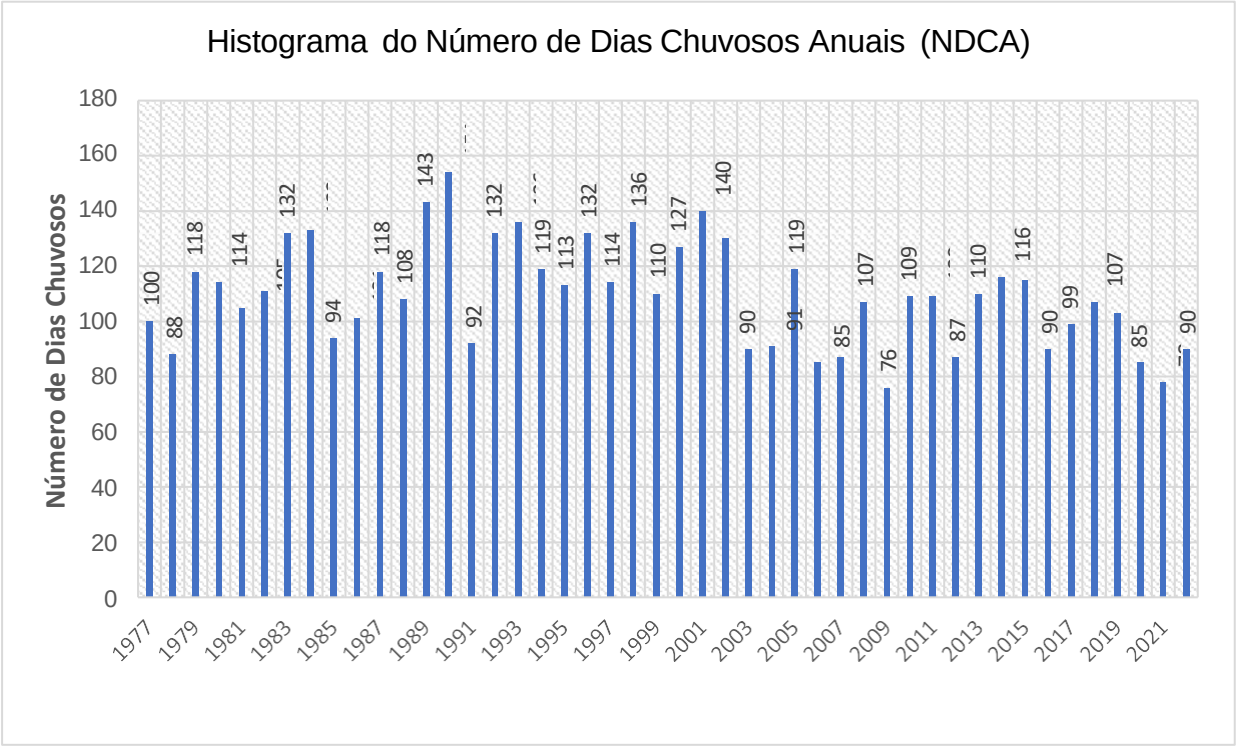


Figura 5 – Histograma do número de dias chuvosos anuais (Estação Meteorológica de Capinzal)

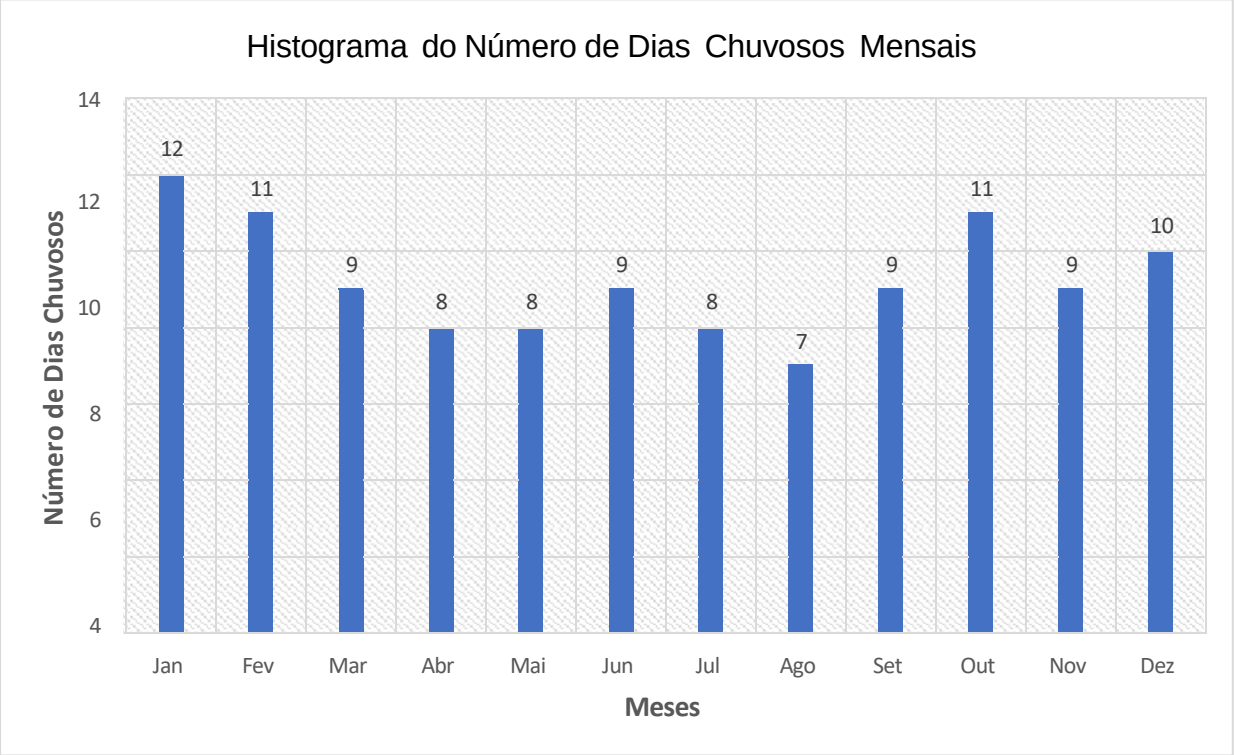


Figura 6 – Histograma do número de dias chuvosos mensais (Estação Meteorológica de Capinzal)

É possível observar nos histogramas apresentados que historicamente o mês de agosto é mais seco, com precipitações médias mensais de apenas 112,2 mm. Já o mês de outubro apresentou a maior média mensal de precipitações, com altura de 205,5 mm.

De forma geral, podemos concluir que os meses de março a agosto possuem índices pluviométricos menores, apresentando uma média mensal de 134,0mm. Já nos meses de setembro a fevereiro a precipitação média mensal é aproximadamente 21,6% maior, apresentando uma média de 162,9mm.

2.6 Curvas de Intensidade Duração-Frequência

Com base na série histórica de dados pluviométricos foram determinadas as máximas intensidades pluviométricas em 24 horas de precipitação e, por meios estatísticos, ajustou-se a curva representativa das precipitações máximas, utilizando o método dos mínimos quadrados e de “Gumbel”.

Na figura 7 apresenta-se a distribuição das máximas precipitações em 24 horas anuais registradas na estação meteorológica de Capinzal.

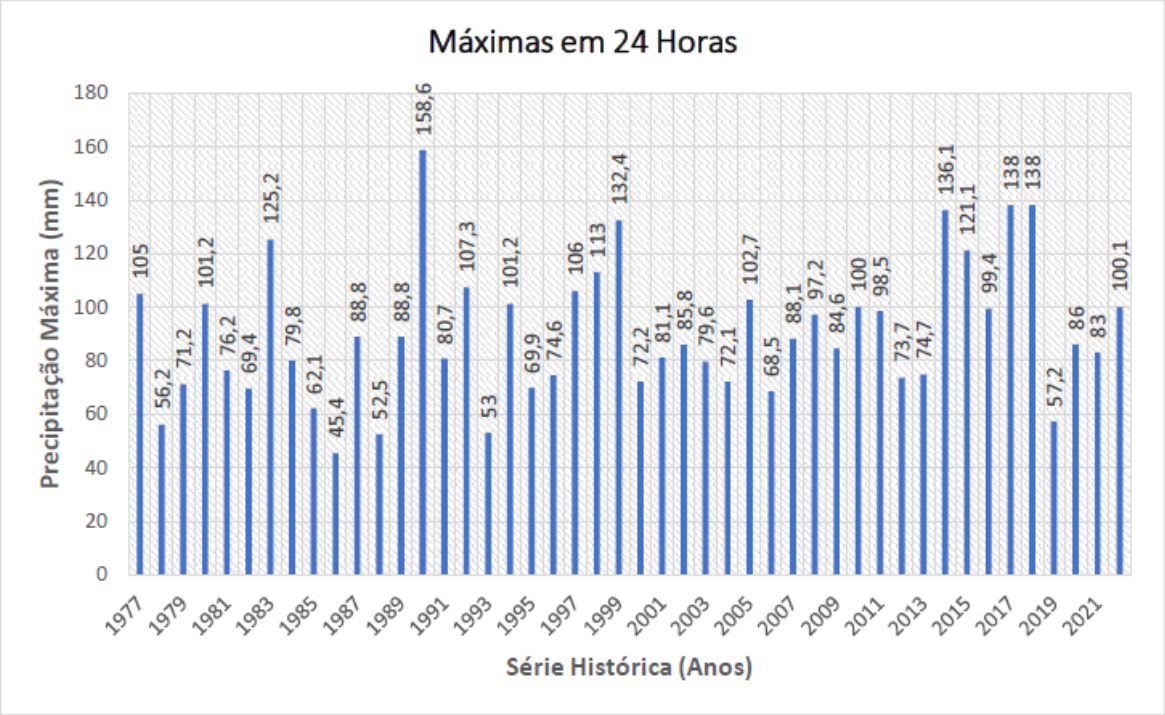


Figura 7 – Máximas Precipitações Anuais em 24 horas (Estação Meteorológica de Capinzal)

A relação obtida por "Gumbel" supõe que existam infinitos elementos. Na prática, levou- se em consideração o número real de anos de observações utilizando-se a equação 1 proposta por Ven Te Chow:

$$H = X + K.S \qquad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

H = altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado; X = altura pluviométrica média;

S = desvio padrão da série anual; e,

K = fator de freqüência que depende do número de amostras e do período de

recorrência (tabela 3).

N° de Eventos	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,879	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
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598

N° de Eventos	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
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	2,064	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

Tabela 3 – Valores de "K" segundo a Lei de Gumbel

Portanto, para a estação meteorológica de Capinzal, temos os seguintes dados:

X = 90,4 mm

S = 25,403 mm

n (número de observações) = 46

$$H = 90,4 + 25,403 \cdot K \qquad \text{Eq. (1)}$$

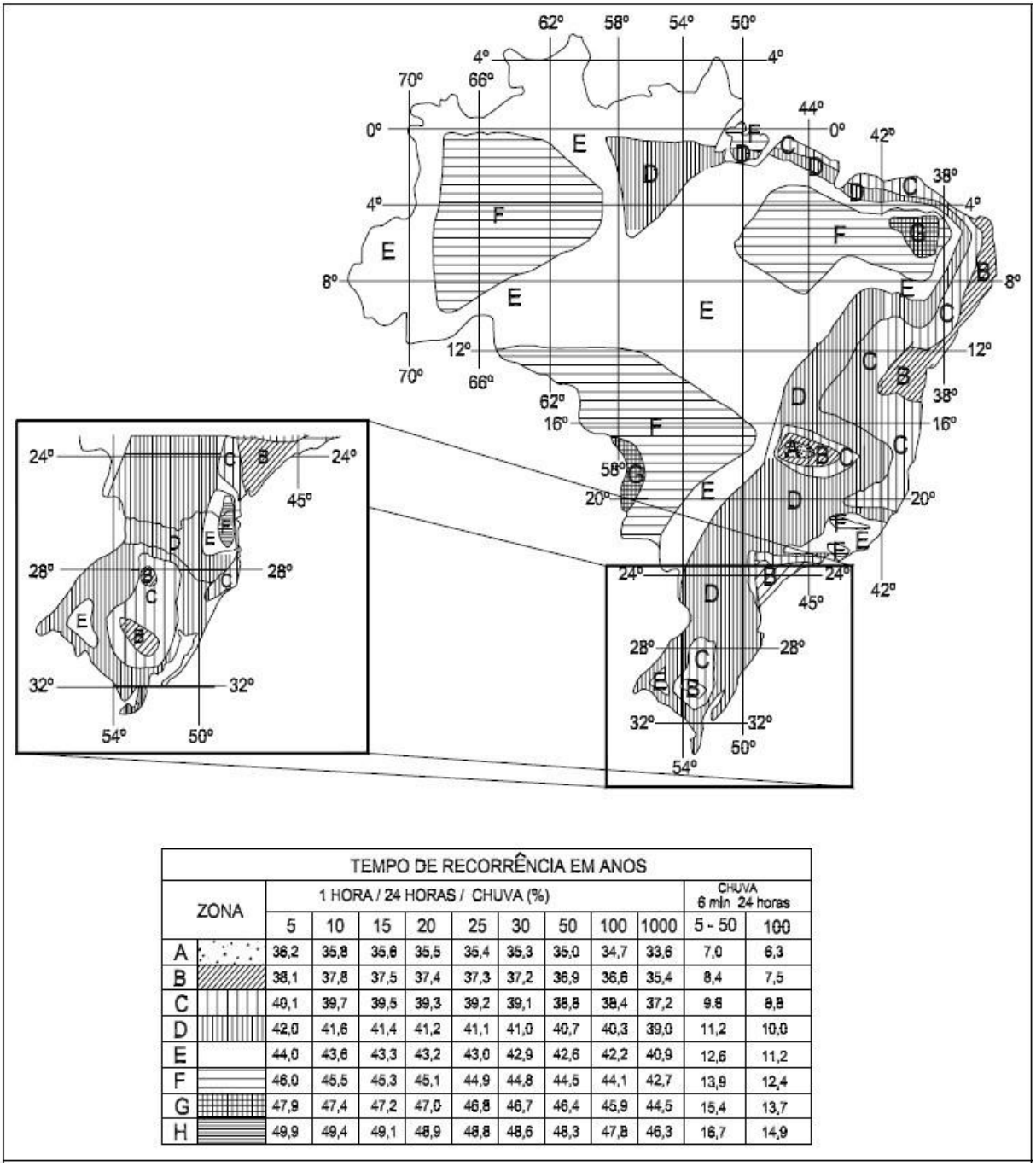
Da tabela 3 para n = 46 e os diversos tempos de recorrência, obtêm-se K para aplicação na equação 1, conforme resultados apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado

Tempo de Recorrência TR (anos)	Fator de Frequência (K)	Precipitação Máx. Diária H (mm)
5	0,826	111,38
10	1,476	127,90
15	1,839	137,12
25	2,298	148,78
50	2,908	164,27
100	3,513	179,64

Os valores calculados na tabela 4 correspondem a “precipitações máximas de 1 dia”.

Segundo Taborga, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora pode-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga (figura 8).



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONA	1 HORA / 24 HORAS / CHUVA (%)									CHUVA 6 min 24 horas	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	5 - 50	100
A	36,2	35,9	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	16,7	14,9

Figura 8 – Mapa de isozonas propostas por Taborga Torrico

A estação meteorológica de Capinzal situa-se na Isozona D conforme pode-se constatar na figura 8. Os fatores de conversão utilizados, de acordo com método proposto por Taborga, são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Fatores de Conversão para as chuvas de 24h, 1h e 0,1h

Isozona "D"	1 dia / 24h	1h / 24h (%)	0,1h / 24h (%)
TR=5	1,095	42,0	11,2
TR=10	1,095	41,6	11,2
TR=15	1,095	41,4	11,2
TR=25	1,095	41,1	11,2
TR=50	1,095	40,7	11,2
TR=100	1,095	40,3	10,0

Na tabela a seguir está apresentado as precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h. A precipitação máxima em 24 h é obtida pelo produto da precipitação máxima diária (tabela 4) e o fator de conversão (tabela 5) para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes. As demais são obtidas pelo produto da precipitação máxima em 24h (tabela 6) e os fatores de conversão apresentados na tabela 5 para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes.

Tabela 6 – Precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24h, 1h e 0,1h em função do período de recorrência desejado

TR	H 24h (mm)	H 1h (mm)	H 0,1h (mm)
5	122,0	51,2	13,7
10	140,1	58,3	15,7
15	150,1	62,1	16,8
25	162,9	67,0	18,2
50	179,9	73,2	20,1
100	196,7	79,3	19,7

A partir dos dados da tabela 6 definiram-se as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para os intervalos de 0,1h a 1,0h e 1,0h a 24h conforme ilustra as figuras 09 e 10.

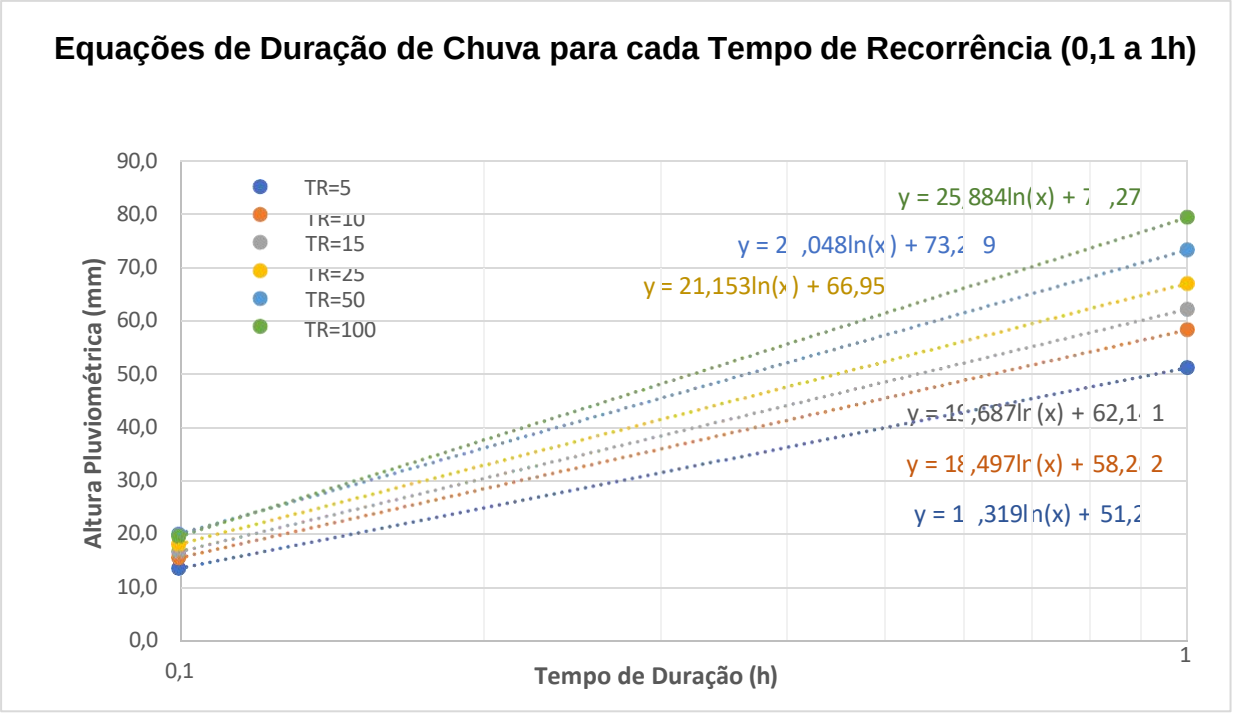


Figura 9 – Altura pluviométrica para duração de chuva entre 0,1 e 1h

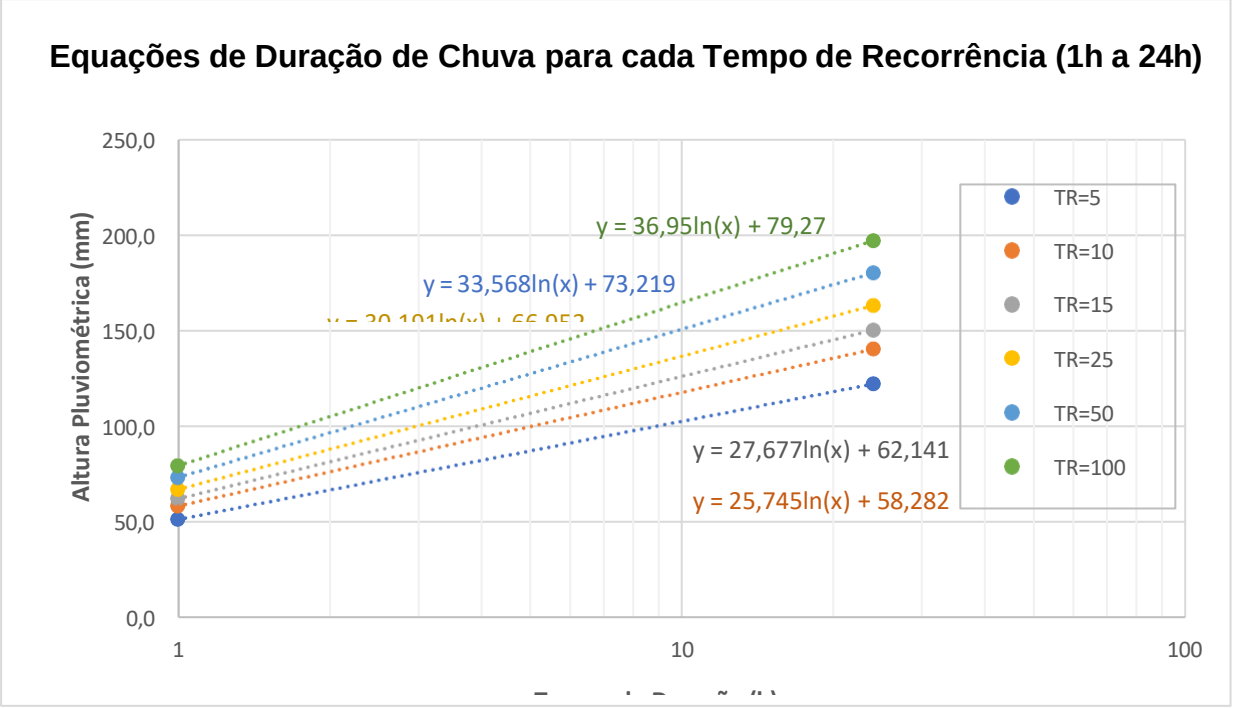


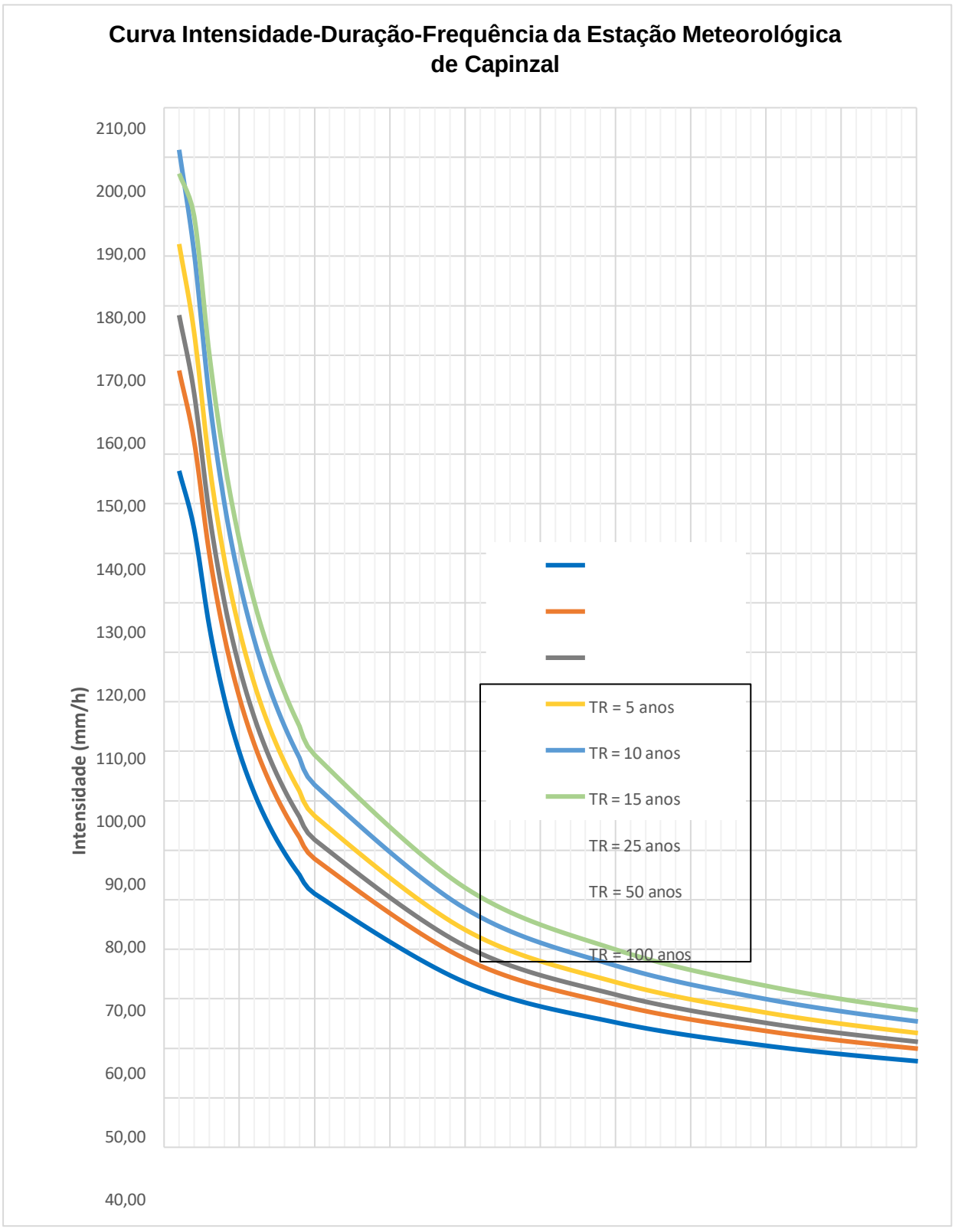
Figura 10 – Altura pluviométrica para duração de chuva entre 1h e 24h.

Diante das equações apresentadas nas figuras 9 e 10, é possível determinar as alturas pluviométricas e intensidades de chuva para os diversos tempos de duração e períodos de recorrência conforme apresentados na tabela 7.

Tabela 7 – Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para diversos tempos de duração de chuva

Tempo de Duração (h)	TR = 5 anos		TR = 10 anos		TR = 15 anos		TR = 25 anos		TR = 50 anos		TR = 100 anos	
	h (mm)	I (mm/h)	h (mm)	I (mm/h)	h (mm)	I (mm/h)	h (mm)	I (mm/h)	h (mm)	I (mm/h)	h (mm)	I (mm/h)
0,1	13,66	136,64	15,69	156,91	16,81	168,10	18,25	182,45	20,15	201,49	19,67	196,70
0,2	24,98	124,88	28,51	142,56	30,46	152,28	32,91	164,54	36,12	180,62	37,61	188,06
0,3	31,59	105,31	36,01	120,04	38,44	128,13	41,48	138,28	45,47	151,57	48,11	160,35
0,4	36,29	90,72	41,33	103,33	44,10	110,25	47,57	118,92	52,10	130,25	55,55	138,88
0,5	39,93	79,86	45,46	90,92	48,50	96,99	52,29	104,58	57,24	114,49	61,33	122,66
0,6	42,90	71,51	48,83	81,39	52,08	86,81	56,15	93,58	61,45	102,41	66,05	110,08
0,7	45,42	64,88	51,68	73,84	55,12	78,74	59,41	84,87	65,00	92,85	70,04	100,05
0,8	47,60	59,50	54,15	67,69	57,75	72,18	62,23	77,79	68,08	85,09	73,49	91,87
0,9	49,52	55,02	56,33	62,59	60,07	66,74	64,72	71,91	70,79	78,66	76,54	85,05
1	51,24	51,24	58,28	58,28	62,14	62,14	66,95	66,95	73,22	73,22	79,27	79,27
2	66,67	33,34	76,13	38,06	81,33	40,66	87,88	43,94	96,49	48,24	104,88	52,44
3	75,70	25,23	86,57	28,86	92,55	30,85	100,12	33,37	110,10	36,70	119,86	39,95
4	82,11	20,53	93,97	23,49	100,51	25,13	108,81	27,20	119,75	29,94	130,49	32,62
5	87,07	17,41	99,72	19,94	106,69	21,34	115,54	23,11	127,24	25,45	138,74	27,75
6	91,13	15,19	104,41	17,40	111,73	18,62	121,05	20,17	133,36	22,23	145,48	24,25
7	94,57	13,51	108,38	15,48	116,00	16,57	125,70	17,96	138,54	19,79	151,17	21,60
8	97,54	12,19	111,82	13,98	119,69	14,96	129,73	16,22	143,02	17,88	156,11	19,51
9	100,16	11,13	114,85	12,76	122,95	13,66	133,29	14,81	146,98	16,33	160,46	17,83
10	102,51	10,25	117,56	11,76	125,87	12,59	136,47	13,65	150,51	15,05	164,35	16,44
11	104,63	9,51	120,02	10,91	128,51	11,68	139,35	12,67	153,71	13,97	167,87	15,26
12	106,57	8,88	122,26	10,19	130,92	10,91	141,97	11,83	156,63	13,05	171,09	14,26
13	108,35	8,33	124,32	9,56	133,13	10,24	144,39	11,11	159,32	12,26	174,04	13,39
14	110,00	7,86	126,22	9,02	135,18	9,66	146,63	10,47	161,81	11,56	176,78	12,63
15	111,53	7,44	128,00	8,53	137,09	9,14	148,71	9,91	164,12	10,94	179,33	11,96
16	112,97	7,06	129,66	8,10	138,88	8,68	150,66	9,42	166,29	10,39	181,72	11,36
17	114,32	6,72	131,22	7,72	140,56	8,27	152,49	8,97	168,32	9,90	183,96	10,82
18	115,59	6,42	132,69	7,37	142,14	7,90	154,22	8,57	170,24	9,46	186,07	10,34
19	116,80	6,15	134,09	7,06	143,63	7,56	155,85	8,20	172,06	9,06	188,07	9,90
20	117,94	5,90	135,41	6,77	145,05	7,25	157,40	7,87	173,78	8,69	189,96	9,50
21	119,03	5,67	136,66	6,51	146,40	6,97	158,87	7,57	175,42	8,35	191,77	9,13
22	120,06	5,46	137,86	6,27	147,69	6,71	160,27	7,29	176,98	8,04	193,48	8,79
23	121,05	5,26	139,01	6,04	148,92	6,47	161,62	7,03	178,47	7,76	195,13	8,48
24	122,00	5,08	140,10	5,84	150,10	6,25	162,90	6,79	179,90	7,50	196,70	8,20

Para a elaboração da curva de intensidade-duração-frequência, foram utilizados os dados que compõem a tabela 7, conforme figura apresentada a seguir:


Curva Intensidade-Duração-Frequência da Estação Meteorológica de Capinzal
Intensidade (mm/h)
210,00
200,00
190,00
180,00
170,00
160,00
150,00
140,00
130,00
120,00
110,00
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
TR = 5 anos
TR = 10 anos
TR = 15 anos
TR = 25 anos
TR = 50 anos
TR = 100 anos

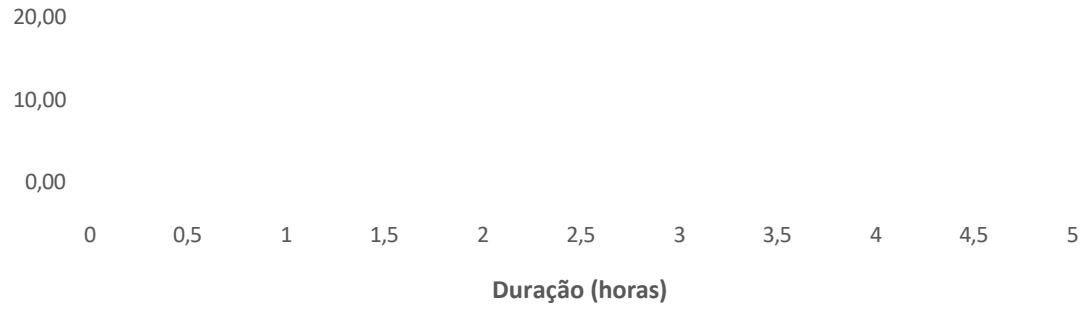


Figura 11 – Curva Intensidade-Duração-Frequência da Estação Meteorológica de Capinzal

2.7 Período de Recorrência

De acordo com a IS-06, baseado em considerações econômicas, recomendam-se os seguintes períodos de recorrência para os tipos de obras abaixo classificadas:

- obras de drenagem superficial: 10 anos
- bueiros: 25 anos
- pontes: 100 anos

Como o projeto trata-se de drenagem superficial adotamos 10 anos de TR, e 25 anos para o cálculo dos Bueiros.

2.8 Cálculo da vazão pelo Método Racional

O método mais usado para o cálculo das vazões é o Método Racional. Este método tem por definição um coeficiente de escoamento para cada bacia, o qual permite definir a vazão máxima para uma chuva determinada e tem por base as seguintes hipóteses:

- a chuva utilizada para cálculo é uniforme em toda a área da bacia;
- a relação entre a intensidade da chuva e o coeficiente de escoamento é constante para uma determinada bacia;
- a vazão máxima é produzida no tempo de concentração;
- o tempo de concentração é o tempo de escoamento do ponto mais distante da bacia.

Este método é aplicado geralmente para áreas de até 10 km2, sendo bastante seguro e de resultados não superdimensionados, para bacias de pequenas áreas.

As vazões de contribuição, para efeito da escolha e dimensionamento das obras de drenagem, segundo o Método Racional, são calculadas da seguinte forma:

$$Q = \frac{CIA}{360} \ (m^3/s) \qquad \text{Eq. (2)}$$

onde:

Q - vazão, em m³/s;

C - coeficiente de escoamento ou deflúvio;

I - intensidade de precipitação, em mm/h para o tempo de concentração e o período de recorrência considerado;

A - área da bacia, em ha.

A intensidade de precipitação é extraída da curva intensidade-duração-frequência, em função do tempo de duração considerado igual ao tempo de concentração da bacia e o tempo de recorrência considerado. Para o projeto das galerias adotou-se uma chuva de 60 mm/h para o TR de 10 anos.

O coeficiente de escoamento "C" é obtido levando em conta o complexo solo-cobertura vegetal. As tabelas 8 e 9 apresentam os valores do coeficiente de escoamento para as áreas rurais e urbanas respectivamente.

Tabela 8 – Coeficiente de Deflúvio em Áreas Rurais

CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS	C
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades.	0,80 a 0,90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação, ondulado e com declividade moderada.	0,60 a 0,80
TERRENO ESTÉRIL PLANO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades.	0,50 a 0,70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO - Área de declividade moderada, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto de material poroso que cobre o material não poroso.	0,40 a 0,65
MATAS DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA - Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	0,35 a 0,60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANETE - Floresta e matas de árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas.	0,25 a 0,50
POMARES - Plantação de árvores frutíferas com áreas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramas.	0,15 a 0,40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	0,15 a 0,40
FAZENDAS, VALES Terreno cultivado em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	0,10 a 0,40

Tabela 9 – Coeficiente de Deflúvio em Áreas Urbanas

CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS	C
Pavimentos de concreto de cimento ou concreto asfáltico	0,75 a 0,95
Pavimentos de macadame betuminoso	0,65 a 0,80
Acostamento ou revestimento primário	0,40 a 0,60
Solo não revestido	0,20 a 0,90
Taludes gramados (2:1)	0,50 a 0,70
Prados gramados	0,10 a 0,40
Áreas florestais	0,10 a 0,30
Campos cultivados	0,20 a 0,40
Áreas comerciais, zonas de centro de cidade	0,70 a 0,95
Zonas com inclinações moderadas com aproximadamente 50% de áreas impermeáveis	0,60 a 0,70
Zonas planas com aproximadamente 60% de áreas impermeáveis	0,50 a 0,60
Zonas planas com aproximadamente 30% de áreas impermeáveis	0,35 a 0,45

A partir dos elementos levantados, definiram-se os parâmetros:

A = área de drenagem em ha;

L = comprimento do talvegue mais extenso, em metros e,

i = declividade média do talvegue principal, em %.

O tempo de concentração foi determinado a partir dos referidos parâmetros, através do emprego da fórmula sugerida pelo DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Segundo estas referências, o tempo de concentração das bacias é calculado da seguinte forma:

$$tc = \frac{10\, A^{0,3}\, L^{0,2}}{K\, i^{0,4}} \qquad \text{Eq. (3)}$$

onde:

tc - tempo de concentração, em minutos;

A - área de drenagem em ha;

L - comprimento do talvegue principal, em metros;

i - declividade do talvegue principal em %;

K - coeficiente adimensional dependente das características da bacia

O coeficiente "K" pode ser obtido na tabela a seguir:

Tabela 10 – Coeficiente "K" para cálculo do tempo de concentração

Características	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
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Visto que se trata de drenagem pluvial de área urbana e seguindo as recomendações da IS-06, adotou-se os seguintes dados de entrada:

TR = 10 Anos para a drenagem superficial;
TR = 25 Anos para o dimensionamento dos bueiros;
Coeficiente de escoamento superficial = 0,7;
Tempo de Concentração = 5 minutos;
Rugosidade = 0,017;

2.9 Dimensionamento prévio das galerias

Para a determinação do diâmetro da tubulação, foi utilizada a tabela de vazão para galerias tubulares de concreto (n = 0,0017), segundo Manning, com altura normal do fluxo (hn) igual a 70% do diâmetro do tubo, com os seguintes dados de entrada:

Tabela 11 – Dados Geométricos das Galerias Tubulares

Diâmetro (m)	h_n (m)	Área molhada (m^2)	Perímetro molhado (m)	Raio Hidráulico (m)
0,4	0,28	0,094	0,7929	0,118552
0,6	0,42	0,2114	1,1894	0,177737

3 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM

3.2 Software Utilizado

Para a realização do dimensionamento da rede de drenagem pluvial utilizou se o *software* da empresa Multiplus denominado de PRO-SANEAMENTO.

3.3 Componentes da rede

3.3.3 Bocas coletoras

Devem captar e conduzir as vazões superficiais para as galerias. Nos pontos mais baixos do sistema viário, deverão ser colocadas com vistas a se evitar a criação de zonas mortas com alagamentos e águas paradas.

3.3.4 Caixa de ligação

As caixas de ligação são utilizadas quando se faz necessária a locação de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar-se a chegada, em um mesmo poço de visita, de mais de quatro tubulações. Sua função é similar à do poço de visita, dele diferenciam-se por não serem visitáveis.

3.3.5 Poços de Visita

Objetivam o acesso e inspeção às canalizações, de modo a mantê-las em bom estado de funcionamento. Como destinam-se a manutenção do sistema devem ter dimensão suficiente para a entrada de um operador.

3.3.6 Dissipador

Dissipador é um condutor construído de concreto e pedra que tem por função diminuir a velocidade da água quando sai da tubulação que, caso fosse lançada diretamente ao solo, seu forte impacto poderia provocar erosões. É o ponto da conexão entre a micro e macro drenagem.

3.3.7 Galerias

Galerias de drenagem pluvial, são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento determinados em projeto.

3.3.8 Drenagem Superficial – Sarjeta

Denomina-se drenagem superficial as faixas formadas pelo limite da via pública com a guia ou meio fio, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da via pública e destina para as bocas de lobo.

3.3.9 Guias

São elementos construídos por blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública (pista de rolamento) e o passeio (calçadas), com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública. Podem ser simples ou conjugados.

3.4 Verificação Da Capacidade De Escoamento

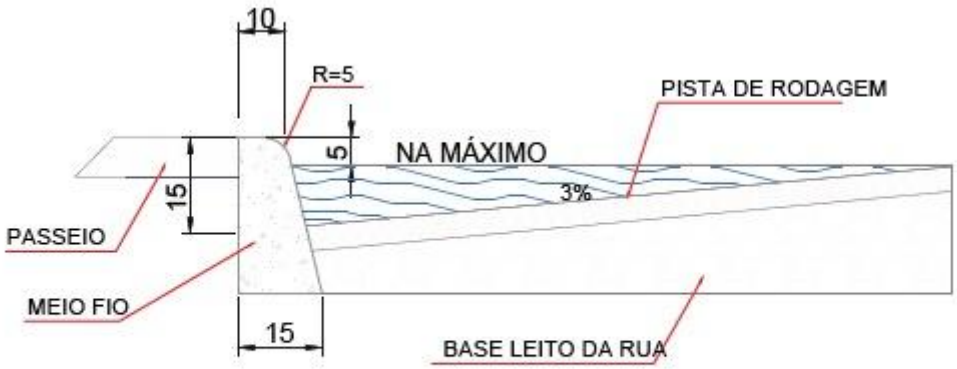
Para assegurar o bom funcionamento do escoamento superficial, a declividade transversal da pista de rolamento não deve ser inferior a 3% e a declividade da pista na seção longitudinal não deve ser menor que 5%, isso irá garantir a vazão da água da chuva, considerando altura máxima de ecoamento de 12 cm.

CAPACIDADE DE ESCOAMENTO

Q = 0.375 * raiz(IL) * ((1 / IT) / n) * Y^(8/3)

Onde:
- Q = Vazão Máxima
- IT = Declividade Transversal da Rua.
- IL = Declividade Longitudinal da Rua
- n = Coeficiente de Rugosidade de Manning.
- Y = Altura máxima de enchimento.

Q = 0.375 * raiz(0.005) * ((1 / 0.03) / 0.016) * 0.12^(8/3)
Q = 0.1935 m3/s



DETALHE CAPACIDADE DA SARJETA
S/ESCALA

Sendo assim o escoamento superficial das águas da chuva ficarão confinadas ao espaço definido em projeto, pois a quantidade de bocas de lobo e a declividade do solo facilitam o escoamento e destinação adequada de toda a água precipitada.

3.5 Dimensionamento das Galerias

O dimensionamento das galerias é realizado com base nas equações hidráulicas de movimento uniforme, como a de Manning, Chezy e outras. O cálculo depende do coeficiente de rugosidade e do tipo de galeria adotado.

Os cálculos foram desenvolvidos com a utilização da fórmula de Manning, empregada para o dimensionamento em regimes uniformes. Definido pela expressão:

$$Q = 1 / n \cdot (S.R)^{2/3} \cdot I$$

Onde:

Q = descarga em m^3/s;

S = área da seção molhada em m^2;

n = coeficiente de rugosidade, n = 0,013 para o concreto;

R = raio hidráulico da seção = (S/P) em m;

P = perímetro molhado em m;

I = declividade do fundo da galeria em m/m

3.5.3 Diâmetro mínimo

Foi adotado como parâmetro de projeto o diâmetro mínimo de 0,40 m para galeria e ligações de ramais entre bocas de lobo e poços de visita.

3.5.4 Declividade mínima

A declividade mínima estabelecida para a tubulação de concreto em projeto foi de 0,005 m/m.

3.5.5 Velocidade de escoamento

A velocidade do escoamento é um parâmetro fundamental na definição da galeria a ser projetada ou verificada hidraulicamente. Se, em função da declividade do conduto e de suas dimensões o fluxo na galeria apresentar velocidades baixas, poderá ocorrer assoreamento ao longo de sua extensão. Porém, se a declividade for acentuada e a velocidade ultrapassar o limite máximo recomendado é necessário à adequação da declividade ou o redimensionamento do conduto, de forma a evitar a ocorrência de fenômenos erosivos no interior da galeria, mantendo o tempo de vida útil de seus dispositivos. Assim, os limites de velocidade d'água no interior das galerias serão os seguintes:

- Vmínima= 0,75 (m/s);
- Vmáxima= 6,00 (m/s) (ou velocidade de seção plena).

A velocidade pode ser calculada por meio da Equação abaixo:

$$v = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I}}{n}$$

Onde:

v: Velocidade (m/s);

I: Declividade do conduto (m/m);

Rh: Raio hidráulico (m);

N: Coeficiente de rugosidade (adimensional).

O raio hidráulico (Rh) é obtido por meio da Equação abaixo:

$$R_h = \frac{A_m}{R_m}$$

Onde:

Am – Área da seção molhada (m²);

Pm – Perímetro molhado (m).

O coeficiente de rugosidade é adotado conforme o material empregado no dispositivo, como determinado na Figura 2.

Figura 2 - Valores do Coeficiente de Rugosidade para diferentes Materiais de Revestimento

Material	Coeficiente (n)
Tubos em PEAD	0,010
Galerias ou bueiros em concreto	0,014
Canais trapezoidais ou retangulares:	
Em concreto	0,013
Alvenaria de Pedra Argamassada	0,025
Em gabiões	0,029
Em gabiões revestidos com concreto magro	0,018
Sem revestimento	0,030
Asfalto	0,013
Em concreto irregular	0,033
Revestido com grama em placas	0,030
Revestido com enrocamento bem construído	0,030
Concreto para sarjeta	0,015

No projeto é possível verificar que os trechos 11-63 e 63-19 apresentaram velocidades de 6,21 m/s e 6,24 m/s, respectivamente. Apesar do limite máximo de

6,0 m/s ser extrapolado nestes dois trechos, os mesmos não apresentam problemas com relação à usabilidade da rede de drenagem, visto que o escoamento da água será feito de forma eficiente. A manuteção deste valor de velocidade pode ser justificada pelo seguintes itens descritos a seguir:

- Presença de rochas na área de projeto e necessidade de evitar grandes profundidades, pois para reduzir a velocidade seria necessário aprofundar a rede, tonando impossivel a sua manutenção;

- A declividade das ruas aprovadas pelo município, que podem possuir até 25% de inclinação, o que torna dificil manter a velocidade abaixo de 6,0 m/s.

- Os trechos que apresentaram velocidade alta possuem pouco comprimento, sendo apenas 11,27 metros para o trecho 11-63 e 17,74 metros para o trecho 63-19, sendo que eles já contam com tubos de queda previstos em projeto para o amortecimento nos próprios trechos;

3.5.6 Capacidade máxima da galeria

Para a obtenção do valor máximo suportado pela via e para o dimensionamento das galerias é empregada a equação da continuidade. Assim, a vazão máxima à seção plena nos condutos é obtida pela a seguir:

$$Q = v \cdot S$$

Em que:

Q: Vazão (m^3/s);

V: Velocidade da seção plena (m/s);

S: Área da seção (m²).

Portanto, como critério de dimensionamento, a capacidade máxima da galeria deve ser superior à vazão que se deseja transportar

3.5.7 Recobrimento mínimo da galeria

O Cálculo do recobrimento mínimo foi feito por meio da fórmula abaixo:

$$Rec_{\min} = 0.4 + \phi/2$$

Onde:

ϕ = Diâmetro do tubo (m)

3.5.8 Material escolhido para a galeria

A execução da rede deverá ser feita com tubos de concreto, com diâmetro conforme estabelecido em projeto.

3.5.9 Dimensionamento dos Bueiros

As Obras de Arte Correntes têm por objetivo permitir a transposição de talvegues atingidos pela rodovia, deixando passagem livre das águas que escoam pelo terreno natural.

No projeto, foram previstos bueiros tubulares e celulares de acordo com descargas das bacias hidrográficas nos locais de intercepção dos talvegues pelo eixo projetado da rodovia.

O projeto de Obras de Arte Correntes compreende seu dimensionamento hidráulico e geométrico destes bueiros. O dimensionamento hidráulico de bueiros tubulares e celulares foi efetuado, segundo o procedimento preconizado pela IS-11/98 - Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes vigente no DEINFRA, considerando seu funcionamento como escoamento em canal.

Assim, a capacidade hidráulica dos bueiros foi calculada pela Equação da Continuidade associada à fórmula da velocidade de Manning, ou seja:

O projeto está definido em 02 (duas) bacias, sendo que para cada bacia foram calculadas a quantidade de bueiros/bocas de lobo para cada umas das áreas, sendo

Bacia 01

Área: 41027 m2
Intensidade: 60 mm/h
Vazão da área: 0.6838 m3/s

CAPACIDADE DA BOCA DE LOBO

Q = 1.71 * (L + P) * Y^(3/2) * fc

Onde:

Q = Vazão Máxima da Boca de Lobo

L = Comprimento da abertura da Guia.

P = Perímetro de área livre da grelha.

Y = Altura da água.

fc = Fator de Correção.

Tipo: Grelha (Ponto Baixo)

Q = 1.71 * (0 + 0.54) * 0.12^(3/2) * 0.5

Q = 0.0192 m3/s

BOCAS DE LOBO Necessárias

Quant

Para essa área estão previstas em projeto a instalação de 37 unidades, sendo que irá atender a quantidade mínima que é de 36 unidades.

Bacia 02

Área: 21045.7 m2

Intensidade: 60 mm/h

Vazão da área: 0.3508 m3/s

CAPACIDADE DA BOCA DE LOBO

Q = 1.71 * (L + P) * Y^(3/2) * fc

Onde:

Q = Vazão Máxima da Boca de Lobo

L = Comprimento da abertura da Guia.

P = Perímetro de área livre da grelha.

Y = Altura da água.

fc = Fator de Correção.

Tipo: Grelha (Ponto Baixo)
Q = 1.71 * (0 + 0.54) * 0.12^(3/2) * 0.5
Q = 0.0192 m3/s

BOCAS DE LOBO Necessárias
Quant. = 18.28 unidades. = 18 bocas

Para essa área estão previstas em projeto a instalação de 20 unidades, sendo que irá atender a quantidade mínima que é de 18 unidades.

4 PLACA DA OBRA

A empresa contratada deverá providenciar o assentamento da placa da obra conforme os padrões da Prefeitura do Município (2,00x1,25), fixada junto ao alinhamento público, e em local de fácil visualização. O Executante afixará também as placas exigidas pela legislação profissional vigente (suas e dos demais intervenientes), inclusive placa de no mínimo 1 m² onde conste nome dos autores e coautores de todos os projetos, assim como dos responsáveis pela execução, conforme art.16 da resolução n.º 218 do CREA. É proibida a fixação de placas em árvores.

5 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Ficará a cargo e responsabilidade da empresa contratada, devido ao tráfego de veículos e pedestres, no local da obra, a colocação de placas de sinalizações. Caberá ao executante o fornecimento de todas as máquinas necessárias à boa execução dos serviços, bem como dos equipamentos de proteção individual

(óculos, cintos, capacetes, extintores, etc.) necessários e exigidos pela legislação vigente.

6 LIMPEZA DO TERRENO

Em toda a extensão da obra deverão ser retirados e transportados os entulhos decorrentes do serviço para um local próprio para o descarte.

7 PROJETO E NORMAS

Todos os serviços a serem executados deverão obedecer rigorosamente aos respectivos projetos, e em casos omissos, serão obedecidas as normas da ABNT, adotando-se o critério mais rigoroso e seguro.

7.2 Responsável técnico

A obra será totalmente administrada por profissional legalmente habilitado, e que deverá estar presente em todas as fases importantes da execução dos serviços.

7.3 Mestre de obras

O executante manterá, em obra, um mestre geral, que deverá estar presente para prestar quaisquer esclarecimentos necessários ao fiscal da prefeitura.

8 LOCAÇÃO DA OBRA

As locações topográficas da obra deverão ser executadas através de equipamentos específicos, adequados e em perfeita obediência aos projetos elaborados. A empresa contratada deverá informar à fiscalização, por escrito, antecipadamente, sobre quaisquer divergências ou mudanças relativas à locação da obra, que por ventura possa ocorrer.

9 ABERTURA DAS VALAS

As valas deverão ser abertas com equipamento mecânico (escavadeira hidráulica), obedecendo rigorosamente o projeto construtivo, deverão possuir sempre o diâmetro externo do tubo acrescido de 0,20 m de cada lado. Caso a profundidade exceder a 1,80 m; a vala deverá ter as paredes rampadas com angulo interno de 120º (graus), ou deverão ser escoradas de forma contínua ou não, dependendo do tipo de material escavado.

O fundo das valas deverá ser preparado de forma a manter uma declividade constante em conformidade com a indicada no projeto, proporcionando apoio uniforme e contínuo ao longo da tubulação. O terreno do fundo das valas deverá estar seco, sendo feita se necessário, uma drenagem prévia.

O fundo das valas deverá ser apiloado, regularizado, e deverá receber lastro de brita nº 02 com espessura mínima de 0,05 m, envolvendo a tubulação. A profundidade mínima considerando a geratriz do tubo deve ser de 0,9 m.

10 CAIXAS COLETORAS E POÇO DE VISITA

Os poços de visita e caixas coletoras de passagem são dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de drenagem que permitem mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações.

As caixas coletoras e poços de visita deverão ser executados em alvenaria de tijolos maciços 10X10X20, sendo 0,20 m de espessura mínima de parede, assentes com argamassa de cimento e areia, no traço 1:4, rebocados em seu

interior. As caixas coletoras receberão tampa removível em grelha metálica, com nível superior no mesmo nível do greide de pavimentação/terreno. Os poços de visita receberão tampa removível em concreto, com nível superior no mesmo nível do terreno. Os tijolos serão fabricados de argila, com textura homogênea, bem cozidos, sonoros, duros, não vitrificados, isentos de fragmentos calcários ou outro corpo químico. Será utilizado argamassa de assentamento com juntas de no máximo 15 mm evitando-se juntas abertas e secas. Deverá ser retirado o excesso de massa, escavando-se a junta com a colher, para facilitar o posterior revestimento. Os tijolos deverão ser molhados antes do assentamento, executando-se fiadas perfeitamente niveladas aprumadas e alinhadas de modo a evitar revestimentos com excessivas espessuras. Os tijolos deverão ser assentes em camadas defasadas para efeito de amarração. A espessura das paredes será sempre executada conforme indicado no projeto. As paredes jamais deverão ser apoiadas sobre a canalização, mas sim no fundo firme da vala. O fundo das mesmas deverá ser compactado, com uma inclinação mínima de 1% e máxima de 3%, utilizando-se soquete manual ou mecânico, receberá um lastro de brita nº. 02, com espessura mínima de 0,05 m, e uma laje de fundo, de concreto armado FCK=15MPA, com espessura mínima de 0,10 m. A tampa de fechamento será em grelha metálica, de forma que mantenha a segurança das crianças. O revestimento interno das paredes das caixas deverá possuir uma espessura mínima de 2,00 cm, com traço mínimo de 1:3 (cimento, areia média e impermeabilizante de argamassa). As caixas coletoras deverão ser executadas com dimensões conforme indicado em projeto, para que se possa ter acesso à tubulação quando for necessário realizar a limpeza.

11 TUBULAÇÃO E SISTEMA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA

A tubulação será de seção circular constituída por tubos de boa qualidade tipo macho-fêmea em concreto simples perfurado na parte superior, sem fissuras e com paredes internas alisadas para diminuir atrito e rugosidade no escoamento, com diâmetro (mínimo) de 400mm e de 800mm (máximo). Os tubos possuem 1,00

m (um metro) de comprimento, obedecendo na sua fabricação às prescrições da ABNT. Os tubos deverão ser rejuntados externa e internamente com argamassa aditivada, no traço 1:3, de cimento, areia média e impermeabilizante. Antes da execução de qualquer junta, deverá ser verificado se a ponta do tubo está perfeitamente centrada em relação à bolsa. A declividade do tubo deverá ser de no mínimo de 0,5%. No assentamento de tubos de concreto, dever-se-á evitar cortá-los. Os tubos deverão ser descidos na vala manualmente ou por processo mecânico (utilizando-se maquinário hidráulico), sendo perfeitamente alinhados e nivelados.

Ao final da tubulação, aos fundos do terreno, serão instadas valas abertas para a dissipação de energia, as mesmas deverão possuir o fundo em rochas (lascão) para auxiliar na redução da velocidade da água.

12 REATERRO DAS VALAS

O reaterro compreende lançamento, espalhamento, homogeneização do material e controle do teor de umidade, compactação, nivelamento e acabamento. O reenchimento das valas, no local compreendido entre o fundo da vala e 0,30m acima da geratriz superior do tubo, deverá merecer cuidado especial, compactando-se manualmente as camadas de no máximo 0,15 m, com soquete apropriado. O complemento do reaterro deverá ser procedido por compactação mecânica com camadas de no máximo 0,20 m, e o recobrimento mínimo deverá ser de 0,90 m. As valas poderão ser preenchidas com material proveniente da própria escavação, desde que o mesmo seja de boa qualidade, isento de material orgânico, de impurezas e de umidade excessiva.

13 OBSERVAÇÃO

Toda a tubulação lançada neste projeto é de uso exclusivo para a drenagem pluvial, podendo somente ser usada para a coleta das águas das chuvas.

14 CONSIDERAÇÃO FINAL

14.2 Limpeza Geral da Obra

A obra deverá ser entregue limpa e livre de entulhos ou restos de materiais da obra, devendo qualquer resíduo resultante ser descartado de forma correta. Todas as instalações deverão ser testadas e estarem funcionando perfeitamente.

14.3 Entrega da Obra

A obra deve ser entregue em perfeitas condições de funcionamento, com todos os serviços concluídos e testados.

Ao final será efetuado um documento de entrega formal do sistema de drenagem do loteamento a prefeitura de Ouro, que a partir deste momento será responsável pela sua manutenção.

14.4 Manutenção Preventiva

A frequência de manutenção preventiva requerida para o sistema de drenagem depende do tipo de dispositivo ou instalação, mas, de modo geral, é recomendável que todos os dispositivos de drenagem passem por manutenção antes da estação de chuvas e logo após a ocorrência de chuvas intensas, pois se houver acúmulo de sedimentos ou resíduos sólidos, a eficiência do sistema será menor que a prevista em projeto.

A seguir, as recomendações gerais de manutenção preventiva para cada tipo de dispositivo de drenagem contemplando neste projeto, os quais deverão ser ajustadas e complementadas com o seu uso prático.

Todas as manutenções são de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Ouro após a entrega e aceite das obras.

Quadro 16 – Quadro de recomendações das manutenções preventivas.

Dispositivo	Recomendações Gerais de Manutenção Preventiva
Boca de lobo	• Limpeza manual ou com uso de equipamentos de sucção • Reparos na tampa, fundo e estrutura, caso apresentem danos
Rede e Conduto de ligação	• Limpeza manual ou com uso de equipamentos de sucção • Reparos na tubulação, caso apresente trincas ou esteja desalinhada

14.5 Casos Omissos Neste Memorial

Todos os serviços não especificados neste memorial deverão receber a aprovação para utilização do responsável técnico pela fiscalização da obra.

gov.br
Documento assinado digitalmente
VALDECIR DE ABREU
Data: 29/01/2026 11:17:57-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Valdecir de Abreu

Responsável Técnico

VW ENGENHARIA LTDA

Engenheiro Civil CREA nº PR – 197.335/D

1. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738** – Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2003.
NBR 6122 – Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

NBR7200. Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro1994.

NBR 8545 – Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos - Procedimentos. Rio de Janeiro, 1984.

NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto - Procedimento. Rio de Janeiro, 1985.

NBR 12655. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

NBR 13969. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

NBR 14084. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 14931. Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ANEXOS