

MEMORIAL DESCRITIVO

MEMORIAL DESCRITIVO REFERENTE AOS CÁLCULOS E PARÂMETROS PARA A EXECUÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO EM LAJOTA

Local: Rua Dona Anna
Dona Emma – SC

Maio / 2022

SUMÁRIO

1	LOCALIZAÇÃO	4
2	INFORMATIVO DO PROJETO	5
3	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA.....	5
4	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	5
5	SERVIÇOS PRELIMINARES	6
5.1	PLACA DE OBRA.....	6
5.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	7
5.3	LOCAÇÕES DE OBRA.....	8
5.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	8
6	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
6.1	CORTES	9
6.1.1	Generalidades.....	9
6.1.2	Equipamentos.....	9
6.1.3	Execução.....	10
6.1.4	Controle	10
6.2	ATERROS.....	10
6.2.1	Generalidades.....	10
6.2.2	Materiais.....	11
6.2.3	Equipamentos.....	11
6.2.4	Execução.....	12
6.3	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE	12
6.4	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO.....	12
7	ESTUDO HIDROLÓGICO	13
7.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO.....	13
7.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	13
7.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	14
7.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO RUNNOFF	14
7.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	15
7.6	PERÍODO DE RETORNO	15
7.7	DADOS PLUVIOMÉTRICOS	15
7.8	DADOS COLETADOS.....	16

7.9	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF	21
8	CÁLCULO DAS GALERIAS	27
8.1	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	27
8.2	VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO	27
8.3	INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA	27
8.4	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	27
8.5	ÁREA MOLHADA	28
8.6	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	29
8.7	TEMPO DE ESCOAMENTO	29
8.8	CÁLCULO DA TUBULAÇÃO	30
8.8.1	Processos Construtivos	31
8.8.2	Forma de Assentamento de Tubos	31
8.8.3	Tubos Circulares de Concreto.....	32
8.9	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS	33
9	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO.....	35
9.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	35
9.2	CAIXAS DE INSPEÇÃO	35
9.3	CAIXAS DE JUNÇÃO.....	36
10	ESTUDO DO TRAÇADO	36
11	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	37
11.1	ESTUDO DO TRÁFEGO, GEOTÉCNICO E GEOLÓGICO	37
11.2	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	37
11.2.1	Espessura do Revestimento.....	37
11.2.2	Aplicação do Dimensionamento	39
11.3	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	41
11.3.1	Materiais.....	41
11.3.2	Equipamento.....	41
11.3.3	Execução.....	42
11.3.4	Controle Tecnológico.....	42
11.4	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	43
11.4.1	Materiais.....	43
11.4.2	Equipamentos.....	44

11.4.3	Execução.....	44
11.4.4	Controle Tecnológico.....	46
11.5	LAJOTAS HEXAGONAIS DE CONCRETO.....	47
11.5.1	Características.....	47
11.5.2	Execução.....	48
12	MEIO-FIO.....	49
13	SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	50
13.1	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS.....	50
13.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO.....	51
13.3	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE.....	52
13.3.1	Características.....	52

1 LOCALIZAÇÃO

Figura 1 – Localização do município de Dona Emma



Fonte: Wikipedia (2022).

Figura 2 – Localização da via



Fonte: Modificado, Google Earth (2022).

2 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 200 metros e uma largura total de 8 metros, com uma pista simples de lajota, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 4 metros.

3 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

Para garantir um bom andamento das obras deve ser previsto no projeto a administração local da obra, que se refere às despesas técnicas e administrativas, como: engenheiro responsável, mestre de obras e encarregado social.

Para a composição deste custo considera-se que o engenheiro compareça a obra 2h por semana, o mestre de obra 4h por semana e o encarregado social 4h por semana, considerando que o mês tem em média 4,4 semanas (22 dias úteis no mês/5 dias úteis na semana), a composição desde custo na obra é relativa a quantidade de meses para execução da obra.

É de extrema importância que a contratada forneça profissionais devidamente qualificados para as funções designadas, para que assim, a execução da obra ocorra de acordo com o memorial descritivo e o projeto executivo da obra.

4 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A mobilização é o conjunto de operações que o executor deve providenciar com intuito de transportar seus recursos, em pessoal e equipamentos, até o local da obra, cujo valor é calculado pelo porte da obra.

A desmobilização é o conjunto de operações que o executor deve providenciar com intuito de transportar seus recursos, em pessoal e equipamentos, e fazê-los retornar ao seu ponto de origem, ao término dos trabalhos, cujo valor é calculado pelo porte da obra.

Para composição de custo considera-se a distância do meio do futuro pavimento até o centro do município de Presidente Getúlio, retirada pelo Google Earth,

que dá cerca de 20 minutos. Já para os itens de insumo, são considerados que os seguintes equipamentos devem ser transportados até o local com cavalo mecânico, para a realização da obra:

- Caminhão espargidor;
- Escavadeira hidráulica;
- Motoniveladora;
- Pá carregadeira;
- Retroescavadeira traçada;
- Rolo compactador de cilindro liso;
- Rolo compactador de cilindro pé de carneiro;
- Rolo Pneumático;
- Trator de esteira;
- Trator de pneu;
- Vassoura Mecânica;
- Vibroacabadora de asfalto sobre esteiras.

Ainda na composição de custo, são considerados os seguintes equipamentos que podem ser transportados sem o auxílio do cavalo mecânico:

- Caminhão basculante;
- Caminhão tanque distribuidor de asfalto;
- Caminhão pipa.

5 SERVIÇOS PRELIMINARES

5.1 PLACA DE OBRA

A placa de obra tem por objetivo informar à população e aos usuários da rua os dados da obra. As placas deverão ser fixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Seu tamanho não deve ser menor que o das demais placas do empreendimento.

As dimensões mínimas devem atender à exigência do convênio de 2,40x1,20m, conforme o “Manual de Placa de Obras” da CAIXA. A placa deverá ser confeccionada em chapas metálicas planas, resistente às intempéries.

Figura 3 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Fonte: CAIXA (2020).

5.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100m do início das obras nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização e as especificações desta será conforme detalhe abaixo.

Figura 4 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 100 x 50cm.



5.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento de 20 em 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

5.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

6 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado.

- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15cm e 1m.
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1m, ou de volume igual a 2m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

6.1 CORTES

6.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras; para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

6.1.2 Equipamentos

A escavação de cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

6.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando, o nível da plataforma dos cortes, for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte (CBR<4%) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de cortes deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

6.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10cm;
- Variação máxima de largura de mais 20cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

6.2 ATERROS

6.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

6.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método B);
- Ensaio ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

6.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

6.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade da municipalidade.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

6.3 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE

- Escavação e carga de material de 1º categoria para execução dos taludes até o greide projetado, empolado em 25% e DMT 2,5Km. (Distância do bota-fora);
- Transporte do volume proveniente da escavação da carga de material de 1º categoria para reaproveitamento na execução do aterro dos passeios, empolado em 25% e DMT 0,1km. (Distância do bota-espera);
- Para transporte do volume de material britado, DMT de 4,2Km. (Distância da Jazida de empréstimo).

6.4 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

7 ESTUDO HIDROLÓGICO

7.1 INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO

O objetivo do Estudo Hidrológico está fundamentalmente ligado à definição dos elementos necessários ao estudo de vazão dos dispositivos de drenagem que se fizerem exigidos ao longo do projeto.

Como etapa única deste estudo foi feita a identificação das áreas de drenagem em visita em campo e se inventariaram os dados hidrológicos da região fornecidos por órgãos oficiais e levantamento em campo.

7.2 ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Para definir os cálculos dos bueiros presentes na via, se faz necessário traçar as áreas das bacias de contribuição para cada saída ou travessia da pista. A estimativa da área da macrobacia para cada bueiro está representada a seguir, e será importante para a definição das futuras áreas de contribuição para o cálculo da drenagem pluvial da via.

Figura 5 – Áreas de contribuição das bacias



Fonte: Geomapa (2022).

7.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O projeto de drenagem consiste na definição e dimensionamento das estruturas, e tem por objetivo permitir que as águas provenientes de chuvas sejam escoadas do pavimento e que águas que se encontrem no interior do pavimento não venham a prejudicá-lo.

Quase todos os materiais empregados na pavimentação têm seu comportamento afetado por variações no seu teor de umidade, onde falhas no sistema de drenagem podem provocar danos severos aos usuários, e consequentemente ao patrimônio.

Sob este aspecto, o Projeto de Drenagem tem o objetivo da definição dos tipos de dispositivos a serem utilizados assim como a localização de implantação dos mesmos.

Através de critérios usuais de drenagem urbana, será projetado e dimensionado o traçado da rede de galerias, considerando-se os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico.

7.4 COEFICIENTES DE ESCOAMENTO RUNNOFF

Para a determinação do coeficiente de escoamento foi utilizada a tabela a seguir, sendo analisada cada área separadamente, considerando um futuro aumento da população na região em estudo.

Tabela 1 – Coeficientes de escoamento superficial

1,00	Rocha
0,80	Áreas centrais (densamente urbanizadas)
0,70	Áreas residenciais lotes $\geq 360\text{m}^2 < 600\text{m}^2$
0,60	Áreas residenciais urbanas (menor densidade) lotes $\geq 600\text{m}^2$ e suburbanas
0,40	Áreas rurais
0,25	Reservas, parques e jardins
0,15	Mata densa

Fonte: Pinheiro (2013).

7.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração (t_c) é o tempo desde o início da precipitação até a água mais distante contribuir para toda a bacia ou galeria. Desse modo é calculado o tempo de concentração para cada início de trecho e se fez uso o método de *California Culverts Practice*.

$$t_c = 57 * \frac{L^{1,155}}{H^{0,385}}$$

Onde:

t_c - Tempo de concentração (min);

L - Comprimento do percurso principal (km);

H - Desnível (m).

O tempo mínimo de concentração de uma bacia é de 5 minutos. Caso algum trecho de macrodrenagem apresentar tempo de concentração inferior a este valor, será adotado o t_c de 5 minutos.

7.6 PERÍODO DE RETORNO

O Período de Retorno (T_r) é definido como o intervalo de tempo estimado de ocorrência de um determinado evento. Em termos matemáticos, é o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado, sendo que esta variável muda conforme a aplicação para o qual é projetada.

Para o dimensionamento do sistema de macrodrenagem da via, o período de retorno adotado será de 10 anos devido a frequência de eventos que envolvam cheias na região. Para determinar essa ocorrência, foram utilizados dados de precipitação da Agência Nacional de Águas (ANA), excepcionalmente na estação 2749005, localizada no município de Ibirama/SC.

7.7 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Visando caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência na região que está em estudo, foram utilizados dados provenientes da Agência Nacional de Águas (ANA) em uma estação pluviométrica na cidade de Ibirama/SC, próxima a localidade. Além disso, foram utilizados dados de Fendrich (2003) para determinação das constantes da equação geral IDF.

7.8 DADOS COLETADOS

Para a coleta de dados, foi considerado um período de observação de 1997 até 2021 (25 anos).

Tabela 2 – Alturas Pluviométricas Totais Mensais

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS TOTAIS MENSAIS														
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS														
Estação: 2749005														
Local: Ibirama														
Lat: -27,03														
Long: -49,59														
UF SC														
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MÁXIMA
1997	194,6	204,7	22	15,5	68	121,7	115,5	159,9	104,2	271,6	256,7	126,8	1.661,20	271,60
1998	303,6	185,1	218,2	227	45,7	84,9	148,2	251,4	266,2	152,7	32,9	88,4	2.004,30	303,60
1999	189,4	111	78,7	61,6	66,7	76,3	186,9	29,7	124,5	189,3	66,1	58,2	1.238,40	189,40
2000	198,3	124,1	119,9	33,1	32	77,1	69,3	63,8	184	234,1	108,8	174,7	1.419,20	234,10
2001	182,3	232,4	149,9	106,6	186,9	87,1	72,6	59,8	189,2	211,2	114,6	86,3	1.678,90	232,40
2002	141,3	69,7	100,2	107,2	70,5	60,8	82,2	131,1	141,3	210	211,2	145	1.470,50	211,20
2003	53	107,3	107,8	58,1	93	83,6	60,9	15,2	60,4	148,7	92,9	207,3	1.088,20	207,30
2004	27,9	3	46,5	49	131,7	80,2	141,9	58,6	90,1	74,7	59,4	28,4	791,40	141,90
2005	90,5	46,7	46,8	61,2	184,7	51,4	94,5	125,3	165,9	163,7	81,2	72,5	1.184,40	184,70
2006	93,9	56,6	98,4	16,1	17,3	44,3	47,9	61,1	90,9	88,4	123,5	144,6	883,00	144,60
2007	246,8	191,5		111,8	190	24,4	176	91,5	113,8	182,4	104,6	163,6	1.596,40	246,80
2008	135,4	186,3	100,9	120	91,5	86,9	21,8	74,9	168,3	292,8			1.278,80	292,80
2009	157,9	53,8	53,8	52,2	123	47	207,5	190,6	311,6	149,3	140,4	151,6	1.584,60	311,30
2010	204,8	93,9	229,2	263,6	188,6	82,4	144,7	87,8	82,3	163,4	89,6	274,9	1.905,20	274,90
2011	257,7	274,2	225,2	59,7	81,3	99,6	246,7	317,2	249,2	147,6	62,1	130,1	2.150,60	317,20
2012	177,9	181,7		149,3	84,8	150,7	188,4	18,5	69,8	153,1	76		1.250,20	188,40
2013	77,6	235,2	144,4	64,6	66,2	227,8	129,6	219,7	277,5	130,9	84,7	99,6	1.757,80	277,50
2014	289,2	223,9	206,9	37,3	96,1	378,7	60,2	102,6	184,5	80,1	130,9	183,3	1.973,70	378,70
2015	164,9	113,4	183,6	62,8	142,2	159,9	134,4	32,2	203,2	330,5	169,4	197,2	1.893,70	330,50
2016	80,6	128,5	139,1	70,5	121,5	67,4	67,8	202,9	78	133,5	53	149,5	1.292,30	202,90
2017	155,3	48,1	59,5	97,3	268,4	124,9	9,2		53,4	173,4	123,5	95,2	1.208,20	268,40
2018	176,8	140,6	142,1	36,5	32,3	81,2	12,7	82	150,3	127,4	96	120,1	1.198,00	176,80
2019	203,6	180,8	110,4	90,7	196,7	48,1	40,5	23,3	96,9	148,5	145,9	90,4	1.375,80	203,60
2020	91,7	156,9	25	45,5	9,2	175,5	111,5	134,4	62,2	47,4	184,3	347	1.390,60	347,00
2021	298,6	83,3	77,1	32,3	124,4	165,1	23,1	34,4	178,6	143,9	86,9	82,4	1.330,10	298,60
MÉDIA	168,15	141,47	116,77	81,18	108,51	107,48	103,76	107,00	147,84	165,94	112,28	139,87	1.473,25	243,07
MÍNIMA	27,90	3,00	22,00	15,50	9,20	24,40	9,20	15,20	53,40	47,40	32,90	28,40	791,40	141,90
MÁXIMA	303,60	274,20	229,20	263,60	268,40	378,70	246,70	317,20	311,30	330,50	256,70	347,00	2.150,60	378,70

OBS.: * = estimado, D = duvidoso, branco = real, AC = acumulado, SO = sem observação, RS/RC = régua seca/caída, - = não coletado, NDC = Nº de dias de chuva, Qualidade dos dados: CONSISTIDO

Fonte: ANA (2022).

Tabela 3 – Quantidade de dias de chuva

NÚMERO DE DIAS DE CHUVA													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS													
Estação 2749005													
Local: Ibirama													
Lat: -27,03													
Long: -49,59													
UF SC													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1997	11	8	1	3	4	5	7	9	6	16	11	7	88
1998	14	17	14	10	5	4	12	14	15	15	4	8	132
1999	17	11	6	10	8	8	10	4	9	10	10	5	108
2000	12	7	9	3	6	8	6	6	15	14	9	12	107
2001	15	14	12	10	8	7	8	7	15	10	9	7	122
2002	12	11	10	10	8	6	11	7	6	13	14	10	118
2003	6	11	8	4	3	8	7	2	4	12	5	10	80
2004	4	1	4	5	7	4	10	3	3	5	4	5	55
2005	6	3	3	4	5	4	4	5	16	16	10	7	83
2006	8	6	10	5	3	6	5	4	9	5	11	9	81
2007	12	10	6	6	10	4	9	6	7	14	6	9	93
2008	16	13	11	10	3	10	3	12	11	14			103
2009		15	9	9	9	7	15	7	13	11	13	11	119
2010	16	10	15	9	13	3	3	6	10	11	10	14	117
2011	21	19	18	9	8	9	10	16	11	12	11	11	155
2012	17	12		9	9	9	12	2	8	13	10		101
2013	9	18	12	5	9	10	8	10	9	12	10	9	121
2014	15	10	14	6	6	11	7	5	13	7	6	9	109
2015	20	15	12	6	13	9	14	4	17		16	16	142
2016	14	15	8	8	11	6	5	12	5	8	5	13	110
2017	13	8	11	10	13	5	2	8	5	13	7	8	95
2018	16	8	10	6	4	10	5	7	13	17	9	9	114
2019	17	12	10	10	12	3	6	4		9	9	7	99
2020		11	3	5	2	6	8	5	5	5	12	12	74
2021	18	8	12	4	5	11	4	7	11	11	8	7	106
MÉDIA	13,4	10,9	9,7	7,0	7,4	6,9	7,8	6,8	9,8	11,4	9,1	9,3	106,3
MINIMA	4	1	1	3	2	3	2	2	3	5	4	5	55
MÁXIMA	21	19	18	10	13	11	15	16	17	17	16	16	155

Fonte: ANA (2022).

Tabela 4 – Precipitações diárias máximas mensais

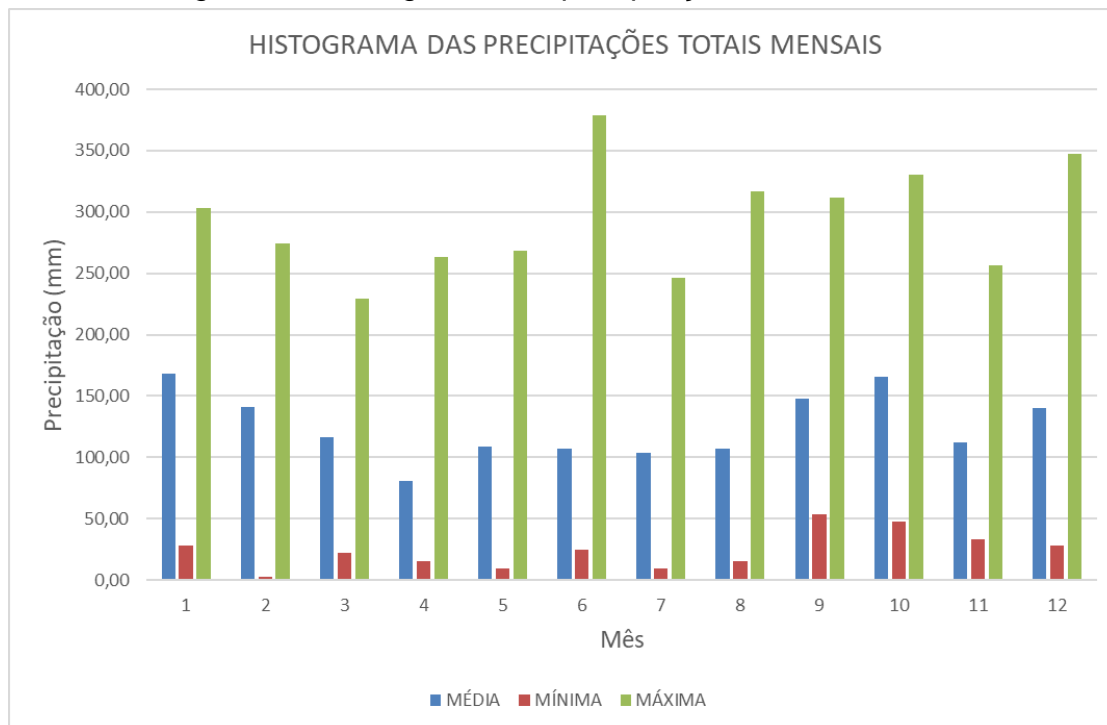
PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS MENSAIS													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		Lat: -27,03		Long: -49,59		UF SC							
Estação 2749005													
Local: Ibirama													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA
1997	50	64	22	10	31	50,5	42	40	31,2	70	90,5	60,2	90,50
1998	62,8	35,8	37,2	68,5	15,1	50	40,4	53,2	44,2	51,9	25	20,5	68,50
1999	38	24,8	31,6	21,5	15	30	100,8	20,5	42	79,5	17,2	21,4	100,80
2000	75,5	41	31	21,5	9,4	33	18,1	20,8	38,8	84,4	39,6	46,4	84,40
2001	48	50,7	24,7	35,7	67,2	37	25,5	30	41,8	120,9	39	15,9	120,90
2002	57	14,6	28	26	26,8	27,5	21,7	37,5	43	74	36,5	46,7	74,00
2003	25,4	30,1	90,5	22,3	68,4	20	27,7	9,7	27	27	32,5	67,5	90,50
2004	15	3	23,9	12,6	42	27,8	45,6	47,4	70,1	21,5	22,2	13	70,10
2005	40,7	24,4	33	33,5	105	22	33	55	30	30,5	29,7	22	105,00
2006	43	18,9	21,7	6,3	13,5	17,9	29,5	35,5	27	37,7	40	47	47,00
2007	63,5	62		39,4	39	13,4	58,7	60	40	26,6	70	40,7	70,00
2008	46	52,6	21	46,1	58	20	13	16,5	45,5	48,5			58,00
2009		27,4	22,7	22	38	12,6	40	64,5	56	31,2	32,3	55,6	64,50
2010	51,5	34,9	71	92,3	66,5	42,3	30,3	46,8	27,5	41	25	57	92,30
2011	43,7	64,3	38	19,3	43,2	36,2	54,9	62	73	47,5	21,5	26,6	73,00
2012	76,3	63,4		67	64	44,5	43,5	10	39,4	50,2	25,6		76,30
2013	16	68	48,1	34,4	34,5	45,6	48	70	74,3	24	19,6	36,9	74,30
2014	62,8	76,7	50,6	14,5	25,5	85,1	43,2	45,7	53,6	37	57,7	46,3	85,10
2015	25,5	27,5	46,3	23	60,3	58	28	23	37	73	26,7	45,5	73,00
2016	23	45,7	56,7	38,4	36	23,3	26,1	56,9	35	32,2	18,3	41	56,90
2017	44,2	16,8	14,3	24,5	52,5	58,7	4,7		45	36	56	40	58,70
2018	27,4	64,3	40	23	27,2	37	6	35,9	34,8	28	37,2	50	64,30
2019	35	48	26,4	30	57,8	21,4	22,2	14,5	32	40	31,5	28,9	57,80
2020	19,9	40	17,5	17	5,5	95,7	27,3	70,5	27	18,5	64,5	76	95,70
2021	50	16	34	16	48,8	35,6	13,7	14	76	36,7	30	29	76,00
Média máximas anuais = 77,10													
Desvio Padrão = 17,38													
MÉDIA	43,34	40,60	36,10	30,59	42,01	37,80	33,76	39,16	43,65	46,71	37,00	40,61	77,10
MÍNIMA	15,00	3,00	14,30	6,30	5,50	12,60	4,70	9,70	27,00	18,50	17,20	13,00	47,00
MÁXIMA	76,30	76,70	90,50	92,30	105,00	95,70	100,80	70,50	76,00	120,90	90,50	76,00	120,90

Fonte: ANA (2022).

Com base nos dados de chuvas apresentados anteriormente foram definidos os histogramas referentes as médias, mínimas e máximas das precipitações totais

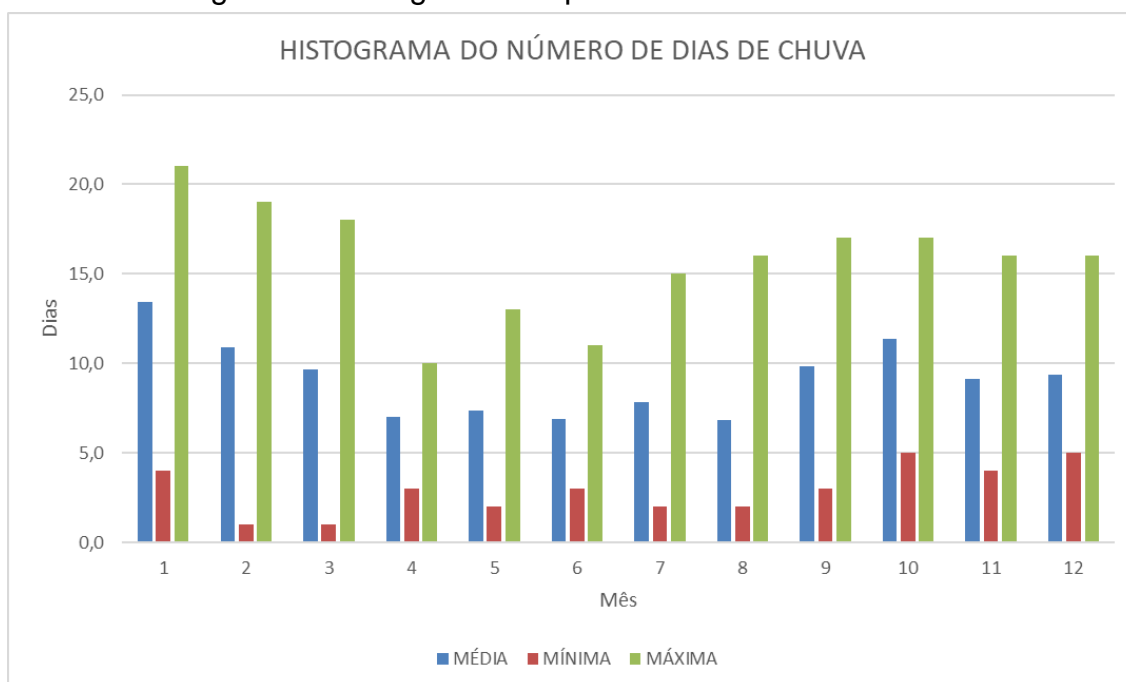
mensais, da quantidade de dias de chuva mensal e precipitações diárias máximas mensais.

Figura 6 – Histograma das precipitações totais mensais



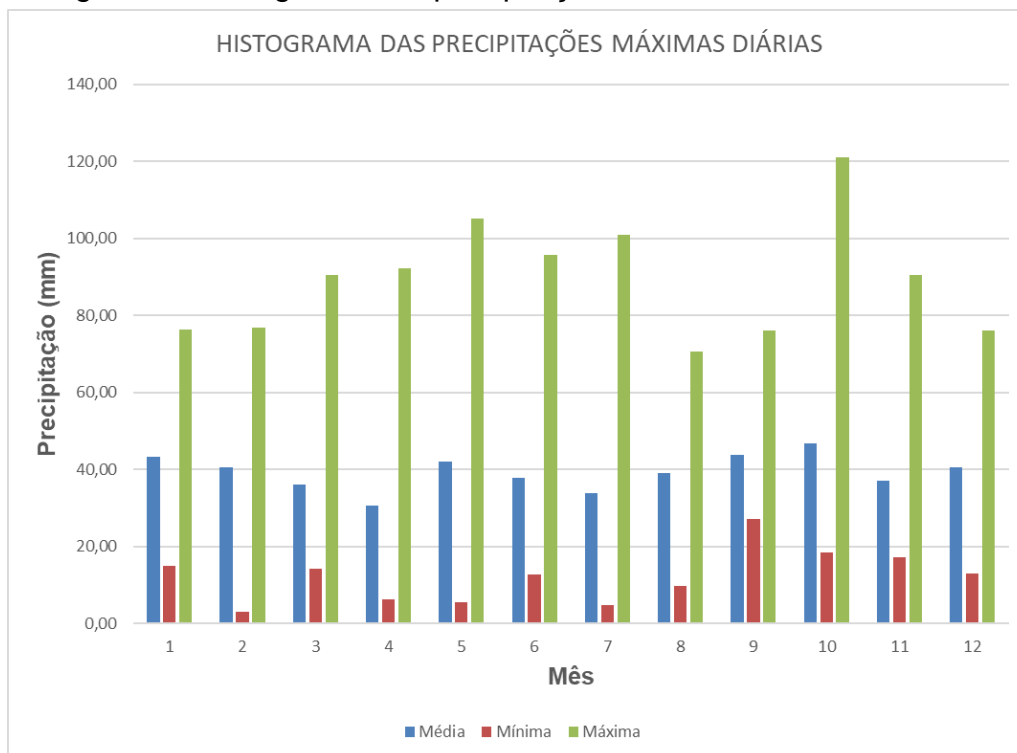
Fonte: Geomapa (2022).

Figura 7 – Histograma da quantidade de dias de chuva



Fonte: Geomapa (2022).

Figura 8 – Histograma das precipitações diárias máximas mensais



Fonte: Geomapa (2022).

Através das informações levantadas, pode se verificar que os maiores índices pluviométricos ocorrem nos meses de janeiro, setembro e outubro. Esse fato pode ser visto nas médias das precipitações de cada mês, uma vez que no caso das máximas, as variáveis são mais equivalentes (o que não ocorre nas precipitações mínimas/mês). Estes valores deverão ser considerados para futuro dimensionamento do sistema de drenagem pluvial da via licitada.

Para determinação das curvas IDF, serão consideradas majoritariamente as informações levantadas nas precipitações diárias máximas mensais em que é verificado uma alta de precipitação diária curta (“enxurradas”) nos meses de janeiro, maio, setembro e outubro. Esses dados são referentes ao levantamento histórico de 25 anos e podem ocorrer em períodos isolados, não correspondendo a um padrão de periodicidade.

7.9 EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF

Para a determinação das curvas IDF, é necessário primeiramente verificar a zona em que a região referente neste projeto se encontra e aplicar os seguintes fatores de correção de cálculo de chuva-duração.

Foi utilizada a metodologia proposta por Taborga Torrico:

$$H = X + K * S$$

Onde:

H - Altura Pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;

X - Média Aritmética das chuvas máximas anuais;

K - Fator de Frequência;

S - Desvio do padrão de amostra.

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

$$S = \frac{\sum (X - X)^{1/2}}{n - 1}$$

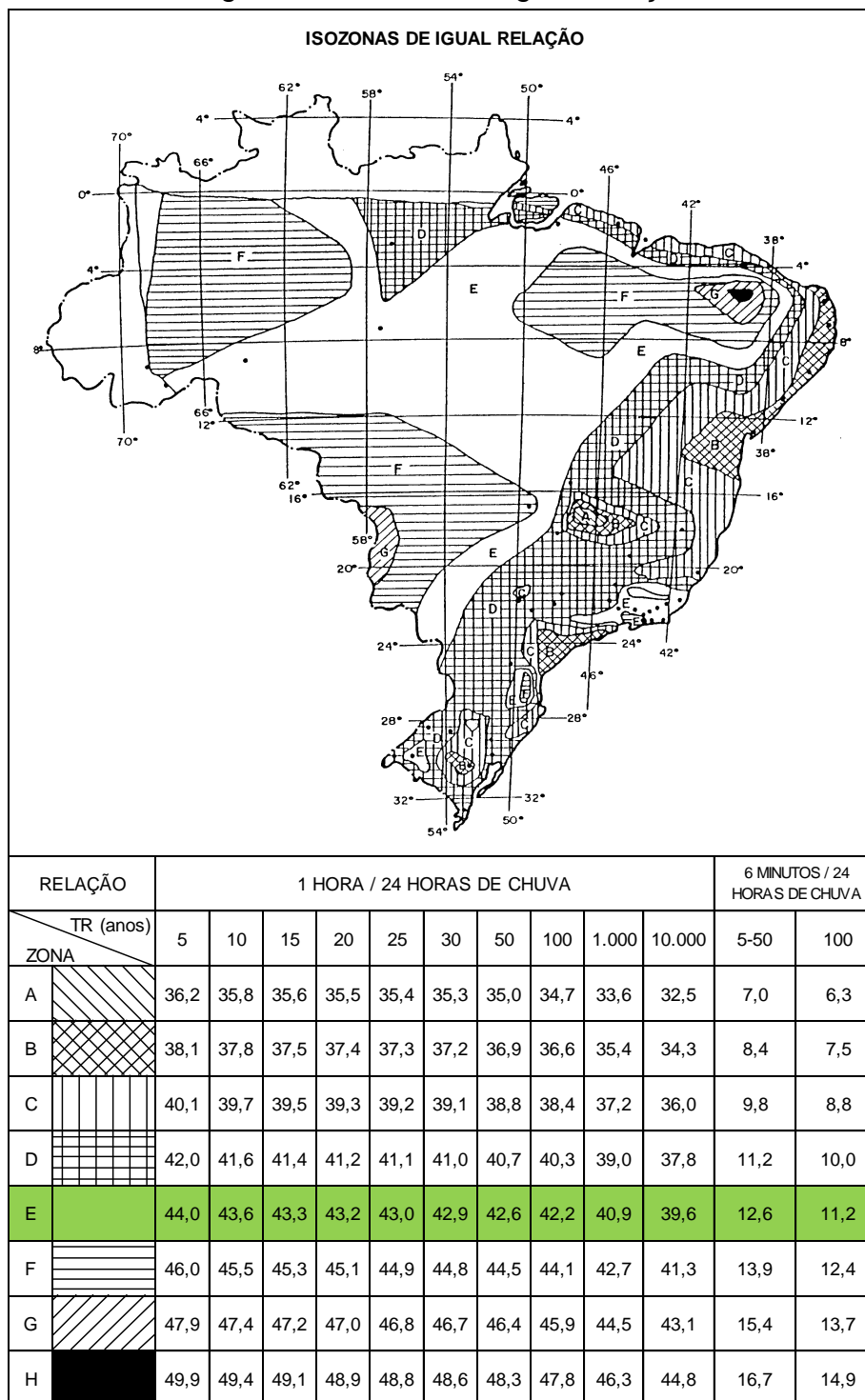
Analisando estatisticamente os dados de precipitações máximas da série histórica (1996 a 2020), temos 25 anos de registro.

Assim temos:

- Média das Máximas Precipitações Máximas Anuais: $X = 77,10\text{mm}$
- Desvio Padrão: $S = 17,38$

Segundo Taborga Torrico, 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 Torrico. A relação entre a altura pluviométrica máxima diária, precipitação horária e de 0,1 hora aparece na figura a seguir.

Figura 9 - Isozonas de Igual Relação



De acordo com o mapa, a zona estudada para o município de Dona Emma/SC é a “E”, sendo aplicados os coeficientes de ajuste para a determinação das retas de *Chow-Gumbel* para cada período de retorno, que está detalhado no quadro seguinte.

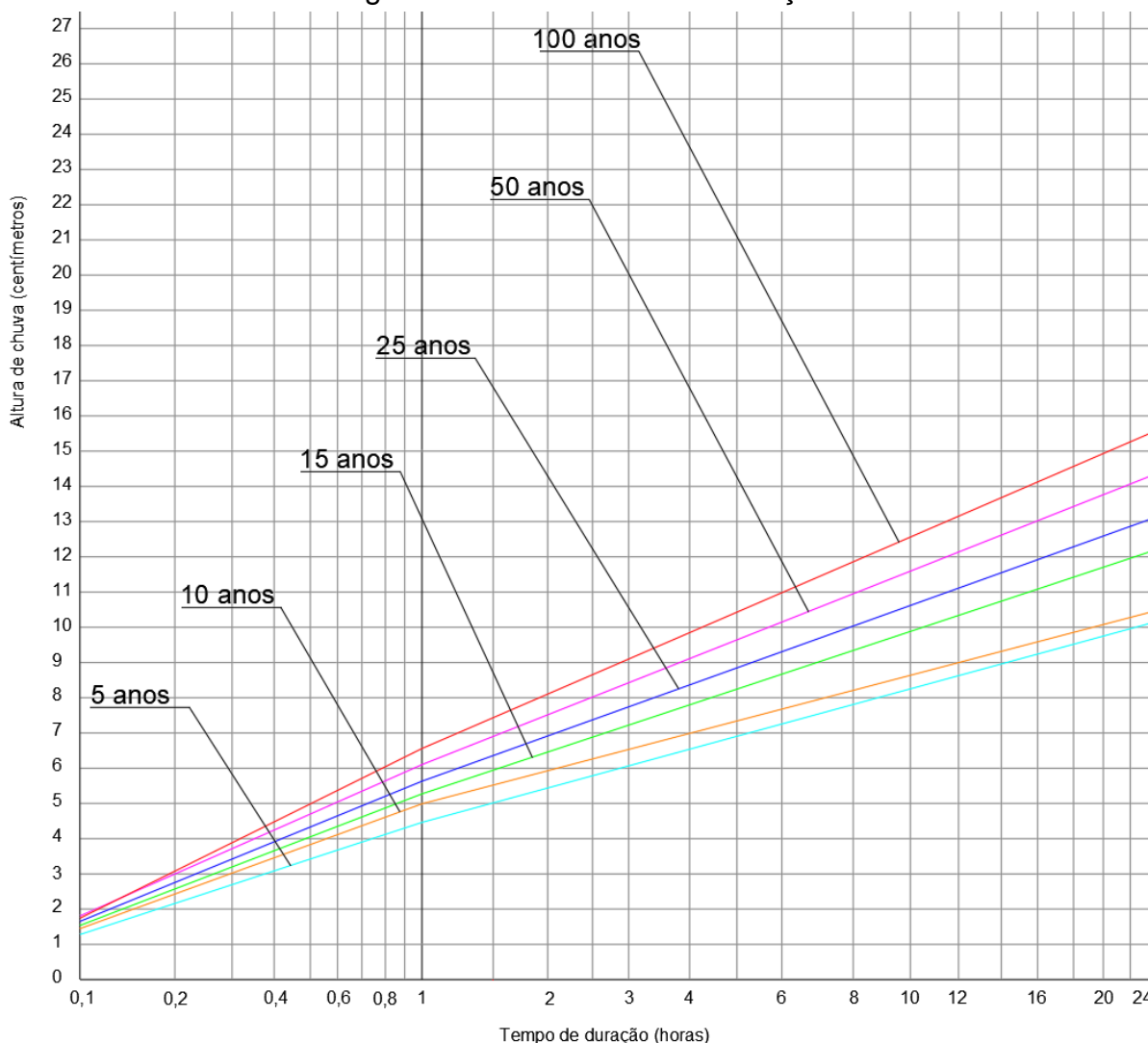
Tabela 5 - Determinação das curvas de altura de chuva-duração

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE ALTURA DE CHUVA-DURAÇÃO												
UF: SC												
Estação : 2749005												
Local : Ibirama												
Nº de anos observados =												
Precip. Média (mm) = 77,10												
Desvio Padrão = 17,38												
* Usando a metodologia proposta por TORRICO, 1974												
TR = 5			P1dia(Chow-Gumbel) = 92,54			TR = 10			P1dia(Chow-Gumbel) = 104,48			
Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste	
0,1	0,126		12,77	127,68	0,1	0,126		14,42	144,15	0,1	0,126	
1,0	0,440		44,59	44,59	1,0	0,436		49,88	49,88	1,0	0,436	
24,0	1,095		101,33	4,22	24,0	1,095		114,41	4,77	24,0	1,095	
TR = 15			P1dia(Chow-Gumbel) = 111,14			TR = 25			P1dia(Chow-Gumbel) = 119,58			
Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste	
0,1	0,126		15,33	153,34	0,1	0,126		16,50	164,99	0,1	0,126	
1,0	0,433		52,69	52,69	1,0	0,430		56,31	56,31	1,0	0,430	
24,0	1,095		121,69	5,07	24,0	1,095		130,94	5,46	24,0	1,095	
TR = 50			P1dia(Chow-Gumbel) = 130,78			TR = 100			P1dia(Chow-Gumbel) = 141,92			
Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste	
0,1	0,126		18,04	180,43	0,1	0,112		17,40	174,05	0,1	0,112	
1,0	0,426		61,00	61,00	1,0	0,422		65,58	65,58	1,0	0,422	
24,0	1,095		143,20	5,97	24,0	1,095		155,40	6,48	24,0	1,095	

Fonte: Geomapa (2022).

Com a aplicação dos coeficientes de ajuste, é possível determinar as retas de chuva-duração para todos os períodos de retornos coerentes para dimensionamento de drenagem pluvial, que foi determinado na figura a seguir.

Figura 10 - Retas de chuva-duração



Fonte: Geomapa (2022).

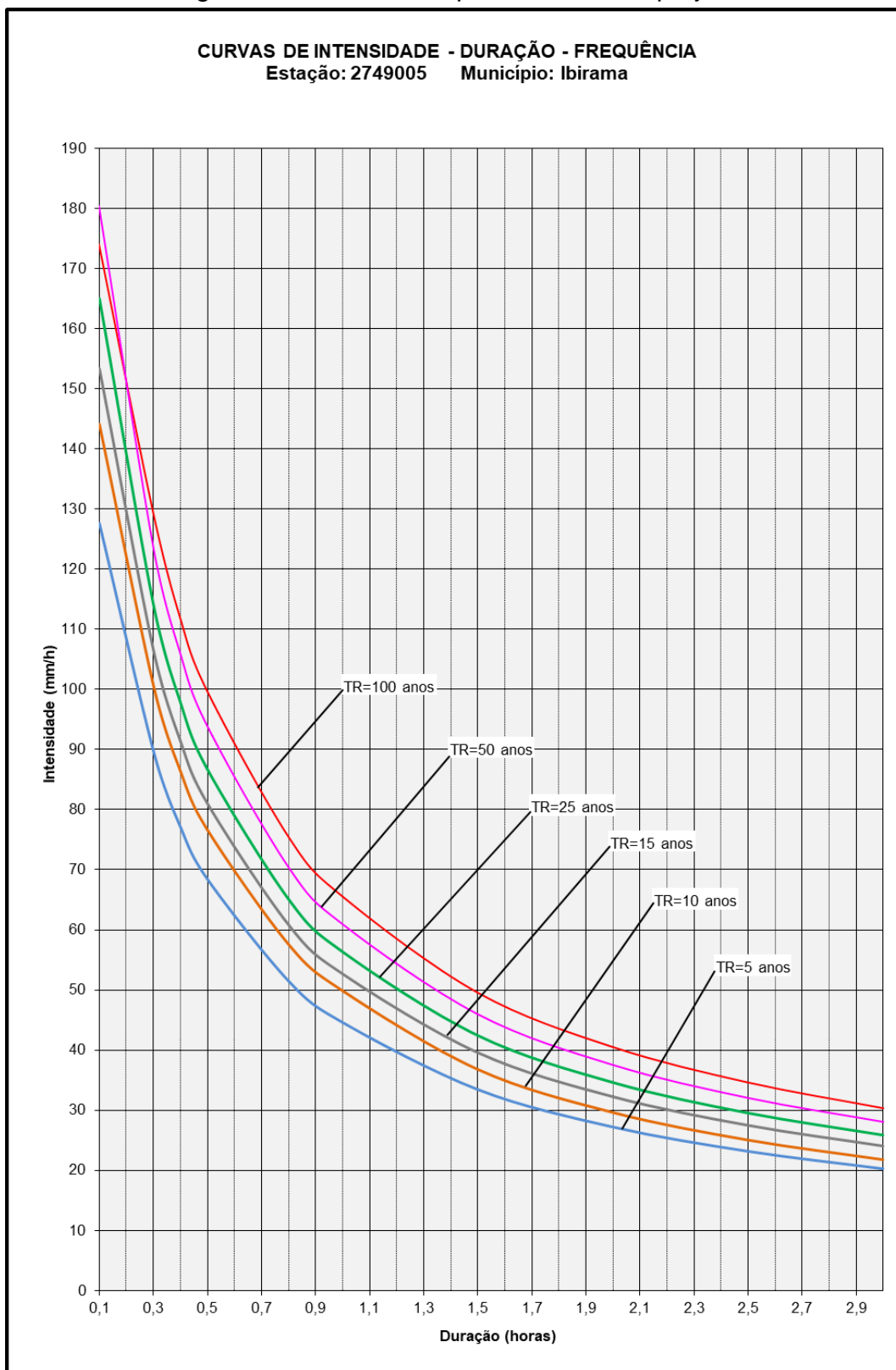
Através das retas relativas a cada período de retorno, se consegue determinar todas as precipitações em um período de duração de chuvas de 0,1 a 24 horas, determinando-se dessa forma, a intensidade de chuva em mm/h para cada duração e período de retorno.

Tabela 6 - Determinação das curvas IDF

Duração		DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA											
		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	6	12,77	127,68	14,42	144,15	15,33	153,34	16,50	164,99	18,04	180,43	17,40	174,05
0,3	18	26,93	89,77	30,20	100,67	31,96	106,53	34,22	114,06	37,16	123,87	38,84	129,48
0,4	24	30,84	77,10	34,56	86,39	36,54	91,36	39,11	97,76	42,43	106,09	44,76	111,90
0,5	30	34,21	68,42	38,31	76,63	40,50	81,01	43,32	86,65	46,99	93,97	49,86	99,73
0,8	48	41,18	51,48	46,08	57,60	48,69	60,86	52,05	65,06	56,40	70,50	60,42	75,53
1,0	60	44,59	44,59	49,88	49,88	52,69	52,69	56,31	56,31	61,00	61,00	65,58	65,58
1,5	90	50,12	33,42	55,21	36,80	59,42	39,61	63,59	42,39	69,02	46,01	74,34	49,56
2,0	120	54,35	27,17	59,27	29,63	64,55	32,28	69,14	34,57	75,13	37,57	81,02	40,51
2,5	150	57,83	23,13	62,62	25,05	68,79	27,52	73,73	29,49	80,19	32,07	86,54	34,62
3,0	180	60,65	20,22	65,33	21,78	72,22	24,07	77,43	25,81	84,26	28,09	91,00	30,33
6,0	360	72,54	12,09	76,78	12,80	86,68	14,45	93,07	15,51	101,49	16,92	109,83	18,30
12,0	720	86,26	7,19	89,98	7,50	103,36	8,61	111,12	9,26	121,37	10,11	131,54	10,96
16,0	960	92,40	5,78	95,89	5,99	110,83	6,93	119,19	7,45	130,26	8,14	141,26	8,83
20,0	1200	97,50	4,87	100,79	5,04	117,03	5,85	125,90	6,29	137,65	6,88	149,33	7,47
24,0	1440	101,33	4,22	104,48	4,35	121,69	5,07	130,94	5,46	143,20	5,97	155,40	6,48

Fonte: Geomapa (2022).

Figura 11 - Curvas IDF para o referente projeto



Fonte: Geomapa (2022).

8 CÁLCULO DAS GALERIAS

8.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

Como todo material utilizado para tubulações será de concreto, adotou-se o coeficiente de rugosidade “n” igual a 0,015.

8.2 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

O cálculo da vazão é obtido através do método racional.

$$Q = C * i * A$$

A consideração feita para fins de cálculo, foi realizada de tal forma que a vazão encontrada nos trechos é $Q_i + Q_{i-1}$. Dessa forma, é considerada a vazão total acumulada do trecho que está sendo analisado.

8.3 INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA

A determinação da declividade do greide é determinada pela relação entre o desnível das cotas de terreno pelo comprimento do trecho entre dois acessórios.

$$I_{\text{greide}} = \frac{CTM - CTJ}{L_{\text{trecho}}}$$

A determinação da declividade da galeria é formada pela relação entre os níveis das cotas do canal pelo comprimento do entre os poços de visitas.

8.4 DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

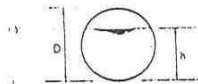
Para determinação dos diâmetros a serem utilizados na galeria, utilizou-se como base a equação de Manning para condutos livres e circulares. Como a lâmina de água em galerias circulares não deve ultrapassar 80%, ou seja, $y/D = 0,80$, utilizou-se esta relação, através da Tabela a seguir.

$$\frac{Q * n}{D^3 * I^2} = \text{variável}$$

Tabela 7 - Regime de Escoamento nas Seções Circulares

TABELA 4-1

REGIME UNIFORME DE ESCOAMENTO NAS SEÇÕES CIRCULARES



h : Altura da lâmina d'água
D : Diâmetro do conduto
A : Área molhada
R : Raio hidráulico
Qn : Descarga em m³/s, pela fórmula de Manning
n : Coeficiente de rugosidade de Manning
I : Declividade do conduto ou da linha d'água em m/m

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} I^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} I^{1/2}}$
0.01	0.00133	0.00664	0.00005	10.1129
0.02	0.00375	0.01321	0.00021	7.1070
0.03	0.00687	0.01972	0.00050	5.7669
0.04	0.01054	0.02617	0.00093	4.9631
0.05	0.01460	0.03255	0.00150	4.4113
0.06	0.01924	0.03887	0.00221	4.0014
0.07	0.02417	0.04513	0.00306	3.6810
0.08	0.02944	0.05132	0.00407	3.4212
0.09	0.03501	0.05745	0.00521	3.2047
0.10	0.04088	0.06352	0.00651	3.0204
0.11	0.04701	0.06952	0.00795	2.8610
0.12	0.05339	0.07546	0.00953	2.7211
0.13	0.06000	0.08133	0.01126	2.5969
0.14	0.06683	0.08714	0.01314	2.4857
0.15	0.07387	0.09288	0.01515	2.3852
0.16	0.08111	0.09855	0.01731	2.2938
0.17	0.08854	0.10416	0.01960	2.2100
0.18	0.09613	0.10971	0.02203	2.1329
0.19	0.10390	0.11518	0.02460	2.0616
0.20	0.11182	0.12059	0.02729	1.9953
0.21	0.11990	0.12593	0.03012	1.9334
0.22	0.12811	0.13121	0.03308	1.8755
0.23	0.13647	0.13642	0.03616	1.8211
0.24	0.14494	0.14156	0.03937	1.7698
0.25	0.15355	0.14663	0.04270	1.7214

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} I^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} I^{1/2}}$
0.26	0.16226	0.15163	0.04614	1.6755
0.27	0.17109	0.15656	0.04970	1.6320
0.28	0.18002	0.16142	0.05337	1.5905
0.29	0.18905	0.16622	0.05715	1.5511
0.30	0.19817	0.17094	0.06104	1.5134
0.31	0.20738	0.17559	0.06503	1.4773
0.32	0.21667	0.18018	0.06912	1.4427
0.33	0.22603	0.18469	0.07330	1.4096
0.34	0.23547	0.18913	0.07758	1.3777
0.35	0.24498	0.19349	0.08195	1.3471
0.36	0.25455	0.19779	0.08641	1.3175
0.37	0.26418	0.20201	0.09095	1.2891
0.38	0.27386	0.20615	0.09557	1.2615
0.39	0.28359	0.21023	0.10027	1.2350
0.40	0.29337	0.21423	0.10503	1.2092
0.41	0.30319	0.21815	0.10987	1.1843
0.42	0.31304	0.22200	0.11477	1.1601
0.43	0.32293	0.22577	0.11973	1.1367
0.44	0.33284	0.22947	0.12475	1.1139
0.45	0.34278	0.23309	0.12983	1.0918
0.46	0.35274	0.23663	0.13495	1.0702
0.47	0.36272	0.24009	0.14011	1.0493
0.48	0.37270	0.24347	0.14532	1.0289
0.49	0.38270	0.24678	0.15057	1.0090
0.50	0.39270	0.25000	0.15584	0.9895

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} I^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} I^{1/2}}$
0.51	0.40270	0.25314	0.16115	0.9706
0.52	0.41269	0.25620	0.16648	0.9521
0.53	0.42268	0.25918	0.17182	0.9340
0.54	0.43266	0.26207	0.17718	0.9163
0.55	0.44262	0.26489	0.18256	0.8990
0.56	0.45255	0.26761	0.18793	0.8821
0.57	0.46247	0.27025	0.19331	0.8655
0.58	0.47236	0.27280	0.19869	0.8492
0.59	0.48221	0.27527	0.20405	0.8333
0.60	0.49203	0.27764	0.20940	0.8177
0.61	0.50180	0.27993	0.21473	0.8023
0.62	0.51154	0.28212	0.22004	0.7873
0.63	0.52122	0.28423	0.22532	0.7725
0.64	0.53085	0.28623	0.23056	0.7579
0.65	0.54042	0.28815	0.23576	0.7437
0.66	0.54992	0.28996	0.24092	0.7296
0.67	0.55936	0.29168	0.24602	0.7158
0.68	0.56873	0.29330	0.25106	0.7021
0.69	0.57802	0.29482	0.25604	0.6887
0.70	0.58723	0.29623	0.26095	0.6755
0.71	0.59635	0.29754	0.26579	0.6625
0.72	0.60538	0.29875	0.27054	0.6496
0.73	0.61431	0.29984	0.27520	0.6370
0.74	0.62313	0.30082	0.27976	0.6245
0.75	0.63185	0.30169	0.28422	0.6121

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} I^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} I^{1/2}}$
0.76	0.64045	0.30244	0.28856	0.5999
0.77	0.64893	0.30306	0.29279	0.5878
0.78	0.65728	0.30357	0.29689	0.5759
0.79	0.66550	0.30395	0.30085	0.5641
0.80	0.67357	0.30419	0.30466	0.5524
0.81	0.68150	0.30430	0.30832	0.5408
0.82	0.68926	0.30427	0.31181	0.5293
0.83	0.69686	0.30409	0.31513	0.5179
0.84	0.70429	0.30376	0.31825	0.5066
0.85	0.71152	0.30327	0.32117	0.4954
0.86	0.71856	0.30260	0.32388	0.4842
0.87	0.72540	0.30176	0.32635	0.4731
0.88	0.73201	0.30073	0.32858	0.4620
0.89	0.73839	0.29949	0.33053	0.4510
0.90	0.74452	0.29804	0.33219	0.4400
0.91	0.75039	0.29634	0.33353	0.4289
0.92	0.75596	0.29437	0.33452	0.4178
0.93	0.76123	0.29210	0.33512	0.4067
0.94	0.76616	0.28948	0.33527	0.3954
0.95	0.77072	0.28645	0.33491	0.3840
0.96	0.77486	0.28291	0.33393	0.3723
0.97	0.77853	0.27870	0.33218	0.3603
0.98	0.78165	0.27351	0.32936	0.3476
0.99	0.78407	0.26658	0.32476	0.3336
1.00	0.78540	0.25000	0.31000	0.3100

8.5 ÁREA MOLHADA

Para determinação da área molhada da tubulação utilizou-se o cálculo dos coeficientes, Q_n , y/D , A/D^2 , todos calculados por interpolação, e usando como base a Tabela anterior.

O cálculo da área molhada da tubulação é dado por:

$$\frac{A}{D^2} = \text{variável}$$

Onde:

A - Área molhada da tubulação (m²);

D - Diâmetro da tubulação (m).

8.6 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade de escoamento dentro da tubulação não pode ultrapassar o intervalo entre 1 e 5m/s e é calculada por:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

V - Velocidade (m/s);

Q - Vazão (m³/s);

A - Área molhada (m²).

8.7 TEMPO DE ESCOAMENTO

O tempo de escoamento é o período que a água leva para chegar de um PV a outro. Esse valor é utilizado para o cálculo do tempo de concentração do trecho seguinte. Para determinação desse tempo de escoamento, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$t_{\text{escoamento}} = \left(\frac{L}{V} \right)$$

Onde:

t_{escoamento} - Tempo de escoamento (min);

L - Comprimento do trecho (m);

V - Velocidade (m/s).

Para as áreas de contribuição inferiores a 1000m² ou declividade média menor ou igual a 2%, o tempo de concentração inicial adotado foi de 10 minutos. No restante dos casos se utiliza um tc mínimo de 5 minutos.

8.8 CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Tabela 8 – Cálculo da tubulação de concreto e saídas de Bueiros

CÁLCULO DAS GALERIAS CIRCULARES																			
Trecho	Observação	L (m)	Área (m ²)		C		tc (min)	TR (anos)	i (mm/h)	Q (L/s)	Igaleria Média (m/m)	Dcalc (cm)	Dadot (cm)	Qn/D ⁸ /3*i ^{1/2}	y/D	A/D ²	A (m ²)	V = Q/A (m/s)	te = L/V
			Trec	Acum	Trec	Méd													
Rua Dona Anna																			
ES2	-	0,00	0,00	0,0	0,40	0,40	-	10	144,15	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES2 - ES0 (Existente)	Diam. Eq. à 2Ø40=56,58cm	40,00	7700,00	7700,0	0,40	0,40	5,00	10	144,15	123,33	0,0050	39,83	56,58	0,12	0,43	0,32	0,103	1,19	33,47
ES2	-	0,00	0,00	0,0	0,40	0,40	-	10	144,15	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES2 - ES8+10 (Saída 1)	Diam. Eq. à 2Ø40=56,58cm	130,00	18000,00	18000,0	0,40	0,40	5,00	10	144,15	288,30	0,0050	54,76	56,58	0,28	0,74	0,62	0,199	1,45	89,81
ES10	-	0,00	0,00	0,0	0,40	0,40	-	10	144,15	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES10 - ES8+10	Diam. Eq. à 2Ø40=56,58cm	30,00	7300,00	7300,0	0,40	0,40	5,00	10	144,15	116,92	0,0050	39,04	56,58	0,11	0,42	0,31	0,099	1,18	25,46
Saída 1	-	0,00	0,00	0,0	0,30	0,30	-	10	144,15	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saída 1	1Ø60	20,00	85000,00	85000,0	0,30	0,30	5,00	10	144,15	1021,06	0,0400	59,58	60	0,30	0,79	0,66	0,238	4,29	4,67

Fonte: Geomapa (2022).

8.8.1 Processos Construtivos

Estabelecer os procedimentos para construção de dispositivos de drenagem urbana envolvendo galerias, bocas-de-lobo, poços de visita e caixas de ligação destinado a coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais e descarga mais favorável.

- **Galerias/Tubo:** dispositivos destinados à condução dos deflúvios que se desenvolvem na plataforma da via para os coletores de drenagem, através de canalizações subterrâneas, integrando o sistema de drenagem da via ao sistema urbano, de modo a permitir a livre circulação de veículos.
- **Caixas de Captação/Bocas-de-lobo:** dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária urbana que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. Por se situarem em área urbana, por razões de segurança, são capeados por grelhas metálicas ou placas de concreto.
- **Caixa de Ligação:** caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declive ou alteração de quedas.
- **Caixa de Inspeção/Poço de Visita:** dispositivos colocados em trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza.

8.8.2 Forma de Assentamento de Tubos

O fundo da vala será regularizado e limpo, e o tubo será assentado sobre uma camada de 10cm de brita nº2.

As cotas de fundo de vala para a drenagem, estão indicadas nas pranchas do perfil longitudinal da drenagem para cada trecho, considerando altura de escavação mínima de 1,10m.

A drenagem deverá ser locada e nivelada, obedecendo as cotas informadas no projeto e executada por topógrafo com equipamento topográfico de precisão.

8.8.3 Tubos Circulares de Concreto

Os tubos de concreto de seção circular para águas pluviais deverão atender o que preconiza a NBR 8.890/2003 e terão encaixe tipo macho e fêmea.

Não serão aceitos tubos que apresentarem defeitos de fabricação ou rachaduras, nem tampouco tubos que apresentarem problemas no sistema de encaixe ou desigualdade na espessura da parede.

- Fratura tendo largura maior que 0,25cm, com comprimento contínuo, transversal ou longitudinal, numa extensão de 30cm, será motivo de rejeição;
- Fratura deixando ver duas linhas viáveis de recepção, mesmo não tendo a largura de 0,25cm ou mais, que entenda transversal ou longitudinalmente por mais de 30cm, será rejeitado;
- Fratura que se assemelhe a uma simples linha, como se fosse um fio capilar visível interna e externamente, na superfície, será motivo de rejeição;
- Mistura imperfeita de concreto ou moldagem será motivo de rejeição;
- Qualquer superfície de tubo que apresente “ninho de concretagem” será motivo de rejeição;
- Qualquer vestígio de que a superfície seja retrabalhada após a fabricação inicial será motivo de rejeição;
- Variação na medida do diâmetro, fora do que prevê as especificações das normas será motivo de rejeição;
- Quando armado, se a armadura do tubo estiver exposta, constituirá motivo de rejeição;
- Deficiências na espessura da parede do tubo, em relação ao recomendado nas normas, será motivo de rejeição;
- Qualquer obliquidade do corpo do tubo de relação a bolsa, será motivo de rejeição;
- Quando o tubo for percutido com batidas de um martelo, deverá emitir som claro, caso contrário será motivo de rejeição.

Após a locação de drenagem deverá ser executada a escavação mecânica da vala de acordo com a largura dimensionada em projeto para cada tipo de tubo. Deverá ser observada a profundidade da vala de acordo com a declividade e cotas do fundo

de vala com rigoroso acompanhamento técnico e nivelamento topográfico para garantir o escoamento calculado em projeto.

As operações de escavações da vala compreendem:

- Escavação e carga do material excedente utilizado no reaproveitamento;
- Transporte e descarga do material excedente utilizado no reaproveitamento para aterros ou bota-foras; para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento considerado foi de 25%.

O rejuntamento será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

O assentamento dos tubos deverá obedecer às cotas e alinhamentos indicados no projeto.

8.9 ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

A escavação das valas de drenagem deve ser realizada após o greide de terraplanagem finalizado, respeitando sempre a cota de fundo de vala para que assim possa ser respeitada a inclinação indicada em projeto.

O reaterro somente será autorizado depois de fixadas as tubulações e deverá ser feito com brita nº2 ou outro material aprovado pela FISCALIZAÇÃO de forma mecânica até uma altura de 60cm acima da geratriz superior da tubulação.

A discretização do cálculo de escavação e reaterro da drenagem é representada trecho a trecho na tabela a seguir.

Tabela 9 – Cálculo de Escavação e Reaterro de Valas de Drenagem

Reaterro e Escavação de Vala - Drenagem										
Lado	Estaca Inicial	Trecho	Cota fundo Inicial (m)	Cota fundo Final (m)	Comprimento (m)	Largura da Vala (m)	Área de Ocupação do Tubo Ø40/Ø60 (m²)	Área Perfil de Reaterro (m²)	Volume de Reaterro (m³)	Volume de Escavação (m³)
Direito	0	1	1,15	1,15	40	0,8	0,1963	43,00	13,75	21,60
	1 + 19,52	2	1,15	1,25	25	0,8	0,1963	30,00	11,09	16,00
	3 + 4,55	3	1,25	1,28	25	0,8	0,1963	31,63	12,39	17,30
	5	4	1,28	1,32	34	0,8	0,1963	44,20	17,81	24,48
	6 + 3,63	5	1,32	1,35	25	0,8	0,1963	33,38	13,79	18,70
	7 + 9,04	6	1,35	1,48	21	0,8	0,1963	29,72	12,93	17,05
	8 + 10,08	7	1,48	0,99	30	0,8	0,1963	37,05	14,15	20,04
Esquerdo	0	1	1,2	1,14	40	0,8	0,1963	46,80	16,79	24,64
	2	2	1,14	1,24	25	0,8	0,1963	29,75	10,89	15,80
	3 + 5,07	3	1,24	1,26	25	0,8	0,1963	31,25	12,09	17,00
	4 + 10,00	4	1,26	1,28	25	0,8	0,1963	31,75	12,49	17,40
	5 + 14,55	5	1,28	1,32	25	0,8	0,1963	32,50	13,09	18,00
	7	6	1,32	1,78	28	0,8	0,1963	43,40	20,26	25,76
	8 + 8,43	7	1,78	0,98	32	0,8	0,1963	44,16	18,81	25,09
Transversal	-	1	0,73	1,48	5	1	0,3848	5,53	1,60	3,53
	-	2	1,48	1,78	7	1	0,3848	11,41	5,92	8,61
	-	3	1,78	0,73	8	1	0,3848	10,04	3,76	6,84
Volume Total (m³)									211,62	297,84

Fonte: Geomapa (2022).

As informações da tabela foram extraídas do projeto e os resultados são decorrentes das seguintes equações:

$$\text{Área perfil de drenagem} = \frac{\text{Cota Inicial} + \text{Cota Final}}{2} \times \text{Comprimento do Trecho}$$

A área da drenagem em perfil é extraída através de dados de fundo de vala das estruturas no perfil de drenagem no projeto. É resultante da média das cotas de início e fim de cada trecho multiplicada pelo comprimento do trecho em cada lado da pista.

Com a Área do perfil, pode-se calcular o volume de escavação e reaterro com as seguintes equações:

Vol. de Escavação

$$\begin{aligned} &= (\text{Área do perfil} \times \text{largura da vala}) \\ &- (\text{hestr.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \\ &+ (\text{hassent.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \end{aligned}$$

Vol. de Reaterro

$$\begin{aligned} &= (\text{Área do perfil} \times \text{largura da vala}) \\ &- (\text{área do tubo} \times \text{comprimento do trecho}) \\ &- (\text{hestr.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \\ &+ (\text{hassent.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \end{aligned}$$

O volume considerado é uma relação entre a área do perfil de drenagem de cada trecho multiplicado pela largura da vala, subtraído dos itens que afetam diretamente o resultado do volume (estrutura do pavimento e tubo) e adicionado a altura que representa o assentamento do tubo. São eles:

- Área do Tubo DN40 = $\pi r^2 = \pi 0,25^2 = 0,1963\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,5m a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5\text{m}$;
- Altura de assentamento = hassent = 0,10m.
- Área do Tubo DN60 = $\pi r^2 = \pi 0,35^2 = 0,3848\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,7m a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5\text{m}$;
- Altura de assentamento = hassent = 0,10m.

9 DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO

9.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere a dimensões espessura de paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material indicado.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto ou elementos pré-moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

9.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO

As caixas de inspeção são colocadas nos trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza usada também com o objetivo de mudança de direção, declividade, diâmetro dos tubos.

São projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto e/ou elementos pré-moldados em loco de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o

orçamento foi considerado fundo das caixas em concreto magro fck 15Mpa e tampas de concreto armado fck 25Mpa.

9.3 CAIXAS DE JUNÇÃO

As caixas de junção são colocadas para possibilitar a mudança de direção, declividade e/ou mudança de diâmetro dos tubos.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser em alvearia de tijolos maciço e/ou blocos de concreto e/ou elementos pré-moldados e/ou moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas de concreto magro fck 15Mpa e tampas de concreto fck 25Mpa.

10 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo à prefeitura municipal aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: Para locação da obra a empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e referências topográficas para a locação.

11 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

11.1 ESTUDO DO TRÁFEGO, GEOTÉCNICO E GEOLÓGICO

Para a realização do projeto de pavimentação, o Município forneceu o levantamento planialtimétrico e não ofereceu os dados referentes aos estudos de tráfego, geotécnico e geológico, os quais são necessários para a elaboração do cálculo para o dimensionamento do pavimento.

Considerou-se um número N de solicitações ao tráfego de 3×10^5 e conforme declaração do engenheiro responsável do município, para o dimensionamento do projeto foi utilizado como base um CBR de 6% com expansão inferior a 2%, caso a empresa contratada para execução da obra encontre um material diferente do adotado para o projeto, ela deve comunicar ao engenheiro fiscal.

11.2 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Para o dimensionamento do pavimento flexível com lajota sextavada, será utilizado o IP-06 INSTRUÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS EM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO, de São Paulo. Entre os diversos métodos encontrados, foi utilizado o citado, devido a maior profundidade dos estudos de solo, fazendo com que o dimensionamento se resuma da forma mais precisa possível.

11.2.1 Espessura do Revestimento

O IP-06 indica um quadro resumido para definição da espessura das peças de concreto em função do Número N considerado anteriormente, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 10 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: IP-06 (2004).

Seguindo as premissas e cálculos já executados, o revestimento indicado para essa via será de 8cm de espessura com uma resistência característica à compressão do concreto de pelo menos 35Mpa.

Para a continuidade da definição da estrutura desse pavimento, a mesma norma indica dois procedimentos para diferentes casos. Os métodos utilizados respeitarão as seguintes considerações:

- a) Procedimento A (ABCP/ET-27):** Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características: • Vias de tráfego leve com N típico até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando portanto estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B. • Vias de tráfego meio pesado a pesado com N típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.
- b) Procedimento B (PCA - Portland Cement Association):** Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com N típico entre 10^5 e $1,5 \times 10^6$ solicitações, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam ao mínimo as deformações verticais permanentes.

Através dos dados informados anteriormente ($N = 3 \times 10^5$), será adotado o **Procedimento B** como método de dimensionamento do pavimento em questão.

11.2.2 Aplicação do Dimensionamento

A IP-06 traz as seguintes informações a respeito do procedimento utilizado:

O procedimento aqui descrito tem base em pesquisas desenvolvidas na Austrália, África do Sul, Grã-Bretanha e nos Estados Unidos, bem como em observações laboratoriais e de pistas experimentais, nas quais o desempenho de pavimentos em serviço foi acompanhado. Seu desenvolvimento foi efetuado pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE).

É uma evolução do método USACE, de pavimentos flexíveis, levando em conta o intertravamento dos blocos, pressupondo uma resistência crescente das camadas, a partir do subleito, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais sejam pequenas, a ponto de reduzir ao mínimo as deformações verticais permanentes (trilhas de roda). Admite-se a adoção de bases tratadas com cimento, com fator de equivalência estrutural igual a 1,65.

Em função da classificação da via em estudo e de seu respectivo número de solicitações do eixo simples padrão N, bem como do valor do Índice de Suporte Califórnia (CBR) do subleito, é determinada, através da tabela que será apresentada a seguir, a espessura de material puramente granular (H_{BG}) correspondente à camada de base assentada sobre o subleito.

O valor de H_{BG} assim determinado pode ser subdividido em dois, adotando-se uma camada de sub-base puramente granular e uma camada de base cimentada, que terá uma espessura determinada em função do coeficiente de equivalência estrutural aqui adotado ($K_B = 1,65$). Recomenda-se que, para as vias de tráfego pesado, seja adotada a execução de bases com materiais mais nobres, o que permitirá uma redução das espessuras finais do pavimento, o que será possível com a introdução de bases tratadas com cimento. Recomenda-se, também, que as espessuras mínimas para camadas de base sejam de:

- 15cm para materiais puramente granulares;
- 10cm para materiais tratados com cimento.

Os blocos pré-moldados do revestimento devem atender, neste método, a espessura mínima de 8cm, chegando a 10cm para as condições mais severas de carregamento, o que deve ser julgado pelo projetista em cada situação.

Na tabela a seguir são definidas as espessuras do subleito em função do N e do CBR.

Tabela 11 – Espessura necessária de base puramente granular – Procedimento B

N.º de Solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (H _{BG})										
	Valor do índice de Suporte Califórnia do Subleito										
	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	15	20
(10 ¹)	27	21	17								
2 x 10 ³	29	24	20	17							
4 x 10 ³	33	27	23	19	17						
8 x 10 ³	36	30	25	22	19						
(10 ⁴)	37	31	26	23	20						
2 x 10 ⁴	41	34	29	25	22	17					
4 x 10 ⁴	44	37	32	28	24	19					
8 x 10 ⁴	48	40	35	30	27	21	17				
(10 ⁵)	49	41	36	31	28	22	18				
2x10 ⁵	52	44	38	34	30	24	19				
4x10 ⁵	56	47	41	36	32	26	21				
8x10 ⁵	59	51	44	39	34	28	23				
(10 ⁶)	60	52	45	40	35	29	23	16			
2x10 ⁶	64	55	47	42	38	30	25	17			
4x10 ⁶	68	58	50	45	40	33	27	19			
8 x 10 ⁶	71	61	53	47	42	34	29	20			
(10 ⁷)	72	62	54	48	43	35	30	21			

Fonte: IP-06 (2004).

Como o **CBR de projeto é de 6%** e o número N se dá na ordem de 3×10^5 , será utilizada base de brita graduada simples ou saibro de **20cm de espessura** desde que esse material tenha um CBR **mínimo de 6%**.

Além da base de 20cm, serão utilizados 5cm de areia compactada para assentamento dos blocos intertravados de concreto.

Desta forma, são definidas as camadas do pavimento de projeto na tabela a seguir.

Tabela 12 – Espessuras das camadas do pavimento

RESUMO	
Material	Espessura (cm)
Lajota sextavada	8
Areia Compactada	5
Base (saibro ou BGS cbr>40%)	20

Fonte: Geomapa (2022).

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

11.3 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNER-ME 129/94.

11.3.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR >6% através do Método DNER-ME 49/94. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

11.3.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida e poderá compreender basicamente as seguintes unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador. Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de

densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

11.3.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garante um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNER-ME 49/94. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

11.3.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNER-ME 092/94), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 metros e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNER-ME 49/94), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 metros de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 metros, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 metros de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

11.4 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Será executada camada de sub-base graduada com espessura de 20cm. Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 303/97, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

11.4.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNER-ME 89/94, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos12%
 - Agregados miúdos 15%
- b) O índice de suporte Califórnia, Método DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.
 - Para N menor que 5×10^6 , maior ou igual a 60% e, para N maior que 5×10^6 , maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente.
- c) Granulometria, Método DNER-ME 83/98, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 -100	90 -100		
1"	25,4	70 – 95	75 – 90	100	100
3/8"	9,5	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 -100
Nº 4	4,8	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº 10	2,0	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº 40	0,42	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº 200	0,074	2 – 8	5 – 15	5 – 15	5 – 20

11.4.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as seguintes unidades: Carregador frontal; Caminhões basculantes; Motoniveladora pesada; Grade de discos e/ou pulvimisturador; Trator Agrícola; Caminhão tanque irrigador; Rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável. Central de mistura dotada de unidade dosadora com 3 (três) silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill"; Distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

11.4.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser

estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

11.4.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedra em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNER-ME 35/98);
 - Durabilidade (Método DNER-ME 89/94);
 - Equivalente de Areia (Método DNER-ME 54/97).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
- b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNER-ME 54/97, a cada 500m de pista;
- c) Um ensaio de granulometria, Método DNER-ME 83/98, por via lavada, a cada 250m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação a curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNER-ME 092/94, com espaçamento máximo de 100m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNER-ME 49/94 e, o grau de

compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- Em caso de não atendimento dos itens “c” e/ou “d”, a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- Em caso de não atendimento aos itens “e” e/ou “f”, a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

11.5 LAJOTAS HEXAGONAIS DE CONCRETO

11.5.1 Características

A forma da lajota em planta, deverá ser de um hexagonal regular inscrito em uma circunferência de 25cm de diâmetro. Os blocos destinados à pavimentação da rua, tráfego de caminhões, automóveis, etc., terão a espessura de 8cm e confeccionados com fck mínimo de concreto de 35 Mpa.

No recebimento, deverão ser verificadas se as dimensões atendem as exigências previstas, bem como a ausência de trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e durabilidade do pavimento.

Somente serão aceitas lajotas que passarem na análise de conformidade, conforme NBR 9781.

11.5.2 Execução

A pavimentação será construída por lajotas obedecendo os alinhamentos, dimensões e seção transversal estabelecidas pelo projeto.

Sobre o greide preparado será lançada uma camada de areia média com espessura de 5cm, determinada no projeto.

A areia média para assentamento das lajotas deverá ser constituída de partículas limpas, duras, isentas de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais. Deverá ainda, atender a tabela abaixo, item 5.4 da ABNT NBR 15953 (Pavimento Intertravado com peças de concreto – Execução), podendo desta forma, ter um percentual de areia grossa na sua composição granulométrica, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 13 – Distribuição granulométrica recomendada para o material de assentamento

Abertura da peneira	Porcentagem retida em massa (%)
6,3 mm	0 a 7
4,75 mm	0 a 10
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 µm	15 a 70
300 µm	50 a 95
150 µm	85 a 100
75 µm	90 a 100

Fonte: NBR 15953 (2011).

Após a colocação das lajotas será feito o rejuntamento utilizando-se uma camada de areia média com espessura de 1cm sobre as mesmas. Com o auxílio de vassouras se forçará a areia a penetrar nas juntas. O agregado utilizado para o rejuntamento deverá atender a tabela a seguir, item 5.5 da ABNT NBR 15953 (Pavimento Intertravado com peças de concreto – Execução).

Tabela 14 – Distribuição granulométrica

Abertura da peneira	Porcentagem retida em massa (%)
4,75 mm	0
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 µm	15 a 70
300 µm	50 a 95
150 µm	85 a 100
75 µm	90 a 100

Fonte: NBR 15953 (2011).

Junto às guias, a última lajota deverá ser rejuntada com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3.

Para o assentamento do meio-fio, deverá ser aberta uma vala com fundo regularizado e apiloado. O rejuntamento se fará com argamassa de cimento e areia com dosagem em volume 1:3. Estas guias serão colocadas de maneira que a face superior não apresente falhas nem depressões.

Após a conclusão do serviço de rejuntamento, o pavimento será devidamente compactado com rolo compactador liso de 3 rodas ou do tipo “TANDEM” com peso de 10 a 12 toneladas.

A rolagem deverá progredir dos bordos para o centro paralelamente ao eixo da pista, de modo uniforme, cada passada atingindo a metade da obra faixa de rolamento até a completa fixação do calçamento. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, a compactação deverá ser efetuada por meio de soquetes manuais.

Durante a execução dos serviços o trânsito da rua será desviado com auxílio das transversais pavimentando-se toda a largura da pista em única etapa.

O pavimento poderá ser entregue ao tráfego logo após o rejuntamento e compactação do mesmo.

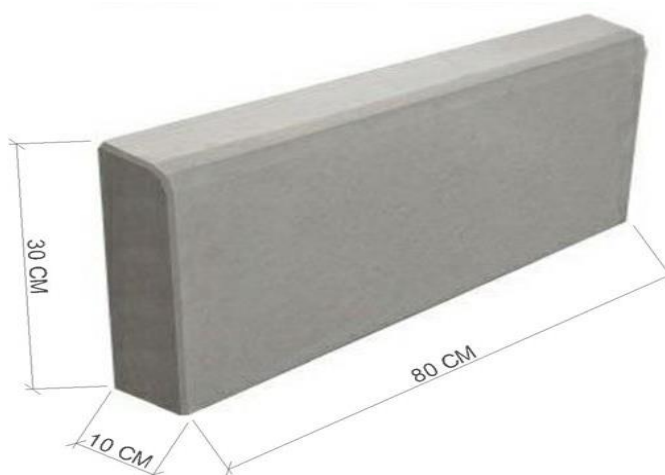
12 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos

e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios pré-moldados tipo 1, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado o meio-fio tipo 1 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 12 – Meio-fio pré-moldado tipo 1



13 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

13.1 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usadas os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura de faixas deve ser de 10cm para o eixo e 10cm para as bordas.

A espessura é de 0,06mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;

- A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35°C / temperatura do pavimento não superior a 40°C e umidade relativa do ar até 90%;
- A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem se necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- A tinta pode ser fornecida na cor Branca N9,5 e/ou amarela 10YT7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores “MUNSELL”.

13.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25mm, bitola #18, ou espessura de 1,50mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45cm. Devendo atender integralmente a NBR 11904(1) - Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3mm e com 3,5 metros de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

13.3 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE

As faixas de travessia de pedestres indicam as áreas da pista onde os pedestres devem executar a travessia, estabelecendo para aquele local a prioridade de passagem dos pedestres em relação aos veículos, exceto nos locais com sinalização semafórica de controle de passagem.

13.3.1 Características

Constitui-se de linhas paralelas, na cor branca, com largura de 40cm e espaçamento de 40cm entre as linhas, com um comprimento da faixa de travessia de 3m. A uma distância de 1,60m da faixa, deve haver a linha de retenção (LRE), com largura de 40cm, que indica ao condutor o local limite em que se deve parar o veículo.

A pintura da faixa deverá seguir as especificações técnicas do item sinalização viária: “pintura de faixas horizontais”, deste memorial.

Dona Emma (SC), 17 de maio de 2022.

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0