

PAVIMENTAÇÃO EM LAJOTA

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Atlântica
Imbituba – SC

Junho / 2024

SUMÁRIO

1	MUNICÍPIO.....	5
2	LOCALIZAÇÃO	6
3	INFORMATIVO DO PROJETO.....	7
4	NORMAS GERAIS DE TRABALHO	7
4.1	ABREVIATÓES.....	7
4.2	CONSIDERAÇÕES	8
4.3	SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA	9
4.4	RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS	10
5	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	11
6	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	11
7	SERVIÇOS PRELIMINARES.....	12
7.1	PLACA DE OBRA.....	12
7.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	12
7.3	LOCAÇÕES DE OBRA	14
7.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	14
7.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	14
7.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	15
8	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	15
8.1	CORTES.....	16
8.1.1	Generalidades.....	16
8.1.2	Equipamentos.....	16
8.1.3	Execução.....	17
8.1.4	Controle.....	17
8.2	ATERROS	17
8.2.1	Generalidades.....	17
8.2.2	Materiais	18
8.2.3	Equipamentos.....	18
8.2.4	Execução.....	19
8.3	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT).....	19
8.4	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO	19

9	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO	19
9.1	GRANULOMETRIA	20
9.2	LIMITE DE LIQUIDEZ	20
9.3	ÍNDICE DE PLASTICIDADE	20
9.4	ÍNDICE DE GRUPO	20
9.5	ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)	20
9.6	EXPANSÃO (%)	20
9.7	RESULTADOS DOS ENSAIOS	21
10	ESTUDO DE TRÁFEGO	24
10.1	OS EIXOS	24
10.2	DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO	26
10.3	FATOR VEÍCULO.....	27
10.4	CÁLCULO DO NÚMERO N	27
10.5	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	27
10.5.1	Espessura do Revestimento	28
10.5.2	Aplicação do Dimensionamento.....	29
11	ESTUDO HIDROLÓGICO.....	31
11.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO	31
11.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	31
11.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	32
11.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO RUNNOFF	33
11.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	33
11.6	PERÍODO DE RETORNO	34
11.7	DADOS PLUVIOMÉTRICOS	34
11.8	DADOS COLETADOS	34
11.9	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF.....	41
12	CÁLCULO DAS GALERIAS.....	47
12.1	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE.....	47
12.2	VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO.....	47
12.3	INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA.....	47

12.4	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	47
12.5	ÁREA MOLHADA	48
12.6	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	49
12.7	TEMPO DE ESCOAMENTO	49
12.8	CÁLCULO DA TUBULAÇÃO	50
12.8.1	Processos Construtivos	51
12.8.2	Forma de Assentamento de Tubos	51
12.8.3	Tubos Circulares de Concreto	52
12.9	CÁLCULO DAS SARJETAS	53
12.9.1	Convenções de Cálculo de Canais Triangulares	54
12.10	CÁLCULO DAS BOCAS DE LOBO	56
12.11	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS	56
13	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO	59
13.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	59
13.2	CAIXAS DE INSPEÇÃO	59
13.3	CAIXAS DE JUNÇÃO	60
14	ESTUDO TOPOGRÁFICO	60
15	ESTUDO DO TRAÇADO	61
16	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	61
16.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	62
16.1.1	Materiais	62
16.1.2	Equipamento	62
16.1.3	Execução	62
16.1.4	Controle Tecnológico	63
16.2	CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)	63
16.2.1	Materiais	64
16.2.2	Equipamentos	65
16.2.3	Execução	65
16.2.4	Controle Tecnológico	67
16.3	CAMADA DE BRITA GRADUADA	67
16.3.1	Materiais	68

16.3.2	Equipamentos.....	69
16.3.3	Execução.....	69
16.3.4	Controle Tecnológico	70
16.4	CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO).....	72
16.4.1	Materiais	73
16.4.2	Equipamentos.....	74
16.4.3	Execução.....	74
16.4.4	Controle Tecnológico	76
16.5	LAJOTAS HEXAGONAIS DE CONCRETO.....	76
16.5.1	Características.....	76
16.5.2	Execução.....	76
17	CALÇADA EM CONCRETO.....	78
18	MEIO-FIO	79
19	SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	80
19.1	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	80
19.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	81
20	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES	82
20.1	CARACTERÍSTICAS.....	82
21	ACESSIBILIDADE	82
21.1	PISO TÁTIL DE ALERTA	82
21.2	RAMPA DE ACESSO ANTERIOR.....	83

1 MUNICÍPIO

Imbituba (Figura 1) é um município brasileiro do estado de Santa Catarina, localizado no litoral Sul, a 90 km de Florianópolis, capital do estado, entre as coordenadas 28°14'24" Sul e 48°40'13" Oeste, estando a uma altitude média de 30 metros. O principal acesso ao município se dá pela Rodovia BR-101.

Figura 1 – Vista aérea do município de Imbituba



Fonte: Cidades em fotos (2022).

A Capitania de Santana surgiu no ano de 1534, quando as terras brasileiras foram divididas em capitanias. Os padres missionários Antônio Araújo e Pedro da Mota, chegaram a Imbituba em 1622, com o objetivo de catequizar os índios Carijós, fixando-se onde hoje está o Santuário de Santa Ana, em Vila Nova, permaneceram ali até 1624. Em 1923, Imbituba obteve sua primeira emancipação político-administrativa, sendo que em 6 de outubro de 1930, o município foi extinto pelo governador provisório do Sul de Santa Catarina. Apenas em 21 de junho de 1958, ocorreu sua segunda emancipação, sendo instalado em 5 de agosto de 1958.

O município possui uma população estimada de 45.711 habitantes (IBGE, 2021), em uma área de 181,577 km².

O topônimo "Imbituba" provém do indígena "Embetuba" ou "Imbituba" que significa região com imensa quantidade de Imbé, uma espécie de cipó escuro-roxo, muito resistente, usado para confecção de cordas.

Imbituba é considerada a capital nacional da Baleia-Franca e se destaca pelos esforços na conservação da espécie, com o Museu da Baleia como um de seus principais atrativos turísticos. Construído na antiga armação baleeira, traz equipamentos e instrumentos utilizados na caça e resgata a história da atividade, recebendo pesquisadores e visitantes do mundo todo. A cidade possui nove praias, que oferecem a observação de baleias como atividade turística no inverno, de julho a novembro, e se destacam pela qualidade das águas, garantia certificada pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

O comércio local oferece uma variedade de lojas de diferentes segmentos, tendo como destaque vestuário e calçados. Hoje, a cidade se apresenta como uma das regiões mais promissoras do Estado, contribuindo com o desenvolvimento econômico através do Porto de Imbituba e do distrito industrial. O município possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 45.060,37 (IBGE, 2019) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,765 (IBGE, 2010).

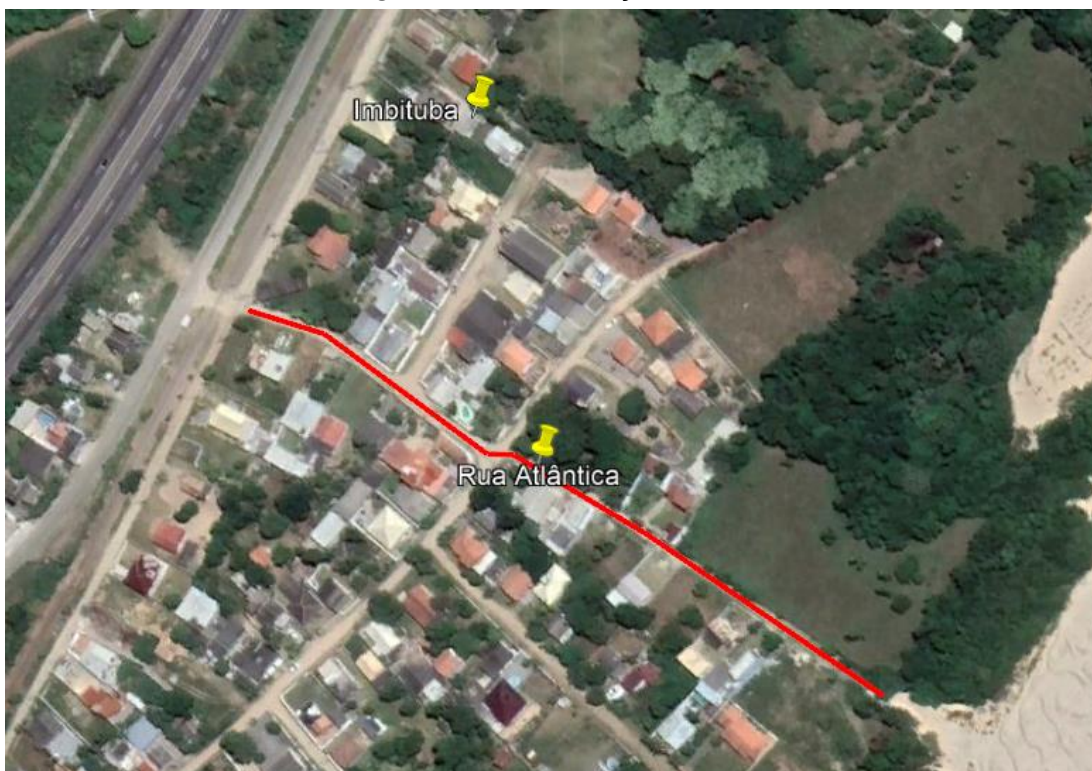
2 LOCALIZAÇÃO

Figura 2 – Localização do município de Imbituba



Fonte: Wikipedia (2022).

Figura 3 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2022).

3 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 296,13 metros com largura total de 8,00 metros, composta por uma pista simples de lajota com largura de 6,00 metros, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,00 metros, e calçada em concreto estampado, em ambos os lados, com largura de 1,50 e 0,5 metros.

4 NORMAS GERAIS DE TRABALHO

4.1 ABREVIACÕES

Onde na documentação contratual forem empregados os termos e abreviações abaixo, deverão ser interpretados como a seguir indicado.

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

DER-SC	Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR	Norma Brasileira.

4.2 CONSIDERAÇÕES

A empresa CONTRATADA vencedora da licitação deverá submeter-se à FISCALIZAÇÃO e aos projetos apresentados.

Os serviços deverão obedecer ao traçado, cotas, seções transversais, dimensões, tolerância e exigências de qualidade dos materiais indicados pela FISCALIZAÇÃO nos Projetos e nas Especificações de Serviços. Embora as medições, amostragem e ensaios possam ser considerados como evidência dessa observação, ficará a exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO, julgar se os serviços e materiais apresentam desvio em relação ao projeto e às suas especificações de serviços. Sua decisão, quanto aos desvios permissíveis dos mesmos, deverá ser final.

A CONTRATADA será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços.

A CONTRATADA deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato.

Todo o pessoal da CONTRATADA e/ou das empresas subcontratadas deverá possuir habilitação e experiência para executar adequadamente os serviços que lhe forem atribuídos.

A CONTRATADA deverá fornecer equipamentos do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para executar satisfatoriamente os serviços. Todos os equipamentos usados deverão ser adequados de modo a atender as exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos. A FISCALIZAÇÃO poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.

Todos os materiais utilizados devem estar de acordo com as especificações. Caso a FISCALIZAÇÃO julgue necessário, poderá solicitar da CONTRATADA a apresentação de informações, por escrito, dos locais de origem dos materiais acompanhados, e quando necessário, dos ensaios de laboratório.

A CONTRATADA deverá efetuar todos os controles necessários para assegurar que a qualidade dos materiais empregados está em conformidade com as especificações. Os ensaios e verificação a seu cargo serão executados pelo laboratório designado pela CONTRATADA ou, quando necessário e justificado, pelo laboratório designado pela FISCALIZAÇÃO.

4.3 SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA

A CONTRATADA deverá, durante a obra, tomar o necessário cuidado em todas as operações de uso de equipamentos para proteger o público e para facilitar o tráfego. Nos locais onde os projetos exigirem que qualquer base, revestimento ou pavimento sejam construídos, deverão ser feitos em uma faixa de cada vez e a faixa que não estiver sendo utilizada pelas obras deverá ser aberta ao tráfego público, sob controle e direção única alternadamente, visando tão somente facilitar o tráfego.

Se a CONTRATADA julgar conveniente poderá, com a prévia da FISCALIZAÇÃO, e sem remuneração extra, utilizar e conservar variantes para desviar o tráfego do local das obras e serviços.

Quando a FISCALIZAÇÃO exigir, a CONTRATADA deverá fornecer sinalizadores, a fim de possibilitar passagem do tráfego, sob o controle de direção única. Essa exigência também não gerará nenhum tipo de remuneração extra.

Só será permitida a circulação de qualquer equipamento carregado durante o tempo de realização das obras, com no máximo 25 toneladas brutas. Passagens isoladas de equipamentos com peso superior ao permitido, só serão autorizadas com a prévia anuência da FISCALIZAÇÃO.

Não será permitido o derramamento de materiais resultantes de operação de transporte ao longo das vias públicas. Acontecendo tal infração, os mesmos deverão ser imediatamente removidos pela e as expensas da CONTRATADA.

As operações de construção e/ou serviço deverão ser executadas de tal forma, que causem o mínimo possível de transtornos e incômodo às propriedades vizinhas, às obras ou serviços.

A CONTRATADA deverá, prontamente, instalar e manter as barreiras necessárias, sinais vermelhos, sinais de alerta e perigo, sinalização de desvios e

outros, em número suficiente, bem como tomar todas as demais precauções necessárias para a proteção do seu trabalho e segurança do público.

4.4 RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS

A FISCALIZAÇÃO deverá decidir as questões que venham a surgir quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais usados na obra/serviço, do andamento, da interpretação dos projetos e especificações e ao cumprimento satisfatório das cláusulas do Contrato.

É vedado o início de qualquer operação de relevância sem o consentimento por escrito da FISCALIZAÇÃO ou sem a notificação por escrito da empresa CONTRATADA, apresentada com antecedência suficiente para que a FISCALIZAÇÃO tome as providências de inspeção antes do início das operações. Os serviços/obras iniciados sem a observância destas exigências poderão ser rejeitados pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO terá livre acesso aos trabalhos durante a execução do serviço/obra, e deverá ter todas as facilidades razoáveis para poder determinar se os materiais e mão de obra empregada são compatíveis com as especificações.

Até que a FISCALIZAÇÃO não seja notificada por escrito sobre a aceitação e entrega final dos serviços/obras, a CONTRATADA será responsável pela conservação dos mesmos e deverá tomar as precauções contra prejuízos ou danos que possam ser causados por qualquer tipo de ação proposital, e os danos deverão ser reparados ou restaurados pela CONTRATADA, exceto os involuntários ou imprevisíveis fora do controle humano.

A empresa CONTRATADA só poderá usar materiais previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO e não deverá executar qualquer serviço/obra antes que as cotas e alinhamentos tenham sido satisfatoriamente estabelecidos. Os serviços/obras executados com materiais fora das especificações/normas/projetos deverão ser removidos, substituídos ou reparados, obedecendo às instruções e a maneira que a FISCALIZAÇÃO determinar, tudo por conta da CONTRATADA.

A CONTRATADA não deverá realizar qualquer serviço/obra de remoção, desvio ou reconstrução de serviços de utilidade pública, antes de consultar a FISCALIZAÇÃO, companhias de serviços públicos, autoridades e proprietários, a fim

de determinar a sua localização exata. A CONTRATADA deverá notificar por escrito as entidades acima mencionadas, da natureza de qualquer serviço que possa afetar suas instalações, serviços ou propriedades.

Quando o desvio ou substituição dos serviços de utilidade pública não for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras como projetados, mas for feita por única conveniência da CONTRATADA, a mesma responderá por todos os custos incidentes no desvio ou substituição. Quando a relocação ou substituição dos serviços de utilidade pública for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras, como projetado, o Município de Imbituba, responderá pelos custos decorrentes da substituição.

Antes do recebimento final dos serviços a via urbana deverá ser limpa. Todas as obras de artes, valetas e dispositivos de drenagem superficial, deverão ser limpos e conservados de quaisquer depósitos resultantes do serviço até que a inspeção final tenha sido feita.

5 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 o engenheiro responsável e mestre de obras.

Para a composição deste custo considera-se que o engenheiro compareça a obra 5 h por semana e o topógrafo 10 h por semana, considerando que o mês tem em média 4,4 semanas (22 dias úteis no mês/5 dias úteis na semana), a composição deste 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.

6 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 Tubarão, retirada pelo Google Earth, que dá cerca de 45 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:

- Escavadeira hidráulica;
- Motoniveladora;
- Pá carregadeira;
- Rolo compactador de cilindro liso;
- Rolo compactador de cilindro pé de carneiro;
- Trator de esteira.

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

- Caminhão basculante;
- Caminhão pipa.

7 SERVIÇOS PRELIMINARES

7.1 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 3,00 x 1,50 m. A placa deverá ser confeccionada em chapas metálicas planas, resistente às intempéries.

Figura 4 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:
proporção de 8X x 4X.

Área do nome da obra (A):

- Cor de fundo: verde - Pantone 3425C.
- Fonte: Rawline Bold, caixa alta e baixa.
- Cor da fonte: branca.

Área de informações da obra (B):

- Cor de fundo: verde - Pantone 370C.
- Fonte: Rawline Regular, caixa alta e baixa.
- Cor da fonte: amarela - Pantone 116C e Branca.

Espaço entre linhas:

1 vez o tamanho do corpo da letra.
Exemplo: corpo 60/60.

Espaço entre letras:

o espaçamento entre letras é 20.

Área das assinaturas (C):

- Cor de fundo: branca.
- As assinaturas devem estar centralizadas.

A denominação "Ministério do(a)" ou "Secretaria do(a)" deve estar em Rawline Semibold e o nome do ministério ou secretaria deve estar em Rawline Black, espaçamento entre letras é -40.

Fonte: Governo Federal (2023).

7.2 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 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 5 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1 x 0,50 m.



7.3 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 máximo de 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.

7.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

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

7.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

7.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

8 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 o 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 15 cm, 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 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;

- 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 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

8.1 CORTES

8.1.1 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 botaforas. 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%.

8.1.2 Equipamentos

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

8.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão 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 no 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 ($\text{CBR} < 4\%$) 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.

8.1.4 Controle

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

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

8.2 ATERROS

8.2.1 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.

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

8.2.3 Equipamentos

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

8.2.4 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 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

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 do Município.

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

8.3 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

- Escavação e carga de material de 1ª categoria para execução dos taludes até o greide projetado, empolado em 25% e DMT de 7,6 km (Distância do bota-fora);
- Transporte do volume proveniente da escavação da carga de material de 1ª categoria para reaproveitamento na execução do aterro, empolado em 25% e DMT de 0,1 km (Distância do bota-espera);
- Para transporte do volume de material britado, DMT de 7,9 km (Distância da Jazida de material britado mais próxima).

8.4 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.

9 ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico e geotécnico faz parte da ciência que define os parâmetros do solo ou rocha através de ensaios como sondagem podendo ser a percussão ou a trado, ensaio de campo ou ensaio de laboratório.

É de reconhecimento geral que o projeto de uma estrutura de engenharia, por mais modesta que seja, requer o adequado conhecimento das condições do subsolo no local onde será construída, assim como também é necessário o conhecimento das áreas que servirão de jazida para fornecimento de solos granulares e rochas que servirão como materiais de construção.

Para definir as características do subleito para execução do pavimento, foram efetuados ensaios de caracterização conforme DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94.

As tabelas com os resultados dos ensaios apresentam uma análise estatística dos valores descritos a seguir.

9.1 GRANULOMETRIA

A granulometria é a proporção relativa, em porcentagem, dos diferentes tamanhos de grãos que constituem o agregado.

9.2 LIMITE DE LIQUIDEZ

É o valor de umidade no qual o solo passa do estado líquido para o estado plástico.

9.3 ÍNDICE DE PLASTICIDADE

É o valor que determina o caráter de plasticidade de um solo, quanto maior o IP, mais plástico será o solo.

9.4 ÍNDICE DE GRUPO

Parâmetro obtido em função dos três ensaios acima.

9.5 ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)

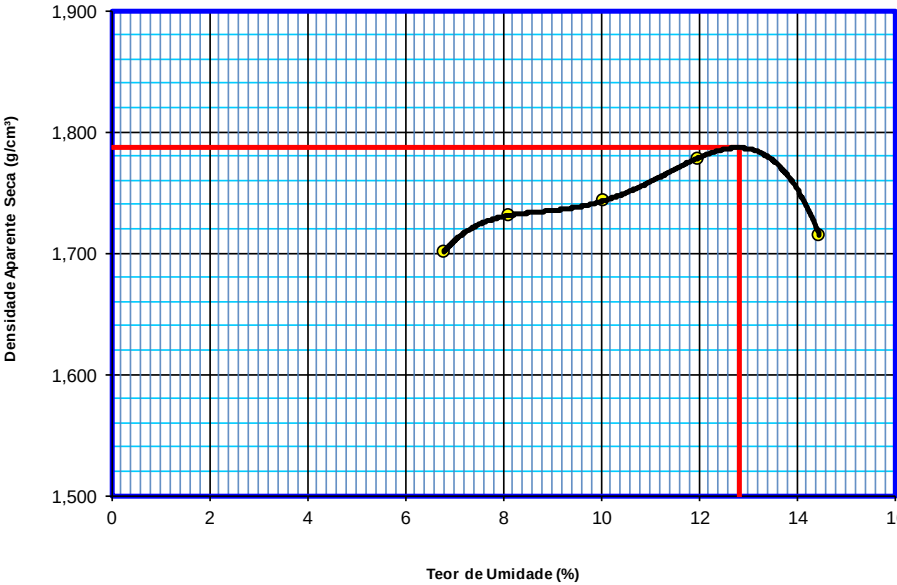
Este ensaio expressa a relação entre a resistência à penetração de um cilindro padronizado em uma amostra do solo compactado e a resistência do mesmo cilindro em uma pedra brita padronizada.

9.6 EXPANSÃO (%)

Esse ensaio tem como objetivo principal conhecer os valores de expansão dos argilominerais constituintes dos olhos finos, hierarquizando os solos.

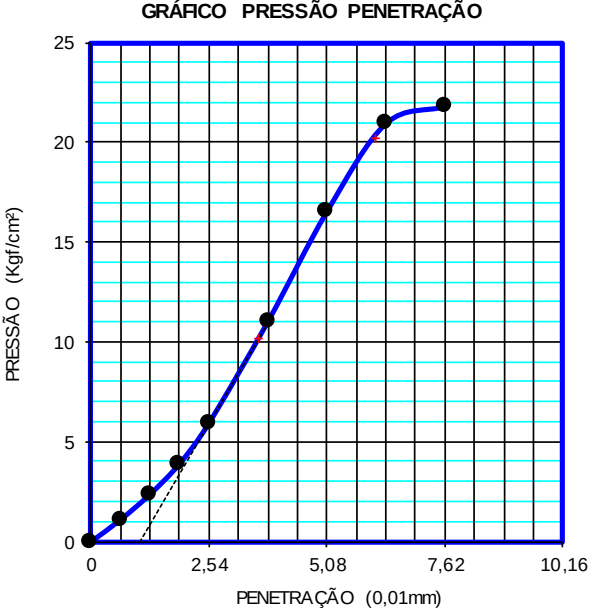
9.7 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Tabela 1 – Compactação e Umidade – Furo 62

 GEOMAPA Engenharia			LABORATÓRIO DE SOLOS		
			COMPACTAÇÃO DE SOLOS		
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA
Rua Atlântica				SUBBASE	
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO
	AREIA	NORMAL		LUCAS	
COMPACTAÇÃO					
Cilindro nº	9	9	9	9	9
Água Adicionada (ml)	180	240	300	360	420
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3.830	3.887	3.936	4.011	3.982
Peso do Cilindro (g)	1.945	1.945	1.945	1.945	1.945
Peso do Solo Úmido (g)	1.885	1.942	1.991	2.066	2.037
Volume do Cilindro (cm³)	1.038	1.038	1.038	1.038	1.038
Densidade Aparente Úmida (g/cm³)	1,817	1,872	1,918	1,991	1,963
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Cápsula nº	17	117	35	15	113
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	76,46	79,16	88,84	85,74	110,93
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	73,36	75,27	83,21	79,55	100,47
Peso da Água (g)	3,10	3,89	5,63	6,19	10,46
Peso da Cápsula (g)	27,71	27,45	27,23	27,84	28,12
Peso do Solo Seco (g)	45,65	47,82	55,98	51,71	72,35
Teor de Umidade (%)	6,8	8,1	10,1	12,0	14,5
Umidade Adotada (%)	6,8	8,1	10,1	12,0	14,5
Densidade Aparente Seca (g/cm³)	1,701	1,731	1,743	1,778	1,715
DENSIDADE APARENTE					
					
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,787		UMIDADE ÓTIMA (%)	
				12,8	

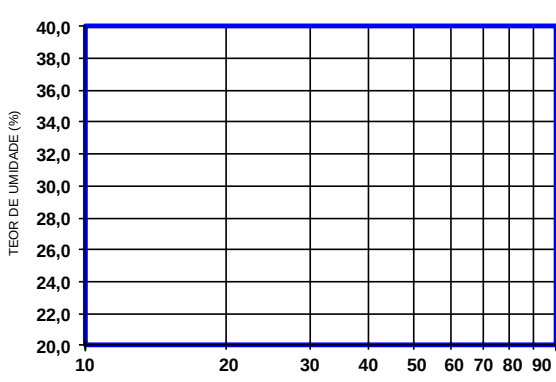
Fonte: Geomapa (2022).

Tabela 2 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 62

 GEOMAPA Engenharia				LABORATÓRIO DE SOLOS			
				ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			
OBRA/TRECHO				PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA
Rua Atlântica						SUBBASE	
ESTACA/POSIÇÃO		MATERIAL		ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO
		AREIA		NORMAL		LUCAS	
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		04	103	92	26	01	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		94,86	100,60	79,67	84,24	269,50	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		94,35	99,92	74,30	78,09	266,00	
Peso da Água (g)		0,51	0,68	5,37	6,15	3,50	
Peso da Cápsula (g)		27,78	28,02	28,04	27,77	207,00	
Peso do Solo Seco (g)		66,57	71,90	46,26	50,32	59,00	
Teor de Umidade (%)		0,8	0,9	11,6	12,2	5,9	
Umidade Média (%)		0,85		11,9			
UMID. ÓTIMA (%)	12,84	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	594,51	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA				EXPANSÃO			
MOLDAGEM			ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		112,500	
Cilindro nº			4	DATA	Tempo	Leitura	Expansão
Água Adicionada (ml)			594,51		Decorrido	Deflet.	(%)
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)			9497,3		(Dias)	(mm)	
Peso do Cilindro (g)			5422,2	Dia 00	0		0,00
Peso do Solo Úmido (g)			4075,1	Dia 01	1		0,00
Volume do Cilindro (cm³)			2041,41	Dia 02	2		0,00
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)			1,9960	Dia 03	3		0,00
Densid. Aparente Seca (g/cm³)			1,7840	Dia 04	4	0,02	0,02
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel			0,08471				
Tempo	Penet.	Leitura	Pressão				
(min.)	(mm)	0,001mm	(kgf/cm²)				
0,5	0,635	13	1,1				
1	1,27	28	2,4				
1,5	1,905	46	3,9				
2	2,54	70	5,9				
3	3,81	130	11,0				
4	5,08	195	16,5				
5	6,35	247	20,9				
6	7,62	257	21,8				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura	Pressão		I.S.C.				
(mm)	Aplic.	Corrigida	(%)				
2,54	5,93	10,17	14,5				
5,08	16,52	20,19	19,2				
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO							
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,787	H. ÓT. (%)=	12,84	I.S.C. (%)=	19,15	Exp. (%)	0,02

Fonte: Geomapa (2022).

Tabela 3 – Caracterização do solo – Furo 62

 GEOMAPA Engenharia		LABORATÓRIO DE SOLOS			
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS					
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA
Rua Atlântica				SUBBASE	
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO
	ARBA	NORMAL		LUCAS	
LIMITE DE LIQUIDEZ					
Cápsula nº					
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)					
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)					
Peso da Água (g)					
Peso da Cápsula (g)					
Peso do Solo Seco (g)					
Teor de Umidade (%)					
Nº de golpes	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Cápsula nº					
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)					
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)					
Peso da Água (g)					
Peso da Cápsula (g)					
Peso do Solo Seco (g)					
Teor de Umidade (%)					
Valor aceito?	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA					
UMIDADE HIGROSCÓPICA		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	2,00	Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	103,70	(pol)		Passando (g)	Acumulada
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	102,94	3/4"	0,00	1485,18	100,0
Peso da Água (g)	0,76	3/8"	0,00	1485,18	100,0
Peso da Cápsula (g)	27,91	nº4	0,00	1485,18	100,0
Peso do Solo Seco (g)	75,03	nº10	3,09	1482,09	99,8
Teor de Umidade (%)	1,00	nº 40	0,52	98,52	99,3
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	98,52	99,3
Amostra total seca (g)	1485,18	nº 200	95,39	3,13	3,2
Amostra total úmida (g) (fina)	100,03		RESUMO DOS RESULTADOS		
Amostra total seca (g)	99,04				
LIMITE DE LIQUIDEZ 			LIMITE DE LIQUIDEZ (%)	NL	
			LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	ERRO	
			ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	NP	
			%PASSANDO # 4,8mm	100,0	
			%PASSANDO # 2,0mm	99,8	
			%PASSANDO # 0,42mm	99,3	
			%PASSANDO # 0,074mm	3,2	
			CLASSIFICAÇÃO HRB	A3	
			ÍNDICE DE GRUPO	0	
			Obs:		

Fonte: Geomapa (2022).

10 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e consequentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

10.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);
- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;

- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 4 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simples de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

Para o cálculo, foi estimada a quantidade de veículos, em um período de 24 horas, nos dois sentidos da via, considerando que é uma via residencial com tráfego leve de veículos.

Tabela 5 – Contagem de veículos

Categorias	Contagem de Veículos para duas faixas (24h)	Veículos por Faixa (24h)	pv (%)
Veículos Leves	300	150,0	90,9%
Ônibus	8	4,0	2,4%
Caminhão Leve	22	11,0	6,7%
Caminhão Médio	0	0,0	0,0%
Reboque SST	0	0,0	0,0%
$V_0 = 330 \text{ V/d}$			

Fonte: Geomapa (2022).

A partir dos dados estimados, é possível gerar um resumo de cargas por classificação de cálculo, juntamente com seus respectivos FVIs:

Tabela 6 – Carga máxima por eixo

Categorias	Configuração de Veículo	Carga Máxima por Eixo		Fvi = $\sum$ FEO*
		Eixo Dianteiro	Eixo Traseiro	
Veículos Leves		1,0 T	1,0 T	0,0008
Ônibus		6,0 T	10,0 T	3,2
Caminhão Leve		8,0 T	10,0 T	4
Caminhão Médio		6,0 T	17,0 T	7,2
Reboque SST		6,0 T 10,0 T	25,5 T	13,08

10.2 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO

$$V_t = 365 \cdot V_i \cdot [(1 + tg)^P - 1] / tg$$

tg =	4%
Tr =	10 Anos

V_t =	1.449.493
V_t =	1,45,E+06

Cálculo do fator para determinação do valor N para dimensionamento do pavimento (conforme método indicado).

Dados:

- V_t = Volume Atual de Veículo/dia;
- V_i = Quantidade de veículos totais por dia;
- Taxa de crescimento (tg) = 4% a.a.;
- Período de Projeto (P) = 10 anos;
- VT = 1,45*10⁶ veículos/10 anos;
- Fator Climático = de 800 a 1500 (mm).

10.3 FATOR VEÍCULO

Para a determinação do Fator Veículo total (FV), é feita uma relação entre a razão da proporção de cada veículo em relação ao total e o Fvi de cada tipo de veículo considerado:

Categorias	pv (%)	Fvi	Fvi . pv
Veículos Leves	90,9%	0,0008	0,00073
Ônibus	2,4%	3,2	0,07758
Caminhão Leve	6,7%	4	0,26667
Caminhão Médio	0,0%	7,2	0,00000
Reboque SST	0,0%	13,08	0,00000
FV = $\sum(Fvi.pv)$			0,34497

10.4 CÁLCULO DO NÚMERO N

Para o cálculo do número N, será utilizada a seguinte expressão:

$$N = Vt * Fv * Fr$$

Onde:

- Vt = Quantidade de veículos em 10 anos;
- Fv = Somatório da multiplicação Fvi e da proporção por veículo;
- Fr = Fator climático.

Portanto:

$$N = 1.449.493 * 0,34497 * 1 = \mathbf{500.031,20} = \mathbf{5,00 * 10^5}$$

Dessa forma, o tráfego é considerado **LEVE**.

10.5 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 à maior profundidade dos estudos de solo, fazendo com que o dimensionamento se resuma da forma mais precisa possível.

Com o número N de solicitações ao tráfego de 5×10^5 e com os valores obtidos nos ensaios de resistências dos solos *California Bearing Ratio* (CBR), executados sobre as amostras coletadas no trecho, foram determinados os seguintes fatores:

O material de subleito deve apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um CBR maior ou igual a 4%, caso não apresente, será necessário fazer o reforço de subleito, conforme indicado no estudo geológico e geotécnico.

10.5.1 Espessura do Revestimento

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

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

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

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 $1,5 \cdot 10^6$ 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 a um mínimo as deformações verticais permanentes.

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

10.5.2 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 de CBR do subleito, é determinada, através da Tabela a seguir, a espessura de material puramente granular (H_{BG}) correspondente a 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 ($KB= 1,65$). Recomenda-se que, para as vias de tráfego pesado, seja

adotada a execução de bases com materiais mais nobres, 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:

- 20 cm para materiais com diâmetro máximo do agregado de 150 mm (6") e entre 5% e 25% de material retido na peneira de 127 mm (5") (macadame seco se encaixa nessas especificações);
- 15 cm para materiais puramente granulares;
- 10 cm para materiais tratados com cimento.

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

Na Tabela a seguir, retirada da IP06, são definidas as espessuras do subleito em função de N e do CBR.

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 ³)	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			

Mín. 15

Como o **CBR do projeto é de 19,15%** e o número N se dá na ordem de $5 \cdot 10^5$, será utilizada sub-base de macadame ou saibro de **20 cm de espessura** (mínimo para materiais com diâmetro máximo de 150 mm (6") e entre 5% e 25% retido na peneira de 127 mm (5")), desde que esse material tenha um **CBR mínimo de 40%**.

Como solução adotada e verificada em dimensionamento, será utilizado revestimento de lajota com 8 cm de espessura, 5 cm de colchão de areia para assentamento do revestimento, 15 cm de brita graduada simples (BGS) com $\text{CBR} > 60\%$ como base, e 11 cm de macadame seco.

Desta forma, são definidas as camadas do pavimento de projeto no resumo a seguir:

Resumo	
Material	Espessura (cm)
Lajota	8
Areia	5
Base (BGS $\text{CBR} \geq 60\%$)	15
Sub-base (Macadame Seco)	11

11 ESTUDO HIDROLÓGICO

11.1 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 desenvolvida a identificação das áreas de drenagem em visita de campo e se inventariaram os dados hidrológicos da região fornecidos por órgãos oficiais e levantamento em campo.

11.2 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 6 – Áreas de contribuição das bacias



Fonte: Geomapa (2022).

11.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O projeto de drenagem consiste na definição e dimensionamento das estruturas, e tem por objetivo permitir que as águas provenientes das chuvas sejam escoadas do pavimento, e que as 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 de definir os 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.

11.4 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 7 – 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).

11.5 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, fazendo uso do 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 apresente tempo de concentração inferior a este valor, será adotado um t_c de 5 minutos.

11.6 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 essa variável muda conforme a aplicação para a qual é projetada.

Para o dimensionamento do sistema de macrodrenagem da via, o período de retorno adotado será de 10 anos, devido à 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 2848007, localizada no município de Imbituba/SC. Essa estação está localizada próxima à via licitada, e a operadora responsável pelos dados obtidos é a EPAGRI-SC.

11.7 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Visando caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência na região em estudo, foram utilizados dados provenientes da ANA em uma estação pluviométrica no município de Imbituba/SC, próxima a localidade. Além disso, foram utilizados os dados de Fendrich (2003) para a determinação das constantes da equação geral Intensidade-Duração-Frequência (IDF).

11.8 DADOS COLETADOS

Para a coleta de dados, foi considerado um período de observação de 1996 até 2020 (25 anos). Alguns meses não obtiveram contagem, que foram desconsiderados. Foram estudadas as médias, mínimas e máximas precipitações, dias de chuva e máximas diárias, coletadas pela seguinte estação.

Tabela 8 – Dados da Estação Pluviométrica

Código	2848007
Nome Estação	IMBITUBA
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	84 - RIOS TUBARÃO, ARARANGUÁ E
Rio	
Estado	SANTA CATARINA
Município	IMBITUBA
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI-SC
Latitude	-28.2767
Longitude	-48.7003
Altitude (m)	7
Área de Drenagem (Km²)	
Fonte: ANA (2022).	

Tabela 9 – Alturas Pluviométricas Totais Mensais

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS TOTAIS MENSAIS														
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		Lat: -28,28												
Estação: 2848007		Long: -48,70												
Local: Imbituba		UF: SC			Altitude: 7,00									
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MÁXIMA
1996	232,5	138,5	375,5	159,8	53,4	177,5	119,6	108,9	244	173	108,9	115,9	2.007,50	375,50
1997	378,3	361,2	88	71,7	90,9	116,2	185,1	231,4	124	243,5	151,8	79,5	2.121,60	378,30
1998	200,4	365,3	183	107	104,9	100,8	106,7	138,3	189,7	135,5	94,8	296,9	2.023,30	365,30
1999	125	109	97,5	147,6	41,6	65,4	117,1	33,6	55,3	115,5	124,4	80,8	1.112,80	147,60
2000	105,7	204,3	87,2	222,8	35,4	96,4	44,3	43,8	186,3	156,4	95,9	28,4	1.306,90	222,80
2001	128,6	317,6	77,7	71,6	117,5	109,6	129,3	26,7	182	170,5	162,6	131,9	1.625,60	317,60
2002	226,9	56,3	136,7	105,6	52,6	101	91,5	101,2	97	174,4	137,6	114,2	1.395,00	226,90
2003	37,8	97,5	166,7	73	46,3	62,9	40,8	12,9	100,2	81	119,9	189	1.028,00	189,00
2004	76,2	58,9	116,8	105	202,1	79,5	78,8	17,1	323,4	66,5	124,6	146	1.394,90	323,40
2005	65,9	90,9	138,1	64,4	137,2	21,2	77,4	248,9	216,5	198,3	70,1	59,5	1.388,40	248,90
2006	147,6	71,2	128,9	97,1	64,3	34,5	79,1	87	28,1	58	315,2	52,1	1.163,10	315,20
2007	73,7	104,1	196,4	130,8	98,6	14,7	129,7	77,9	126	84,3	93,7	94,1	1.224,00	196,40
2008	185,8	400,9	118,5	138,5	114,1	73,6	6,3	62,5	156,6	223,1	400,2	88	1.968,10	400,90
2009	228	87,6		196,8	64,1	30,4	110,5	177,4	288,2	85,3	173,5	153	1.594,80	288,20
2010	234,4	45,5	242,8	217,2	420,7	114,9	60,1	54,5	147,4	96,7	152,4	87,1	1.873,70	420,70
2011	267,9	136,1	221,2	26,2	55,7	60,3	182,3	417,6	136,6	65,9	41,6	168,5	1.779,90	417,60
2012	181,6	38,8	23,6	67,7	110,9	164,9	85,7	37,1	127,1	161	218,1	105,6	1.322,10	218,10
2013	65,1	189,6	300,9	166,8	35,7	71,7	57,3	266,9	193,5	71,1	86,3	118,5	1.623,40	300,90
2014	228,5	160,6	162,2	118,9	77,7	224,8	68	102,6	118,3	81,2	32,3	130,2	1.505,30	228,50
2015	165,5	120	174,7	78,5	204,6	84,6	285	103,5	234,3	277,3	171	107,1	2.006,10	285,00
2016	101,8	301,4	236,1	134,5	48,2	25,2	113,3		107	169	35,5	308,7	1.580,70	308,70
2017	107,2	57,5	143,5	97,4	250,6	159,6		88,6	47,5	89,4	74,7	151	1.267,00	250,60
2018	199,5	32,3	100	60,4	56,8	89,1	125,9	78,8	175,7	100,6	122,1	157,3	1.298,50	199,50
2019	97,7	212,8	164,5	152	325,4	39,1	108,7	14,6	44,8	159,1	87,1	75,2	1.481,00	325,40
2020	225,6		62,9	34,3	12,9	95,1	108,8	85,3	174,1	117,4	95,3	301,8	1.313,50	301,80
MÉDIA	163,49	156,58	155,98	113,82	112,89	88,52	104,64	109,05	152,94	134,16	131,58	133,61	1.548,29	288,07
MÍNIMA	37,80	32,30	23,60	26,20	12,90	14,70	6,30	12,90	28,10	58,00	32,30	28,40	1.028,00	147,60
MÁXIMA	378,30	400,90	375,50	222,80	420,70	224,80	285,00	417,60	323,40	277,30	400,20	308,70	2.121,60	420,70
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									

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 10 – Quantidade de dias de chuvas

NÚMERO DE DIAS DE CHUVA													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		Estação 2848007		UF: SC		Lat: -28,28		Long: -48,70		Altitude: 7,00			
ANO	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1996	21	15	24	21	12	15	14	10	23	23	16	18	212
1997	23	18	17	15	11	15	18	9	18	21	17	12	194
1998	18	15	14	11	6	8	12	13	16	14	7	7	141
1999	13	14	14	16	13	8	16	6	9	16	15	10	150
2000	14	15	10	4	10	8	8	5	12	14	13	7	120
2001	11	17	11	11	8	7	9	4	15	10	11	10	124
2002	15	15	11	16	7	13	9	12	10	17	16	15	156
2003	10	12	15	9	5	10	9	4	9	10	8	12	113
2004	14	12	14	12	14	8	10	5	10	10	11	14	134
2005	7	9	12	11	9	6	10	7	16	14	11	10	122
2006	16	13	10	8	7	6	8	8	9	10	15	6	116
2007	10	14	13	11	12	4	6	4	11	13	12	10	120
2008	20	15	13	10	5	11	3	10	11	17	20	8	143
2009	9	8		10	9	5	9	12	16	10	8	9	105
2010	15	7	15	14	21	11	7	4	9	11	11	7	132
2011	19	15	14	5	7	10	9	13	7	10	6	8	123
2012	11	4	5	11	7	9	10	6	9	13	8	9	102
2013	10	14	15	7	4	10	7	12	10	7	7	14	117
2014	15	10	12	11	11	16	9	7	17	5	7	11	131
2015	12	14	10	8	11	7	14	4	12	17	17	12	138
2016	9	13	8	7	4	2		6	2	9	5	10	75
2017	6	3	11	11	15	11		7	4	6	7	13	94
2018	9	8	15	7	7	7	8	6	16	10	7	12	112
2019	9	12	10	11	19	4	6	2	7	15	12	5	112
2020	14		3	5	3	6	8	5	10	12	11	18	95
MÉDIA	13,2	12,2	12,3	10,5	9,5	8,7	9,5	7,2	11,5	12,6	11,1	10,7	127,2
MÍNIMA	6	3	3	4	3	2	3	2	2	5	5	5	75
MÁXIMA	23	18	24	21	21	16	18	13	23	23	20	18	212

Fonte: ANA (2022).

Tabela 11 – Precipitações diárias máximas mensais

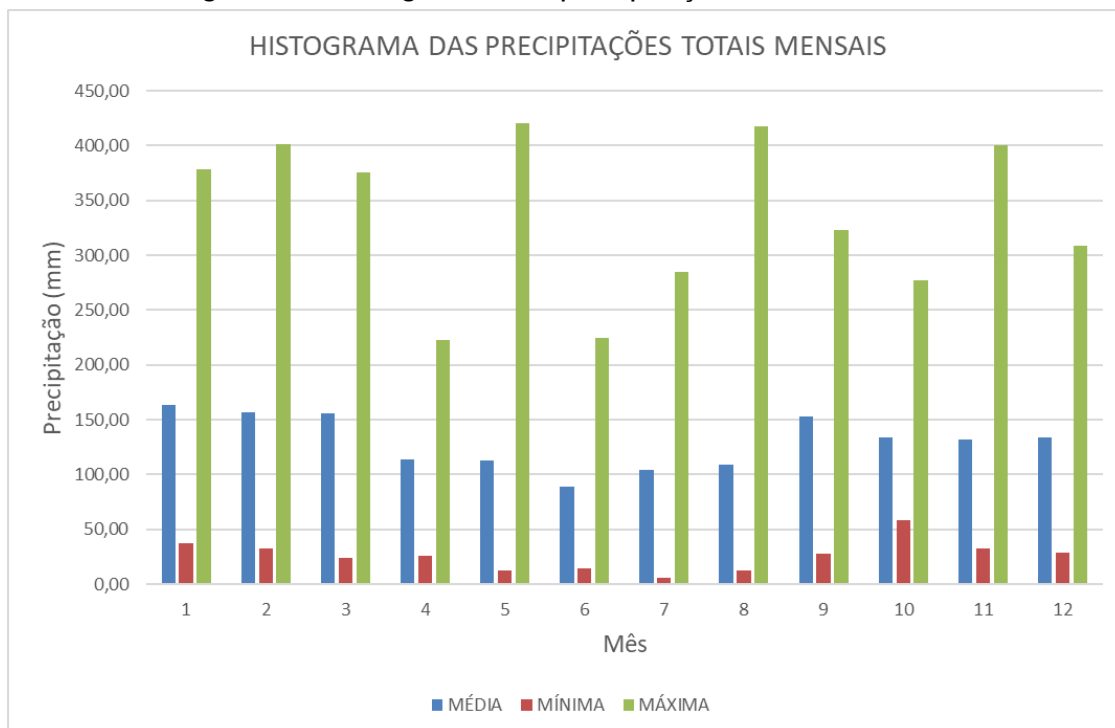
PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS MENSAIS																
Fonte:		ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS						Lat:		-28,28						
Estação		2848007						Long:		-48,70						
Local:		Imbituba						UF:		SC		Altitude:		7,00		
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA			
1996	34,4	18,5	64,5	25,8	10,4	34,6	23,3	37,3	46,2	19,6	18,8	46,7	64,50			
1997	51,4	70,9	18	11	34,2	21,5	43,4	91,2	25,9	42,3	54,8	32,9	91,20			
1998	36,2	137,5	43	31,1	38,8	41,9	22,1	31,6	42,8	31	38,8	144,5	144,50			
1999	30,1	30,6	28,9	30,8	8,9	22,7	14,5	13,8	17,5	45,4	36,3	22,1	45,40			
2000	29,2	53,9	46,8	108,5	11	31,7	16,6	24,5	59	37,2	22,3	7,9	108,50			
2001	36,9	86,5	22,5	24,9	47,9	32,7	46,4	22,7	27,2	98,6	39,2	58,9	98,60			
2002	92,7	9,5	43,7	23,2	30,6	22,5	33,7	26,3	25,4	55,3	24	24,5	92,70			
2003	9,5	22,3	34,5	23,9	16,7	23	19,1	9,8	39,8	19,4	25,4	43,8	43,80			
2004	22,2	19,3	30,2	43,9	55,3	19,8	17,1	7,6	133	15,1	39,3	55,2	133,00			
2005	36,9	38,4	47,4	19	44,6	10,7	27,6	125,7	43,3	62,1	27,5	13,4	125,70			
2006	43,7	16,7	57,2	28,7	35,9	12,8	22,9	43,5	8,7	15,2	64,7	39,9	64,70			
2007	44,4	28,5	93,1	99,2	45,7	6,3	57,5	39	23,4	27,4	24,5	37,3	99,20			
2008	55,9	167,5	34,5	39,7	73,6	19,5	3,1	27,5	35	48	79,2	46,7	167,50			
2009	68,9	45,5		48,5	11,5	18,9	44,5	37,1	113,2	25,3	50,9	33,5	113,20			
2010	49,5	19,3	41,2	43,4	117,7	22,7	18,2	36,1	54,3	21,7	41,5	37,2	117,70			
2011	98,1	59,5	84,3	10	27,1	14,9	42,7	105,7	52,1	16,2	9,8	54,9	105,70			
2012	63,7	17,9	9,2	13,5	32	38,6	20	18,8	53,2	34,5	108,9	35,9	108,90			
2013	17,5	94,2	72,2	71,8	26	15,1	11,9	58,6	72	20,3	40,5	27,5	94,20			
2014	64,2	58,5	65,3	64,7	17,8	48,4	19,7	34,2	35,5	40,7	8,4	45,2	65,30			
2015	55,1	28,9	57,9	20,8	84,1	19,7	71	66,8	73,3	58,3	45,6	15,7	84,10			
2016	39,5	98,5	72,3	57,7	19,3	19,5		75,2	72	39,8	23	190,2	190,20			
2017	31,2	32	27,3	27,2	48,9	70		42,8	31,2	23	19,4	31,9	70,00			
2018	56,8	13,8	19,8	28	32,1	28,5	47,2	28,4	35,6	24,7	29,9	56,8	56,80			
2019	32	55,7	54,8	49,8	53,7	15,6	54,8	9,8	13,1	53,1	35,8	28,8	55,70			
2020	53,3		52	14,1	5,5	40,7	39,5	53,2	58,5	32	26,6	42	58,50			
Média máximas anuais = 95,98														Desvio Padrão = 37,31		
MÉDIA	46,13	51,00	46,69	38,37	37,17	26,09	31,17	42,69	47,65	36,25	37,40	46,94	95,98			
MÍNIMA	9,50	9,50	9,20	10,00	5,50	6,30	3,10	7,60	8,70	15,10	8,40	7,90	43,80			
MÁXIMA	98,10	167,50	93,10	108,50	117,70	70,00	71,00	125,70	133,00	98,60	108,90	190,20	190,20			

Fonte: ANA (2022).

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

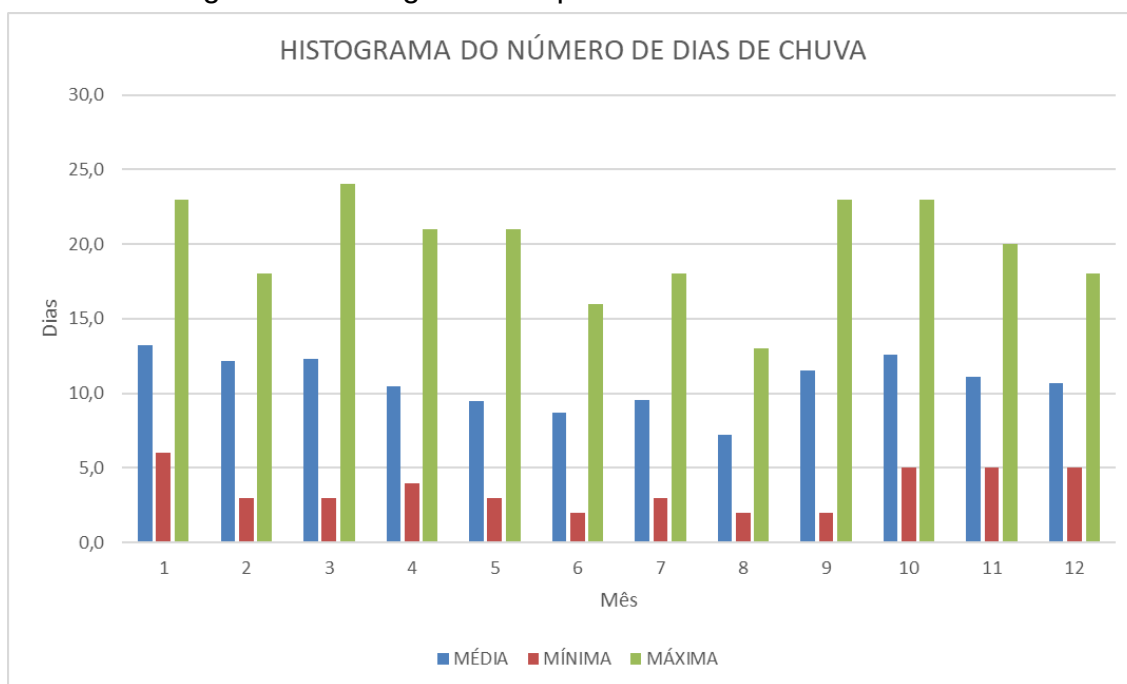
mensais, da quantidade de dias de chuva mensal e precipitações diárias máximas mensais.

Figura 7 – Histograma das precipitações totais mensais



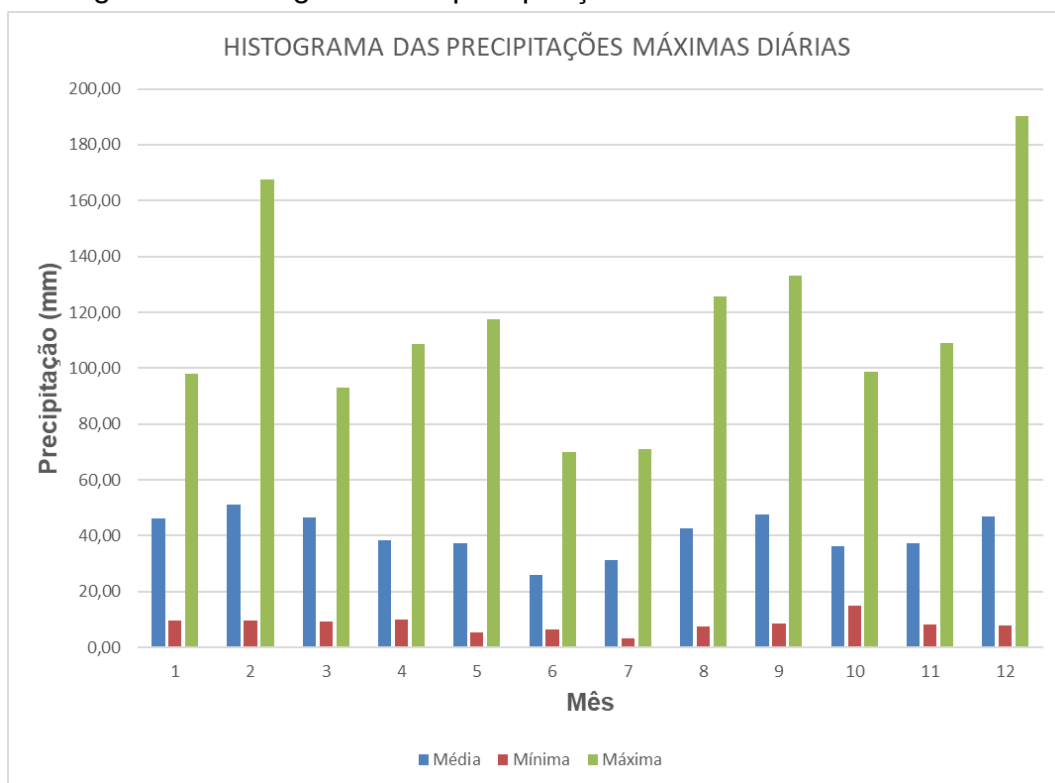
Fonte: Geomapa (2022).

Figura 8 – Histograma da quantidade de dias de chuvas



Fonte: Geomapa (2022).

Figura 9 – 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, fevereiro, março e setembro. Esse fato pode ser observado 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). Esses valores deverão ser considerados para o 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, fora um evento isolado ocorrido em dezembro de 2016 (190,20 mm de chuva), é verificada uma alta de precipitação diária curta (enxurradas) nos meses de fevereiro e setembro. Esses dados são referentes ao levantamento histórico de 25 anos, e alterações neste padrão podem ocorrer em períodos isolados.

11.9 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.

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

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

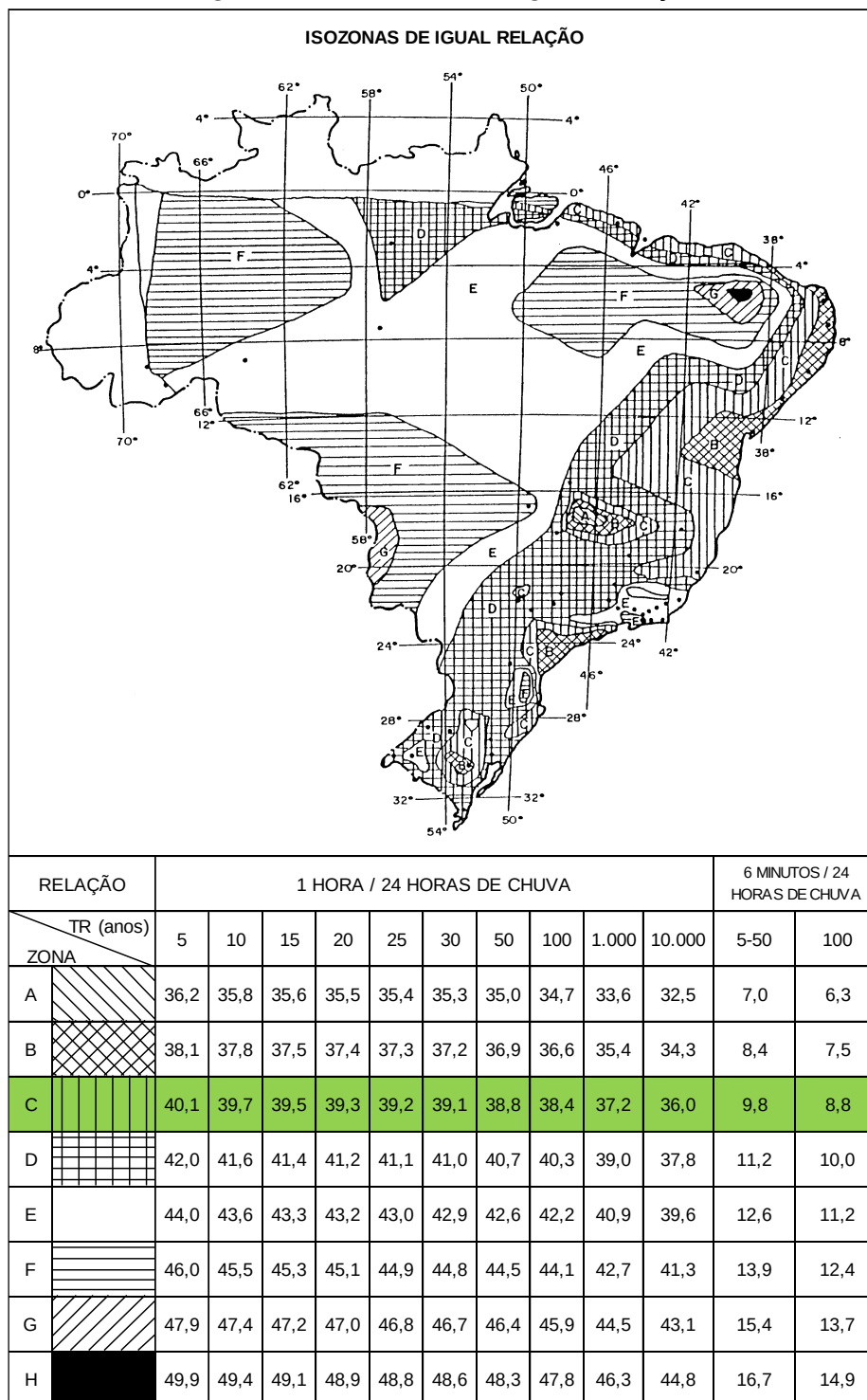
Analisando estatisticamente os dados das precipitações máximas da série histórica (1996 a 2020), temos 25 anos de registro.

Assim temos:

- Média das Precipitações Máximas Anuais: $X = 95,98 \text{ mm}$;
- Desvio Padrão: $S = 37,31$.

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, podem-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 10 – Isozonas de Igual Relação



Fonte: Torrico (1974).

De acordo com o mapa anterior, a zona estudada para o município de Imbituba/SC é a C, sendo aplicados os coeficientes de ajuste para a determinação

das retas de Chow-Gumbel para cada período de retorno, que está detalhado na tabela a seguir.

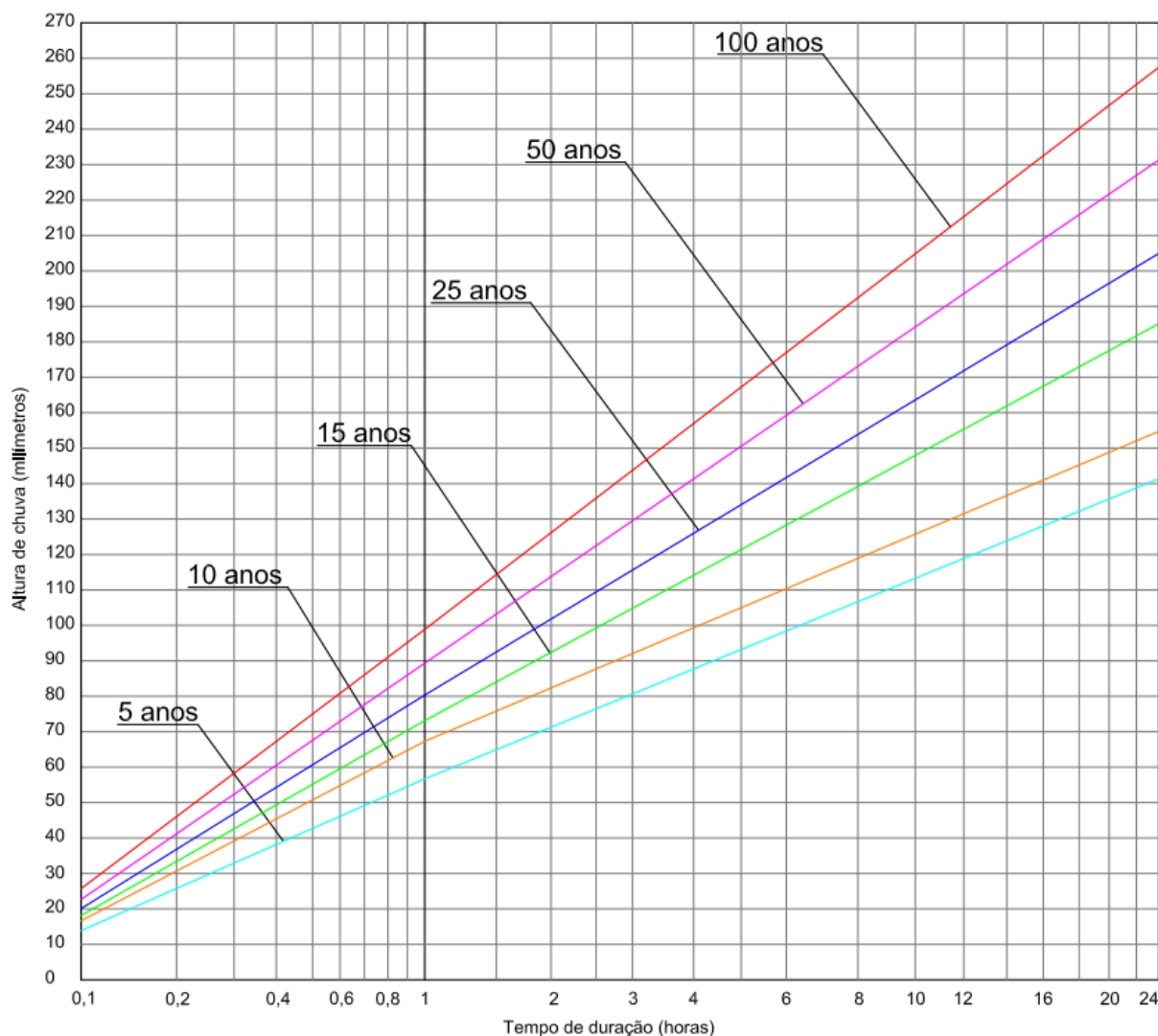
Tabela 12 – Determinação das curvas de altura de chuva-duração

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE ALTURA DE CHUVA-DURAÇÃO											
Estação : 2848007			UF: SC								
Local : Imbituba											
Nº de anos observados =											
Precip. Média (mm) =			* Usando a metodologia proposta por TORRICO, 1974								
Desvio Padrão =											
			95,98								
			37,31								
TR = 5			P1dia(Chow-Gumbel) =		129,12		TR = 10		P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)		Coeficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	154,75		
0,1		0,098	13,86	138,55	0,1	0,098	16,61	166,06			
1,0		0,401	56,69	56,69	1,0	0,397	67,27	67,27			
24,0		1,095	141,38	5,89	24,0	1,095	169,45	7,06			
TR = 15			P1dia(Chow-Gumbel) =		169,04		TR = 25		P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)		Coeficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	187,17		
0,1		0,098	18,14	181,40	0,1	0,098	20,09	200,86			
1,0		0,395	73,11	73,11	1,0	0,392	80,34	80,34			
24,0		1,095	185,10	7,71	24,0	1,095	204,95	8,54			
TR = 50			P1dia(Chow-Gumbel) =		211,20		TR = 100		P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)		Coeficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coeficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	235,12		
0,1		0,098	22,66	226,64	0,1	0,100	25,75	257,45			
1,0		0,388	89,73	89,73	1,0	0,384	98,86	98,86			
24,0		1,095	231,27	9,64	24,0	1,095	257,45	10,73			

Fonte: Geomapa (2022).

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

Figura 11 – 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 13 – Determinação das curvas IDF

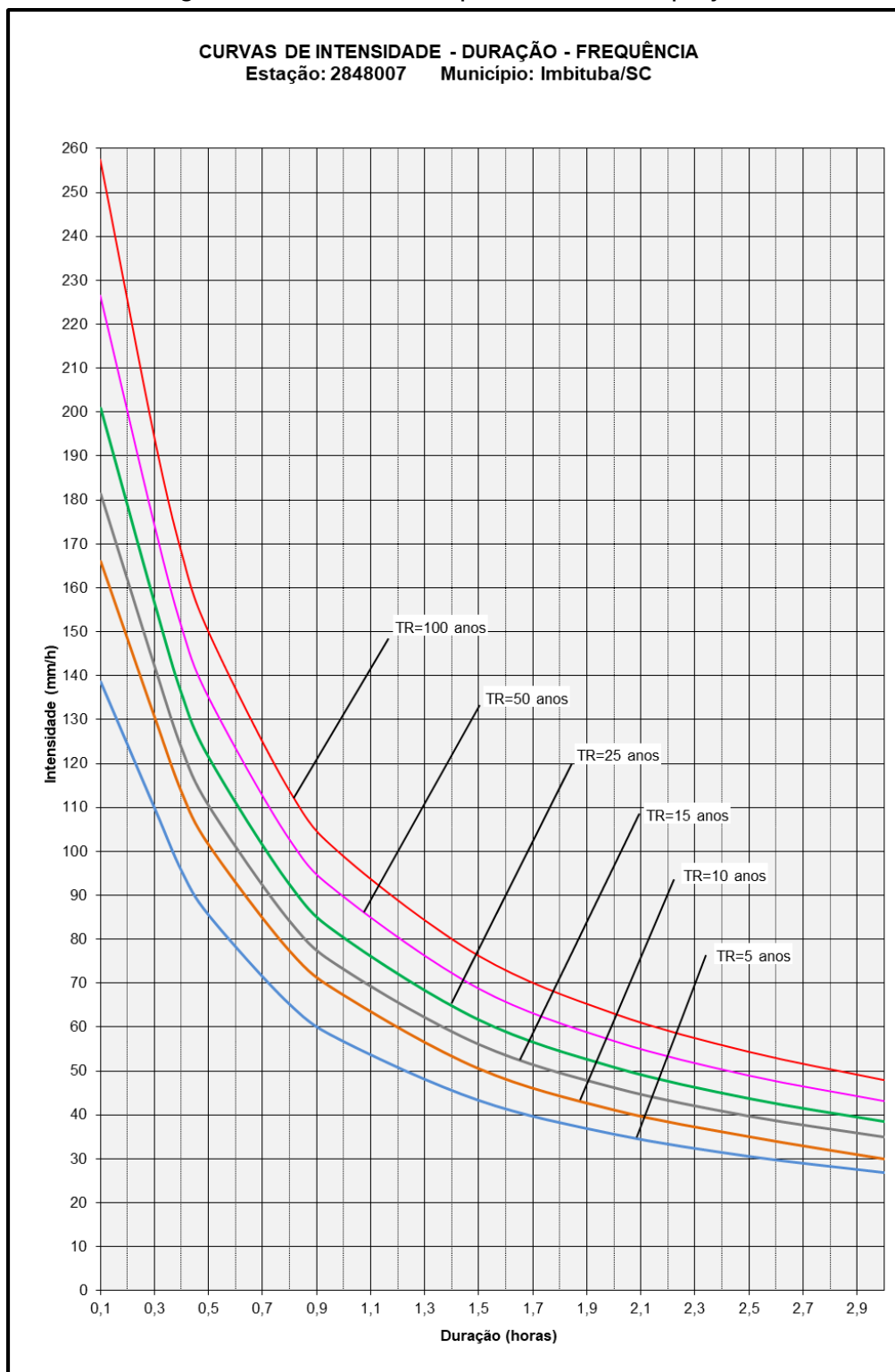
DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA													
Duração		TR=5 anos		TR=10 anos		TR=15 anos		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
(horas)	(minutos)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	6	13,86	138,55	16,61	166,06	18,14	181,40	20,09	200,86	22,66	226,64	25,75	257,45
0,3	18	32,92	109,74	39,16	130,52	42,61	142,02	46,91	156,35	52,34	174,46	58,29	194,30
0,4	24	38,18	95,45	45,38	113,44	49,35	123,39	54,30	135,76	60,52	151,31	67,26	168,16
0,5	30	42,72	85,44	50,74	101,49	55,18	110,36	60,69	121,37	67,59	135,18	75,01	150,02
0,8	48	52,10	65,13	61,85	77,31	67,22	84,03	73,89	92,36	82,20	102,75	91,03	113,79
1,0	60	56,69	56,69	67,27	67,27	73,11	73,11	80,34	80,34	89,73	89,73	98,86	98,86
1,5	90	64,95	43,30	75,80	50,53	84,03	56,02	92,49	61,66	103,18	68,79	114,33	76,22
2,0	120	71,25	35,63	82,31	41,16	92,37	46,18	101,77	50,88	113,74	56,87	126,13	63,06
2,5	150	76,46	30,58	87,69	35,08	99,25	39,70	109,42	43,77	122,47	48,99	135,87	54,35
3,0	180	80,66	26,89	90,03	30,01	104,80	34,93	115,61	38,54	129,51	43,17	143,74	47,91
6,0	360	98,41	16,40	110,36	18,39	128,28	21,38	141,72	23,62	159,25	26,54	176,98	29,50
12,0	720	118,88	9,91	131,51	10,96	155,35	12,95	171,85	14,32	193,57	16,13	215,33	17,94
16,0	960	128,05	8,00	140,98	8,81	167,48	10,47	185,34	11,58	208,93	13,06	232,49	14,53
20,0	1200	135,66	6,78	148,84	7,44	185,10	9,26	196,53	9,83	221,68	11,08	246,74	12,34
24,0	1440	141,38	5,89	154,75	6,45	185,10	7,71	204,95	8,54	231,27	9,64	257,45	10,73

Fonte: Geomapa (2022).

A partir desses dados, é feita a curva IDF para os períodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, possibilitando o desenvolvimento de projetos de obras de arte, estradas, drenagens e estudos hidrológicos. Conforme especificado anteriormente,

para o dimensionamento da drenagem pluvial da via, será considerado um TR de 10 anos, com um tempo de duração de chuva de 6 minutos (166,06 mm/h).

Figura 12 – Curvas IDF para o referente projeto



Fonte: Geomapa (2022).

12 CÁLCULO DAS GALERIAS

12.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

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

12.2 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.

12.3 INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA

A determinação da declividade do greide é determinada pela relação entre o desnível das cotas do terreno e o 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 e o comprimento dos poços de visita.

12.4 DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

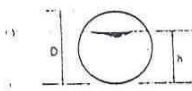
Para determinação dos diâmetros a serem utilizados na galeria, utilizou-se como base a equação de Manning para condutos livres e circulares. Como a lâmina d'água em galerias circulares não deve ultrapassar 80%, ou seja, $y/D = 0,80$, utilizou-se esta relação, através da Tabela a seguir.

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

Tabela 14 – Regime de Escoamento nas Seções Circulares

TABELA 4-1

REGIME UNIFORME DE ESCOAMENTO NAS SEÇÕES CIRCULARES



h : Altura da lâmina d'água
D : Diâmetro da conduta
A : Área molhada
R : Raio hidráulico

Qn : Descarga em m³/s, pela fórmula de Manning
n : Coeficiente de rugosidade de Manning
S : Declividade da conduta ou da linha d'água em m/m

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S^{1/2}}$
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

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S^{1/2}}$
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

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S^{1/2}}$
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

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S^{1/2}}$
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

12.5 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 (m^2);

- D = Diâmetro da tubulação (m).

12.6 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

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

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

Onde:

- V = Velocidade (m/s);
- Q = Vazão (m³/s);
- A = Área molhada (m²).

12.7 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:

- $t_{\text{escoamento}}$ = tempo de escoamento (min);
- L = comprimento do trecho (m);
- V = velocidade (m/s).

Para as áreas de contribuição inferiores a 1000 m², 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 t_c mínimo de 5 minutos.

12.8 CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Tabela 15 – Cálculo da tubulação de concreto e saídas de Bueiros

CÁLCULO DAS GALERIAS																			
Trecho	Observação	L (m)	Área (m²)		C		tc (min)	TR (anos)	i (mm/h)	Q (L/s)	lgaleria Média (m/m)	Dcalc (cm)	Dadot (cm)	Qn/D^8/ 3*i^1/2	y/D	A/D²	A (m²)	V = Q/A (m/s)	te = L/V
			Trec	Acum	Trec	Méd													
Drenagem R. Atlântica																			
ES0 - ES5+15	Tubo de Concreto	115,00	5200,00	5200,00	0,60	0,60	5,00	10	166,06	143,92	0,0200	32,54	60	0,06	0,30	0,19	0,070	2,05	56,04
ES5+15 - ES14	Tubo de Concreto	165,00	9000,00	14200,00	0,60	0,60	5,00	10	166,06	393,01	0,0300	43,96	60	0,13	0,46	0,35	0,126	3,13	52,71
Saída 1	Tubo de Concreto	50,00	14200,00	14200,00	0,60	0,60	5,00	10	166,06	393,01	0,0200	47,43	60	0,16	0,51	0,41	0,146	2,69	18,58

Fonte: Geomapa (2022).

12.8.1 Processos Construtivos

Estabelecer os procedimentos para construção de dispositivos de drenagem urbana envolvendo galerias, bocas de lobo, poços de visita e caixas de ligação, destinados a coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de 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:** são colocados em trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza.

12.8.2 Forma de Assentamento de Tubos

O fundo da vala será regularizado e limpo, e o tubo será assentado sobre uma camada de 20 cm de brita graduada.

As cotas de fundo de vala para a drenagem, estão indicadas nas pranchas do perfil longitudinal da drenagem para cada trecho.

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

12.8.3 Tubos Circulares de Concreto

Os tubos de concreto de seção circular para águas pluviais deverão atender o que preconiza a NBR 8890/2003 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 0,25 cm, com comprimento contínuo, transversal ou longitudinal, numa extensão de 30 cm, será motivo de rejeição;
- Fratura deixando ver duas linhas viáveis de recepção, mesmo não tendo a largura de 0,25 cm ou mais, que se estenda transversal ou longitudinalmente por mais de 30 cm, 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 em relação à 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.

12.9 CÁLCULO DAS SARJETAS

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, e geralmente tem, por razões de segurança, a forma triangular ou semicircular.

Os dispositivos serão construídos de acordo com as dimensões, localização, confecção e acabamento determinados no projeto executivo.

O concreto utilizado nos dispositivos deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,min}$), aos 28 dias, de 15 MPa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/2014 além de atender as especificações do DNER – ES 330/97.

Recomenda-se, como mínimo, os seguintes equipamentos para a perfeita execução do serviço: caminhão basculante, caminhão carroceria fixa, betoneira ou caminhão betoneira, motoniveladora, pá carregadeira, rolo compactador metálico, retroescavadeira ou valetadeira. Todo equipamento utilizado deverá ser vistoriado,

antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

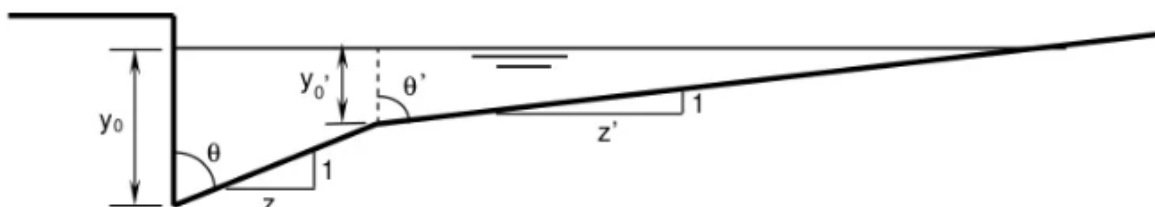
As sarjetas poderão ser moldadas *in loco* ou pré-moldadas. A sua execução deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las. O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para o dispositivo.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação. Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para a marcação da localização das sarjetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3 m, no máximo. A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados. O espalhamento será feito mediante o emprego de ferramentas manuais.

Toda a execução, especificação de materiais e equipamentos deverá seguir o que está determinado norma DEINFRA-SC-ES-D-01/92.

Figura 13 – Parâmetros da sarjeta composta

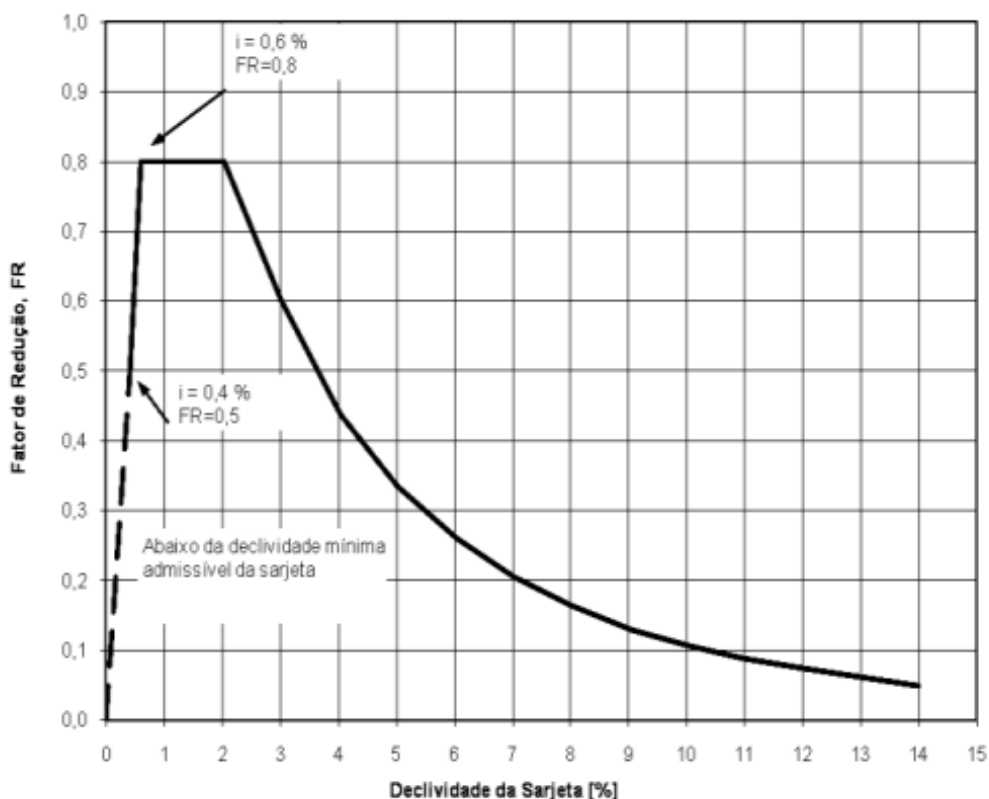


12.9.1 Convenções de Cálculo de Canais Triangulares

Itens que afetam no dimensionamento das sarjetas:

- Trecho: Trecho de atuação de cada segmento de sarjeta;
- Hgua (m): Altura total da sarjeta;
- n: Coeficiente de rugosidade da sarjeta;
- i (m/m): inclinação longitudinal de cada trecho;
- y (m): Altura molhada considerada no cálculo;
- Am (m): Área transversal molhada;
- Pm (m): Perímetro transversal molhado, que compreende o perímetro transversal em que a lâmina d'água possui contato com a superfície da sarjeta;
- Rh: Raio hidráulico $\rightarrow Rh = Am/Pm$
- V (m/s): Velocidade local da lâmina d'água $\rightarrow V = Rh^{\frac{2}{3}} * \frac{\sqrt{I}}{n}$
- Q (m³/s): Vazão local da sarjeta $\rightarrow Q = Am * V$
- Fator de Redução da sarjeta em função da inclinação:

Figura 14 – Fator de redução de vazão



- Q efetiva (m³/s): Produto da vazão real e fator de redução (vazão suportada no trecho);

- C: Coeficiente de Runoff;
- I (mm/h): Precipitação retirada a partir de estudo hidrológico;

Para ocorrer a verificação do dimensionamento, é necessário que a vazão efetiva (suportada no trecho) seja maior do que a vazão de ocorrência local.

Tabela 16 – Cálculo de dimensionamento das sarjetas

PLANILHA CÁLCULO DAS SARJETAS - UNILATERAL													
		Lâmina d'água										Capacidade Efetiva	
Trecho	H guia	y0	y1	z0	z1	n	I média	Q1	Q2	Q3	Qtotal	Fator	Qefetiva
	m	m	m				m/m	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	redução	m³/s
Drenagem R. Atlântica													
ES0 - ES5+15	0,15	0,07	0	49,98	0	0,015	0,0200	0,1471	0,0000	0,0000	0,1471	0,8	0,1177
ES5+15 - ES14	0,15	0,07	0	49,98	0	0,015	0,0300	0,1801	0,0000	0,0000	0,1801	0,7	0,1261
Saída 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Geomapa (2022).

12.10 CÁLCULO DAS BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo são elementos de recolhimento de água nas sarjetas, de forma a conduzi-la para as galerias e tubulações subterrâneas.

Com base no cálculo das sarjetas apresentado anteriormente, é calculada a quantidade de bocas de lobo na via.

Tabela 17 – Cálculo da quantidade de bocas de lobo

Cálculo Quantidade de Bocas de Lobo em cada Trecho - Unilateral											
Trecho	Área Cont. da sarjeta	i	C	Comprimento do trecho	Qcontribuição Trecho	Qef. Sarjeta	Q Boca de Lobo	Qtde mín. de BL	Qtde adot. BL	Verificação de Contribuição do trecho/nº BLs	Distância para cada BL
	m² (50m de largura para cada seção)	mm/h		m	m³/s	m³/s	m³/s	unid.	unid.	Qct/nºBL<Qef.Sarj.	m/BL
Drenagem R. Atlântica											
ES0 - ES5+15	5200,00	166,06	0,6	115,00	0,0720	0,1177	0,0290	2,485	3	OK	38,33
ES5+15 - ES14	9000,00	166,06	0,6	165,00	0,1245	0,1261	0,0290	4,300	5	OK	33,00
Saída 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Geomapa (2022).

12.11 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 material proveniente da escavação, ou com outro material aprovado pela

FISCALIZAÇÃO, de forma mecânica, até uma altura de 60 cm acima da geratriz superior da tubulação, em camadas de 20 cm. Conforme detalhado em projeto, o reaterro será feito com material proveniente da escavação até o final do pavimento, e após será utilizado reaterro com areia na proporção 1,5:2.

A discretização do cálculo de escavação e reaterro da drenagem é representada trecho a trecho na tabela 18. Na tabela 19 pode ser observado o cálculo para escavação e reaterro com areia.

Tabela 18 – 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 Ø40/60 (m²)	Área Perfil de Reaterro (m²)	Volume de Reaterro (m³)	Volume de Escavação (m³)
Eixo	0 + 11,55	1	2,02	1,88	22	1	0,3848	34,32	25,85	38,72
	1 + 13,18	2	1,88	1,84	15	1	0,3848	22,05	16,28	25,05
	2 + 8,50	3	1,84	1,78	33	1	0,3848	46,86	34,16	53,46
	4 + 1,14	4	1,78	1,76	27	1	0,3848	37,26	26,87	42,66
	5 + 7,88	5	1,76	1,77	8	1	0,3848	11,00	7,92	12,60
	5 + 16,24	6	1,77	1,78	16	1	0,3848	22,16	16,00	25,36
	6 + 13,10	7	1,78	1,86	35	1	0,3848	50,05	36,58	57,05
	8 + 8,00	8	1,86	1,89	41	1	0,3848	60,89	45,11	69,09
	10 + 8,50	9	1,89	1,95	40	1	0,3848	61,20	45,81	69,20
	12 + 8,06	10	1,95	1,97	32	1	0,3848	50,24	37,93	56,64
Transversal	-	1	1,69	2,02	5	0,8	0,1963	7,33	4,88	6,66
	-	2	2,02	1,66	5	0,8	0,1963	7,25	4,82	6,60
	-	3	1,56	1,84	5	0,8	0,1963	6,55	4,26	6,04
	-	4	1,84	1,58	5	0,8	0,1963	6,60	4,30	6,08
	-	5	1,54	1,78	5	0,8	0,1963	6,35	4,10	5,88
	-	6	1,78	1,56	6	0,8	0,1963	7,68	4,97	7,10
	-	7	1,47	1,76	6	0,8	0,1963	7,35	4,70	6,84
	-	8	1,76	1,53	6	0,8	0,1963	7,53	4,85	6,98
	-	9	1,57	1,78	6	0,8	0,1963	7,71	4,99	7,13
	-	10	1,78	1,61	6	0,8	0,1963	7,83	5,09	7,22
	-	11	1,59	1,86	6	0,8	0,1963	8,01	5,23	7,37
	-	12	1,86	1,6	6	0,8	0,1963	8,04	5,25	7,39
	-	13	1,62	1,89	5	0,8	0,1963	6,83	4,48	6,26
	-	14	1,89	1,62	6	0,8	0,1963	8,19	5,37	7,51
	-	15	1,61	1,95	5	0,8	0,1963	6,95	4,58	6,36
	-	16	1,95	1,63	6	0,8	0,1963	8,40	5,54	7,68
	-	17	1,59	1,97	5	0,8	0,1963	6,95	4,58	6,36
	-	18	1,97	1,6	5	0,8	0,1963	6,98	4,60	6,38
Volume Total (m³)									379,09	571,68

Fonte: Geomapa (2022).

Tabela 19 – Cálculo de escavação e reaterro de vala de drenagem com areia

Reaterro e Escavação de Vala - Duna							
Lado	Estaca Inicial	Trecho	Comprimento (m)	Área de Ocupação do Tubo Ø60 (m²)	Área Perfil de Reaterro (m²)	Volume de Reaterro (m³)	Volume de Escavação (m³)
Eixo	-	1	7,58	0,3848	21,23	77,49	80,46
	-	2	12,46	0,3848	73,11	450,59	455,48
	-	3	19,07	0,3848	45,23	423,78	431,27
	-	4	25,16	0,3848	5,33	57,18	67,05
Volume Total (m³)						1009,04	1034,26

Fonte: Geomapa (2022).

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

Área perfil de drenagem

$$= \frac{\text{Cota Inicial} + \text{Cota Final}}{2} * \text{Comprimento do Trecho} - (\text{hpav} * \text{Comprimento do Trecho})$$

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. Berço de Brita Graduada(BGS)

$$= \text{hassent.} * \text{largura da vala} * \text{comprimento do trecho}$$

Vol. de Escavação = Área do perfil * largura da vala + volume berço BGS

Vol. de Reaterro

$$= \text{Área do perfil} * \text{largura da vala} - (\text{área oc. tubo} * \text{comprimento do trecho})$$

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 à 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 0,5 m, a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,08 + 0,05 + 0,26 = 0,39 \text{ m}$;
- Altura de assentamento = hassent. = 0,20 m.
- Área do Tubo DN60 = $\pi r^2 = \pi 0,35^2 = 0,3848 \text{ m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,7 m, a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,08 + 0,05 + 0,26 = 0,39 \text{ m}$;
- Altura de assentamento = hassent. = 0,20 m.

13 DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO

13.1 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 às dimensões da espessura das 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.

13.2 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 e 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 *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 em concreto magro fck 15 Mpa e tampas de concreto armado fck 25 Mpa.

13.3 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 alvenaria 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 15 Mpa e tampas de concreto fck 25 Mpa.

14 ESTUDO TOPOGRÁFICO

Os Estudos Topográficos para a elaboração do Projeto de Pavimentação e os demais projetos complementares foram executados em campo utilizando-se de equipamentos GNSS e Estações Totais, seguindo a NBR 13.333 onde foram cadastrados todos os pontos notáveis (cercas, postes, muros, edificações, árvores, drenagens, altimetria, etc.) para possibilitar o perfeito desenvolvimento dos projetos contratados.

Ao longo do trecho foi implantado um par de marcos galvanizados georreferenciados para futura locação topográfica do projeto no momento de sua execução.

Os estudos topográficos foram calculados georreferenciados na projeção UTM (Sirgas 2000).

Tabela 20 – Coordenadas dos marcos utilizados

Marco	Coordenada N	Coordenada E	Cota
M-0383	6.868.807,285	725.230,858	20,870
M-0384	8.868.758,537	725.300,953	18,422

Fonte: Geomapa (2022).

Para uma melhor visualização do trecho foi realizado um voo com Vant tendo como resultado uma ortofoto georreferenciada da área objeto do projeto.

15 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 ao Município de Imbituba 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.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

16 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

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

16.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm 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.

16.1.1 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 com expansão inferior a 2%.

16.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as 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.

16.1.3 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 20 cm, 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 garanta 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 o 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.

16.1.4 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 m 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 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, 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 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

16.2 CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)

É uma camada de granular estabilizada, composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação.

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 316/97, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços,

controle tecnológico, controle geométrico e outros. A jazida de rachão deverá atender perfeitamente no tocante à qualidade e quantidade deste material.

Por conveniência, foi adotada esta espessura, a fim de se utilizar material disponível pela prefeitura, o qual apresenta granulometria graúda, dificultando a execução com espessura menor.

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

O CBR determinado conforme DNIT-ME 092, podendo ser energia normal ou intermediária, onde sua característica deve ser igual ou superior ao considerado para o reforço do subleito no dimensionamento do pavimento, com no mínimo 60%.

16.2.1 Materiais

Os agregados utilizados nas camadas de rachão deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda:

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deverá ser constituído por produto resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais, desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou por simples detonações, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

O diâmetro máximo do agregado graúdo será definido em função da sua utilização e da espessura final da camada executada e deverá estar compreendido ente 1/2 e 2/3 dessa espessura.

O diâmetro máximo do agregado isolado deverá estar compreendido entre 127 mm (5") e 76,2 mm (3").

O agregado graúdo deverá ter graduação uniforme. Para tanto deverá ser feita a separação, das frações, através de peneiras classificatórias, de acordo com o diâmetro máximo permitido, admitindo-se, o emprego de agregado graúdo, passante na peneira de diâmetro máximo e retido na peneira de 50,8 mm (2").

- Agregados para bloqueio e fechamento

Os agregados para bloqueio e fechamento serão constituídos por produtos totais de britagem de rocha sã, com as mesmas características especificadas para o agregado graúdo, atendendo, ainda, as seguintes indicações:

O agregado de bloqueio deverá apresentar granulometria entre 19 mm (3/4") e 9,5 mm (3/8").

O agregado para o fechamento da camada, deverá apresentar granulometria que permita uma adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada, e atender as faixas granulométricas do quadro a seguir.

PENEIRAS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS			
ASTM	Mm	I	II	III	IV
1"	25,4	100	-	-	-
3/4"	19,1	-	100	100	-
3/8"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100
n.4	4,8	-	-	55 – 100	60 – 80
n. 10	2,0	25 - 50	40 – 70	-	-
n. 40	0,42	-	-	20 – 50	15 -25
n. 200	0,074	5 -15	5 – 20	6 – 20	0 -12

- Superior a 20% sendo a energia de compactação a intermediária ou a modificada;
- O Índice de Suporte Califórnia (Método DNER-ME 49/94) com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

16.2.2 Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução de Base Granular: Motoniveladora Pesada com Escarificador; Carro Tanque distribuidor de água; Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático; Grade de disco; Pulvimisturador; Central de mistura.

Além disso poderão ser utilizados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

16.2.3 Execução

A execução da camada de rachão será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de

enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Inicialmente é espalhado o material de bloqueio através de motoniveladora, numa espessura entre 3 cm e 5 cm. Este material não deverá sofrer qualquer espécie de compactação.

No entanto, deverá ser feita uma acomodação da camada, por compressão, sem vibração, em no máximo duas passadas, com emprego de rolo liso.

Para a execução da camada de agregado graúdo deverá ser realizada a operação de carga de forma criteriosa, dos materiais que atendam ao especificado, evitando-se a utilização de agregados lamelares ou com excesso de finos. O espalhamento deverá ser feito de maneira a minimizar a segregação entre as frações constituintes, diretamente dos caminhões basculantes, em espessura mais uniforme possível e que possibilite, após a compactação, a obtenção da espessura desejada, seguido da conformação com motoniveladora pesada ou trator de esteiras. Deverão ainda ser removidos os fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície.

Previamente, ao lançamento do material de enchimento, deverá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo, através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

O material de enchimento, será espalhado o mais seco possível, através de motoniveladora, em quantidade suficiente apenas para preencher os vazios do agregado graúdo.

A aplicação do material de enchimento deverá ser feita, em uma ou mais vezes, até um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente, essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.

A compactação da camada será realizada, inicialmente, com rolo liso vibratório, devendo prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de rachão. O rolo deverá recobrir ao menos a metade da faixa compactada na passada anterior. Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o externo.

A compactação deverá ser complementada com rolo de pneus, devidamente lastreado, até a verificação da completa estabilização da camada.

Anteriormente à execução da camada sobrejacente, a camada deverá ser corrigida nos pontos que apresentarem problemas. No caso de deficiência de finos, processa-se o espalhamento de uma outra camada de material de enchimento. No caso de excesso de finos, processa-se a sua necessária remoção por meios manuais ou mecânicos. A camada, após as correções, será novamente compactada até aceitação. Depois disso deverá ser levemente umedecida.

Para a obtenção da espessura desejada, não será admitida a complementação da camada pela adição superficial de agregados graúdos ou miúdos, devendo esta espessura ser compatível com o diâmetro máximo do agregado graúdo.

A camada não poderá ser aberta ao tráfego.

16.2.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de granulometria de agregado graúdo, a cada 300 m de pista, e, no mínimo, um ensaio por dia de trabalho. O material deverá ter o diâmetro máximo previsto em projeto, não sendo admitidos materiais passantes na peneira de 50,8 mm (2").

Um ensaio de granulometria (Método DNER-ME 083/98) do material de bloqueio e de enchimento para verificação do atendimento da granulometria especificada, a cada 300 metros de pista.

Com o material coletado, para o ensaio de granulometria, um ensaio do equivalente de areia (Método DNER-ME 054/97), que deverá apresentar valor superior a 50%.

Verificação visual da condição de acabamento da superfície pela ausência de regiões com excesso de finos à superfície ou com falta de entrosamento dos agregados.

16.3 CAMADA DE BRITA GRADUADA

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 por exemplo locação, nivelamento e outros.

16.3.1 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 graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) 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

16.3.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as 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 três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

16.3.3 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 ao 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.

16.3.4 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 pedreira 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 500 m de pista;
- c) Um ensaio de granulometria, Método DNER-ME 83/98, por via lavada, a cada 250 m 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 à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	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 100 m 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 camada 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.

16.4 CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)

É uma camada de granular estabilizada, composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação.

Será feita uma camada de sub-base, com material rachão, com espessura de 11 cm. Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 316/97, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros. A jazida de rachão deverá atender perfeitamente no tocante à qualidade e quantidade deste material.

Por conveniência, foi adotada esta espessura, a fim de se utilizar material disponível pela prefeitura, o qual apresenta granulometria graúda, dificultando a execução com espessura menor.

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

O CBR determinado conforme DNIT-ME 092, podendo ser energia normal ou intermediária, onde sua característica deve ser igual ou superior ao considerado para o reforço do subleito no dimensionamento do pavimento, com no mínimo 60%.

16.4.1 Materiais

Os agregados utilizados nas camadas de rachão deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda:

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deverá ser constituído por produto resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais, desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou por simples detonações, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

O diâmetro máximo do agregado graúdo será definido em função da sua utilização e da espessura final da camada executada e deverá estar compreendido entre 1/2 e 2/3 dessa espessura.

O diâmetro máximo do agregado isolado deverá estar compreendido entre 127 mm (5") e 76,2 mm (3").

O agregado graúdo deverá ter graduação uniforme. Para tanto deverá ser feita a separação, das frações, através de peneiras classificatórias, de acordo com o diâmetro máximo permitido, admitindo-se, o emprego de agregado graúdo, passante na peneira de diâmetro máximo e retido na peneira de 50,8 mm (2").

- Agregados para bloqueio e fechamento

Os agregados para bloqueio e fechamento serão constituídos por produtos totais de britagem de rocha sã, com as mesmas características especificadas para o agregado graúdo, atendendo, ainda, as seguintes indicações:

O agregado de bloqueio deverá apresentar granulometria entre 19 mm (3/4") e 9,5 mm (3/8").

O agregado para o fechamento da camada, deverá apresentar granulometria que permita uma adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada, e atender as faixas granulométricas do quadro a seguir.

PENEIRAS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS			
ASTM	Mm	I	II	III	IV
1"	25,4	100	-	-	-
¾"	19,1	-	100	100	-
3/8"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100
n.4	4,8	-	-	55 – 100	60 – 80
n. 10	2,0	25 - 50	40 – 70	-	-
n. 40	0,42	-	-	20 – 50	15 -25
n. 200	0,074	5 -15	5 – 20	6 – 20	0 -12

- c) Superior a 20% sendo a energia de compactação a intermediária ou a modificada;
- d) O Índice de Suporte Califórnia (Método DNER-ME 49/94) com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

16.4.2 Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução de Base Granular: Motoniveladora Pesada com Escarificador; Carro Tanque distribuidor de água; Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático; Grade de disco; Pulvimisturador; Central de mistura.

Além disso poderão ser utilizados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

16.4.3 Execução

A execução da camada de rachão será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Inicialmente é espalhado o material de bloqueio através de motoniveladora, numa espessura entre 3 cm e 5 cm. Este material não deverá sofrer qualquer espécie de compactação.

No entanto, deverá ser feita uma acomodação da camada, por compressão, sem vibração, em no máximo duas passadas, com emprego de rolo liso.

Para a execução da camada de agregado graúdo deverá ser realizada a operação de carga de forma criteriosa, dos materiais que atendam ao especificado, evitando-se a utilização de agregados lamelares ou com excesso de finos. O

espalhamento deverá ser feito de maneira a minimizar a segregação entre as frações constituintes, diretamente dos caminhões basculantes, em espessura mais uniforme possível e que possibilite, após a compactação, a obtenção da espessura desejada, seguido da conformação com motoniveladora pesada ou trator de esteiras. Deverão ainda ser removidos os fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície.

Previamente, ao lançamento do material de enchimento, deverá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo, através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

O material de enchimento, será espalhado o mais seco possível, através de motoniveladora, em quantidade suficiente apenas para preencher os vazios do agregado graúdo.

A aplicação do material de enchimento deverá ser feita, em uma ou mais vezes, até um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente, essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.

A compactação da camada será realizada, inicialmente, com rolo liso vibratório, devendo prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de rachão. O rolo deverá recobrir ao menos a metade da faixa compactada na passada anterior. Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o externo.

A compactação deverá ser complementada com rolo de pneus, devidamente lastreado, até a verificação da completa estabilização da camada.

Anteriormente à execução da camada sobrejacente, a camada deverá ser corrigida nos pontos que apresentarem problemas. No caso de deficiência de finos, processa-se o espalhamento de uma outra camada de material de enchimento. No caso de excesso de finos, processa-se a sua necessária remoção por meios manuais ou mecânicos. A camada, após as correções, será novamente compactada até aceitação. Depois disso deverá ser levemente umedecida.

Para a obtenção da espessura desejada, não será admitida a complementação da camada pela adição superficial de agregados graúdos ou miúdos, devendo esta espessura ser compatível com o diâmetro máximo do agregado graúdo.

A camada não poderá ser aberta ao tráfego.

16.4.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de granulometria de agregado graúdo, a cada 300 m de pista, e, no mínimo, um ensaio por dia de trabalho. O material deverá ter o diâmetro máximo previsto em projeto, não sendo admitidos materiais passantes na peneira de 50,8 mm (2").

Um ensaio de granulometria (Método DNER-ME 083/98) do material de bloqueio e de enchimento para verificação do atendimento da granulometria especificada, a cada 300 metros de pista.

Com o material coletado, para o ensaio de granulometria, um ensaio do equivalente de areia (Método DNER-ME 054/97), que deverá apresentar valor superior a 50%.

Verificação visual da condição de acabamento da superfície pela ausência de regiões com excesso de finos à superfície ou com falta de entrosamento dos agregados.

16.5 LAJOTAS HEXAGONAIS DE CONCRETO

16.5.1 Características

A forma da lajota em planta, deverá ser de um hexagonal regular inscrito em uma circunferência de 25 cm de diâmetro. Os blocos destinados à pavimentação da rua, tráfego de caminhões, automóveis, etc., terão a espessura de 8 cm e confeccionadas 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 norma brasileira NBR 9781.

16.5.2 Execução

A pavimentação será construída por lajotas obedecendo os alinhamentos, dimensões e seção transversal estabelecidas pelo 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 1, 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 21 – 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 1 cm 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 2, item 5.5 da ABNT NBR 15953 (Pavimento intertravado com peças de concreto – Execução).

Tabela 22 – 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 apilado. 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 ruas transversais pavimentando-se toda a largura da pista em uma única etapa.

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

17 CALÇADA EM CONCRETO

A construção da calçada deve resultar em superfícies regulares, contínuas e antiderrapantes sob qualquer condição climática.

A calçada será em concreto com espessura de 6 cm, inclinação de 2% e resistência à compressão característica (fck) de 25 MPa, ou segundo especificação dos materiais e fabricantes. Será realizada sobre uma base de areia de 5 cm. Onde houver aterro de solos, será utilizada uma camada de saibro médio limpo de 10 cm de espessura.

Antes da execução da concretagem, deve-se preparar a base que vai receber o concreto com a compactação e limpeza do solo, não se pode esquecer de molhar o substrato.

Durante a concretagem, é fundamental a utilização de equipamentos adequados para o espalhamento e adensamento da camada, que pode ser feito por

processos manuais, por socamento ou apiloamento, ou mecânicos, através de vibração e centrifugação.

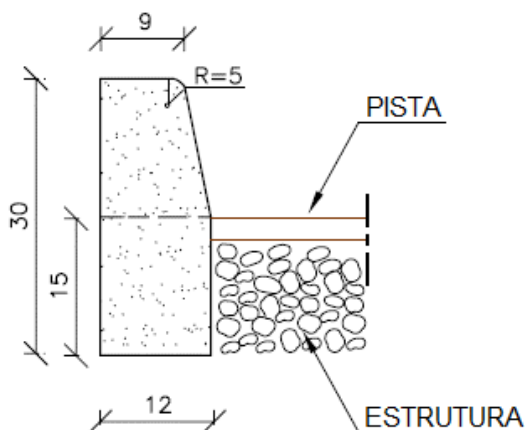
No estado de cura e no mínimo 24 horas após a primeira etapa, ocorre o corte das juntas de dilatação de acordo com a NBR 6118:2003.

18 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 de concreto tipo 5, 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 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 15 – Meio-fio tipo 5
MFC05

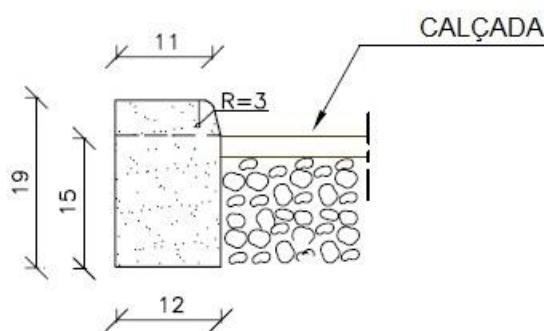


Fonte: DNIT (2010).

Os meios-fios de concreto tipo 6 serão posicionados nos trechos de término de pavimentação, a fim de evitar deformações no final da pavimentação. Deverá ser escavada vala compatível com a dimensão do meio-fio e os mesmos serem assentados no nível estabelecido em projeto, após deverão ser travados com reaterro

de solo reaproveitado da escavação e rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:3.

Figura 16 – Meio-fio tipo 6 de travamento/reto
MFC06



Fonte: DNIT (2010).

19 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

19.1 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

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

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

A espessura é de 0,06 mm 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%;

- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser 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;
- e) 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;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) 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”.

19.2 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 1,25 mm, bitola #18, ou espessura de 1,50 mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50 cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25 cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75 cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45 cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3 mm e com 3,5 m 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.

20 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES

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.

20.1 CARACTERÍSTICAS

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

A área da faixa de travessia será com peças de paver, sendo que a demarcação das linhas será feita com paver colorido.

21 ACESSIBILIDADE

21.1 PISO TÁTIL DE ALERTA

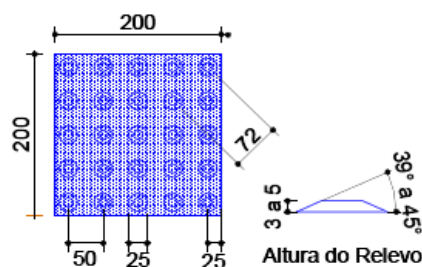
Deve ser instalado perpendicularmente ao sentido de deslocamento, em cor e textura contrastante com o restante do piso adjacente. Sua instalação deverá seguir a NBR 16537.

Para indicar:

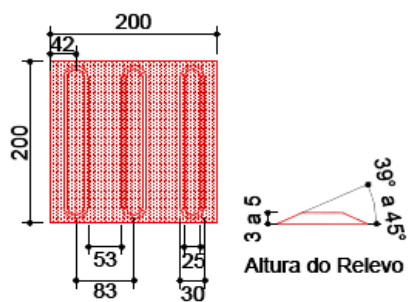
- Rebaixamento de calçadas;
- Obstáculos em balanço sobre o passeio;
- Porta de elevadores;
- Desníveis como vãos, plataformas de embarque/desembarque e palcos;
- No início e término de escadas e rampas.

O piso tátil alerta é mais funcional quando a textura está disposta a 45°, pois os cones em linha reta, podem confundir com o piso guia em fileiras dispostas em linha reta também.

Figura 17 – Detalhe da sinalização tátil de alerta e direcional



SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA



SINALIZAÇÃO TÁTIL DE DIRECIONAL

DIMENSÕES DO PISO TÁTIL ALERTA			
Piso tátil de Alerta	Recomendado	Mínimo	Máximo
Diâmetro da base do relevo	25	24	28
Distância horizontal entre centros de relevo	50	42	53
Distância diagonal entre centros de relevo	72	60	75
Altura do relevo	4	3	5

DIMENSÕES DO PISO TÁTIL DIRECIONAL			
Piso tátil direcional	Recomendado	Mínimo	Máximo
Largura da base do relevo	30	30	40
Largura do topo do relevo	25	20	30
Distância horizontal entre centros de relevo	83	70	85
Distância horizontal entre bases de relevo	53	45	55
Altura do relevo	4	3	5

*Dimensões conforme a NBR-9050:2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

*Distância do eixo da primeira linha de relevo até a borda do piso igual a 1/2 distância horizontal entre centros.

*Recomenda-se a utilização de relevos de forma tronco-cônica, que apresentam melhor conforto ao se caminhar sobre a sinalização tátil.

*Formas utilizadas no projeto de 200 mm x 200 mm e = 25mm.

*Dimensões em milímetros.

Fonte: NBR 16537 (2016).

21.2 RAMPA DE ACESSO ANTERIOR

Devem estar vinculadas às faixas de travessia de pedestres, ou próximas de vagas de estacionamento reservadas às pessoas com deficiência, estas rampas não devem ser confundidas com as rampas de acesso a veículos, que não devem ser utilizadas pelas pessoas com deficiência para as travessias.

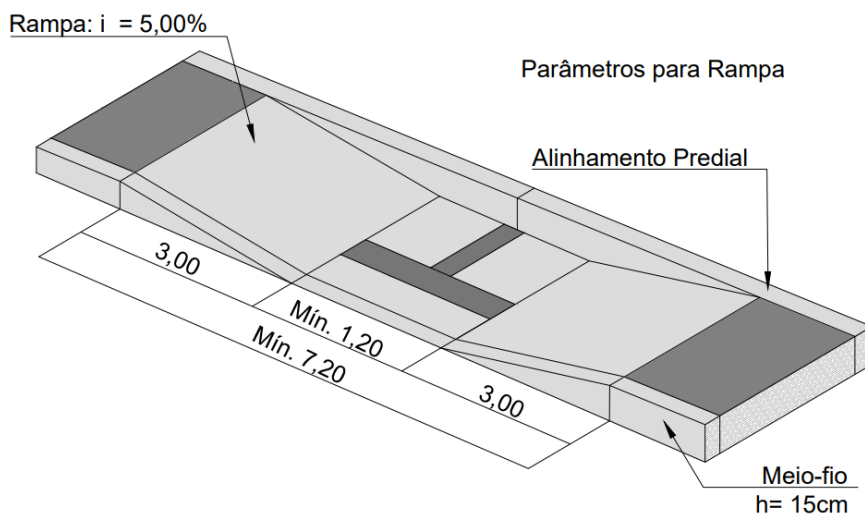
Em calçadas estreitas, pode ser executado o rebaixamento de rampas laterais com inclinação de até 5%, utilizando o cálculo base de rampas, conforme NBR 9050:

$$c = (h * 100)/i$$

Onde:

- c = Comprimento da projeção horizontal da rampa (variável de acordo com a altura do meio-fio);
- h = Altura do meio-fio;
- i = inclinação (%).

Figura 18 – Detalhe da rampa de acessibilidade



Imbituba (SC), 25 de junho de 2024.

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0

Coordenadora Geral de Projetos

NOTA DE SERVIÇO

Local:

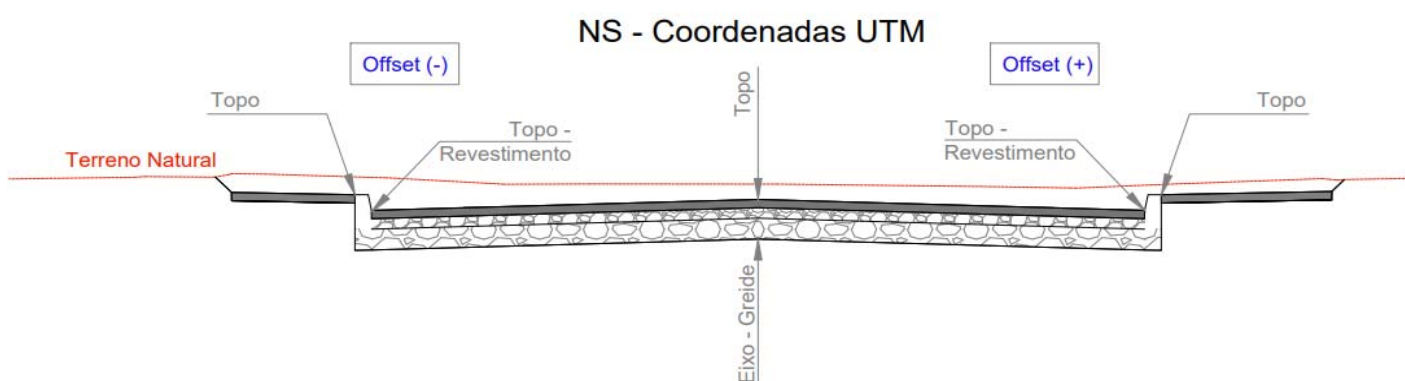
Rua Atlântica
Imbituba – SC

Dezembro / 2022

NOTA DE SERVIÇO – RELATÓRIO DE COTAS E COORDENADAS

Cliente: Prefeitura Municipal de Imbituba/SC

Projeto: Pavimentação da Rua Atlântica



Estaca (m)	Offset	Norte	Leste	Elevação
0+007.05	3.000	6868854.8541	725139.5177	23.111
0+007.05	3.533	6868854.3566	725139.3263	23.236
0+007.05	-4.583	6868861.9313	725142.2405	23.370
0+007.05	-3.000	6868860.4540	725141.6722	23.111
0+009.42	3.000	6868854.0029	725141.7303	22.993
0+009.42	3.514	6868853.5235	725141.5459	23.163
0+009.42	-4.650	6868861.1424	725144.4772	23.319
0+009.42	-3.000	6868859.6027	725143.8848	22.993
0+020.00	3.000	6868850.2032	725151.6063	22.534
0+020.00	-4.808	6868857.4903	725154.4099	23.018
0+020.00	3.691	6868849.5586	725151.3583	22.881
0+020.00	-3.000	6868855.8031	725153.7608	22.534
0+031.33	3.000	6868846.1337	725162.1837	22.193
0+031.33	3.646	6868845.5305	725161.9516	22.496
0+031.33	-4.550	6868853.1803	725164.8947	22.419
0+031.33	-3.000	6868851.7336	725164.3381	22.193

0+037.19	-4.547	6868850.7226	725170.6002	22.301
0+037.19	-3.000	6868849.3265	725169.9341	22.078
0+037.19	3.000	6868843.9113	725167.3503	22.078
0+037.19	3.699	6868843.2807	725167.0495	22.433
0+040.00	3.000	6868842.7055	725169.7607	22.033
0+040.00	-4.530	6868849.3761	725173.2548	22.239
0+040.00	3.698	6868842.0873	725169.4369	22.387
0+040.00	-3.000	6868848.0205	725172.5447	22.033
0+043.08	3.000	6868841.2811	725172.3499	21.984
0+043.08	-4.549	6868847.8196	725176.1234	22.209
0+043.08	-3.000	6868846.4777	725175.3490	21.984
0+043.08	3.689	6868840.6840	725172.0053	22.329
0+052.56	3.000	6868836.2483	725179.9247	21.831
0+052.56	-4.529	6868842.2442	725184.4775	22.036
0+052.56	3.591	6868835.7774	725179.5671	22.078
0+052.56	-3.000	6868841.0268	725183.5531	21.831
0+054.82	-4.521	6868840.7567	725186.3645	21.951
0+054.82	-3.000	6868839.5735	725185.4085	21.794
0+054.82	3.000	6868834.9064	725181.6377	21.794
0+054.82	3.502	6868834.5156	725181.3219	21.953
0+058.58	3.000	6868832.5422	725184.5639	21.732
0+058.58	3.000	6868832.5422	725184.5639	21.732
0+058.58	3.516	6868832.1407	725184.2395	21.874
0+058.58	3.516	6868832.1407	725184.2395	21.874
0+058.58	-4.516	6868838.3883	725189.2873	21.894
0+058.58	-4.516	6868838.3883	725189.2873	21.894
0+058.58	-3.000	6868837.2092	725188.3346	21.732
0+058.58	-3.000	6868837.2092	725188.3346	21.732
0+060.00	3.000	6868831.6528	725185.6646	21.708
0+060.00	4.526	6868830.4661	725184.7058	21.910
0+077.14	3.000	6868820.8792	725198.9990	21.401
0+077.14	3.000	6868820.8792	725198.9990	21.401
0+077.14	4.606	6868819.6299	725197.9895	21.473
0+077.14	4.606	6868819.6299	725197.9895	21.473
0+080.00	3.000	6868819.0836	725201.2214	21.347
0+080.00	-4.516	6868824.9295	725205.9447	21.509

0+080.00	3.632	6868818.5917	725200.8240	21.372
0+080.00	-3.000	6868823.7506	725204.9922	21.347
0+100.00	3.000	6868806.5143	725216.7782	20.940
0+100.00	3.560	6868806.0789	725216.4264	21.156
0+100.00	-4.708	6868812.5101	725221.6225	21.324
0+100.00	-3.000	6868811.1813	725220.5490	20.940
0+103.71	3.000	6868804.1845	725219.6617	20.859
0+103.71	-4.672	6868810.1520	725224.4832	21.207
0+103.71	3.672	6868803.6617	725219.2393	21.187
0+103.71	-3.000	6868808.8516	725223.4325	20.859
0+128.91	3.000	6868797.1187	725243.4069	20.271
0+128.91	-4.743	6868803.8752	725247.1883	20.205
0+128.91	-3.000	6868802.3545	725246.3372	20.271
0+128.91	4.516	6868795.7955	725242.6663	20.475
0+139.88	4.653	6868790.3213	725252.1684	20.352
0+139.88	-4.670	6868798.4564	725256.7215	19.999
0+139.88	-3.000	6868796.9991	725255.9058	19.992
0+139.88	3.000	6868791.7634	725252.9755	19.992
0+140.00	-4.669	6868798.3905	725256.8369	19.997
0+140.00	-3.000	6868796.9360	725256.0182	19.989
0+140.00	3.000	6868791.7074	725253.0752	19.989
0+140.00	4.656	6868790.2641	725252.2627	20.353
0+142.22	-3.000	6868795.7358	725258.0439	19.930
0+142.22	4.678	6868789.2185	725253.9841	20.369
0+142.22	-4.651	6868797.1372	725258.9169	19.956
0+142.22	3.000	6868790.6431	725254.8715	19.930
0+144.45	-3.000	6868794.4441	725260.0181	19.872
0+144.45	4.640	6868788.1458	725255.6941	20.413
0+144.45	-4.616	6868795.7761	725260.9325	19.933
0+144.45	3.000	6868789.4976	725256.6222	19.872
0+144.56	-4.619	6868795.7062	725261.0397	19.927
0+144.56	-3.000	6868794.3737	725260.1204	19.868
0+144.56	3.000	6868789.4352	725256.7129	19.868
0+144.56	4.645	6868788.0811	725255.7786	20.419
0+150.17	3.000	6868786.2535	725261.3242	19.718
0+150.17	-4.711	6868792.6002	725265.7032	19.684

0+150.17	4.039	6868785.3982	725260.7341	19.882
0+150.17	-3.000	6868791.1921	725264.7317	19.718
0+158.84	3.000	6868781.3283	725268.4625	19.477
0+158.84	-4.716	6868787.6793	725272.8446	19.438
0+158.84	-3.000	6868786.2668	725271.8700	19.477
0+158.84	3.646	6868780.7968	725268.0958	19.489
0+158.84	3.000	6868781.3282	725268.4626	19.477
0+158.84	-4.716	6868787.6792	725272.8447	19.438
0+158.84	3.646	6868780.7967	725268.0959	19.489
0+158.84	-3.000	6868786.2667	725271.8701	19.477
0+158.84	3.000	6868781.3265	725268.4651	19.477
0+158.84	-4.716	6868787.6775	725272.8471	19.438
0+158.84	3.646	6868780.7948	725268.0982	19.488
0+158.84	-3.000	6868786.2650	725271.8726	19.477
0+160.00	3.000	6868780.6692	725269.4178	19.445
0+160.00	-4.704	6868787.0105	725273.7931	19.417
0+160.00	3.746	6868780.0551	725268.9941	19.356
0+160.00	-3.000	6868785.6077	725272.8252	19.445
0+167.12	3.000	6868776.6256	725275.2783	19.244
0+167.12	-4.639	6868782.9134	725279.6167	19.281
0+167.12	3.703	6868776.0466	725274.8788	19.197
0+167.12	-3.000	6868781.5641	725278.6857	19.244
0+169.95	3.000	6868775.0163	725277.6106	19.164
0+169.95	3.718	6868774.4253	725277.2028	19.103
0+169.95	-4.603	6868781.2746	725281.9287	19.237
0+169.95	-3.000	6868779.9548	725281.0181	19.164
0+180.00	-4.568	6868775.5401	725290.1775	18.975
0+180.00	3.000	6868769.3109	725285.8796	18.866
0+180.00	3.726	6868768.7135	725285.4674	18.797
0+180.00	-3.000	6868774.2495	725289.2870	18.866
0+186.34	3.000	6868765.7129	725291.0942	18.664
0+186.34	-4.566	6868771.9403	725295.3909	18.776
0+186.34	3.709	6868765.1293	725290.6916	18.612
0+186.34	-3.000	6868770.6515	725294.5017	18.664
0+193.33	3.000	6868761.7391	725296.8537	18.428
0+193.33	3.583	6868761.2595	725296.5228	18.503

0+193.33	-4.535	6868767.9413	725301.1331	18.570
0+193.33	-3.000	6868766.6776	725300.2611	18.428
0+198.45	3.000	6868758.8306	725301.0690	18.247
0+198.45	-4.716	6868765.1812	725305.4508	18.208
0+198.45	3.514	6868758.4078	725300.7773	18.418
0+198.45	-3.000	6868763.7691	725304.4765	18.247
0+200.00	3.000	6868757.9527	725302.3414	18.191
0+200.00	3.529	6868757.5176	725302.0411	18.319
0+200.00	-4.734	6868764.3188	725306.7338	18.133
0+200.00	-3.000	6868762.8912	725305.7488	18.191
0+219.95	3.000	6868746.6207	725318.7651	17.406
0+219.95	-4.856	6868753.0866	725323.2264	17.228
0+219.95	3.703	6868746.0420	725318.3658	17.360
0+219.95	-3.000	6868751.5593	725322.1725	17.406
0+220.00	3.000	6868746.5945	725318.8031	17.404
0+220.00	-4.855	6868753.0602	725323.2643	17.226
0+220.00	-3.000	6868751.5330	725322.2106	17.404
0+220.00	3.703	6868746.0161	725318.4041	17.359
0+236.13	3.000	6868737.4321	725332.0824	16.726
0+236.13	3.716	6868736.8428	725331.6758	16.666
0+236.13	-4.626	6868743.7090	725336.4133	16.776
0+236.13	-3.000	6868742.3706	725335.4899	16.726
0+240.00	3.000	6868735.2362	725335.2649	16.576
0+240.00	-4.577	6868741.4725	725339.5678	16.677
0+240.00	3.640	6868734.7092	725334.9013	16.593
0+240.00	-3.000	6868740.1748	725338.6724	16.576
0+259.16	3.000	6868724.3522	725351.0394	16.241
0+259.16	3.892	6868723.6179	725350.5328	16.006
0+259.16	-4.751	6868730.7317	725355.4411	16.167
0+259.16	-3.000	6868729.2907	725354.4469	16.241
0+260.00	3.000	6868723.8780	725351.7267	16.242
0+260.00	-4.771	6868730.2739	725356.1398	16.148
0+260.00	3.916	6868723.1238	725351.2064	15.982
0+260.00	-3.000	6868728.8165	725355.1342	16.242
0+274.11	3.000	6868715.8632	725363.3428	16.445
0+274.11	4.396	6868714.7140	725362.5499	15.706

0+274.11	-5.272	6868722.6715	725368.0404	15.850
0+274.11	-3.000	6868720.8017	725366.7503	16.445

Gabriela Skowasch Bosse
Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Coordenadora Geral de Projetos