

ESTADO DE SANTA CATARINA
GOVERNO DO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA



**PROJETO DE DE PAVIMENTAÇÃO E COMPLEMENTARES DA
RUA MARTINHO BRUNELLI**

DISTRITO RIO MAINA

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO

Novembro/2025

 **PROSUL** - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda

Sumário

1 APRESENTAÇÃO.....	1 - 1
2 MAPA DE SITUAÇÃO.....	2 - 1
3 ESTUDO TOPOGRÁFICO.....	3 - 1
3.1 Introdução.....	3 - 1
3.2 Conceitos.....	3 - 1
3.2.1 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.....	3 - 1
3.2.2 A topografia.....	3 - 1
3.2.3 A Batimetria.....	3 - 2
3.2.4 Sistema Geodésico Brasileiro.....	3 - 2
3.3 Projeção, sistema de referência e altitude.....	3 - 3
3.4 Transporte de coordenadas e altitude.....	3 - 3
3.5 Poligonais geodésicas	3 - 4
3.5.1 Poligonal Principal (Rede de Apoio Básico).....	3 - 4
3.5.2 Poligonal secundária.....	3 - 5
3.5.3 Poligonal auxiliar.....	3 - 6
3.6 Levantamentos.....	3 - 6
3.7 Processamentos geodésicos e topográficos.....	3 - 7
3.8 Equipamentos utilizados.....	3 - 7
3.9 Modelagem digital do terreno.....	3 - 10
3.10 Planta topográfica.....	3 - 10
3.11 Registro Fotográfico.....	3 - 11
3.12 Anexo A - Planilhas de campo do Rastreio GNSS.....	3 - 12
3.13 Anexo B – Relatório de Processamento do Rastreio GNSS – PPP IBGE.....	3 - 16
3.14 Anexo C – Monografias dos Marcos Implantados.....	3 - 23
4 ESTUDO GEOTÉCNICO.....	4 - 1
4.1 Introdução.....	4 - 1
4.2 Metodologia.....	4 - 1
4.3 Serviços de Campo.....	4 - 1
4.3.1 Sondagens.....	4 - 1
4.3.2 Levantamentos deflectométricos.....	4 - 6

4.4	Serviços de Laboratório.....	4 - 9
4.4.1	Resultado dos Ensaios.....	4 - 9
4.5	Definição do material empregado na camada final de terraplenagem e cálculo do CBR de projeto.....	4 - 12
4.6	Materiais de Construção.....	4 - 12
4.6.1	Materiais para terraplenagem.....	4 - 12
4.6.1.1	Areal Mussuline.....	4 - 13
4.6.1.2	Areal Tramontin.....	4 - 22
4.6.2	Material Pétreo.....	4 - 32
4.6.2.1	Pedreira Nunes.....	4 - 32
4.6.3	Areia.....	4 - 34
4.6.3.1	Areal Fumacense.....	4 - 34
4.6.3.2	Areal Ouro Branco.....	4 - 34
4.6.3.3	Areal Ilibio e Silva.....	4 - 35
5	PROJETO GEOMÉTRICO.....	5 - 1
5.1	Introdução.....	5 - 1
5.2	Descrição da situação existente.....	5 - 1
5.3	Soluções Propostas.....	5 - 1
5.4	Apresentação dos Projetos.....	5 - 4
5.5	Elementos de Locação.....	5 - 4
6	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	6 - 1
6.1	Objetivo.....	6 - 1
6.2	Projeto Geométrico.....	6 - 1
6.3	Estudos Geológicos e Geotécnicos.....	6 - 1
6.4	Projeto de Terraplenagem.....	6 - 1
6.4.1	Serviços Preliminares.....	6 - 1
6.4.2	Cortes.....	6 - 2
6.4.3	Aterros.....	6 - 2
6.4.4	Bota-Fora.....	6 - 3
6.4.5	Empréstimo.....	6 - 3
6.4.6	Determinação de volumes.....	6 - 4
6.4.7	Distribuição de volumes.....	6 - 4
6.4.8	Recomendações.....	6 - 4
6.4.9	Quantidades.....	6 - 4
7	PROJETO DE DRENAGEM E OAC.....	7 - 1
7.1	Estudo Hidrológico.....	7 - 1
7.1.1	Coleta de dados.....	7 - 1
7.1.2	Dados relativos a região.....	7 - 3
7.1.3	Pluviometria.....	7 - 3

7.1.3.1Tipos climáticos.....	7 - 3
7.1.3.2Série histórica.....	7 - 3
7.1.3.3Precipitações mensais e anuais.....	7 - 3
7.1.4Determinação das curvas de Intensidade – Duração – Frequência.....	7 - 6
7.1.5Cálculo da equação geral de chuvas intensas	7 - 12
7.1.6Tempo de concentração.....	7 - 15
7.1.7Cálculo de vazões.....	7 - 15
7.1.8Tempos de recorrência.....	7 - 15
7.1.9Declividade efetiva.....	7 - 16
7.1.10Coeficiente de deflúvio.....	7 - 16
7.1.11Método Racional.....	7 - 17
7.2Projeto de Drenagem e OAC.....	7 - 17
7.2.1Metodologia.....	7 - 17
7.2.2Dispositivos de drenagem utilizados.....	7 - 17
7.2.3Meio fios.....	7 - 18
7.2.4Sarjetas triangulares de concreto.....	7 - 18
7.2.5Valeta de proteção de aterro.....	7 - 18
7.2.6Caixas coletoras com grelha de ferro e bocas de lobo.....	7 - 18
7.2.7Caixas de ligação e passagem	7 - 19
7.2.8Transposição de segmento de sarjeta	7 - 19
7.2.9Caixas coletoras de sarjeta e talvegue.....	7 - 19
7.2.10Dreno longitudinal para corte em solo.....	7 - 19
7.2.11Descida de água em aterro.....	7 - 19
7.2.12Dissipadores de energia.....	7 - 19
7.3Comprimento crítico de dispositivos de drenagem superficial.....	7 - 19
7.4Drenagem urbana.....	7 - 21
7.4.1Galerias de águas pluviais.....	7 - 21
7.4.2Dimensionamento hidráulico das galerias.....	7 - 21
7.4.3Largura dos berços das galerias.....	7 - 23
7.4.4Largura das cavas de implantação das galerias.....	7 - 23
7.4.5Berços das galerias pluviais	7 - 23
7.5Escavações.....	7 - 23
7.6Reaterro	7 - 25
7.7Remoção de concreto simples.....	7 - 25
7.8Remoção de meio fio existente.....	7 - 25
7.9Obra de arte corrente.....	7 - 25
7.9.1Escavações dos bueiros e reaterro da OAC projetada.....	7 - 26
8 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	8 - 1
8.1Introdução.....	8 - 1
8.2Classificação do tráfego.....	8 - 1
8.3Investigações geotécnicas para restauração do pavimento.....	8 - 2
8.3.1Medidas de deflexões recuperáveis.....	8 - 2
8.3.2Levantamento do estado de superfície do pavimento.....	8 - 6
8.3.3Características do pavimento e do subleito existente.....	8 - 8

8.4	Restauração do pavimento existente.....	8 - 8
8.4.1	Dimensionamento da restauração do pavimento existente	8 - 8
8.4.1.1	Método DNIT-PRO 11/79.....	8 - 8
8.5	Dimensionamento do pavimento novo.....	8 - 10
8.5.1	Definição do material empregado na camada final de terraplenagem e cálculo do CBR de projeto.....	8 - 10
8.5.2	Dimensionamento segundo o Método de Pavimento Flexíveis do DNER – pavimento flexível	8 - 11
8.5.3	Dimensionamento pelo Método da PCA/1984 – pavimento rígido.....	8 - 12
8.5.3.1	Projeto de juntas.....	8 - 15
8.5.3.2	Espaçamento entre juntas transversais.....	8 - 17
8.5.3.3	Enchimento de juntas.....	8 - 17
8.6	Solução final proposta.....	8 - 17
8.6.1	Restauração/reconstrução e substituição de pavimento.....	8 - 17
8.6.2	Implantação – pavimento flexível.....	8 - 18
8.6.3	Implantação – pavimento rígido.....	8 - 18
8.7	Especificações.....	8 - 19
8.8	Demonstrativo de cálculo dos serviços de pavimentação.....	8 - 19
9	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	9 - 1
9.1	Sinalização horizontal definitiva.....	9 - 1
9.1.1	Classificação.....	9 - 1
9.1.2	Marcas longitudinais.....	9 - 1
9.1.3	Dispositivos auxílios - Tachas.....	9 - 2
9.1.3.1	Dispositivos auxílios - Tachões.....	9 - 5
9.1.3.2	Materiais.....	9 - 5
9.1.3.3	Pavimento rígido.....	9 - 5
9.1.3.4	Dimensões.....	9 - 5
9.1.3.5	Cores.....	9 - 6
9.1.3.6	Retrorefletividade da sinalização horizontal.....	9 - 7
9.1.3.7	Medição.....	9 - 7
9.1.3.8	Pagamento.....	9 - 7
9.2	Sinalização vertical provisória e definitiva.....	9 - 7
9.2.1	Sinalização vertical provisória (sinalização de obra).....	9 - 7
9.2.1.1	Generalidades.....	9 - 7
9.2.1.2	Materiais.....	9 - 7
9.2.1.3	Execução.....	9 - 8
9.2.1.4	Características dos sinais.....	9 - 9
9.2.1.5	Dispositivos de canalização.....	9 - 10
9.2.1.6	Dispositivos luminosos.....	9 - 13
9.2.1.7	Dispositivos de controle de trânsito.....	9 - 14
9.2.1.8	Medição.....	9 - 15
9.2.1.9	Pagamento.....	9 - 15
9.2.2	Sinalização vertical.....	9 - 15
9.2.2.1	Generalidades.....	9 - 15
9.2.2.2	Legalidade.....	9 - 15
9.2.2.3	Padronização.....	9 - 16
9.2.2.4	Visibilidade, legibilidade e segurança.....	9 - 16
9.2.2.5	Suficiência.....	9 - 16
9.2.2.6	Continuidade e coerência.....	9 - 16

9.2.2.7	Atualidade e valorização.....	9 - 16
9.2.2.8	Manutenção e conservação.....	9 - 16
9.2.2.9	Eficácia da sinalização.....	9 - 16
9.2.2.10	Execução.....	9 - 16
9.2.2.11	Dimensões das letras.....	9 - 17
9.2.2.12	Marcadores de perigo.....	9 - 18
10	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	10 - 1
10.1	Considerações gerais.....	10 - 1
10.2	Escopo básico.....	10 - 1
10.2.1	Cercas e muros.....	10 - 1
10.2.2	Passeio	10 - 1
10.2.3	Dispositivos de contenção viária.....	10 - 2
10.2.3.1	Em função de taludes de aterro.....	10 - 2
10.2.4	Interferências e remanejamento e redes de serviços públicos.....	10 - 3
10.2.5	Interferência com posteamento da CELESC.....	10 - 3
10.2.6	Interferência com rede de água/esgoto da CASAN.....	10 - 3
10.2.7	Interferência com linha de transmissão da CELESC.....	10 - 3
11	CADASTRO DE DESAPROPRIAÇÃO.....	11 - 1
11.1	Introdução.....	11 - 1
11.2	Finalidade.....	11 - 1
11.3	Faixa de domínio	11 - 1
11.4	Plantas do projeto.....	11 - 1
11.5	Resumo geral.....	11 - 1
12	EQUIPE.....	12 - 1

1 APRESENTAÇÃO

O Contrato Nº 060/PMC/2025 assinado em 01/07/2025, entre o Município de Criciúma, representado pela Secretaria de Infraestrutura e Obras, e a Prosul, Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda, tem como objeto a Contratação de empresa de consultoria para execução de projetos básicos a nível de executivo de edificações, obras rodoviárias e pavimentação urbana no município de Criciúma/SC.

O presente relatório refere-se ao **Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina (102-25)**.

Os principais elementos de adjudicação são:

- Edital Nº 043/PMC/2025
- Proposta: PR 070-25 de 12/06/2025
- Contrato: Nº 60/PMC/2025
- Ordem de Serviço: 18 de 29/07/2025

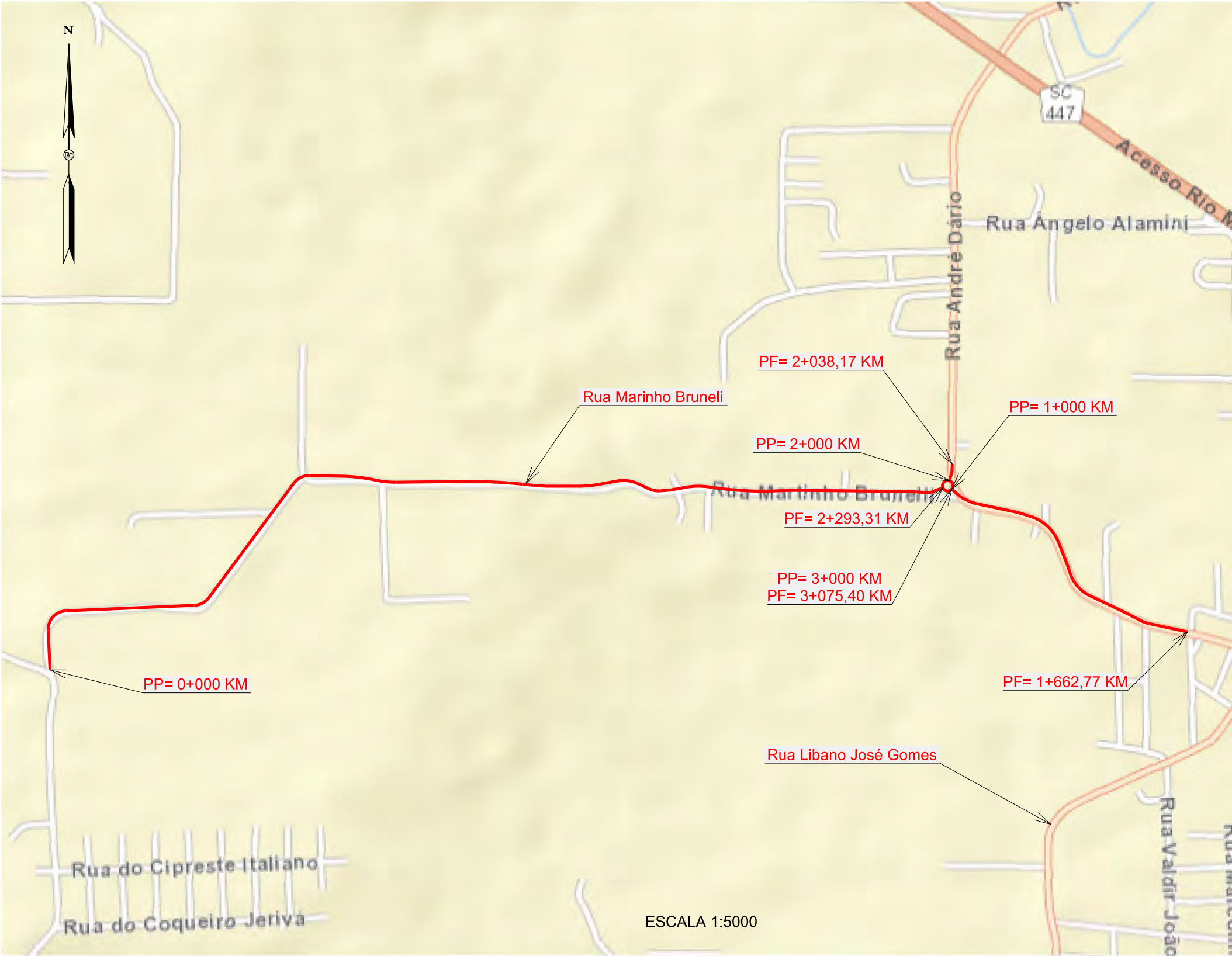
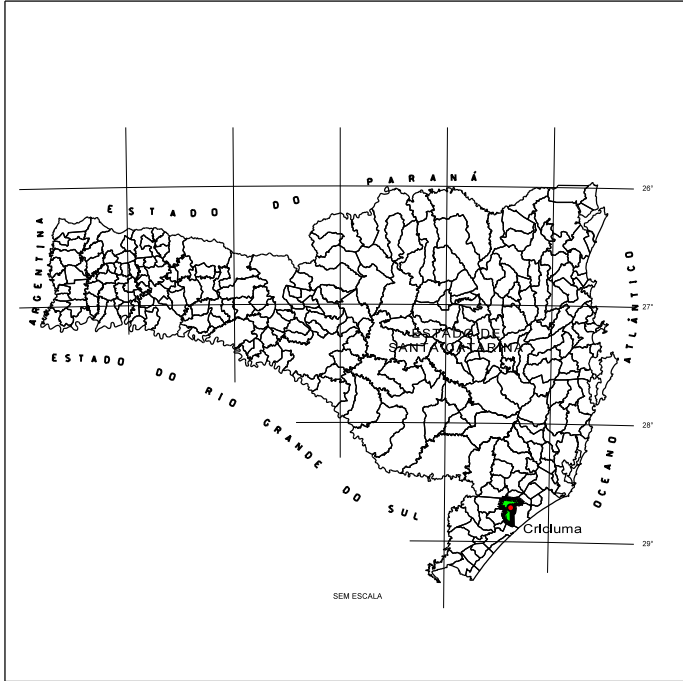
O Projeto é apresentado nos seguintes volumes:

- Volume 1: Relatório do Projeto, em formato A4;
- Volume 2: Projeto de Execução, em formato A3;
- Volume 3: Orçamento, em formato A4.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



ESTADO DE SANTA CATARINA



CONVENÇÕES DO PROJETO GEOMÉTRICO

- TRECHO DO PROJETO
- INDICAÇÕES

Datum:
SIRGAS 200 UTM Zona 22S
Fontes de Dados:
SIE - Bing Maps



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA			
Secretaria de Infraestrutura e Obras			
DISCIPLINA: PROJETO GEOMÉTRICO			
ASSUNTO: MAPA DE SITUAÇÃO			
PROJETO DE ENGENHARIA	OBRA: 102-25	ESCALA HOR.: INDICADA	ESCALA VERT.: -

Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Bruneli – Distrito Rio Maina	
FOLHA: MS - 01	

3 ESTUDO TOPOGRÁFICO

3.1 Introdução

Para a elaboração do Projeto de Pavimentação e Complementares da **Rua Martinho Brunelli**, localizada no **Bairro Rio Maina**, foi executado um levantamento topográfico de campo, planialtimétrico e cadastral georreferenciado, para a obtenção da restituição topográfica convencional, compatível com a escala 1:1000 (classe I PAC da NBR 13133).

3.2 Conceitos

A seguir apresenta-se alguns conceitos que corroboram com as atividades a serem desenvolvidas nos estudos topográficos.

3.2.1 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE**) é o órgão responsável pelo trato e desenvolvimento dos sistemas de coordenadas e altitudes utilizadas em topografia e projetos em todo território nacional.

3.2.2 A topografia

Os seres humanos sempre tiveram a necessidade de conhecer o meio em que vivem, por questão de sobrevivência, orientação, construção, segurança, etc. Com o advento das tecnologias surgiram equipamentos e técnicas de medição que facilitaram a obtenção de dados para a posterior representação, sendo a topografia uma das ferramentas utilizadas para realizar essas medições. A topografia é uma parte da Geodésia, a ciência que tem por objetivo determinar a forma e dimensão da terra.

Etimologicamente, a palavra topografia vem do Grego TOPOS, que significa lugar, e do Grego GRAPHEN, que tem o significado de descrição, assim, de uma forma bastante simples topografia significa descrição de lugar. Pode-se ainda apresentar as seguintes definições de topografia:

“ A topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana”

(DOUBEK, 1989); ou,

“ A topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão, e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre” (ESPARTEL, 1987).

Portanto, o objetivo principal da topografia é realizar medidas angulares, lineares e desníveis para representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. O método de coleta de dados para a posterior representação denomina-se levantamento topográfico.

Para realizar estes levantamentos, deve-se ter conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculos, estimativa de precisão e sistemas geodésicos. Devido às irregularidades da terra, é usual a utilização de modelos

(projeção) para sua representação, mais simples, regulares e geométricos e que mais se aproximem da forma real para se efetuar cálculos.

3.2.3 A Batimetria

Batimetria é ciência da mensuração da profundidade das massas de água (oceanos, mares, rios, lagos etc.), ou seja, é responsável pela determinação da topografia da parte submersa do seu leito.

Segundo Almeida et al. (1993), a batimetria:

“pode ser definida como sendo o conjunto dos princípios, métodos e convenções utilizados para determinar a medida do contorno, da dimensão e da posição relativa da superfície submersa dos oceanos, mares, rios, lagos, represas e canais”

3.2.4 Sistema Geodésico Brasileiro

Segundo a NBR 13133, o SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) é:

“Conjunto de pontos geodésicos descritores da superfície física da terra, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país, com finalidades de utilização que vão desde o atendimento de projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos levantamentos no horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da terra.”

O SGB é composto pelas redes altimétrica, planimétrica e gravimétrica e pode ser dividido em duas fases distintas: uma anterior e outra posterior ao advento da tecnologia de observação de satélites artificiais com fins de posicionamento, o qual se mostra amplamente superior nos quesitos rapidez e economia de recursos humanos e financeiro.

Atualmente, o SGB oficial denomina-se SIRGAS2000, o qual possui as seguintes características:

- ➡ Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional (ITRS);
- ➡ Elipsóide de Revolução: Do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (GRS80), com: semi-eixo maior (a) = 6.378.137,000 e achatamento (f) 1/298,257222101;
- ➡ Orientação: Pólos;
- ➡ Materialização: Todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira;
- ➡ Referencial Altimétrico : Nível Médio dos Mares definido pelas observações marégrafas tomadas no porto de Imbituba, litoral de Santa Catarina, de 1949 a 1957.

Com isso, para atendimento ao SGB, foi eleito o **SIRGAS2000** como o Sistema Geodésico a ser utilizado nas medidas e observações.

3.3 Projeção, sistema de referência e altitude

Para adequação dos trabalhos de topografia e geodésia a uma base cartográfica de reconhecimento nacional que é o SGB, bem como as orientações contidas no Termo de Referência, adotou-se em planimetria (coordenadas) a **Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator)** agregada ao **Sistema de Referência SIRGAS2000**.

Já em altimetria (altitudes) utilizou-se **altitude normal**, que é aquela referenciada ao nível médio dos mares. Para o cálculo da mesma foi utilizado o Modelo Geoidal vigente a época do levantamento sendo ele: **HgeoHnor2020**. O referido modelo atualmente é componente essencial do sistema geodésico brasileiro, desenvolvido e mantido pelo **IBGE**, e representa o mais recente e preciso modelos de referência altimétrica e geoidal do país.

3.4 Transporte de coordenadas e altitude

Para a realização dos trabalhos de geodésia e de topografia, no quesito transporte de coordenadas e altitude, foi eleito Serviço online para pós-processamento de dados GNSS do IBGE - **IBGE-PPP**, Rede Homologada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), pertencente a rede oficial do SGB (Sistema Geodésico Brasileiro).

Para a altimetria o IBGE-PPP - Serviço online para pós-processamento considera o modelo geoidal **HgeoHnor 2020**, para o cálculo da ondulação geoidal.

Em caráter informativo, colocamos que, a altitude obtida diretamente com os rastreadores GNSS é a denominada elipsoidal ou geométrica, que é referenciada diretamente ao elipsoide de revolução e apresenta caráter puramente geométrico e não corresponde à realidade da superfície terrestre, portanto não são utilizadas nas áreas de mapeamento e projetos de engenharia.

A diferença entre a altitude elipsoidal (h) e a altitude normal (H) é chamada Ondulação Geoidal (N).

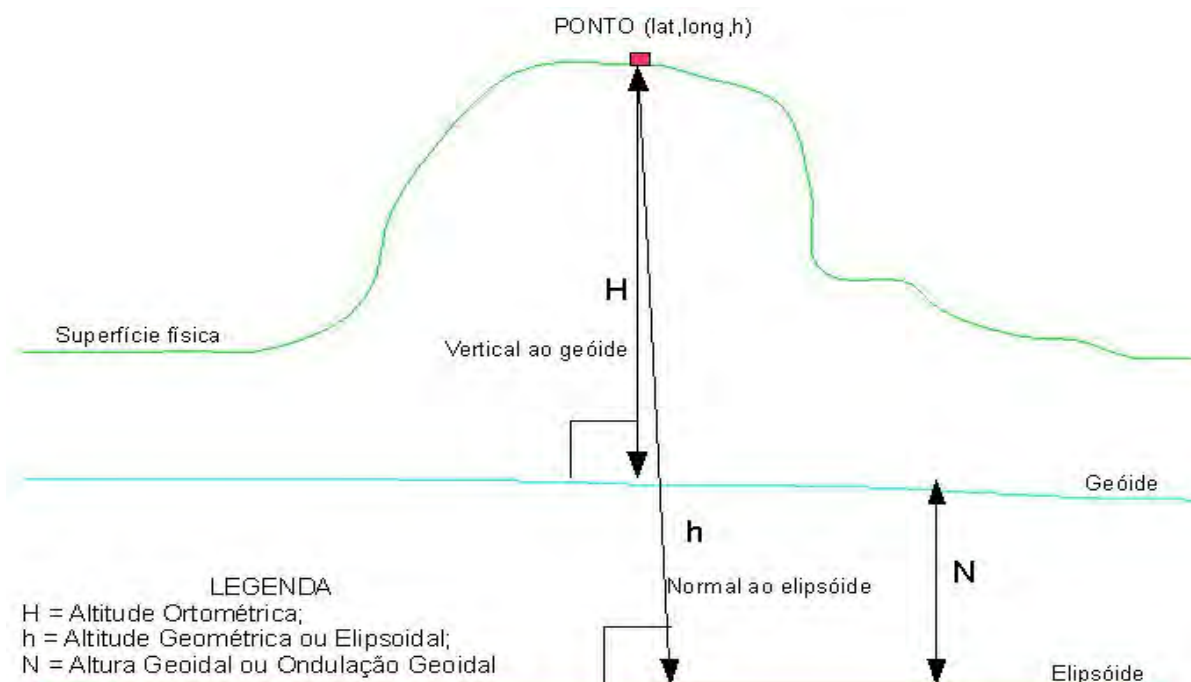


Figura 3.1 – Diferença entre as altitudes elipsoidal e normal

3.5 Poligonais geodésicas

De acordo com o desenvolvimento dos trabalhos de topografia de campo, e, visando a execução futura da obra, foram implantadas poligonais topográficas para subsidiar ambos tópicos.

3.5.1 Poligonal Principal (Rede de Apoio Básico)

Conforme a NBR 13.133, poligonal principal é aquela que determina os pontos de apoio topográfico de primeira ordem.

A implantação da poligonal principal se deu devido à necessidade de implantação de pontos geodésicos de apoio para a realização dos levantamentos topográficos de campo.

Todos os trabalhos referentes ao transporte de coordenadas foram efetuados através da técnica de Posicionamento Global Relativo Estático por Satélites (GNSS), obedecendo o que segue:

- Rastreio com portadora L1 e L2 ;
- Ocupação do ponto não inferior a 240 minutos;
- Linhas de Base estática;
- Rastreio Mínimo de 4 Satélites;
- Processamento dos dados, coordenadas e altitude normal, através do Serviço online para pós-processamento de dados GNSS do IBGE – **IBGE-PPP**.

Estabelecimento da Poligonal planialtimétrica principal se deu com implantação de marcos de concreto encimados com chapa metálica ou chapas metálicas cravadas no concreto ou em outros elementos passíveis de recebê-las.

Os marcos implantados na poligonal planialtimétrica possuem as seguintes dimensões:

Base: 10 cm

Topo: 20 cm

Altura: 50 cm

As chapinhas metálicas utilizadas têm a identificação da contratada, da Prefeitura Municipal de Criciúma, bem como, a identificação do número do marco.

Implantação dos Marcos se deu em locais que respeitem a sua integridade até a execução das obras. Os marcos de cada par são intervisíveis.

Cada marco implantado e georreferenciado, componente poligonal planialtimétrica principal, também tida como **rede de apoio básico e rede de referência de nível** possui:

- A) Caderneta de campo (Contendo as anotações concernentes ao rastreio realizado), apresentadas no Anexo A;
- B) Relatório de Processamento, apresentados no anexo B.
- C) Monografia Individual de cada marco, apresentadas no Anexo C.



Figura 3.2 – Marco PRO-50 implantado

A seguir apresentamos tabela com as coordenadas e altitude normal dos marcos geodésicos implantados.

COORDENADAS UTM SIRGAS2000 – MC° 51W			
MARCO	NORTE	ESTE	Alt.Normal (m)
MC PRO-50	6826166,718	652863,192	52,111
MC PRO-51	6826182,132	652812,679	56,121
MC PRO-52	6825778,562	650784,715	95,890
MC PRO-53	6825631,326	650765,461	102,230

Figura 3.3 – Coordenadas e altitude normal dos marcos geodésico implantados

Para localização dos mesmos deverão ser consultadas as pranchas do projeto.

3.5.2 Poligonal secundária

Segundo a NBR 13.133, poligonal secundária é aquela que, apoiada nos vértices

da poligonal principal, determina os pontos de apoio topográfico de segunda ordem.

Quando implantada a poligonal secundária visa o recobrimento das áreas a serem medidas, tendo assim elementos técnicos, precisos, confiáveis e georreferenciados a partir da poligonal principal.

Todos os trabalhos referentes ao transporte de coordenadas e altitude foram efetuados através da técnica de Posicionamento Global Relativo Estático por Satélites (GNSS), metodologia RTK, (Real Time Kinematic) que trata-se do posicionamento cinemático em Tempo Real, que alia a tecnologia de navegação por satélites a um rádio-modem para obter correções instantâneas, sem a necessidade de pós processamento dos dados.

Esta técnica exige a disponibilidade de pelo menos uma estação de referência, no nosso caso, o marco que fez parte da poligonal principal, com coordenadas ajustadas e dotada de um receptor GNSS e um rádio-modem transmissor. A estação de referência gera e transmite as correções diferenciais para uma estação móvel, que usa os dados para determinar precisamente sua posição.

3.5.3 Poligonal auxiliar

Segundo a NBR 13.133, poligonal auxiliar é aquela que, baseada nos pontos de apoio topográfico da poligonal principal ou secundária, tem seus vértices distribuídos na área ou faixa a ser levantada, de tal forma que seja possível coletar, direta ou indiretamente, por irradiação, intersecção ou ordenadas os pontos de detalhes julgados importantes para o nível do detalhamento do terreno.

Para essa poligonal foi utilizada a estação total e/ou rastreadores GNSS que utilizam a técnica RTK (Real Time Kinematic), que é aquela que proporciona as coordenadas em tempo real. Esta técnica exige a disponibilidade de pelo menos uma estação de referência, no nosso caso, o marco que fez parte da poligonal principal ou secundária, com coordenadas ajustadas e dotada de um receptor GNSS e um rádio-modem transmissor. A estação de referência gera e transmite as correções diferenciais para uma estação móvel, que usa os dados para determinar precisamente sua posição.

Sendo que sua diferença principal está na não necessidade de fechamento de execução.

3.6 Levantamentos

A partir da poligonal planialtimétrica principal, secundária e poligonais auxiliares, com auxílio de estação total e rastreadores GNSS que utilizam a técnica RTK (Real Time Kinematic), que é aquela que proporciona as coordenadas em tempo real, foi executado o levantamento planialtimétrico cadastral para obtenção de restituição topográfica com precisão compatível com a escala 1:1000 (classe I PAC da NBR 13133).

Foram levantadas ainda as “linhas de quebra” (talwegues, divisores, etc.), os elementos construídos (bueiros, sarjetas, edificações, etc.).

Realizou-se também o levantamento de cotas e dimensões dos bueiros, árvores, posteamento e outros componentes necessários ao bom entendimento das condições topográficas da região.

Quando os levantamentos foram executados utilizando-se a técnica RTK, para validação dos pontos, foram consideradas as precisões fornecidas pelo equipamento.

Para obtenção da altitude normal foi utilizado o modelo geoidal local verdadeiro gerado a partir da implantação, georreferenciamento dos marcos da poligonal principal.

3.7 Processamentos geodésicos e topográficos

Para o processamento das medidas geodésicas quando e, se necessário for, utilizou-se software específico para cálculos geodésicos, o qual permite o melhor arranjo final das observações.

O programa computacional é o **Spectra Survey Office**, e tem como diferencial uma fácil manipulação dos dados, bem como uma boa interface de trabalho. Todas as observações geradas por ele já foram extraídas no Sistema Geodésico **SIRGAS2000**, não havendo a necessidade de transformação dos elementos fora do seu ambiente.

Para o processamento dos dados colhidos pelas estações totais quando e, se necessário for, foi utilizado um programa topográfico específico para tal finalidade, denominado **Posição**, o qual permite a manipulação dos dados brutos de campo e tem como diferencial a capacidade de processamento destes já em ambiente **SIRGAS2000**.

3.8 Equipamentos utilizados

Para a execução dos trabalhos geodésicos e de topografia foram utilizados equipamentos de última geração tecnológica, considerado fator primordial para execução de medidas e veracidade das observações, sendo eles:

→ Um par de receptores GNSS geodésicos, com captação das ondas portadoras L1 e L2, da Marca Spectra Precision, modelo SP-85, com o sistema RTK e as seguintes precisões:

- Precisão RTK e Pós Processamento de :
 - Horizontal até 8 mm + 1 PPM em modo Relativo Cinemático;
 - Vertical até 15 mm + 1 PPM em modo Relativo Cinemático;
 - Horizontal até 3 mm + 0,1 PPM em modo Relativo Estático;
 - Vertical até 3,5 mm + 0,4 PPM em modo Relativo Estático;



Figura 3.4 – Rastreador GNSS – Marca Spectra – Modelo SP-85

→ Um par de receptores GNSS geodésicos marca Hi-Target, Modelo V-30 Plus, com o sistema RTK e as seguintes precisões:

- Precisão RTK e Pós Processamento de :
 - Horizontal até 8 mm + 1 PPM em modo Relativo Cinemático;
 - Vertical até 15 mm + 1 PPM em modo Relativo Cinemático;
 - Horizontal até 2,5 mm + 0,5 PPM em modo Relativo Estático;
 - Vertical até 5 mm + 0,5 PPM em modo Relativo Estático;



Figura 3.5 – Rastreador GNSS – Marca Hi-Target – Modelo V30 Plus

→ Uma estação total Marca Nikon, modelo NIVO 2M, com coletor interno de dados, precisão angular de 2" e precisão linear de 2 mm + 2 ppm,



Figura 3.6 – Estação Total – Marca Nikon – Modelo NIVO-2M

→ Uma estação total Marca Spectra Precision modelo Focus - 6 2", com coletor interno de dados, precisão angular de 2" e precisão linear de 2 mm + 2 ppm.



Figura 3.7 – Estação Total – Spectra Precision – Modelo Focus-6 2"

→ Uma estação total Marca Nikon, modelo NPR-362, com coletor interno de dados, precisão angular de 3" e precisão linear de 3 mm + 2 ppm.



Figura 3.8 – Estação Total – Spectra Precision – Modelo NPR-362

3.9 Modelagem digital do terreno

Um Modelo Digital de Terreno (MDT) representa uma região da superfície terrestre através de coordenadas (X,Y,Z).

Segundo DALMOLIN; SANTOS (2003, p.1), “ o MDT trata dos pontos que representam a superfície do terreno”.

Na concretização do MDT foram consideradas as observações geodésicas e topográficas planialtimétricas cadastrais nas áreas de abrangência do referido estudo, sendo que estas observações foram desenhadas em programas apropriados para esses estudos, sendo esses específicos para a área de projetos, e conhecidos como software de nome **Microstation** e **Geopak**, o qual permite cálculos integrados em ambiente vetorial e modelagem digital do terreno, até a formação final de melhor arranjo.

No que tange os elementos, para formação do MDT foram utilizados os pontos topográficos colhidos em campo e também as linhas tidas como obrigatórias, denominadas de “breaklines”, as quais foram reproduzidas a partir da união dos pontos topográficos levantados em campo.

Para a elaboração do MDT, o programa computacional **Geopak**, em sua modelagem da superfície do terreno utiliza a grade irregular triangular, onde cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo. Os vértices dos triângulos são os pontos provindos de levantamento de campo e das “breaklines”. Esta modelagem permite que as informações morfológicas importantes como as discontinuidades, representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagem (vales), sejam consideradas durante a geração da grade triangular, possibilitando modelar a superfície do terreno preservando as feições da superfície modelada.

Nos modelos de grade irregular triangular os pontos são conectados por linhas para formar triângulos, e recebe a denominação de “TIN”.

A representação do relevo modelado é feita através das **curvas de nível**. Elas podem ser definidas como linhas que unem pontos com a mesma cota ou altitude. Representam em projeção ortogonal a interseção da superfície do terreno com planos horizontais.

As curvas de nível podem ser classificadas em curvas mestras ou principais e secundárias. As mestras são representadas com traços diferentes das demais (possuem cor diferenciada, por exemplo), sendo todas numeradas. As curvas secundárias complementam as informações.

As curvas de nível que representam o MDT são apresentadas nas plantas do projeto.

3.10 Planta topográfica

Para a elaboração da planta topográfica foram consideradas as observações geodésicas e topográficas planialtimétricas cadastrais nas áreas de abrangência do referido estudo.

Todas estas observações foram desenhadas em programas apropriados para esses estudos, sendo esses específicos para a área de projetos, e conhecidos como **MicroStation** e **Geopak**, os quais por sua vez permitem cálculos integrados em ambiente vetorial e modelagem do terreno, até a formação final de melhor arranjo e eficiência para o projeto.

Os resultados desse processamento propriamente ditos, os desenhos, são apresentados nas pranchas do projeto, em escalas compatíveis e adequadas as qualidades gráficas e visual para os estudos a serem realizados.

3.11 Registro Fotográfico

A seguir estão apresentadas a documentação fotográfica que corrobora com a execução dos trabalhos descritos anteriormente.



Figura 3.9 – Implantação e georreferenciamento de marco geodésico



Figura 3.10 – Implantação e georreferenciamento de marco geodésico

3.12 Anexo A - Planilhas de campo do Rastreio GNSS

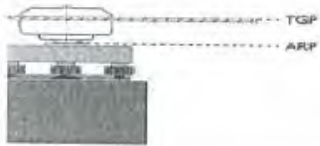
A seguir são apresentadas as anotações de campo dos rastreios GNSS efetuados na implantação dos marcos da poligonal principal.

CADERNETA DE CAMPO GPS				 PROSUL	
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA E GEODÉSIA					
PONTO	PRO 50	SEÇÃO	Única	DIA GPS	220
				PÁGINA	2
DATA	08/08/2025	OBRA	102-25	ARQUIVO	102-25-01
MUNICÍPIO / UF	Piracicaba / SC	LOCALIDADE	Ribeirão União		
PONTO DE BASE	PPP				
COORDENADAS APROXIMADAS					
LATITUDE	LOGITUDE		ALTITUDE	SISTEMA DE REFERÊNCIA	
EQUIPAMENTOS					
RECEPTOR			ANTENA		
MARCA/MODELO	NºSÉRIE	PATRIM.	NOME	TIPO	
LEICA 1230 GG	V30 PLUS		ATX 1230 GG TRIPE	LEIA TX 1230GG	
LEICA 1230 GG			ATX 1230 GG POLE	LEIA TX 1230GG	
ASHTech RELIANCE			ATX 1230 GG PILAR	LEIA TX 1230GG	
ASHTech RELIANCE			RELIANCE	ASH110454	
MAGELLAN MOBILE MAPPER	4609	47760	MOBILE MAPPER	700222A	
MAGELLAN MOBILE MAPPER	4546	43069			
ALTURA DA ANTENA					
MEDIDA			ESQUEMA	CROQUI DA ANTENA	
ORDEM	INICIO	FINAL	TGP=TOP OF GROUND PLANE ARP= ANTENA REFERENCE POINT		
1	2.00	2.00			
2					
MEDIDA	VEERTIC. ARP	INCLIN. TGP			
INSERIDA	SIM	X NÃO			
HORÁRIO DE RASTREIO					
	TUC	LOCAL			
INICIO		07:53			
FIM		20:53			
TAXA DE GRAVAÇÃO DADOS		05			
ELEVÇÃO DOS SATÉLITES		15			
OBS.					
TÉCNICO RESP.		Admiral Schmidt			
PROCESSAMENTO		Giovis			
DATA		11/8/25/82			

CROQUI DO LOCAL DE RASTREIO



CADERNETA DE CAMPO GPS			
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA E GEODÉSIA			
PONTO	PRO 52	SEÇÃO	Única
		DIA GPS	219
		PÁGINA	1
DATA	07/08/2025	OBRA	102-25
		ARQUIVO	102-25-00
MUNICÍPIO / UF	Princesa	ISC	
		LOCALIDADE	poço Defende
PONTO DE BASE	VPP		
COORDENADAS APROXIMADAS			
LATITUDE	LOGITUDE	ALTITUDE	SISTEMA DE REFERÊNCIA
EQUIPAMENTOS			
RECEPTOR			ANTENA
MARCA/MODELO	NºSÉRIE	PATRIM.	
LEICA 1230 GG	V30 PLUS		ATX 1230 GG TRIPE
LEICA 1230 GG			LEIA TX 1230GG
ASHTech RELIANCE			ATX 1230 GG POLE
ASHTech RELIANCE			LEIA TX 1230GG
MAGELLAN MOBILE MAPPER	4609	47760	ATX 1230 GG PILAR
MAGELLAN MOBILE MAPPER	4546	43069	LEIA TX 1230GG
			RELIANCE
			ASH110454
			MOBILE MAPPER
			700222A
ALTURA DA ANTENA			
MEDIDA			ESQUEMA
ORDEN	INICIO	FINAL	
1	3,667	3,667	TGP=TOP OF GROUND PLANE
2			ARP= ANTENA REFERENCE POINT
MEDIDA	VEERTIC. ARP	INCLIN. TGP	
INSERIDA	SIM	NÃO	
HORÁRIO DE RASTREIO			CROQUI DO LOCAL DE RASTREIO
	TUC	LOCAL	
INÍCIO		08:29	
FIM		12:29	
TAXA DE GRAVAÇÃO DADOS	05		
ELEVAÇÃO DOS SATÉLITES	15		
OBS.			
TÉCNICO RESP.	Cedemir Almeida		
PROCESSAMENTO	Clavis		
DATA	8/8/25		

CADERNETA DE CAMPO GPS				DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA E GEODÉSIA	
PONTO		SEÇÃO		DIA GPS	
PRO 53		única		238	
DATA		OBRA		ARQUIVO	
07/08/2025		102-25		102-25-00	
MUNICÍPIO / UF			LOCALIDADE		
Piracicaba / SC			São Rafael		
PONTO DE BASE					
PPP					
COORDENADAS APROXIMADAS					
LATITUDE		LOGITUDE		ALTITUDE	
EQUIPAMENTOS					
RECEPTOR			ANTENA		
MARCA/MODELO	N°SÉRIE	PATRIM.	NOME	TIPO	
LEICA 1230 GG	V30 PLUS		ATX 1230 GG TRIPE	LEIA TX 1230GG	
LEICA 1230 GG			ATX 1230 GG POLE	LEIA TX 1230GG	
ASHTech RELIANCE			ATX 1230 GG PILAR	LEIA TX 1230GG	
ASHTech RELIANCE			RELIANCE	ASH110454	
MAGELLAN MOBILE MAPPER	4609	47760	MOBILE MAPPER	700222A	
MAGELLAN MOBILE MAPPER	4546	43069			
ALTURA DA ANTENA					
MEDIDA			ESQUEMA		CROQUI DA ANTENA
ORDEM	INÍCIO	FINAL	TGP=TOP OF GROUND PLANE ARP= ANTENA REFERENCE POINT		
1	2.00	2.00			
2					
MEDIDA	VEERTIC.	INCLIN.			
	ARP	TGP			
INSERIDA	SIM	NÃO			
	X	X			
HORÁRIO DE RASTREIO					
LOCAL		TUC			
INÍCIO	08:48				
FIM	12:48				
TAXA DE GRAVAÇÃO DADOS					
05					
ELEVAÇÃO DOS SATÉLITES					
15					
OBS.					
TÉCNICO RESP.			PROCESSAMENTO		
Cedemir Melnick			CLOVIS		
DATA					
8/8/25/2025					

3.13 Anexo B – Relatório de Processamento do Rastreo GNSS – PPP IBGE

A seguir são apresentados os relatórios de processamento e ajustamento dos marcos da poligonal principal.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: PRO

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/08 10:53:50,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/08 13:53:45,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	HITV30PLUS NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	2,004
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,49 GPS 1,82 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,02 GPS 1,16 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) ⁴	-28° 40' 57,6897"	-49° 26' 07,5188"	54,00	6826166.718	652863.192	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 40' 57,6798"	-49° 26' 07,5205"	54,00	6826167.023	652863.150	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,003	0,008	0,016			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA		
Fator para Conversão (m):	1,89	Incerteza (m):	0,07
Altitude Normal (m):	52,11		

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

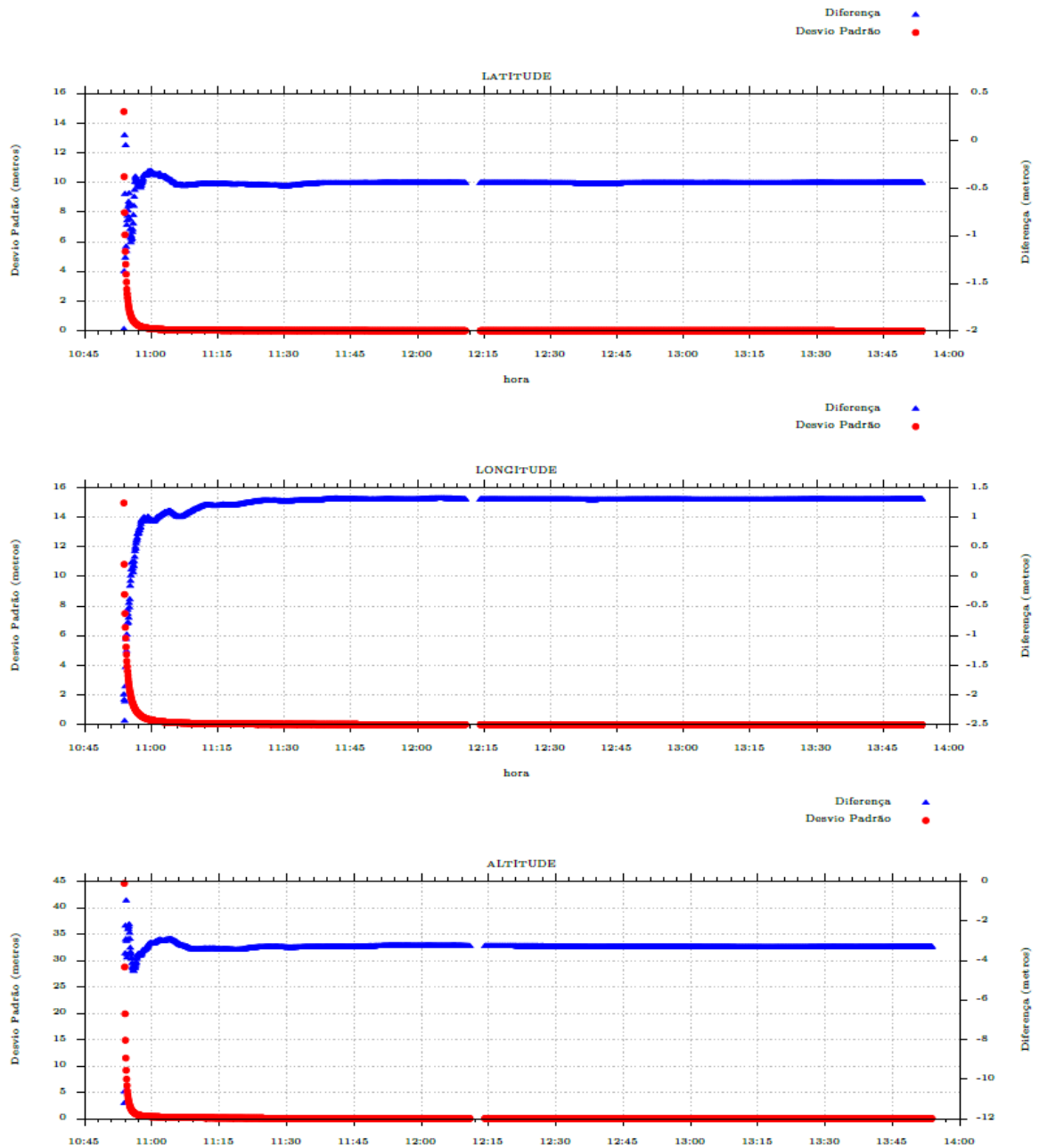
⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori
PRO_50.250



Processado em: 11/08/2025 09:35:22



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: PRO

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/08 10:47:30,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/08 13:47:30,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	HITV30PLUS NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,849
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	2,41 GPS 3,42 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,15 GPS 1,35 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000,4 (E a que deve ser usada) ⁴	-28° 40' 57,2105"	-49° 26' 09,3869"	58,01	6826182.132	652812.679	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 40' 57,2006"	-49° 26' 09,3886"	58,01	6826182.438	652812.637	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,004	0,012	0,026			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgcoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	1,89	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	56,12	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

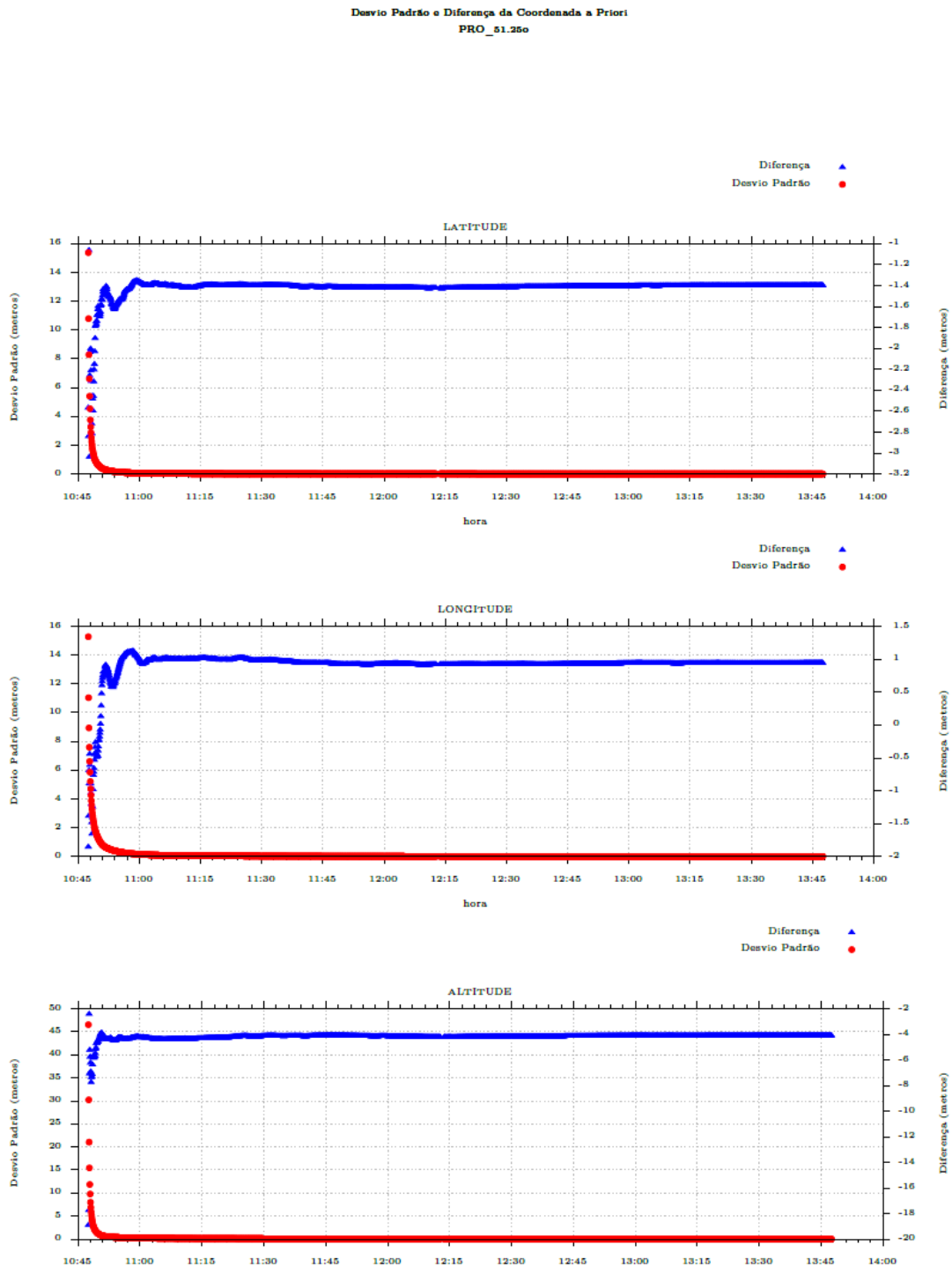
⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000,4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000,4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: PRO5

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/07 11:29:50,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/07 15:29:40,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	HITV30PLUS NONE
Órbitas dos satélites: ¹	ULTRA-RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,667
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	3,39 GPS 7,72 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,33 GPS 1,33 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) ⁴	-28° 41' 11,1773"	-49° 27' 23,8956"	97,87	6825778.562	650784.715	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 41' 11,1674"	-49° 27' 23,8973"	97,87	6825778.868	650784.672	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,008	0,014	0,036			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	1,98	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	95,89	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

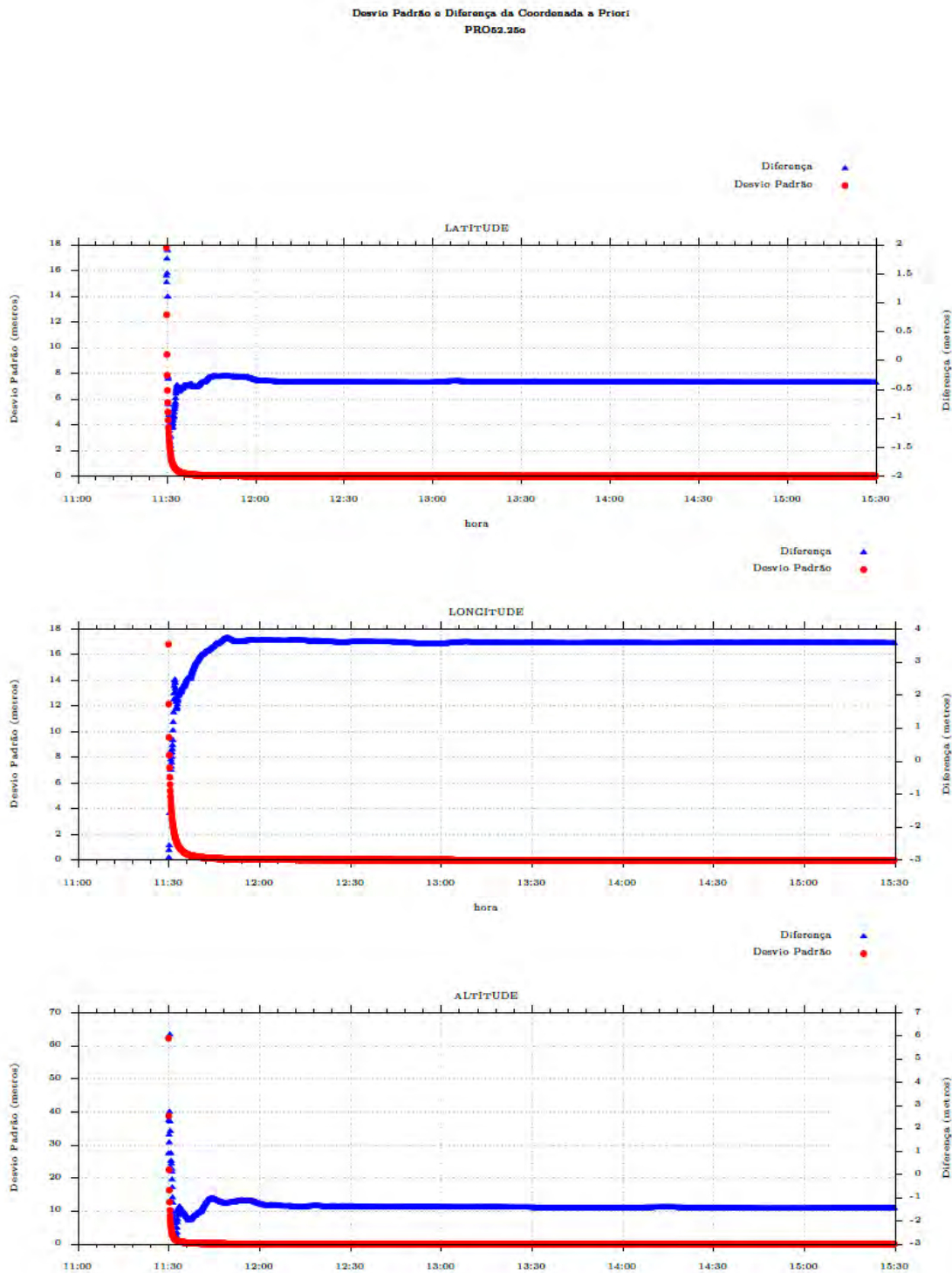
⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: PRO5

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/07 11:49:05,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/08/07 15:48:55,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	HITV30PLUS NONE
Órbitas dos satélites: ¹	ULTRA-RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	2,004
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,57 GPS 2,09 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,83 GPS 0,87 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000,4 (é a que deve ser usada) ⁴	-28° 41' 15,9681"	-49° 27' 24,5347"	104,21	6825631.326	650765.461	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 41' 15,9582"	-49° 27' 24,5364"	104,21	6825631.631	650765.419	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,003	0,005	0,016			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	1,98	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	102,23	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000,4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000,4.

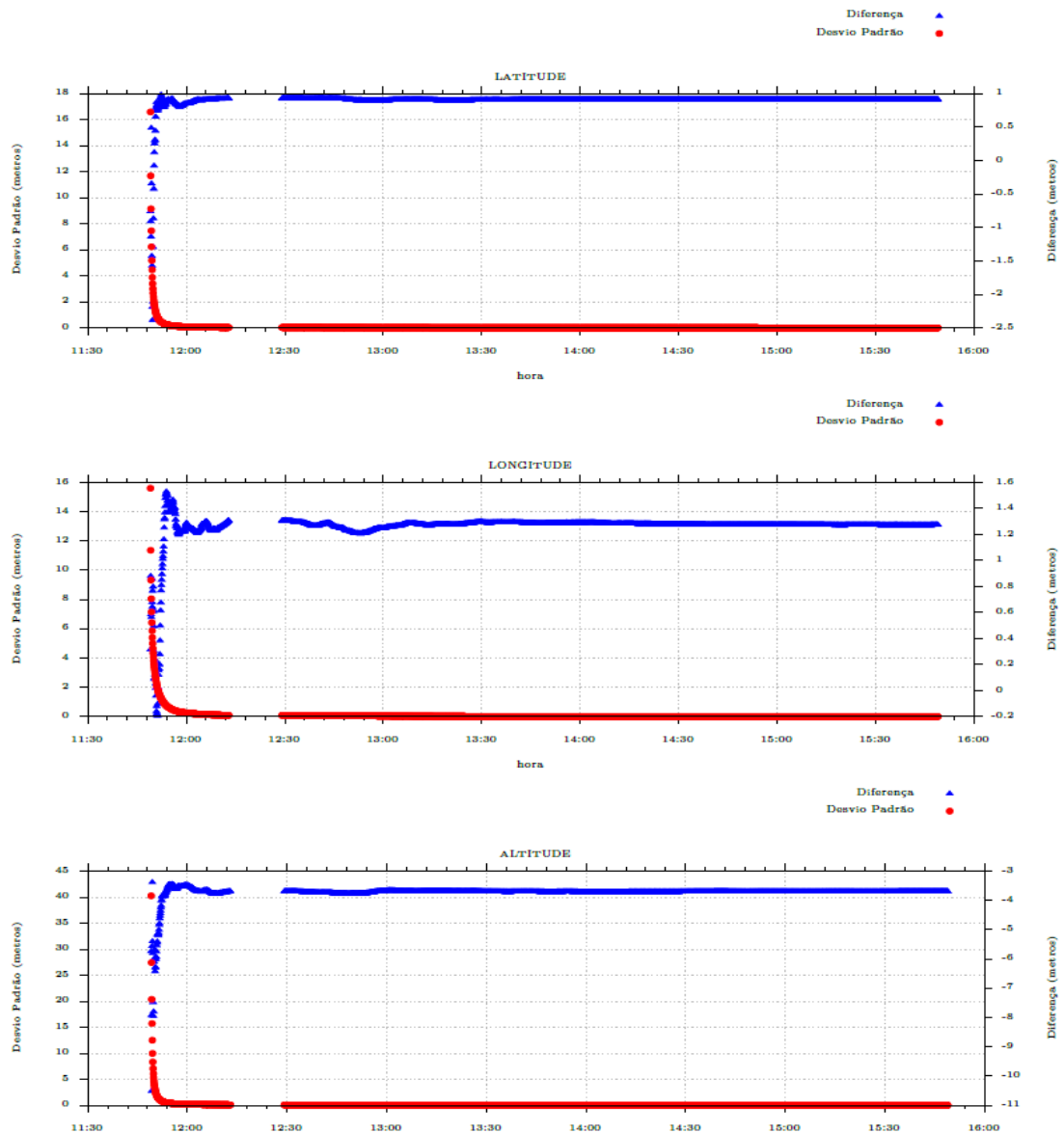
⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori
PRO53.250



3.14 Anexo C – Monografias dos Marcos Implantados

A seguir são apresentadas as monografias dos marcos da poligonal principal.

		<i>PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda</i> <i>Rua Saldanha Marinho, 116 - Ed. Liberal Center, 3º andar - Centro</i> <i>Florianópolis/SC - CEP: 88.010-450</i> <i>Fone: (48) 3027-2730 - E-mail: prosul@prosul.com</i>	
MONOGRAFIA DE MARCO			
Cliente: PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA			
Município		UF	Nome do Marco
Criciúma		SC	PRO-50
Origem do Levantamento (Base)		Datum Horizontal	Obra/Ano
Posicionamento por Ponto Preciso (PPP - IBGE)		SIRGAS2000	102-25
COORDENADAS GEOGRÁFICAS SIRGAS2000		COORDENADAS UTM SIRGAS2000 – M.C. 51º WGR	
Latitude (Φ)	Sigma	Norte (m)	
- 28°40'57,6897"	0,003 m	6.826.166,718	
Longitude (λ)	Sigma	Este (m)	
- 49°26'07,5188"	0,008 m	652.863,192	
h.: 54,000 m	Sigma.: 0,016	Ondulação Geoidal.: 1,89 m	H.:52,110 m
Onde:	h: Altitude Geométrica ou Elipsoidal	H: Altitude Normal pelo Modelo Geoidal HgeoHnor/2020	
Data/hora Início Rastreio		Data/hora Final Rastreio	Equipamento Utilizado
08/08/25 - 07h 53'50"		08/08/25 - 10h 53'50"	HI-TARGET V30
Fotos:			
			
			
Estação Intervisível: PRO-51			
Levantamento – data		Processamento – data	Monografia – data
Ademir/Felipe 08/08/2025		Clóvis 118/08/25	Clóvis 11/08/25

		<i>PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda</i> <i>Rua Saldanha Marinho, 116 - Ed. Liberal Center, 3º andar - Centro</i> <i>Florianópolis/SC - CEP: 88.010-450</i> <i>Fone: (48) 3027-2730 - E-mail: prosul@prosul.com</i>	
MONOGRAFIA DE MARCO			
Cliente: PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA			
Município		UF	Nome do Marco
Criciúma		SC	PRO-51
Origem do Levantamento (Base)		Datum Horizontal	Obra/Ano
		SIRGAS2000	102-25
Posicionamento por Ponto Preciso (PPP - IBGE)		SIRGAS2000	102-25
COORDENADAS GEOGRÁFICAS SIRGAS2000		COORDENADAS UTM SIRGAS2000 – M.C. 51º WGR	
Latitude (Φ)	Sigma	Norte (m)	
- 28°40'57,2105"	0,004 m	6.826.182,132	
Longitude (λ)	Sigma	Este (m)	
- 49°26'09,3869"	0,012 m	652.812,679	
h.: 58,010 m	Sigma.: 0,026	Ondulação Geoidal.: 1,89 m	H.: 56,120 m
Onde:	h: Altitude Geométrica ou Elipsoidal		H: Altitude Normal pelo Modelo Geoidal HgeoHnor/2020
Data/hora Início Rastreio		Data/hora Final Rastreio	Equipamento Utilizado
08/08/25 - 07h 47'30"		08/08/25 - 10h 47'30"	HI-TARGET V30
Fotos:			
			
			
Estação Intervisível: PRO-50			
Levantamento – data		Processamento – data	Monografia – data
Ademir/Felipe 08/08/2025		Clóvis 118/08/25	Clóvis 11/08/25

		<i>PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda</i> <i>Rua Saldanha Marinho, 116 - Ed. Liberal Center, 3º andar - Centro</i> <i>Florianópolis/SC - CEP: 88.010-450</i> <i>Fone: (48) 3027-2730 - E-mail: prosul@prosul.com</i>	
MONOGRAFIA DE MARCO			
Cliente: PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA			
Município		UF	Nome do Marco
Criciúma		SC	PRO-52
Origem do Levantamento (Base)		Datum Horizontal	Obra/Ano
Posicionamento por Ponto Preciso (PPP - IBGE)		SIRGAS2000	102-25
COORDENADAS GEOGRÁFICAS SIRGAS2000		COORDENADAS UTM SIRGAS2000 – M.C. 51º WGR	
Latitude (Φ)	Sigma	Norte (m)	
- 28°41'11,1773"	0,008 m	6.825.778,562	
Longitude (λ)	Sigma	Este (m)	
- 49°27'23,8956"	0,014 m	650.784,715	
h.: 97,870 m	Sigma.: 0,036	Ondulação Geoidal.: 1,98 m	H.:95,890 m
Onde:	h: Altitude Geométrica ou Elipsoidal		H: Altitude Normal pelo Modelo Geoidal HgeoHnor/2020
Data/hora Início Rastreio		Data/hora Final Rastreio	Equipamento Utilizado
07/08/25 - 08h 29'50"		07/08/25 - 12h 29'40"	HI-TARGET V30
Fotos:			
			
			
Estação Intervisível: PRO-53			
Levantamento – data		Processamento – data	Monografia – data
Ademir/Felipe 07/08/2025		Clóvis 08/08/25	Clóvis 08/08/25

		<i>PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda</i> <i>Rua Saldanha Marinho, 116 - Ed. Liberal Center, 3º andar - Centro</i> <i>Florianópolis/SC - CEP: 88.010-450</i> <i>Fone: (48) 3027-2730 - E-mail: prosul@prosul.com</i>	
MONOGRAFIA DE MARCO			
Cliente: PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA			
Município		UF	Nome do Marco
Criciúma		SC	PRO-53
Origem do Levantamento (Base)		Datum Horizontal	Obra/Ano
Posicionamento por Ponto Preciso (PPP - IBGE)		SIRGAS2000	102-25
COORDENADAS GEOGRÁFICAS SIRGAS2000		COORDENADAS UTM SIRGAS2000 – M.C. 51º WGR	
Latitude (Φ)	Sigma	Norte (m)	
- 28°41'15,9681"	0,003 m	6.825.631,326	
Longitude (λ)	Sigma	Este (m)	
- 49°27'24,5347"	0,006 m	650.765,461	
h.: 104,210 m	Sigma.: 0,016	Ondulação Geoidal.: 1,98 m	H.:102,230 m
Onde:	h: Altitude Geométrica ou Elipsoidal		H: Altitude Normal pelo Modelo Geoidal HgeoHnor/2020
Data/hora Início Rastreio		Data/hora Final Rastreio	Equipamento Utilizado
07/08/25 - 08h 49' 05"		07/08/25 - 12h 48' 55"	HI-TARGET V30
Fotos:			
			
			
Estação Intervisível: PRO-52			
Levantamento – data		Processamento – data	Monografia – data
Ademir/Felipe 07/08/2025		Clóvis 08/08/25	Clóvis 08/08/25

4 ESTUDO GEOTÉCNICO

4.1 Introdução

O presente estudo geotécnico compõe a elaboração do **Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina**.

Tem por objetivo proporcionar a identificação e o conhecimento dos materiais do subleito, a análise da estrutura do pavimento existente e uma avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais ocorrentes na região, tendo em vista a sua utilização na terraplenagem, além de pesquisa dos materiais a serem utilizados para a estrutura das camadas do pavimento.

4.2 Metodologia

No Estudo Geotécnico deste projeto de engenharia rodoviária, foi empregada a metodologia preconizada pelas Instruções de Serviços IS-07, aprovada pelo Conselho Administrativo do DEINFRA, através da Resolução Nº 0404/1998, de 17/12/1998.

Neste capítulo são apresentadas as atividades desenvolvidas em campo (sondagens e levantamento deflectométrico) e em laboratório (execução de ensaios de caracterização).

4.3 Serviços de Campo

Os serviços de campo consistiram na execução furos de sondagem para identificação do material existente ao longo da via em estudo; levantamentos com viga Benkelman para determinação das deflexões do pavimento existente e para a avaliação visual das condições da superfície do pavimento existente, foi realizado levantamento visual contínuo (LVC). Este último é apresentado no volume 2, no item “Projeto de Pavimentação”.

4.3.1 Sondagens

Nos locais programados foi realizado a abertura de 03 poços de inspeção para análise dos materiais empregados na estrutura do pavimento existente e suas respectivas espessuras.

Para o estudo do subleito onde está previsto a pavimentação do trecho que atualmente está em revestimento primário vias foram realizadas 14 sondagens.

Nestes locais, tanto na pista existente quanto nas implantações, foram coletadas amostras que posteriormente foram submetidas a ensaios de caracterização como granulometria, compactação, ISC e expansão.

Nas figuras 4.1 a 4.8 são apresentadas fotos registradas durante os serviços de campo, enquanto os boletins de sondagem são apresentados nas figuras 4.9 e 4.10.



Figura 4.1 - Furo 03



Figura 4.2 - Furo 05



Figura 4.3 - Furo 08



Figura 4.4 - Furo 13



Figura 4.5 - Furo 14



Figura 4.6 - Furo 15



Figura 4.7 - Furo 16



Figura 4.8 - Furo 17

4 – ESTUDO GEOTÉCNICO



RQ 090501

BOLETIM DE SONDAGEM

PROJETO:

RUA MARTINHO BRUNELLI

BAIRRO:

DISTRITO RIO MAINA

OBJETIVO DA SONDAGEM:

Inspeção do Pavimento / Subleito

Nº DO SERVIÇO :

102-25

DATA:

02 a 04/10/25

Nº DO FURO	KM		POS.	AFAST. (m)	COORDENADA		TIPO DE SOND.	PROFUND. (m)		AM. Nº	N.A. (m)		CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	INT.	FRAC.			LAT	LON		DE	A		INICIAL	APÓS 24 HS	Condições Atmosféricas:
													Dia Seco () ; Dia Chuvoso () ; Chuva Dia Anterior ()

LEGENDA:

PP = pá e picareta, ST = sondagem a trado, DPL = sondagem penetrométrica, SPR = sondagem penetrométrica com rompedor, CAV = sondagem com cavadeira

01	00	005	LD	8,0	650781	6825790	CAV	0,00	1,20				solo variegado
								1,20	-				Impenetrável – rocha
02	00	045	LE	2,0	650769	6825829	CAV	0,00	0,80				solo variegado
								0,80	-				Impenetrável – rocha
03	00	170	LD	2,5	650824	6825916	CAV	0,00	0,40	1			pedregulho areia argila silte escuro
							CAV	0,40	1,50	2			argila silte areia avermelhada
04	00	298	EIXO	-	650952	6825924	CAV	0,00	0,60				solo variegado
								0,60	-				Impenetrável – rocha
05	00	510	LE	1,5	651146	6825967	CAV	0,00	0,20				brita corrida
								0,20	-				impenetrável
06	00	738	EIXO	-	651283	6826151	CAV	0,00	0,60				pirita (aterro)
								0,60	1,50				argila escura
07	00	805	LE	4,5	651321	6826208	CAV	0,00	0,75				solo orgânico
								0,75	-				Impenetrável – rocha
08	01	030	LD	2,5	651542	6826207	CAV	0,00	0,35	1			silte areia argila roz. Com pedregulhos
							CAV	0,35	0,80	2			argila silte areia vermelha com pedregulhos
								0,80	-				impenetrável
09	01	265	LD	6,5	651774	6826203	CAV	0,00	1,00				solo variegado
								1,00	-				Impenetrável – rocha

Figura 4.9 - Boletim de Sondagem

4 – ESTUDO GEOTÉCNICO

RQ 090501



BOLETIM DE SONDAGEM

PROJETO:

RUA MARTINHO BRUNELLI

BAIRRO:

DISTRITO RIO MAINA

OBJETIVO DA SONDAGEM:

Inspeção do Pavimento / Subleito

Nº DO SERVIÇO :

102-25

DATA:

02 a 04/10/25

Nº DO FURO	KM		POS.	AFAST. (m)	COORDENADA		TIPO DE SOND.	PROFUND. (m)		AM. Nº	N.A. (m)		CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	INT.	FRAC.			LAT	LON		DE	A		INICIAL	APÓS 24 HS	Condições Atmosféricas:
Dia Seco () ; Dia Chuvoso () ; Chuva Dia Anterior ()													
LEGENDA: PP = pá e picareta, ST = sondagem a trado, DPL = sondagem penetrométrica, SPR = sondagem penetrométrica com rompedor, CAV = sondagem com cavadeira													
10	01	305	LD	1,5	651815	6826205	CAV	0,00	1,50				argila vermelha
								1,50	-				Impenetrável – rocha
11	01	310	LE	4,5	651822	6826211	CAV	0,00	2,10	1			argila vermelha
								2,10	-				Impenetrável – rocha
12	01	527	LD	6,0	652038	6826202	CAV	0,00	1,50				argila mesclada
								1,50	-				Impenetrável – rocha
13	01	730	LD	5,5	652234	6826194	CAV	0,00	1,00	1			argila silte areia amarelada escura
14	01	910	LD	2,5	652440	6826188	CAV	0,00	1,00	1			pedregulho argila areia silte escuro
							CAV	1,00	1,50	2			argila silte areia amarelada escura
15	02	130	LD	2,5	652634	6826186	SPR	0,00	0,05				pavimento CBUQ
							CAV	0,05	0,20	1			areia silte argila com pedregulhos
							CAV	0,20	1,50	2			argila silte areia avermelhada escura
segmento entre a R. Catarina Milanês e R. André Dário													
16	01	207	LE	3,0	653008	6826129	SPR	0,00	0,04				pavimento CBUQ
							CAV	0,04	0,19	1			seixo rolado areia silte argila escuro
							CAV	0,19	0,24	2			pirita
							CAV	0,24	1,50	3			argila silte areia avermelhada
17	01	575	LD	3,0	653263	6825885	CAV	0,00	0,08				paver
							CAV	0,08	0,25	1			pirita
							CAV	0,25	1,50	2			argila silte areia avermelhada

Figura 4.10 - Boletim de Sondagem – cont.

4.3.2 Levantamentos deflectométricos

As medidas das deflexões recuperáveis foram realizadas com emprego do equipamento viga Benkelman.

A Viga Benkelman é um aparelho destinado a medir as deflexões produzidas em um extensômetro acionado por uma alavanca interfixa, cuja relação entre os comprimentos dos braços é conhecida. Nas figuras 4.11 e 4.12 são apresentados os elementos componentes da Viga Benkelman.

A Viga Benkelman é um equipamento muito simples, que necessita de um caminhão com eixo traseiro simples e com rodas duplas para aplicar a carga de 80 kN sob a qual será medida a deformação elástica (DNER, 1996). Coloca-se a ponta de prova entre os pneus de uma das rodas do eixo traseiro do caminhão, exatamente sob o seu eixo. Faz-se uma leitura inicial no extensômetro e, em seguida, à medida que o caminhão se afasta, são feitas outras leituras, geralmente a cada 30 cm, até que não haja mais variações na leitura do extensômetro, isto é, a leitura final corresponde ao descarregamento do pavimento e todo o deslocamento recuperado é associado à deformação elástica (deflexão).

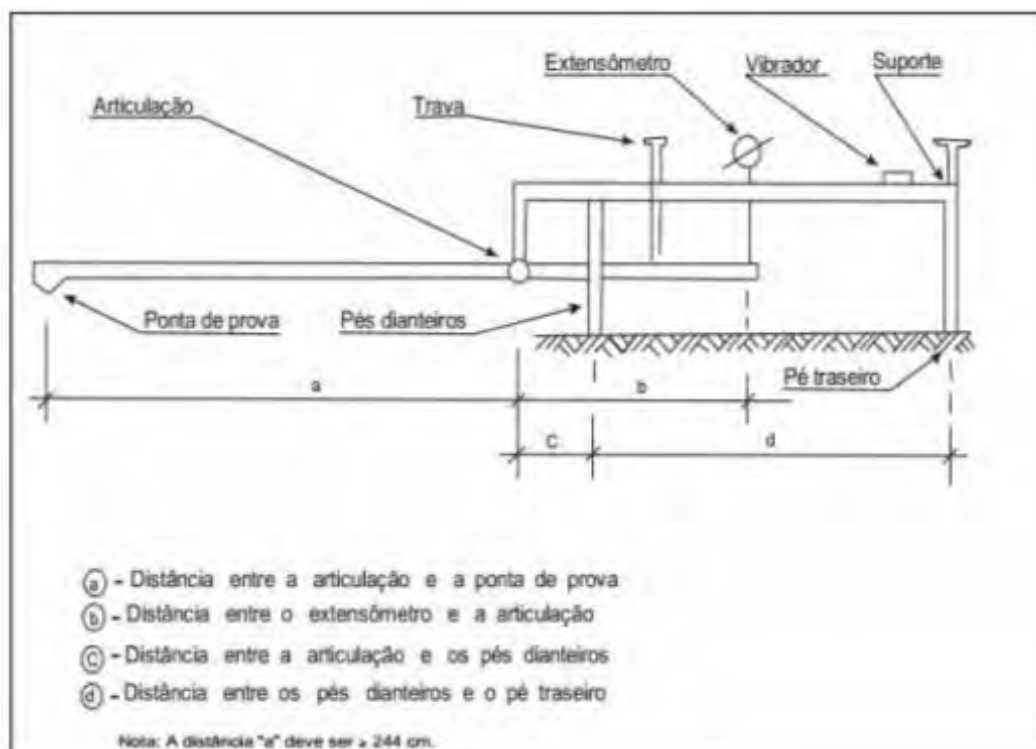


Figura 4.11 - Esquema da viga Benkelman

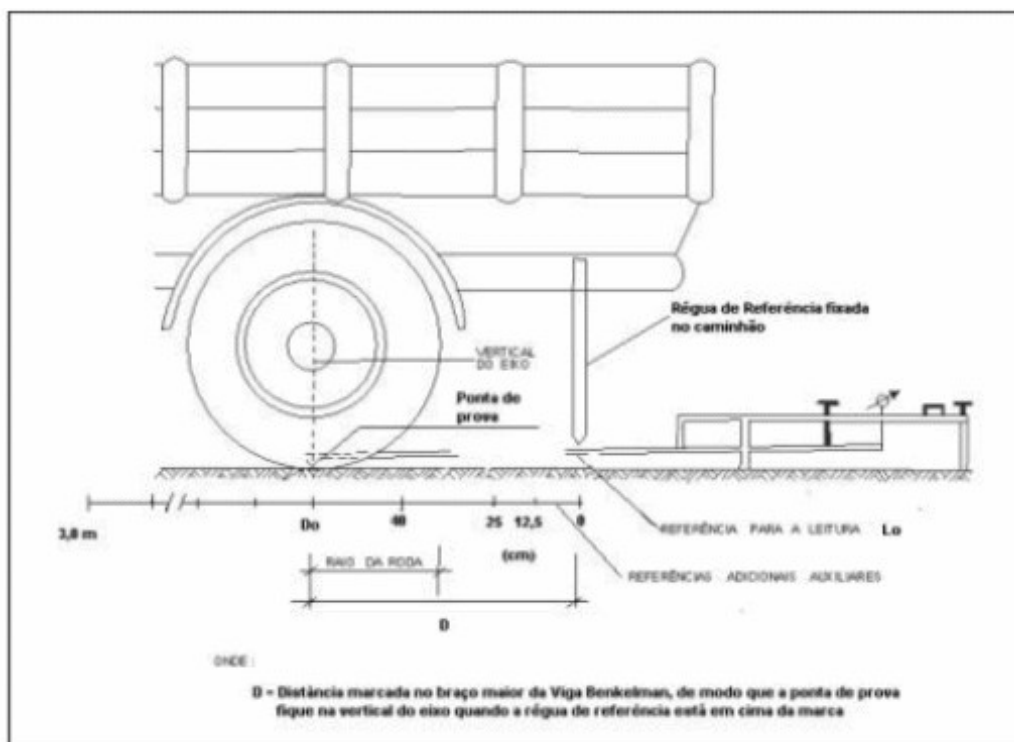


Figura 4.12 - Esquema do Sistema de Referência na Viga Benkelman



Figura 4.13 - Levantamento com Viga Benkelman

Na sequência são apresentadas as deflexões encontradas.

DETERMINAÇÃO DAS DEFLEXÕES NO PAVIMENTO											
Rodovia: Martinho Brunelli						Obra:					
V. Benkelman (a/b): 2/1						Data: 26/09/2025					
Medidas em:						Operador:					
KM	LADO	SEÇÃO	LEITURAS TRE			RAIO CURVAT. (m)	DEFLEXÃO TRE	COORDENADAS		TRILHA DE RODA (mm)	
			L0	L25	Lf			X	Y	TRI	TRE
01+665	LD		500	485	458	208	84	653350,764	6825871,721		
01+625	LE		500	470	454	104	92	653311,445	6825879,069		
01+585	LD		500		451		98	653272,126	6825886,418		
01+545	LE		500		433		134	653234,847	6825900,111		
01+505	LD		500	476	464	130	72	653199,153	6825918,164		
01+465	LE		500	458	447	74	106	653163,458	6825936,217		
01+425	LD		500		469		62	653127,764	6825954,27		
01+385	LE		500		462	6	76	653095,884	6825977,536		
01+345	LD		500	474	458	120	84	653079,737	6826014,039		
01+305	LE		500	471	454	108	92	653064,88	6826051,178		
01+265	LD		500		445		110	653049,106	6826087,898		
01+225	LE		500		444		112	653022,941	6826117,81		
01+185	LD		500	465	431	89	138	652987,292	6826135,377		
01+145	LE		500	472	458	112	84	652948,227	6826143,968		
01+105	LD		500		478		44	652909,137	6826152,45		
01+065	LE		500		467		66	652870,106	6826161,179		
01+025	LD		500	466	451	92	98	652832,267	6826174,137		
02+290	LE		500	464	433	87	134	652793,55	6826183,636		
02+250	LD		500		413		174	652753,618	6826185,96		
02+210	LE		500		422		156	652713,665	6826187,885		
02+170	LD		500	458	429	74	142	652673,686	6826189,152		
02+130	LE		500	433	405	47	190	652633,691	6826189,766		
02+090	LD		500		377		246	652593,692	6826190,109		
02+050	LE		500		395		210	652553,694	6826190,453		
02+010	LD		500	465	441	89	118	652513,695	6826190,797		
01+970	LE		500	455	439	69	122	652473,697	6826191,141		
01+940	LD		500		451	6	98				

4.4 Serviços de Laboratório

A metodologia empregada nos ensaios com as amostras coletadas, foram as seguintes:

- Preparação de amostras de solos para Ensaios de Caracterização - Método DNER-ME 41/94;
- Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento - Método DNER-ME 80/94
- Limite de Liquidez dos Solos - Método DNER-ME 122/94
- Limite de Plasticidade dos Solos - Método DNER-ME 82/94
- Compactação de Solos - Método DNIT164/2013-ME
- Índice de Suporte Califórnia - Método DNIT172/2016-ME

4.4.1 Resultado dos Ensaios

As amostras coletadas nas sondagens foram submetidas aos ensaios de caracterização de acordo com os normativos vigentes e o quadro resumo com os resultados dos ensaios são apresentados nas figuras 4.14 a 4.15.

4 – ESTUDO GEOTÉCNICO

 QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS													
TRECHO : CRICIUMA - RUA MARTINHO BRUNELLI								Nº DO SERVIÇO: 102-25					
ESTUDO: SUB LEITO (SONDAGEM)				LABORATORISTA: Almir				DATA INÍCIO: 15/10/25					
RASTREABILIDADE: SOQUETE 11-30 11-16, ANEL 09-13, EXTENSÔMETRO 03-173 03-13 03-25 CRONÔMETRO 05-26; BALANÇA 19-84/114/88/107								DATA TÉRMINO: 28/10/25					
FURO		3	3	8	8	11	13	14	14	15	15	15	
KM / ESTACA		00+170	00+170	01+030	01+030	01+310	01+730	01+910	01+910	02+130	02+130	02+130	
CAMADA (m)		0,00-0,40	0,40-1,50	0,00-0,35	0,35-0,80	0,00-2,10	0,00-1,50	0,00-1,00	1,00-1,50	0,00-0,05	0,05-0,20	0,20-1,50	
POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO EIXO		LD	LD	LD	LD	LE	LD	LD	LD	LD	LD	LD	
AFASTAMENTO DO EIXO (m)		2,5	2,5	2,5	2,5	4,5	5,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
GRANULOMETRIA	% PASSANDO NAS PENEIRAS	2"	100,0		100,0			100,0		C.B.U.Q	100,0		
		1"	86,6		93,8	100,0		96,7	100,0		97,7		
		3/8"	67,8	100,0	84,0	99,4	1000,0	85,7	99,6		88,9	100,0	
		Nº 4	55,7	99,2	76,7	95,2	99,9	76,0	99,3		78,2	99,5	
		Nº 10	43,7	96,7	61,4	88,6	98,8	62,6	97,8		57,9	98,9	
		Nº 40	29,1	93,2	44,2	84,7	97,6	42,6	94,8		30,7	96,3	
		Nº 200	14,0	88,5	30,5	78,7	95,6	27,0	85,4		7,2	64,1	
LL %		NP	57,2	NP	NP	52,4	NP	41,2	NP		35,1		
IP %		NP	18,7	NP	NP	23,5	NP	16,9	NP		13,6		
IG		0	15	0	0	16	0	11	0		7		
CLASSIFICAÇÃO H.R.B.		A-1-A	A-7-5	A-2-4	A-4	A-7-6	A-2-4	A-7-6	A-2-4		A-6		
EQUIVALENTE DE AREIA %									18,4				
CAMPO	MEAS (t/m³)												
	Umidade Natural (%)	8,4	37,4	13,2	35,6		34,6	14,0	26,8		6,6	25,1	
LABORATÓRIO	Energia (nº de golpes)	12	12	12	12	12	12	12	12	26	12		
	Umidade de Compac (%)	9,4	31,1	17,6	26,5	22,1	22,9	15,1	19,9	8,5	20,7		
	Densidade Real	2,161	1,431	1,742	1,569	1,516	1,524	1,871	1,934	2,136	1,595		
	Expansão (%)	0,0	0,2	0,1	0,0	1,4	2,4	0,3	0,6	0,0	0,5		
	CBR %	21,0	18,4	27,9	32,5	9,0	7,0	24,9	9,7	76,0	11,8		

Figura 4.14 - Resumo com os resultados dos ensaios realizados em laboratório

4 – ESTUDO GEOTÉCNICO

 QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS												
TRECHO : CRICIUMA - RUA MARTINHO BRUNELLI							Nº DO SERVIÇO: 102-25					
ESTUDO: SUB LEITO (SONDAGEM)					LABORATORISTA: Almir			DATA INÍCIO: 15/10/25				
RASTREABILIDADE: SOQUETE 11-30 11-16, ANEL 09-13, EXTENSÔMETRO 03-173 03-13 03-25 CRONÔMETRO 05-26; BALANÇA 19-84/114/88/107							DATA TÉRMINO: 28/10/25					
FURO			16	16	16	16	17	17	17			
KM / ESTACA			01+207	01+207	01+207	01+207	01+575	01+575	01+575			
CAMADA (m)			0,00-0,035	0,035-0,19	0,19-0,24	0,24-1,50	0,00-0,08	0,08-0,25	0,25-1,50			
POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO EIXO			LE	LE	LE	LE	LD	LD	LD			
AFASTAMENTO DO EIXO (m)			3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0			
GRANULOMETRIA	% PASSANDO NAS PENEIRAS	2"	C.B.U.Q	100,0	100,0	PAVER	100,0					
		1"		85,0	92,1							
		3/8"		60,2	81,4		100,0	70,7	100,0			
		Nº 4		49,4	75,7		99,9	51,0	99,9			
		Nº 10		40,0	57,6		99,6	33,3	99,8			
		Nº 40		16,7	32,1		97,9	13,1	97,9			
		Nº 200		3,9	11,4		69,9	3,1	67,9			
		LL %		NP	40,7		60,9	NP	57,2			
IP %		NP		11,7	20,7		NP	30,2				
IG		0		0	18		0	17				
CLASSIFICAÇÃO H.R.B.		A-1-A		A-2-7	A-7-5		A-1-A	A-7-6				
EQUIVALENTE DE AREIA %		26,4					21,4					
CAMPO	MEAS (t/m³)											
	Umidade Natural (%)	6,9		33,6	29,8		10,1	39,1				
LABORATÓRIO	Energia (nº de golpes)	55		26	12		26	12				
	Umidade de Compac (%)	7,5		13,7	24,9		7,9	22,2				
	Densidade Real	2,305	1,907	1,515	1,911	1,620						
	Expansão (%)	0,0	0,5	1,3	0,1	0,3						
	CBR %	93,2	46,8	9,1	34,7	15,3						

Figura 4.15 - Resumo com os resultados dos ensaios realizados em laboratório – cont.

4.5 Definição do material empregado na camada final de terraplenagem e cálculo do CBR de projeto

Para caracterização do solo do subleito foram analisados os boletins de sondagem e quadros resumos dos resultados de ensaios do próprio subleito bem como da jazida de areia.

Foram coletadas amostras e realizados os ensaios de caracterização, ensaios de compactação e de CBR, com medida da expansão, conforme apresentado no Capítulo 5 – Estudos Geotécnicos.

Para a definição do CBR de projeto procedeu-se a análise estatística dos valores de capacidade de suporte do material a ser empregado como camada final de terraplenagem obtidos nos ensaios realizados com o material coletado em campo.

O CBR de projeto, CBR mínimo e CBR máximo são definidos de acordo com as seguintes expressões, considerando nível de confiança de 90%:

$$CBR_{proj} = CBR_{médio} - \frac{K * Desvio}{N^{0,5}} ;$$

$$CBR_{mí} = CBR_{médio} - K * Desvio ;$$

$$CBR_{máx} = CBR_{médio} + K * Desvio ; \text{ onde:}$$

- CBR_{médio} = média aritmética;
- K = coeficiente de multiplicador;
- Desvio = desvio padrão;
- N = número de determinações.

A energia de compactação considerada é a do Proctor Normal – 12 golpes.

Tabela 4.1 Resultados de CBRp

LOCALIZAÇÃO	CBR _{MÉDIO} (%)	DESVIO PADRÃO	N	CBR MÁX (%)	CBR MÍN (%)	CBR _p (%)	CBR _p ADOTADO (%)
Subleito	20,5	8,8	7	32,5	9,0	15,7	9,0
Jazida areia	-	-	-	-	-	7,8	8,0

Adota-se para fins de dimensionamento o de menor valor de CBR, 8%.

4.6 Materiais de Construção

4.6.1 Materiais para terraplenagem

Quando solos do subleito apresentam baixa capacidade de suporte e/ou elevada expansividade ao longo do trecho em estudo, indica-se o reforço ou substituição de materiais de melhor qualidade.

Com isso, foram identificadas jazidas que têm como material de exploração, areia fina e areia argilosa fina.

4.6.1.1 Areal Mussuline

Com escritório localizado na Av. Manuel Gregório Pacheco, 43, Jardim Elizabete, Içara/SC, o Areal Mussuline tem sua jazida localizada na Rod. Jorge Fortulino – Pedreiras Balneário Rincão – SC, próximo a interseção da SC-100 com a SC-445, como mostrado na figura 4.16. Explora dois materiais distintos, sendo o horizonte B composto por areia fina avermelhada e o horizonte C apresentando areia fina amarelada.

Distante 33,5km da rua Martinho Brunelli (Km 1+000), sua localização pode ser vista na figura 4.16 enquanto nas figuras 4.17 e 4.18 são apresentadas imagens da frente de exploração.

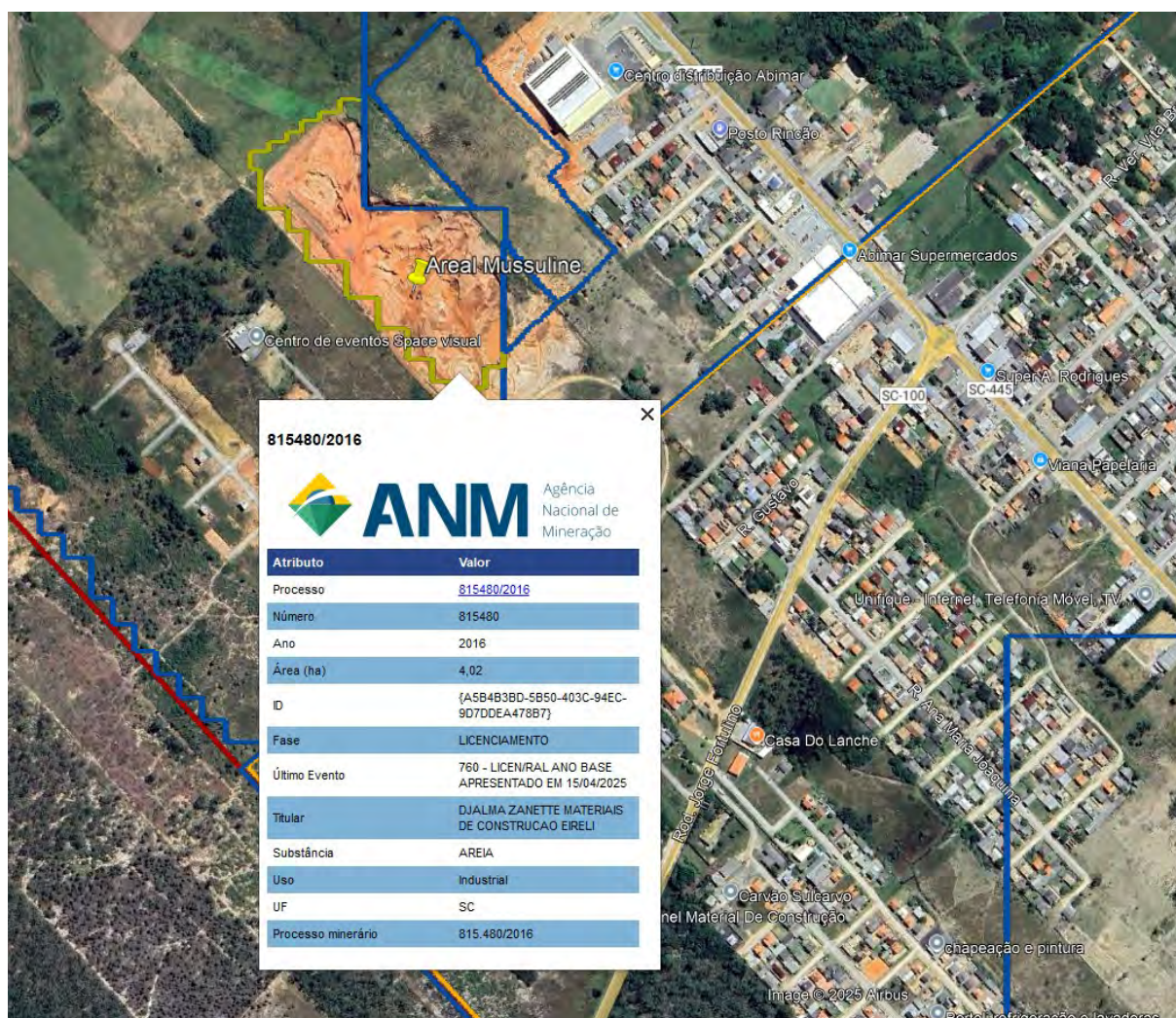


Figura 4.16 - Areal Mussuline

Está inscrita na Agência Nacional de Mineração (ANM) sob o processo nº 815480/2016, está em fase de licenciamento e tem como titular, DJALMA ZANETTE MATERIAIS DE CONSTRUCAO EIRELI.



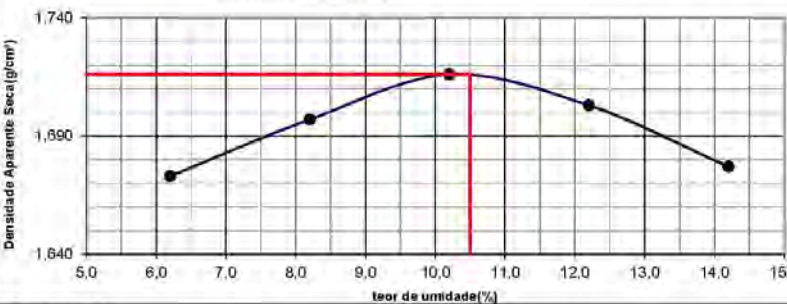
Figura 4.17 - visão geral do Areal

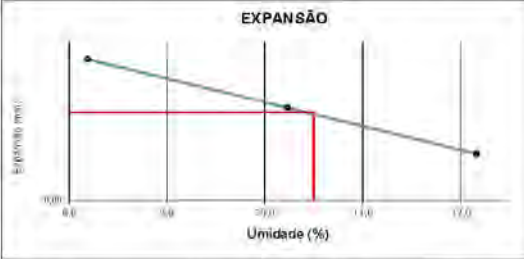
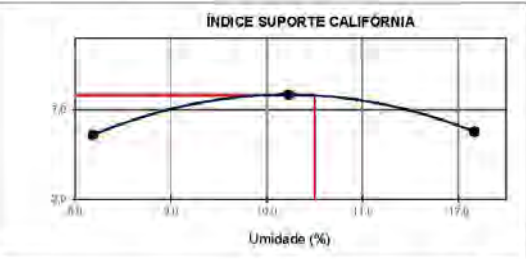


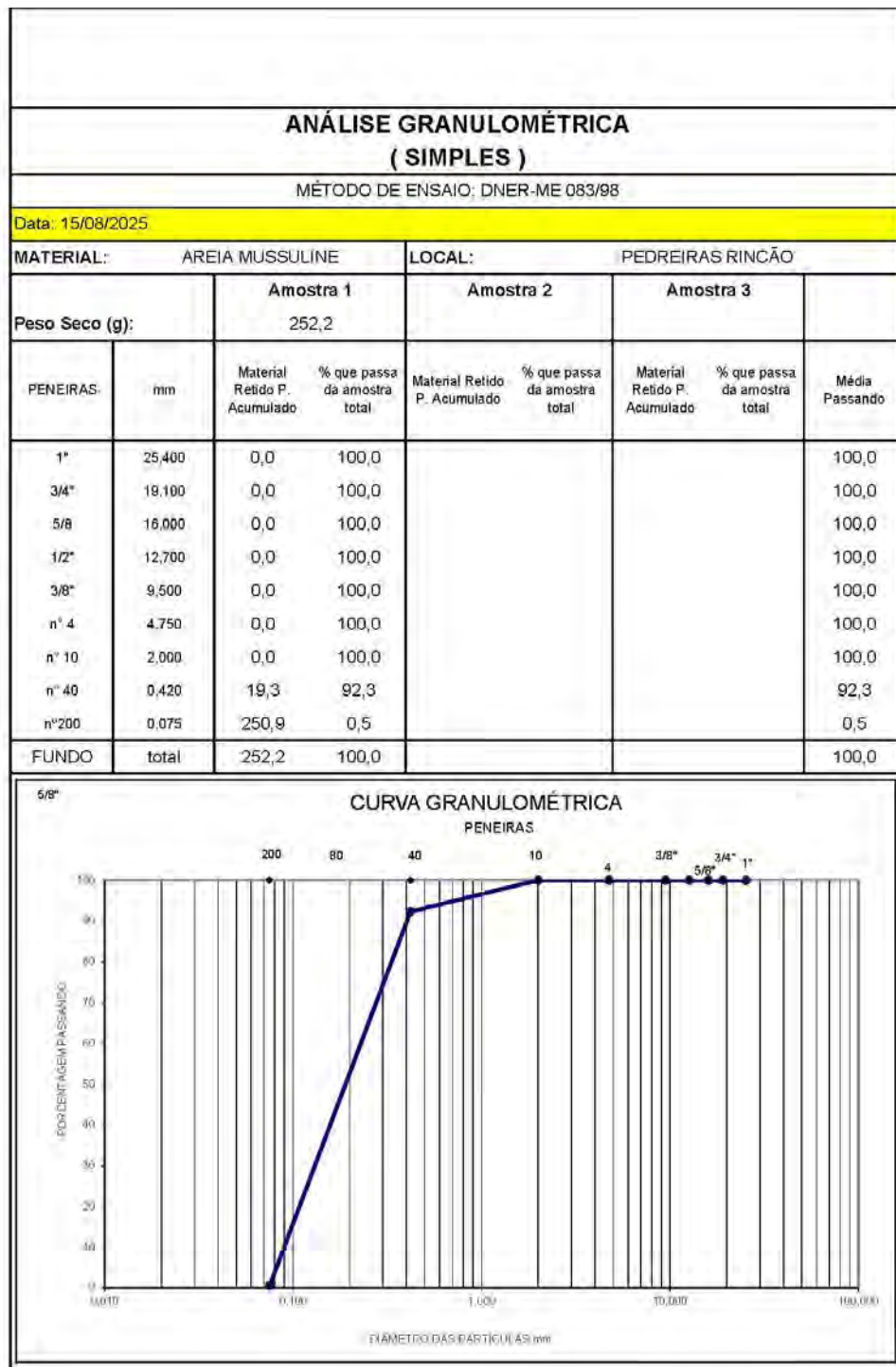
Figura 4.18 - Frente de exploração mostrando areia argilosa na porção superior e areia fina na porção inferior.

Com CBR Resultados de ensaio com a amostra de areia fina mostram condições favoráveis às necessidades de abastecimento da obra.

Os resultados dos ensaios são apresentados na sequência.

Solos - Compactação Utilizando Amostras não Trabalhadas																			
APROVAÇÃO:																			
OBRA: BINÁRIO 03		PROCEDÊNCIA: AREAL MUSSULINE				DATA: 11/08/2025													
SUB-TRECHO:		TRECHO:				REGISTRO Nº:													
ESTUDO: AREIA DA JAZIDA		ESTACA:	POSIÇÃO:	PROFUNDIDADE:	MATERIAL: AREIA FINA AMARELA														
					UMIDADE HIGROSCÓPICA														
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5														
C+S+A	238,30	241,80	247,80	250,80	256,00														
C+S	224,40	223,50	224,80	223,60	224,20														
A= ÁGUA	13,90	18,30	23,00	27,20	31,80														
C = CÁPSULA																			
S = SOLO	224,4	223,5	224,8	223,6	224,2														
% UMIDADE	6,2	8,2	10,2	12,2	14,2														
UMIDADE MÉDIA																			
UMIDADE CALCULADA	6,2	8,2	10,2	12,2	14,2	PESO MATERIAL UMIDO g													
ÁGUA ADICIONADA (g)	360	480	600	720	840	6.000													
% ÁGUA ADICIONADA	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	PESO MATERIAL SECO g													
Nº DO CILINDRO	001	002	003	004	005	6.000													
MASSA DO CILINDRO	5.466	5.426	5.422	5.582	5.432	% MATERIAL RET. PEN. Nº 4													
MASSA + SOLO + ÁGUA	9.188	9.235	9.358	9.563	9.400														
SOLO + ÁGUA	3.722	3.809	3.936	3.981	3.968	ESPESSURA DO DISCO mm													
VOLUME DO CILINDRO	2.094	2.075	2.080	2.084	2.072	5,1													
DENSIDADE UMIDA	1.777	1.836	1.892	1.910	1.915	CAMADAS													
DENSIDADE CONVERTIDA	1.676	1.700	1.720	1.705	1.680	5													
DENSIDADE SECA	1.673	1.697	1.716	1.703	1.677	Nº DE GOLPES: 12													
DENSIDADE APARENTE																			
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">DENS. MAX.</td> <td style="padding: 2px;">1.716</td> <td style="padding: 2px;">g/cm³</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">UMID. HOT.</td> <td style="padding: 2px;">10,5</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">I.S.C.</td> <td style="padding: 2px;">7,8</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">EXP.</td> <td style="padding: 2px;">0,03</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> </table>		DENS. MAX.	1.716	g/cm³	UMID. HOT.	10,5	%	I.S.C.	7,8	%	EXP.	0,03	%
DENS. MAX.	1.716	g/cm³																	
UMID. HOT.	10,5	%																	
I.S.C.	7,8	%																	
EXP.	0,03	%																	
OBSERVAÇÃO:																			
LABORATÓRIO: ALESSANDRO S. PEREIRA		ENG. RESPONSÁVEL: HEMERSON BECKHAUSER			FISCALIZAÇÃO:														

Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia Utilizando Amostras não Trabalhadas														
APROVAÇÃO:														
OBRA: BINÁRIO 03					LOCAL: AREAL MUSSULINE					DATA: 11/08/2025				
TRECHO:					SUB-TRECHO:					REGISTRO Nº:				
ESTUDO: AREIA DA JAZIDA					ESTAÇÃO:		POSIÇÃO:		PROFUNDIDADE:		MATERIAL: AREIA FINA AMARELA			
ENSAIO DE EXPANSÃO														
CILINDRO			CILINDRO 002			CILINDRO 003			CILINDRO 004			CILINDRO		
DATA	HORA	LEITURA	DATA	HORA	LEITURA	DATA	HORA	LEITURA	DATA	HORA	LEITURA	DATA	HORA	LEITURA
12/07/2025			12/07/2025			12/07/2025			12/07/2025			12/07/2025		
13/07/2025			13/07/2025			13/07/2025			13/07/2025			13/07/2025		
14/07/2025			14/07/2025			14/07/2025			14/07/2025			14/07/2025		
15/07/2025			15/07/2025		0,06	15/07/2025		0,04	15/07/2025		0,02	15/07/2025		
DIFERENÇA			DIFERENÇA 0,06			DIFERENÇA 0,04			DIFERENÇA 0,02			DIFERENÇA		
EXPANSÃO			EXPANSÃO 0,05 %			EXPANSÃO 0,03 %			EXPANSÃO 0,02 %			EXPANSÃO %		
Const. Anel: 0,095			PENETRAÇÃO											
CILINDRO Nº	PENETRAÇÃO (mm)													
	TEMPO (min)													
	LEITURA													
	PRESSÃO (kg/cm²)													
	CORREÇÃO													
	I.S.C.													
			LEITURA		10,0	18,0	27,0	34,0	49,0	62,0	84,0	102,0		
			PRESSÃO (kg/cm²)		1,0	1,5	2,6	3,2	4,7	5,9	8,0	9,7		
			CORREÇÃO											
002			I.S.C.				4,6		5,6					
			LEITURA		15,0	21,0	34,0	42,0	63,0	87,0	110,0	132,0		
			PRESSÃO (kg/cm²)		1,4	2,0	3,2	4,0	6,0	8,3	10,5	12,5		
			CORREÇÃO											
003			I.S.C.				5,7		7,8					
			LEITURA		14,0	20,0	30,0	37,0	53,0	64,0	88,0	106,0		
			PRESSÃO (kg/cm²)		1,3	1,9	2,9	3,6	5,0	6,1	8,4	10,1		
			CORREÇÃO											
004			I.S.C.				5,0		5,8					
			LEITURA											
			PRESSÃO (kg/cm²)											
			CORREÇÃO											
			I.S.C.											
 EXPANSÃO  ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA														
DENS. MÁX.: 1,716			UMID. HÓT.: 10,5			ISC: 7,8			EXPANSÃO: 0,03					
OBSERVAÇÃO:														
LABORATÓRIO: ALESSANDRO S. PEREIRA					ENG. RESPONSÁVEL: HEMERSON BECKHAUSER					FISCALIZAÇÃO:				



LABORATORISTA
Lucas Rupp

ENGENHEIRO

DATA : 15/08/2025 MATERIAL : AREIA FINA AMARELA PROCEDÊNCIA: JAZIDA MUSSULINE				
ENSAIO DO EQUIVALENTE DE AREIA				
Eq.A =	$\frac{\text{LEITURA NO TOPO DA AREIA}}{\text{LEITURA NO TOPO DA ARGILA}}$	x	100	=
Eq.A1 =	$\frac{9,4}{22,4}$	x	100	= 41,96
Eq.A2 =	$\frac{9,9}{23,5}$	x	100	= 42,13
Eq. A3 =	$\frac{10,1}{24,3}$	x	100	= 41,56
Eq.A(m) = (Média)	$\frac{\text{Eq.A1} + \text{Eq.A2} + \text{EQ. A3}}{3}$	x	100	= 41,89

ALESSANDRO S PEREIRA
LABORATORISTA

Este areal possui licença ambiental de operação (LAO), conforme mostrado na sequência.



ESTADO DE SANTA CATARINA
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO

Nº 1111/2024

O Instituto do Meio Ambiente - IMA, no uso de suas atribuições que lhe são conferidas pelo inciso I do artigo 7º da Lei Estadual Nº 14.675 de 2009, com base no processo de licenciamento ambiental nº MIN/34717/CRS e parecer técnico nº 1205/2024, concede a presente LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO à:

Empreendedor

NOME:	DJALMA ZANETTE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA EPP				
ENDEREÇO:	AV. MANOEL GREGORIO PACHECO, 43, JARDIM ELIZABETH,				
CEP:	88820-000	MUNICÍPIO:	IÇARA	ESTADO:	SC
CPF/CNPJ:	15.918.731/0001-98				

Para Atividade de

ATIVIDADE: 00.12.02 - LAVRA A CÉU ABERTO POR ESCAVAÇÃO, SE MINERAL TÍPICO DE EMPREGO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, INDEPENDENTE DE SEU USO
ATIVIDADE SECUNDÁRIA: 00.13.02 - Lavra a céu aberto por dragagem, se mineral típico de emprego na construção civil, independente de seu uso.

EMPREENHIMENTO: DJALMA ZANETTE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA EPP

Localizada em

ENDEREÇO: LOMBAS, S/N, LOMBAS,			
CEP:	88820-000	MUNICÍPIO: BALNEÁRIO RINCÃO	ESTADO: SC
COORDENADA PLANA: UTM X 670804 - UTM Y 6812389			

Da operação

A presente Licença, concebida com base nas informações apresentadas pelo interessado, declara a **viabilidade de operação** do empreendimento, equipamento ou atividade, quanto aos aspectos ambientais, e não dispensa nem substitui alvarás ou certidões de qualquer natureza, exigidas pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal.

Condições gerais

- I. Quaisquer alterações nas especificações dos elementos apresentados no procedimento de licenciamento ambiental deverão ser precedidas de anuência do IMA.
- II. O IMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condições de validade, suspender ou cancelar a presente licença, caso ocorra:
 - Omissão ou falsa descrição de informações que subsidiaram a expedição da presente licença;
 - A superveniência de graves riscos ambientais e/ou de saúde pública;
 - Violação ou inadequação de quaisquer condições de validade da licença ou normas legais.
- III. A publicidade desta licença deve ocorrer conforme Lei Estadual 14.675/09, artigo 42.
- IV. Retificações e recurso administrativo relativos a presente licença devem ser encaminhados ao IMA no prazo de 20 (vinte) dias contados da data de comunicação de expedição da presente licença.

Prazo de validade

(48) meses, a contar da data 02/04/2024



Verifique a veracidade das informações usando o QRcode ao lado ou acessando o endereço web abaixo:

http://consultas.ima.sc.gov.br/licenca/lic_digital_form

FCEI: 663608

CÓDIGO: 282280



O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Gerente - Ibanez Anibal Zanette, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

Condições de validade**Descrição do empreendimento**

Licença Ambiental de Operação (LAO) para a atividade de lavra a céu aberto por escavação, se mineral típico de emprego na construção civil, independente de seu uso (**AREIA**) na localidade de Lombas, no município de **Balneário Rincão, SC**.

Características do empreendimento

Método de Lavra: a céu aberto por escavação e dragagem.

Processos ANM: 815.480/2016 - 815.007/2024 - 815.008/2024;

Área da Poligonal do Título Minerário: 4,02ha - 0,75ha - 0,34;

Área Licenciada: 5,11ha;

Extração anual: 119.000,00m³;

Vida útil da Jazida: 24,5 anos;

Proprietários Superficiais: Orílio José Linó.

ÁREA LICENCIADA Coordenadas UTM (DATUM SIRGAS 2000):

V01 - 670730x - 6812633y;

V02 - 670951x - 6812373y;

V03 - 670829x - 6812264y;

V04 - 670597x - 6812525y.

A planta planimétrica contendo as coordenadas da área de mineração deverá estar anexa à Licença Ambiental.

Uso Futuro

Por se tratar de área urbana o uso futuro dependerá das diretrizes do plano diretor municipal.

Aspectos florestais

01. A área por onde se estende o empreendimento encontra-se no Bioma Mata Atlântica, distribuída sobre a Restinga. O local encontra-se predominantemente desprovido de vegetação.

Controles ambientais

01. Sistema de captação de águas pluviais, direcionando-as para bacia de decantação;
02. Construção de taludes com declividade que garanta a estabilidade geotécnica e fixação de gramíneas;
03. Manutenção da rede de drenagem dos taludes;
04. manutenção periódica de limpeza das drenagens e bacia de decantação;
05. Proceder à umectação das vias de acesso (particulares e/ou públicas) durante o período de transporte;
06. Enlameamento dos caminhos;
07. O abastecimento e manutenção dos equipamentos deverão ser feitos em local apropriado.

PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD) PARA AS ÁREAS JÁ MINERADAS:

Isolamento da área;

Reconformação topográfica;

Plantio de vegetação fixadora nos taludes e demais áreas suscetíveis à erosão.

Programas ambientais

01. Orientar a equipe de trabalho sobre a disposição dos materiais e manuseio dos combustíveis, a fim de evitar acidentes com derramamento dos mesmos;
02. Acompanhamento das atividades por técnicos especializados, de forma a assegurar a execução dos

controles ambientais das atividades mitigadoras.

03. **Envio anual ao IMA** de relatório técnico acompanhado de registro fotográfico do acompanhamento e execução da atividade de lavra, mitigação de impactos e da recuperação ambiental ao final da atividade.

Medidas compensatórias

Não aplicáveis.

Condições específicas

01. Esta licença define os critérios e parâmetros ambientais para a atividade de mineração requerida. A autorização efetiva para lavra do minério é da Agência Nacional de Mineração (ANM).

02. Atender ao disposto no art. 225, parágrafo 2º, da CF/88, obrigando-se o minerador a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com o PRAD apresentado.

03. A empresa não poderá autorizar outras pessoas físicas-jurídicas a realizar a extração de qualquer substância mineral na área titulada sem a devida anuência prévia junto aos órgãos competentes: **ANM e IMA**.

04. Deverão obrigatoriamente ser respeitadas as áreas de preservação permanente, em atendimento ao Código Florestal Lei nº 12.651/2012.

05. A recuperação da área degradada deverá ser realizada concomitantemente ao avanço da atividade, mediante a utilização de técnica eficiente de recuperação.

06. Disponibilizar Placa Indicativa no acesso ao empreendimento com nome da Empresa, Atividade, nº do processo, nº da LAO, Título ANM e do técnico responsável;

07. Independentemente do uso futuro da área, deverá ser respeitada uma distância mínima de 15 metros entre a lavra e o limite da propriedade.

08. O não cumprimento a Legislação Ambiental vigente sujeitará a empresa e/ou seus representantes as sanções previstas na Lei Federal 9.605/98, regulamentada pelo Decreto 6514/08.

09. A cópia desta Licença deverá permanecer no local da lavra.

10. Processo no SGPE IMA: 6376/2024. Os Relatórios técnicos de monitoramento e cumprimento das condicionantes, bem como os demais documentos pertinentes ao processo **MIN/34717/CRS**, deverão ser anexados a este processo SGPE.

Documentos em anexo

Planta planimétrica contendo as coordenadas da área de mineração.

Observações

I. Aplicam-se as restrições contidas no procedimento de Licenciamento Ambiental e na Legislação Ambiental em vigor.

II. Aplicam-se as condições de validade expressas neste documento e seus anexos.

III. Esta licença não autoriza o corte ou supressão de árvores, florestas ou qualquer forma de vegetação da Mata Atlântica.

IV. Cópia da presente licença deverá ser exposta em local visível do empreendimento.

V. De acordo com o artigo 40, Inciso III, parágrafo 4 da Lei Estadual 14.675/09, a renovação desta Licença Ambiental de Operação - LAO deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença ambiental.

VI. Havendo alteração dos atos constitutivos do empreendimento, cópia da documentação deve ser apresentada ao IMA sob pena do empreendedor acima identificado continuar sendo responsável pela atividade / empreendimento licenciado por este documento.

4.6.1.2 Areal Tramontin

Localizado na estrada Velha de Maria da Fé, em Balneário Rincão, o Areal Tramontin explora dois materiais distintos, sendo a primeira uma areia fina clara, lavada, extraída por meio de draga e uma areia fina amarelada extraída por meio de escavação, sendo esta última, indicada apenas para terraplenagem.

Distante 37,3km da rua Martinho Brunelli (Km 1+000), sua localização pode ser vista na figura 4.19 enquanto nas figuras 4.20 e 4.21 são apresentadas imagens da frente de exploração.

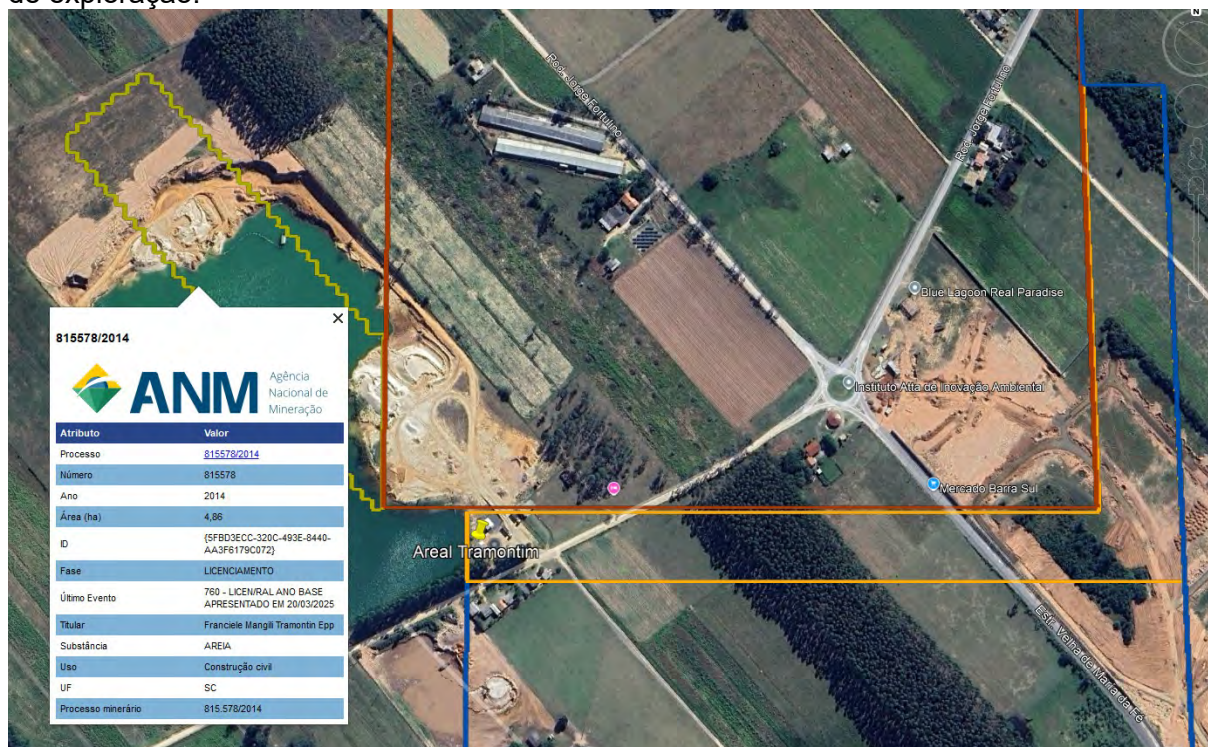


Figura 4.19 - Areal Tramontin

Está inscrita na Agência Nacional de Mineração (ANM) sob o processo nº 815578/2014, está em fase de licenciamento e tem como titular, Franciele Mangili Tramontin EPP.



Figura 4.20 - visão geral do Areal do areal Tramontin

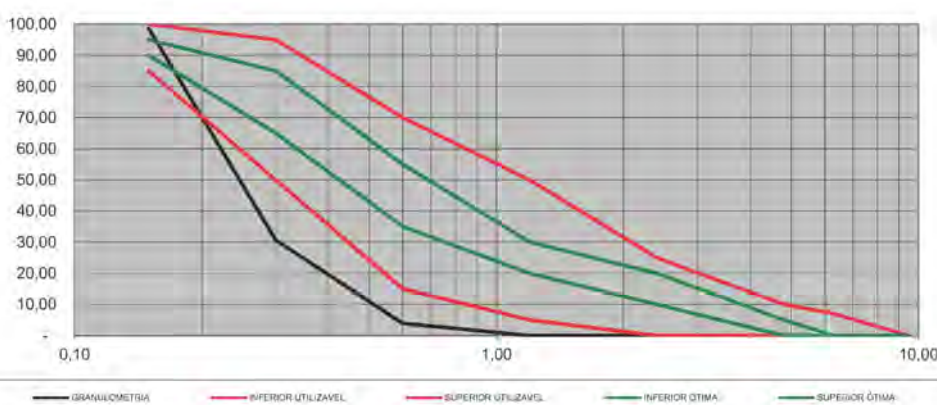


Figura 4.21 - visão geral do Areal do areal Tramontin

Com CBR Resultados de ensaio com a amostra de areia fina mostram condições favoráveis às necessidades de abastecimento da obra.

Os resultados são apresentados na sequência.

NAZÁRIO ENGENHARIA E CONSULTORIA Rua Lauro Muller, 1986 – Vila Moema - Tubarão/SC Tel.: (48) 3632-9585 / Cel.: (48) 9986-8881									
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE AGREGADO MIÚDO								01/02.	
DADOS DE IDENTIFICAÇÃO									
OBRA:		FRANCIELE MANGILI TRAMONTIN EIRELI				REGISTRO N.º		126/2025	
LOCALIZAÇÃO:						DATA:		11/08/2025	
IDENTIFICAÇÃO:		Areia Natural Fina							
LABORATORISTA:		Estélio Alves Nazário Júnior							
1 GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS (NBR NM 248)									
PENEIRAS		MATERIAL RETIDO			FAIXA GRANULOMÉTRICA				
(mm)	(pol.)	PESO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	INF. UT.	SUP. UT.	INF. ÓT.	SUP. ÓT.	
9,50	3/8"	-	-	-	0	0	0	0	
6,30	1/4"	-	-	-	0	7	0	0	
4,80	4	-	-	-	0	10	0	5	
2,40	8	-	-	-	0	25	10	20	
1,20	16	-	-	-	5	50	20	30	
0,60	30	39,00	3,90	3,90	15	70	35	55	
0,30	50	267,00	26,70	30,60	50	95	65	85	
0,15	100	680,00	68,00	98,60	85	100	90	95	
FUNDO		14,00	1,40	100,00					
TOTAL		1.000,00							
MÓDULO DE FINURA			1,33			DIMENSÃO MÁXIMA		0,6	



Engenheiro: Estélio Alves Nazário Júnior CREA 106.965-1	Fiscalização: 	Laboratorista:
--	------------------------------	-------------------------------

NAZÁRIO ENGENHARIA E CONSULTORIA Rua Lauro Muller, 1986 – Vila Moema - Tubarão/SC Tel.: (48) 3632-9585 / Cel.: (48) 9986-8881						
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE AGREGADO MIÚDO			02/02.			
DADOS DE IDENTIFICAÇÃO						
OBRA:	FRANCIELE MANGILI TRAMONTIN EIRELI	REGISTRO N.º	128/2025			
LOCALIZAÇÃO:	Q/1	DATA:	17/08/2023			
IDENTIFICAÇÃO:	Areia Natural Fina					
LABORATORISTA:	Estélio Alves Nazário Júnior					
2	Massa Específica (NBR NM52)	2.536 kg/dm³				
3	Massa Unitária (NBR NM45)	1.483 kg/dm³				
4	Teor de Material Pulverulento (NBR 46)	1.29 %				
5	Umidade Superficial (NBR 9775)	2,65 %				
6	Impurezas Orgânicas (NBR NM49)	Mais clara que a padrão				
<table border="1"> <tr> <td> Engenheiro: Estélio Alves Nazário Júnior CREA 106.965-1 </td> <td> Fiscalização: </td> <td> Laboratorista: Assinatura assinada digitalmente  ESTÉLIO ALVES NAZÁRIO JÚNIOR data: 13/04/2025 19:53:07 -0300 Verifique em https://validar.brazil.gov.br </td> </tr> </table>				Engenheiro: Estélio Alves Nazário Júnior CREA 106.965-1	Fiscalização:	Laboratorista: Assinatura assinada digitalmente  ESTÉLIO ALVES NAZÁRIO JÚNIOR data: 13/04/2025 19:53:07 -0300 Verifique em https://validar.brazil.gov.br
Engenheiro: Estélio Alves Nazário Júnior CREA 106.965-1	Fiscalização:	Laboratorista: Assinatura assinada digitalmente  ESTÉLIO ALVES NAZÁRIO JÚNIOR data: 13/04/2025 19:53:07 -0300 Verifique em https://validar.brazil.gov.br				



CERTIFICADO DE REALIZAÇÃO DE ENSAIOS

Identificação do Contratante:

Empresa: FRANCIELE MANGILI TRAMONTIN EIRELI
CNPJ: 07.440.031.0001/02
Endereço: BALNEÁRIO RINCÃO/SC

BOLETIM DE SONDAGEM - RESUMO DOS ENSAIOS DE COMPACTACÇÃO DE SOLO (NBR 7182)								
OBRA: PAVIMENTAÇÃO RUA PROJETADA								
DATA: 22/07/2024								
LABORATORISTA: ENG. ESTÉLIO ALVES NAZÁRIO JUNIOR								
FURO/AMOSTRA	ESTACA	CLASSIFICAÇÃO EXPEDIDA	ESPESSURA (M)	DENSIDADE (g/cm³)	UMIDADE ÓTIMA (%)	UMIDADE NATURAL (%)	I.S.C. (%) CBR	EXPANSÃO (%)
1 / 1	-	AREIA ATERRO	0,0 A 0,70	1,551	11,2	3,3	12,7	0,25

Observações:

Tubarão, 23 de agosto de 2024.

Assinado eletronicamente por:
ESTÉLIO ALVES NAZÁRIO JUNIOR:03531188933
Data: 2024.08.23 08:07:42 -0100
NAZÁRIO ENGENHARIA E CONSULTORIA
CNPJ: 05.386.458/0001-44
CREA 137.447-2

Na sequência é apresentado a Licença Ambiental de Operação do areal Tramontin.



ESTADO DE SANTA CATARINA
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO

Nº 5076/2023

O Instituto do Meio Ambiente - IMA, no uso de suas atribuições que lhe são conferidas pelo inciso I do artigo 7º da Lei Estadual Nº 14.675 de 2009, com base no processo de licenciamento ambiental nº MIN/35071/CRS e parecer técnico nº 4850/2023, concede a presente LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO à:

Empreendedor

NOME:	FRANCIELE MANGILI TRAMONTIN EIRELI		
ENDEREÇO:	ESTRADA GERAL, 0, LAGOA DOS ESTEVES,		
CEP:	88828-000	MUNICÍPIO:	BALNEÁRIO RINCÃO ESTADO: SC
CPF/CNPJ:	07.440.031/0001-02		

Para Atividade de

ATIVIDADE:	00.13.02 - LAVRA A CÉU ABERTO POR DRAGAGEM, SE MINERAL TÍPICO DE EMPREGO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, INDEPENDENTE DE SEU USO		
ATIVIDADE SECUNDÁRIA:	Não		
EMPREENDIMENTO:	FRANCIELE MANGILI TRAMONTIN EIRELI		

Localizada em

ENDEREÇO:	ESTRADA GERAL, S/N, LAGOA DOS ESTEVES		
CEP:	88828-000	MUNICÍPIO:	BALNEÁRIO RINCÃO ESTADO: SC
COORDENADA PLANA:	UTM X 663418.00 - UTM Y 6805544.00		

Da operação

A presente Licença, concebida com base nas informações apresentadas pelo interessado, declara a **viabilidade de operação** do empreendimento, equipamento ou atividade, quanto aos aspectos ambientais, e não dispensa nem substitui alvarás ou certidões de qualquer natureza, exigidas pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal.

Condições gerais

- I. Quaisquer alterações nas especificações dos elementos apresentados no procedimento de licenciamento ambiental deverão ser precedidas de anuência do IMA.
- II. O IMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condições de validade, suspender ou cancelar a presente licença, caso ocorra:
 - Omissão ou falsa descrição de informações que subsidiaram a expedição da presente licença;
 - A superveniência de graves riscos ambientais e/ou de saúde pública;
 - Violação ou inadequação de quaisquer condições de validade da licença ou normas legais.
- III. A publicidade desta licença deve ocorrer conforme Lei Estadual 14.675/09, artigo 42.
- IV. Retificações e recurso administrativo relativos a presente licença devem ser encaminhados ao IMA no prazo de 20 (vinte) dias contados da data de comunicação de expedição da presente licença.

Prazo de validade

(48) meses, a contar da data 29/11/2023



Verifique a veracidade das informações usando o QRcode ao lado ou acessando o endereço web abaixo:

http://consultas.ima.sc.gov.br/licenca/lic_digital_form

FCEI: 652319

CÓDIGO: 279398



O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Gerente - Ibanes Amibal Zanette, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

Condições de validade**Descrição do empreendimento**

Atividade: Extração de areia da denominada Mina Mãe Luzia com a utilização de balsa flutuante com as seguintes características:

- Processo junto a ANM: 815.041/2022;
- Municípios envolvidos: Ararangá, Balneário Rincão e Içara;
- Reserva lavrável de areia, considerando uma recuperação na lavra de 90%: 808.240 m³ (1.293.184 t);
- A produção anual de ROM prevista: 114.000 m³/ano (182.400 t);
- Vida útil da jazida: 07 anos;
- As atividades de lavra serão executadas de segunda a sábado, das 7h00min às 18h00min;
- Altura máxima dos taludes 18 m;
- Ângulo de face dos taludes 30°;
- Profundidade média das lagoas a partir do espelho d'água 10 m;
- Largura mínima do patamar divisor das lagoas (topo) 5 m;
- Distância de imóveis lindeiros: 15 m;
- Tanque autônomo de combustível: Volume menor ou igual a 15,00 m³;
- Área útil do empreendimento possui 15,63 ha e a área de lavra, composta por dois módulos, totalizando 7,95 ha;
- Uso futuro: Formação de uma paisagem de lagoas rodeadas com vegetação nativa que propiciará usos futuros diversos, como a utilização das águas dos lagos para recreação, piscicultura ou abastecimento público.
- Coordenadas de delimitação da área de lavra licenciada em coordenadas UTM (SIRGAS 2000).

Módulo 01 - 3,95 ha

V1 663.144,01 E 6.805.985,14 N
 V2 663.213,41 E 6.805.896,66 N
 V3 663.211,20 E 6.805.723,89 N
 V4 663.208,21 E 6.805.719,38 N
 V5 663.202,27 E 6.805.720,87 N
 V6 663.108,43 E 6.805.840,28 N
 V7 663.103,44 E 6.805.844,08 N
 V8 663.097,79 E 6.805.841,37 N
 V9 663.025,72 E 6.805.784,80 N
 V10 663.021,63 E 6.805.782,97 N
 V11 663.017,29 E 6.805.785,51 N
 V12 662.942,35 E 6.805.881,32 N
 V13 662.940,02 E 6.805.885,82 N
 V14 662.943,06 E 6.805.890,84 N
 V15 663.037,97 E 6.805.965,75 N
 V16 663.079,97 E 6.805.968,23 N
 V17 663.129,08 E 6.805.988,54 N
 V18 663.137,95 E 6.805.991,14 N

Módulo 02 - 4,0 ha

V1 663.025,65 E 6.806.185,00 N
 V2 663.123,57 E 6.806.063,00 N
 V3 663.126,31 E 6.806.058,00 N
 V4 663.122,10 E 6.806.052,00 N
 V5 663.105,93 E 6.806.039,00 N
 V6 663.105,32 E 6.806.034,00 N
 V7 663.105,83 E 6.806.028,00 N
 V8 662.938,80 E 6.805.895,00 N
 V9 662.936,10 E 6.805.894,00 N
 V10 662.933,73 E 6.805.894,00 N
 V11 662.931,44 E 6.805.895,00 N
 V12 662.834,71 E 6.806.019,00 N
 V13 662.831,95 E 6.806.026,00 N

V14 662.836,84 E 6.806.029,00 N
 V15 662.925,54 E 6.806.028,00 N
 V16 662.932,65 E 6.806.030,00 N
 V17 662.934,00 E 6.806.035,00 N
 V18 662.935,26 E 6.806.124,00 N
 V19 662.937,30 E 6.806.128,00 N
 V20 663.016,95 E 6.806.186,00 N
 V21 663.021,50 E 6.806.188,00 N

Aspectos florestais

- Existência e uso de área de preservação permanente (APP): Não apresenta.
- Autorização de Corte de vegetação (AuC): Não apresenta.
- Espécies da flora e/ou fauna ameaçadas de extinção: conforme processo FNA/12160/CRS
 - Reserva legal: CAR SC-4201406-A039.396A.4DF6.4701.8526.E21E.9C32.017B CAR SC-4207007-A06D.E8D0.1143.42BD.8780.B7F9.C405.1C0D CAR SC-4207007-B7C5.508084ED.4C65.B48E.BEA7.2AB1.BB02 CAR SC-4207007-9F39.3759.EC5C.44A0.8DF0.F223.BFFA.6E03
- Área verde: Não aplicável.

Controles ambientais

- Sistema de captação de águas pluviais, direcionando-as para bacia de decantação (que poderá ser a própria cava), para após a decantação as mesmas fluírem para a rede de drenagem desde que se encontrem dentro dos parâmetros;
- Proceder cercamento no empreendimento com portão de acesso e placas de identificação e sinalização;
- Proceder à construção de taludes com declividade que garantam a estabilidade geotécnica e o plantio de vegetação de forma a permitir a adequada recuperação ambiental;
- Implantar redes de drenagem para evitar erosão e/ou escorregamento nas encostas;
- Remoção e armazenamento do solo fértil;
- Limpeza periódica no local e entorno do empreendimento, visando evitar o acúmulo de materiais impróprios, incluindo poeira, reduzindo assim a dispersão tanto pelo vento quanto pela água;
- Proceder à umectação das vias de acesso (particulares e/ou públicas) durante o período de exploração;
- Impedir a dispersão de resíduos carregados por caminhões ao longo das vias públicas (enlameamento dos caminhões);
- Os rejeitos do processo de beneficiamento deverão ser dispostos em área controlada para não assorear as drenagens, nem interferir em outras atividades que utilizam os recursos hídricos superficiais locais;
- Limpeza periódica no local e entorno do empreendimento, visando evitar o acúmulo de materiais impróprios, incluindo poeira, reduzindo assim a dispersão tanto pelo vento quanto pela água;
- Evitar derramamento de óleos e combustíveis sobre o terreno. O abastecimento e manutenção dos equipamentos deverão ser feitos em local apropriado;
- Deverá ser respeitada uma faixa de 15,00 metros da área de extração dos limites de propriedades limdeiras

Programas ambientais

- Orientar a equipe de trabalho sobre a disposição dos materiais e manuseio dos combustíveis, a fim de evitar acidentes com derramamento dos mesmos;
- Acompanhamento das atividades por técnicos especializados, de forma a assegurar a execução das atividades mitigadoras;

- Realização de vistorias periódicas e manutenção de rotina dos sistemas de controles ambientais;
 - Monitoramento dos serviços de coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos;
 - Monitoramento da qualidade do solo: deverá executar a ação de recuperação, concernente a "reconstrução" do solo nos taludes periféricos;
 - Envio anual ao IMA de relatório técnico acompanhado de registro fotográfico do acompanhamento e execução da atividade de lavra, cumprimento das condicionantes e da recuperação ambiental concomitante;
 - Monitoramento da Qualidade das Águas nas cavas: Os parâmetros para o monitoramento da qualidade das águas são: pH, Óleos e graxas, Sólidos sedimentáveis, frequência anual;
 - O monitoramento da qualidade dos efluentes líquidos consiste na realização de coletas e análises de amostras do efluente no ponto de saída do SSAO da área de abastecimento para os parâmetros: pH, óleos e graxas (óleos minerais), surfactantes (substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno), fenóis totais e materiais sedimentáveis com frequência Anual.
 - Programa de monitoramento do nível freático - réguas milimétricas que serão instaladas nas cavas assim que atingirem um espelho d'água superior a 1,0 ha. As leituras das réguas milimétricas serão realizadas visualmente com periodicidade trimestral.
- Executar o Plano de Recuperação de Área Degradada concomitante ao avanço da lavra.

Condições específicas

- As atividades de mineração devem ocorrer no período diurno, entre 06:00hs e 19:00hs. Na existência de norma municipal mais restritiva, a mesma deve ser observada.
- O empreendedor não poderá autorizar outras pessoas físicas ou jurídicas a exercer a atividade de lavra/reabilitação e recuperação ambiental sem anuência do IMA;
- Esta licença não autoriza o corte eventual e supressão de vegetação, bem como esta proibida a mineração na área de reserva legal e área de APP;
- Deverão ser mantidos os pilares de segurança de no mínimo 15 metros de superfície de topo entre as divisas de propriedades e vias públicas, juntamente a mesma distância deve ser mantida do início da cava até a vegetação nativa existente;
- Atender ao disposto na Constituição Federal, art. 225, § 2º, e demais legislações e normas técnicas vigentes obrigando-se o minerador a recuperar o meio ambiente degradado;
- Deverão obrigatoriamente ser respeitadas as Áreas de Preservação Permanente em atendimento ao Código Florestal Lei nº 12.651/2012;
- Os níveis de pressão sonora (ruídos) decorrentes da atividade desenvolvida no local deverão estar em conformidade com os parâmetros preconizados na Resolução CONAMA nº 001/90 e NBR 10.151/00;
- Os resíduos sólidos gerados na atividade deverão ser depositados em locais apropriados para posterior destinação final ambientalmente adequada, conforme Lei nº 12.305/10;
- As atividades de lavra/reabilitação ambiental deverão ser acompanhadas por técnicos legalmente habilitados;
- O não cumprimento a Legislação Ambiental vigente sujeitará a empresa e/ou seus representantes as sanções previstas na Lei Federal nº 9.605/98, regulamentada pelo Decreto nº 6514/08;
- Manter em perfeitas condições de visualização e conservação os marcos de concreto com placas metálicas contendo o nº do vértice e coordenadas UTM dispostos nos vértices do polígono da área Útil/Minerável;
- Cabe ao empreendedor fazer a recuperação ambiental concomitante ao avanço da lavra;
- Deverão ser suspensas as atividades na área do empreendimento e comunicar o IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, se forem encontrados vestígios arqueológicos, históricos ou artísticos;
- Esta licença é válida mediante ao acompanhamento da (Guia de utilização no regime de autorização de pesquisa, Registro de Licenciamento, Portaria de Lavra ou Registro de Extração), expedida pela ANM;
- O lançamento das águas surgentes na área de extração devem atender a Resolução CONAMA nº 430/11 e Lei Estadual nº 14.675/09;
- Documentação obrigatória a ser mantida na área de extração:
- - Cópia da Licença Ambiental de Operação vigente.

- - Cópia dos documentos expedidos pela ANM (portaria de lavra, registro de licenciamento, guia de utilização ou registro de extração).
- - Cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para acompanhamento da atividade (lavra e recuperação ambiental), com vigência igual ou superior ao período pretendido de validade da licença ambiental;
- Manter na área placa informativa contendo o nome do empreendedor, número do processo IMA, ANM, número e validade da LAO, nome e número de registro/cadastro no CREA/SC do técnico responsável pela lavra e ART;
- Fica proibido o uso de insumos químicos no processo de lavra e a queima de qualquer resíduo na área de extração.

Documentos em anexo

Não

Observações

- I. Aplicam-se as restrições contidas no procedimento de Licenciamento Ambiental e na Legislação Ambiental em vigor.
- II. Aplicam-se as condições de validade expressas neste documento e seus anexos.
- III. Esta licença não autoriza o corte ou supressão de árvores, florestas ou qualquer forma de vegetação da Mata Atlântica.
- IV. Cópia da presente licença deverá ser exposta em local visível do empreendimento.
- V. De acordo com o artigo 40, Inciso III, parágrafo 4 da Lei Estadual 14.675/09, a renovação desta Licença Ambiental de Operação - LAO deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença ambiental.
- VI. Havendo alteração dos atos constitutivos do empreendimento, cópia da documentação deve ser apresentada ao IMA sob pena do empreendedor acima identificado continuar sendo responsável pela atividade / empreendimento licenciado por este documento.

4.6.2 Material Pétreo

4.6.2.1 Pedreira Nunes

Para a execução da obra, indica-se a Pedreira da construtora Nunes localizada no município de Nova Veneza (figura 4.22), a 14,7km da Rua Martinho Brunelli (PP do eixo 00). A potencialidade desta elevação na produção de pedra para a britagem, fica ressaltada pela existência de uma pedreira comercial, sendo esta de propriedade da Construtora Nunes Ltda. Esta pedreira tem o basalto como substância de exploração e está inscrita na Agência Nacional de Mineração (ANM) sob o processo nº 815.743/2010. Os dados coletados junto a ANM, são os seguintes:

Processo nº 815002/2021

Titular – Construtora Nunes Ltda.

Município – Nova Veneza - SC

Área – 42,79 ha

Minério – Basalto

Fase – Direito de requerer lavra

Os ensaios realizados com amostras coletadas nesta pedreira apresentaram os seguintes resultados:

Ensaio de durabilidade = 0,3%;

Abrasão Los Angeles = 12,1%;

Adesividade = satisfatória

Índice de forma = 2,9%.

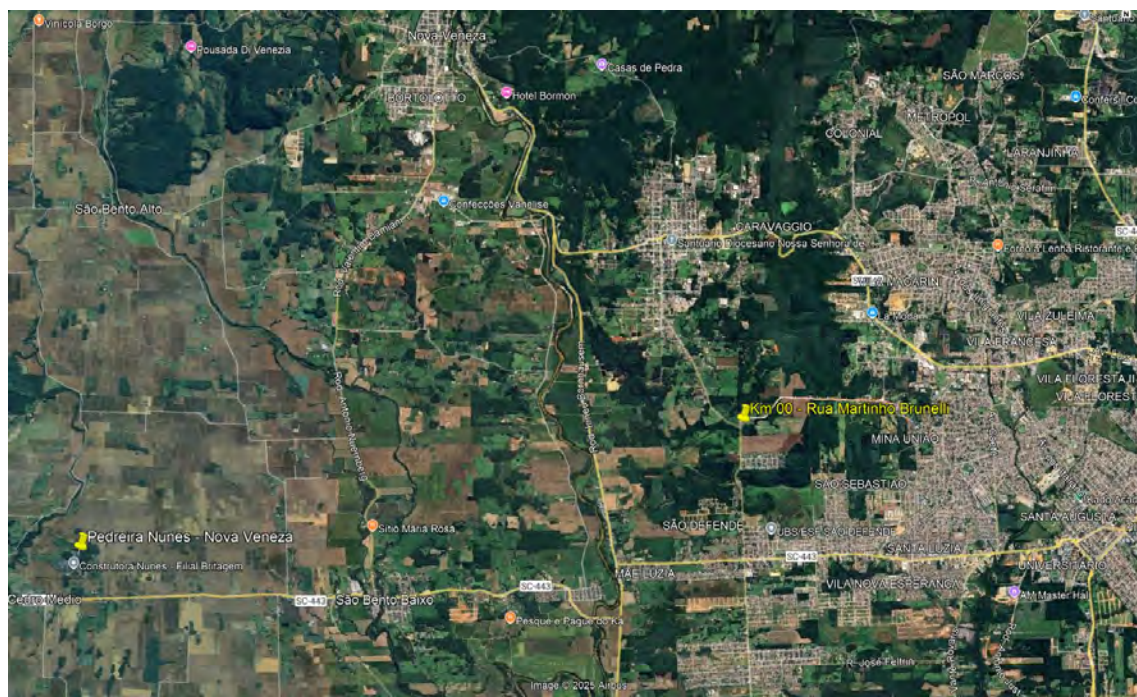


Figura 4.22 – Vista geral da Pedreira Nunes em relação a rua Martinho Brunelli

Na sequência são apresentados os laudos dos ensaios realizados.

Data do Relatório: 08/11/2024

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA
CNPJ: 79.382.412/0002-74

UF: SC
INSCRIÇÃO ESTADUAL: -----

TELEFONE: (48) 3462-0272

CEP: 88.867-000
INSC. MUNICIPAL: -----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: BRITA 1
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO

DATA DA COLETA: 04/11/2024
DATA DO ENSAIO: 05/11/2024
PROCEDÊNCIA:

AMOSTRA REALIZADO POR: QUALIFY

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2822-24 (1)

LOCAL DA COLETA

LOCAL: -----
OBS.: PROCESSO MINERÁRIO - 815.002/2021

**AGREGADOS PARA CONCRETO ASFÁLTICO
ADESIVIDADE A LIGANTE BETUMINOSO**

Conforme DNER-ME078/94

RESULTADO OBTIDO NO ENSAIO

O ENSAIO REALIZADO, NÃO APRESENTOU DESLOCAMENTO DA PELÍCULA BETUMINOSA COM O AGREGADO, AO FIM DE 72 HORAS.
APRESENTA ADESIVIDADE SATISFATÓRIA- UTILIZADO CAP 50/70 - PETROBRÁS

IMAGEM



Engº Adriano Damasio Soterio, MSc.
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

ADRIANO DAMASIO
SOTERIO:03200211903
2024.11.08 18:39:36

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem significação restrita, com validade apenas para as amostras ensaiadas. / A reprodução deste relatório somente será autorizada de forma integral. / Os resultados que são obtidos de calculos matemáticos são apresentados com valores arredondados. / A Qualify não se torna responsável pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o solicitante tenha podido citar como a identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 08/11/2024

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MEDIO
CIDADE: NOVA VENEZA UF: SC
CNPJ: 79.382.412/0002-74 INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

TELEFONE: (48) 3462-0272
CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: BRITA 1
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO
CLASSE: ----
AMOSTRA REALIZADO POR: QUALIFY

DATA DA COLETA: 04/11/2024
DATA DO ENSAIO: 05/11/2024
PROCEDÊNCIA:

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 2822-24

LOCAL DA COLETA

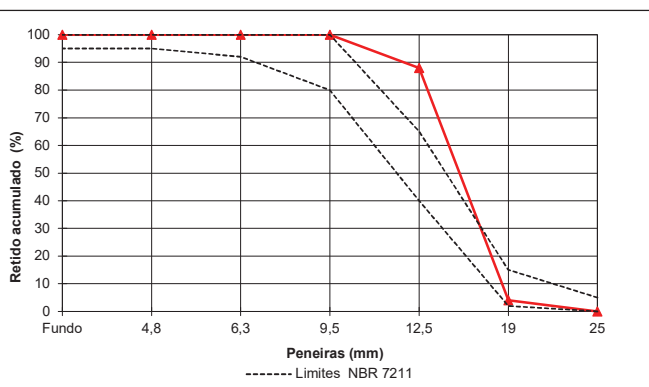
LOCAL: ----
OBS.: PROCESSO MINERARIO - 815.002/2021

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS PARA CONCRETO
AGREGADOS GRAÚDOS**

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 7211:2022

ABNT NBR 17054:2022 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS	% PESOS	
Numeros	mm	Média Retido (g)	Retido	Acumul.
1"	25	0,0	0,0	0,0
3/4"	19	184,5	3,8	4,0
1/2"	12,5	4068,8	83,5	88,0
3/8"	9,5	593,1	12,2	100,0
1/4"	6,3	12,8	0,3	100,0
4	4,8	1,0	0,0	100,0
FUNDO		11,7	0,2	100
TOTAL		4871,9	----	----



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) =

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16917:2021) =

DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16917:2021) =

DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) =

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) =

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE FORMA (método do paquímetro): (ABNT NM 7809:06) = 2,9

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO = 7,04

DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19 mm

TEOR DE ARGILA EM TORRÕES E MATERIAIS FRIÁVEIS DA AMOSTRA TOTAL (ABNT NBR 7218:2010) =

Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 9,50$ e $< 19,0$ =Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 19,0$ e $< 37,0$ =

ADRIANO DAMASIO
SOTERIO:032002119
03
2024.11.08 18:39:54
Engº Adriano Damasio Soterio, MSc
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 10/01/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MEDIO
CIDADE: NOVA VENEZA **UF:** SC
CNPJ: 79.382.412/0002-74 **INSCRIÇÃO ESTADUAL:** -----

TELEFONE: (48) 3462-0272
CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: -----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: PEDRISCO
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO

DATA DA COLETA: 17/12/2025
PROCEDÊNCIA: ----
DATA DO ENSAIO: 06/01/2025

AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 3444-24 (2)

LOCAL DA COLETA

LOCAL: ----
OBS.: ----

ANÁLISE DE AGREGADO

DNER ME 035:21998 e ABNT NBR 16974:2022 - Determinação do Índice de Abrasão "Los Angeles"

	Passante - Retida
FAIXA GRANULOMÉTRICA (mm):	9,5 - 6,3 MM
GRADUÇÃO:	"C"
MASSA TOTAL UTILIZADA:	2504,0 g
MASSA FINAL (> # 1,7mm):	2200,0 g
PERDA DA MASSA - ÍNDICE DE ABRASÃO (Los Angeles):	12,1%



Assinado de forma digital
por Adriano Damasio
Soterio
Dados: 2025.01.14 09:01:26

Engº Adriano Damasio Soterio, MSc.
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 10/01/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL

ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MEDIO

CIDADE: NOVA VENEZA

UF: SC

CNPJ: 79.382.412/0002-74

INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

CEP: 88.867-000

INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: BRITA 1

TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO

DATA DA COLETA: 17/12/2024

PROCEDÊNCIA: ----

AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 3445-24 (3)

LOCAL DA COLETA

LOCAL: ----

OBS.: ----

ANÁLISE DE AGREGADO

DNER-ME 089/94 - Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio

Material passante na peneira de abertura **19,00 mm**

Material retido na peneira de abertura **9,50 mm**

Peneira para determinar a perda: **8,00 mm**

ANÁLISE COM APLICAÇÃO DE SOLUÇÃO

Peso inicial (seco): **998,3 g**

Peso após a aplicação da solução de sulfato de sódio: **995,3 g**

Percentual de desgaste do material: **0,30%**

Solução utilizada no ensaio: Sulfato de sódio



Assinado de forma
digital por Adriano
Damasio Soterio

Dados: 2025.01.14

Engº Adriano Damasio Soterio, MSc
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 15/08/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA
CNPJ: 79.382.412/0002-74

UF: SC
INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

TELEFONE: (48) 34620272
CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: BRITA 1
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO
OUTROS DADOS: ----
AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE

DATA DA COLETA: 06/08/2025
DATA DO ENSAIO: 11/08/2025
PROCEDÊNCIA: BRITADOR

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2455-25

LOCAL DA COLETA

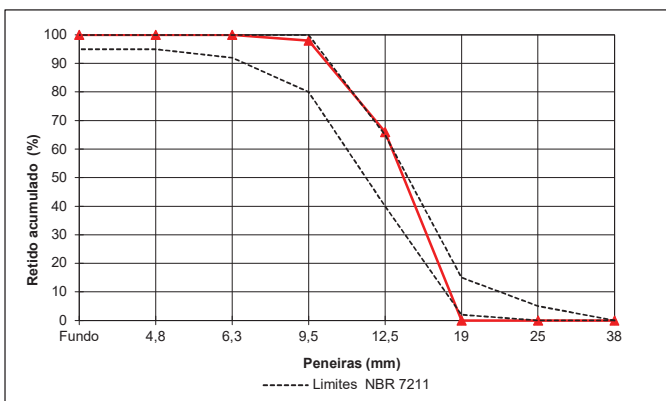
LOCAL: ----
OBS.: ----

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS PARA CONCRETO
AGREGADOS GRAÚDOS

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 7211:2022

ABNT NBR 17054:2022 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS	% PESOS	
Numeros	mm	Média Retido (g)	Retido	Acumul.
1 1/2"	38	0,0	0	0
1"	25	0,0	0	0
3/4"	19	0,0	0	0,0
1/2"	12,5	2060,0	65,96	66,0
3/8"	9,5	989,0	31,67	98,0
1/4"	6,3	50,3	1,61	100,0
4	4,8	0,0	0,00	100,0
FUNDO		24,1	0,8	100
TOTAL		3122,9		



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) = 0,59%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16917:2021) = 2,974 g/cm³
DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16917:2021) = 0,45%

DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) = 1,632 g/cm³
DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) = 45,0%

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO = 6,98
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19mm

TEOR DE ARGILA EM TORRÕES E MATERIAIS FRIÁVEIS DA AMOSTRA TOTAL (ABNT NBR 7218:2010) = 0,04%
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de ≥ 9,50 e < 19,0 = 0,04%
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de ≥ 19,0 e < 37,0 = ----

0,0%

Eng. Adriano Damasio Soterio, MSc
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

Assinado de forma digital
por Adriano Damasio
Soterio

Data: 2025.08.15 15:03:41

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify Laboratório de Tecnologia de Materiais - Matriz

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 15/08/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA
CNPJ: 79.382.412/0002-74

UF: SC
INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

TELEFONE: (48) 3465-3200

CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: MACADAME
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO
CLASSE: Não Informado
AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2457-25

DATA DA COLETA: 06/08/2025
DATA DO ENSAIO: 12/08/2025
PROCEDÊNCIA: BRITADOR

LOCAL DA COLETA

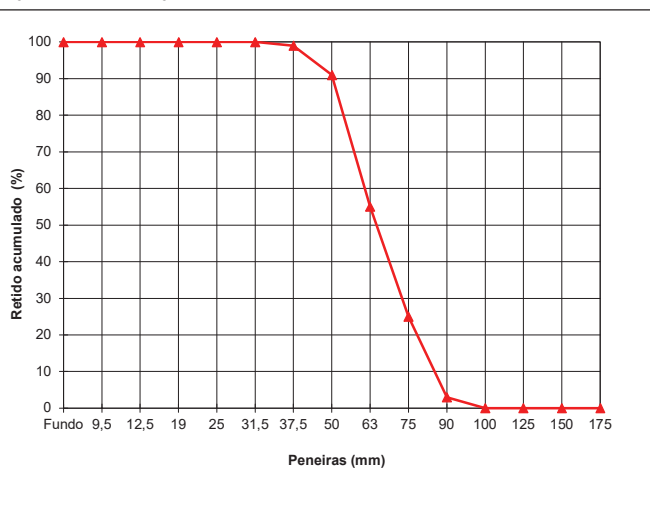
LOCAL: ----
OBS.: ----

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 7211:2022

ABNT NBR 17054 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS	% PESOS	
Numeros	mm	Média Retido (g)	Retido	Acumul.
6"	150	0,0	0,0	0,0
5"	125	0,0	0,0	0,0
4"	100	0,0	0,0	0,0
3,6"	90	670,0	2,5	3,0
3"	75	5926,0	22,3	25,0
2 1/2"	63	8040,0	30,3	55,0
2"	50	9450,0	35,6	91,0
1 1/2"	37,5	2024,0	7,6	99,0
1 1/4"	31,5	422,0	1,6	100,0
1"	25	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,5	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0
FUNDO		0,0	0,0	100
TOTAL		26532,0	----	----



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) =
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16917:2021) =
DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16917:2021) =
DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) =
DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) =

0,36%
2,971 g/cm³
0,09%
1,690 g/cm³

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO GRAÚDO = 6,58
MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO MIÚDO = ----
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 75 mm

TEOR DE ARGILA EM TORRÕES E MATERIAIS FRIÁVEIS DA AMOSTRA TOTAL (ABNT NBR 7218:2010) = ----
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 9,50$ e $< 19,0$ = ----
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 19,0$ e $< 37,0$ = ----

Eng.º Adriano Damasio Soterio, MSc.

Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais

CREA/SC: 141.821-0 / RPN: 2.515.514.936

Assinado de forma digital por
Adriano Damasio Soterio
Dados: 2025.08.15 15:15:28

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou

indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify Laboratório de Tecnologia de Materiais - Matriz

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 15/08/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA UF: SC
CNPJ: 79.382.412/0002-74 INSCRIÇÃO ESTADUAL: ---- TELEFONE: (48) 34620272
CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: PEDRISCO
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO
OUTROS DADOS: -----
AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2454-25
DATA DA COLETA: 06/08/2025
DATA DO ENSAIO: 11/08/2025
PROCEDÊNCIA: BRITADOR

LOCAL DA COLETA

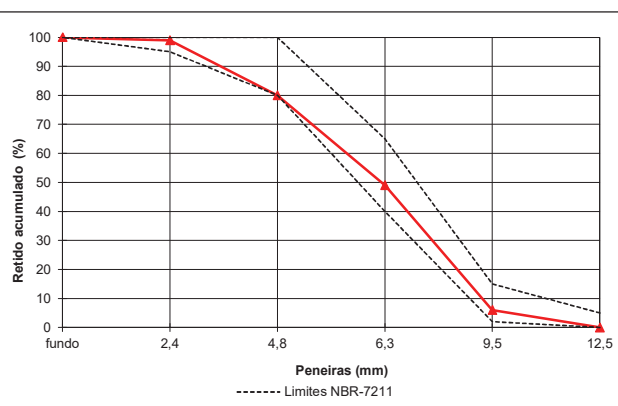
LOCAL: ----
OBS.: ----

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS PARA CONCRETO
AGREGADOS GRAÚDOS

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 7211:2022

ABNT NBR 17054:2022 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS		% PESOS	
Numeros	mm	Média Retida (g)		Retido	Acumul.
		AM 1	AM 2		
3/4"	19	0	0	0	0
1/2"	12,5	0	0	0	0,0
3/8"	9,5	73,1	70,1	6,4	6,0
1/4"	6,3	475,5	474,2	42,6	49,0
4	4,8	343,5	340,5	30,7	80,0
8	2,4	214,2	210,4	19,0	99,0
FUNDO		14,5	13,2	1,2	100,0
TOTAL		1120,8	1108,4		



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) = 1,44%
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16917:2021) = 2,946 g/cm³
DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16917:2021) = 0,89%
DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) = 1,550 g/cm³
DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) = 47,2%

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO = 5,85
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 12,5mm

TEOR DE ARGILA EM TORRÕES E MATERIAIS FRIÁVEIS DA AMOSTRA TOTAL (ABNT NBR 7218:2010) = 0,1%
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 4,75$ e $< 9,50$ = 0,07%
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 9,50$ e $< 19,0$ = ---

0,1%

Eng. Adriano Damasio Soterio, MSc.
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

Assinado de forma digital
por Adriano Damasio
Soterio
Data: 2025.08.15
15:03:14 -03'00'

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify Laboratório de Tecnologia de Materiais - Matriz

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 06/10/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL

TELEFONE: (48) 34620272

ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO

CIDADE: NOVA VENEZA

UF: SC

CEP: 88.867-000

CNPJ: 79.382.412/0002-74

INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: PO DE PEDRA

DATA DA COLETA: 23/09/2025

TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO MIÚDO

DATA DO ENSAIO: 24/09/2025

OUTROS DADOS: ----

PROCEDÊNCIA: BRITADOR

AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2907-25

LOCAL DA COLETA

LOCAL: ----

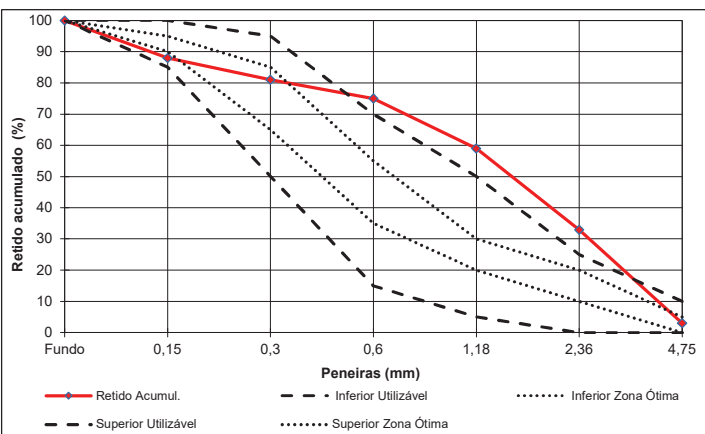
OBS.: ----

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS PARA CONCRETO AGREGADOS MIÚDOS

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 7211:2022

ABNT 17054:2022 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS		% PESOS	
Numeros	mm	Material Retido (g)		Retido	Acumul.
		AM 1	AM 2		
1/4"	6,3	2,2	3,7	0,4	0
4	4,75	20,2	18,5	2,6	3
8	2,36	227,1	231,8	30,4	33
16	1,18	198,1	195,4	26,1	59
30	0,60	116,1	119,7	15,6	75
50	0,30	45,7	43,5	5,9	81
100	0,15	52,1	56,4	7,2	88
200	0,075	32,7	30,3	4,2	----
FUNDO		56,2	58,0	7,58	100,00
TOTAL		750,5	757,3	----	----



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) =

9,7%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16916:2021) =

2,851 g/cm³

DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) =

1,526 g/cm³

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) =

4629,8%

DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16916:2021) =

1,20%

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO = 3,39

DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 4,75mm

TEOR DE ARGILA EM TORRÕES E MATERIAIS FRIÁVEIS DA AMOSTRA TOTAL (ABNT NBR 7218:2010) =

0,6%

Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de ≥ 1,18 e < 4,75 =

0,60%

Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de ≥ 4,75 e < 9,50 =

Assinado digitalmente por

Adriano Damasio

Data: 2025.10.08 21:46:07-03'00'

Engº Adriano Damasio Soterio, MSC.

Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais

CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem significação restrita, com validade apenas para as amostras ensaiadas. / A reprodução deste relatório somente será autorizada de forma integral. / Os resultados que são obtidos de calculos matemáticos são apresentados com valores arredondados. / A Qualify não se torna responsável pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuizo ou beneficio das marcas comerciais que o solicitante tenha podido citar como a identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify Laboratório de Tecnologia de Materiais - Matriz

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 07/10/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA UF: SC
CNPJ: 79.382.412/0002-74 INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

TELEFONE: (48) 34620272
CEP: 88.867-000
INSC. MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: PO DE PEDRA
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO MIÚDO

DATA DA COLETA: 20/08/2025
DATA DO ENSAIO: 26/08/2025
PROCEDÊNCIA: BRITADOR

AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE

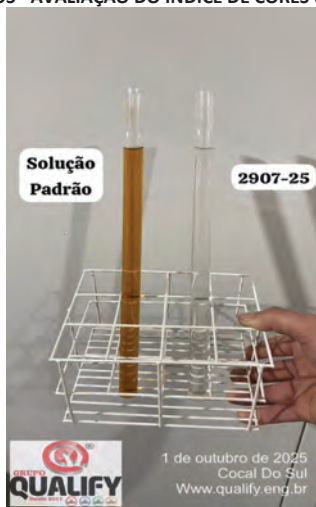
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2907-25(2)

LOCAL DA COLETA

LOCAL: ----
OBS.: ----

**AGREGADO MIÚDO
DETERMINAÇÃO DE IMPUREZAS ORGÂNICAS**

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 17053:2022

APRESENTAÇÃO DAS FOTOS - AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CORES CONFORME ITEM 4.5**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE COR - CONFORME ITEM 4.5**☐ COR MAIS ESCURA☒ COR MAIS CLARA☐ COR IGUAL À DA SOLUÇÃO PADRÃO**OBSERVAÇÃO TÉCNICA REFERENTE AO ENSAIO:**

COR MAIS CLARA QUE A DA SOLUÇÃO PADRÃO, IDENTIFICADA NO ENSAIO, INDICA A POSSIBILIDADE DA AREIA NÃO SER PORTADORA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS NOCIVOS. ENSAIOS POSTERIORES PODEM SER REALIZADOS, VISANDO A APROVAÇÃO OU REJEIÇÃO DA AREIA PARA USO NA PRODUÇÃO DE CONCRETO OU ARGAMASSA.

Nota:

Ensaio não aplicável para areias de britagem, conforme Tabela 3 da ABNT NBR 7211:2022.

Assinado digitalmente por Adriano Damasio
Data: 2025.10.08
21:46:22
-0300

Engº Adriano Damasio Soterio, MSc.
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC - 141.821-0 / RPN 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem significação restrita, com validade apenas para as amostras ensaiadas. / A reprodução deste relatório somente será autorizada de forma integral. / Os resultados que são obtidos de calculos matemáticos são apresentados com valores arredondados. / A Qualify não se torna responsável pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o solicitante tenha podido citar como a identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify Laboratório de tecnologia de Materiais - Matriz

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Cap.4 - Pág.41

Data do Relatório: 15/08/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA
CNPJ: 79.382.412/0002-74

UF: SC
INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

TELEFONE: (48) 3465-3200

CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: RACHAO
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO
CLASSE: Não Informado
AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2458-25

DATA DA COLETA: 06/08/2025
DATA DO ENSAIO: 12/08/2025
PROCEDÊNCIA: BRITADOR

LOCAL DA COLETA

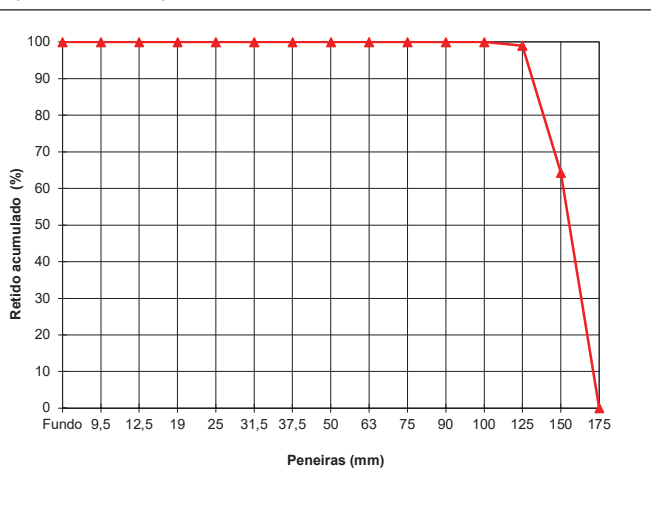
LOCAL: ----
OBS.: ----

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS

Ensaio realizado conforme norma ABNT NBR 7211:2022

ABNT NBR 17054 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS	% PESOS	
Numeros	mm	Média Retido (g)	Retido	Acumul.
6"	150	100423,5	64,3	64,3
5"	125	54233,0	34,7	99,0
4"	100	1374,5	0,9	100,0
3,6"	90	0,0	0,0	100,0
3"	75	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63	0,0	0,0	100,0
2"	50	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	100,0
1 1/4"	31,5	0,0	0,0	100,0
1"	25	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,5	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0
FUNDO		53,0	0,0	100
TOTAL		156084,0	----	----



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) = 0,42%
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16917:2021) = 2,924 g/cm³
DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16917:2021) = 0,11%
DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) = 2,707 g/cm³
DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) = ----

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO GRAÚDO = 8,99
MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO MIÚDO = ----
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 150 mm

TEOR DE ARGILA EM TORRÕES E MATERIAIS FRIÁVEIS DA AMOSTRA TOTAL (ABNT NBR 7218:2010) = ----
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 9,50$ e $< 19,0$ = ----
Teor Parcial no Intervalo de de peneiras de $\geq 19,0$ e $< 37,0$ = ----

Assinado de forma digital por Adriano Damasio Soterio
Dados: 2025.08.15 14:15:00
Engº Adriano Damasio Soterio, 153007
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC: 141.821-0 / RPN: 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Qualify Laboratório de Tecnologia de Materiais - Matriz

Rua das Flores, nº217 - Bairro Horizonte - Cocal do Sul-SC. CEP: 88845-000 Telefone: (0xx48) 3447-5673 / 99178-1599 Email: qualify@qualify.eng.br

www.qualify.eng.br

Data do Relatório: 17/02/2025

DADOS DO CLIENTE:

NOME: CONSTRUTORA NUNES LTDA - FILIAL
ENDEREÇO: ROD. ALEXANDRE DUMINELLI, Nº 570, RIO CEDRO MÉDIO
CIDADE: NOVA VENEZA
CNPJ: 79.382.412/0002-74

UF: SC
INSCRIÇÃO ESTADUAL: ----

TELEFONE: (48) 34620272
CEP: 88.867-000
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: ----

INFORMAÇÕES DAS AMOSTRAS

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: BGS
TIPO DA AMOSTRA: AGREGADO GRAÚDO
CLASSE: Não Informado
AMOSTRA REALIZADO POR: CLIENTE

DATA DA COLETA: 12/02/2025
DATA DO ENSAIO: 14/02/2025
PROCEDÊNCIA: BRITADOR

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 373-25

LOCAL DA COLETA

LOCAL: ----
OBS.: ----

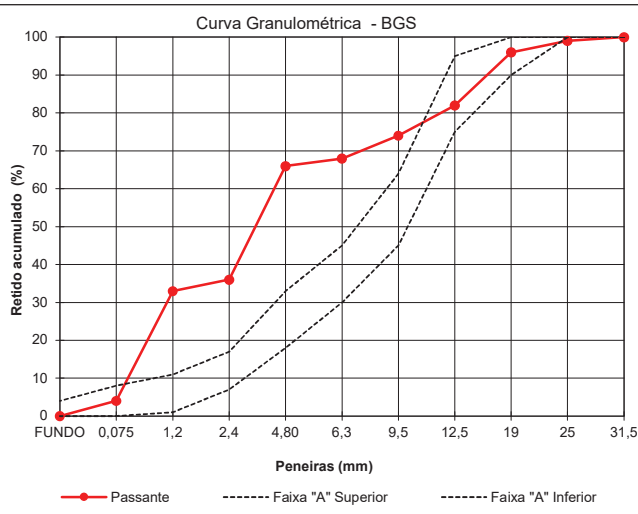
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS

BGTC - Brita Graduada Tratada com Cimento

Ensaio realizado conforme Projeto NORMA DNIT xxx/2017-ES - Processo nº: 50607.002476/2014-38

ABNT NBR 17054:2022 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

PENEIRAS		ENSAIOS	% PESOS		
Numeros	mm	Média Retido (g)	Retido	Retido Acumul.	Passante
2"	31,5	0,0	0,0	0,0	100
1 1/2"	25	31,4	0,8	1,0	99
1"	19	121,4	3,0	4,0	96
3/4"	12,5	565,1	13,8	18,0	82
3/8"	9,5	323,7	7,9	26,0	74
1/4"	6,3	265,0	6,5	32,0	68
4	4,8	81,0	2,0	34,0	66
8	2,4	1204,2	29,5	64,0	36
10	1,2	116,7	2,9	67,0	33
30	0,6	578,9	14,2	81,0	19
40	0,3	299,0	7,3	88,0	12
100	0,15	213,6	5,2	93,0	7
200	0,075	131,2	3,2	96,0	4
FUNDO		150,1	3,7	100	0
TOTAL		4081,1	----	----	----



DETERMINAÇÃO DO MATERIAL PULVERULENTO: (NBR 16973:2021) =
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA: (NBR 16917:2021) =
DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA: (NBR 16917:2021) =
DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA: (ABNT NBR 16972:2021) =
DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS: (ABNT NBR 16972:2021) =
DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE FORMA (método do paquímetro): (ABNT NM 7809:06) =

Partes Miúdos
8,89% ----
2,966 g/cm³ 2,904 g/cm³
0,41% ----
1,611 g/cm³ ----
45,5% ----
---- ----

MÓDULO DE FINURA DO AGREGADO = 9,57
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19mm

Assinado de forma digital por Adriano Damasio Soterio
Dados: 2025.02.18 15:07:43 -03'00'
Engº Adriano Damasio Soterio, MSc.
Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais
CREA/SC: 141.821-0 / RPN: 2.515.514.936

CLAUSULAS DE RESPONSABILIDADE: Os resultados tem valores restritos à amostragem ensaiada. Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem e identificação da amostra a menos que esta tenha sido efetuado mediante supervisão da Qualify. A reprodução deste relatório por terceiro é expressamente proibida. A Qualify não se torna responsável pelo uso que o cliente, outra pessoa ou entidade venham a dar aos dados ou indicações contidos no presente relatório, em prejuízo ou benefício das marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

4.6.3 Areia

Como fonte de areia para abastecimento da referida obra, indica-se o uso de areais localizados no município de Morro da Fumaça. Foram visitados 3 fontes de areia: Areal Fumacense, Areal Ouro Branco e Areal Ilíbio e Silva

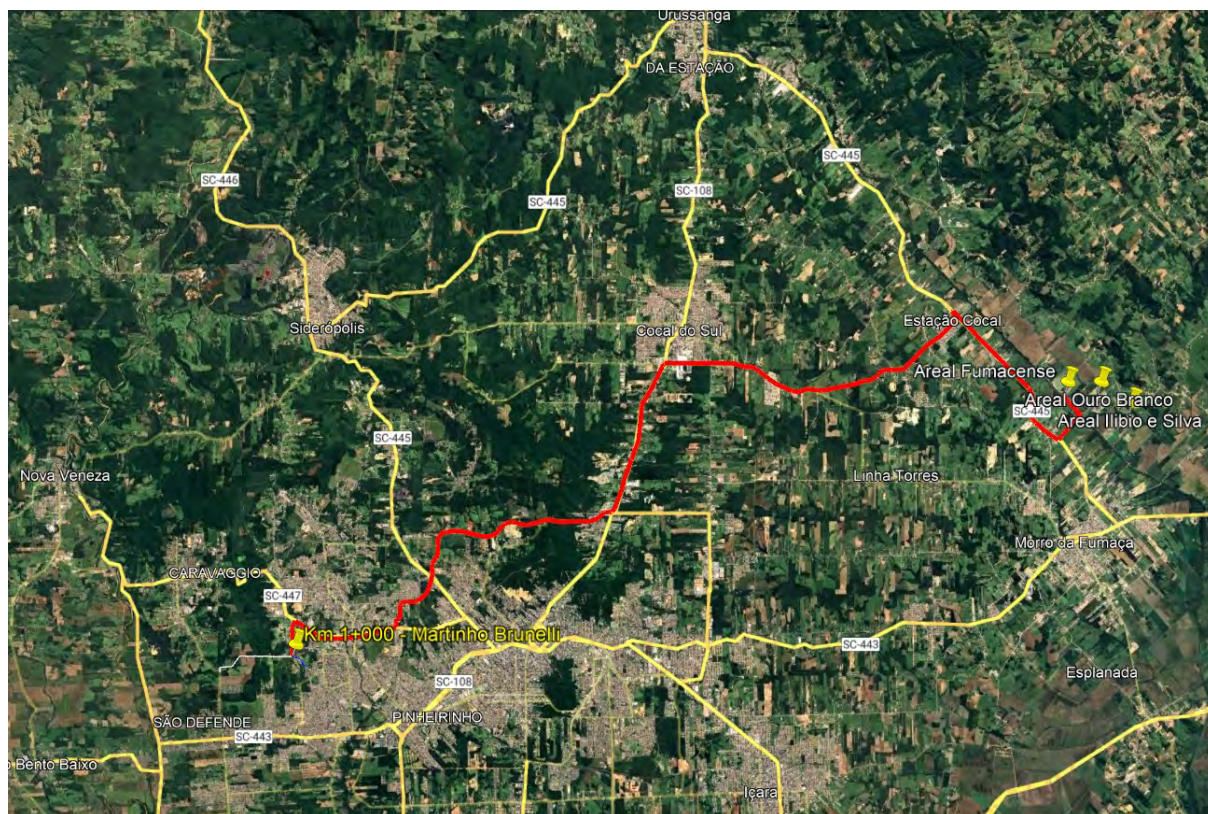


Figura 4.23 – Localização dos Arais em relação a Rua Martinho Brunelli

4.6.3.1 Areal Fumacense

Localizado a 32,9km do km 1+000 do projeto, no município de Morro da Fumaça, o areal comercial Fumacense, explora areia média e grossa por meio de cavas. Apresentou boa capacidade para abastecimento da obra.

Está inscrita na Agência Nacional de Mineração (ANM) sob os processos nº 815551/2009 e 816080/2013 e atualmente estão em fase de concessão de lavra e Licenciamento, respectivamente. Tem como Titular, Cysy Mineração Ltda.

4.6.3.2 Areal Ouro Branco

Localizado a 33,0km do km 1+000 do projeto, no município de Morro da Fumaça, o areal comercial Ouro Branco, explora areia média e grossa por meio de cavas. Apresentou boa capacidade para abastecimento da obra.

Está inscrita na Agência Nacional de Mineração (ANM) sob o processo nº 815065/2015 e atualmente está em fase de licenciamento. Tem como Titular, Jazida Ouro Branco Ltda.

4.6.3.3 Areal Ilíbio e Silva

Localizado a 33,0km do km 1+000 do projeto, no município de Morro da Fumaça, o areal comercial Ilíbio e Silva, explora areia média e grossa por meio de cavas. Apresentou boa capacidade para abastecimento da obra.

Está inscrita na Agência Nacional de Mineração (ANM) sob o processo nº 815136/2023 e atualmente está em fase de requerimento de pesquisa. Tem como Titular, Reginaldo Luz da Silva Extrações e Transportes Ltda.

5 PROJETO GEOMÉTRICO

5.1 Introdução

O projeto ora apresentado busca fornecer os elementos de geometria necessários para execução do **Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina (102-25)**.

A Rua Martinho Brunelli está localizada no Distrito Rio Maina, na região do extremo oeste do município de Criciúma/SC. Trata-se de uma rua em região rural e com relevo severo, visto que parte do trecho está localizado na subida do Morro da Cruz, utilizada, dentre outros, por romeiros. Com a pavimentação e inclusão de via segregada para romeiros (pedestres e ciclistas), pretende-se propiciar mais conforto e segurança aos usuários.

Além disso, a pavimentação do trecho possibilita uma rota alternativa à cidade de Nova Veneza, diminuindo a distância e o tempo de viagem, principalmente para moradores do Distrito Rio Maina e arredores que desejam realizar esse percurso.

De forma geral, para o atendimento à demanda, é prevista a implantação da via com uso comum para romeiros com soluções que atendam ao tráfego lento.

O projeto é composto por dois Eixos Gerais (Eixo 00 = 2.293,31m e Eixo 01 = 662,77 m, que totalizam 2.956,08 metros de extensão), e dois Eixos Complementares em interseção (Eixo 02 = 38,17 m e Eixo 03 = 75,40 m, que totalizam 113,57 metros de extensão).

Ao todo, o projeto consiste em 3.069,65 metros de extensão.

Este trecho de projeto é complementado pelo Projeto de Restauração e de Melhoramento da Rua Lucas Peruchi no bairro São Defende (081-25) que, juntos, ampliam as ligações supracitadas proporcionando maior mobilidade e segurança ao tráfego de pedestres, ciclistas e veículos automotores.

5.2 Descrição da situação existente

O início do trecho se dá no entroncamento entre a Rua Martinho Brunelli com a Rua Lucas Peruchi, no acesso à Rua Antônio Milanez (Nova Veneza/SC). A via encontra-se sem pavimentação a partir desse ponto, por onde percorre em área rural composta de plantações e florestas, com poucas residências lindeiras.

A via sobe até o topo do Morro da Cruz, com parte de seu relevo ondulado e parte montanhoso, a partir de onde transpõem uma forte escarpa em direção à cidade, com relevo montanhoso e inclinações da ordem de 20%.

A partir da rótula entre a Rua Martinho Brunelli e a Rua André Dário até as Ruas Terezinha F Mendes e Bonfilho Bruneli, a rua encontra-se pavimentada. Após isso, tem-se um trecho em paver, até a Rua Catarina Milanês, na esquina da Igreja.

A ocupação lindeira é bem variável, relativamente baixa, com concentração que aumenta a medida que chega perto da cidade (sentido leste).

5.3 Soluções Propostas

O Projeto visa proporcionar mais segurança e conforto para os usuários, tanto

motoristas quanto pedestres e ciclistas que utilizam as vias primárias e secundárias para acesso entre bairros. Dessa forma, é prevista a implantação da via com uso comum para romeiros com soluções que atendam ao tráfego lento.

A proposta é manter o alinhamento da via existente com a inclusão da pavimentação asfáltica com implantação de ciclovia de uso compartilhado no trecho entre a Rua Lucas Peruchi e a Rótula da Rua André Dário. Após isso, foi prevista a restauração da via existente com implantação de passeios em ambos os lados da via. No último segmento, há a previsão da substituição do *paver* existente com a implantação em pavimento asfáltico.

O Eixo Geral estaqueado foi dividido em duas partes. A primeira inicia no km 0+000,00 no entroncamento entre a via de projeto com a Rua Lucas Peruchi, e finda no km 2+293,31, na Rótula da Rua André Dário. Esse segmento possui 2.293,31 metros de extensão, e é continuado pela sua complementação, que inicia no km 1+000,00, ainda na rótula, e finda no km 1+662,77 na Rua Catarina Milanês, na esquina da Igreja, totalizando 662,77 metros de extensão. Os dois Eixos Gerais supracitados perfazem 2.956,06 metros de extensão, que correspondem aos Eixos 00 e 01, respectivamente, da Rua Martinho Brunelli.

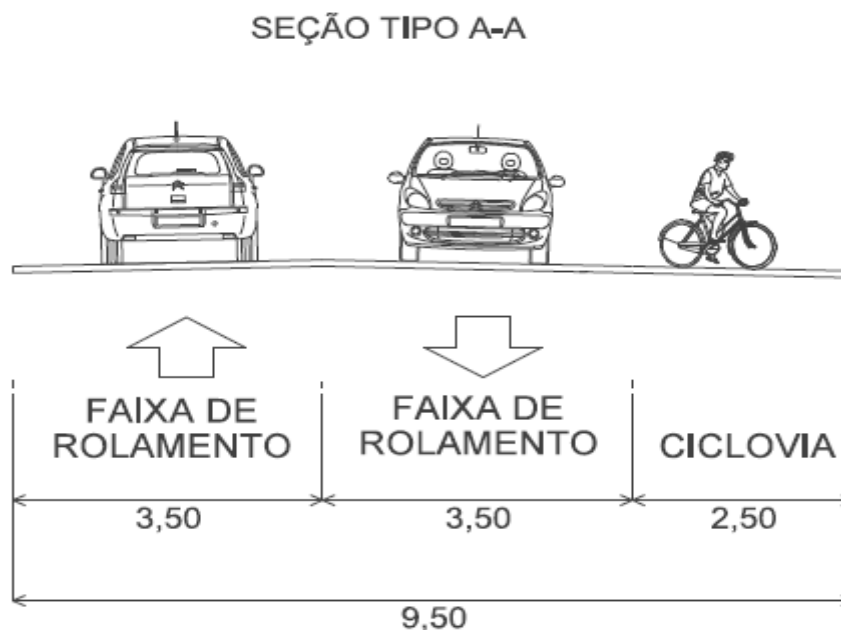
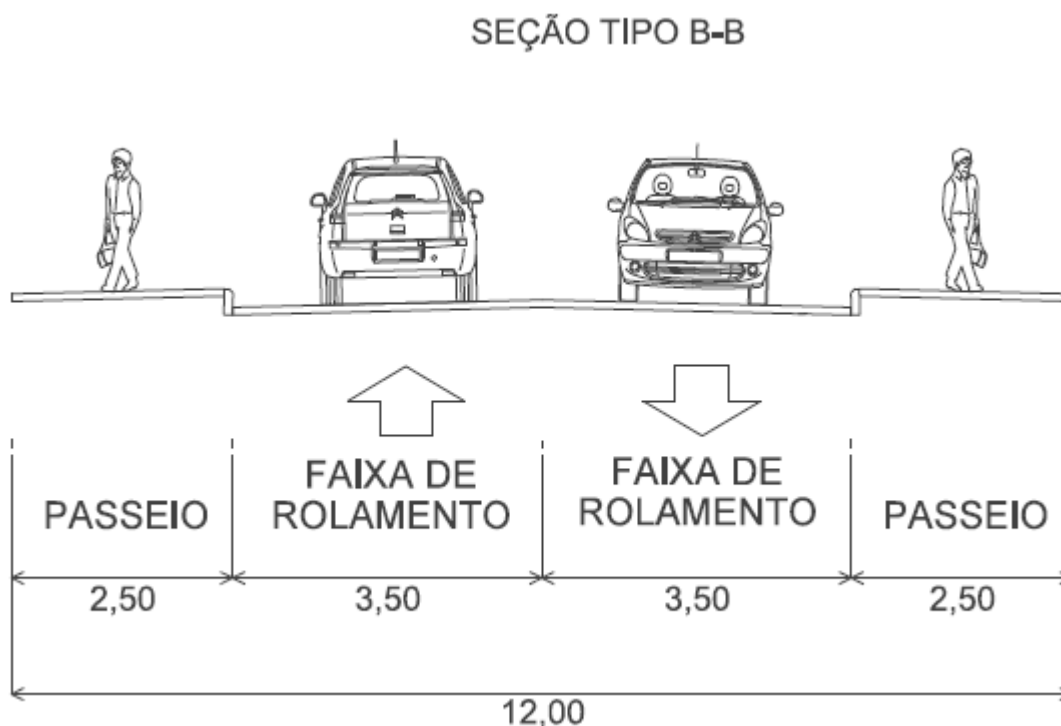
Em complemento, foram gerados dois Eixos adicionais na Rótula entre a Rua Martinho Brunelli e a Rua André Dário, sendo o Eixo 02 de encaixe na Rua André Dário (com 38,17 metros de extensão), e o Eixo 03 na rótula (meio fio), com 75,40 metros de extensão.

Dessa forma, totalizam-se 2.949,88 metros de projeto.

A interseção (Rótula da Rua André Dário) foi projetada deslocando a rótula existente e aumentando seu canteiro central para possibilitar o giro de veículos (caminhão de lixo).

As pistas foram projetadas com 3,50m, em via de duplo sentido de tráfego. A ciclovia compartilhada foi inserida no lado direito da via no trecho inicial, com 2,50m de largura. Os passeis previstos em ambos os lados da via, no segmento final, foram projetados com 2,50m de largura cada um.

As Seções Transversais Típicas são apresentadas nas Figuras 5.1 e 5.2.

**Fig. 5.1:** Seção Transversal Típica (Eixo 00)**Fig. 5.2:** Seção Transversal Típica (Eixo 01)

Cumpramos destacar que o presente projeto possui previsão de pavimento rígido no segmento com relevo crítico, tendo em vista as rampas existentes da ordem de 20% de inclinação. O trecho compreendido por esta solução está contido no Eixo 00, entre o km 1+106,18 e o km 1+712,72, totalizando 606,54 metros de extensão.

5.4 Apresentação dos Projetos

O projeto é apresentado em planta e perfil longitudinal na escala 1:500 e 1:50 (escala horizontal e vertical, respectivamente). As seções têm escala 1:200, e a interseção possui detalhes em 1:500.

5.5 Elementos de Locação

Para facilitar a locação dos elementos de projeto, a seguir estão apresentados os elementos de locação dos alinhamentos horizontais projetados (Eixo-01, Eixo-02 e Eixo 03).

Eixo 00 (Geral)

EIXO = EIXO-00

PP 00

(Km)	(Y)	(X)
0+000,00	6.825.784,1691	650.773,4464

PI 00

(Km)	(Y)	(X)
0+085,63	6.825.869,7069	650.769,4086

PI 00

(Km)	(Y)	(X)
0+090,05	6.825.874,1188	650.769,3604

CURVE 01

	(Km)	(Y)	(X)
PC	0+090,11	6.825.874,1821	650.769,3574
PT	0+155,86	6.825.917,8621	650.809,2667
DC	65,7552		
R	41,7500		
DELTA	90 14' 22,07" (RT)		

CURVE 02

(Km)	(Y)	(X)
------	-----	-----

PC 0+446,99 6.825.930,3736 651.100,1194
PT 0+485,80 6.825.947,9613 651.133,2889
DC 38,8096
R 43,6500
DELTA 50 56' 31,87" (LT)

CURVE 03

	(Km)	(Y)	(X)
PC	0+808,16	6.826.206,7828	651.325,4693
PT	0+848,83	6.826.224,0395	651.360,6116
DC	40,6668		
R	42,7500		
DELTA	54 30' 13,38" (RT)		

CURVE 04

	(Km)	(Y)	(X)
PC	0+923,77	6.826.222,6031	651.435,5324
PT	0+994,20	6.826.214,8652	651.505,4442
DC	70,4360		
R	386,7500		
DELTA	10 26' 05,52" (RT)		

CURVE 05

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+001,80	6.826.213,3458	651.512,8901
PT	1+047,18	6.826.209,0463	651.557,9801
DC	45,3798		
R	213,6000		
DELTA	12 10' 21,40" (LT)		

CURVE 06

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+198,87	6.826.210,7390	651.709,6646
PT	1+333,43	6.826.204,5238	651.844,0014
DC	134,5544		
R	1.172,2500		

DELTA 6 34' 35,70" (RT)

CURVE 07

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+357,58	6.826.202,0253	651.868,0259
PT	1+395,08	6.826.200,0943	651.905,4582
DC	37,4990		
R	360,0000		

DELTA 5 58' 05,37" (LT)

CURVE 08

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+458,05	6.826.200,1283	651.968,4309
PT	1+507,58	6.826.204,5510	652.017,6944
DC	49,5270		
R	278,2500		

DELTA 10 11' 54,03" (LT)

CURVE 09

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+548,07	6.826.211,7410	652.057,5377
PT	1+597,41	6.826.205,3623	652.105,6667
DC	49,3378		
R	79,5000		

DELTA 35 33' 28,21" (RT)

CURVE 10

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+622,17	6.826.194,7670	652.128,0523
PT	1+651,04	6.826.189,6074	652.156,1234
DC	28,8661		
R	55,4500		

DELTA 29 49' 37,28" (LT)

PI 10

	(Km)	(Y)	(X)
--	------	-----	-----

1+672,39 6.826.191,2821 652.177,4101

CURVE 11

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+709,51	6.826.197,7464	652.213,9596
PT	1+758,68	6.826.198,6743	652.262,9249
DC	49,1736		
R	157,5000		
DELTA	17 53' 18,67" (RT)		

CURVE 12

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+778,66	6.826.195,9433	652.282,7115
PT	1+913,35	6.826.189,3961	652.417,0686
DC	134,6922		
R	761,2500		
DELTA	10 08' 15,58" (LT)		

CURVE 13

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+927,95	6.826.189,9765	652.431,6541
PT	1+967,63	6.826.190,5692	652.471,3255
DC	39,6799		
R	798,7500		
DELTA	2 50' 46,72" (RT)		

CURVE 14

	(Km)	(Y)	(X)
PC	2+203,03	6.826.188,2385	652.706,7183
PT	2+232,14	6.826.187,1032	652.735,8046
DC	29,1126		
R	500,0000		
DELTA	3 20' 09,80" (RT)		

CURVE 15

	(Km)	(Y)	(X)
--	------	-----	-----

PC	2+255,24	6.826.185,5312	652.758,8440
PT	2+268,56	6.826.187,5591	652.771,9067
DC	13,3285		
R	30,0000		
DELTA	25 27' 20,04" (LT)		

PF	15		
	(Km)	(Y)	(X)
	2+293,31	6.826.196,6505	652.794,9250

Eixo 01 (Geral)

EIXO = EIXO-01

PP	00		
	(Km)	(Y)	(X)
	1+000,00	6.826.193,2174	652.815,1698

PI	00		
	(Km)	(Y)	(X)
	1+028,83	6.826.174,3813	652.836,9907

CURVE 01

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+047,68	6.826.166,1867	652.853,9685
PT	1+065,90	6.826.160,3557	652.871,1859
DC	18,2240		
R	74,0000		
DELTA	14° 06' 36,94" (LT)		

CURVE 02

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+151,26	6.826.142,6844	652.954,6944
PT	1+179,07	6.826.135,4266	652.981,5275

DC 27,8116
 R 250,0000
 DELTA 6° 22' 26,25" (RT)

CURVE 03

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+193,75	6.826.130,8108	652.995,4663
PT	1+281,87	6.826.072,0279	653.057,2686
DC	88,1166		
R	100,0000		
DELTA	50° 29' 13,55" (RT)		

PI 03

	(Km)	(Y)	(X)
	1+335,78	6.826.021,7631	653.076,7558

CURVE 04

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+357,29	6.826.001,3819	653.083,6298
PT	1+391,37	6.825.972,3389	653.100,9726
DC	34,0843		
R	80,0000		
DELTA	24° 24' 39,80" (LT)		

CURVE 05

	(Km)	(Y)	(X)
PC	1+394,59	6.825.969,9898	653.103,1668
PT	1+424,86	6.825.952,2545	653.127,4789
DC	30,2738		
R	80,0000		
DELTA	21° 40' 55,19" (LT)		

PI 05

	(Km)	(Y)	(X)
	1+481,12	6.825.928,2388	653.178,3550

PI 05
(Km) (Y) (X)
1+521,35 6.825.910,7074 653.214,5645

PI 05
(Km) (Y) (X)
1+543,48 6.825.900,3535 653.234,1210

CURVE 06
(Km) (Y) (X)
PC 1+553,10 6.825.895,9451 653.242,6707
PT 1+574,27 6.825.888,8309 653.262,5443
DC 21,1703
R 80,0000
DELTA 15° 09' 43,70" (LT)

PF 06
(Km) (Y) (X)
1+662,77 6.825.870,2130 653.349,0633

Eixo 02 (Rua André Dário)

EIXO = EIXO-02

PP 00
(Km) (Y) (X)
2+000,00 6.826.212,5329 652.809,5990

CURVE 01
(Km) (Y) (X)
PC 2+016,56 6.826.228,3667 652.814,4468
PT 2+024,55 6.826.236,2247 652.815,7469
DC 7,9883
R 30,0000
DELTA 15° 15' 23,84" (LT)

PF 01
 (Km) (Y) (X)
 2+038,17 6.826.249,8445 652.816,1668

Eixo 03 (Rótula)

EIXO = EIXO-03

PP 00
 (Km) (Y) (X)
 3+000,00 6.826.209,4095 652.797,4683

CURVE 01
 (Km) (Y) (X)
PC 3+000,00 6.826.209,4095 652.797,4683
PT 3+038,39 6.826.193,2174 652.815,1698
DC 38,3898
R 12,0000
DELTA 183° 17' 52,41" (LT)

CURVE 02
 (Km) (Y) (X)
PC 3+038,39 6.826.193,2174 652.815,1698
PT 3+074,94 6.826.209,7313 652.797,7923
DC 36,5517
R 12,0000
DELTA 174° 31' 17,51" (LT)

6 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

6.1 Objetivo

O Projeto de Terraplenagem objetiva a adequada distribuição dos volumes de materiais destinados à conformação da plataforma do corpo de aterro para o **Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina (102-25)**, em Criciúma. Seguindo as orientações e com as seções transversais definidas no Projeto Geométrico, bem como levando em consideração as orientações fornecidas pelo Estudo Geotécnico.

6.2 Projeto Geométrico

A largura da plataforma de terraplenagem foi definida em função das características técnicas, operacionais e geométricas das vias internas dos loteamentos e da dimensão dos lotes. Após definido geometricamente em planta e perfil o traçado do trecho em questão, procedeu-se à gabaritação das seções transversais para definição de cortes e aterros.

A partir da plataforma de pavimentação, foram incluídas as folgas necessárias para a compactação das bordas dos aterros, bem como a implantação dos dispositivos de drenagem nos cortes.

6.3 Estudos Geológicos e Geotécnicos

Através dos estudos geológicos e geotécnicos foram definidos os seguintes parâmetros:

- Horizontes dos materiais classificando-os em solo e rocha;
- Taludes de corte e aterro:
 - Corte: 1:1 (H:V) em materiais classificados em solo;
 - Aterro: 1,5:1 (H:V);
- Aplicação de materiais de compensação corte/aterro; e,
- Capacidade de suporte de materiais de subleito.

6.4 Projeto de Terraplenagem

6.4.1 Serviços Preliminares

Previamente as operações de corte e aterro, deverão ser executadas as operações de preparação da área destinada à implantação do corpo estradal, o que compreende: a remoção da camada vegetal superficial e árvores, arbustos, tocos, entulhos e quaisquer outros considerados prejudiciais.

Os serviços de limpeza incluem o destocamento de árvores com diâmetros até 0,15 m. Acham-se previstos os destocamentos de árvores com diâmetros entre 0,15 m e 0,30 m – e maiores ou iguais a 0,30 m – procedeu-se à medição destes serviços por unidades.

A limpeza será medida pela área trabalhada, compreendendo as operações de escavação e remoção da camada vegetal, na espessura de 0,20 m.

Cabe relevar que deverão ser preservados, ao longo do trecho, elementos de

interesse paisagístico e os que contribuam para evitar a erosão do solo.

Os serviços preliminares de terraplenagem deverão atender à especificação ES-104/2009.

Os bueiros projetados têm como função escoar as águas que poderiam atingir os terraplenos, colocando em risco a sua segurança. Portanto, devem ser implantados antes da execução da terraplenagem, exceto em locais com previsão de recalques.

6.4.2 Cortes

Os serviços serão executados de acordo com a Especificação ES-106/2009.

Os volumes de corte serão obtidos mediante a escavação do terreno, onde houver necessidade, para remoção dos solos inservíveis, ou somente para a conformação ao greide do Projeto Geométrico.

Os volumes escavados foram classificados com base nas sondagens executadas. A procedência e a destinação desses materiais são apresentadas no Volume 2 – Quadro de Origem e Destino.

6.4.3 Aterros

Os serviços de construção do corpo estradal deverão atender às disposições da Especificação ES-108/2009 e com as especificações complementares pertinentes.

Os aterros abrangem, em sua totalidade, solos classificados em 1ª e 3ª categoria. A construção da camada final (aterro executado na camada superior de terraplenagem, de espessura igual a 0,60 m) deverá ser realizada em camadas individuais com espessura máxima de 0,20 m, expansão inferior a 2% e capacidade de suporte superior ao CBR mínimo definido no Projeto de Pavimentação, conforme apresentado no Quadro de Origem e Destino de Terraplenagem no Volume 2.

O grau de compactação da camada final de terraplenagem deverá ser de 100% em relação à densidade máxima obtida no ensaio DNER-ME 92/94, ou ME-37/94, na energia de compactação de Proctor Normal.

Na construção do corpo dos aterros, a compactação será feita em camadas com espessura máxima de 0,30 m, com grau de compactação mínimo de 95% de Proctor Normal.

Para a construção do corpo de aterro do passeio, destinou-se material proveniente dos próprios cortes da rodovia e de empréstimo da jazida. Apenas a título de corroborar ainda mais a presente assertiva, convém lembrar que a compactação deste material, é quantificada no Projeto de Obras complementares como Reaterro e Compactação (2 S 03 940 01).

Na execução de aterros, deverão ser tomados os seguintes cuidados e precauções:

- quando o terreno natural apresentar declividade transversal superior a 15% serão adotadas as seguintes providências:
- no caso de aterros, de pequenas alturas assentes sobre rodovias existentes, deverá ser executada a escarificação do leito da mesma, na profundidade de 0,15 m;
- no caso de alargamento de aterros, ou aterros em meia encosta sua execução obrigatoriamente será procedida de baixo para cima, acompanhada de degrau, nos seus taludes;

- nos aterros mistos compostos de solo e rochas, a conformação das camadas deverá ser executada mecanicamente, devendo o material ser espalhado com equipamento apropriado e devendo ser compactado por meio de rolos vibratórios. Deverá ser obtido um conjunto livre de vazios e engaiolamentos e o diâmetro máximo dos blocos de pedra será limitado conforme indicado no item Corpos de Aterro em Rocha.

6.4.4 Bota-Fora

O local para Bota-fora será o Pátio da Prefeitura, a 10,70 km da do OPP do Eixo -0.



Figura 6.1: Bota-Fora

6.4.5 Empréstimo

Para empréstimo foi definido o areal mais próxima da obra, Areal Tramontin, com uma distância média de 37,09 km.



Figura 6.2: Areal Tramontin - Empréstimo

6.4.6 Determinação de volumes

A metodologia utilizada para o cálculo de volumes foi a planimetria das seções transversais gabaritadas pelo processo de integração gráfica, cujos valores de área, transportadas a planilhas apropriadas, são somados dois a dois e multiplicados pela semi-distância entre seções consecutivas, que resulta no volume dos prismas correspondentes aos segmentos em estudo. Adotou-se o valor médio para um empolamento da ordem de 1,30 para os solos e 1,10 para areia.

6.4.7 Distribuição de volumes

Para a distribuição de volumes foram levados em conta os fatores que influenciarão nos custos da obra. Assim, estudou-se a distribuição que resulte na menor média ponderada das distâncias de transporte dos materiais escavados.

As distâncias de transporte foram determinadas entre os centros de gravidade de origem e destino das massas transportadas, projetados sobre o eixo da rodovia.

Os volumes de materiais foram subdivididos por faixas de transporte ou respectivos momentos e apresentados nos quantitativos de terraplenagem, para a composição de seus custos.

6.4.8 Recomendações

Deverão ser seguidas as Instruções de Serviço do DNIT e as Especificações Complementares que fazem parte integrante deste projeto.

SERVIÇOS	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO
Serviços Preliminares	DNIT 104/2009
Caminho de Serviço	DNIT 105/2009
Corte	DNIT 106/2009
Empréstimo	DNIT 107/2009
Aterro	DNIT 108/2009

6.4.9 Quantidades

As quantidades principais de materiais de escavação são as seguintes:

- Cortes de 1ª Categoria = 8.933 m³
- Cortes de 2ª Categoria = 435 m³
- Cortes de 3ª Categoria = 1.001 m³
- Limpeza = 44.179,75 m²
- Empréstimo (Areal Mussuline) = 12.573 m³

7 PROJETO DE DRENAGEM E OAC

7.1 Estudo Hidrológico

O estudo hidrológico tem como objetivo fornecer os subsídios necessários a definição dos elementos que permitem o dimensionamento dos dispositivos de drenagem.

A seguir, descreve-se o desenvolvimento deste estudo para obtenção das curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) e a equação geral de chuvas intensas para o **Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina (102-25)**.

7.1.1 Coleta de dados

Para este estudo a Consultora utilizou os seguintes dados:

- Dados Pluviométricos mensais colhidos na estação “Içara”, EPAGRI latitude: 28°44'8.16 S, longitude :49°18'50.04" O – Altitude: 50m (Figura);
- Cartas digitais do IBGE - Esc. 1: 50.000;
- Imagens de satélite do Google Earth.

Dados Estação

Código	2849022
Nome Estação	IÇARA
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	84 - RIOS TUBARÃO, ARARANGUÁ E ...
Rio	
Estado	SANTA CATARINA
Município	IÇARA
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI-SC
Latitude	-28.7356
Longitude	-49.3139
Altitude (m)	50
Área de Drenagem (Km²)	

7 – PROJETO DE DRENAGEM E OAC

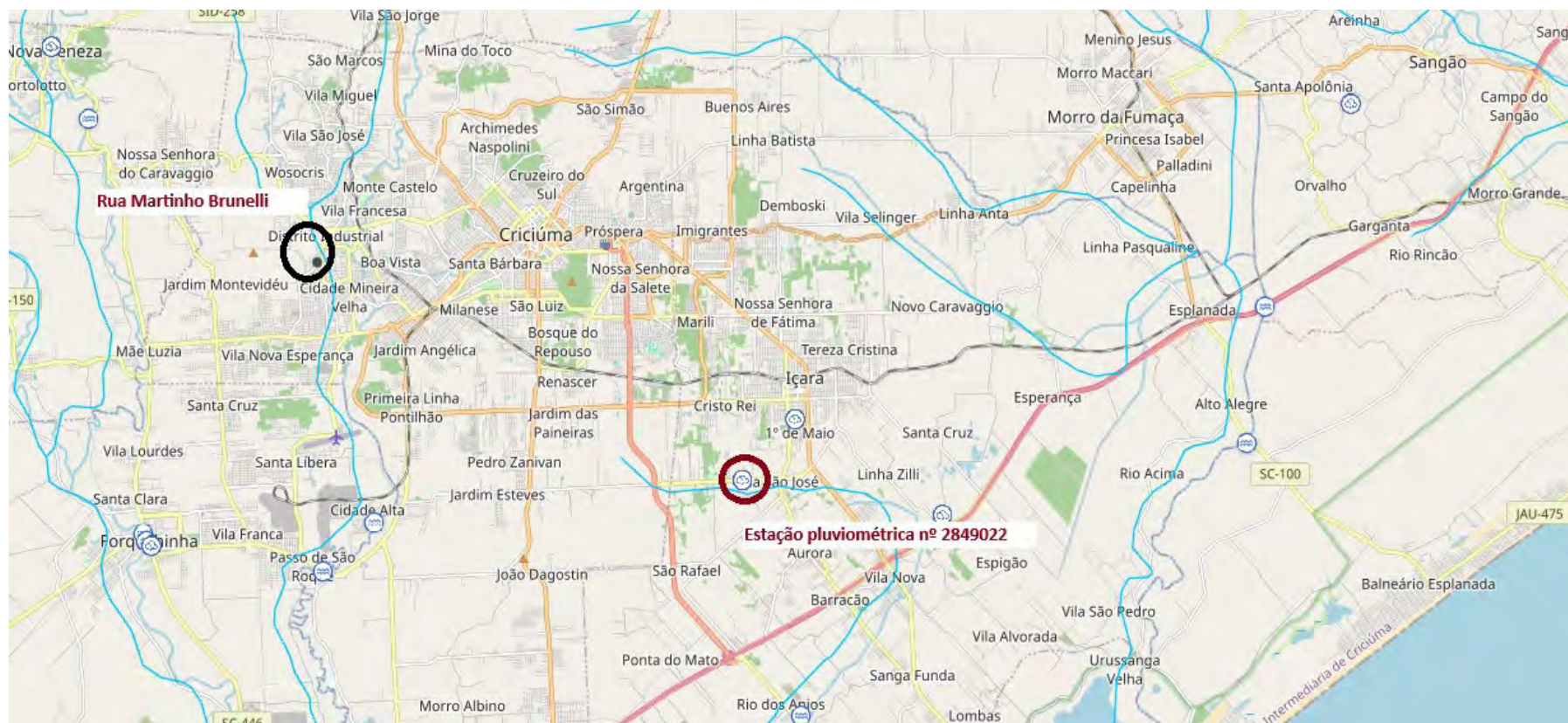


Figura 7.1 - Localização da estação pluviométrica adotada

7.1.2 Dados relativos a região

A região objeto deste está localizada no município de Criciúma com a fisiografia e condições climáticas apresentadas na tabela 7.1.

Tabela 7.1- Dados regionais

MUNÍCIOPIO	CRICIÚMA
Latitude	28°40'39"
Longitude	49°22'11"
Altitude	47 m
Precipitação média anual	1500 mm
Temperatura média anual	20° C
Media do mês mais quente	30° C
Media do mês mais frio	15° C
Umidade relativa anual	75,00%

7.1.3 Pluviometria

7.1.3.1 Tipos climáticos

Utilizando o Sistema de Köppen, a região em estudo se enquadra no Grupo C - Climas Úmidos Mesotérmicos, uma vez que as temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo dos 18° C e acima de 3° C e a do mês mais quente, acima de 10° C.

Segundo o regime de chuvas o tipo que a região se enquadra é Cf, chuvas igualmente distribuídas durante o ano sem estação seca sendo ainda do tipo "a", verão quente, a temperatura média do mês mais quente acima de 22° C. Portanto, o clima da região, segundo Wladimir Köppen, é subtropical do tipo "Cfa".

7.1.3.2 Série histórica

Na escolha da estação para a construção das curvas levou-se em consideração o número de eventos numa série histórica de no mínimo 20 anos e a localização da mesma, sendo a estação de Içara que possui a localização privilegiada em relação ao trecho, utilizando-se esta para a construção das curvas de intensidade de precipitação.

7.1.3.3 Precipitações mensais e anuais

A partir dos histogramas, tabela 7.2 e figuras 7.2 e 7.3 apresentados a seguir, pode-se observar que os meses de maior pluviosidade vão de setembro a março e as máximas precipitações mensais na série histórica adotada ocorreram em janeiro, maio, julho e agosto.

Desta forma, observa-se dois períodos bem parecidos, o período muito chuvoso que vai de outubro a março, com altura média de chuva variando entre 128 e 186mm. O período menos chuvoso vai de abril a setembro, com altura média de chuva variando entre 102 e 137mm. A média de dias chuvosos fica entre 09 e 13 dias por mês, sendo possível observar dois grupos: entre outubro e março, de 11 a 13 dias; entre abril e setembro, de 9 a 11 dias. Portanto, através desta série histórica adotada, pode-se observar que nesta região chove aproximadamente 127 dias ao ano.

Podemos observar ainda que não temos uma estação seca bem definida mas chuvas distribuídas ao longo do ano conforme Classificação Climática de Wladimir Köppen.

7 – PROJETO DE DRENAGEM E OAC

Tabela 7.2 - Pluviometria – médias, máximas e mínimas mensais, para a estação de Içara

ESTAÇÃO: IÇARA – OPERADORA: EPAGRI-SC												
PERÍODO DE OBSERVAÇÃO: 1978/2024												
LATITUDE: 27°10'18,12"S – LONGITUDE: 51°30'1,08"O												
DISCRIMINAÇÃO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agosto	Set	Out	Nov	Dez
ALT. MÉDIA CHUVA (mm)	186	157	146	102	126	105	119	114	137	133	129	128
ALT. MÁX OBSERVADA (mm)	388	305	241	231	445	319	426	432	361	283	241	344
ALT. MÍN OBSERVADA (mm)	7	39	19	11	12	9	20	15	27	31	15	24
MÉDIA DIAS DE CHUVA	13	12	12	9	9	9	10	9	11	11	11	11
MÁXIMO DIAS OBSERVADOS	28	22	19	21	23	19	26	15	19	19	20	26
MÍNIMO DIAS OBSERVADOS	1	3	2	1	1	2	3	4	4	5	2	4

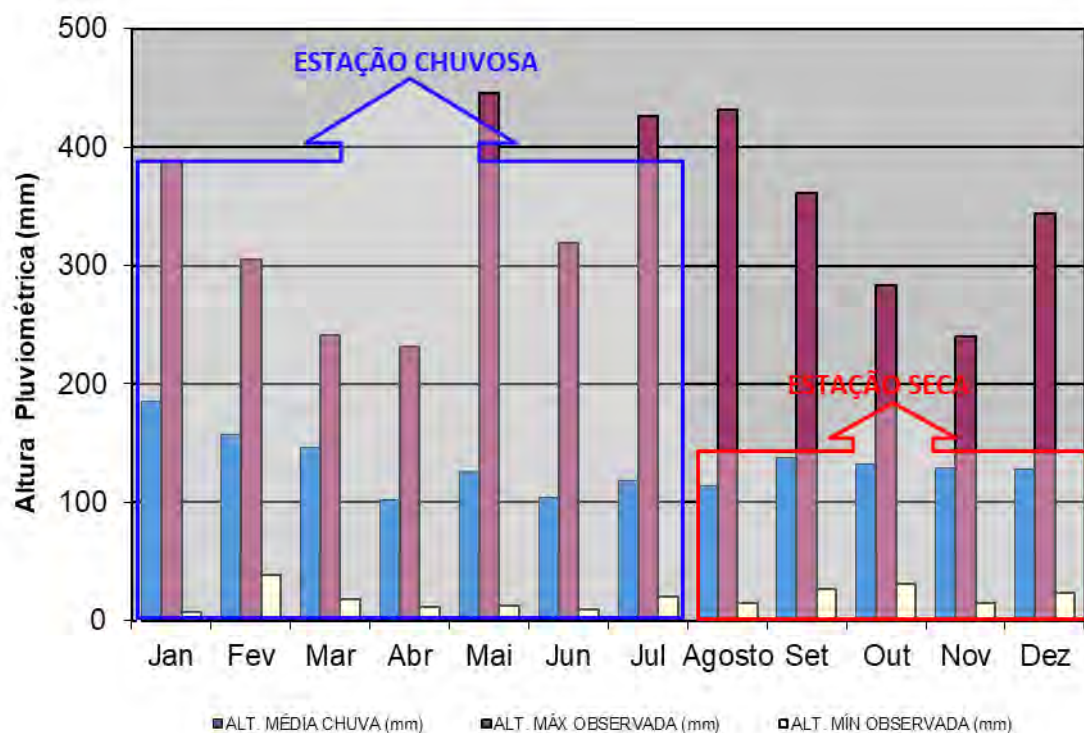


Figura 7.2 - Regime pluviométrico, estação de Içara (EPAGRI)

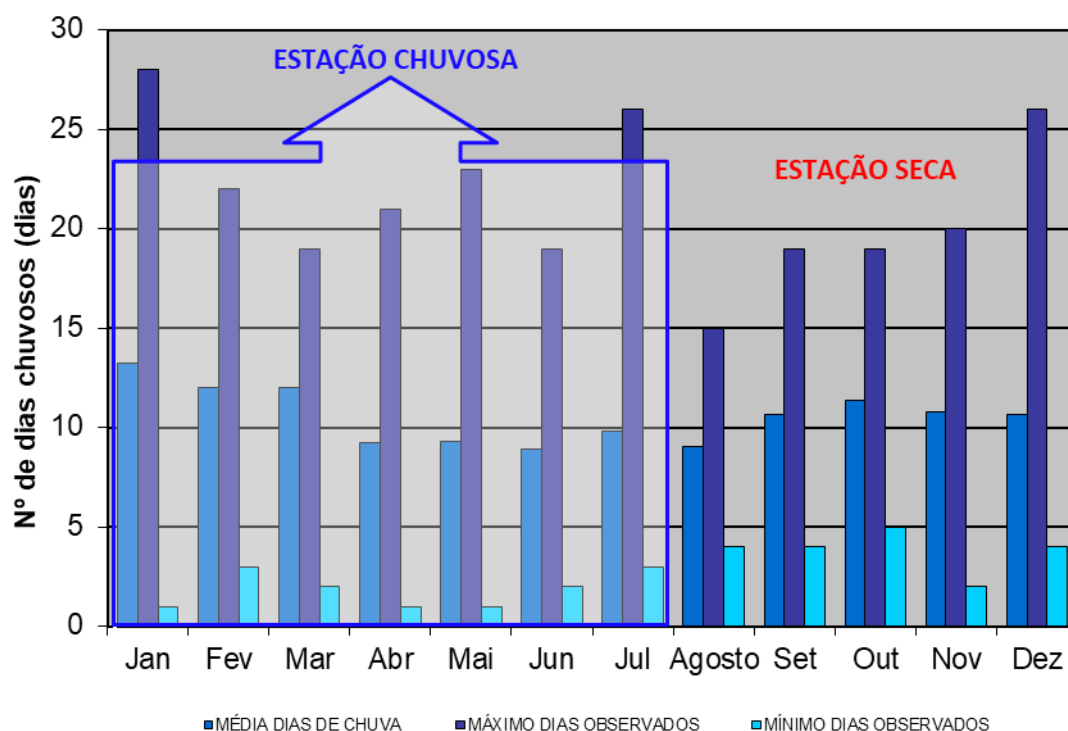


Figura 7.3 - Histograma dos dias de chuva mín., médios e máx., estação de Içara

7.1.4 Determinação das curvas de Intensidade – Duração – Frequência

Para determinação das Curvas de Intensidade - Duração - Frequência (IDF) utilizou-se o Método de Ven Te Chow e Eng. Torga Torrico, onde:

$$H = \bar{X} + KS$$

- H - Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
 $\bar{X}$ - Média aritmética das chuvas máximas anuais;
 K - Fator de frequência;
 S - Desvio padrão de amostra.

onde:

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

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

Aplicando a “teoria dos extremos das amostras ocasionais” na série histórica das estações pluviométricas escolhidas, neste caso 43 eventos considerados, seleciona-se as chuvas máximas de um dia e obtém-se as as alturas de chuva máxima para estação em estudo. A tabela 7.3 apresenta as alturas de chuvas máximas diárias, precipitação total anual e o somatório de dias chuvosos em cada ano.

Tabela 7.3- Alturas de chuva máximas para a estação de Içara

NÚMERO	ANO	MAX. PRECIPITAÇÃO DIÁRIA	NUMERO DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL
(-)	(ano)	(mm)	(dias)	(mm)
1	1978	59	62	1083
2	1979	93	85	1161
3	1980	120	84	1340
4	1981	85	60	1207
5	1982	55	98	1270
6	1983	97	125	2117
7	1984	72	120	1764
8	1985	69	93	1128
9	1988	43	68	817
10	1989	62	97	1588

Tabela 7.3 - Alturas de chuva máximas para a estação de Içara - Continuação

NÚMERO	ANO	MAX. PRECIPITAÇÃO DIÁRIA	NÚMERO DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL
(-)	(ano)	(mm)	(dias)	(mm)
11	1990	78	151	1544
12	1991	116	132	1208
13	1992	90	144	1487
14	1993	76	159	1614
15	1994	120	144	1710
16	1995	63	130	1553
17	1996	98	141	1655
18	1997	60	141	1681
19	1998	93	148	1582
20	1999	62	112	994
21	2000	61	134	1723
22	2001	99	139	1843
23	2002	65	149	1667
24	2003	68	109	1190
25	2004	125	132	1684
26	2005	87	138	1458
27	2006	65	113	1312
28	2007	94	145	1585
29	2008	99	149	1631
30	2009	101	138	1905
31	2010	149	146	1989
32	2011	83	146	1808
33	2012	72	134	1184
34	2013	98	137	1649
35	2014	118	148	2076
36	2015	170	150	2773
37	2016	105	104	1443
38	2017	80	108	1935
39	2018	54	115	1994
40	2019	165	129	1868
41	2020	74	135	1399
42	2021	90	125	1318
43	2024	96	241	1992

Com estes resultados monta-se a equação que nos permite calcular as alturas de chuva em função do Tempo de Recorrência e Duração do evento:

$$H = 89,10 + 28,47K$$

Os valores de K (fator de frequência) são obtidos segundo a lei de Gumbel apresentados no Anexo 7.2 , com estes valores corriji-se a altura de precipitação e obtém-

se os valores da precipitação máxima diária $H(\text{mm})$, conforme tabela a seguir (tabela 7.4).

Tabela 7.4 - Correção pelo fator de frequência das alturas de precipitação para a estação de Içara

TEMPO DE RECORRENCIA TR (ANOS)	FATOR DE FREQUENCIA K	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA H (mm)
5	0,832	113
10	1,485	131
15	1,850	142
25	2,311	155
50	2,924	172
100	3,532	190

Na sequência, utiliza-se o método desenvolvido pelo Engenheiro Taborga Torrico, que consiste em transformar os valores conhecidos das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas e destas para chuvas de uma hora e chuvas de 6 min de duração, estes valores de transformação foram obtidos no Mapa de Isozonas, apresentado no Anexo 7.3.

Segundo o método de Taborga, as alturas pluviométricas para 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária e para as demais alturas obtemos a relação localizando o trecho em questão no Mapa de Isozonas (Anexo 7.3). Observa-se que o trecho pertence a Zona "C" com os seguintes valores de transformação para as chuvas de 24 horas, 1 hora e 0,1 hora (6 min):

Tabela 7.5 - Transformação das chuvas máximas para a estação de Içara

TR (ANOS)	1 dia/24 horas	H= 24 horas (mm)
5	1,095	124
10	1,095	144
15	1,095	155
25	1,095	170
50	1,095	189
100	1,095	208
TR (ANOS)	1 hora/24 horas	H= 1 hora (mm)
5	0,401	50
10	0,397	57
15	0,395	61
25	0,392	66
50	0,388	73
100	0,384	80
TR (ANOS)	0,1 hora/24 horas	H= 0,1 hora (mm)
5	0,098	12
10	0,098	14
15	0,098	15
25	0,098	17
50	0,098	18
100	0,098	20

A partir destes dados, pode-se construir as Curvas de Altura de Chuva - Duração - Tempo de Recorrência (figura 7.4), dadas por:

$$H = (t, T)$$

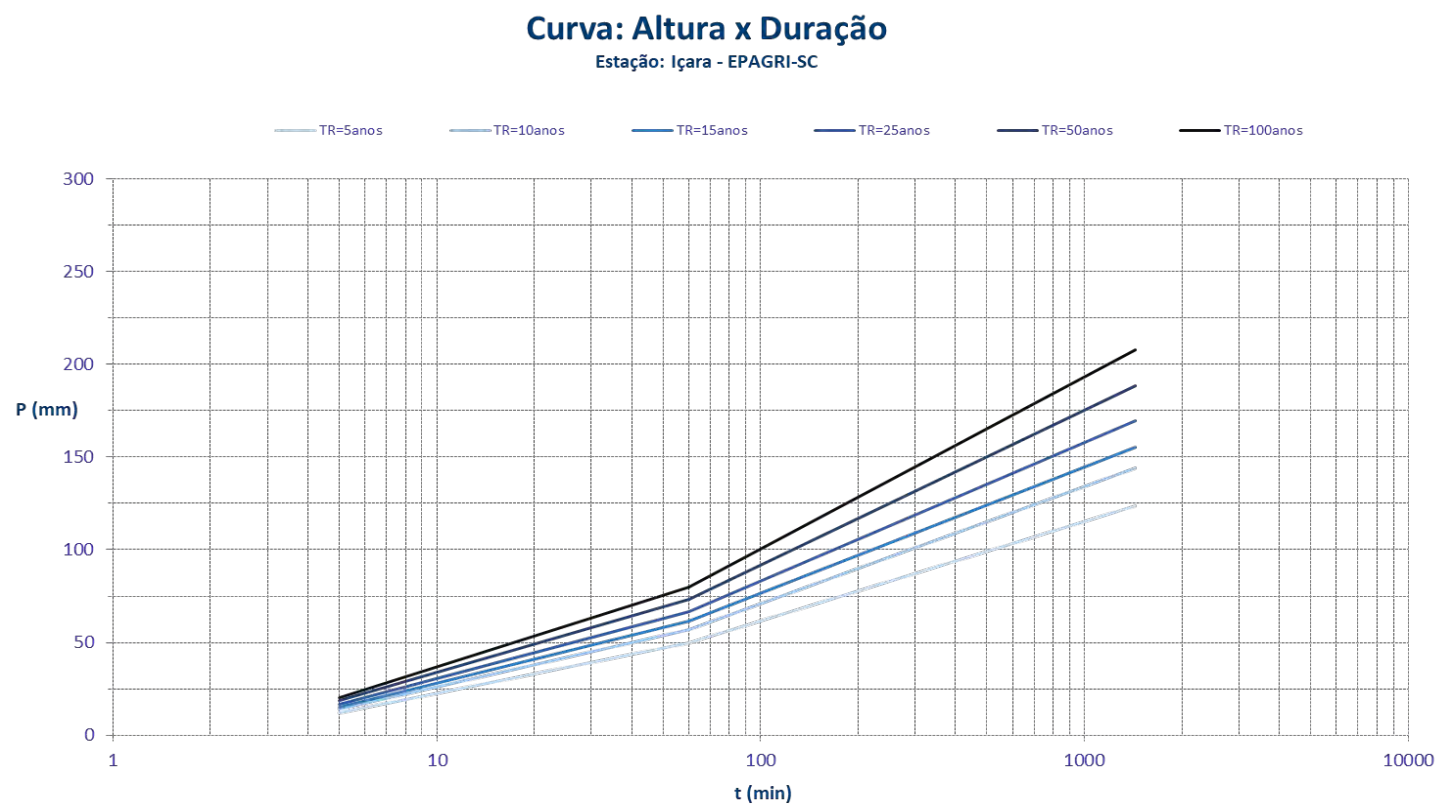


Figura 7.4- Curvas de altura de chuva e tempo de duração, para estação de Içara

Em seguida, obtém-se as Curvas (figura 7.5) de Intensidade - Duração - Frequência (IDF):

$$i = (t, T)$$

onde:

- H = Altura de Precipitação, em mm;
 t = Tempo de Duração da chuva, em hora;
 T = Tempo de Recorrência, em anos;
 i = Intensidade de Precipitação, mm/h.

Através das curvas de Altura de Chuva - Duração - Tempo de Recorrência obtém-se os valores da tabela 7.6 que permitem a construção das Curvas de Intensidade-Duração-Frequência (figura 7.5).

Tabela 7.6 - Alturas – Duração – Frequência para a estação de Içara

DURAÇÃO	TR = 5 ANOS		TR = 10 ANOS		TR = 15 ANOS		TR = 25 ANOS		TR = 50 ANOS		TR = 100 ANOS	
T (hora)	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	12	155	14	173	15	185	17	201	18	225	20	251
0,2	23	131	26	147	28	156	31	170	34	190	37	213
0,3	29	113	33	127	36	136	39	147	43	165	47	184
0,3	33	100	38	112	41	120	44	130	49	145	53	163
0,5	39	89	45	100	48	107	53	116	58	130	63	145
1,0	50	58	57	65	61	70	66	76	73	85	80	95
2,0	66	34	76	38	82	41	89	44	98	49	108	55
3,0	75	24	87	27	94	29	102	31	113	35	124	39
4,0	82	18	95	21	102	22	111	24	124	27	136	30
5,0	87	15	101	17	109	18	119	19	132	22	145	24
6,0	91	13	106	14	114	15	125	16	138	18	152	20
8,0	98	10	114	11	123	11	134	12	149	14	163	15
10,0	103	8	120	9	129	9	141	10	157	11	172	12
12,0	107	6	125	7	135	8	147	8	164	9	180	10
14,0	111	5	129	6	139	7	152	7	169	8	186	9
16,0	114	5	133	5	143	6	156	6	174	7	191	8
18,0	117	4	136	5	147	5	160	6	178	6	196	7
20,0	119	4	139	4	150	5	164	5	182	6	200	6
22,0	121	3	141	4	153	4	167	5	186	5	204	6
24,0	124	3	144	4	155	4	170	4	189	5	208	5

7 – PROJETO DE DRENAGEM E OAC

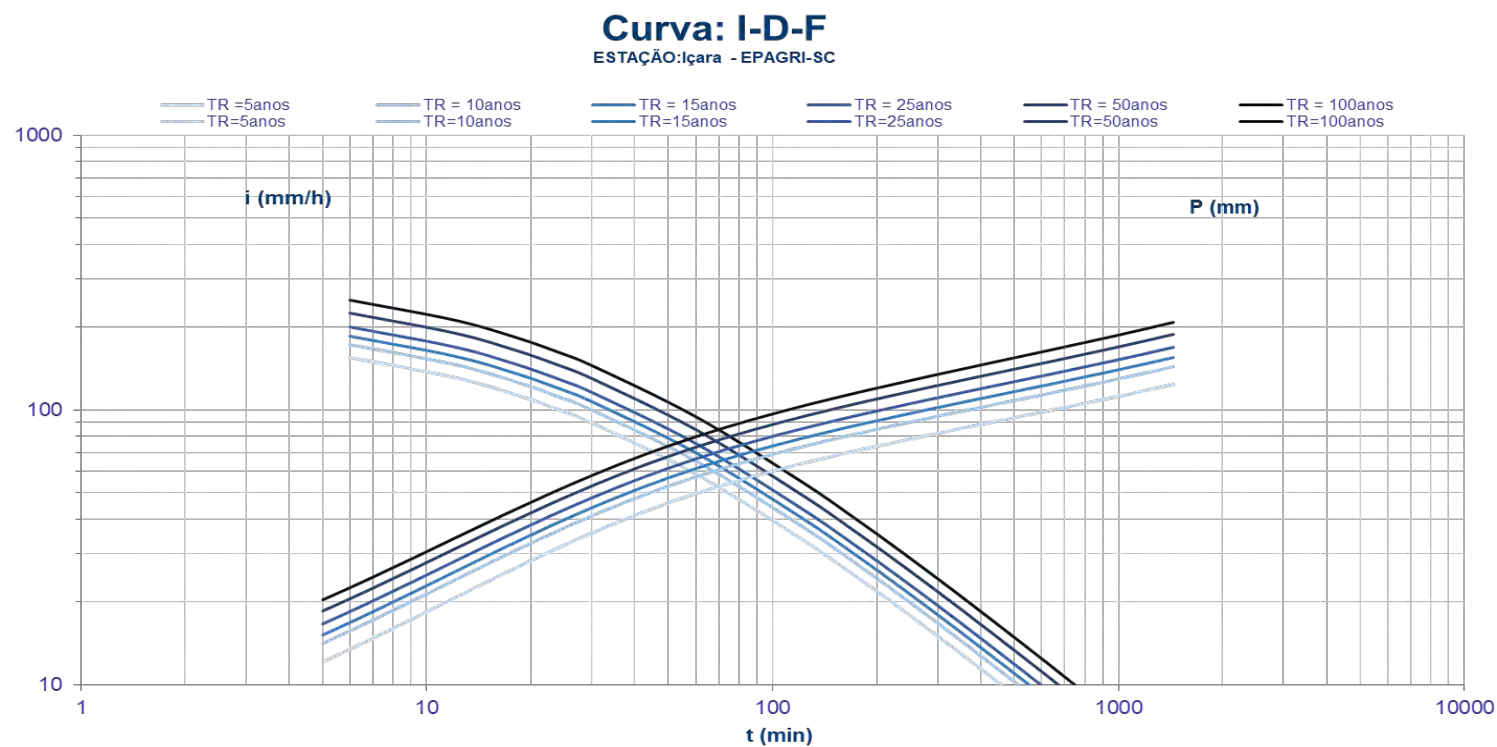


Figura 7.5 - Curvas de intensidade de precipitação - duração e frequência, para estação de Içara

Obtidas as curvas de intensidade e precipitação, pode-se calcular a equação geral de chuvas intensas para esta região em análise.

7.1.5 Cálculo da equação geral de chuvas intensas

Obtidas as curvas de intensidade e precipitação pode-se calcular a forma geral da equação de chuvas intensas, que relaciona os três aspectos intensidade-duração-frequência. A intensidade da precipitação de projeto é obtida a partir da equação para cada período de retorno escolhido e da duração da chuva, que dependendo do caso, equivale ao tempo de concentração da bacia.

A equação geral é estabelecida a partir da análise de frequência de chuvas intensas registradas em pluviogramas para uma amostra histórica suficientemente longa. A utilização de uma equação de chuvas intensas para um local diferente daquele para a qual ela foi obtida e validada deve ser feita com muito critério.

A equação geral é representada da seguinte forma:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t + b)^n} \text{ ou } i = \frac{C}{(t + b)^n}$$

Onde:

i = intensidade média máxima de chuva, em mm/h;

T = período de retorno, em anos;

t = duração da chuva (tempo de concentração da bacia), em minutos;

K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para o local analisado.

Para se obter os parâmetros da equação de chuvas intensas utilizou-se o seguinte procedimento:

1) Análise dos pluviogramas diários, identificando as intensidades para diversas durações e para cada chuva. O intervalo de tempo mínimo, ou duração mínima, foi de 6 minutos (tempo mínimo utilizado posteriormente nas obras dos projetos de drenagem). As intensidades de precipitação foram obtidas para durações de 6, 12, 18, 24, 30 e 60 minutos e para as durações de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas;

2) Ajustamento por regressão linear entre intensidade, duração e frequência.

Matematicamente, este procedimento deve iniciar-se pela representação dos logaritmos de ambos os termos da equação de chuvas intensas:

$$\log i = \log K + m \cdot \log T - n \cdot \log(t + b)$$

ou

$$\log i = \log C - n \cdot \log(t + b)$$

Desta forma, tem-se:

$$Y = A + BX$$

$$Y = \log i; \quad A = \log C; \quad B = -n; \quad X = \log(t + b)$$

Para estimar o valor de b , pode-se realizar regressões entre a intensidade de chuva com dado período de retorno e os valores de $(t+b)$ para diferentes valores de b , obtendo-se assim, por tentativa, o valor de b que resultar no maior valor de R^2 .

Para a obtenção dos parâmetros K e m , pode-se utilizar a regressão linear por transformação fazendo:

$$C = KT^m$$

$$\log C = \log K + m \log T$$

$$Y = A + BX$$

$$Y = \log C; \quad A = \log K; \quad B = m; \quad X = \log T$$

Assim, tem-se a correlação das variáveis:

$$K = 10^m$$

$$m = B$$

Portanto, se houver p valores de i , T e t , pode-se relacioná-los da seguinte forma:

$$\begin{pmatrix} \log i_1 \\ \log i_2 \\ \vdots \\ \log i_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \log T_1 & -\log(t_1 + b) \\ 1 & \log T_2 & -\log(t_2 + b) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \log T_p & -\log(t_p + b) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \log K \\ m \\ n \end{pmatrix}$$

Pelo método dos mínimos quadrados tem-se que:

$$\begin{pmatrix} \log K \\ m \\ n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & \sum_{j=1}^p \log T_j & -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) \\ \sum_{j=1}^p \log T_j & \sum_{j=1}^p (\log T_j)^2 & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) \\ -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) & \sum_{j=1}^p [\log(t_j + b)]^2 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^p \log i_j \\ \sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log T_j \\ -\sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log(t_j + b) \end{pmatrix}$$

Entretanto, os valores de K , m e n são dependentes de b . Pode-se encontrar b a partir de uma quarta equação, que pode ser o coeficiente de correlação, ou seja:

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{j=1}^p \log i_j \quad \sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \ln T_j \quad -\sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log(t_j + b) \right] \begin{pmatrix} p & \sum_{j=1}^p \log T_j & -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) \\ \sum_{j=1}^p \log T_j & \sum_{j=1}^p (\log T_j)^2 & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) \\ -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) & \sum_{j=1}^p [\log(t_j + b)]^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^p \log i_j \\ \sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log T_j \\ -\sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log(t_j + b) \end{pmatrix}}{\sum_{j=1}^p (\log i_j)^2}$$

O valor de b que deve ser adotado deve ser tal que o coeficiente de correlação R^2 (proporção de variância) seja máximo.

Para verificar a qualidade do ajuste, pode-se calcular o erro padrão (Ep) de estimativa para cada período de retorno, como:

Onde:

$$Ep = \sqrt{\frac{\sum (Io - Ie)^2}{n}}$$

Ep = erro padrão (mm);

Io = intensidade observada;

Ie = intensidade estimada pela equação;

n = número de intervalos considerados.

Para atender todas as exigências de pré-requisitos, neste caso procura-se adotar as diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários do DNIT que determina tempo de recorrência (TR) de 10, 15, 25, 50 e 100 anos; para criar um procedimento único de elaboração do estudo hidrológico. Ajustando o Ep , obtendo valores de aproximadamente 5 unidades para cada TR respectivo, entende-se que o R^2 seja de no mínimo 95% (valor admissível).

Portanto, para o município de Içara/Criciúma, tem-se a seguinte equação:

$$i = \frac{4617,507 \times T^{0,162}}{(28,362 + t)^{1,034}}$$

Parâmetros:

$K = 4617,507$

$m = 0,162$

$b = 28,362$

$n = 1,034$

A proporção de variância (R^2) para a equação gerada ajustada é de 99,18%.

7.1.6 Tempo de concentração

Para o cálculo do tempo de concentração das bacias utiliza-se a fórmula do DNOS, dada pela seguinte expressão:

$$tc = \frac{10}{K} \times \left(\frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{I^{0,4}} \right)$$

Onde:

- tc - tempo de concentração, em minutos;
- K - coeficiente de caracterização da bacia;
- A - área da bacia de contribuição, em ha;
- L - comprimento do talvegue principal, em metros;
- I - declividade efetiva do talvegue principal (%).

Os valores de K são obtidos na tabela 7.7, apresentada a seguir.

Tabela 7.7 Coeficiente de caracterização da bacia K

C A R A C T E R Í S T I C A S	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, elevada absorção	2
Terreno argiloso coberto de vegetação absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

Para as obras de drenagem superficial será tomado o tempo de concentração igual a 6 minutos, bem como para bueiros com o tempo de concentração inferior a este valor.

7.1.7 Cálculo de vazões

Conforme as Instruções de Serviço do DNIT – IS 203 de 2006 (IPR 726), as vazões de contribuição, para o dimensionamento das obras de arte correntes, são calculadas utilizando-se os seguintes limites:

- Método Racional para as bacias com área até 4km² (400ha);
- Método Racional Corrigido para bacias entre 4km² e 10km² (entre 400ha e 1000ha);
- Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) nas bacias com área superior a 10Km² (1000ha).

7.1.8 Tempos de recorrência

Para este projeto adotou-se, atendendo a Instrução de Serviço do DNIT, os seguintes tempos de recorrência:

- Drenagem superficial, TR= 10 anos;

- Bueiros tubulares:
 - Como canal – TR= 15 anos;
 - Como orifício – TR= 25 anos;
- Bueiros celulares (galerias):
 - como canal – TR= 25 anos;
 - como orifício – TR= 50 anos;
- Pontilhões – TR=50anos;
- Pontes – TR=100anos.

7.1.9 Declividade efetiva

Para fim de contribuir ainda mais na precisão das variáveis utilizadas para se chegar ao valor real da vazão da bacia contribuinte, utiliza-se o cálculo da declividade efetiva, como é mostrado a seguir. Quando a bacia tem pequena dimensão, a declividade efetiva tende a ter o mesmo valor que a declividade média, pois a curva hipsométrica do talvegue principal tende a ter uma homogeneidade nas curvas de nível; isto é, uma variação constante na distância entre uma curva e outra.

$$I = \left[\frac{L_T}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{I_n}}} \right]^2 = \left[\frac{Km}{Km} \right] \times 100 = I(\%)$$

Onde:

L_T = comprimento total do talvegue principal (Km);
 L_1, L_2, L_3, L_n = comprimentos parciais do talvegue principal (Km);
 I_1, I_2, I_3, I_n = declividades parciais (m/m).

7.1.10 Coeficiente de deflúvio

Os valores do coeficiente de escoamento (deflúvio – Run-Off) "C" são obtidos na tabela apresentada no Anexo 7.4 e estruturada em função das características das bacias. Para cada bacia analisada, foi levado em consideração as diferentes coberturas de solo e sua respectiva utilização, de acordo com o "C" de áreas urbanas, suburbanas e rurais.

Com isso, o coeficiente de escoamento superficial para cada bacia, levando as considerações supracitadas, é calculado ponderadamente em função da composição das áreas parciais, ou seja:

$$C = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i}$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);
 C_i = coeficiente de escoamento superficial da área parcial avaliado em função

do uso e ocupação do solo (ver tabela do Anexo 7.4);
 A_i = área parcial em ha.

7.1.11 Método Racional

O Método Racional é expresso por:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Onde:

- Q - vazão, em m³/s;
 C - coeficiente de escoamento ou deflúvio;
 i - intensidade de precipitação, em mm/h;
 A - área da bacia, em ha.

Os valores do coeficiente de escoamento "C" são obtidos na tabela apresentada no Anexo 7.4 estruturada em função das características das bacias.

A seguir na Tabela 7.8 esta apresentada a metodologia de cálculo da vazão da bacia enquadrada no Método Racional.

Tabela 7.8 - Cálculo de vazão segundo o Método Racional .

MÉTODO RACIONAL													
BACIA	KM	ÁREA DA	DES-	TALVE-	DECLI-	C	t_c	i	i	i	Q	Q	Q
Nº		BACIA	NÍVEL	GUE	VIDADE			TR = 15	TR = 25	TR = 50	TR = 15	TR = 25	TR = 50
[-]	[-]	[ha]	[m]	[m]	[%]	[-]	[min]	[mm/h]	[mm/h]	[mm/h]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
1	0+840	7,30	3,00	102	2,94	0,40	4	185	201	225	1,50	1,63	1,82

No Anexo 7.1 está sendo apresentada o mapa de bacias hidrográficas.

7.2 Projeto de Drenagem e OAC

O presente relatório refere-se ao projeto de drenagem e OAC para a obras de Pavimentação da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina.

7.2.1 Metodologia

Os trabalhos foram desenvolvidos segundo as diretrizes e instruções (IPR 726) relacionadas a seguir:

- IS-203: Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos;
- IS-210: Instrução de Serviço para Projeto de Drenagem.

7.2.2 Dispositivos de drenagem utilizados

Para adequar o escoamento superficial da água, utilizou-se os dispositivos de drenagem superficial para as soluções de drenagem.

Verificou-se a necessidade dos seguintes dispositivos:

- Meio-fio;
- Sarjetas triangular de concreto;
- Valeta de proteção de aterro;
- Caixas coletoras com grelha de ferro;
- Caixas coletoras com boca de lobo;
- Caixas coletoras de sarjeta e talvegue;
- Caixas de ligação e passagem;
- Transposição de segmento de sarjeta;
- Drenos longitudinais;
- Descidas de água em aterro;
- Dissipadores de energia;
- Galerias tubulares de concreto;
- Bueiros tubulares de concreto;
- Ala de bueiro tubular de concreto.

O projeto de pavimentação e complementares da rua Martinho Brunelli se desenvolve em rua já implantada. Foi previsto a implantação de sarjetas, valetas de proteção de aterro, descidas de água em aterro, dissipadores de energia, caixas de ligação, caixas coletoras com grelhas de ferro e bocas de lobo, caixas coletoras de sarjeta e talvegue, galerias pluviais e bueiros tubulares de concreto. Na saída de desague de drenagem do km 1+138 lado esquerdo por se tratar de terreno particular, a Prefeitura Municipal de Criciúma esta solicitando autorização junto ao proprietário para a execução desta galeria, visto que é a parte mais baixa do terreno e saída natural de desague das águas pluviais. Durante a fase de obras deverão ser feitos ajustes necessários para a execução desta saída de desague.

7.2.3 Meio fios

No caso da colocação do meio-fio, os mesmos serão utilizados em toda a extensão em que a geometria definiu necessário. Foram definidos meio fio com dimensões de 100x15x13x30 (MFC 05). E também foram definidos nos acessos com dimensões de 100x15x13x20 (MFC 06).

7.2.4 Sarjetas triangulares de concreto

Foram indicados no “pé” do cortes a sarjeta triangular de concreto – STC 73-15 do Álbum tipo do DNIT .

7.2.5 Valeta de proteção de aterro

Projetou-se vala de pé de aterro (revestida em concreto) do tipo VPAC 120-30 do DNIT.

7.2.6 Caixas coletoras com grelha de ferro e bocas de lobo

As caixas coletoras são dispositivos utilizados com a finalidade de captar as águas pluviais que escoam no centro da pista para, em seguida, conduzi-las às galerias pluviais. Caixas coletoras utilizadas neste projeto foram, a saber:

- Caixas coletoras com grelha de ferro e boca de lobo;

Para determinar os locais de coleta, observou-se a superelevação das pistas e dimensionou-se o comprimento crítico dos segmentos em função da declividade transversal, longitudinal e área de contribuição. Obtém-se assim o comprimento máximo do dispositivo, definido pela capacidade de escoamento da seção.

7.2.7 Caixas de ligação e passagem

As caixas de ligação e passagem foram projetadas quando se precisou fazer conexão com galerias ou quando houve mudança de direção de galerias pluviais.

7.2.8 Transposição de segmento de sarjeta

Foram projetadas transposições de segmentos de sarjetas onde foi necessário devido aos acessos em terrenos.

7.2.9 Caixas coletoras de sarjeta e talvegue

As caixas coletoras são dispositivos utilizados com a finalidade de captar as águas pluviais que escoam junto ao meio fio para, em seguida, conduzi-las às galerias pluviais.

Caixas coletoras utilizadas neste projeto foram, a saber:

- Caixas coletoras de sarjeta

Foram projetadas caixas coletoras de sarjeta para a coleta das águas oriundas das sarjetas projetadas.

- Caixas coletoras de talvegue

Foram projetadas caixas coletoras de talvegue para a coleta das águas oriundas dos talvegues das OACs projetadas.

7.2.10 Dreno longitudinal para corte em solo

Foi projetado dreno longitudinal no pé do corte onde se fez necessário. Foi indicado o dreno DPS 08 do Manual dos dispositivos de drenagem do DNIT, o referido dreno é composto por tubo de PEAD, material drenante e geotextil, com 0,5m de largura e altura de 1,5m.

7.2.11 Descida de água em aterro

Foi projetado descida de água em aterro para coletar as águas provenientes da saída da galeria projetada na interseção com a rua Lucas Peruchi, do tipo DAD 110-26 do DNIT.

7.2.12 Dissipadores de energia

Foram indicados dissipadores de energia na saída da descida de água em aterro projetada e também nas saídas das sarjetas e valas de pé de aterro projetadas.

7.3 Comprimento crítico de dispositivos de drenagem superficial

Entende-se por comprimento crítico, a distância em que o dispositivo de drenagem superficial tem sua capacidade de vazão esgotada, para a descarga de projeto, exigindo portanto uma saída d'água (i.e., bueiro de greide), ou a ampliação da seção de vazão do dispositivo de condução superficial, no segmento de jusante ao do comprimento crítico.

De forma análoga ao dimensionamento do comprimento crítico, tem-se então a

comparação entre as equações (1) e (2), e fazendo $A = L \times d$, onde L é a largura de contribuição (i.e. largura da pista adicionada a uma largura equivalente a drenagem do talude de aterro) e d a distância longitudinal, formando um retângulo (área) de contribuição, tem-se:

$$\frac{C \times i \times A}{(36 \times 10^4)} = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (1)$$

$$d = \frac{36 \times 10^4 \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{(C \times i \times L \times n)} \quad (2)$$

Com base na equação (2), determinou-se planilhas de cálculo (em anexo) para as sarjetas e valetas utilizadas nesse projeto, que relacionam o comprimento crítico (d), a largura de contribuição (L) e declividades longitudinais (I) existentes no trecho projetado.

O valor de intensidade de precipitação (i) para dimensionamento dos dispositivos de condução é de 173mm/h, foi retirado do estudo hidrológico, e corresponde a um tempo de recorrência (TR) de 10 anos e um tempo de concentração (t_c) de 6 minutos, conforme estudo hidrológico realizado.

O cálculo das áreas de implúvio foram feitas para a contribuição dos segmentos em tangente e dos segmentos em curva.

Para o caso das sarjetas triangulares de concreto considerou-se a ponderação dos coeficientes de "run off" (coeficientes de deflúvio), como :

- pista de rolamento: $C=0,90$ e,
- taludes de aterro e áreas gramadas $C=0,40$.

Sempre que estes dispositivos alcancem o seu comprimento crítico, estão sendo projetadas descidas d'água de aterro para o seu deságue ou, quando se é permitido, está sendo lançado no terreno natural.

Para a verificação do comprimento crítico das sarjetas e valetas de proteção de aterro, foram elaboradas planilhas com as declividades de cada trecho onde as mesmas foram concebidas e sua respectiva contribuição de implúvio, em metro linear medidos horizontalmente na seção contribuinte. Assim, obteve-se o respectivo comprimento para cada dispositivo.

A Tabela 7.9 apresenta o cálculo do comprimento crítico dos dispositivos de drenagem superficial.

Tabela 7.9 - Planilha de cálculo de comprimento crítico dos dispositivos de drenagem superficial

COMPRIMENTO CRÍTICO														PROSUL		
PLANILHA DE CÁLCULO – SARJETA DE CORTE																
RUA MARTINHO BRUNELLI										Tempo de concentração (min):		6	TR (anos):	10		
										Intensidade de precipitação (cm/h):		17,3	Tol. (m):	5		
ESTACA		TIPO	RUN-OFF	N MANNING	ÁREA MOLHADA	PERÍMETRO MOLHADO	RAIO HIDRÁULICO	DECLIV.	LARGURA IMPLÚVIO	VELOCIDADE	VAZÃO	LÂMINA D'ÁGUA	COMP. CRÍTICO	VERIFICA P/ COMP.		
INÍCIO	FIM															
(Km)	(Km)	(-)	(-)	(-)	(m²)	(m)	(m)	(%)	(m)	(m/s)	(m³/s)	(m)	(m)	(-)		
SEGMENTO EM TANGENTE/CURVA – EIXO 00 – LADO ESQUERDO																
0	+070	0	+000	STC 73-15	0,72	0,015	0,040	0,712	0,056	3,70	5,50	1,87	0,07	0,01	390	SIM
1	+800	1	+860	STC 73-15	0,84	0,015	0,040	0,712	0,056	6,30	8,00	2,44	0,10	0,01	300	SIM
2	+240	2	+280	STC 73-15	0,75	0,015	0,040	0,712	0,056	6,30	10,00	2,44	0,10	0,01	268	SIM
SEGMENTO EM TANGENTE/CURVA – EIXO 00 – LADO DIREITO																
0	+155	0	+000	STC 73-15	0,78	0,015	0,040	0,712	0,056	3,70	8,00	1,87	0,07	0,01	249	SIM
0	+715	0	+480	STC 73-15	0,78	0,015	0,040	0,712	0,056	3,70	8,00	1,87	0,07	0,01	249	SIM
1	+267	1	+228	STC 73-15	0,81	0,015	0,040	0,712	0,056	10,50	11,50	3,15	0,12	0,01	278	SIM
1	+272	1	+475	STC 73-15	0,78	0,015	0,040	0,712	0,056	16,40	8,00	3,94	0,16	0,01	524	SIM
1	+475	1	+760	STC 73-15	0,79	0,015	0,040	0,712	0,056	19,30	9,50	4,27	0,17	0,01	466	SIM
1	+770	1	+960	STC 73-15	0,65	0,015	0,040	0,712	0,056	6,30	6,00	2,44	0,10	0,01	516	SIM
2	+150	2	+270	STC 73-15	0,78	0,015	0,040	0,712	0,056	5,60	12,50	2,30	0,09	0,01	195	SIM

COMPRIMENTO CRÍTICO

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO

RUA MARTINHO BRUNELLI										Tempo de concentração (min):			6	TR (anos):	10	
										Intensidade de precipitação (cm/h):			17,3	Tol. (m):	5	
ESTACA		TIPO	RUN-OFF	N MANNING	ÁREA MOLHADA	PERÍMETRO MOLHADO	RAIO HIDRAULICO	DECLIV	LARGURA IMPLUVIO	VELOCIDADE	VAZÃO	LÂMINA D'ÁGUA	COMP. CRÍTICO	VERIFICA P/COMP		
INÍCIO (Km)	FIM (Km)															
SEGMENTO EM TANGENTE/CURVA – EIXO 00 – LADO ESQUERDO																
0	+220	0	+130	VPAC 120-30	0,40	0,015	0,224	1,335	0,167	1,13	10,00	2,15	0,48	0,07	2505	SIM
0	+815	0	+735	VPAC 120-30	0,40	0,015	0,224	1,335	0,167	5,02	10,00	4,54	1,01	0,07	5278	SIM
1	+272	0	+844	VPAC 120-30	0,40	0,015	0,224	1,335	0,167	6,73	10,00	5,25	1,17	0,07	6111	SIM

7.4 Drenagem urbana

Para captar a água confinada pelo meio fio projetou-se uma drenagem urbana composta de caixas coletoras e galerias.

7.4.1 Galerias de águas pluviais

Projetou-se galerias a partir do diâmetro mínimo de 0,40m e estas apresentam características diferenciadas nos berços em função da sua localização:

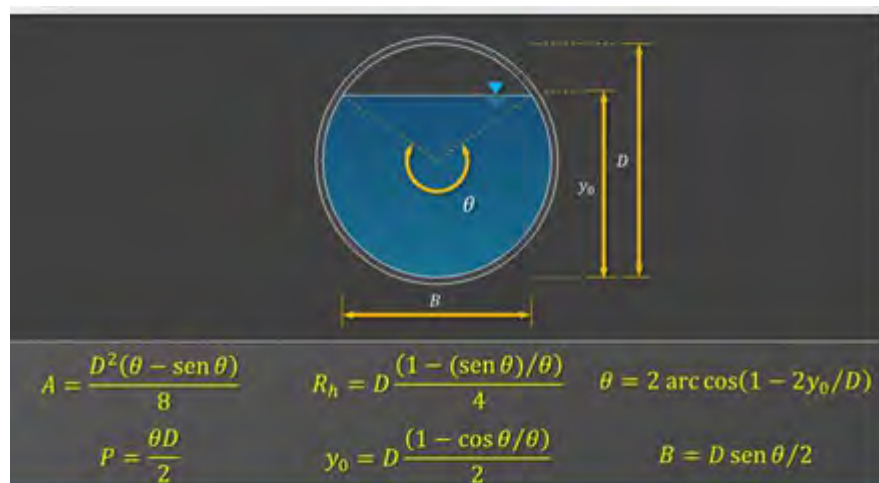
- na travessia de pista, com berço de concreto;
- no bordo da pista, com berço de brita;
- na pista sem recobrimento, com galeria envelopada em concreto.

As características das tubulações (galerias) utilizadas, em que couber, deve-se seguir as recomendações da NBR 8890/2020 – Tubos de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaios, de 2020.

7.4.2 Dimensionamento hidráulico das galerias

Para o dimensionamento, utilizou-se a fórmula de Manning aliada a equação da continuidade.

A máxima vazão do tubo se verifica com a tubulação funcionando a uma relação de h/D de aproximadamente 0,85 a 0,90, onde h é a altura da lâmina d'água e D o diâmetro da tubulação.



A Tabela 7.10 apresenta o dimensionamento das galerias pluviais.

7 – PROJETO DE DRENAGEM E OAC

Tabela 7.10 - Tabela de dimensionamento das galerias pluviais

Planilha para cálculo de galerias de águas pluviais																							
Caixas	Extensão (m)	Área		tempo de concentração trecho (min)	Coeficiente escoamento C	Intensidade da chuva (mm/h)	Diâmetro Adotado (DN) (m)	I Declividade terreo (m/m)	I Declividade adotada (m/m)	Cota do terreno		Cota do coletor		Profundidade do coletor		Qp (m³/s)	v (m/s)	Q adm (m³/s)	Am 80% (m²)	Pm 80% (m)	Tempo escoamento (min)	Observação	
		trecho (km²)	total (km²)							Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)								
01	02	10,00	0,0030	0,0030	6,00	0,65	173,022	0,60	0,0110	0,0220	96,50	96,39	94,80	94,58	2,00	2,10	0,0937	3,18	0,771	0,2425	1,329	0,05	OK
02	saida	22,00	0,0012	0,0042	6,05	0,65	172,750	0,60	0,0000	0,0218	96,39	96,39	94,58	94,10	2,10	-	0,1310	3,17	0,768	0,2425	1,329	0,12	OK
03	saida	14,00	0,0024	0,0024	6,00	0,65	173,022	0,60	0,0943	0,0220	125,79	124,47	123,59	123,28	2,50	-	0,0750	3,18	0,771	0,2425	1,329	0,07	OK
04	saida	13,00	0,0035	0,0035	6,00	0,65	173,022	0,60	0,0377	0,0400	78,08	77,59	76,08	75,56	2,00	-	0,1093	4,29	1,040	0,2425	1,329	0,05	OK
05	06	26,00	0,0005	0,0005	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0523	0,0527	52,18	50,82	50,58	49,22	1,60	1,60	0,0216	3,76	0,405	0,1078	0,886	0,12	OK
06	07	40,00	0,0007	0,0012	6,12	0,9	172,424	0,40	0,0675	0,0675	50,82	48,12	49,22	46,52	1,60	1,60	0,0517	4,25	0,458	0,1078	0,886	0,16	OK
07	10	24,00	0,0006	0,0018	6,27	0,9	171,617	0,40	0,0287	0,0287	48,12	47,43	46,52	45,83	1,60	1,60	0,0751	2,77	0,299	0,1078	0,886	0,14	OK
08	09	24,00	0,0005	0,0005	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0371	0,0340	48,26	47,37	46,66	45,86	1,60	1,51	0,0216	3,02	0,325	0,1078	0,886	0,13	OK
9	10	9,00	0,0003	0,0008	6,14	0,9	172,271	0,40	-0,0067	0,0040	47,37	47,43	45,86	45,83	1,51	1,60	0,0345	1,04	0,112	0,1078	0,886	0,14	OK
10	12	43,00	0,0004	0,0030	6,64	0,9	169,765	0,40	0,0230	0,0079	47,43	46,44	45,83	45,49	1,60	0,95	0,1252	1,45	0,157	0,1078	0,886	0,49	OK
11	12	9,00	0,0007	0,0007	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0411	0,0040	46,81	46,44	45,52	45,49	1,29	0,95	0,0303	1,04	0,112	0,1078	0,886	0,14	OK
12	14	42,00	0,0000	0,0037	6,46	0,9	170,675	0,60	-0,0150	0,0051	46,44	47,07	45,49	45,27	0,95	1,80	0,1557	1,53	0,371	0,2425	1,329	0,46	OK
13	14	8,00	0,0004	0,0004	6,00	0,9	173,022	0,40	-0,0113	0,0150	46,98	47,07	45,38	45,27	1,60	1,80	0,0173	2,00	0,216	0,1078	0,886	0,07	OK
14	25	33,00	0,0005	0,0045	6,86	0,9	168,644	0,60	0,0297	0,0040	47,07	46,09	45,27	45,14	1,80	0,95	0,1906	1,36	0,329	0,2425	1,329	0,41	OK
15	16	8,00	0,0007	0,0007	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0175	0,0187	53,52	53,38	51,92	51,78	1,60	1,60	0,0303	2,24	0,241	0,1078	0,886	0,06	OK
16	18	36,00	0,0007	0,0014	6,18	0,9	172,105	0,40	0,0436	0,0428	53,38	51,81	51,78	50,22	1,60	1,60	0,0602	3,39	0,365	0,1078	0,886	0,18	OK
17	18	8,00	0,0006	0,0006	6,00	0,9	173,022	0,40	-0,0075	0,0050	51,75	51,81	50,25	50,22	1,50	1,60	0,0238	1,16	0,125	0,1078	0,886	0,12	OK
18	19	34,00	0,0025	0,0045	6,15	0,9	172,247	0,40	0,0532	0,0535	51,81	50,00	50,22	48,40	1,60	1,60	0,1916	3,79	0,408	0,1078	0,886	0,15	OK
19	22	14,00	0,0002	0,0046	6,21	0,9	171,916	0,40	0,1221	0,0493	50,00	48,29	48,40	47,34	1,60	0,95	0,1977	3,63	0,392	0,1078	0,886	0,06	OK
20	21	19,00	0,0002	0,0002	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0784	0,0705	50,45	48,96	48,85	47,51	1,60	1,45	0,0065	4,35	0,469	0,1078	0,886	0,07	OK
21	22	8,00	0,0002	0,0004	6,05	0,9	172,743	0,40	0,0838	0,0230	48,96	48,29	47,51	47,34	1,45	0,95	0,0151	2,48	0,268	0,1078	0,886	0,05	OK
22	23	17,00	0,0000	0,0050	6,11	0,9	172,465	0,40	0,0024	0,0411	48,29	48,25	47,34	46,65	0,95	1,60	0,2134	3,32	0,358	0,1078	0,886	0,09	OK
23	24	32,00	0,0003	0,0053	6,19	0,9	172,024	0,40	0,0259	0,0315	48,25	47,42	46,65	45,62	1,60	1,80	0,2258	2,91	0,313	0,1078	0,886	0,18	OK
24	25	13,00	0,0025	0,0078	6,38	0,9	171,084	0,60	0,1023	0,0370	47,42	46,09	45,62	45,14	1,80	0,95	0,3315	4,13	1,000	0,2425	1,329	0,05	OK
25	27	13,00	0,0000	0,0123	6,43	0,9	170,817	0,60	0,0154	0,0154	46,09	45,89	45,14	44,94	0,95	0,95	0,5240	2,66	0,645	0,2425	1,329	0,08	OK
26	27	13,00	0,0004	0,0004	6,00	0,9	173,022	0,40	0,1123	0,0600	47,35	45,89	45,75	44,94	1,60	0,95	0,0173	4,01	0,432	0,1078	0,886	0,05	OK
27	28	18,00	0,0000	0,0127	6,48	0,9	170,544	0,60	0,1000	0,1000	45,89	44,09	44,94	43,14	0,95	0,95	0,5402	6,78	1,645	0,2425	1,329	0,04	OK
28	29	22,00	0,0000	0,0127	6,53	0,9	170,320	0,60	0,0114	0,0205	44,09	43,84	43,14	42,69	0,95	1,15	0,5395	3,07	0,744	0,2425	1,329	0,12	OK
29	saida	27,00	0,0000	0,0127	6,65	0,9	169,719	0,80	0,0256	0,0040	43,84	43,15	42,69	42,58	1,15	-	0,5376	1,64	0,709	0,4311	1,771	0,27	OK
30	31	32,00	0,0007	0,0007	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0300	0,0325	57,04	56,08	55,44	54,40	1,60	1,68	0,0303	2,95	0,318	0,1078	0,886	0,18	OK
31	32	7,00	0,0004	0,0011	6,18	0,9	172,087	0,40	0,0743	0,0629	56,08	55,56	54,40	53,96	1,68	1,60	0,0469	4,10	0,442	0,1078	0,886	0,03	OK
32	33	12,00	0,0001	0,0012	6,21	0,9	171,940	0,40	0,0067	0,0067	55,56	55,48	53,96	53,88	1,60	1,60	0,0499	1,34	0,144	0,1078	0,886	0,15	OK
33	35	12,00	0,0005	0,0016	6,36	0,9	171,174	0,40	0,1358	0,0817	55,48	53,85	53,88	52,90	1,60	1,45	0,0692	4,68	0,504	0,1078	0,886	0,04	OK
34	35	16,00	0,0003	0,0003	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0575	0,0481	54,77	53,85	53,17	52,40	1,60	1,45	0,0121	3,59	0,387	0,1078	0,886	0,07	OK
35	36	14,00	0,0000	0,0019	6,40	0,9	170,956	0,40	0,0036	0,0143	53,85	53,80	52,40	52,20	1,45	1,60	0,0810	1,96	0,211	0,1078	0,886	0,12	OK
36	37	33,00	0,0004	0,0023	6,40	0,9	170,956	0,40	0,0606	0,0606	53,80	51,80	52,20	50,20	1,60	1,60	0,0977	4,03	0,434	0,1078	0,886	0,14	OK
37	38	42,00	0,0004	0,0027	6,54	0,9	170,265	0,40	0,0233	0,0190	51,80	50,82	50,20	49,40	1,60	1,42	0,1156	2,26	0,244	0,1078	0,886	0,31	OK
38	42	30,00	0,0005	0,0033	6,85	0,9	168,716	0,60	-0,0020	0,0133	50,82	50,88	49,40	49,00	1,42	1,88	0,1375	2,48	0,601	0,2425	1,329	0,20	OK
39	41	30,00	0,0002	0,0002	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0053	0,0053	50,82	50,66	49,22	49,06	1,60	1,60	0,0080	1,20	0,129	0,1078	0,886	0,42	OK
40	41	40,00	0,0006	0,0006	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0190	0,0190	51,42	50,66	49,82	49,06	1,60	1,60	0,0270	2,26	0,243	0,1078	0,886	0,30	OK
41	42	7,00	0,0008	0,0016	6,30	0,9	171,497	0,40	-0,0314	0,0086	50,66	50,88	49,06	49,00	1,60	1,88	0,0697	1,52	0,163	0,1078	0,886	0,08	OK
42	Saida	36,00	0,0002	0,0051	6,37	0,9	171,104	0,60	-	0,0139	50,88	-	49,00	48,50	1,88	-	0,2167	2,53	0,613	0,2425	1,329	0,24	OK
43	saida	13,00	0,0005	0,0005	6,00	0,9	173,022	0,40	0,0069	0,0100	105,14	105,05	104,25	104,12	0,95	-	0,0216	1,64	0,176	0,1078	0,886	0,13	OK

7.4.3 Largura dos berços das galerias

A largura dos berços para as galerias seguirão o seguinte critério : O lastro de brita poderá superar o diâmetro da tubulação em 10 cm para cada lado (D externo + 20 cm), devendo ser executado apenas se necessário, de acordo com a condição do solo de suporte.

7.4.4 Largura das cavas de implantação das galerias

A largura das cavas de valas deverão estar de conformidade com a especificação de serviço do DNIT 030/2004 – ES – Dispositivo de drenagem pluvial urbana , item 5.3.1, onde considera-se que a largura deverá ser a do diâmetro externo da tubulação somando-se 30cm para cada lado (D externo + 60 cm).

7.4.5 Berços das galerias pluviais

O berço em concreto do bueiro tubular já está incluído na composição de preço do orçamento do SICRO. Dessa forma foi quantificado somente o berço em brita e o envelopamento dos bueiros tubulares separadamente.

A Tabela 7.11 apresenta o cálculo e as quantidades de concreto para os berços das galerias pluviais.

Tabela 7.11 - Planilha de quantidades dos berços em brita e envelopamento em concreto das galerias pluviais

BERÇO DE BRITA					
Quantidade	Diâmetro	berços de brita (m³)		forma (m2)	
319,00	0,40	0,151	48,17	-	-
59,00	0,60	0,225	13,28	-	-
TOTAL GERAL			61,44	-	-
ENVELOPAMENTO					
Quantidade	Diâmetro	berços de concreto (m³)		forma (m2)	
9,00	0,40	0,191	1,72	1,040	9,36
70,00	0,60	0,291	20,37	1,420	99,40
TOTAL			22,09		108,76

7.5 Escavações

Para as escavações considera-se o produto: largura da cava X a altura do aterro X comprimento da galeria. A tabela 7.12 apresenta estes cálculos.

para galeria de 0,30 m - $(\varnothing_{ext}) + 0,60 = 0,40 + 0,60 = 1,00$ m

para galeria de 0,40 m - $(\varnothing_{ext}) + 0,60 = 0,56 + 0,60 = 1,16$ m

para galeria de 0,60 m - $(\varnothing_{ext}) + 0,60 = 0,76 + 0,60 = 1,36$ m

para galeria de 0,80 m - $(\varnothing_{ext}) + 0,60 = 1,00 + 0,60 = 1,60$ m

Tabela 7.12 - Quadro de quantidades do cálculo das escavações

Memória de cálculo das escavações							
CAIXAS		Comp. Tubo	Ø tubo	Altura aterro	Largura cava	Escavação 1ª cat.	Escavação 3ª cat.
Inicial	Final	(m)	(m)	(m)	(m)	(m³)	(m³)
1	2	10,00	0,60	2,15	1,36	17,54	11,70
2	saida	22,00	0,60	2,25	1,36	40,39	26,93
3	saida	14,00	0,60	2,65	1,36	40,36	10,09
4	saida	13,00	0,60	2,15	1,36	38,01	0,00
5	6	26,00	0,40	1,75	1,16	52,78	0,00
6	7	40,00	0,40	1,75	1,16	81,20	0,00
7	10	24,00	0,40	1,75	1,16	48,72	0,00
8	9	24,00	0,40	1,75	1,16	48,72	0,00
9	10	9,00	0,40	1,66	1,16	17,33	0,00
10	12	43,00	0,40	1,75	1,16	87,29	0,00
11	12	9,00	0,40	1,44	1,16	15,03	0,00
12	14	42,00	0,60	1,75	1,36	99,96	0,00
13	14	8,00	0,40	1,75	1,16	16,24	0,00
14	25	33,00	0,60	1,95	1,36	87,52	0,00
15	16	8,00	0,40	1,75	1,16	16,24	0,00
16	18	36,00	0,40	1,75	1,16	73,08	0,00
17	18	8,00	0,40	1,65	1,16	15,31	0,00
18	19	34,00	0,40	1,75	1,16	69,02	0,00
19	22	14,00	0,40	1,75	1,16	28,42	0,00
20	21	19,00	0,40	1,75	1,16	38,57	0,00
21	22	8,00	0,40	1,60	1,16	14,84	0,00
22	23	17,00	0,40	1,10	1,16	21,69	0,00
23	24	32,00	0,40	1,75	1,16	64,96	0,00
24	25	13,00	0,60	1,95	1,36	34,48	0,00
25	27	13,00	0,60	2,23	1,36	39,43	0,00
26	27	13,00	0,40	1,75	1,16	26,39	0,00
27	28	18,00	0,60	2,01	1,36	49,20	0,00
28	29	22,00	0,60	1,30	1,36	38,90	0,00
29	saida	27,00	0,80	1,30	1,60	56,16	0,00
30	31	32,00	0,40	1,75	1,16	64,96	0,00
31	32	7,00	0,40	1,83	1,16	14,86	0,00
32	33	12,00	0,40	1,75	1,16	24,36	0,00
33	35	12,00	0,40	1,75	1,16	24,36	0,00
34	35	16,00	0,40	1,75	1,16	32,48	0,00
35	36	14,00	0,40	1,60	1,16	25,98	0,00
36	37	33,00	0,40	1,75	1,16	66,99	0,00
37	38	42,00	0,40	1,75	1,16	85,26	0,00
38	42	30,00	0,60	1,57	1,36	64,06	0,00
39	41	30,00	0,40	1,75	1,16	60,90	0,00
40	41	40,00	0,40	1,75	1,16	81,20	0,00
41	42	7,00	0,40	1,75	1,16	14,21	0,00
42	Saida	36,00	0,60	2,03	1,36	99,39	0,00
43	saida	13,00	0,40	1,10	1,16	8,29	8,29
TOTAL DE ESCAVAÇÕES (m³)						1.945,10	57,01

7.6 Reaterro

Para o reaterro considera-se a subtração do volume de escavação com o volume da galeria.

7.7 Remoção de concreto simples

As remoções de concreto simples são referentes a caixa coletora existente, meio fio existente e tubulação existente.

A Tabela 7.13 apresenta estas quantidades de remoção de concreto simples.

Tabela 7.13 - Quadro de quantidades do cálculo das remoções de concreto simples

QUADRO DE CÁLCULO E QUANTIDADES DE DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES				
MEIO FIO DE CONCRETO				
km	Extensão	Diâmetro	Área	Total de demolição
	(m)	(m)	(m ³)	(m ³)
Meio fio existente	712,00		0,033	23,78
Total (m3)				23,78
CAIXAS EXISTENTES				
km	Altura	Quantidade	LADO	Total de demolição
1+678 LD	1,00	1	LD	0,83
Total				0,83
Remoção de tubos de concreto				
Kms	Extensão	Diâmetro	Área (m2)	Total de demolição (m3)
Lado Direito				
1+678 – 1+687	9,00	BSTC D=0,30	0,126	1,13
Total				1,13
Total Geral				25,74

7.8 Obra de arte corrente

Para delimitação da bacia de contribuição utilizou-se as cartas e levantamentos existentes, para verificação da bacia delimitada, conforme apresentado no capítulo do estudo hidrológico.

A maioria do segmento projetado se desenvolve sob o divisor de águas, foi necessário somente a execução de um bueiro no Km 0+840 (Bacia nº 1).

A tabela a seguir apresenta a planilha de dimensionamento da vazão admissível do bueiro projetado.

Tabela 7.14 - Dimensionamento da vazão admissível do bueiro tubular projetado

Cálculo das vazões para canais com seções tubulares segundo Manning														
Bacia	OAC Nº	Dados de entrada					Valores de saída							
		D [m]	Km	i [%]	% de h _{tubo}	rugosidade (n) [s/m ^{1/3}]	h _{fluxo} [m]	φ(h _{fluxo}) [rad]	sen φ(h _{fluxo}) [rad]	A [m ²]	P [m]	R [m]	v [m/s]	Q [m ³ /s]
1	1	0,80	0+840	2,35%	72%	0,015	0,576	4,053	-0,790	0,387	1,621	0,239	3,94	1,52

7.8.1 Escavações dos bueiros e reaterro da OAC projetada

A tabela 7.15 apresenta os cálculos das escavações e reaterro da OAC projetada.

Tabela 7.15 - Escavações e reaterro da OAC projetada

VOLUME DE ESCAVAÇÃO – OBRAS DE ARTE CORRENTES												
OAC nº	OBRA	KM [-]	CAVA				TOTAL ESCAV (m³)	Comprimento (m)	Volume escavação (m³)	CATEGORIA	CATEGORIA	REATERRO (m³)
			ALTURA (m)	LARGURA (m)	Taludes 1,5:1,0 (m)	Base maior (m)				1ª (m³)	3ª (m³)	
01	BSTC D=0,80m	0+840	1,80	2,20	5,40	7,60	8,82	17,00	149,94	89,96	59,98	136,59
01	Vala jusante	0+840	1,00	1,20	3,00	4,20	2,70	10,00	27,00	16,20	10,80	
TOTAL									176,94	106,16	70,78	136,59

O berço do bueiro tubular já está incluído na composição de preço do orçamento do SICRO. Dessa forma foi quantificado somente o envelopamento do bueiro tubular separadamente.

A tabela 7.16 apresenta os cálculos do Envelopamento da OAC projetada.

Tabela 7.16 - Envelopamento da OAC projetada

OAC Nº	km	Tipo	ENVELOPAMENTO – BUEIRO TUBULAR					
			Diâmetro	Quantidade	berços de concreto (m³)		forma (m²)	
01	0+840	BSTC D=0,80m	0,80	17,00	0,406	6,90	1,80	30,60
TOTAL						6,90		30,60

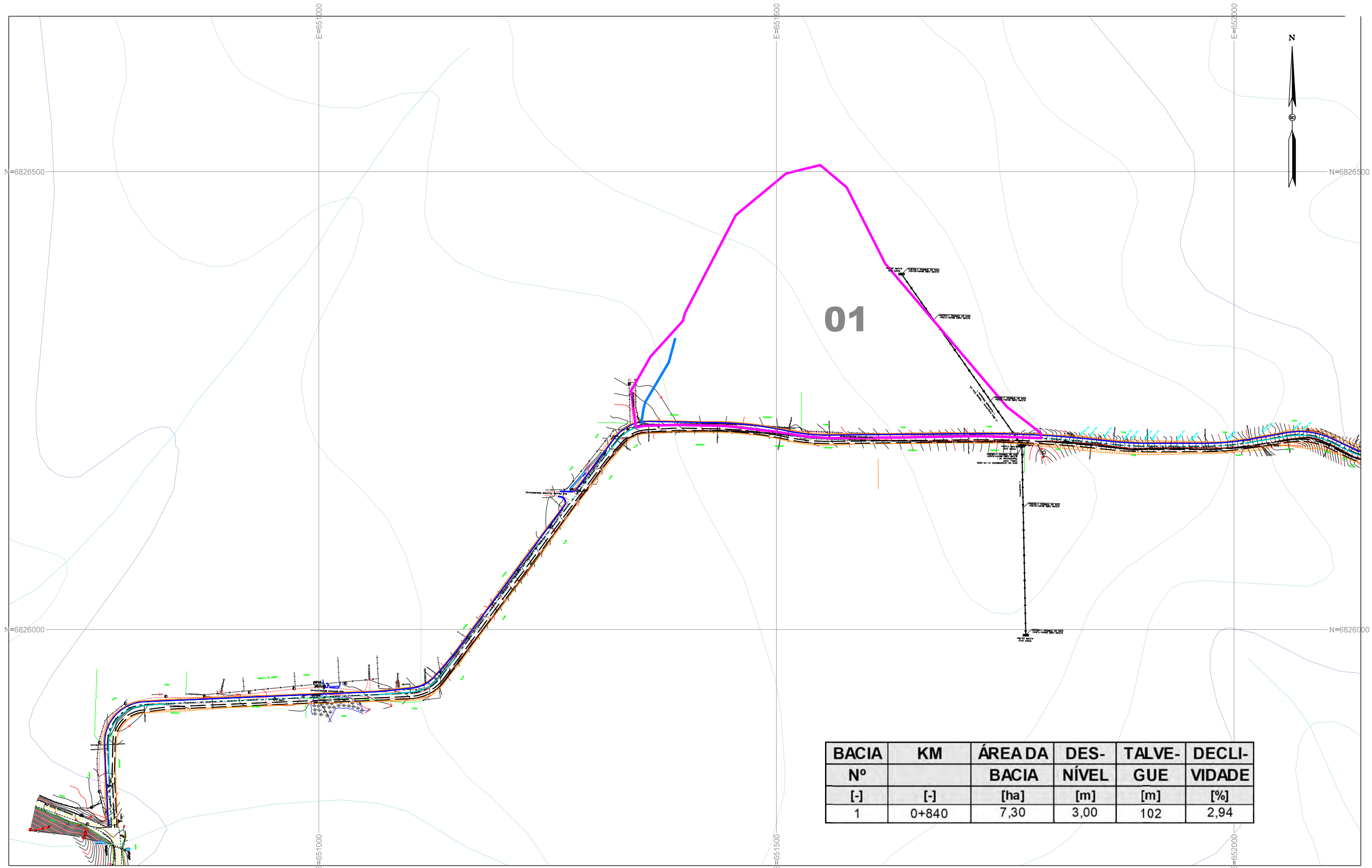
A tabela 7.17 apresenta a nota de serviço do bueiro projetado.

7 – PROJETO DE DRENAGEM E OAC

Tabela 7.17 - Quadro resumo do bueiro projetado

OBRAS DE ARTE CORRENTES													
OAC	KM	OBRA	ESC.	DECLIV.	COTAS		COMPRIMENTO			ALTURA	CLASSE	DISPOSITIVOS	
					LE	LD	LE	LD	TOTAL	ATERRO		LE	LD
[-]	[-]	[-]	[°]	[%]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
01	0+840	BSTC D=0,80m	25°D	2,35	128,89	128,49	4,35	12,65	17,00	0,47	PA-1	CCT 250-100A H=1,80m	ALA BEAA 13

ANEXO 7.1 - MAPA DE BACIA HIDROGRÁFICA



BACIA N°	KM	ÁREADA BACIA	DES-NÍVEL	TALVE-GUE	DECLIVIDADE
[-]	[-]	[ha]	[m]	[m]	[%]
1	0+840	7,30	3,00	102	2,94

CONVENÇÕES DO PROJETO

- DIVISOR DE BACIAS HIDROGRÁFICAS
- TALVEGUE



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA
Secretaria de Infraestrutura e Obras

DISCIPLINA:	PROJETO HIDROLÓGICO		
ASSUNTO:	PLANTA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS		
PROJETO DE ENGENHARIA	OBRA: 102-25	ESCALA HOR.: 1:500	ESCALA VERT.: -

Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Bruneli – Distrito Rio Maina

FOLHA.: ANEXO 7.1

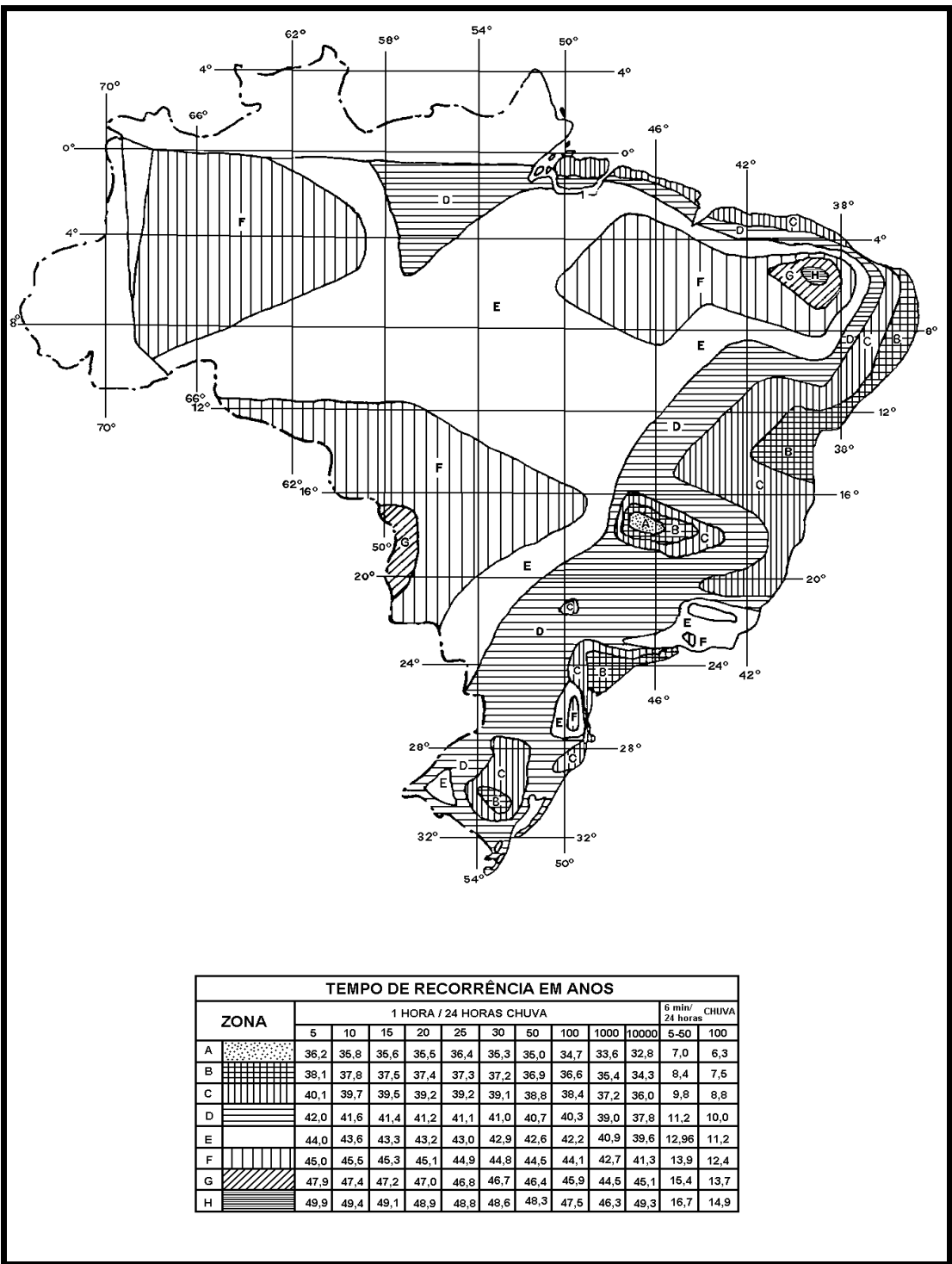
ANEXO 7.2 Valores de K

VALORES DE “ K” CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
N- Nº DE EVENTOS CONSIDERADOS	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,476	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,595	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,966	3,618
34	0,855	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608

ANEXO 7.2 - Continuação – Valores de K

VALORES DE “K” CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
N- Nº DE EVENTOS CONSIDE- RADOS	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,908	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,294	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501
49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
51	0,818	1,464	1,924	2,083	2,280	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
57	0,810	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,664	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446

ANEXO 7.3 – Mapa de Isozonas



ANEXO 7.4 Coeficiente C

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO “ C” EM ÁREAS SUBURBANAS E RURAIS	
CARACTERÍSTICAS	C(%)
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO- Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades.	80 a 90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO- material poroso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas.	60 a 80
TERRENO ESTÉRIL PLANO- Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades.	50 a 70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO- Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso.	40 a 65
MATAS, DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA- Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	35 a 60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE- Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terrenos de declividades variadas.	25 a 50
POMARES- Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramados.	15 a 40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS- Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	15 a 40
FAZENDAS, VALES- Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	10 a 40

ANEXO 7.4 – continuação – Coeficiente C

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO “ C” EM ÁREAS URBANAS		
USO DA TERRA	CONDIÇÃO	C
Grama	solo arenoso, plano < 2%	0,05 - 0,10
	solo arenoso, íngreme > 7%	0,15 - 0,20
	solo argiloso, plano < 2%	0,13 - 0,17
	solo argiloso, íngreme > 7%	0,25 - 0,35
Residencial	áreas unifamiliares	0,30 - 0,50
	edifícios residenciais	0,50 - 0,70
Industrial	unidades esparsas	0,50 - 0,80
	unidades concentradas	0,60 - 0,90
Comercial	centro	0,70 - 0,95
	periferia	0,50 - 0,70
	asfalto	0,70 - 0,95
Ruas	concreto	0,80 - 0,95
	lajota	0,70 - 0,85
Telhados		0,75 - 0,95

8 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

8.1 Introdução

O presente relatório tem por objetivo a definição de soluções de melhorias do pavimento que englobam o Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina.

8.2 Classificação do tráfego

Para a definição do tráfego da via em análise empregou-se as diretrizes do Método de Dimensionamento da Prefeitura Municipal de São Paulo IP-02/2004.

As vias a serem pavimentadas/recuperadas são classificadas de acordo com o tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- Tráfego Muito Leve - ruas com características essencialmente residenciais, para as quais não é absolutamente previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões em número não superior a três por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^4 solicitações do eixo simples padrão (82KN) para o período de projeto de 10 anos.
- Tráfego Leve - ruas com características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagem de caminhões ou ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (82KN) para o período de projeto de 10 anos.
- Tráfego Médio - ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (82KN) para o período de projeto de 10 anos.
- Tráfego Meio Pesado - ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" de 2×10^6 solicitações por eixo simples padrão (82KN) para o período de projeto de 10 anos.
- Tráfego Pesado - ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 301 a 1.000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" de 2×10^7 solicitações por eixo simples padrão (82KN) para o período de projeto de 10 anos.
- Tráfego Muito Pesado - ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 1.001 a 2.000 por dia na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizado por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (82KN) para o período de projeto de 10 anos.

Considerou-se como tráfego característico para a via em análise do tipo leve:
N = $1,0 \times 10^5$.

8.3 Investigações geotécnicas para restauração do pavimento

O estudo geotécnico para melhorias e restauração do pavimento tem o intuito de caracterizar o comportamento geo-mecânico e mensurar os materiais existentes no pavimento, através dos inventários de superfície e do levantamento deflectométrico. Estes dados subsidiarão o projeto de restauração e qualificação dos segmentos em análise.

O plano de trabalho adotado no desenvolvimento dos estudos geotécnicos, compreendeu:

- determinação das deflexões pontuais, com espaçamento conforme metodologia própria, utilizando-se equipamento denominado Viga Benkelman
- sondagens de inspeção para determinação das características das camadas e ensaios dos materiais
- levantamento visual contínuo dos defeitos

De posse destes resultados de campo, os dados foram tratados estatisticamente no escritório e nortearam o dimensionamento da solução para o projeto de melhorias ou restauração da pista existente.

8.3.1 Medidas de deflexões recuperáveis

As medidas das deflexões recuperáveis foram realizadas com o equipamento Viga Benkelman, com espaçamento de 40 em 40 m, alternadamente, em relação ao eixo da pista.

A condição de deflexão admissível para o trecho pode ser verificada pelo preconizado no procedimento DNER-PRO 011/79, através da equação:

$$\log D = 3,01 - 0,176 (\log N)$$

Considerando-se o tráfego projetado e de acordo com a expressão apresentada no Método DNER (DNIT-PRO 11/79), calculou-se a deflexão máxima admissível no topo da estrutura do pavimento, conforme tabela 8.1.

Tabela 8.1 – Valores de deflexões admissíveis

N USACE	DEFLEXÃO ADMISSÍVEL PRO 11/79 (x0,01mm)
1,00 x 10 ⁵	135

A tabela 8.2 apresenta as deflexões médias dos levantamentos de campo para o trecho em estudo.

Tabela 8.2 – Valores deflectométricos

SEGMENTO	EXTENSÃO (M)	D _{MÉDIA} (0,01MM)	DESVIO PADRÃO	D _{CARACTERÍSTICA} VB (0,01MM)	RAIO (M)
1+940 - 2+290	350,0	159	46	205	73
1+025 - 1+505	480,0	88	25	113	104

A deflexão média característica é superior, para o segmento entre o km 1+940 ao km 2+290 em 52% à deflexão média admissível admitida pelo Método DNER-PRO 011/79. E no segmento do trecho do km 1+025 ao 1+505, que fica posterior a interseção com a Rua André Dário, é inferior a admissível.

Os valores médios denotam uma deflexão característica de 120×10^{-2} mm para toda a extensão da via, acompanhada de um raio da bacia de 90m.

Nas figuras 8.1 e 8.2 apresentam-se os dados obtidos dos levantamentos deflectométricos para o segmento em estudo.

A planilha de levantamento das deflexões está apresentada no capítulo 4 – Estudos Geotécnicos.

8 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

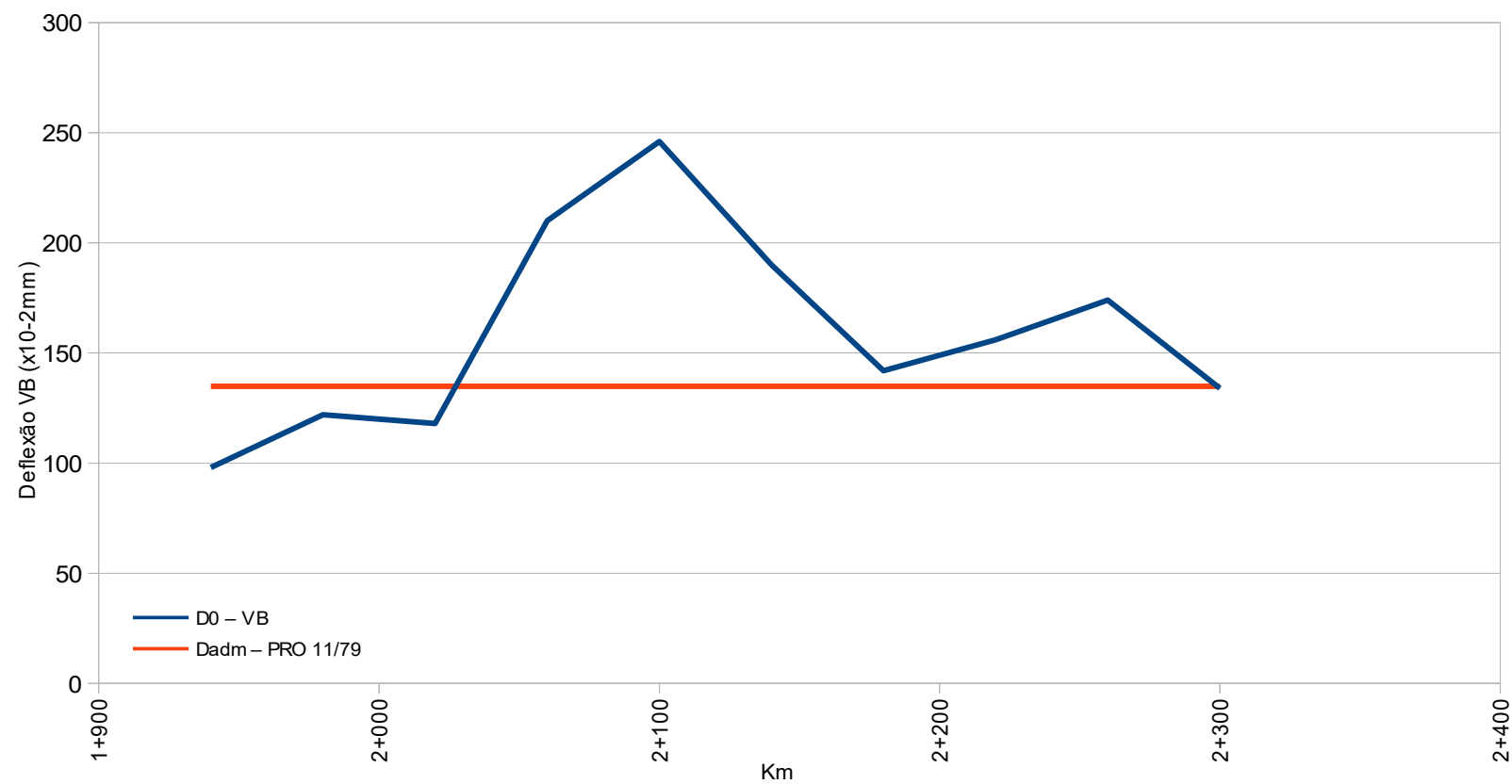


Figura 8.1 Gráfico Levantamento Defletoométrico – segmento Km 1+940 ao Km 2+290

8 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

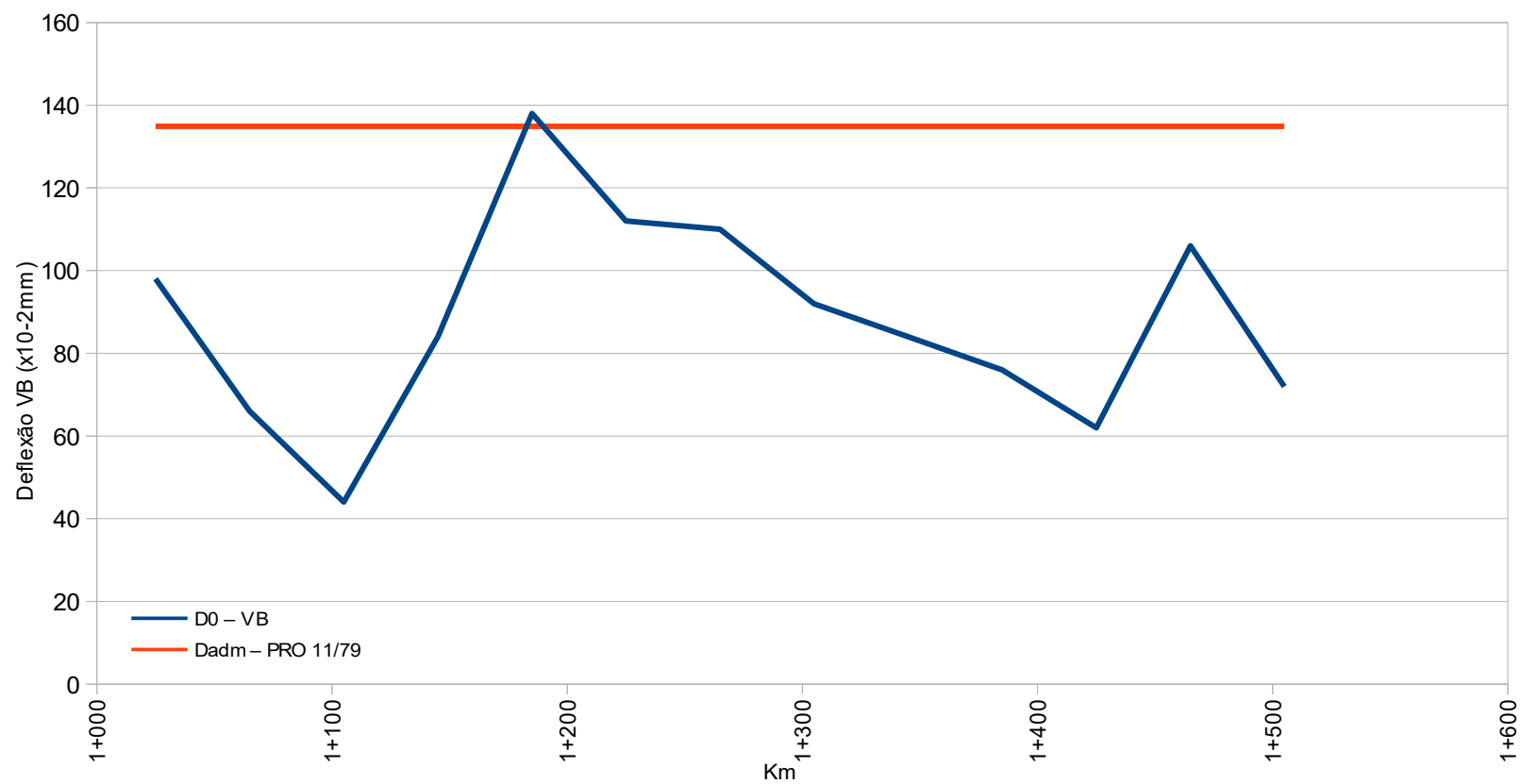


Figura 8.2 Gráfico Levantamento Deflectométrico – segmento Km 1+025 ao Km 1+505

8.3.2 Levantamento do estado de superfície do pavimento

O levantamento do estado da superfície do pavimento seguiu, quando possível, os procedimentos das normas DNIT 006/2003 “Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos” e DNIT 007/2003 “Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos”.

O objetivo dos levantamentos dos defeitos foi avaliar a superfície do pavimento, mediante a delimitação e classificação das ocorrências aparentes inventariadas.

Em planta estão delimitadas as áreas a serem recuperadas, onde foram identificados os defeitos quando do levantamento de campo – ver pranchas no Volume 2.

As áreas com defeitos perfazem um percentual médio superior a 35% da área a ser melhorada. A maior frequência de defeitos é de trincamento do tipo FC3, remendos, desgaste acentuado e alguns pontos com afundamentos.

A seguir apresenta-se registro fotográfico para ilustrar os defeitos vistoriados.



Km 1+100



Km 1+160



Km 1+270



Km 1+380



Km 1+465



Km 1+560

8.3.3 Características do pavimento e do subleito existente

Para verificação do pavimento existente foram realizados 2 (dois) poços de inspeção através de sondagens à pá e picareta. Os poços foram realizados com objetivo de identificar a profundidade e os tipos de material das camadas constituintes do pavimento existente, a presença e profundidade do lençol freático e coletar amostras para realização de ensaios de laboratório (granulometria e índices físicos).

Os boletins de sondagem dos poços de inspeção e os quadros resumo dos resultados de ensaios de laboratório são apresentados no Capítulo 5 – Estudos Geotécnicos.

As espessuras das camadas do pavimento encontradas nas sondagens são apresentadas na tabela 8.3.

Há uma distinção entre os furos em relação as camadas encontradas. No segmento anterior a interseção com a Rua André Dário há revestimento asfáltico com 5,0cm de espessura, base em areia c/ silte e pedregulhos de 15,0cm. Enquanto que, após a interseção é observado 4,0cm de capa asfáltica, 16cm de base em seixo, uma camada de 5,0cm de pirita e depois o subleito.

Os valores encontrados nos ensaios de CBR e expansão estão adequados as especificações de serviços, base com CBR >60%, subleito com expansão < 1%.

Tabela 8.3 – Inspeção do pavimento

Nº FURO	KM	LADO	REVESTIMENTO		BASE			SUB-BASE			SUBLEITO			
			ESPESSURA (CM)	MATERIAL	ESPESSURA (CM)	MATERIAL	CBR (%)	ESPESSURA (CM)	MATERIAL	CBR (%)	ESPESSURA (CM)	MATERIAL	CBR (%)	EXPANSÃO (%)
15	2+130	LD	5,0	CBUQ	15,0	Areia c/ silte e pedregulhos	76,0				1,3	Argila sile areia	11,8	0,5
16	1+207	LE	4,0	CBUQ	16,0	Seixo rolado e areia	93,2	5,0	Pirita	047	1,3	Argila sile areia	9,1	1,3

8.4 Restauração do pavimento existente

O projeto de restauração foi conduzido procurando diagnosticar o estado funcional e estrutural dos pavimentos existentes e as soluções de restauração basearam-se no “Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, IPR-720, 2006”.

8.4.1 Dimensionamento da restauração do pavimento existente

Procedeu-se o dimensionamento da restauração do pavimento com emprego do método de Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis: DNIT-PRO 11/79.

8.4.1.1 Método DNIT-PRO 11/79

Neste método, a avaliação estrutural e o dimensionamento da espessura de reforço são definidos em função da análise deflectométrica, não levando quaisquer outros fatores em consideração. Embora o procedimento contemple a realização da análise objetiva da superfície do pavimento para cálculo do IGG, este resultado é apenas aplicado para a avaliação estrutural e não é utilizado para o cálculo da espessura em si, de reforço.

a) Parâmetros envolvidos

a.1) Determinação da Deflexão Admissível:

A deflexão máxima admissível depende apenas do N de projeto e é definida seguinte modelo:

$$\log Dadm = 3,01 - 0,176 \log N$$

onde:

- Dadm é a Deflexão admissível para o período de projeto;
- N é o número de solicitações do eixo padrão de 8,2t para o período de projeto calculados com os coeficientes do USACE.

a.2) Espessura de reforço

A espessura de reforço é proporcional ao logaritmo da relação D_p / D_{adm} , e é calculada pela seguinte equação:

$$h = K \times \log \times \frac{D_p}{D_{adm}}, \text{ onde:}$$

-K é uma constante que depende da natureza do reforço. Para reforço em concreto asfáltico é usualmente adotado igual a 40.

- D_p é a deflexão de projeto (0,01mm);
- D_{adm} é a deflexão admissível (0,01 mm); e,
- h é a espessura do reforço (cm).

a.3) Critérios para a avaliação estrutural

A avaliação estrutural definida pelo método é apresentada na tabela 8.4.

Tabela 8.4 – Critério para a Avaliação Estrutural – Método PRO 11/79

HIPÓTESE	DADOS DEFLECTOMÉTRICOS	QUALIDADE ESTRUTURAL	CRITÉRIO PARA CÁLCULO DE REFORÇO	MEDIDAS CORRETIVAS
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	-	Apenas Correções Superficiais
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	$D_p \leq 3 D_{adm}$ BOA	Deflectométrico	Reforço
		$D_p > 3 D_{adm}$ MÁ	Deflectométrico e Resistência*	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR A MÁ	Deflectométrico e Resistência*	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	Resistência*	Reforço ou Reconstrução
V	-	Rupturas plásticas generalizadas e deformações permanentes (IGG>180)	Resistência*	Reconstrução

* Cálculo do reforço pelo método da resistência (DNER/1979, por exemplo)

Na tabela 8.5 são apresentados os resultados do dimensionamento segundo o método PRO11/79.

Segundo o método PRO 11/79 para o segmento compreendido entre o Km 1+940 ao 2+290 é necessário uma camada de reforço de 8,0cm – remetendo a falta de estrutura de pavimento existente neste segmento, apresentando uma má qualidade estrutural, onde a medida corretiva passa para uma reconstrução.

No segmento entre o Km 1+025 ao 1+505, pelo dimensionamento, não há necessidade de reforço, visto a deflexão característica ter apresentado valor menor do que a admissível. Contudo, além do valor do raio de curvatura está muito próximo ao considerado adequado, superior 100m, somado ao maior percentual de trincamento, caracterizando um comprometimento estrutural ao pavimento.

É notório, conforme o grau de deterioração dos defeitos inventariados, a falta de estrutura do pavimento, os resultados das deflexões elevadas, raios de curvaturas muitos baixos, que o pavimento está fadigado e sem estrutura suficiente para suportar as cargas solicitantes, ainda mais considerando que ocorrerá o prolongamento da implantação da pavimentação sugerindo um aumento no fluxo de veículos da via.

Desta forma, a solução de restauração remete a reconstrução do pavimento, ou seja, a remoção do existente e substituição para uma nova estrutura.

Tabela 8.5 Resultados do dimensionamento da espessura de reforço – DNIT-PRO-11/79

DIMENSIONAMENTO DO REFORÇO DO PAVIMENTO – DNER – PRO 11/79											
SEGMENTO				AVALIAÇÃO ESTRUTURAL E FUNCIONAL DO PAVIMENTO			TIPO REVESTIMENTO	N	DEFLEXÃO ADMISSÍVEL (x10-2mm)	REFORÇO	
SENTIDO	KM INICIAL	KM FINAL	EXTENSÃO (KM)	DEFLEXÃO VB CARACTERÍSTICA (x10-2mm)	RAIO (M)	% TR				QUALIDADE ESTRUTURAL	H _{reforço calculado} (CM)
Rua Martinho Brunelli	1+940	2+290	350,00	205	73	28%	CBUQ	1,00E+05	135	MÁ	8,0
	1+025	1+505	480,00	113	104	41%	CBUQ	1,00E+05	135	REGULAR A MÁ	-4,0

8.5 Dimensionamento do pavimento novo

A implantação de pavimento asfáltico ocorrerá nos trechos onde hoje não é pavimentado e também na reconstrução dos segmentos existentes.

8.5.1 Definição do material empregado na camada final de terraplenagem e cálculo do CBR de projeto

Para caracterização do solo do subleito foram analisados os boletins de sondagem e quadros resumos dos resultados de ensaios do próprio subleito bem como da jazida de areia.

Foram coletadas amostras e realizados os ensaios de caracterização, ensaios de compactação e de CBR, com medida da expansão, conforme apresentado no Capítulo 5 – Estudos Geotécnicos.

Para a definição do CBR de projeto procedeu-se a análise estatística dos valores de capacidade de suporte do material a ser empregado como camada final de terraplenagem obtidos nos ensaios realizados com o material coletado em campo.

O CBR de projeto, CBR mínimo e CBR máximo são definidos de acordo com as seguintes expressões, considerando nível de confiança de 90%:

$$CBR_{proj} = CBR_{médio} - \frac{K * Desvio}{N^{0,5}} ;$$

$$CBR_{mí} = CBR_{médio} - K * Desvio ;$$

$$CBR_{máx} = CBR_{médio} + K * Desvio ; \text{ onde:}$$

- $CBR_{médio}$ = média aritmética;
- K = coeficiente de multiplicador;
- Desvio = desvio padrão;
- N = número de determinações.

A energia de compactação considerada é a do Proctor Normal – 12 golpes.

Tabela 8.6 Resultados de CBRp

LOCALIZAÇÃO	CBR _{MÉDIO} (%)	DESVIO PADRÃO	N	CBR MÁX (%)	CBR MÍN (%)	CBR _P (%)	CBR _P ADOTADO (%)
Subleito	20,5	8,8	7	32,5	9,0	15,7	9,0
Jazida areia	-	-	-	-	-	12,7	12,5

Adota-se para fins de dimensionamento o valor mínimo de CBR 9%.

8.5.2 Dimensionamento segundo o Método de Pavimento Flexíveis do DNER – pavimento flexível

Este método tem como base um trabalho do Corpo de Engenheiros do Exército Americanos e conclusões obtidas da pista experimental da AASHTO.

As espessuras mínimas de revestimento betuminoso recomendadas (R), especialmente quando se considerada bases de comportamento granular, são definidas segundo a tabela 8.7.

Tabela 8.7 - Espessura mínima de revestimento betuminoso – Método do DNER

N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO - R
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

As espessuras de base (B), sub-base (h_{20}), reforço do subleito (h_n) e total do pavimento (Ht) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes equações:

$$H_t = 77,67 N^{0,0482} CBR^{-0,598}$$

$$R K_R + B K_B \geq H_{20}$$

$$R K_R + B K_B + h_{20} K_S \geq H_n$$

$$R K_R + B K_B + h_{20} K_S + h_n K_{ref} \geq H_t$$

A tabela 8.8 apresenta os resultados do dimensionamento do pavimento, considerando um CBR mínimo de 9,0%.

Tabela 8.8 - Dimensionamento do pavimento segundo o Método DNER

R (CM)	HT (CM)	H20 (CM)	HB (CM)	H20 (CM)
4,0	36,5	22,5	14,5 (mín. 15,0cm)	13,5 (mín. 17,0cm)

Tabela 8.9 - Estrutura do pavimento – Método do DNER

REVESTIMENTO ASFÁLTICO (CM)	BASE BRITA GRADUADA (CM)	SUB-BASE MACADAME SECO (CM)
4,0	15,0	17,0

Inferese como espessura mínima executiva para a camada de base em brita graduada 15,0cm e para a de sub-base em macadame seco de 17,0cm.

8.5.3 Dimensionamento pelo Método da PCA/1984 – pavimento rígido

O método da PCA/1984 considera como critérios de ruptura da estrutura do pavimento a fadiga da placa de concreto e a erosão das camadas subjacentes.

Além desses dois parâmetros, para o cálculo da espessura da placa de concreto é necessário o tipo e grau de transferência de carga nas juntas transversais, os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto, a contribuição estrutural das tipologias das sub-bases cimentadas e a ação do tráfego. A metodologia e conceitos utilizados no dimensionamento de pavimento rígido são descritos no Estudo Técnico da ABCP ET-97 *Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984*.

Para o critério de fadiga as tensões de tração por flexão são críticas quando produzidas pela passagem de carga tangenciando a borda longitudinal da placa de concreto. Já para o critério de erosão, as deformações verticais críticas são nas bordas longitudinais livres (cantos) das placas de concreto.

A resistência à tração na flexão do concreto após 28 dias, deverá ser igual a 4,5MPa. As características de consistência e trabalhabilidade do concreto devem ser compatíveis ao equipamento vibro acabador utilizado na obra.

O valor do suporte da fundação do pavimento é medido pelo coeficiente de recalque, K, o qual tem correlação com o Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) e a espessura da sub-base granular adotada.

Os dados necessários para o dimensionamento da estrutura do pavimento rígido segundo esta metodologia estão apresentados na tabela 8.10.

Tabela 8.10 - Dados necessários para o dimensionamento da estrutura - Método da PCA/1984

CBR (%)	K_{SISTEMA} (MPA/M)	RESIST. TRAÇÃO NA FLEXÃO (MPA)	SUB-BASE CCR (CM)	JUNTAS COM BARRAS DE TRANSF.	ACOST. DE CONCRETO	PERÍDO PROJ. (ANOS)	FATOR DE SEG. CARGA - F_{SC}
9	140	4,5	10,0	SIM	NÃO	20	1,1

Na tabela 8.11 apresentam-se os resultados do dimensionamento da placa de concreto.

Tabela 8.11 - Dimensionamento do pavimento segundo o Método da PCA/1984

MÓDULO DE REAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO			
9,00%	CBR / ISC	47,0	Modulo de Reação - k_{SUBLEITO} (MPa/m)
1	Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base)		
Concreto compactado com rolo (CCR)		Material da camada de base	
10,0	Espessura da base (cm)		
140,0	Modulo de Reação - $k_{\text{SUB-BASE}}$ (MPa/m) - Estimado	0,14	Modulo de Reação - $k_{\text{SISTEMA DE APOIO}}$ (MPa/m) - Adotado 140,0
DIMENSIONAMENTO PELA PCA 84			
Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da PCA Portland Cement Association, versão 1984, compilada na ET-97, Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984 da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).			
PARÂMETROS DE PROJETO			
18,0	Espessura da placa de concreto (cm)	Período do Projeto (anos)	20
1,10	Fator de segurança de cargas (FSC)	VMDac em 2026 - Primeiro ano do período de projeto	21
4,5	Resistência à tração na flexão do concreto (MPa)	Distribuição direcional	100%
140,0	Modulo de Reação - $k_{\text{SISTEMA DE APOIO}}$ (MPa/m)	Fluxo direcional dos veículos pesados na faixa de projeto	100%
Não	Acostamento de concreto / Apoio lateral	Consumo de Fadiga (%)	13,99
Sim	Juntas transversais com barra de transferência	Dano por Erosão (%)	13,58
ANÁLISE DE FADIGA E EROÇÃO			

Cargas por eixo (tf)	Carga por eixo (x) FSC (tf)	Nº de repetições previstas	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROÇÃO	
			Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Dano por Erosão (%)
EIXO SIMPLES			1,660	Tensão Equivalente		
			0,369	Fator de Fadiga	2,930	Fator de Erosão
10,50	11,55	0	467.181	0,00	1.139.227	0,00
10,00	11,00	202.177	1.444.781	13,99	1.521.318	13,29
7,50	8,25	0	Ilimitado	0,00	9.821.031	0,00
6,30	6,93	0	Ilimitado	0,00	41.804.570	0,00
6,00	6,60	202.177	Ilimitado	0,00	69.864.450	0,29
5,00	5,50	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
4,50	4,95	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
3,00	3,30	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
EIXO TANDEM DUPLO			1,340	Tensão Equivalente		
			0,298	Fator de Fadiga	2,990	Fator de Erosão
17,85	19,64	0	Ilimitado	0,00	1.991.310	0,00
17,00	18,70	0	Ilimitado	0,00	2.688.737	0,00
14,18	15,59	0	Ilimitado	0,00	8.973.514	0,00
13,50	14,85	0	Ilimitado	0,00	12.858.362	0,00
12,75	14,03	0	Ilimitado	0,00	20.221.479	0,00
10,13	11,14	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
6,00	6,60	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
5,50	6,05	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
EIXO TANDEM TRIPLO			1,040	Tensão Equivalente		
			0,231	Fator de Fadiga	3,020	Fator de Erosão
26,78	29,45	0	Ilimitado	0,00	1.616.293	0,00
25,50	28,05	0	Ilimitado	0,00	2.172.297	0,00
19,13	21,04	0	Ilimitado	0,00	15.310.774	0,00
9,00	9,90	0	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
TOTAIS				13,99		13,58

Conclusão: Espessura de 18 cm da placa de concreto, SUFICIENTE pela análise de fadiga e erosão

A estrutura final do pavimento por este método é apresentada na tabela 8.12.

Tabela 8.12 - Estrutura do pavimento – Método da PCA/1984

PLACA DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND (CM)	SUB-BASE CONCRETO ROLADO (CM)
18,0	10,0

8.5.3.1 Projeto de juntas

Os pavimentos em concreto de cimento portland estão sujeitos ao aparecimento de fissuras transversais e longitudinais, provocadas pelas variações volumétricas do concreto e pela combinação dos efeitos do empenamento restringido das placas e dos esforços solicitantes gerados pela ação do tráfego.

Existem dois dispositivos para o controle das fissuras:

- Emprego de armadura distribuída, sem função estrutural, com a finalidade de manter fortemente ligadas as faces das fissuras;
- Adoção de seções artificialmente enfraquecidas, induzindo a ocorrência de fissuras.

Para a execução das juntas, são analisados o fenômeno de retração do concreto e as situações possíveis de posicionamento das rodas dos veículos. Nos casos em que as placas possuírem configurações irregulares, evita-se cantos de placas formando ângulos agudos, devendo ainda adotar armadura distribuída descontínua, sem função estrutural.

Para o projeto em estudo, indica-se o pavimento de concreto simples, com barras de transferência nas juntas transversais de retração com espaçamento máximo de 5,0m.

Segundo o Estudo Técnico da ABCP ET-13 *Projeto de Juntas em Pavimentos Rodoviários de Concreto*, o dimensionamento das barras de transferência obedece a estudos teóricos e pesquisas específicas de seu comportamento sob a ação de cargas repetidas. A bitola, o comprimento e espaçamento são determinados em função da espessura da placa de concreto, conforme descrito na tabela 8.13.

Tabela 8.13 - Bitola, comprimento e espaçamento das barras de transferência – Aço CA-25

ESPESSURA DA PLACA (CM)	BITOLA (Φ)	COMPRIMENTO (CM)	ESPAÇAMENTO (CM)
18,0	25	46,0	30,0

As juntas longitudinais de articulação são empregadas para o controle das fissuras longitudinais devidas ao empenamento da placa de concreto e também servem de junta de construção.

O emprego de barras de ligação nas juntas de articulação é justificado quando da necessidade de se manter as faixas de tráfego livres de possíveis movimentos laterais e assegurar que permaneçam unidas.

O dispositivo de ligação é calculado para resistir à força de atrito entre a junta considerada e a junta ou borda livre mais próxima dela, conforme a equação:

$$A_s = \frac{b \times f \times \gamma_c \times h}{100 \times S}, \text{ onde:}$$

A_s = área de aço necessária por metro de comprimento da junta considerada,

cm²/m;

b = distância entre a junta considerada e a junta ou borda livre mais próxima dela, m;

f = coeficiente de resistência entre a placa e o subleito ou sub-base, geralmente 1,5;

γ_c = peso específico do concreto, 24.000 N/m³;

h = espessura da placa, m;

S = tensão admissível no aço, em geral 2/3 da tensão de escoamento, igual a 333MPa (aço CA-50).

$$A_s = \frac{(3,5 \times 1,5 \times 24000 \times 0,18)}{(100 \times 333)} = 0,68 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para esta seção nominal a bitola correspondente é ϕ 8mm.

O comprimento da barra de ligação é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$l = \frac{1}{2} \left(\frac{S \times d}{\tau_b} \right) + 7,5$$

; onde:

l = comprimento de uma barra de ligação, cm;

d = diâmetro da barra de ligação, cm;

τ_c = tensão de aderência entre o aço e o concreto, igual a 2,45 MPa;

S = tensão admissível no aço, em geral 2/3 da tensão de escoamento, igual a 333 MPa neste dimensionamento; e,

7,5 = margem para prever possível descentralização da barra.

$$l = \frac{1}{2} \left(\frac{333 \times 0,8}{2,45} \right) + 7,5 = 62,0 \text{ cm}$$

Adotou-se o comprimento de 62,0cm para a barra de ligação, em aço CA-50 nervurado.

Na tabela 8.9 resume-se as características para as barras de ligação do trecho em análise.

Tabela 8.14 - Características para as barras de ligação

AÇO	BITOLA (Φ)	COMPRIMENTO (CM)	ESPAÇAMENTO (CM)
CA-50	8,0	62,0	90,0

Para o caso de placas com dimensões irregulares e placas que tenham fronteiras com outro tipo de pavimento, há necessidade de uso de armadura descontínua distribuída, sem função estrutural, com a finalidade de manter fortemente unidas as faces das fissuras.

Recomenda-se a utilização de tela soldada Q-138 ($A_s = 2,20 \text{ kg/m}^2$), aço CA-60,

com distanciamento de 5,0cm da superfície da placa de concreto e distância a partir da junta de 5,0cm.

8.5.3.2 Espaçamento entre juntas transversais

Para definição do espaçamento entre as juntas transversais adotou-se a seguinte equação:

$$J_t / J_l < 1,40 \quad ; \text{ onde}$$

J_t = espaçamento entre as juntas transversais, m;

J_l = espaçamento entre as juntas longitudinais, m;

$$J_t < 1,40 \times 3,50 = 4,9\text{m}$$

Indica-se um espaçamento máximo de 5,0m entre as juntas transversais.

8.5.3.3 Enchimento de juntas

A selagem das juntas pode ser do tipo pré-moldado (cloreto de polivinila - NBR 8803). De acordo com o espaçamento estabelecido para as juntas transversais ($\leq 7,5$ metros), a abertura e largura recomendadas pela PCA para os selantes pré-moldados são os seguintes:

Abertura da junta : 6,0 mm; e

Largura do selante : 14,5 mm.

No caso do emprego de selantes vazados a frio ou a quente, as medidas recomendadas são:

Abertura da junta : 3,0mm; e

Profundidade do reservatório : mínimo 12,0mm.

8.6 Solução final proposta

8.6.1 Restauração/reconstrução e substituição de pavimento

Considerando o comprometimento estrutural e o estado atual do pavimento existente a proposição para a restauração compreende a reconstrução do pavimento, com a remoção do pavimento existente na espessura total para o encaixe da nova estrutura de pavimento, conforme a indicação da tabela 8.15, 4,0cm de revestimento em CBUQ, 15,0cm em base de brita graduada e 17,0cm de sub-base de macadame seco, totalizando 36,0cm.

Hoje no segmento do Km 1+505 até o Km 1+662,77 o pavimento existente é em blocos de concreto intertravados, o qual encontra-se bastante desgastado. De forma, a evitar o surgimento da reflexão das juntas das peças na camada asfáltica, com apenas uma sobreposição de camada asfáltica sobre os blocos, propõe a substituição para a estrutura da implantação do pavimento.

Tabela 8.15 Solução de restauração/reconstrução e substituição de pavimento

KM INICIAL	KM FINAL	EXT. (M)	REMOÇÃO PAVIMENTO EXISTENTE (CM)	REVEST. ASFÁLTICO – FX C (CM)	BASE BRITA GRADUADA (CM)	SUB-BASE MACADAME SECO (CM)
1+940	2+293,31	353,31	36,0	4,0	15,0	17,0
1+000	1+543,48	543,48	36,0	4,0	15,0	17,0
1+543,48	1+662,77	119,29	36,0	4,0	15,0	17,0

8.6.2 Implantação – pavimento flexível

Para a implantação de pavimento o indicado é o apresentado na tabela 8.16.

Tabela 8.16 Solução de implantação – pavimento flexível

REVESTIMENTO ASFÁLTICO – FX C (CM)	BASE BRITA GRADUADA (CM)	SUB-BASE MACADAME SECO (CM)
4,0	15,0	17,0

8.6.3 Implantação – pavimento rígido

Para o segmento compreendido entre o Km 1+105 ao Km 1+715, devido a inclinação longitudinal da rampa o pavimento indicado é em placa de concreto, conforme estrutura da tabela

Tabela 8.17 Solução de implantação – pavimento rígido

PLACA DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND (CM)	SUB-BASE CONCRETO ROLADO (CM)
18,0	10,0

A largura das placas de concreto para cada faixa de rolamento é de 3,5m, da ciclovia é de 2,5m, quando com superlargura a largura máxima da faixa é de 4,0m e a ciclovia da ciclovia 3,0m. O comprimento máximo é de 5,0m, salvo para as placas com dimensões irregulares e placas que tenham fronteiras com outro tipo de pavimento que recebem a armadura descontínua distribuída.

Preveu-se para as placas de tamanhos irregulares e placas de transição entre pavimento rígido e flexível armadura distribuída descontínua, de malha quadrada - Q-138 (As = 2,20 cm²/m), aço CA-60.

As barras de transferência das juntas transversais são de diâmetro de 25mm em aço CA-25 e as barras de ligação das juntas longitudinais são de diâmetro de 8,0mm em aço CA-50.

É previsto como apoio na execução das juntas transversais, em aço CA-50 diâmetro de 8mm, conforme detalhes em pranchas no Volume 2.

A abertura da ranhura, para a formação das juntas, é de 3,0mm para indução da

junta e posteriormente será realizado segundo corte com 6mm para realização da selagem da junta.

8.7 Especificações

As especificações dos serviços de pavimentação estão apresentadas na tabela 8.18.

Tabela 8.18 Especificações dos serviços de pavimentação

SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO
Regularização do Subleito	DNIT 137/2010-ES
Base Estabilizada Granulometricamente	DNIT 141/2022-ES
Sub-base Macadame Seco	DEINFRA -SC – P - 03/15
Imprimação	DNIT 144/2014-ES
Pintura de Ligação	DNIT 145/2012-ES
Concreto Betuminoso Usinado a Quente	DNIT 031/2024-ES
Demolição e remoção de pavimentos: asfáltico ou concreto	DNIT 085/2006-ES
Sub-base de Concreto Rolado	DNIT 460/2025-ES
Concreto de Cimento Portland	DNIT 049/2013-ES DNIT 047/2004-ES DNIT 048/2004-ES

8.8 Demonstrativo de cálculo dos serviços de pavimentação

Na tabela 8.19 demonstra-se o cálculo dos quantitativos dos serviços de pavimentação.

8 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



Tabela 8.19 Demonstrativo das quantidades dos serviços de pavimentação

CÁLCULO DE QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO										
Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina								Obra: 102-25		
Discriminação dos Serviços	Extensão (m)	Largura (m)	Área (m²)	Espessura (m)	Volume (m³)	Densidade/ Tx.Aplicação	Pêso	Nº Peças	Unidade	Quantidade
Implantação – pavimento flexível										
Eixo 0 – 0+000 – 1+105 = 105m/ Eixo 0 – 1+715 – 1+940 = 225m										
- Regularização do subleito			13.169,50						m²	13.169,50
- Sub-base macadame seco			13.169,50	0,17	2.238,82				m³	2.238,82
- Base de brita graduada			13.169,50	0,15	1.975,43				m³	1.975,43
- Imprimação			13.169,50						m²	13.169,50
- Pintura de ligação			13.169,50						m²	13.169,50
- Camada de CBUQ - Faixa C			13.169,50	0,040	526,78	2,40000	1.264,27		t	1.264,27
- Aquisição e transporte de Emulsão p/ Imprimação						0,00130	17,12		t	17,12
- Aquisição e transporte de RR-1C						0,00045	5,93		t	5,93
- Aquisição e transporte de CAP 50/70						0,05545	70,10		t	70,10
Reconstrução e/ou substituição de pavimento – pavimento flexível										
Eixo 0 – 1+940 – 2+293,31 = 353,31m/ Eixo 1 – 1+000 – 1+662,77 = 662,77m										
- Remoção revestimento asfáltico			6.770,00	0,05	338,50				m³	338,50
- Remoção camada granular			6.770,00	0,31	2.098,70				m³	2.098,70
- Remoção de lajota/paralelepípedo/bloco intertravado			860,00						m²	860,00
- Remoção camada granular			860,00	0,28	240,80				m²	240,80
- Regularização do subleito			8.201,45						m²	8.201,45
- Sub-base macadame seco			8.201,45	0,17	1.394,25				m³	1.394,25
- Base de brita graduada			8.201,45	0,15	1.230,22				m³	1.230,22
- Imprimação			8.201,45						m²	8.201,45
- Pintura de ligação			8.201,45						m²	8.201,45
- Camada de CBUQ - Faixa C			8.201,45	0,040	328,06	2,40000	787,34		t	787,34
- Aquisição e transporte de Emulsão p/ Imprimação						0,00130	10,66		t	10,66
- Aquisição e transporte de RR-1C						0,00045	3,69		t	3,69
- Aquisição e transporte de CAP 50/70						0,05545	43,66		t	43,66
Eixo 2 – 2+000 – 2+038,17 = 38,17m/ Eixo 3 – 3+000 – 3+038,39 = 38,39m										
- Regularização do subleito			975,00						m²	975,00
- Sub-base macadame seco			975,00	0,17	165,75				m³	165,75
- Base de brita graduada			975,00	0,15	146,25				m³	146,25
- Imprimação			975,00						m²	975,00
- Pintura de ligação			975,00						m²	975,00
- Camada de CBUQ - Faixa C			975,00	0,040	39,00	2,40000	93,60		t	93,60
- Aquisição e transporte de Emulsão p/ Imprimação						0,00130	1,27		t	1,27
- Aquisição e transporte de RR-1C						0,00045	0,44		t	0,44
- Aquisição e transporte de CAP 50/70						0,05545	5,19		t	5,19
Implantação – pavimento rígido										
Eixo 0 – 1+105 – 1+715 = 610m										
- Regularização do subleito			5.985,00						m²	5.985,00
- Concreto rolado			6.473,00	0,10	647,30				m³	647,30
- Lona plástica			5.985,00						m²	5.985,00
- Pavimento rígido de concreto			5.985,00	0,18	1.077,30				m³	1.077,30
- Limpeza e enchimento de junta	2.379,00								m	2.379,00
- Fornecimento e colocação barras transferência; 25mm - CA-25	1.571,36					3,853 kg/m	6.054,45	3.416,00	kg	6.054,45
- Fornecimento e colocação barras ligação; 8mm - CA-50	756,40					0,395 kg/m	298,78	1.464,00	kg	298,78
- Fornecimento e colocação aço apoio barras; 8mm - CA-50						0,395 kg/m	3.623,89	1,88 m/pc	kg	3.623,89
- Fornecimento e colocação de tela Q-138 CA-60			299,25			2,20 kg/m2	658,35		kg	658,35
- Junta de dilatação	610,00								m	610,00

9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O presente projeto prevê a elaboração do Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli, no distrito Rio Maina.

O projeto de sinalização foi desenvolvido seguindo as orientações do Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT, Manual de Sinalização de Trânsito – DENATRAN e as Normas referentes à Sinalização da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Quando necessário, recorreu-se às orientações da Instrução Normativa nº 17/DNIT SEDE, de 15 de agosto de 2022.

O projeto foi concebido considerando os seguintes tipos de sinalização:

- Sinalização de Obras e Emergências (vertical, horizontal, barreiras, cones, tambores e luzes intermitentes);
- Sinalização Vertical (placas, marco quilométrico);
- Sinalização Horizontal (pinturas, dizeres, marcas do pavimento e de condução ótica, como tachas).

9.1 Sinalização horizontal definitiva

A sinalização horizontal definitiva é um conjunto de sinais constituídos de linhas, marcações, símbolos e legendas em tipos e cores diversos, dispostos no pavimento, cuja função é regulamentar, advertir ou indicar aos usuários de forma a termos mais eficiente e segura a operação da mesma.

9.1.1 Classificação

A sinalização horizontal é classificada em:

- **Marcas longitudinais:** separam e ordenam os fluxos de tráfego e regulamentam a ultrapassagem, conforme a cor;
- **Marcas transversais:** ordenam os deslocamentos de veículos (frontais) e de pedestres, induzem a redução de velocidade e indicam posições de parada em interseções e travessia de pedestres;
- **Marcas de canalização:** usadas para direcionar os fluxos veiculares em situações que provoquem alterações na trajetória natural, como nas interseções, nas mudanças de alinhamento da via e nos acessos;
- **Marcas de delimitação e controle de parada e/ou estacionamento:** usadas em associação à sinalização vertical, para delimitar e controlar as áreas onde o estacionamento ou a parada de veículos é proibida ou regulamentada;
- **Inscrições no pavimento: setas direcionais, símbolos e legendas:** usadas em complementação ao restante da sinalização horizontal, para orientar e advertir o condutor quanto às condições de operação da via.

9.1.2 Marcas longitudinais

As marcas longitudinais possuem a principal função de definir os limites da pista de rolamento, de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, de regulamentar as possíveis manobras de mudança de faixa ou ultrapassagem. De acordo com sua função, as Marcas Longitudinais classificam-se em:

- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);

- Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS);
- Linhas de bordo (LBO);
- Linhas de continuidade (LCO);
- Marcas longitudinais específicas.

9.1.3 Dispositivos auxílios - Tachas

O projeto de sinalização contempla também a necessidade de implantação de outros dispositivos auxiliares e de grande importância à segurança, tais como as tachas. Esses são dispositivos delineadores constituídos de superfícies refletoras aplicadas a suportes de pequenas dimensões, principalmente quanto a altura e fixadas ao pavimento por meio de pinos. As tachas serão empregadas para a melhoria da visibilidade e onde se deseja imprimir maior resistência aos deslocamentos que impliquem na sua transposição, proporcionando um relativo desconforto ao fazê-lo.

A implantação de tachas deverá seguir o preconizado na Tabela 1, adequada às soluções da Tabela 2, conforme orientações do Programa BR-Legal.

Tabela 1 - Condições de Solução por nível

Níveis	Condições de Solução
Nível 0	SNVs dentro de áreas urbanizadas acima de 300 mil habitantes (IBGE, 2015)
Nível 1	VM DA > 7.5000, exceto solução do Nível 0
Nível 2	VM DA ≤ 7.500

Para o projeto em estudo, adotou-se o Nível 2.

Tabela 2 - Tipo de tachas por nível

Níveis	Tipo de Solução
Nível 0	Tacha refletiva metálica com um pino – monodirecional/bidirecional – fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)
Nível 1	Tacha refletiva com corpo em plástico injetado com um pino – monodirecional/bidirecional – fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)
Nível 2	Tacha refletiva com corpo em plástico injetado com um pino – monodirecional/bidirecional – fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)

As tachas refletivas utilizadas deverão atender aos requisitos e dimensões estabelecidos na norma ABNT NBR 14.636:2013. Além disso, o refletivo deve ter no mínimo 6,5 cm de largura e 1,5 cm de altura.

A cor do corpo da tacha deverá ser compatível com a cor da marca viária que complementa, enquanto as cores dos elementos retrorrefletivos deverão seguir o estabelecido na Resolução CONTRAN nº 160/2004.

A cadência de implantação da tacha colocada junto à marca longitudinal seccionada branca ou amarela deverá seguir a cadência das marcas, assim sendo, será implantada no meio de todos os intervalos entre segmentos de pintura, no eixo da linha simples, conforme Figuras 9.1 e 9.2, ou dupla, conforme Figura 9.3, abaixo.

Figura 9.1- Posição da tacha junto à marca longitudinal seccionada branca, no eixo da linha simples.

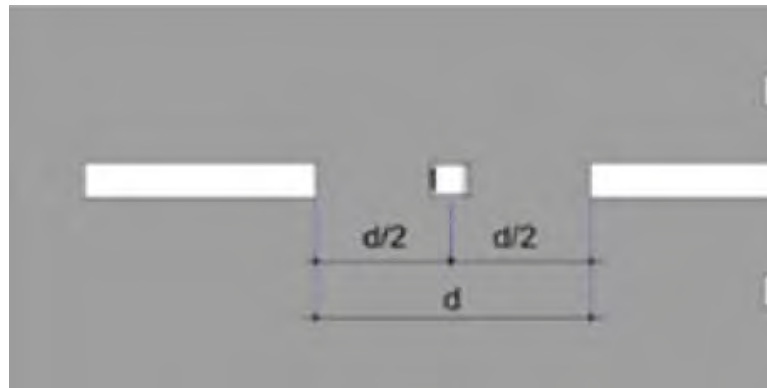


Figura 9.2 - Posição da tacha junto à marca longitudinal seccionada amarela, no eixo da linha simples.

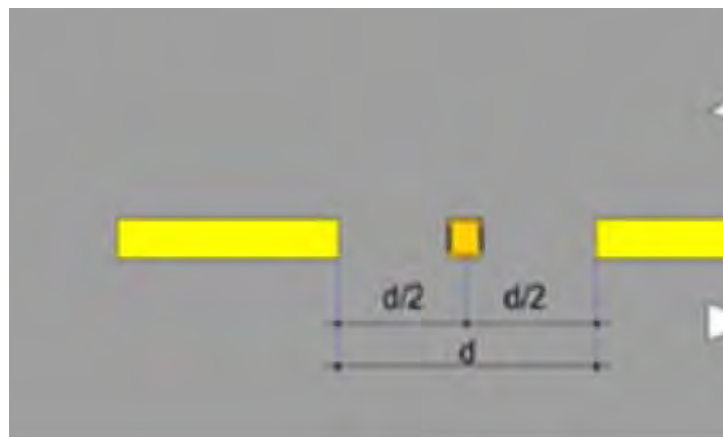
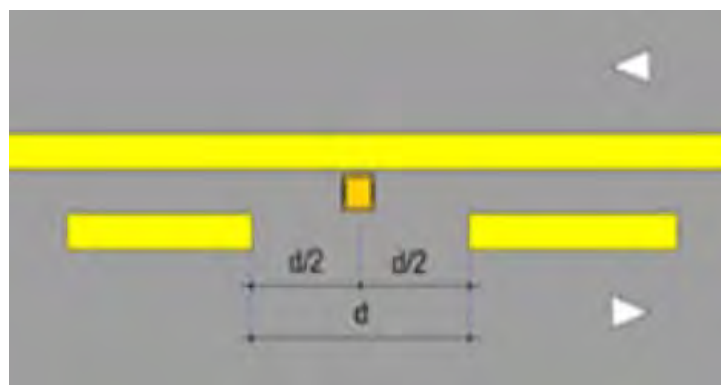


Figura 9.3 - Posição da tacha no eixo da linha dupla.



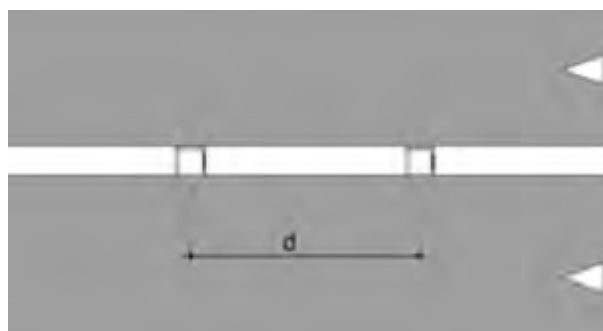
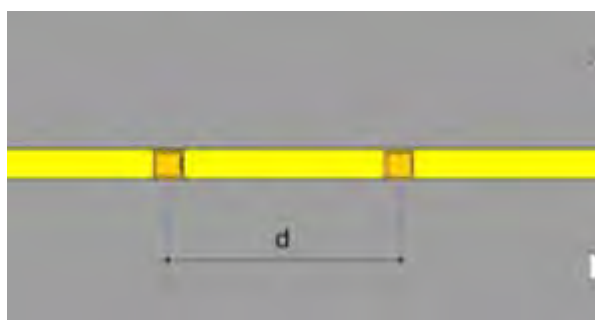
No caso de linha dupla contínua, a tacha deve ser implantada no eixo da linha dupla contínua, com o critério de espaçamento (d) da Tabela 3, conforme Figura 9.4.

Tabela 3 - Espaçamento da tacha refletiva e delimitadores em função da velocidade

Velocidade Regulamentada (km/h)	d (m)	
	(A) Situação normal	(B) Situação especial
$V < 80$	8	6
$80 \leq V \leq 90$	12	9
$V > 90$	16	12

Figura 9.4 - Implantação da tacha no caso de linha dupla contínua.

No caso de linha contínua de divisão de fluxos, a tacha deve ser implantada sobre a linha contínua, obedecendo ao espaçamento da Tabela 3, conforme Figuras 9.5 e 9.6.

Figura 9.5 - Implantação da tacha no caso de linha contínua de divisão de fluxos branca.**Figura 9.6 - Implantação da tacha no caso de linha contínua de divisão de fluxos amarela.**

9.1.3.1 Dispositivos auxílios - Tachões

Fez-se uso dos tachões nas ciclofaixas, conforme projeto tipo apresentado no Volume 2.

9.1.3.2 Materiais

A tinta deve ser aplicada com máquina automotriz, provida de pistola e misturador automático no tanque, com a aplicação de microesfera de vidro. Nos casos onde não seja possível o acesso da máquina, a pintura deverá ser feita com pistola manual. O composto deverá estar perfeitamente misturado e diluído na proporção correta no momento da aplicação.

A diluição deverá ser processada no momento da aplicação, com a utilização dos solventes recomendados pelos fabricantes.

O material aplicado, após a secagem total, deverá apresentar plasticidade de maneira tal que não surjam fissuras, descascamentos ou gretas durante o período da garantia.

O tráfego poderá ser liberado 30 (trinta) minutos após a aplicação do composto, que deverá oferecer condições para tanto. O material deverá permitir rejuvenescimento após vencido o prazo de garantia, podendo ser restaurada a pintura mediante a aplicação de nova camada.

9.1.3.3 Pavimento rígido

No caso de pavimento rígido (concreto Portland), a superfície deve ser preparada garantindo a adequada aderência da tinta e a durabilidade da demarcação. O pavimento de concreto deverá estar completamente curado, seco, limpo e isento de poeira, óleos, graxas ou outros contaminantes. Em superfícies muito lisas ou polidas, recomenda-se o lixamento leve ou jateamento abrasivo, de forma a aumentar a rugosidade e permitir melhor ancoragem da pintura. O controle de remoção de película pode ser feita pela detecção das áreas com aumento da tensão superficial proporcional pelo agente químico de cura. Essa verificação é feita através de formação de gotas que não se espalham quando se borrifa água a superfície.

Quando necessário, deve-se utilizar de promotor de aderência compatível com o produto especificado para sinalizar o pavimento.

Para garantir a eficiência da visibilidade diurna da sinalização horizontal em pavimento rígido, recomenda-se a utilização de tinta preta como fundo de contraste. O processo de execução consiste na aplicação prévia de uma faixa preta, com largura ligeiramente superior à da linha de demarcação prevista em projeto. Após a completa secagem desta camada, procede-se à aplicação da faixa definitiva na cor branca ou amarela, centralizada sobre a área escura.

Esse procedimento cria uma borda lateral preta ao redor da sinalização, proporcionando contraste acentuado e maior destaque visual das marcações, sobretudo em situações de alta luminosidade solar ou em condições de pista molhada. Ressalta-se que a tinta preta utilizada deve possuir a mesma base química da tinta de demarcação, de modo a assegurar compatibilidade entre as camadas e maior durabilidade do conjunto aplicado.

9.1.3.4 Dimensões

Adotou-se a largura da linha de 10 cm e 20 cm, conforme especificado nas pranchas do projeto de sinalização, no Volume 2.

Quanto a cadência das linhas de sinalização horizontal, diretamente relacionada à velocidade da via, baseou-se na Tabela 4, retirada do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV, CONTRAN.

Tabela 4 - Cadência das linhas longitudinais de divisão de fluxos opostos de circulação

Velocidade (v) (km/h)	Largura da linha (L) (m)	Cadência T : e	Traço (t) (m)	Espaçamento (m)
v<60	0,10*	1:2*	1*	2*
	0,10	1:2	2	4
60<=v<80	0,10**	1:2	2	6
		1:2	3	6
		1:3	4	8
		1:3	2	6
		1:3	3	9
V=>80	0,15	1:3	3	9
		1:3	4	12

(*) situações restritas às ciclvias.
 (**) Pode ser utilizada largura maior em casos que estudos de engenharia indiquem a necessidade, por questões de segurança.

9.1.3.5 Cores

Podem ser aplicadas nas cores amarela, branca, vermelha, azul e preta. As cores vermelha e azul são usadas em casos excepcionais, destacadas nos respectivos itens:

– Amarela – destinada à regulamentação de fluxos de sentidos opostos, aos controles de estacionamentos e paradas e à demarcação de obstáculos transversais à pista (lombadas físicas);

– Branca – usada para a regulamentação de fluxos de mesmo sentido, para a delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos, para regular movimento de pedestres e em pinturas de setas, símbolos e legendas;

– Vermelha – usada para demarcar ciclovias ou ciclofaixas e para inscrever uma cruz, como o símbolo indicativo de local reservado para estacionamento ou parada de veículos, para embarque/desembarque de pacientes. Exemplos de uso: em travessias urbanas, no caso das ciclovias ou ciclofaixas, e em locais às margens das rodovias, como estacionamentos de hospitais e clínicas, no caso da cruz vermelha;

– Azul – usada para inscrever símbolo indicativo de local reservado para estacionamento ou parada de veículos para embarque/desembarque de portadores de deficiências físicas. Aplicada em locais às margens de rodovias, como estacionamentos de restaurantes e postos de abastecimento;

– Preta – usada apenas para propiciar contraste entre o pavimento, especialmente o de concreto e a sinalização a ser aplicada.

COR	TONALIDADE
Amarela	10 Y R 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

A tonalidade das cores devem seguir como base no padrão Munsell, conforme

Norma da ABNT. Inspeção

Para aceitação do serviço, deve ser feita a verificação da retrorrefletividade em conformidade com a NBR 14723. Caso não seja atendido, isto implica na correção ou substituição imediata da pintura, pois a aceitação demanda o seu cumprimento.

9.1.3.6 Retrorrefletividade da sinalização horizontal

Objetivando assegurar a retrorrefletividade mínima, especificada na Tabela 5, as microesferas a serem utilizadas serão microesferas de vidro relfativas tipo I-B e II-A, devedo atender à ABNT nbr 16.184:2013, bem como ABNT NBR 15.405:2016.

Tabela 5 - Retrorrefletividade mínima para pintura.

Nível	Branca	Amarela
Retrorrefletividade inicial*	250 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	150 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²
Retrorrefletividade residual*	120 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	100 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²

*Valores medidos de acordo com as normas ABNT NBR 16.307:2020, NBR 14.723:2020 e/ou NBR 16.410:2015.

Ressalta-se que dentro do prazo de garantia do serviço realizado pela empresa executoria, de 24 (vinte e quatro) meses, os valores de retrorrefletividade residual não devem ser inferiores ao estabelecido na Tabela 5, sob pena de refazimento do serviço sem ônus à Contratada e sem prejuízo das sanções cabíveis.

9.1.3.7 Medição

De acordo com a Especificação Geral DNIT 100/2009-ES, a sinalização horizontal por processo de aplicação mecânica deve ser medida pela área efetivamente aplicada e atestada pela fiscalização, expressa em m².

Os serviços de sinalização horizontal por processo de aplicação manual, devem ser medidos pela área efetivamente aplicada para marcas transversais, marcas de canalização e marcas de delimitação e/ou parada. E pela área envoltória da figura para as inscrições no pavimento, como símbolos, legendas, e setas direcionais.

9.1.3.8 Pagamento

O pagamento da sinalização horizontal definitiva, será feita com base no preço unitário proposto para cada item de serviço constante no projeto, sendo que tal preço incluirá a aquisição e fornecimento dos materiais, demarcação, mão de obra e encargos, equipamentos utilizados, aplicação, transportes e demais eventuais necessários à completa execução dos serviços.

9.2 Sinalização vertical provisória e definitiva

9.2.1 Sinalização vertical provisória (sinalização de obra)

9.2.1.1 Generalidades

Consiste em uma sinalização provisória composta de placas, barreiras, cones e pontos luminosos, segundo o projeto específico para cada etapa da obra, atendendo ao Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias - 2010, conforme IPR-738 – DNIT.

9.2.1.2 Materiais

Os sinais de trânsito e dispositivos de canalização serão confeccionados com madeira de boa qualidade, previamente aprovada pela fiscalização, pintada com tinta

refletiva ou tinta fosca resistente à água.

Os cones deverão ser de borracha ou outro material flexível adequado.

Os dispositivos luminosos, quando necessários, poderão ser constituídos de lâmpadas intermitentes com baterias solares.

9.2.1.3 Execução

a) Dispositivos de sinalização de obras

Os dispositivos para sinalização de obras, obedecem às normas prescritas no Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias - 2010, conforme IPR-738 – DNIT e são:

1. Sinais de trânsito;
2. Dispositivos de canalização;
3. Dispositivos operados por sinalizador;
4. Equipamento de proteção individual;
5. Dispositivos montados sobre veículos;
6. Dispositivos luminosos.

Os sinais usados seguirão às normas adotadas pelo DNIT, com o mesmo padrão da existente na rodovia.

Todos os sinais serão refletorizados e/ou iluminados, para transmitir suas mensagens à noite. Quando a simples irrefletorização não fornecer visibilidade satisfatória, deverá ser usada iluminação, que deve ser feita particular e especialmente, não sendo tolerada a simples iluminação do trecho em obras da rodovia. A iluminação não poderá provocar ofuscamento.

c) Posicionamento dos sinais

Os sinais devem ser implantados em posição onde possam transmitir suas mensagens sem que restrinjam a distância de visibilidade ou provoquem diminuição da largura da pista.

Serão implantados perpendicularmente à pista e sua altura será de 1,20 m, a contar da borda inferior do sinal. No caso do emprego de duas placas no mesmo poste, a borda inferior da placa de baixo ficará a uma altura de 0,80 m, podendo essa altura ser elevada até 1,20 m, quando o equipamento de construção ou outras obstruções estiverem presentes.

d) Cores

As cores utilizadas nos dispositivos de controle e segurança de trânsito nos trechos em obras são:

- Sinais de regulamentação: fundo branco, orla vermelha, tarja vermelha se for o caso, silhueta preta;
- Sinais de advertência: fundo laranja, orla preta, silhueta preta;
- Sinais indicativos (informação): fundo verde, orla, letras, setas e números brancos;
- Cavaletes, cones e marcadores tubulares: cores laranja e branco.

9.2.1.4 Características dos sinais

a) Sinais de advertência

Os sinais de advertência são empregados para proteger o trânsito, equipamentos e trabalhadores, e advertir quanto às condições extraordinárias do trecho submetido às operações de construção ou melhoramentos.

Em um trecho em obras, pode haver provisoriamente condições anormais, como redução da largura, escavações na pista ou nas proximidades, desvios ou variantes, ou uma seção não pavimentada. Para estes casos elaborou-se uma sinalização alertando dos possíveis perigos existentes, recomendando redução de velocidade no local.

Com o propósito de advertir da existência de obstruções ou restrições na pista, são empregados os sinais de advertência separadamente ou em combinações com outros sinais próprios para a situação. Os padrões especificados e a sequência dos sinais recomendados, estarão sujeitos à modificação para um projeto ou condição específica.

a.1) Dimensionamento dos sinais de advertência

O dimensionamento dos sinais de advertência e os de complementação de forma retangular, são padronizados, obedecendo padrões contidos na seção 8 do “Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias” - 2010, conforme IPR-738 – DNIT.

Normalmente serão usados três sinais de advertência sucessivos, repetidos ou não, para cada obra. Esses sinais preferencialmente conterão a distância que as separa do local da obra.

b) Sinais de regulamentação

Os sinais de regulamentação são normalmente implantados nos pontos onde é válida a regulamentação. Esses sinais impõem restrições legais tais como a de limite de velocidade, proibição de ultrapassagem e outras.

O emprego desses sinais na rodovia, deve ser de acordo com as normas e padrões contidos no “Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias” - 2010, conforme IPR-738 – DNIT.

b.1) Dimensionamento dos sinais de regulamentação

Os sinais de regulamentação e os de complementação de forma retangular, obedecem padrões contidos no “Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias” - 2010, conforme IPR-738 – DNIT.

c) Sinais de regulamentação especial

Os sinais de regulamentação especial são de forma retangular, com fundo branco, letras, números e tarja em preto, com dimensões conforme indicado no projeto específico, contido no Volume 2 – Projeto de Execução.

d) Sinais de indicação – obras

Os sinais de indicação requeridos nos trechos em obras têm por função indicar a direção a seguir e dar as informações necessárias relacionadas com a obra que está sendo executada, indicando não só a natureza da obstrução, como também a distância que estão localizadas.

O formato do sinal de indicação de obras, possibilita uma informação mais clara, razão pelo qual ele é empregado na pré sinalização quer isoladamente, ou em conjunto com os demais sinais de trânsito.

Todos os sinais indicativos da sinalização de obras, tem fundo branco, letras, números e tarjas em preto. As dimensões constam no projeto específico.

9.2.1.5 Dispositivos de canalização

a) Barreiras

As barreiras são elementos que transferem o fluxo de veículos, bloqueiam frontalmente o tráfego e/ou delimitam a área de serviço da rodovia.

São imprescindíveis para a segurança dos trabalhadores em serviços nos trechos onde são executadas obras na rodovia.

Esses dispositivos não transmitem uma mensagem específica, embora possam ter sinais de trânsito montados sobre si. São obstáculos reais na direção normal do deslocamento do fluxo do trânsito para delinear uma canalização. Devem ser precedidos por pré sinalização de advertência e por sinais luminosos. São empregados para bloquear parcial ou totalmente um trecho da rodovia.

As barreiras terão comprimentos variáveis conforme for requerido e poderão ser agrupadas em unidades de qualquer tamanho. Todas as barreiras usadas à noite serão refletorizadas ou diretamente iluminadas com luzes fixas ou intermitentes.

Dependendo da duração e da continuidade dos serviços podem ser: fixas, nas Classes II e III, móveis, na Classe I, ou módulos de material plástico.

- *Barreira fixa* – Bloqueia lateralmente ou frontalmente o tráfego de veículos em intervenções de média e longa duração.

Possui elementos verticais de sustentação (pilaretes) firmemente fixados ao solo e elementos horizontais de vedação.

- Barreira Tipo II

As Barreiras Tipo II devem ser utilizadas para delinear a canalização do tráfego, transferindo o fluxo de veículos para faixas de circulação remanescentes do leito da via, devido à existência de bloqueios decorrentes da execução de obras.

Deverão ser utilizadas também na delimitação do canteiro de obras.

Desta maneira serão utilizadas ao longo da Área de Sinalização de Posição para delinear o estreitamento gradual da pista na Área da Atividade propriamente dita e no alargamento da pista para o retorno à situação normal.

As barreiras de classe II podem ser fixas ou móveis. As fixas são recomendáveis apenas nos casos de obras de longa duração e nas quais seja aceitável e recomposição do pavimento e junto a terrenos acidentados ou acostamentos inclinados que viabilizam a colocação de barreiras móveis.

As barreiras móveis são recomendáveis para os demais tipos de obras. Essas barreiras poderão ser confeccionadas como cavaletes tanto rígidos como dobráveis ou desmontáveis.

Para aumento da resistência ao tombamento poderão ser colocados nas barreiras móveis, sacos de areia, junto aos seus suportes. Não são admitidos blocos de concreto, tijolos, etc... para essa finalidade de oferecerem perigo no caso de colisão.

- Barreira Tipo III

As Barreiras Tipo III devem ser utilizadas para o bloqueio do tráfego em toda a largura da área interdita para a obra, colocada na Área de Sinalização de Proteção, a 30

metros do final da sinalização de transição e frontalmente ao fluxo.

Seu suporte deve ser firmemente fixado ao solo, tanto frontalmente quanto lateralmente.

O comprimento das barreiras é variável e a altura será de 1,00m quando utilizadas para transferência de fluxos ou em curvas e também de 1,00m quando bloqueiam frontalmente o tráfego.

Os elementos horizontais, com cerca de 0,30m, devem estar separados de 0,15m entre si, quando as barreiras são utilizadas para a transferência de fluxos ou em curvas e separados de 0,20m quando bloqueiam frontalmente o fluxo. Devem possuir faixas brancas e laranjas, alternadas e:

- Inclínadas a 45°, nos trechos retos;
- Com setas, nos trechos curvos;
- Verticais, para bloqueios.

As barreiras devem estar acompanhadas de outros dispositivos conforme situação a seguir:

- Dispositivos luminosos: em locais pouco iluminados, ou onde a visibilidade for deficiente;
- Marcadores de alinhamento: nos trechos em curva;
- Sinalização horizontal em material de pouca durabilidade: para fluxo de veículos;
- Sinalização indicativa: para orientar os condutores em casos de desvios na rodovia;
- Gradis fixos para obras: para aumentar a segurança de pedestres junto aos bloqueios.

- *Barreira Móvel*

Bloqueia lateral ou frontalmente o tráfego de veículos em intervenções de curta duração ou em períodos descontínuos do dia.

Possui elementos horizontais de vedação, formando plano perpendicular ao solo, e elementos verticais de sustentação (na forma de esquadro). Deve possuir faixas brancas e laranjas, alternadas, conforme a situação a que se aplicam:

- Inclínadas a 45°, nos trechos retos;
- Com setas, nos trechos curvos;
- Verticais, para bloqueios.

Sua altura e comprimento devem ser de 0,10m e seu elemento horizontal superior com 0,30m e o inferior de 0,15m, este último afastado do solo no mínimo 0,20m.

Usada em intervenções de curta ou média duração, delimitam a área de serviço, quando é permitido o tráfego ao longo do trecho em obras e também transfere o fluxo de veículos para as faixas remanescentes.

Quanto aos locais pouco iluminados, trechos em curva e utilização de sinalização horizontal e indicativa, seguem as mesmas orientações das barreiras fixas.

Observa-se ainda que em locais sujeitos a ventos fortes ou tráfegos de veículos de grande porte, podem ser colocados sacos de terra na base destas barreiras, para melhorar a

estabilidade.

- Barreira em Módulos Plásticos

As barreiras plásticas devem ser utilizadas para canalizar o fluxo de veículos para faixas de tráfego diferentes daquelas em que estão circulando.

É composta por módulos ociosos, que podem ser acoplados lateralmente e que possuem orifícios que permitem o preenchimento com água ou areia, para aumentar a estabilidade e a resistência a choques leves. Estes módulos devem ser preenchidos preferencialmente com água, tendo em vista que em um eventual derramamento deste conteúdo sobre a pista não causará situações de risco além de proporcionar maior facilidade de esvaziamento se comparado a areia.

Suas dimensões aproximadas devem ser:

- Comprimento: 1,00m;
- Largura: 0,50m;
- Altura: Variável.

Seus módulos são utilizados na cor laranja e branca alternadamente.

Em locais pouco iluminados, podem estar associados à iluminação interna ou dispositivos luminosos espaçados 4,00 a 10,00m.

- Cones, balizadores e marcadores tubulares

Dispositivos de canalização, tais como cones de borracha ou plástico e balizadores, podem ser usados antes dos serviços de construção. São empregados para encaminhar o fluxo do trânsito para a faixa apropriada, ou em volta das obstruções. O número de sinais requerido para canalização de um trecho em obras, é condicionado à velocidade regulamentada e à largura da faixa de rolamento.

Cada sinal será uniformemente espaçado.

- Cones: são dispositivos ociosos, constituídos de borracha ou de material plástico, para resistirem aos eventuais choques, sem ocasionar danos aos veículos, seus ocupantes e circunstâncias. São eficientes na canalização de trânsito, quando relacionados a serviços móveis ou temporários nas áreas em construção. Os cones devem ser refletorizados para o seu emprego à noite.

Deverão possuir faixas horizontais, entre 0,10m a 0,15m de altura, alternadas nas cores, branco e laranja refletivo, ou no mínimo a cor branca refletiva.

Suas dimensões deverão ser de 0,70m a 0,95m de altura, e sua base quadrada de 0,40m de lado.

O espaçamento entre cones será estabelecido em função da velocidade e de acordo com a tabela abaixo:

Espaçamento entre cones conforme velocidade

Velocidade – (km/h)	Espaçamento (m)
$V \leq 48$	3
$48 < V \leq 60$	8
$60 < V \leq 80$	10
$80 < V \leq 100$	10

- **Balizadores:** São dispositivos eficientes e práticos empregados para canalizar o trânsito, dividir faixas ou delinear o início do perigo ao longo de um trecho da rodovia.

Recomenda-se sua utilização para canalização de situações de emergência, de curta duração, em obras móveis ou de longa duração.

Deverão ser confeccionados de materiais leves e preferencialmente flexíveis (plásticos ou fibra). Sua fixação deve ser feita através de uma base de material em maior peso (madeira, borracha, etc.), com dimensões inferiores a 0,40m x 0,10m, evitando a utilização de materiais rígidos, tais como ferro ou concreto a fim de evitar danos aos veículos, ocupantes e transeuntes em caso de choque.

Deverão possuir faixas alternadas branco e laranja refletivo com inclinação de 45° e largura de 0,106m.

- **Marcadores tubulares (Tambores):** Elementos de grande porte, porém portáteis, que canalizam o fluxo em situações operacionais e/ou emergenciais. Pelo seu tamanho, são recomendados para uso em rodovias e vias urbanas de tráfego rápido.

São elementos utilizados em série para bloquear frontalmente o fluxo de veículos ou para canalizá-lo, quando existir interferência de curta e média duração na rodovias ou vias urbanas de trânsito rápido, em que ocorre alteração de trajetória dos veículos, bem como para separar fluxos de sentidos contrários.

Seu formato é cilíndrico, ou muito próximo de um cilindro, de material plástico ou outro material flexível. Possuem dimensões variáveis, que devem ficar entre:

- Altura: 0,80m a 1,00m;

- Base: 0,50m a 0,70m.

Deverão ter faixas horizontais de 0,10m a 0,20m, nas cores laranja e branco refletivo, colocadas de forma alternadas.

A colocação de tambores segue as mesmas diretrizes dos cones, inclusive no que se refere ao espaçamento em função da velocidade, porém o distanciamento mínimo entre eles deverá ser de 5,00m.

Assim, como nos cones, quando a utilização dos tambores for programada, podem ser utilizados sinais de advertência sobre eles ou em suporte provisórios.

Não é recomendável a utilização de tambores no período noturno, em condições de pouca luminosidade, sem o uso em conjunto de dispositivos luminosos portáteis ou elementos refletivos.

9.2.1.6 Dispositivos luminosos

Dispositivos de sinalização que deverão ser utilizados para chamar a atenção do condutor do veículo sobre as anormais condições da pista a sua frente, devendo ser acoplado a outro dispositivo (cones, balizadores, tambores) com distância (entre os equipamentos), definidos no projeto. É recomendada sua utilização para situações onde haja risco de segurança para o tráfego ou trechos de rodovias que apresentam alto VDM, no período noturno em complementação a sinalização de advertência do local. Devem ser utilizados à noite, ou em locais com baixa luminosidade natural.

Estão posicionadas geralmente de frente para o fluxo de modo a canalizá-lo, porém, poderão ser implantadas lateralmente ao tráfego, com o intuito de alertar sobre

obras a frente, sem, no entanto, delinear trajetória. Deverão ser utilizados sobre veículos de serviço, quando estes permanecerem na via no período noturno, e não possuem dispositivos de luz intermitente própria.

As lâmpadas devem emitir luz amarela e piscar com frequência recomendável de 50 a 60 vezes por minuto. Acendendo e apagando a intervalos iguais de tempo.



Dispositivo de Luz Intermitente

Observa-se ainda que, esses elementos não devem ter efeito de flash ou estroboscópio. Sua luminosidade deve ser suficiente para que possam ser visualizados a distâncias que permitam a condução segura do veículo.

9.2.1.7 Dispositivos de controle de trânsito

O controle do movimento do trânsito da pista simples, quando os dois sentidos de direção devem usar uma única faixa, é coordenado em cada extremo da área fechada, para que os fluxos do trânsito não se movam simultaneamente em sentidos opostos na seção de mão única. É adotado um método de controle, a fim de permitir a passagem das correntes de trânsito através da área de mão única, feitos pelos seguintes métodos:

a) Sinalizador (c/bandeira)

Este método é executado por dois sinalizadores colocados nas extremidades da construção, utilizando bandeiras confeccionadas em material rígido, com dimensões padronizadas, tendo uma face pintada na cor verde, e outra na cor vermelha.

O sinal manual (regulamentação), levará inscrito em uma face, a palavra “SIGA”, e na outra o sinal “PARE”.

b) Carregador de bandeira

O carregador de bandeira é empregado quando o trecho construído da rodovia é bem definido e sem perigo. Este método é utilizado quando a extensão do trecho em mão única é igual ou menor do que 1km. Neste método, o último veículo que segue pela seção de “MÃO ÚNICA” recebe a bandeira, que deverá ser entregue ao sinalizador do outro extremo, para permitir ao trânsito movimentar-se na direção contrária.

Uma variação deste método, consiste em usar um “veículo-piloto” que sempre siga o último que se deslocar através da seção de mão única.

c) Carro-piloto

É usado onde o trecho obstruído é particularmente perigoso ou frequentemente

alterado, impossibilitando sinalização adequada. O veículo-piloto é empregado para guiar uma fila de veículos através do local em desvio. É controlado por meio de bandeiras ou outros métodos em cada extremo da seção de mão única. O veículo que transita em último lugar na fila deve ser identificado.

d) Sinais elétricos (semáforos)

Onde as seções de faixas de mão única forem pequenas, como nos locais de construção de pontes, os sinais elétricos podem ser utilizados para controlar o movimento do trânsito. Os sinais devem ser instalados nas proximidades de cada seção de faixa única, complementados por sinais de pré indicação, e interligados por um sistema telefônico.

Os sinais dos extremos de cada seção exibirão indicações verdes, vermelhas e amarelas. Pode ser empregado o controle manual, destes sinais.

9.2.1.8 Medição

A medição dos sinais e dispositivos de canalização, barreiras, cones, balizadores, marcadores tubulares e dispositivos luminosos, será feita por unidade utilizada. Qualquer dispositivo avariado somente poderá ser substituído com autorização da Fiscalização.

Os dispositivos de controle de trânsito, quando autorizados por escrito pela fiscalização, serão medidos em unidade/mês.

9.2.1.9 Pagamento

O pagamento da sinalização provisória será efetuado pelo preço unitário proposto para os dispositivos, o qual indeniza o fornecimento, colocação, manutenção e reparo, substituição, mão de obra, demais encargos e eventuais quaisquer necessários para manter o sistema de sinalização em condições aceitáveis de funcionamento.

9.2.2 Sinalização vertical

9.2.2.1 Generalidades

Consiste em conjunto de sinais aplicados sobre dispositivos fixos, na posição vertical, com o objetivo de fornecer mensagens de caráter permanente por meio de legendas ou símbolos, com propósito de regulamentar, advertir ou indicar a forma de uso das vias da forma mais segura e eficiente possível, visando o conforto e segurança do usuário.

A sinalização vertical faz parte do conjunto de sinalização regulamentar, advertência e indicativa de trânsito. Assim, segue os mesmos objetivos e princípios fundamentais, com vistas a garantir a eficiência e a segurança do sistema viário para os usuários das vias urbanas e rurais.

A sinalização vertical tem como finalidade, orientar os usuários, direcionando-os e auxiliando-os a atingir os destinos pretendidos. Dessa forma, para garantir sua homogeneidade e eficácia, é necessário que seja concebida e implantada de forma a assegurar a aplicação dos seguintes objetivos e princípios básicos:

9.2.2.2 Legalidade

- Cumprir o estabelecido no Código de Trânsito Brasileiro – CTB e nas Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN.

9.2.2.3 Padronização

- Seguir um padrão preestabelecido quanto a: Forma e cores dos sinais, letras, tarjas, orlas, setas e pictogramas; aplicação – situações idênticas sinalizadas da mesma forma; colocação na via ou nas localidades.

9.2.2.4 Visibilidade, legibilidade e segurança

- Ser visualizada e lida a uma distância que permita segurança e tempo hábil para a tomada de decisão, de forma a evitar hesitação e manobras bruscas.

9.2.2.5 Suficiência

- Oferecer as mensagens necessárias a fim de atender os deslocamentos dos usuários.
- Auxiliar a adaptação dos usuários às diversas situações viárias.

9.2.2.6 Continuidade e coerência

- Assegurar a continuidade das mensagens até atingir o destino pretendido, mantendo coerência nas informações.
- Ordenar a cadência das mensagens, para garantir precisão e confiabilidade.

9.2.2.7 Atualidade e valorização

- Acompanhar a dinâmica dos meios urbano, adequando a sinalização a cada nova realidade.
- Assegurar a valorização da sinalização, mantendo-a atualizada e evitando gerar desinformações sucessivas.

9.2.2.8 Manutenção e conservação

- Estar sempre conservada, limpa, bem fixada e, quando for o caso, corretamente iluminada.

9.2.2.9 Eficácia da sinalização

- Garantir fácil acesso aos destinos pretendidos.
- O estabelecimento de critérios específicos, por meio da padronização e da sequência de mensagens, objetiva a atender os usuários em seus diversos deslocamentos. Os dispositivos que facilitam o deslocamento e a acessibilidade, fazem parte da infraestrutura necessária local.

9.2.2.10 Execução

Posicionamento dos sinais:

Os sinais devem ser implantados à margem direita da via, dela guardando uma distância segura, porém dentro do campo de visão do motorista, e ligeiramente esconso em relação à seção transversal da via, formando com ela um ângulo aproximado de 5°. São colocados a uma distância mínima de 1,50 m da borda do pavimento (acostamento), não devendo esta distância ser maior que 3,00 m, nos casos onde existirem dispositivos de drenagem às margens da pista, por exemplo.

Em relação à altura livre, medida da borda inferior da placa ao nível da pista, deve

ser de 1,50 m, com exceção dos marcos quilométricos, sinais de identificação de rodovia e os marcadores de obstáculos. Para placas colocadas sobre o passeio, a altura livre deve ser de 2,10 m.

É recomendável que os suportes possuam cores neutras e formas que não causem dificuldades de interpretação das mensagens. Não devem constituir obstáculos à segurança de veículos e pedestres. Nos casos que exista risco potencial, que não possa ser sanado, os obstáculos devem ser protegidos conforme projeto específico, contido no Volume 2 – Projeto de Execução.

9.2.2.11 Dimensões das letras

O tamanho de letra a ser usado é em função das características da via, principalmente pela velocidade de operação.

Ainda que a distância de legibilidade de qualquer sinal varie essencialmente com a velocidade de aproximação, a padronização das letras (tamanho, forma, espaçamento), deve também levar em conta as características físicas e principalmente operacionais da rodovia, tais como tráfego intenso (com bloqueio de visão do sinal por outros veículos) e sucessão de interseções próximas. Dessa forma, rodovias com a mesma velocidade de operação, porém com condições operacionais diversas, poderão necessitar de sinais com maior legibilidade e, por consequência, com maior ou menor altura de letras.

Para rodovias de quaisquer características, outros fatores podem implicar ainda na necessidade de ser ampliar a altura de letra em relação àquela determinada apenas pela velocidade, tais como: a existência de alinhamento horizontal e/ou vertical desfavoráveis, fatores ambientais da rodovia (uso do solo) que distraiam a atenção dos motoristas, constância de condições meteorológicas adversas, ou outras causas que tornem a leitura demorada.

Na tabela a seguir, encontram-se relacionados os valores de altura de letra, em função da velocidade de operação e da classe da rodovia.

Altura mínima das letras em função da velocidade e do ambiente em que está inserida a placa

Velocidade Regulamentada (Km/h)	Altura Mínima das Letras Maiúsculas (mm)	
	Vias Urbanas	Via Rural
$V \leq 40$	125	150
$40 < V < 80$	150	150
$V = 80$	200	200
$80 < V \leq 100$	250	250
$V > 100$	*	300
Pedestres	50	50

(*) deve ser justificada em projeto, recomendando-se a adoção do mínimo de 250 mm.

Alturas de letras inferiores às recomendadas na tabela acima podem ser adotadas em ramos de interseções, de acordo com a velocidade de projeto das curvas de conversão.

9.2.2.12 Marcadores de perigo

Os marcadores de perigo são placas fixadas em suportes, pintadas com faixas inclinadas a 45°, em cores alternadas, preta (tinta fosco) e amarela (tinta retrorrefletiva ou película refletiva), utilizadas para alertar os condutores da ocorrência de situação potencialmente perigosa.

Os marcadores de perigo têm a forma retangular, com dimensões de 0,30 x 0,90, para velocidade < 80 km/h. Para velocidades superiores a 80 km/h, as dimensões podem ser redimensionadas, mantendo-se a relação 1:3 entre os lados.

10 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

10.1 Considerações gerais

Este capítulo apresenta o projeto de obras complementares, como parte integrante do Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina.

10.2 Escopo básico

O escopo básico do projeto de obras complementares compreende:

- cercas e muros;
- passeio;
- dispositivos de contenção viária;
- interferências e remanejamento de redes de serviços públicos.

10.2.1 Cercas e muros

Para efeito de quantificação, foi prevista a remoção das cercas e muros existentes atingidas pela rodovia e sua faixa de domínio. As quantidades foram definidas por meio de medição das cercas e muros existentes no desenho digital.

10.2.2 Passeio

Está sendo previsto passeio em piso intertravado, com bloco retangular cor natural de 20 x 10 cm, espessura 6cm, conforme projeto tipo apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução. Antes da execução dos passeios, deve-se garantir a devida compactação do terreno.

A calçada deverá ser construída com inclinação de 2% no sentido do meio-fio, para escoamento da água da chuva.

Deverão ser executadas rampas de acesso para portadores de necessidades especiais e implantado de paver tátil guia e alerta.

Deve-se consultar também, para mais informações, a ABNT NBR 9050:2021 – Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamento urbanos e ABNT NBR 16537:2024 – Acessibilidade – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.

Referente ao paver tátil, o mesmo deve ter contraste de textura e cor em relação ao pavimento da calçada, para ser percebido facilmente por pessoas com deficiência visual parcial ou total. O Município de Criciúma está adotando como padrão a cor vermelha.

Em torno de elementos suspensos com altura livre entre 60 cm e 210 cm como orelhões, deve ser instalada uma faixa de piso tátil alerta a 60 cm a partir de sua projeção, para que a pessoa com deficiência visual consiga detectar antecipadamente e desviar do obstáculo.

O acesso de veículos aos lotes e seus espaços de circulação e estacionamento deve ser feito de forma a não interferir na faixa livre de circulação de pedestres, sem criar degraus ou desníveis.

Desníveis nos passeios, de qualquer natureza, devem ser evitados em rotas acessíveis. Eventualmente desníveis no piso de até 5 mm dispensam tratamento especial.

Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50%). Desníveis superiores a 20 mm, quando inevitáveis, devem ser considerados como degraus.

Não pode haver desnível entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável, em vias com inclinação transversal do leito carroçável superior a 5%, deve ser implantada uma faixa de acomodação de 0,45 m a 0,60 m de largura ao longo da aresta de encontro dos dois planos inclinados em toda a largura do rebaixamento.

10.2.3 Dispositivos de contenção viária

São dispositivos instalados na via com o objetivo de conter, absorver energia de impacto e redirecionar os veículos descontrolados, reduzindo a gravidade do acidente, impedindo que estes invadam zonas perigosas ou alcancem um obstáculo fixo, protegendo, desta forma, os usuários da via e reduzindo as consequências do acidente.

10.2.3.1 Em função de taludes de aterro

A altura dos taludes e a declividade são fatores básicos a serem considerados na determinação da necessidade de proteções laterais. A necessidade de contenção lateral deve ser verificada pela Figura 10.1, extraída da norma ABNT NBR 15486:2016.

Taludes com combinação de altura e declividade abaixo ou sobre a curva da Figura 10.1 não necessitam de proteção.

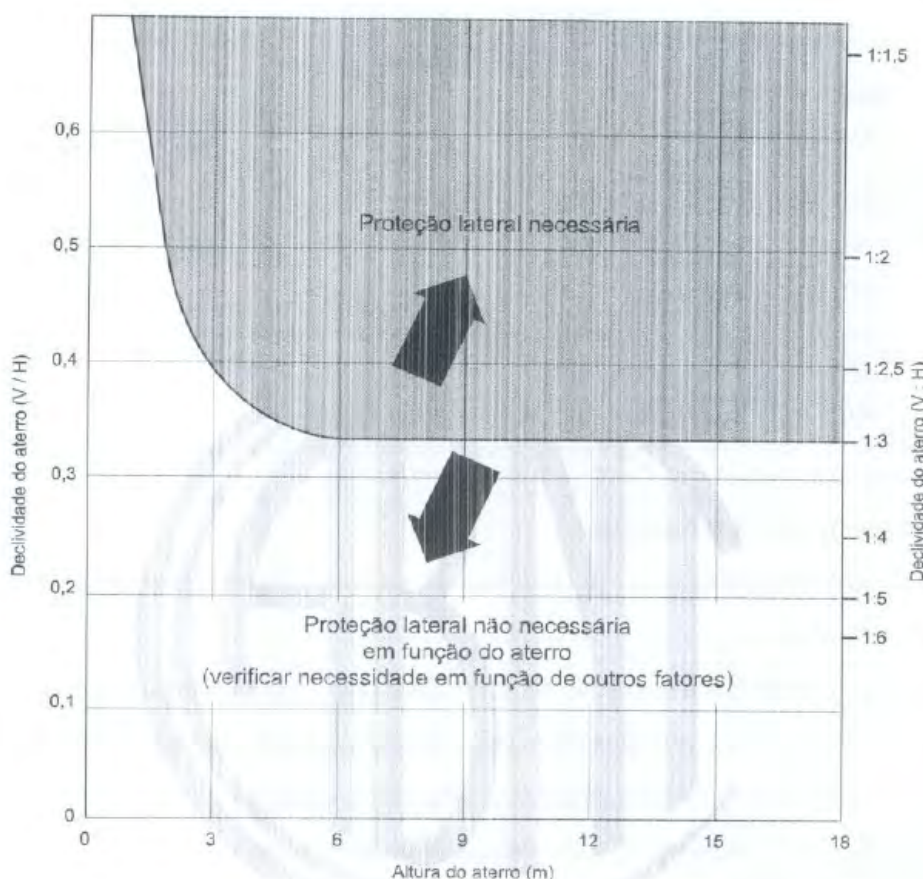


Figura 12.1 – Necessidade de proteção lateral em função do talude

Fonte: Página 8 da norma ABNT NBR 15486:2016

Para o projeto em estudo, tem-se taludes de aterro com declividade 1:1,5 (V:H). Isto posto, adotou-se dispositivo de contenção lateral nos segmentos em aterro com altura igual ou superior a 1,30 m.

10.2.4 Interferências e remanejamento e redes de serviços públicos

Para execução do projeto em estudo, a construtora deverá, antes do início das obras, providenciar contatos e entendimentos com os respectivos órgãos e empresas responsáveis pelos serviços públicos ou privados.

Nenhuma obra deste trecho deverá ser iniciada enquanto as operações de desobstrução não forem totalmente concluídas.

10.2.5 Interferência com posteamento da CELESC

Foi identificada interferência com posteamento da concessionária Celesc. Diante disso, a Prefeitura de Criciúma foi orientada a protocolar junto à Celesc a documentação demonstrando as interferências encontradas, solicitando o projeto de adequação de cada uma, bem como os respectivos orçamentos.

A Prefeitura também recebeu o arquivo em formato .dwg contendo a demarcação de todos os pontos interferentes no projeto viário.

10.2.6 Interferência com rede de água/esgoto da CASAN

Por intermédio do Ofício nº 2027/2025 (figura 10.1), protocolado junto à CASAN, foi solicitada a análise de possíveis interferências entre o projeto viário e as redes de abastecimento de água e de esgotamento sanitário existentes sob responsabilidade da concessionária.

Com base no levantamento topográfico realizado para o projeto viário, foi possível identificar a presença de uma adutora de água que intercepta o traçado da via projetada.

Até o presente momento, não houve manifestação da concessionária quanto ao referido ofício.

10.2.7 Interferência com linha de transmissão da CELESC

Por meio do Ofício 2088/2025 (figura 10.2), encaminhado aos cuidados da Chefe de Divisão de Linhas da CELESC, Sra. Mônica Accioly da Costa, foi solicitada a anuência da concessionária para a execução da travessia do projeto viário sob a Linha de Transmissão LT 69kV Forquilha – Siderópolis ESUS C2, a qual cruza o traçado no km 1+250.

Até o presente momento, não houve manifestação da concessionária quanto ao referido ofício.



Protocolo 2027/2025
Serviço 102-25

Florianópolis, 23 de outubro de 2025.

Ilmo. Sr.
Pedro Joel Horstmann
Diretor de Operação
CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
Rua Emilio Blum, 83
Centro – Florianópolis/SC

Referente: Verificação de interferência

Prezado Senhor,

A Prosul – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda., empresa contratada pela Prefeitura Municipal de Criciúma, encontra-se responsável pela elaboração do Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina.

Diante disso, solicitamos a Vossa Senhoria verificação de possíveis interferências do projeto viário com as redes de água e saneamento existente da concessionária CASAN.

Caso sejam identificadas interferências, requeremos o encaminhamento dos respectivos projetos de adequação e dos orçamentos correspondentes, a fim de possibilitar a inclusão dos custos no projeto viário e atender às exigências do órgão fiscalizador.

Para subsidiar a análise, encaminhamos, por meio de link, os arquivos em formato .dwg e .kmz, contendo a base do projeto.

<https://drive.google.com/drive/folders/1UuV05MKO9QmOEtXA-UewuLuPXUGoqTbh?usp=sharing>

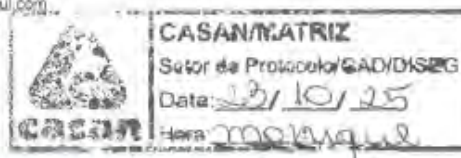
No aguardo de vossas providências, e colocando-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos complementares, subscrevemo-nos.

Respeitosamente,

HUDSON
FAGUNDES:046
32329924

Assinado de forma digital
por HUDSON
FAGUNDES:04632329924
Dados: 2025.10.23 14:54:25
+03'00'

PROSUL Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda.
Eng. Hudson Fagundes
Departamento de Transportes
hudson.fagundes@prosul.com
(48) 99954-9010



PROSUL – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda. | Rua Saldanha Maranhão, 116 – Ed. Liberal Center, 2º andar – Centro
Florianópolis/SC - Fone: (48) 3027-2730 – Fax: (48) 3027-2731 – CEP: 88.010-450 - E-mail: prosul@prosul.com

Figura 10.1 - Ofício encaminhado para CASAN



Protocolo 2028/2018
Serviço 102-25

Florianópolis, 23 de outubro de 2025.

Ilma. Sr^a.
Mônica Accioly da Costa
Chefe de Divisão de Linhas
Departamento de Projeto e Construção do Setor Elétrico
CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina
Avenida Itamarati, 160
Itacorubi – Florianópolis/SC
CEP: 88034-900

Referente: Verificação de interferência

Prezada Senhora,

A Prosul – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda., empresa contratada pela Prefeitura Municipal de Criciúma, encontra-se responsável pela elaboração do Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli – Distrito Rio Maina

Durante o desenvolvimento do referido projeto, foi identificada uma travessia do traçado viário com a Linha de Transmissão da CELESC, conforme segue:

- Km 1+250 – cruzamento com a LT 69 kV Forquilha – Siderópolis ESUL C2;

Dessa forma, solicitamos a anuência dessa concessionária para a execução da travessia do projeto viário sob a linha de transmissão mencionada, em conformidade com as normas técnicas e de segurança aplicáveis.

Para subsidiar a análise, encaminhamos, por meio de link, os arquivos em formato .dwg e .kmz, contendo o traçado do projeto e a localização da interferência.

https://drive.google.com/drive/folders/1KXxS4jc4XHUZKV_Cahtj7R626fdznz3T?usp=sharing

No aguardo de vossas providências, e colocando-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos complementares, subscrevemo-nos.

Respeitosamente,

HUDSON
FAGUNDES:0463232992
4

Assinado de forma digital por
HUDSON FAGUNDES:0463232992
Data: 2025.10.23 14:50:27 -03'00'

PROSUL Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda.
Eng. Hudson Fagundes
Departamento de Transportes
HUDSON.FAGUNDES@PROSUL.COM
(48) 3027 2760 – Ramal 884
(48) 99954-9010

PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda - Rua Saldanha Marinho, 116 - Ed. Liberal Center, 3ª andar - Centro
Florianópolis/SC - Fone: (48) 3027-2730 - Fax: (48) 3027-2731 - CEP: 88.010-450 - E-mail: prosul@prosul.com

Figura 10.2 - Ofício encaminhado para CELESC

11 CADASTRO DE DESAPROPRIAÇÃO

11.1 Introdução

A elaboração do cadastro de desapropriação se fez necessária após a delimitação da faixa de domínio, quando se verificou a existência de imóveis de terceiros dentro da área abrangência do projeto geométrico, as quais devem ser indenizadas para assegurar a área de domínio público.

11.2 Finalidade

O presente trabalho tem como finalidade apresentar uma estimativa preliminar das áreas que deverão ser desapropriadas para a execução do Projeto de Pavimentação e Complementares da Rua Martinho Brunelli, no Distrito Rio Maina. Ressalta-se que, para a efetivação do processo de desapropriação, será necessário realizar o levantamento cadastral dos proprietários e a documentação completa das propriedades existentes ao longo do trecho. Assim, este estudo tem caráter apenas estimativo, não substituindo os levantamentos e análises detalhadas que deverão ser conduzidos em etapas posteriores.

11.3 Faixa de domínio

A Faixa de Domínio tem como finalidade principal definir a área de cada propriedade atingida pelo projeto, possibilitando assim a realização do mesmo, dando total garantia de segurança aos usuários da via e moradores próximos ao projeto, o mesmo baseou-se em uma faixa de domínio acompanhando a borda do offset.

11.4 Plantas do projeto

Em função do exposto, foram elaboradas plantas de desapropriação geral, em escala 1:2.000 onde serão apresentadas as áreas atingidas.

As plantas de desapropriação geral estão presentes no Volume 2 – Projeto de Execução.

11.5 Resumo geral

A seguir é apresentada a tabela 11.1, contendo resumo das áreas que serão desapropriadas.

Tabela 11.1 - Resumo das áreas atingidas

Áreas a desapropriar (m ²)	
Terra nua	Benfeitoria
3.768,97	0,00

12 EQUIPE

Item de Projeto	Chefe de Equipe – Formação - CREA	Membro de Equipe – Formação - CREA
Coordenação	Clarissa Beatriz Sandoval Borges Eng ^a Civil - 46539-5	Robson Sebastiany Eng ^o Civil - 52446-9
Estudos Topográficos	Marisa Pereira Eng ^a Civil - 24031-7	Clóvis Daniel Schappo Técnico em Agrimensura - 074313-5
Estudos Geotécnicos	Ivy Souza Fernandes Eng ^a Civil - 48337-2	Frederico Sílvio de Andrade Eng ^o Civil - 174702-0
Estudos Hidrológicos	Marisa Pereira Eng ^a Civil - 24031-7	Andreza Martins Eng. ^a Sanitarista e Ambiental 065.816-3
Projeto Geométrico	Robson Sebastiany Eng ^o Civil - 52446-9	Anderson Rosniecek Eng ^o . Civil – 124742-5
Projeto de Terraplenagem	Robson Sebastiany Eng ^o Civil - 52446-9	Frederico Sílvio de Andrade Eng ^o Civil - 174702-0
Projeto de Drenagem e OAC	Marisa Pereira Eng ^a Civil - 24031-7	Andreza Martins Eng. ^a Sanitarista e Ambiental 065.816-3
Projeto de Pavimentação	Ivy Souza Fernandes Eng ^a Civil - 48337-2	Frederico Sílvio de Andrade Eng ^o Civil - 174702-0
Projeto de Obras Complementares e Sinalização	Hudson Fagundes Eng ^o . Civil – 129420-5	Anderson Rosniecek Eng ^o . Civil – 124742-5
Cadastro de Desapropriação	Hudson Fagundes Eng ^o . Civil – 129420-5	Clóvis Daniel Schappo Técnico em Agrimensura - 074313-5
Orçamento	Ivy Souza Fernandes Eng ^a Civil - 48337-2	Anderson Rosniecek Eng ^o . Civil – 124742-5