PROJETO FINAL DE ENGENHARIA

TRECHO: LINHA URUGUAI

EXTENSÃO: 8.894 KM

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

FEVEREIRO/2026

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO 4

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO 6

3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS 8

3.1. INTRODUÇÃO 8

3.2. METODOLOGIA DE TRABALHO E EQUIPAMENTO 8

3.3. PRODUTOS 16

3.4. APRESENTAÇÃO 17

4. PROJETO DE TERRAPLENAGEM E GEOMÉTRICO 18

4.1. CONCEPÇÃO DA GEOMÉTRIA 18

4.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS 18

4.3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM 19

4.4. DEFINIÇÕES BÁSICAS 20

4.5. CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM 20

4.6. DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS 21

4.7. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS 22

4.8. RESULTADOS OBTIDOS 23

4.9. APRESENTAÇÃO 23

5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 25

5.1. INTRODUÇÃO 25

5.2. PRESSUPOSTOS BÁSICOS 25

5.3. MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO 26

5.4. ESTUDO DO NÚMERO N 26

5.5. CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUB-LEITO - CBR 33

5.6. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO 36

5.7. LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO 39

5.8. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO 40

5.9. ALTERNATIVAS DE ESTRUTURAS ESTUDADAS PARA PAVIMENTAÇÃO 40
6. ESTUDOS HIDROLÓGICOS E PROJETO DE DRENAGEM 41
6.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS 41
6.2. COLETA DE DADOS 41
6.3. PLUVIOMETRIA 41
6.4. OBRAS DE ARTE CORRENTES 52
6.5. DRENAGEM SUPERFICIAL 53
6.6. RESULTADOS OBTIDOS 55
7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA RODOVIÁRIA 59
7.1. INTRODUÇÃO 59
7.2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 59
7.3. ELABORAÇÃO DO PROJETO 60
8. PROJETO DE PAISAGISMO 70
8.1. PAISAGISMO 70
8.2. TAXAS DE ADUBAÇAO E CORREÇÃO DO SOLO 73
8.3. APRESENTAÇÃO 74
9. ESTUDO DE INTERFERÊNCIAS 75
9.1. INTRODUÇÃO 75
9.2. APRESENTAÇÃO 75
10. MEMORIAL DESCRITIVO 76
10.1. MEMORIAL DESCRITIVO DE IMPLANTAÇÃO 76
10.2. SERVIÇOS À SEREM EXECUTADOS 79
10.3. ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS 81
11. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO 96
12. TERMO DE ENCERRAMENTO 98

1. APRESENTAÇÃO

A empresa Engenharia Oeste, submete à apreciação do CINCATARINA o Volume 1 – Relatório do Projeto, referente à Elaboração do Projeto Final de Engenharia, cujos dados contratuais e da rodovia estão abaixo discriminados.

Dados da rodovia:

• Trecho: Linha Uruguai

• Extensão: 8,894 km

O Projeto Final de Engenharia é apresentado nos Volumes discriminados a seguir:

• Volume 1 – Relatório de Projeto;

• Volume Anexo 1A – Notas de Serviço

• Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos;

• Volume 2 – Projeto de Execução;

• Volume 3 – Orçamento.

O conteúdo de cada volume é descrito a seguir:

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

Este Volume tem a finalidade de dar uma visão geral do projeto, contém a descrição das soluções propostas para a execução dos serviços e obras necessárias para o Projeto Final de Engenharia. Para tanto ele reúne todos os elementos necessários à elaboração da proposta para a concorrência de obras, bem como as instruções para sua elaboração.

VOLUME ANEXO 1A – NOTAS DE SERVIÇO

Este Volume contém as notas de serviço e seções de terraplenagem.

VOLUME ANEXO 1B – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Este Volume contém os boletins de sondagem, planilhas de resultados de ensaios e demais elementos dos estudos geotécnicos.

VOLUME 2 – PROJETO DE EXECUÇÃO

Este Volume contém as plantas, perfis, desenhos, quadros e demais elementos gráficos necessários à execução dos projetos.

VOLUME 3 – ORÇAMENTO

Este Volume contém os custos de todos os serviços e obras necessárias à execução do Projeto Executivo a que se refere, descrevendo e justificando os procedimentos metodológicos empregados na sua obtenção.

A seguir é apresentado o Mapa de Localização:

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO

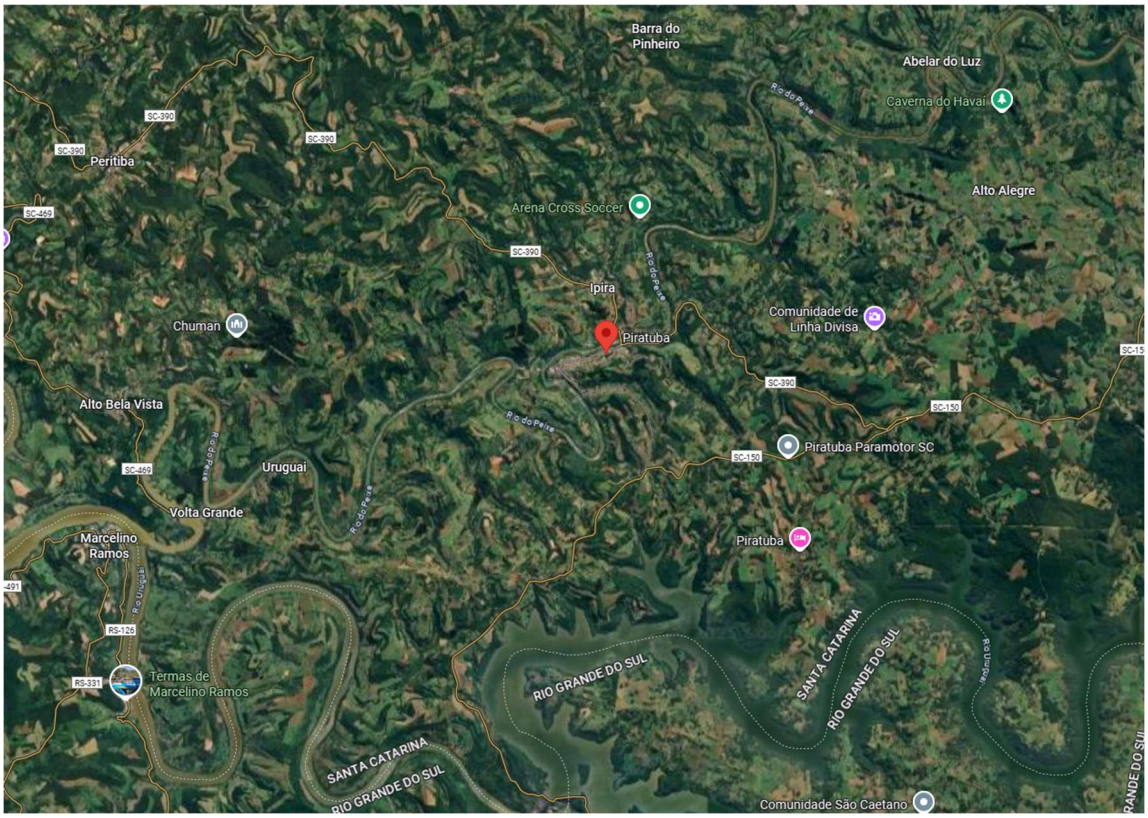
Brasil



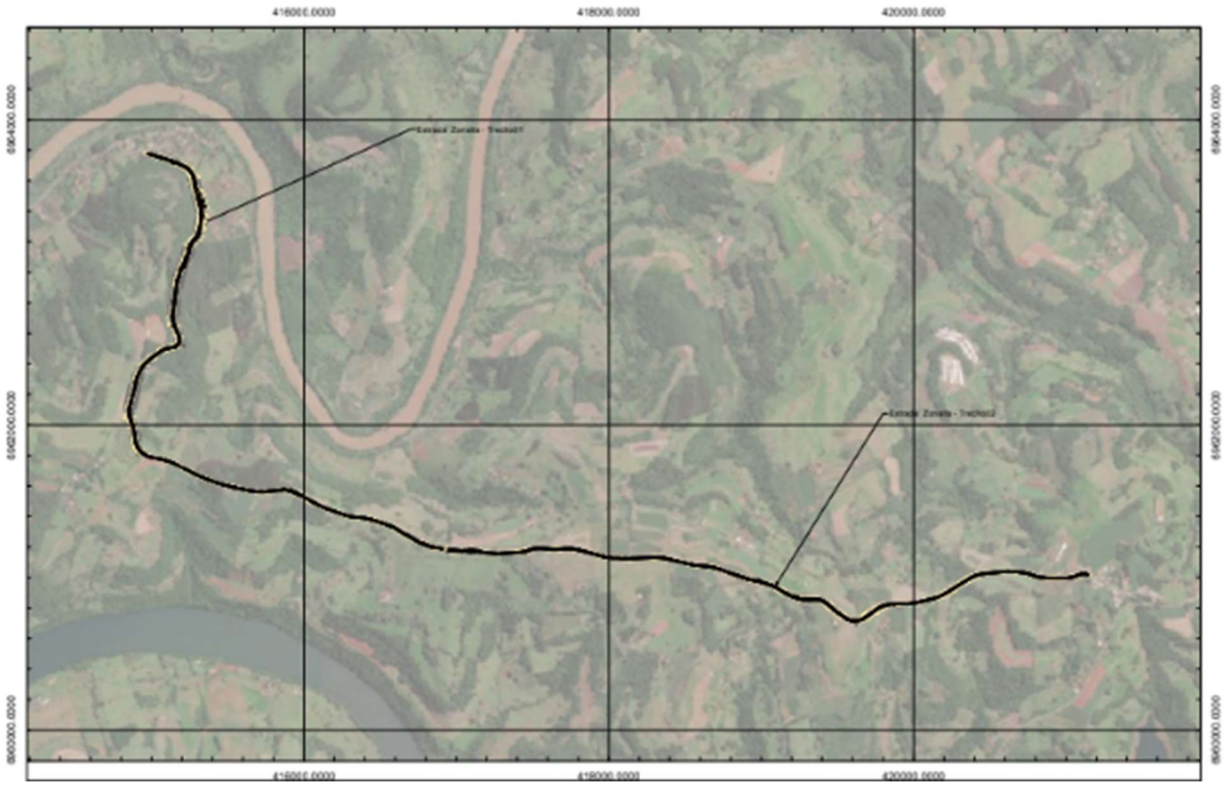
Santa Catarina



Piratuba/SC



Linha Uruguai



3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.1. INTRODUÇÃO

Os estudos topográficos realizados tiveram como objetivo fornecer toda a base planialtimétrica para o desenvolvimento do projeto objeto deste contrato e consistiram no levantamento topográfico cadastral para adequação de dispositivo e de todos os elementos de sinalização vertical, horizontal, elementos de proteção e segurança, drenagem e OAC e terraplenos/estruturas de contenção existentes, abrangendo as pistas de rolamento, bem como elementos constantes na faixa de domínio.

Os estudos topográficos foram realizados com a utilização de receptores GNSS (GPS), sendo levantamento convencional utilizando estação total e mapeamento com Drone veículo aéreo não tripulado (VANT), realizado ao longo de todo o trecho.

Neste relatório apresenta-se as metodologias de coleta de dados dos levantamentos, para obtenção de vetorização topográficas e realização do banco de dados cadastrais de rodovias através de processo de levantamentos topográficos e aerofotogramétricos.

3.2. METODOLOGIA DE TRABALHO E EQUIPAMENTO

O levantamento Planialtimétricos cadastral foram realizados combinando tecnologias como Levantamento GPS com receptores GNSS, mapeamento aéreo com Drones e levantamento por topografia convencional Estação Total utilizado nas áreas de mata.

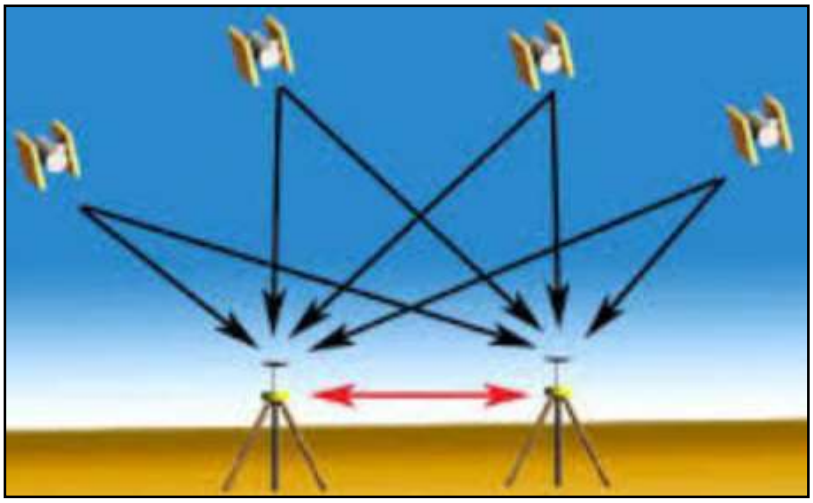
GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

Para este processo de determinação de coordenadas materializadas em campo, foram utilizadas técnicas de posicionamento global, através de receptores GNSS, onde as mesmas oferecem a possibilidade da localização precisa do ponto em campo, uma vez que os equipamentos realizam uma triangulação entre as constelações satélites, Base receptora e Rover, determinando sua posição fidedigna em relação as coordenadas.

Os equipamentos utilizados dotavam de uma tecnologia denominada RTK (*Real Time Kinematic*), ou seja, correção em tempo real. Assim como todo sistema de posicionamento por GPS (*Global Positioning System*) que pode-se dizer que é apenas uma de vários tipos de constelações de satélites existentes, o posicionamento GNSS através do método RTK, fornecerá

uma correção instantânea e maior precisão, baseando-se em medir o tempo necessário do sinal do satélite até o receptor em campo, havendo posteriormente um linha de cálculo entre a BASE e ROVER estacionados em campo como demonstrado abaixo.

Constelação GPS



Fonte: Google.

Os equipamentos trabalham através de comunicação via onda de rádio, sendo este sinal o que transportará as informações para a correção previa das coordenadas entre os pares dos receptores GNSS. Abaixo imagem e especificações do fabricante inerente aos equipamentos utilizados em campo o CHCNAV I50.

Receptor GNSS CHCNAV

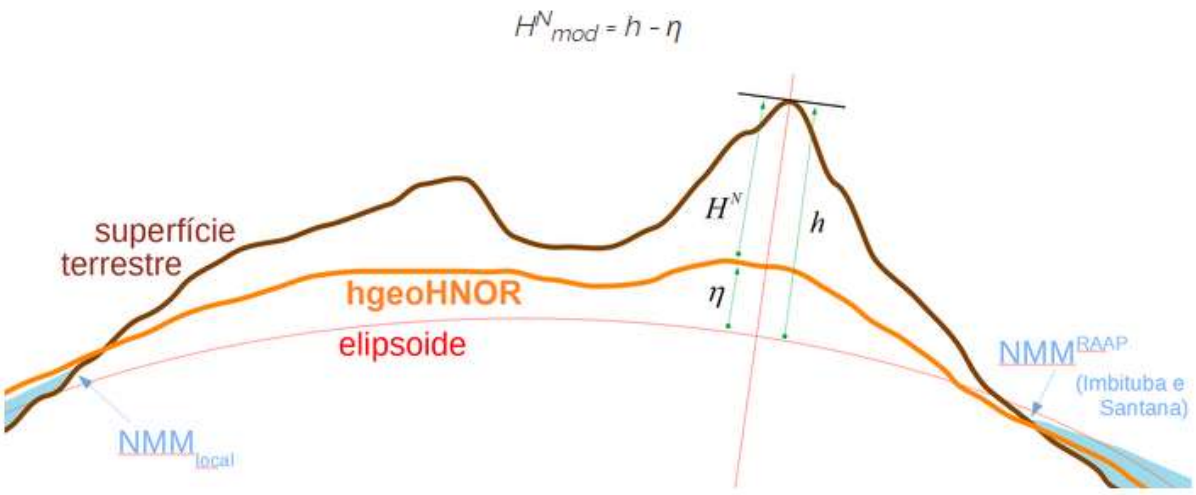


Fonte: CHCNAV.

Para o processo determinação das coordenadas UTM foram utilizados os equipamentos de alta precisão planialtimétrica, sendo um par de receptores GNSS, dos modelos CHCNAV i50.

MODELO PARA CONVERSÃO DE ALTITUDES GEOMÉTRICAS (DADAS PELOS GNSS) EM ALTITUDES FÍSICAS (COMPATÍVEIS COM O DATUM VERTICAL DO SGB)

O modelo hgeoHNOR2020 fornece a separação entre o elipsoide de referência das altitudes geométricas em SIRGAS2000 e as superfícies de referência da realização REALT-2018 da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), isto é, os data verticais de Imbituba e Santana. Dessa forma, o fator para conversão extraído do modelo (η) permite a obtenção de altitudes normais modeladas (HNmod), compatíveis com o REALT-2018, a partir de altitudes geométricas (h) resultantes de medições GNSS em regiões onde não haja cobertura adequada da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP), isto é, onde não existam estações altimétricas do SGB:



Características técnicas do receptor GNSS CHCNAV I50.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
SISTEMAS GNSS RTK CHC

CARACTERÍSTICAS GNSS		
Número de Canais		624
Sinais Rastreados		GPS: L1, L2, L2C, L5 GLONASS: L1, L2 Galileo: E1, E5a, E5b BeiDou: B1, B2, B3 SBAS: L1 QZSS: L1, L2, L5
Tecnologia avançada de redução de multicaminhamento		Sim
Medição de fase da portadora com baixo ruído		Sim
ESPECIFICAÇÕES DE DESEMPENHO (1)		
Levantamento Cinemático em Tempo Real (RTK)		Precisão Horizontal: 8 mm + 1 ppm RMS Precisão Vertical: 15 mm + 1 ppm RMS
Tempo de Inicialização (Levantamento RTK)		Menos de 10 segundos
Confiabilidade de Inicialização (Levantamento RTK)		Maior que 99.9%
Levantamento Pós-Processado (Modo estático)		Precisão Horizontal: 3 mm + 0.5 ppm RMS Precisão Vertical: 5 mm + 0.5 ppm RMS
COMUNICAÇÃO		
Modem GSM/GPRS integrado		Sim (4G)
Tecnologia Wi-Fi		Sim
Tecnologia Bluetooth®		Sim
Porta USB		Sim
Porta serial (RS-232)		Sim
Radio UHF interno CHC	Frequência	Transcepção (Rx/Tx): 410 MHz a 470 MHz
	Potência	2 Watts
Radio UHF externo CHC		DL6 (28 Watts)
Protocolos (entrada e saída)		RTCM 2.x, RTCM 3.x, CMR
Saída de dados NMEA 0183		Sim
Formato de saída dos dados brutos GNSS		HCN, RINEX 2.11, 3.02
MEMÓRIA		
Armazenamento de Dados		8 GB de memória interna
ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS		
Dimensões (largura x comprimento x altura)		140 mm x 130 mm x 106 mm
Peso		1.29 kg
Temperatura de Operação		-40 °C a +65 °C
Temperatura de Armazenamento		-40 °C a +75 °C
Umidade		95%
Índice de Proteção		IP67 (à prova d'água e poeira)
Resistência à queda (choque)		Sim (até 2 metros)
FONTE DE ALIMENTAÇÃO		
Consumo de energia		4.2 W
Capacidade de bateria íon-Lítio		3400 mAh
Autonomia das baterias (duas)		Pelo menos 8h (modo RTK)
Possibilidade de uso de duas baterias simultâneas		Sim
SOFTWARE DE TRABALHO		
Software para coleta de dados de campo		LandStar
Software para configuração do receptor GNSS		HCConfig/Wi-Fi

Fonte: CHCNAV.

IMPLANTAÇÃO E MEDIÇÃO DE PONTOS

O levantamento dos pontos realizado mediante receptores GNSS para a obtenção dos dados planialtimétricos, partindo do transporte de coordenadas dos marcos de referências implantados no trecho, levantado pontos de apoio e controle para o aerolevantamento, pontos da via a ser pavimentado, pontos de interferências(postes, murros, cercas, edificações), pontos recursos hídricos (cursos d'água, nascentes, lagos, açudes, banhados), pontos de dispositivos de drenagem existente (caixas, alas, boca de lobos, tubulações e etc.), pontos de vegetação nativa e exótica, pontos de afloramentos de rochoso entre outros elemento.

Os pontos serão medidos mediante GNSS, ou Estação Total. Além do Marcos de referência de coordenadas, são consolidados pontos de apoio/controle auxiliares ao longo do trajeto para verificação de eventuais desvios do posicionamento geodésico.

Normalmente são consolidados pontos de apoio em lugares que sejam foto-identificáveis e permanentes, como por exemplo, cantos de calçadas, cruzamentos de vias e muros, ou ainda podendo ser utilizados pontos notáveis ao longo da área levantada, como construções, elementos de drenagem, interseções e marcas de sinalização. Para o levantamento dos pontos de campo, foram realizados de modo que sejam adequados para a validação da ortofoto do mapeamento com drone.

Para a verificação da acurácia e precisão do ortomosaico produzido, foram implantados ao longo da do trecho alvos pré-sinalizados, distribuídos entre pontos de controle e pontos de checagem, denominados pontos de apoio.

Os modelos usados formam uma cruz, ao longo das pistas e acostamentos de fácil identificação.

As coordenadas tridimensionais de todos os alvos pré-sinalizados foram obtidas por posicionamento geodésico pelo método de posicionamento RTK (*Real Time Kinematic*) a partir de coordenadas transportadas dos Marcos Base, usando um par de receptores de sinais GNSS, base e móvel foram configurados com taxa de gravação de um segundo.

LEVANTAMENTO POR DRONES

Houve a necessidade de realizar o mapeamento aéreo com drone para aquisição de imagens para geração de ortophotos georreferenciadas. Para tal foi utilizado um drone da marca DJI, modelo *Mavic* 3E Enterprise PPK.

Drone *Mavic 3E Enterprise PPK*



Fonte: Google.

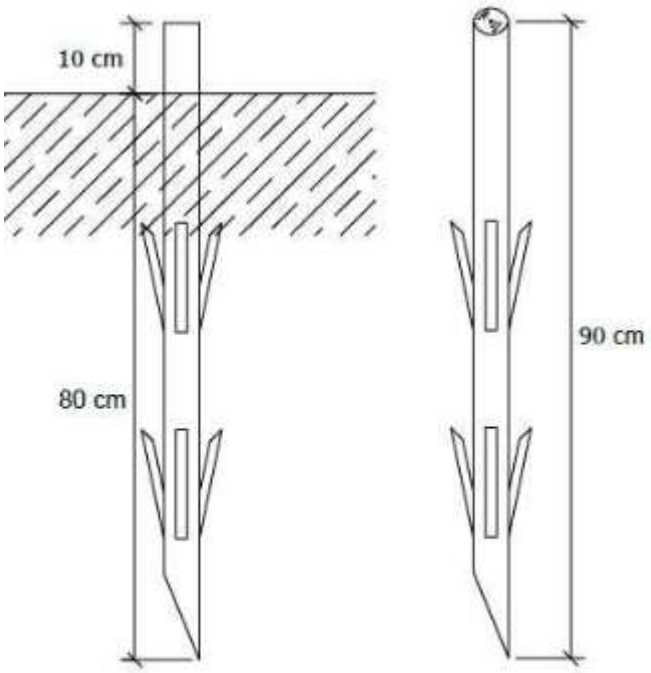
O processo de aerolevantamento, iniciou com o planejamento das faixas de voos que foram executadas em campo. Um fator importante considerado no planejamento dos voos foi a verificação das condições atmosféricas para as datas previstas da execução dos voos. O trabalho de campo foi executado em três etapas:

1. Na primeira etapa foi realizada a implantação dos GCPs (*Ground Control Points*), também chamados de pontos de apoio. Esses alvos foram pintados sobre o solo, com o objetivo de serem facilmente identificáveis nas fotografias e no ortomosaico. A forma e dimensões dos alvos pré-sinalizados seguiram as recomendações do Manual de Aerotriangulação do Ministério da Defesa (1984) e de Wolf (2004), e foram distribuídos de forma homogênea nos blocos.
2. A segunda etapa realizada foi a determinação das coordenadas tridimensionais dos pontos de apoio ou verificação, utilizando receptores de sinais GNSS. Os receptores utilizados são classificados como geodésicos de dupla frequência (L1 e L2); os métodos de posicionamento adotados foram o RTK (*Real Time Kinematic*) e o estático rápido. No posicionamento utilizando o método RTK, o receptor denominado de base foi posicionado em um local de coordenadas previamente conhecidas e de maior altitude da área de estudo de modo a facilitar a comunicação entre o receptor móvel e o receptor base em todos os pontos ocupados.
3. A terceira e última etapa do trabalho de campo foi realizada a execução dos voos fotogramétricos. Os voos foram realizados em modo autônomo, sendo o Drone conduzido remotamente, nas faixas previamente estipuladas, pelo programa computacional DJI Pillot 2. Os parâmetros de orientação exterior (posição e altitude) obtidos de forma direta, pelo sistema inercial e GPS instalados no Drone.

Os pontos de controle são pontos foto-identificáveis, sejam eles, objetos, alvos ou detalhes no terreno, e que irão aparecer nas imagens aéreas. São utilizados para fazer a correção entre o sistema de coordenadas da imagem com o do terreno e serão utilizados no software de processamento.

MARCOS TOPOGRÁFICOS

Para a orientação do levantamento planialtimétrico cadastral, foram implantados e rastreados pares de marcos bases para início dos trabalhos de levantamentos no trecho e ao longo da rodovia, suas fotos se encontram em suas monografias. Sendo utilizados marcos de ferro conforme imagem abaixo.



MARCO DE FERRO

Para determinação das coordenadas dos pontos de apoio foram utilizados rastreadores de satélites GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) de dupla frequência das marcas CHCNAV I50 RTK integrado, indicado para levantamentos estáticos, cinemáticos e RTK de 220 canais universais capaz de receber sinais de GPS, GLONASS, GALILEO E BEIDOU. Taxas de atualização de até 20 Hz. Precisão horizontal de 3mm+ 0,5ppm para levantamento planialtimétrico.

As coordenadas do Marco Base, utilizadas nos trabalhos, foram rastreadas conforme necessidade em campo, fornecendo o apoio necessário para os trabalhos. Os relatórios de processamento através do método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso-IBGE), e monografia dos demais marcos pós-processados encontram-se abaixo.

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

Sumário do Processamento do marco: MC183

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/07/17 10:52:37,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/07/17 12:54:42,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCI50 NONE
Órbitas dos satélites:[1]	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s)**:**	1,00
Sigma[2] **da pseudodistância**(m)**:**	5,000
Sigma da portadora(m)**:**	0,010
Altura da Antena[3](m)**:**	1,662
Ângulo de Elevação(graus)**:**	10,000
Resíduos da pseudodistância(m)**:**	1,68 GPS 1,85 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm)**:**	0,80 GPS 1,02 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]	-27° 26´ 13,9045"	-51° 46´ 32,6263"	413,52	6964900.657	423334.366	-51
Na data do levantamento[5]	-27° 26´ 13,8947"	-51° 46´ 32,6279"	413,52	6964900.958	423334.320	-51
Sigma(95%)[6] (m)	0,002	0,004	0,009			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA		
Fator para Conversão (m):	6,24	**Incerteza (m):**	0,08
Altitude Normal (m):	407,28		

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.

3.3. PRODUTOS

Conforme exposto a Metodologia de Trabalho, os produtos obtidos diretamente do levantamento são de pontos georreferenciadas, mosaicos de ortofotos e nuvem de pontos. Todos no Datum

horizontal UTM Sirgas 2000 e Datum vertical Marégrafo de Imbituba. Através destes produtos é possível extrair as informações para os cadastros topográficos solicitados.

3.4. APRESENTAÇÃO

PLANTA

- Projeto Executivo Planialtimétrico (Escala1:1.000 no formato A3);
- Representação do alinhamento projetado, contando os elementos notáveis (estaqueamento, localização dos pontos notáveis, quadro de curvas, etc.);
- Desenho topográfico, com indicação das curvas de nível;
- Representação da malha de coordenadas;
- Completo cadastro da faixa topográfica levantada.

4. PROJETO DE TERRAPLENAGEM E GEOMÉTRICO

4.1. CONCEPÇÃO DA GEOMÉTRIA

Com a utilização de imagens do aerolevantamento, modelo de digital de terreno e visita in-loco, foi possível definir as principais características topográficas do terreno, bem como se obter o cadastramento de pontos fundamentais, tais como: acesso principais, bueiros, benfeitorias existentes na faixa da estrada, etc. As correções geométricas levaram em conta, fundamentalmente, soluções econômicas, sem comprometer, porém, a segurança do tráfego.

4.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

Obs. Larguras e disposição das pistas de rolamento e passeios foram fornecidos pela prefeitura.

PROJETO GEOMÉTRICO

O roteiro dos procedimentos seguidos na fase de elaboração do projeto, compreendem:

• Importação dos dados topográficos (coordenadas e cotas) da nuvem de pontos levantados através da estação total, para o software AutoCAD Civil 3D;

• Lançamento do eixo locado;

• Definição das curvas horizontais, através do software AutoCAD Civil 3D;

• Cálculo do estaqueamento do eixo de projeto também através do software AutoCAD Civil 3D;

• Processamento no software AutoCAD Civil 3D, após alimentação de dados como parâmetros das ruas laterais e dos ramos dos acessos.

O lançamento do greide de projeto, efetuou-se, segundo a diretriz existente com a introdução de melhorias conforme as normas técnicas aplicáveis. Na sua elaboração foram adotados os seguintes procedimentos:

• Lançamento do greide de projeto no perfil longitudinal do terreno, traçado na escala H = 1:1000 e V = 1:100, e definição das curvas verticais;

• Alimentação do software AutoCAD Civil 3D com dados referentes a estacas e cotas dos PIV's e dados das curvas e cálculo dos elementos verticais;

• O ajuste final do greide de projeto levou em consideração a análise das seções transversais;

• Cálculo dos volumes de corte e de aterro através do processamento do software AutoCAD Civil 3D;

• Importação dos desenhos de planta e perfil do software AutoCAD Civil 3D para o programa AutoCAD, para o devido detalhamento e acabamento.

Parâmetros geométricos do alinhamento horizontal sempre que possível buscou-se implantar raios de curvaturas horizontais maiores que de forma a não ser necessário o emprego de curvas com espirais, como também a implantação da superelevação.

4.3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem compreendeu, em linhas gerais:

•Cálculo eletrônico das Notas de Serviço;
•Cálculo eletrônico dos Volumes de Cortes e Aterros;
•Análise geotécnica, visando a classificação dos materiais a serem escavados e sua quantificação;
•Cálculo das DMT's, objetivando minimizar as distâncias de transporte em função do equipamento utilizado;
•Distribuição racional dos volumes a serem escavados em cortes, indicando a origem e a destinação nas camadas de aterros ou em eventuais bota-foras;
•Definição do fator de homogeneização a ser adotados nos aterros;
•Cálculo da área de desmatamento, destocamento e limpeza.

- Os volumes de corpo de aterro, acabamento de terraplenagem e ombros foram calculados através das áreas obtidas pelas seções transversais gabaritadas.

- As áreas de desmatamento, destocamento e limpeza de camada vegetal foram calculadas em planta, considerando os offsets e excetuando-se as pistas existentes pavimentadas.

- Os volumes das ombreiras (área de aterro na largura destinada à drenagem, na cota do pavimento e passeios) foram indicados para compactação manual (soquete vibratório).

4.4. DEFINIÇÕES BÁSICAS

Os elementos básicos empregados no projeto foram:

•Geometria das vias definidas no projeto geométrico;
•Larguras das plataformas.

A geometria dos taludes foi definida em função dos taludes da pista atual. Foram adotados:

•Taludes de corte em rocha:
- Inclinação: 10,0: 1,0 (V/H)

•Taludes de corte em solo:
- Inclinação: 1,0: 1,0 (V/H)

•Taludes de aterro em solo e rocha:
- Inclinação: 1,0: 1,5 (V/H)

Os estudos geotécnicos de subleito forneceram indicações para se proceder a classificação e destino dos materiais escavados, bem como locais de empréstimos concentrados.

4.5. CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi realizado por meio de processamento eletrônico de dados. As planilhas de cubação indicam as áreas de corte e aterro das seções do terrapleno, bem como as áreas e os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros

(volume geométrico). Os volumes dos aterros foram subdivididos, através das seções transversais gabaritadas, em camadas de corpo de aterro, camada final de terraplenagem.

Para compensar as perdas no transporte, diferenças entre a densidade “in situ” e a densidade do maciço compactado e eventuais excessos de largura, os volumes dos aterros foram calculados com acréscimos definidos pelos fatores de homogeneização, conforme relacionado a seguir.

Corpo de Aterro (PN): $F_h = 1,30$;

Acabamento de Terraplenagem (PI): $F_h = 1,30$;

4.6. DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS

Nos quadros de distribuição de terra são apresentados os resultados do balanço da distribuição dos materiais e o destino dos materiais escavados, conforme sua classificação, definindo o plano de execução da terraplenagem.

As distâncias de transporte foram calculadas com base na posição dos centros de gravidade dos maciços, tomando-se a distância real definida pelas condições geométricas e de fluxo atual da via existente.

Foram também observadas, na distribuição, as características geotécnicas dos solos a serem empregados nos aterros, tendo em vista o valor do ISC de projeto adotado no dimensionamento do pavimento e a expansão dos materiais.

Para isto, foi usada a seguinte nomenclatura, com as respectivas descrições:

•Cortes: são segmentos de rodovia cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e/ou no interior dos limites das seções do projeto (*off-sets*) que definem o corpo estradal. Os últimos 0,60m dos cortes deverão ser tratados e compactados

de acordo com a seguinte metodologia de execução: remoção de 0,40m abaixo da cota do subleito, tratamento e compactação do solo de fundação resultante na espessura de 0,20m, na energia de referência do Próctor intermediário, e reaterro na espessura de 0,40m, em 2 camadas de 0,20m, compactadas na energia de referência também do Próctor Intermediário.

•Aterros: Quando as características geotécnicas dos materiais apresentarem ISC ≥ 2% e expansão ≤ 4%, poderão ser utilizados, no corpo de aterro. O grau de compactação será de 100%, na energia de referência do Proctor Normal;

•Acabamento de terraplenagem: Os últimos 0,60m dos aterros serão compactados com grau de compactação de 100% do Proctor Intermediário, em camadas de 0,20m, utilizando material com ISC ≥ ISCproj e/ou expansão ≤ 2%. ISC de PROJ = 12%.

•Troca de Material (Substituição do Material do Subleito): são segmentos da rodovia cuja operação indica a remoção dos materiais com ISC< ISC_{prj} e/ou expansão > 2%. Nesses locais após a remoção dos materiais, é indicada a colocação de novos materiais atendendo aos mesmos parâmetros geotécnicos para o acabamento de terraplenagem.

4.7. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

•Bota-foras

A distribuição dos materiais de terraplenagem indicou volumes de materiais excedentes (sem qualidade para aplicação na camada final de terraplenagem), e remoção do subleito para substituição. Os materiais removidos foram indicados para corpo de aterro ou bota-fora quando excedentes. Os materiais de limpeza e desmatamento também estão sendo indicados para bota-fora. Estes volumes poderão ser aproveitados na conformação e cobertura vegetal do passivo ambiental localizado entre outras áreas.

As áreas de bota-foras e caminhos de serviços devem ser adequadamente conformadas e receber a aplicação de hidrossemeadura, além de quaisquer outras intervenções em terraplenagem, quando o projeto de paisagismo não oferecer uma solução.

- Escalonamento

Nos segmentos de aterros projetados sobre encostas íngremes os taludes existentes deverão ser escalonados objetivando garantir a estabilidade dos maciços e viabilizando a operação da execução (largura de máquina, mínimo de 3,0m) nos locais com fatias de aterro estreitas. Para estes dispositivos não houve necessidade de escalonamento.

4.8. RESULTADOS OBTIDOS

De posse nos estudos de traçado e recomendações, foram obtidos os seguintes resultados para implantação:

A geometria buscou ao máximo viabilizar a implantação levando em consideração o todas as edificações entre outros pontos de interferências existentes, buscando sempre minimizar as interferências no projeto, sempre respeitando as diretrizes e normas vigentes.

4.9. APRESENTAÇÃO

PLANTA

- Projeto Executivo Planialtimétrico (Escala1:1.000 no formato A3);
- Representação do alinhamento projetado, contando os elementos notáveis (estaqueamento, localização dos pontos notáveis, quadro de curvas, etc.);
- Desenho topográfico, com indicação das curvas de nível;
- Representação da malha de coordenadas;
- Completo cadastro da faixa topográfica levantada;
- Planilhas cálculo de volume e Distribuição de Materiais de Terraplenagem;
- Notas de Serviço de Pavimento Acabado, de forma gráfica (seções transversais gabaritadas) - Volume Anexo 1A – Notas de Serviço;

PERFIL

- Projeto Executivo Altimétrico (Escala H=1:1.000 / V=1:100 formato A3);
- Representação do perfil do terreno natural;

- Representação do greide projetado (greide de pavimento acabado), contendo os dados dos pontos notáveis (PCV's, PIV's e PTV's), elementos das parábolas e valores das declividades longitudinais.

5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

5.1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem a finalidade de descrever os procedimentos de cálculo utilizados para determinação da estrutura de pavimento novo a serem empregada na implantação das melhorias previstas. De modo geral, o presente documento contém:

- informações relativas à previsão do tráfego solicitante do pavimento, conforme Estudos de Tráfego;
- análise/interpretação das investigações geotécnicas realizadas, envolvendo:
  - sondagens a trado, coleta de amostras e ensaios em laboratório;
  - inspeção para a identificação das estruturas de pavimentos existentes na área de projeto;
- avaliação da disponibilidade e características dos materiais da região para emprego em camadas de pavimento, sendo identificada a ocorrência de:
  - agregados pétreos britados (pedreiras comerciais);
  - jazidas de saibro (materiais predominantemente arenosos);
- considerações relativas ao tipo de estrutura adotada e parâmetros/premissas considerados no dimensionamento da estrutura de pavimento;
- memória de cálculo do dimensionamento (metodologia oficial do DNIT);
- dispositivos de drenagem subsuperficial;
- especificações básicas de materiais e serviços aplicáveis.

5.2. PRESSUPOSTOS BÁSICOS

Os seguintes pressupostos básicos foram observados para a concepção e dimensionamento da estrutura de pavimento:

I. Deverá existir sempre uma drenagem superficial adequada e o lençol d'água subterrâneo deverá estar a, no mínimo, 1,5 m em relação à camada final de terraplenagem, sendo previsto drenos nos locais necessários, demonstrados no projeto de drenagem;

II. A camada final de terraplenagem (fundação/subleito da estrutura de pavimento) deverá ser constituída por solos com capacidade de suporte igual ao superior ao CBRproj., com os materiais compactados na energia do Proctor Intermediário (referência da energia executada nos ensaios).

III. As camadas constituintes da estrutura de pavimento deverão ser executadas de acordo com as especificações técnicas do DEINFRA/SC e DNIT, conforme indicações do projeto, sem as quais estes dimensionamentos não terão validade.
IV. A fiscalização deverá acompanhar a abertura da caixa de pavimento para constatar e garantir que não ocorrerá acúmulo de água entre as estruturas de pavimento.
V. Se o subleito local apresentar capacidade de suporte (CBR) inferior ao valor admitido no projeto (CBRproj.), deverá ser promovida a substituição do solo local (espessuras variáveis, com material proveniente de jazida de empréstimo com capacidade de suporte superior ao preconizado em projeto, para que todas as deflexões de controle especificadas sejam respeitadas).

5.3. MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Sendo uma estrutura complexa de dimensionamento é necessário um grande número de simplificações. Podendo a formulação do dimensionamento da seguinte forma: empírico, mecânístico e teórico experimental. Notadamente percebemos a sua complexidade pois se espera de um pavimento uma espessura adequada para que o subleito suporte com o trânsito esperado no tempo estipulado no dimensionamento.

Método Empírico do DNER ou Método do DNER; Consiste em uma adaptação realizada pelo Eng°Murillo Lopes de Souza em 1966, do método desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. Sendo este um método baseado na resistência dos solos de fundação e dos materiais de pavimentação.

5.4. ESTUDO DO NÚMERO N

Este trabalho foi desenvolvido conforme as seguintes etapas:

Pesquisa de Tráfego

Realização de pesquisas de Contagem Volumétrica Classificada na rodovia, com duração de 1 dias, com 16 horas, nas quais estão incluídos os horários de pico dos respectivos dispositivos:

- Linha Uruguai – Estaca 263+12,00;

A contagem dos veículos foi realizada de maneira mecanizada com disposto de câmera, com pós-processamento em escritório.

Estudos de tráfego

Elaboração das tabelas com os volumes de tráfego, por tipo de veículo, para diversos períodos de análise, incluindo:

a) Ano de contagem,

Contagem Volumétrica Classificada de Veículos – CVC

Para conhecimento do fluxo de veículos atual foram realizadas contagens volumétricas classificadas de veículos durante de 1 dia e 16 horas, no dia 04/12/2025;

A figura a seguir ilustra está posto de pesquisa



Imagem 01 – Trecho em Estudo

Cálculo do Número N

Os métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis da ASSHTO (American Association of State Highwayand Transportation Officials) e do USACE (United Stades Army Corpsof Engineers), os mais usuais no Brasil, se baseiam em número de repetições de passagens dos veículos ao longo do tempo.

Como padrão, calcula-se esta solicitação através de um eixo padrão de 8,2 toneladas.

Utilizamos a expressão abaixo para calcular o número “N”

$$N = 365 \sum_{i=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} F_{ij} E_i p_i$$

Onde:

Fij = Fluxo médio diário do tipo de veículo i no ano j;

m = Número de tipos de veículo;

n = Número de anos de projeto;

Ei = Número equivalente de passagens do eixo padrão que causa o mesmo impacto sobre o pavimento do que a passagem de um veículo do tipo i (este parâmetro é conhecido como “Fator de Veículo”);

Pi = Percentual dos veículos do tipo i que utilizam a faixa de projeto.

Para um dado tipo de veículo, o fator de veículo representa a condição de carregamento com a média dos veículos desse tipo. Para uma rodovia de tráfego pesado e com poucos vazios e muitos com sobrecarga e o fator de veículo é alto.

Em algumas outras rodovias podem possuir forte presença de veículos vazios sendo o fator de veículo naturalmente menor.

Sendo que de qualquer forma iremos calcular em dois métodos usuais da AASHTO e do USACE, sendo que ambas as situações utilizam a passagem do eixo padrão sobre o pavimento.

Devemos além da passagem dos veículos padrão leva rem conta a distribuição de pesos por eixos.

Para o cálculo do número “N” iremos adotar o maior VDM para efeito de dimensionamento:

TRECHO HOMOGÊNEO Estaca 263+12,00										
VDMA SENTIDO BAR ZONOALTA - LINHA URUGUAI										
CAMINHÕES			CARRETAS					ÔNIBUS		TOTAL
Nº EIXOS			Nº EIXOS					Nº EIXOS		
2	**3**	**4**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7 ou +**	**2**	**3 ou +**	
19	23	30	14	18	0	2	2	6	0	114
VDMA SENTIDO LINHA URUGUAI - BAR ZONOALTA										
CAMINHÕES			CARRETAS					ÔNIBUS		TOTAL
Nº EIXOS			Nº EIXOS					Nº EIXOS		
2	**3**	**4**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7 ou +**	**2**	**3 ou +**	
22	20	29	17	21	0	2	2	6	0	119

Contagem de Veículos realizada no Posto de Contagem Pista

TRECHO HOMOGÊNEO Estaca 263+12,00										
VDMA SENTIDO LINHA URUGUAI - BAR ZONOALTA										
CAMINHÕES			CARRETAS					ÔNIBUS		TOTAL
Nº EIXOS			Nº EIXOS					Nº EIXOS		
2	**3**	**4**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7 ou +**	**2**	**3 ou +**	
22	20	29	17	21	0	2	2	6	0	119

Contagem de Veículos Adotada

As distribuições e os dados de veículos são apresentados na Tabela a seguir:

Fatores de Veículo por configuração de veículo.

FATORES DE VEÍCULOS PARA CARGA MÁXIMA COM TOLERÂNCIA DE 10% (RESOLUÇÃO CONTRAN Nº 489/2014)																								
Classe / Tipo			Configuração	Fatores de veículos - sem carga							Fatores de veículos - Carga Legal							Fatores de veículos p/ Carga com tolerância						10%
				F.V.	1º	2º	3º	4º	5º	F.V.(veículos)	F.V.	1º	2º	3º	4º	5º	F.V.(veículos)	F.V.	1º	2º	3º	4º	5º	F.V.(veículos)
Veículo Leve	PASSEIO			ASSHTO							ASSHTO							ASSHTO						
				USACE							USACE							USACE						
	UTILITÁRIOS			ASSHTO							ASSHTO							ASSHTO						
				USACE							USACE							USACE						
Onibus	ÔNIBUS			ASSHTO	0,0164	0,264				0,28	ASSHTO	0,057	0,691				0,748	ASSHTO	0,327	2,394				2,721
				USACE	0,017	0,278				0,295	USACE	0,0545	0,681				0,736	USACE	0,278	3,289				3,567
	TRIBUS			ASSHTO							ASSHTO							ASSHTO						
				USACE							USACE							USACE						
VEÍCULOS COMERCIAIS	CAMINHÕES	CAMINHÃO LEVE	2C LEVE	ASSHTO	0,0001	0,0023				0,002	ASSHTO	0,003	0,046				0,049	ASSHTO	0,003	0,076				0,079
				USACE	0,0002	0,0034				0,004	USACE	0,034	0,055				0,089	USACE	0,003	0,087				0,090
		CAMINHÕES MÉDIOS E PESADOS	2C	ASSHTO	0,016	0,12				0,136	ASSHTO	0,327	2,394				2,721	ASSHTO	0,494	3,614				4,108
				USACE	0,017	0,134				0,151	USACE	0,278	3,289				3,567	USACE	0,408	5,97				6,378
			3C	ASSHTO	0,016	0,022				0,038	ASSHTO	0,327	1,642				1,969	ASSHTO	0,494	2,437				2,931
				USACE	0,017	0,08				0,097	USACE	0,278	8,549				8,827	USACE	0,408	14,418				14,826
			4C	ASSHTO	0,016	0,019				0,035	ASSHTO	0,327	1,56				1,887	ASSHTO	0,494	2,332				2,826
				USACE	0,017	0,128				0,145	USACE	0,278	9,3				9,578	USACE	0,408	15,827				16,235
		CAMINHÕES COM SEMI-REBOQUE	2S1	ASSHTO	0,016	0,12	0,12			0,256	ASSHTO	0,327	2,394	2,394			5,115	ASSHTO	0,494	3,614	3,614			7,722
				USACE	0,017	0,134	0,134			0,285	USACE	0,278	3,289	3,289			6,856	USACE	0,408	5,97	5,97			12,348
			2S2	ASSHTO	0,016	0,12	0,022			0,158	ASSHTO	0,327	2,394	1,642			4,363	ASSHTO	0,494	3,614	2,437			6,545
				USACE	0,017	0,134	0,08			0,231	USACE	0,278	3,289	8,549			12,116	USACE	0,408	5,97	14,418			20,796
			2S3	ASSHTO	0,016	0,12	0,019			0,155	ASSHTO	0,327	2,394	1,56			4,281	ASSHTO	0,494	3,614	2,332			6,440
				USACE	0,017	0,134	0,128			0,279	USACE	0,278	3,289	9,3			12,867	USACE	0,408	5,97	15,827			22,205
			3S2	ASSHTO	0,016	0,022	0,022			0,06	ASSHTO	0,327	1,642	1,642			3,611	ASSHTO	0,494	2,437	2,437			5,368
				USACE	0,017	0,08	0,08			0,177	USACE	0,278	8,549	8,549			17,376	USACE	0,408	14,418	14,418			29,244
			3S3	ASSHTO	0,016	0,022	0,019			0,057	ASSHTO	0,327	1,642	1,56			3,529	ASSHTO	0,494	2,437	2,332			5,263
				USACE	0,017	0,08	0,128			0,225	USACE	0,278	8,549	9,3			18,127	USACE	0,408	14,418	15,827			30,653
		CAMINHÕES COM REBOQUE	2C2	ASSHTO	0,016	0,12	0,12			0,256	ASSHTO	0,327	2,394	2,394			5,115	ASSHTO	0,494	3,614	3,614			7,722
				USACE	0,017	0,134	0,134			0,285	USACE	0,278	3,289	3,289			6,856	USACE	0,408	5,97	5,97			12,348
			2C3	ASSHTO	0,016	0,12	0,12			0,256	ASSHTO	0,327	2,394	2,394			5,115	ASSHTO	0,494	3,614	3,614			7,722
				USACE	0,017	0,134	0,134			0,285	USACE	0,278	3,289	3,289			6,856	USACE	0,408	5,97	5,97			12,348
			3C2	ASSHTO	0,016	0,022	0,12			0,158	ASSHTO	0,327	1,642	2,394			4,363	ASSHTO	0,494	2,437	3,614			6,545
				USACE	0,017	0,08	0,134			0,231	USACE	0,278	8,549	3,289			12,116	USACE	0,408	14,418	5,97			20,796
			3C3	ASSHTO	0,016	0,022	0,12			0,158	ASSHTO	0,327	1,642	2,394			4,363	ASSHTO	0,494	2,437	3,614			6,545
				USACE	0,017	0,08	0,134			0,231	USACE	0,278	8,549	3,289			12,116	USACE	0,408	14,418	5,97			20,796
		TREMINHÃO	3C4	ASSHTO	0,016	0,022	0,022			0,06	ASSHTO	0,327	1,642	1,642			3,611	ASSHTO	0,494	2,437	2,437			5,368
				USACE	0,017	0,08	0,08			0,177	USACE	0,278	8,549	8,549			17,376	USACE	0,408	14,418	14,418			29,244
		TREMINHÃO	3T6	ASSHTO	0,016	0,022	0,022	0,022	0,022	0,104	ASSHTO	0,327	1,642	1,642	1,642	1,642	6,895	ASSHTO	0,494	2,437	2,437	2,437	2,437	10,242
				USACE	0,017	0,08	0,08	0,08	0,08	0,337	USACE	0,278	8,549	8,549	8,549	8,549	34,474	USACE	0,408	14,418	14,418	14,418	14,418	58,080

Fatores de Veículo –Distribuição Pista.

ESTRADA RURAL LINHA URUGUAI															
EIXOS	CAMINHÕES			CAMINHÕES					CAMINHÕES COM REBOQUE				TREMINHÃO	TREMINHÃO	TOTAL
	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3T6	
	2	3	4	3	4	5	5	6	4	5	5	6	7	9	
VDMA	28	20	29	17	13				8			2	2		119
%	23,53%	16,81%	24,37%	14,29%	10,92%	0,00%	0,00%	0,00%	6,72%	0,00%	0,00%	1,68%	1,68%	0,00%	100,00%

Fatores de Veículo –Pista

FATOR DE VEÍCULO											
VEÍCULO		INCIDÊNCIA	CLASSE (%)	USACE				AASHTO			
				20,00%	70,00%	10,00%		20,00%	70,00%	10,00%	
ÔNIBUS	2C	100%		0,30	0,74	3,57	-	0,28	0,75	2,72	-
CAMINHÕES	2C	100%	23,53%	0,15	3,57	6,38	0,75	0,14	2,72	4,11	0,55
	3C	100%	16,81%	0,10	8,83	14,83	1,29	0,04	1,97	2,93	0,28
	4C	100%	24,37%	0,15	9,58	16,23	2,04	0,04	1,89	2,83	0,39
CAMINHÕES COM SEMI REBOQUE	2S1	100%	14,29%	28,00%	6,86%	12,35%	0,02	0,26%	5,12%	7,72%	0,01
	2S2	100%	10,92%	0,23	12,12	20,80	1,16	0,16	4,36	6,55	0,41
	2S3	100%	0,00%	0,28	12,87	22,21	0,00	0,16	4,28	6,44	0,00
	3S2	100%	0,00%	0,18	17,38	29,24	0,00	0,06	3,61	5,37	0,00
	3S3	100%	0,00%	0,23	18,13	30,65	0,00	0,06	3,53	5,26	0,00
CAMINHÕES COM REBOQUE	2C2	100%	6,72%	0,28%	6,86%	12,35%	0,00	0,26%	5,12%	7,72%	0,00
	2C3	100%	0,00%	0,28	6,86	12,35	0,00	0,26	5,12	7,72	0,00
	3C2	100%	0,00%	0,23	12,12	20,80	0,00	0,16	4,36	6,55	0,00
	3C3	100%	1,68%	0,23	12,12	20,80	0,18	0,16	4,36	6,55	0,06
TREMINHÃO	3C4	100%	1,68%	0,18	17,38	29,24	0,25	0,06	3,61	5,37	0,05
TREMINHÃO	3T6	100%	0,00%	0,34	34,47	58,08	0,00	0,10	6,90	10,24	0,00
FV TOTAL							5,69				1,76

Volume Diário Médio - VDM

O número “N” foi dimensionado considerando o Volume Diário Médio (VDM) de acordo com a contagem de tráfego.

Estimativa de taxas de crescimento do tráfego

De acordo com o crescimento sócio econômico regional, crescimento médio anual do PIB e diversos outros fatores relacionados a estudos recentes de tráfego feitos no estado de Santa Catarina.

Os valores de taxa de crescimento definidos pela Concessionária é utilizado uma projeção de 10 (dez) anos com abertura de tráfego em 2030, foram:

a) 3% Ônibus ; 3% Caminhões;

Resultados

Os métodos utilizados para o dimensionamento foram USACE E AASHTO, sendo considerado 85,00% dos veículos na faixa de projetos, e o ano de inauguração 2030 com uma taxa de crescimento de 3,00%.

Os resultados de Número “N” para do projeto proposto, para rodovia e marginal, equivalente a 10% do VDM da pista, são apresentados de forma gráfica de acordo com a geometria de projeto e exibidos a seguir.

Número “N” para Pista da Avenida 18 de Fevereiro.

PROJEÇÃO "N"									
TRÁFEGO DA RODOVIA									
ANO	VOLUME DE TRÁFEGO			FV		VALORES DE "N"			
	DIÁRIO (Taxa=3%)	FP = 1,0	ANUAL	USACE	AASTHO	USACE		AASTHO	
	VMDA	VMDA X FP	VMDA X FP X 365	FV_{TOTAL}	FV_{TOTAL}	N_{ANO} X 10^6	N_{ACUM} X 10^6	N_{ANO} X 10^6	N_{ACUM} X 10^6
2025	119	119	43435	5,69	1,76				
2026	122	122	44530	5,69	1,76	0,25	0,25	0,07	0,07
2027	125	125	45625	5,69	1,76	0,25	0,50	0,08	0,15
2028	128	128	46720	5,69	1,76	0,26	0,76	0,08	0,23
2029	131	131	47815	5,69	1,76	0,27	1,03	0,08	0,31
2030	134	134	48910	5,69	1,76	0,27	1,30	0,08	0,39
2031	138	138	50370	5,69	1,76	0,28	1,58	0,08	0,47
2032	142	142	51830	5,69	1,76	0,29	1,87	0,09	0,56
2033	146	146	53290	5,69	1,76	0,30	2,17	0,09	0,65
2034	150	150	54750	5,69	1,76	0,31	2,48	0,09	0,74
2035	154	154	56210	5,69	1,76	0,31	2,79	0,09	0,83
2036	158	158	57670	5,69	1,76	0,32	3,11	0,10	0,93
						N_{USACE} 3,11E+06		N_{AASTHO} 9,30E+05	

Sendo $N_{USACE} > N_{AASTHO}$, adotaremos para verificação da rodovia **N_{USACE} = 3,11+06.**

5.5. CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUB-LEITO - CBR

Foram realizados ensaios em todos os segmentos que iram sofrer com implantação do pavimento levando em conta sua localização tratando o segmento de forma homogênea.

A seguir quadro resumo dos ensaios realizados e amostras coletadas:

Resultados da Análise de Solo.

Municipio de Piratuba/SC	Sondagem	Material	CBR (%)
Zona Rural			
Linha Uruguai	1	Solo	6,23
Linha Uruguai	2	Solo	6,46
Linha Uruguai	3	Solo	7,11
Linha Uruguai	4	Solo	6,96
Linha Uruguai	5	Solo	5,41
Linha Uruguai	6	Rocha	
Linha Uruguai	7	Solo	6,77
Linha Uruguai	8	Solo	7,63
Linha Uruguai	9	Solo	8,21
Linha Uruguai	10	Rocha	
Linha Uruguai	11	Solo	8,59
Linha Uruguai	12	Rocha	
Linha Uruguai	13	Rocha	
Linha Uruguai	14	Solo	8,91
Linha Uruguai	15	Solo	9,15
Linha Uruguai	16	Solo	9,42
Linha Uruguai	17	Solo	9,06
Linha Uruguai	18	Solo	8,71
Linha Uruguai	19	Rocha	
Linha Uruguai	20	Solo	6,88
Linha Uruguai	21	Solo	6,36
Linha Uruguai	22	Solo	7,17
Linha Uruguai	23	Rocha	
Linha Uruguai	24	Solo	9,73
Linha Uruguai	25	Solo	10,11
Linha Uruguai	26	Solo	9,61
Linha Uruguai	27	Solo	9,2
Linha Uruguai	28	Solo	8,76

Linha Uruguai	29	Solo	8,11
Linha Uruguai	30	Solo	7,45
Linha Uruguai	31	Solo	8,24
Linha Uruguai	32	Solo	7,81
Linha Uruguai	33	Solo	7,11
Linha Uruguai	34	Solo	5,25
Linha Uruguai	35	Solo	4,71
Linha Uruguai	36	Solo	5,67
Linha Uruguai	37	Solo	6,13
Linha Uruguai	38	Solo	6,71
Linha Uruguai	39	Rocha	
Linha Uruguai	40	Rocha	
Linha Uruguai	41	Solo	9,77
Linha Uruguai	42	Solo	9,06
Linha Uruguai	43	Solo	8,47
Linha Uruguai	44	Solo	6,89
Linha Uruguai	45	Solo	6
Linha Uruguai	46	Rocha	
Linha Uruguai	47	Solo	7,32
Linha Uruguai	48	Rocha	
Linha Uruguai	49	Rocha	
Linha Uruguai	50	Solo	4,9
Linha Uruguai	51	Solo	5,4
Linha Uruguai	52	Rocha	
Linha Uruguai	53	Solo	7,91
Linha Uruguai	54	Solo	9,16
Linha Uruguai	55	Solo	8,77
Linha Uruguai	56	Solo	9,02
Linha Uruguai	57	Solo	8,18
Linha Uruguai	58	Solo	7,97
Linha Uruguai	59	Solo	7,42
Linha Uruguai	60	Rocha	
Linha Uruguai	61	Solo	6,98
Linha Uruguai	62	Solo	7,67
Linha Uruguai	63	Solo	8,87
Linha Uruguai	64	Rocha	
Linha Uruguai	65	Solo	5,15
Linha Uruguai	66	Solo	5,87
Linha Uruguai	67	Solo	6,73
Linha Uruguai	68	Solo	7,82
Linha Uruguai	69	Rocha	
Linha Uruguai	70	Solo	7,74
Linha Uruguai	71	Solo	8,41
Linha Uruguai	72	Solo	8,12
Linha Uruguai	73	Rocha	
Linha Uruguai	74	Rocha	
Linha Uruguai	75	Rocha	
Linha Uruguai	76	Rocha	
Linha Uruguai	77	Solo	7,42
Linha Uruguai	78	Rocha	

Linha Uruguai	79	Rocha	
Linha Uruguai	80	Rocha	
Linha Uruguai	81	Solo	7
Linha Uruguai	82	Rocha	
Linha Uruguai	83	Solo	7,86
Linha Uruguai	84	Solo	8,06
Linha Uruguai	85	Rocha	
Linha Uruguai	86	Rocha	
Linha Uruguai	87	Solo	8,73

Devido aos CBR estarem muito próximos iremos agrupa-los em um único segmento homogêneo para determinação do CBR de Projeto.

$$CBR_{PROJ} = CBR - \frac{\sigma \ . \ t_{0,90}}{\sqrt{n-1}}$$

CBR_{PROJ} = CBR de Projeto

$CBR_{MÉDIO}$ = CBR médio

σ = Desvio Padrão da Amostra

n = Número de Amostras

$t_{0,90}$ = distribuição “t” de Student em função dos valores “n-1”

Tabela 1 - Distribuição "t" de *Student* – Valores do Percentil $t_{0,90}$ em função dos valores de n-1.

n-1	$t_{0,90}$	n-1	$t_{0,90}$	n-1	$t_{0,90}$	n-1	$t_{0,90}$
1	3,08	10	1,37	19	1,33	28	1,31
2	1,89	11	1,36	20	1,32	29	1,31
3	1,64	12	1,36	21	1,32	30	1,31
4	1,53	13	1,35	22	1,32	40	1,3
5	1,48	14	1,34	23	1,32	60	1,3
6	1,44	15	1,34	24	1,32	120	1,29
7	1,42	16	1,34	25	1,32	∞	1,28
8	1,4	17	1,33	26	1,32		
9	1,38	18	1,33	27	1,31		

Fonte: SANTOS (2012) - Determinação do CBR (ISC) de projeto

CBR = 7,7750%

σ = 1,3297

n = 62 Amostras

$t_{0,90}$ = 1,30

$$CBR_{PROJ} = 7{,}7750 - \frac{1{,}3297\ .\ 1{,}30}{\sqrt{61-1}} = 7{,}55\%$$

CBR_{PROJ} = 7,55%

5.6. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO

Baseado nos resultados acima encontrados dimensionamos os pavimentos conforme as características.

MÉTODO DNER 1966/1981

O Método do DNER está baseado no trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loadsand Traffic Volume”, de autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO.

a)Fator climático regional

O coeficiente FR (fator climático regional), que objetiva levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as várias estações do ano, que se traduz pela variação de capacidade de suporte dos materiais, é tomado igual a 1, conforme recomendações sugeridas pelo Manual de Pavimentação de 2006, baseadas em pesquisas do IPR/DNIT.

b)Coeficiente de equivalência estrutural (K)

Adotou-se os seguintes coeficientes estruturais (K), para os materiais indicados para constituírem a estrutura do futuro pavimento.

•Revestimento de concreto betuminoso com CAP 50/70 Convencional = 2,00

•Camada de Base = 1,00

•Camada de Sub-Base = 1,00

•Reforço de Subleito = 0,9.

Utilizou-se, genericamente, para a designação dos coeficientes estruturais, a simbologia consagrada pelo uso de:

•KR = coeficiente estrutural do revestimento betuminoso;

•KB = coeficiente estrutural de base;

•KS = coeficiente estrutural de sub-base;

•Kr = coeficiente estrutural do reforço;

c)Número de solicitações do eixo padrão – N8,2t

Conforme descrito;

d)Espessura mínima de revestimento

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é de vital importância na “performance” do pavimento, quanto à sua duração em termos do período de projeto. Os valores apresentados a seguir, correspondem aos geralmente aceitos, resultado dos estudos e observações do IPR, e aplicam-se, especialmente, para bases de comportamento puramente granular.

Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso (R)

•$N \leq 10^6$ Tratamentos superficiais betuminosos

•$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$ Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura

•$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$ Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura

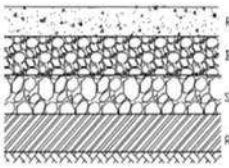
•$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$ Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura

•$N > 5 \times 10^7$ Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

O Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do Eng°. Murillo Lopes de Souza, vale-se de uma equação com a qual se obtém a espessura total do pavimento (Ht), em função do número “N” e do Índice de Suporte (ISC)

Tal espessura total é calculada em termos de K = 1,00, ou seja, de camada granular. Para outros materiais constituintes, há que se multiplicá-los pelos respectivos valores de K. Os símbolos B e R designam, respectivamente, as espessuras de base e de revestimento.

Estrutura do Pavimento.

Estrutura do pavimento	Siglas				CBR	K	Material
	R	H20	Hn	Hm	-	2	CAUQ
	B				CBR ≥ 100	1	Brita Graduada
	SB	h20			CBR ≥ 20	1	Macadame-Seco

A espessura de base (B), sub-base (h20) e reforço do subleito (hh) são obtidas pela resolução sucessiva das inequações (1), (2) e (3):

•RKR + BKB ≥ H20

•RKR + BKB + h20.KSB ≥ Hn

•RKR + BKB + h20.KSB + hn.KRef ≥ Hn

Quando o ISC da sub-base for maior ou igual a 40 e para N ≤10^6, admite-se substituir na inequação (1), H20 por 0,8 x H20. Mesmo que o ISC do material de sub-base seja maior que 20%, a espessura do pavimento necessário para protegê-lo é determinada adotando ISC máximo de 20%.

Para N > 10^7, recomenda-se substituir, na inequação (1), H20 por 1,2 x H20.

e)Materiais empregados no pavimento

•- Os materiais do subleito devem apresentar expansão < a 2% e CBR > 5%;

•- Devido a diretriz do subleito optou por adotarmos um reforço de CBR > 10%;

•- O Limite de liquidez < 25% e IP < 6%. Caso não sejam satisfeitas essas condições, o material poderá ser empregado, desde que o EA seja superior a 50;

•- Os materiais para base granular devem ser enquadrados numa das faixas granulométricas estabelecidas para o método, apresentadas a seguir (quadro 12).

Faixa Granulométrica./

Tipos	N > 5x10⁶			N < 5x10⁶			Tolerâncias
Peneiras	A	B	C	D	E	F	
% em peso							
2"	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	-	75 - 90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30 – 65	40 - 75	50 – 85	60 – 100	-	-	± 7
Nº 4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 – 100	10 – 100	± 5
Nº 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70	40 – 100	55 – 100	± 5
Nº 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 – 50	30 – 70	± 2
Nº 200	2 - 8	5 – 15	5 – 15	10 – 25	6 – 20	8 - 25	± 2

Dimensionamento Realizado.

Municipio de Piratuba/SC	CAMADAS (CM)			DEFLEXÃO (CM)			
	Macadame	BGS	Faixa "C"	Subleito	Macadame	BGS	Faixa "C"
Zona Rural							
Linha Uruguai	23	15	5	137	106	86	74

5.7. LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

O revestimento em CAUQ Faixa “C”, são provenientes da Pedreira Engenhos localizado na no endereço na Rodovia Rod Sc 150, Km 129,Capinzal- SC.

As camadas de granulares, na sub-base e base em BGS (Brita Graduada Simples) serão provenientes da Pedreira Engenhos de localizado na Rodovia Rod Sc 150, Km 129, Capinzal - SC.

A areia será proveniente da HOBI Mineração e Extração de Areia Ltda. Localizada na Rodovia João Paulo Reolon, nº 6005, São Gabriel – União da Vitória - Paraná.

5.8. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

Para os serviços de pavimentação as normas adotadas foram as normas do SIE/SC (Secretário de Infraestrutura do Estado de Santa Catarina) e do DNIT, sendo o órgão que vai acompanhar e fiscalizar a execução da obra:

- DNIT 137/2010-ES: Pavimentação - Regularização do subleito - Especificação de serviço;
- DNIT 145/2012-ES: Pavimentação - Pintura de ligação com ligante asfáltico;
- DNIT 144/2014-ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico;
- DEINFRA-SC-ESP-P-03/15 Macadame Seco;
- DEINFRA-SC-ESP-P-11/16 Brita Graduada;
- DEINFRA-SC-ESP-P-05/16 Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente;

5.9. ALTERNATIVAS DE ESTRUTURAS ESTUDADAS PARA PAVIMENTAÇÃO

O projeto em questão tem como premissa básica a implantação de uma rodovia existente. Deste modo, com base nos dados coletados em campo, como sondagens e análises do pavimento construído, considerou-se que a estrutura projetada deveria guardar as mesmas características de um segmento realizado em uma etapa anterior, utilizando os mesmos materiais.

Há vasta disponibilidade de material granular na região, com existência de pedreiras abertas e licenciadas de materiais rochosos. Sendo assim, optou-se, para constituição do pavimento, por Pedra britada graduada, que tem sido a solução padrão utilizada nas regiões de ocorrência do derrame basáltico.

6. ESTUDOS HIDROLÓGICOS E PROJETO DE DRENAGEM

6.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O presente relatório contém o memorial descritivo dos estudos hidrológicos que irão fundamentar o dimensionamento dos dispositivos de drenagem, apresentando as metodologias e critérios considerados.

Os Estudos Hidrológicos foram elaborados com o intuito de fundamentar a definição da vazão de projeto e do dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem superficial.

Basicamente, a metodologia adotada nos Estudos Hidrológicos pode ser resumida na seguinte sequência:

Delimitação das áreas de contribuição;

Definição das características físicas e parâmetros das bacias de contribuição, tais como: características do terreno, declividades e tempos de concentração;

Cálculo dos tempos de concentração críticos para cada componente do sistema de drenagem;

Estudo das chuvas intensas na área de projeto;

Cálculo das vazões de pico para cada área de contribuição.

6.2. COLETA DE DADOS

O desenvolvimento de Estudos Hidrológicos, para qualquer finalidade, exige a pesquisa e coleta de dados básicos, envolvendo, principalmente, estudos existentes, informações cartográficas, climáticas, informações pluviométricas e observações de campo de modo a fornecer elementos para indicação de soluções técnicas para o projeto em questão.

Os elementos básicos consultados e utilizados no desenvolvimento dos estudos são listados a seguir:

Curvas de Nível de Satélite obtidas através de do banco de dados SRTM para áreas que extrapolaram os levantamentos de restituição aerofotogramétrica e de topografia;

Totais pluviométricos mensais e diários para os Postos Pluviométricos fornecidas pela ANA - Agência Nacional de Águas, cujas informações são disponibilizadas pela internet em seu serviço denominado Hidroweb.

6.3. PLUVIOMETRIA

POSTOS ESTUDADOS

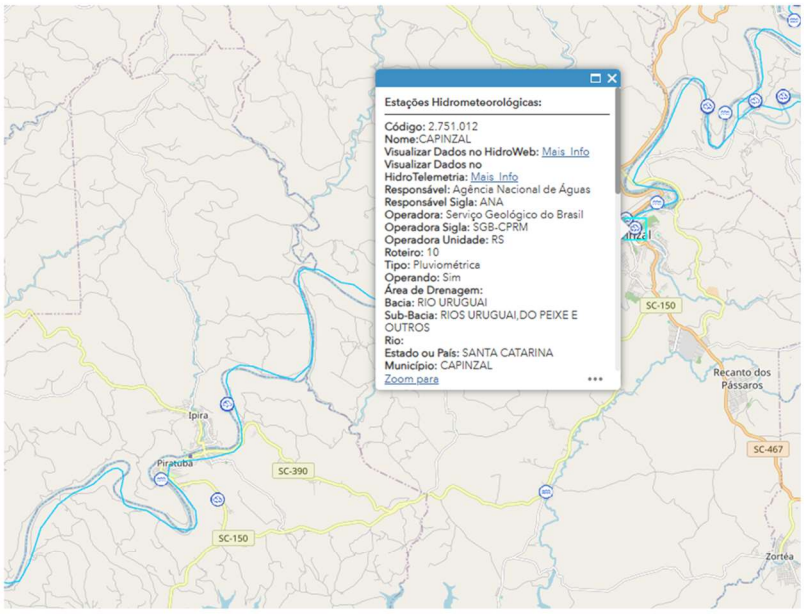
Para a definição do modelo de chuvas, em função da duração e dos períodos de recorrência, foi utilizado Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação extraídos com base nos dados históricos da Agência Nacional de Águas – ANA estação Código da Estação 2751012 localizada em CAPINZAL-SC. A partir daí, procedeu-se com os trabalhos de tratamento dos dados coletados, suficientes para serem tabulados e analisados.

A seguir são apresentados os seguintes dados do local de estudados:

Precipitação Máximas Anuais

Método de Gumbel

Data	ANO	Maxima	ANO	P. MÁX. DIÁRIA
01/06/2025	2025	78,2	2024	180,000
01/05/2025	2025	29,4	2023	90,000
01/04/2025	2025	48,5	2022	100,100
01/03/2025	2025	24,1	2021	83,000
01/01/2025	2025	26,2	2020	86,000
01/12/2024	2024	58,6	2019	57,200
01/11/2024	2024	41,2	2018	138,000
01/10/2024	2024	42,1	2017	138,000
01/09/2024	2024	35,7	2016	99,400
01/08/2024	2024	45,4	2015	121,100
01/07/2024	2024	56,5	2014	136,100
01/06/2024	2024	63,2	2013	74,700
01/05/2024	2024	180	2012	73,700
01/04/2024	2024	82,3	2011	98,500
01/03/2024	2024	34,3	2010	100,000
01/02/2024	2024	44,3	2009	84,600
01/01/2024	2024	59,1	2008	97,200
01/12/2023	2023	39,3	2007	88,100
01/11/2023	2023	88,9	2006	68,500
01/10/2023	2023	90	2005	102,700
01/09/2023	2023	46,5	2004	72,100
01/08/2023	2023	40	2003	79,600
01/07/2023	2023	79,5	2002	85,800
01/06/2023	2023	67	2001	81,100
01/05/2023	2023	48,6	2000	72,200
01/04/2023	2023	44,2	1999	132,400
01/03/2023	2023	27,6	1998	113,000
01/02/2023	2023	27,4	1997	106,000
01/01/2023	2023	41	1996	74,600
01/12/2022	2022	43,2	1995	69,900
01/11/2022	2022	31,4	1994	101,200
01/10/2022	2022	100,1	1993	53,000
01/09/2022	2022	24,8	1992	107,300
01/08/2022	2022	55,4	1991	94,600
01/07/2022	2022	24,9	1990	158,600
01/06/2022	2022	90	1989	88,800
01/05/2022	2022	69,1	1988	55,000
01/04/2022	2022	47,9	1987	88,800
01/03/2022	2022	60	1986	94,000
01/02/2022	2022	21	1985	62,100
01/01/2022	2022	43,7	1984	79,800
01/12/2021	2021	16,5	1983	125,200
01/11/2021	2021	28,1	1982	75,300
01/10/2021	2021	83	1981	76,200
01/09/2021	2021	52	1980	101,200
01/08/2021	2021	16,1	1979	71,200
01/07/2021	2021	25,4	1978	56,200
01/06/2021	2021	56,5	1977	105,000
01/05/2021	2021	26,3	1976	55,000



MODELO DE CHUVAS INTENSAS A SER UTILIZADO

A descrição das chuvas intensas, bem como a sua probabilidade de excedência e ocorrência, é de suma importância para a definição das chuvas de projeto para diferentes durações e tempos

de retorno. A partir dos dados de chuvas com diferentes durações e volumes, pode-se elaborar as curvas de intensida de duração - frequência (IDF) e de precipitação-duração-frequência (PDF), as quais descrevem a relação entre as variáveis descritas no próprio nome.

Na maioria das vezes, não há medições de dados subdiários de chuvas em locais próximos ao local de estudo e, por vezes quando essa existência é confirmada, as séries são curtas para uma boa descrição estatística. Assim, é comum a prática de trabalhar com dados diários de chuvas e com séries mais longas. A nível de projeto, diversos métodos podem ser utilizados para obter as relações IDF e PDF, sendo que cada um possui vantagens e desvantagens inerentes. Três métodos usuais são descritos de maneira breve a seguir.

- Equações IDF: são equações geralmente na forma I = (a * Trb)/(t + c)d, onde I é a intensidade da chuva, Tr é o tempo de recorrência, t é a duração da chuva e a, b e c são coeficientes locais. Geralmente, essas equações são elaboradas por centros técnicos de pesquisa e pelo softweres GAM-IDF desenvolvido desenvolvida por integrantes do Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas/CNPq da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) para determinados locais específicos, através da medição de chuvas com diferentes durações, aliados a um trabalho estatístico consolidado.

- Dentre os pontos fortes da GAM-IDF esta análise de tendência na série de PMDA pelo teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975); a disponibilização de funções densidade de probabilidades (FDPs) multiparâmetros, como a Gumbel, Kappa e Wakeby, além de outras tradicionalmente utilizadas na hidrologia; o uso do método dos Momentos-L para estimativa dos parâmetros das FDPs; a aplicação do teste de aderência de Anderson-Darling (Anderson & Darling, 1954), mais robusto que aqueles comumente empregados (e.g. Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado) para avaliar o ajuste de FDPs a séries de PMDA; a desagregação de chuva diária pelo método da Relação das Durações empregando as constantes de desagregação propostas pela CETESB (1979) e amplamente difundidas no Brasil, bem como constantes de desagregação para outros locais; e a estimativa dos parâmetros da equação IDF utilizando o algoritmo genético Shuffled Complex Evolution/University of Arizona (Duan et al., 1994), bastante utilizado para outros propósitos em hidrologia.

Os dados foram processados no software GAM-IDF gerando os parâmetros da Equações IDF e demais verificações conforme relatório abaixo.

Relatório | A-Agência Nacional de Águas-ANA-Código da Estação-2751012-CAPINZAL-SC.txt

Resumo dos Resultados

Teste de Mann-Kendall ao nível de significância de 5%	Não há tendência
Função densidade de probabilidade (FDP)	Gumbel
Parâmetros da FDP	ξ: 79.7354, α: 19.6633
Teste de Anderson Darling ao nível de significância de 5%	Estatística: 0.2905 p-valor: 0.9449 Resultado do teste: FDP se ajusta
Parâmetros da IDF	a: 785.752, b: 0.159, c: 9.237, d: 0.707
Nash e Sutcliffe (NS)	0.9973
RMSE (mm/h)	3.3247

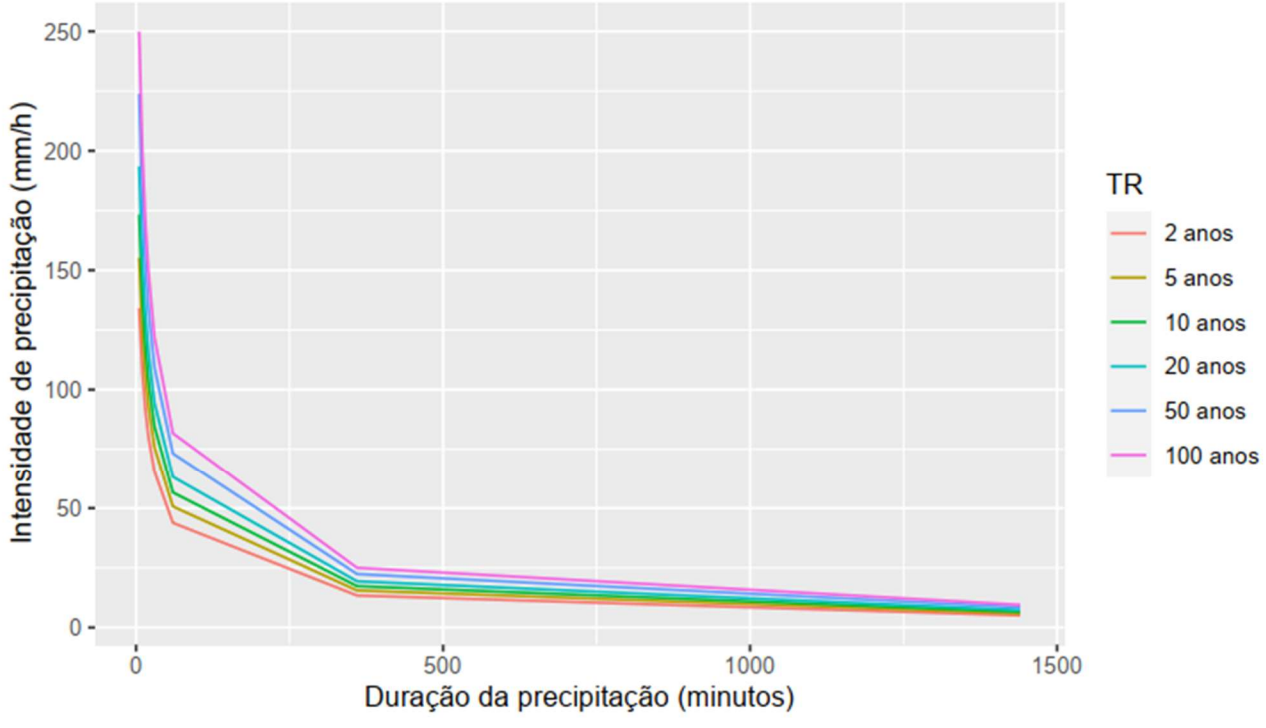
Função Densidade de Probabilidade - FDP

$$F = e^{\left[-e^{\left\{\frac{-(x-79.7354)}{19.6633}\right\}}\right]}$$

Modelo Matemático IDF

$$I = \frac{785.752 \cdot TR^{0.159}}{(9.237 + t)^{0.707}}$$

Curvas IDF



Curvas da altura de precipitação e a intensidade, duração e frequência

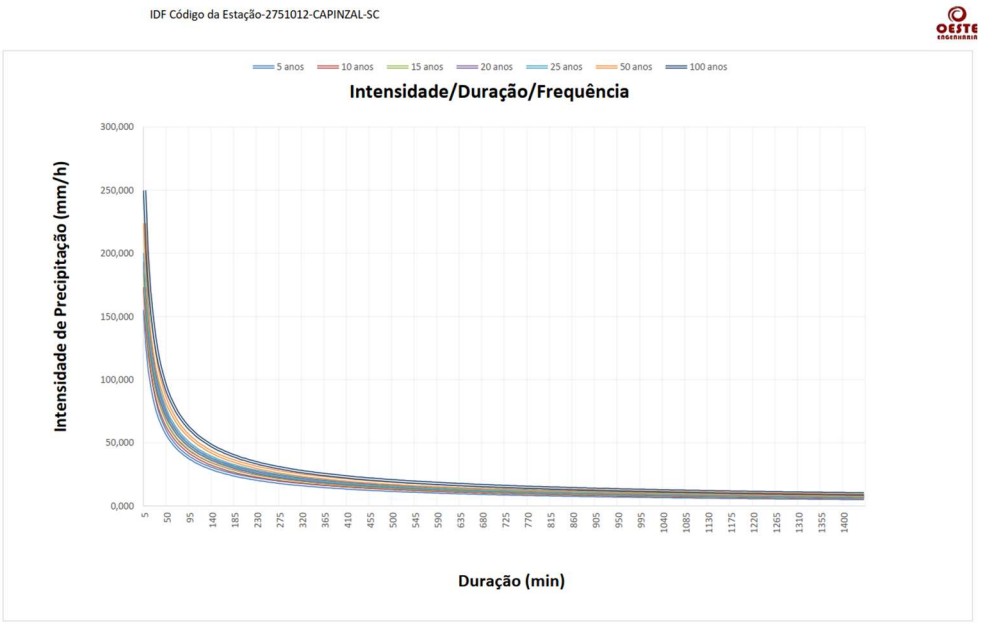
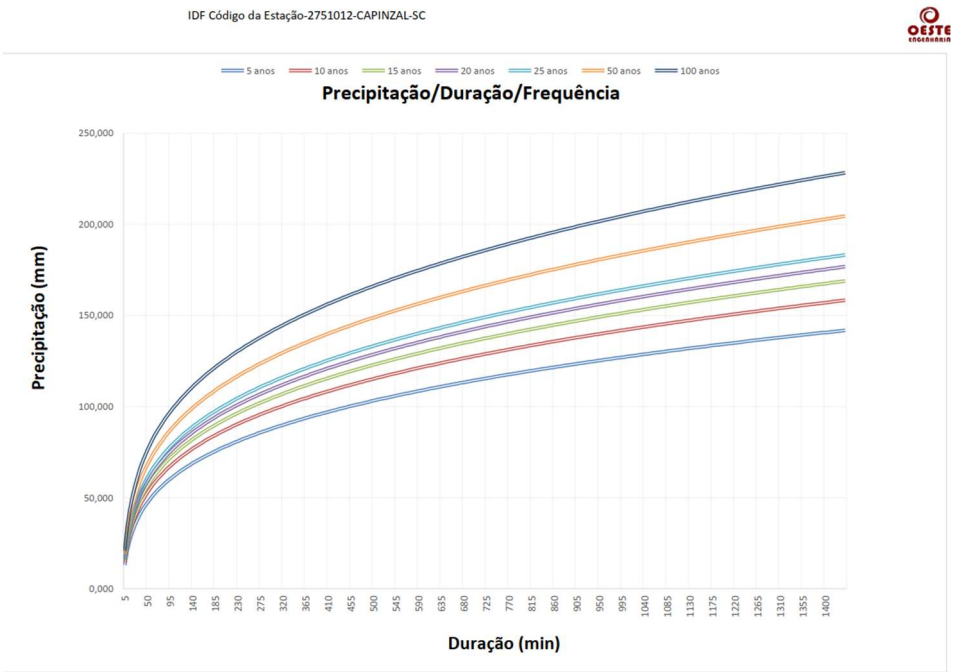


Gráfico de Intensidade, Duração e Frequência.



Intensidades Pluviométricas

IDF Código da Estação-2751012-CAPINZAL-SC

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)							
DURAÇÃO (min)	PERÍODOD DE RECORRÊNCIA (anos)						
	5	10	15	20	25	50	100
5	155,223	173,308	184,849	193,501	200,489	223,849	249,930
10	125,469	140,088	149,417	156,410	162,059	180,941	202,023
15	106,560	118,976	126,899	132,838	137,636	153,672	171,577
20	93,327	104,201	111,140	116,342	120,543	134,588	150,270
25	83,471	93,196	99,402	104,054	107,813	120,374	134,399
30	75,802	84,634	90,270	94,494	97,907	109,315	122,051
60	50,734	56,646	60,418	63,246	65,530	73,165	81,690
90	39,334	43,917	46,842	49,034	50,805	56,725	63,334
120	32,634	36,436	38,863	40,682	42,151	47,062	52,545
240	20,512	22,902	24,427	25,571	26,494	29,581	33,028
360	15,536	17,346	18,501	19,367	20,067	22,405	25,015
480	12,733	14,217	15,163	15,873	16,446	18,362	20,502
540	11,733	13,100	13,972	14,626	15,155	16,920	18,892
600	10,904	12,174	12,985	13,593	14,084	15,725	17,557
660	10,203	11,392	12,151	12,719	13,179	14,714	16,429
720	9,602	10,721	11,435	11,970	12,403	13,848	15,461
780	9,080	10,138	10,813	11,319	11,728	13,095	14,620
840	8,622	9,626	10,267	10,748	11,136	12,434	13,882
900	8,216	9,173	9,784	10,242	10,611	11,848	13,228
960	7,853	8,768	9,351	9,789	10,143	11,324	12,644
1020	7,526	8,403	8,963	9,382	9,721	10,854	12,118
1080	7,231	8,073	8,611	9,014	9,339	10,427	11,642
1140	6,962	7,773	8,290	8,678	8,992	10,040	11,209
1200	6,716	7,498	7,997	8,372	8,674	9,685	10,813
1260	6,490	7,246	7,728	8,090	8,382	9,359	10,449
1320	6,281	7,013	7,480	7,830	8,113	9,058	10,113
1380	6,088	6,797	7,250	7,589	7,863	8,780	9,803
1440	5,909	6,597	7,037	7,366	7,632	8,521	9,514

IDF Código da Estação-2751012-CAPINZAL-SC

PRECIPITAÇÃO (mm)							
DURAÇÃO (min)	PERÍODOD DE RECORRÊNCIA (anos)						
	5	10	15	20	25	50	100
5	12,935	14,442	15,404	16,125	16,707	18,654	20,828
10	20,912	23,348	24,903	26,068	27,010	30,157	33,670
15	26,640	29,744	31,725	33,210	34,409	38,418	42,894
20	31,109	34,734	37,047	38,781	40,181	44,863	50,090
25	34,779	38,832	41,418	43,356	44,922	50,156	56,000
30	37,901	42,317	45,135	47,247	48,954	54,657	61,026
60	50,734	56,646	60,418	63,246	65,530	73,165	81,690
90	59,002	65,876	70,263	73,552	76,208	85,087	95,001
120	65,268	72,873	77,725	81,363	84,302	94,124	105,091
240	82,050	91,609	97,710	102,283	105,977	118,325	132,111
360	93,216	104,076	111,007	116,203	120,399	134,428	150,090
480	101,864	113,733	121,306	126,984	131,570	146,900	164,016
540	105,598	117,901	125,752	131,638	136,392	152,284	170,027
600	109,038	121,742	129,849	135,927	140,836	157,245	175,566
660	112,235	125,312	133,657	139,913	144,966	161,856	180,715
720	115,227	128,653	137,220	143,642	148,830	166,171	185,532
780	118,043	131,796	140,573	147,152	152,467	170,231	190,065
840	120,705	134,769	143,744	150,471	155,906	174,071	194,352
900	123,233	137,592	146,754	153,623	159,171	177,717	198,423
960	125,642	140,281	149,623	156,626	162,283	181,191	202,302
1020	127,945	142,852	152,365	159,496	165,256	184,511	206,009
1080	130,151	145,316	154,993	162,247	168,107	187,693	209,562
1140	132,271	147,683	157,517	164,890	170,845	190,751	212,975
1200	134,312	149,962	159,948	167,434	173,481	193,694	216,262
1260	136,281	152,160	162,293	169,888	176,024	196,533	219,432
1320	138,184	154,284	164,558	172,260	178,482	199,277	222,496
1380	140,025	156,340	166,751	174,556	180,860	201,933	225,460
1440	141,810	158,333	168,877	176,781	183,165	204,507	228,334

Fonte: Oeste Engenharia

PERÍODOS DE RECORRÊNCIA

Os dispositivos de drenagem são dimensionados para escoar as vazões correspondentes a determinados períodos de recorrência. A fixação dos valores desses parâmetros é feita tendo em vista diversos fatores, destacando-se aqueles de origem econômica, a importância e a segurança que a obra deve apresentar.

Foram adotados os seguintes valores de períodos de recorrência:

Tabela DNIT;

Tipo de obra	Tempo de recorrência – TR (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem profunda	10
Bueiro tubular	15 (canal)
	25 (orifício)
Bueiro celular	25 (canal)
	50 (orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

ESTIMATIVA DE FLUXOS MÁXIMOS

Para o cálculo das descargas máximas prováveis nas bacias de contribuição relativas às obras de arte correntes e especiais foram adotados critérios diferenciados em função das áreas das bacias, conforme exposto a seguir.

Metodologias para Cálculo Hidrológico

- Método Racional: para bacias com área até 4 km²;
- Método Racional corrigido: para bacias com área entre 4 km² e 10 km²;
- Método do Hidrograma Unitário Triangular: para bacias com área superior a 10 km².

MÉTODO RACIONAL

Para estas bacias foi utilizado o método racional de expressão:

$$Q = \frac{CiA}{3{,}6}$$

Onde:

Q = vazão, em m^3/s;

C = coeficiente de deflúvio (run-off);

i = intensidade de precipitação, em mm/h;

A = área da bacia, em km².

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DEFLÚVIO

O coeficiente de escoamento superficial, também chamado de coeficiente de deflúvio ou de run-off, é a relação entre a quantidade de água que escorre superficialmente e a quantidade de água que cai em forma de chuva.

O escoamento superficial é um fenômeno natural que ocorre quando a água da chuva se move sobre o solo, em direção a corpos d'água como rios, lagos e oceanos.

Tipologia da área de drenagem	*Coeficiente de escoamento superficial*
áreas Comerciais	0,70 – 0,95
áreas centrais	0,70 – 0,95
áreas de bairros	0,50 – 0,70
áreas Residenciais	
residenciais isoladas	0,35 – 0,50
unidades múltiplas, separadas	0,40 – 0,60
unidades múltiplas, conjugadas	0,60 – 0,75
áreas com lotes de 2.000 m2 ou maiores	0,30 – 0,45
áreas suburbanas	0,25 – 0,40
áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
áreas Industriais	
área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
área com ocupação densa	0,60 – 0,90
Superfícies	
asfalto	0,70 – 0,95
concreto	0,80 – 0,95
blocket	0,70 – 0,89
paralelepípedo	0,58 - 0,81
telhado	0,75 – 0,95
solo compactado	0,59 - 0,79
Áreas sem melhoramentos ou naturais	
solo arenoso, declividade baixa < 2 %	0,05 – 0,10
solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 – 0,15
solo arenoso, declividade alta > 7 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade baixa < 2 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%	0,20 – 0,25
solo argiloso, declividade alta > 7 %	0,25 – 0,30
grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2%	0,05 - 0,10
grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 - 0,15
grama, em solo arenoso, declividade alta > 7%	0,15 - 0,20
grama, em solo argiloso, declividade baixa < 2%	0,13 - 0,17
grama, em solo argiloso, declividade média 2% < S < 7%	0,18 - 0,22
grama, em solo argiloso, declividade alta > 7%	0,25 - 0,35
florestas com declividade <5%	0,25 – 0,30
florestas com declividade média entre 5% e 10%	0,30 -0,35
florestas com declividade >10%	0,45 – 0,50
capoeira ou pasto com declividade <5%	0,25 – 0,30
capoeira ou pasto com declividade entre 5% e 10%	0,30 – 0,36
capoeira ou pasto com declividade > 10%	0,35 – 0,42

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração, definido como o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia se desloque até a seção principal, é estimada, geralmente, por meio de relações empíricas, em função de características físicas e de ocupação da bacia. Um método mais recomendado é o cinemático, que consiste em dividir a bacia em n trechos homogêneos, determinar a velocidade do escoamento correspondente a cada um e estimar o tempo de concentração total pelo somatório dos tempos de cada percurso.

Dentre as fórmulas empíricas, uma empregada com frequência e recomendada pelo DNIT foi determinado pela expressão do extinto DNOS e Kirpich:

O tempo de concentração calculado pela expressão de DNOS:

$$Tc = \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{2,4 \times K \times I^{0,4}}$$

Onde:

Tc - tempo de concentração, em minutos;

A - área da bacia de contribuição, em ha;

L - Comprimento do talvegue principal, em m;

K - Coeficiente relativo ao tipo de solo e cobertura vegetal, sendo adotado para este estudo o valor (k = 4,5)

I - Declividade média do talvegue principal, em m/m (%).

A Tabela fornece valores do coeficiente K em função do tipo de terreno.

CARACTERÍSTICA	K
Terreno areno - argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2,0
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção apreciável	3,0
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4,0
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5,0
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Tabela Coeficiente “K” da Formula do DNOS.

O tempo de concentração calculado pela expressão de Kirpich:

$$t_c = 0,95\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

tc = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue principal, em km;

H = desnível do talvegue principal, em m.

MÉTODOS DE CÁLCULO

A seguir são apresentados os métodos de determinação da vazão de projeto para as OACs, sendo eles: Método Racional, Método Racional Corrigido e Método do Hidrograma Unitário Triangular Sintético.

- Método Racional:

O Método Racional consiste em uma proporção direta entre a área da bacia de contribuição, a intensidade da chuva e um coeficiente de escoamento superficial, que varia conforme a declividade do terreno e a cobertura vegetal. As vazões de projeto neste método são estimadas por:

$$Q = 0{,}278 . C . I . A$$

Onde Q é a vazão de projeto, em m³/s; 0,278 é um coeficiente de conversão de unidade; C é o coeficiente de escoamento superficial; I é a intensidade da chuva, em mm/h e; A é a área de drenagem da bacia de contribuição, em km².

A fixação do coeficiente de escoamento superficial C (run-off), no método Racional e Racional modificado, consiste em se verificar de todas as formas possíveis o comportamento do solo sob a chuva, a retenção da água pela cobertura vegetal, além de uma análise da bacia contribuinte (forma, declividade, comprimento do talvegue principal, rede de drenagem, entre outros).

O Quadro acima apresenta valores usuais do coeficiente de escoamento superficial C, em função da cobertura vegetal e da declividade do terreno

- Método do Hidrograma Unitário Triangular Sintético (HUT-SCS)

O Método do HUT baseia-se na resposta da bacia hidrográfica para uma precipitação unitária. Essa resposta à chuva unitária é previamente definida por uma simplificação do hidrograma real observado, adotando uma representação triangular do mesmo a partir de equações definidas. Calculam-se diversos hidrogramas e os mesmos são deslocados positivamente em um passo de

tempo definido e, após, através do princípio da proporcionalidade (o volume de chuva efetiva é proporcional à intensidade da chuva, ou seja, se 1 mm de chuva produz QP de vazão no exutório da bacia, 2 mm de chuva produzem 2QP) e da superposição (a sequência de chuvas efetivas deslocadas no tempo podem ter suas ordenadas aglutinadas para o mesmo intervalo tempo, produzindo um único hidrograma total) é obtido um hidrograma final para a bacia, para uma determinada precipitação de projeto.

Ainda, aliado ao Método do HUT, adota-se um método de separação do escoamento, o qual estima quanto da precipitação infiltra no solo, principalmente durante os momentos iniciais da chuva, e quanto efetivamente produz escoamento superficial.

Assim, no presente estudo utilizou-se o método do Curve Number (CN) do Soil Conservation Service (SCS), elaborado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, acrônimo para o termo original United States Department of Agriculture). A reunião destes dois métodos é denominada “Hidrograma Triangular Sintético do SCS” (HUT-SCS).

6.4. OBRAS DE ARTE CORRENTES

OBRAS PROJETADAS

Quando necessário, indicou-se o prolongamento e/ou readequação dos bueiros existentes em consequência do Projeto Geométrico.

Foram projetados novos bueiros conforme sentido do fluxo das contribuições.

As obras de arte correntes foram projetadas, sempre que possível, para operar como canal, exceto nas condições existentes, onde as mesmas apresentassem suficiência hidráulica funcionando como orifício. Para os bueiros tubulares e as redes coletoras, foram adotados tempo de concentração mínimo de 10 minutos e tempo de recorrência mínimo de 5 anos no dimensionamento hidráulico.

Os seguintes critérios foram considerados na definição das obras projetadas:

- Regra geral, o material considerado para os tubos foi o concreto e o coeficiente de rugosidade 0,015.

- A velocidade máxima admitida no interior dos tubos de concreto mínima foi de 0,75m/s e máxima foi de 5,0m/s.

- Foi adotado diâmetro mínimo de 0,40m.

- As bocas dos bueiros tubulares foram projetadas de acordo com os projetos-tipo e poderão ser com alas esconsas ou normais.

- A compactação manual do material foi prevista até a altura mínima de 1,00 m e máxima de 4,00m sobre a geratriz superior dos bueiros;

- A resistência dos tubos de concreto foi calculada conforme critérios preconizados pelo Iowa Engineering Experiment Station e as classes dos tubos, especificadas de acordo com a NBR-8890/2020 – “Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário”.

- Deverão ser feitos os ensaios de controle de qualidade, principalmente o de compressão diametral NBR-8890/2003 que comprovem as classes especificadas.

- Adverte-se que é fundamental realizar a inspeção visual dos tubos para que se possa impedir o uso de tubos danificados.

- Recomenda-se que os bueiros sejam construídos em época seca, no sentido jusante para montante.

- As valas deverão ser escavadas conforme recomendado nas especificações DNIT 025/2004 e DNIT 023/2006.

6.5. DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto de drenagem superficial visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem na plataforma da estrada, conduzindo-as convenientemente para fora do corpo estradal. Optou-se por prever a execução de todos eles em concreto, devido à maior segurança para a estabilidade dos cortes e aterros próximos. Esta premissa também garante que dispositivos de menores dimensões sejam suficientes, pois o Manning (n) do concreto

aumenta a capacidade de vazão. Outros fatores benéficos são o impedimento do dispositivo ser tomado por vegetação, menos erosões e acúmulo de materiais, facilitando manutenções futuras.

Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Dissipadores de energia;
- Caixas coletoras
- Caixas de ligação e passagem;
- Alas Tubulares

SARJETAS E MEIO-FIO

Constituem dispositivos que captam as águas que precipitam diretamente sobre a plataforma, e as que provêm de bacias geradas pela implantação dos cortes, conduzindo-as até outros elementos de derivação, que vão desaguá-las em terreno natural a jusante da estrada, onde seus efeitos nocivos não mais se farão sentir.

As sarjetas, valetas e canaletas foram dimensionadas pela fórmula de Manning descrita a seguir:

$$Q = \frac{AR^{2/3} x\, i^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

n = coeficiente de Manning;

i = declividade longitudinal, em m/m;

R = raio hidráulico, em m;

Neste projeto, estabeleceu-se que as sarjetas a serem implantadas nas bordas da plataforma serão revestidas de concreto.

Para dimensionamento hidráulico de escoamento nos meios-fios de concreto, foram consideradas a inundação máxima na pista de rolamento, conforme os critérios abaixo:

CAIXAS COLETORAS

As caixas coletoras são dispositivos executados com a finalidade de coletar as águas provenientes das sarjetas e descidas d'água dos cortes, conduzindo-as através dos bueiros de greide, para fora do corpo estradal.

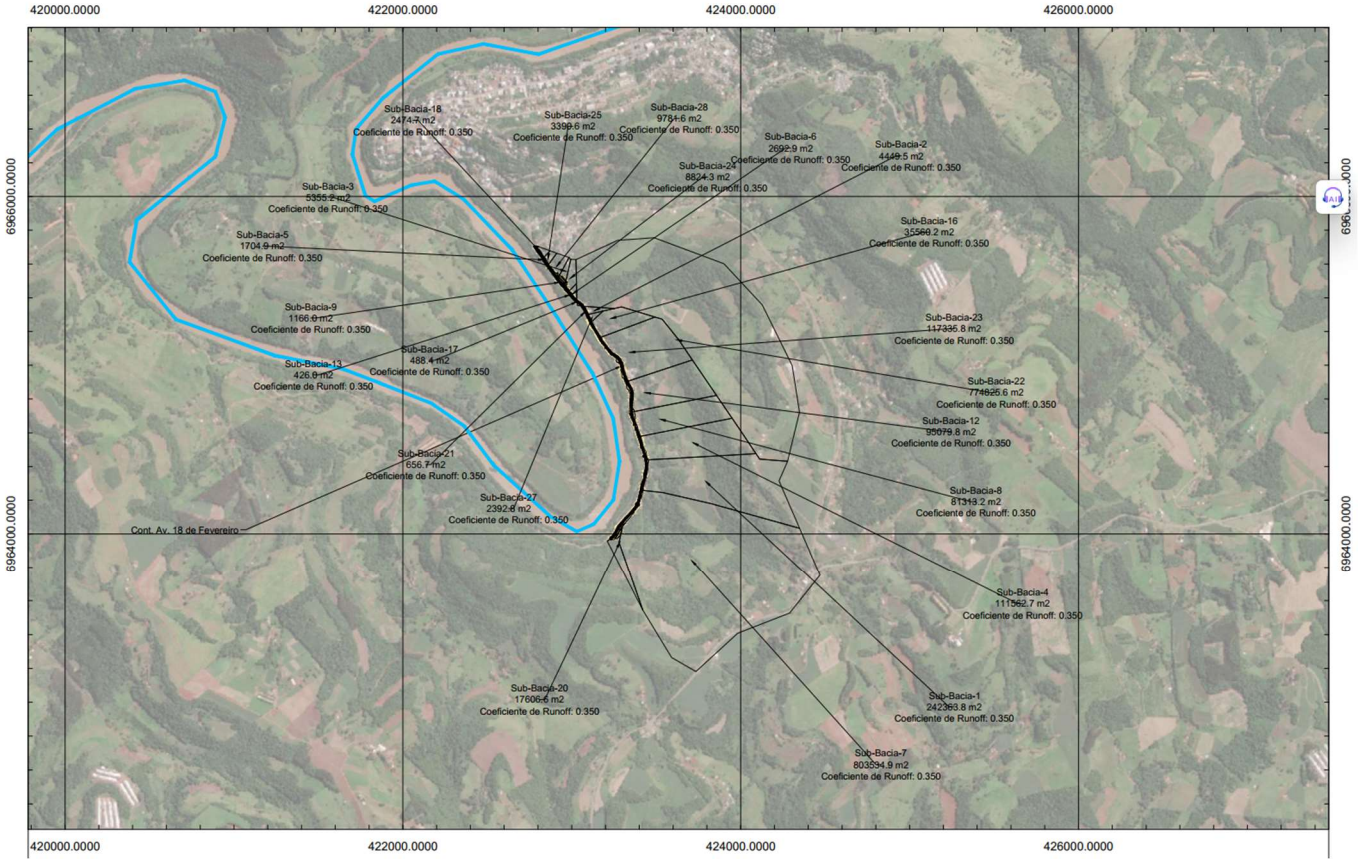
CAIXAS DE LIGAÇÃO E PASSAGEM

São dispositivos executados nos bueiros com a finalidade de possibilitar a alteração da declividade e/ou direção do mesmo e receber também outros dispositivos subterrâneos que se ligarão ao sistema de drenagem.

ALA DE REDES TUBULARES

São dispositivos executados nas entradas e/ou saída de bueiros tubulares com a finalidade de engolimento de águas pluviais a montante, e lançamento dissipado das águas a jusante do bueiro. Foram projetadas Alas tubulares normais

6.6. RESULTADOS OBTIDOS



PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE SARJETAS

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE DAS SARJETAS E ÁREAS MÁXIMAS DE CONTRIBUIÇÃO

Pm	1,163	Extensão da faixa molhada obtida na seção modelada (m)
Am	0,111	Área molhada obitida na seção modelada (m²)
I	0,005	Greide da via (m/m)
n	0,015	n de manning
C	0,900	Coeficiente Run Off
C	0,350	Coeficiente Run Off
I chuva	389,132847	Índice de chuva em l/s x ha

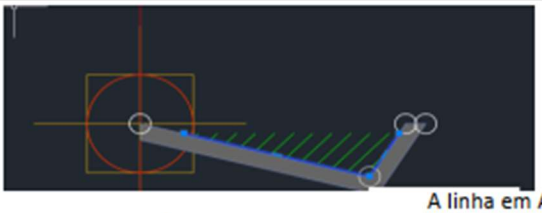
$$Q = \frac{A * Rh^{2/3} * I^{1/2}}{n}$$

Q = vazão por m³/s
A = área
i = inclinação longitudinal
Rh = raio hidráulico
n = coeficiente de rugosidade de manning

Q máx	0,1093	m³/s
V máx	0,9845	m/s
Área limite	0,3120	hectares
Largura P	54,00	m
Extensão	115,57	m

Preencher com dados da seção modelada e dados do projeto
Resultados
largura da plataforma da via Pavimentada
extensão máxima sem deságue

Exemplo de seção com faixa de alagamento



STC 125-27

A linha em Azul é o Pm
A área delimitada pela linha em Verde e o alagamento máximo em Branca é a Am

I Greide da via (m/m)	Q máx (m³/s) limite	V máx (m/s0		Largura Pav. (m)	Largura não P. (m)	Extensão máxima sem deságue (m)	Área (ha)	Q máx -m³/s	Q máx - L/s	Conf.
0,005	0,109	0,985	0,5%	6	60	100	0,66	0,1027	102,73	OK
0,010	0,155	1,392	1,0%	6	60	150	0,99	0,1541	154,10	OK
0,020	0,219	1,969	2,0%	6	60	210	1,386	0,2157	215,74	OK
0,030	0,268	2,412	3,0%	6	60	260	1,716	0,2671	267,10	OK
0,040	0,309	2,785	4,0%	6	60	300	1,98	0,3082	308,19	OK
0,050	0,346	3,113	5,0%	6	60	330	2,178	0,3390	339,01	OK
0,060	0,379	3,410	6,0%	6	60	360	2,376	0,3698	369,83	OK
0,070	0,409	3,684	7,0%	6	60	390	2,574	0,4007	400,65	OK
0,080	0,437	3,938	8,0%	6	60	420	2,772	0,4315	431,47	OK
0,090	0,464	4,177	9,0%	6	60	450	2,97	0,4623	462,29	OK
0,100	0,489	4,403	10,0%	6	60	470	3,102	0,4828	482,84	OK

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE MEIO FIO

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE DAS SARJETAS E ÁREAS MÁXIMAS DE CONTRIBUIÇÃO

Pm	2,06	Extensão da faixa molhada obtida na seção modelada (m)
Am	0,0603	Área molhada obitida na seção modelada (m²)
I	0,005	Greide da via (m/m)
n	0,015	n de manning
C	0,900	Coeficiente Run Off
C	0,350	Coeficiente Run Off
I chuva	389,132847	Índice de chuva em l/s x ha

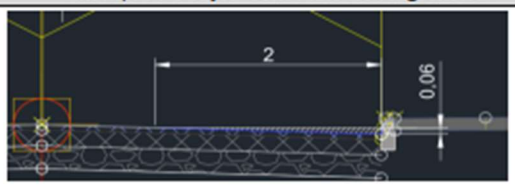
$$Q = \frac{A * Rh^{2/3} * I^{1/2}}{n}$$

Q = vazão por m³/s
A = área
i = inclinação longitudinal
Rh = raio hidráulico
n = coeficiente de rugosidade de manning

Q máx	0,0270	m³/s
V máx	0,4477	m/s
Área limite	0,0771	hectares
Largura P	54,00	m
Extensão	28,55	m

Preencher com dados da seção modelada e dados do projeto
Resultados
largura da plataforma da via Pavimentada
extensão máxima sem deságue

Exemplo de seção com faixa de alagamento



3% declividade

A linha em Azul é o Pm
A área delimitada pela linha em azul e o alagamento máximo em Branca é a Am

I Greide da via (m/m)	Q máx (m³/s) limite	V máx (m/s0		Largura Pav. (m)	Largura não P. (m)	Extensão máxima sem deságue (m)	Área (ha)	Q máx -m³/s	Q máx - L/s	Conf.
0,005	0,027	0,448	0,5%	4,55	30	40	0,1382	0,0227	22,72	OK
0,010	0,038	0,633	1,0%	4,55	30	50	0,17275	0,0284	28,40	OK
0,020	0,054	0,895	2,0%	4,55	30	90	0,31095	0,0511	51,11	OK
0,030	0,066	1,097	3,0%	4,55	30	100	0,3455	0,0568	56,79	OK
0,040	0,076	1,266	4,0%	4,55	30	120	0,4146	0,0682	68,15	OK
0,050	0,085	1,416	5,0%	4,55	30	150	0,51825	0,0852	85,19	OK
0,060	0,094	1,551	6,0%	4,55	30	150	0,51825	0,0852	85,19	OK
0,070	0,101	1,675	7,0%	4,55	30	170	0,58735	0,0965	96,55	OK
0,080	0,108	1,791	8,0%	4,55	30	180	0,6219	0,1022	102,23	OK
0,090	0,115	1,900	9,0%	4,55	30	200	0,691	0,1136	113,59	OK
0,100	0,121	2,002	10,0%	4,55	30	210	0,72555	0,1193	119,27	OK

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE OAC

Trecho	Descrição	Extensão	Declividade	Montante	Jusante	Cota GI (Montante)	Cota GI (Jusante)	Manning	Área Molhada	Perimetro Molhado	Raio Hidráulico	Vazão	Altura da Lâmina	Velocidade	Tipo	% Lâmina	Área de Contribuição	TC (Trecho)	T	Intensidade
OAC-Est. 21	BSTC 1,50m	40,509	0,032	Estrutura - 21	Estrutura - 22	393,379	392,084	0,015	1,046	2,575	0,406	6.800,000	0,859	6,539	SIMPLES	57,253	774.825,600	30 mim	15 Anos	90,27
OAC-Est. 32	BSTC 0,80m	17,747	0,006	Estrutura - 37	Estrutura - 38	402,060	401,956	0,015	0,286	1,345	0,213	516,571	0,444	1,822	SIMPLES	55,499	35.560,202	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 42	BSTC 0,80m	20,684	0,062	Estrutura - 25	Estrutura - 26	401,070	399,796	0,015	0,290	1,354	0,214	1.704,497	0,449	5,924	SIMPLES	56,100	117.335,845	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 44	BSTC 0,80m	18,774	0,018	Estrutura - 35	Estrutura - 36	400,544	400,213	0,015	0,002	0,213	0,009	1,000	0,014	0,392	SIMPLES	1,762	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 53	BSTC 0,80m	15,299	0,027	Estrutura - 33	Estrutura - 34	401,222	400,808	0,015	0,335	1,471	0,228	1.381,191	0,506	4,088	SIMPLES	63,251	95.079,757	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 61	BSTC 0,60m	14,494	0,048	Estrutura - 31	Estrutura - 32	401,136	400,439	0,015	0,249	1,365	0,183	1.181,209	0,494	4,706	SIMPLES	82,376	81.313,222	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 69	BSTC 0,80m	13,464	0,031	Estrutura - 29	Estrutura - 30	399,504	399,092	0,015	0,360	1,541	0,234	1.620,632	0,539	4,424	SIMPLES	67,397	111.562,677	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 76	BSTC 1,00m	16,274	0,028	Estrutura - 27	Estrutura - 28	397,471	397,022	0,015	0,706	2,326	0,304	3.520,735	0,843	5,003	SIMPLES	84,265	242.363,843	10 mim	15 Anos	149,417
OAC-Est. 86	BSTC 1,50m	28,096	0,054	Estrutura - 23	Estrutura - 24	392,608	391,103	0,015	1,306	2,949	0,443	11.928,437	1,039	8,963	SIMPLES	69,240	821.141,480	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 10	BSTC 0,40m	5,222	0,005	Estrutura - 41	Estrutura - 42	410,845	410,819	0,015	0,043	0,526	0,081	35,949	0,149	0,885	SIMPLES	37,293	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 11	BSTC 0,40m	82,697	0,019	Estrutura - 42	Estrutura - 43	410,807	409,233	0,015	0,027	0,435	0,062	36,949	0,107	1,445	SIMPLES	26,798	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 12	BSTC 0,60m	11,117	0,048	Estrutura - 43	Estrutura - 56	408,987	408,457	0,015	0,037	0,539	0,069	86,203	0,113	2,441	SIMPLES	18,845	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 14	BSTC 0,40m	49,431	0,014	Estrutura - 45	Estrutura - 46	405,103	404,424	0,015	0,086	0,746	0,115	160,031	0,258	1,847	SIMPLES	64,507	1.165,982	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 15	BSTC 0,40m	50,069	0,024	Estrutura - 46	Estrutura - 47	404,313	403,101	0,015	0,093	0,789	0,118	237,824	0,278	2,499	SIMPLES	69,554	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 16	BSTC 0,40m	49,455	0,043	Estrutura - 47	Estrutura - 48	403,000	400,857	0,015	0,106	0,870	0,121	367,012	0,314	3,404	SIMPLES	78,381	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 17	BSTC 0,40m	39,756	0,062	Estrutura - 48	Estrutura - 49	400,695	398,236	0,015	0,100	0,829	0,120	412,319	0,296	4,041	SIMPLES	73,995	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 18	BSTC 0,60m	8,824	0,088	Estrutura - 49	Estrutura - 50	398,136	397,357	0,015	0,092	0,774	0,119	419,414	0,217	4,793	SIMPLES	36,146	488,443	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 19	BSTC 0,40m	49,591	0,087	Estrutura - 51	Estrutura - 52	403,688	399,360	0,015	0,015	0,347	0,043	34,759	0,071	2,422	SIMPLES	17,656	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 20	BSTC 0,40m	50,937	0,047	Estrutura - 52	Estrutura - 53	399,225	396,815	0,015	0,042	0,523	0,081	108,935	0,148	2,710	SIMPLES	37,002	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 21	BSTC 0,40m	7,131	0,005	Estrutura - 53	Estrutura - 54	396,815	396,779	0,015	0,095	0,797	0,119	109,935	0,282	1,139	SIMPLES	70,417	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 22	BSTC 0,60m	13,833	0,063	Estrutura - 54	Estrutura - 55	396,679	395,812	0,015	0,040	0,555	0,072	109,935	0,119	2,889	SIMPLES	19,893	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 23	BSTC 0,40m	3,829	0,005	Estrutura - 02	Estrutura - 41	410,864	410,845	0,015	0,043	0,526	0,081	35,949	0,149	0,885	SIMPLES	37,293	2.474,702	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 24	BSTC 0,40m	4,128	0,005	Estrutura - 01	Estrutura - 42	410,828	410,807	0,015	0,003	0,199	0,016	1,000	0,024	0,297	SIMPLES	6,090	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 25	BSTC 0,40m	4,172	0,005	Estrutura - 04	Estrutura - 43	409,108	409,087	0,015	0,053	0,580	0,092	49,254	0,176	0,960	SIMPLES	44,030	3.390,616	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 26	BSTC 0,60m	5,834	0,100	Estrutura - 05	Estrutura - 57	404,382	403,798	0,015	0,011	0,352	0,032	24,767	0,050	2,129	SIMPLES	8,354	1.704,935	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 27	BSTC 0,40m	4,452	0,005	Estrutura - 08	Estrutura - 45	405,125	405,103	0,015	0,011	0,352	0,032	24,767	0,050	2,129	SIMPLES	8,354	1.704,935	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 28	BSTC 0,40m	4,289	0,005	Estrutura - 10	Estrutura - 46	404,335	404,313	0,015	0,073	0,682	0,108	77,793	0,227	1,067	SIMPLES	56,647	5.355,193	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 29	BSTC 0,40m	3,808	0,005	Estrutura - 11	Estrutura - 47	403,022	403,003	0,015	0,003	0,199	0,016	1,000	0,024	0,297	SIMPLES	6,090	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 30	BSTC 0,40m	4,294	0,005	Estrutura - 12	Estrutura - 47	403,022	403,000	0,015	0,109	0,899	0,122	128,188	0,325	1,158	SIMPLES	81,269	8.824,302	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 31	BSTC 0,40m	4,072	0,018	Estrutura - 13	Estrutura - 48	400,931	400,857	0,015	0,008	0,270	0,028	6,189	0,044	0,825	SIMPLES	10,989	426,038	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 32	BSTC 0,40m	4,104	0,005	Estrutura - 14	Estrutura - 48	400,715	400,695	0,015	0,045	0,539	0,084	39,118	0,156	0,905	SIMPLES	38,978	2.692,850	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 33	BSTC 0,40m	3,837	0,005	Estrutura - 15	Estrutura - 53	397,167	397,148	0,015	0,003	0,199	0,016	1,000	0,024	0,297	SIMPLES	6,090	0,000	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 34	BSTC 0,40m	3,936	0,005	Estrutura - 17	Estrutura - 52	399,244	399,225	0,015	0,017	0,360	0,046	9,540	0,076	0,604	SIMPLES	18,921	656,724	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 35	BSTC 0,40m	4,276	0,005	Estrutura - 18	Estrutura - 52	399,374	399,352	0,015	0,064	0,637	0,101	64,636	0,204	1,024	SIMPLES	51,026	4.449,468	10 mim	15 Anos	149,417
Rede - 36	BSTC 0,40m	4,369	0,005	Estrutura - 20	Estrutura - 51	403,710	403,688	0,015	0,042	0,520	0,080	34,759	0,147	0,877	SIMPLES	36,644	2.392,794	10 mim	15 Anos	149,417
0	0	0,000	0,000	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0	0

7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA RODOVIÁRIA

7.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Sinalização e Segurança Viária foi desenvolvido a partir do Projeto Geométrico.

Foi adotado a quilometragem do SNV já implantado na rodovia, conforme autorizado pela CONTRATANTE, seguindo as orientações Manuais de Sinalização do CONTRAN e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

O Projeto compreendeu a concepção e o detalhamento do sistema de sinalização horizontal e vertical, complementado por dispositivos auxiliares de segurança, de maneira a proporcionar aos usuários da rodovia um desempenho seguro no fluxo do tráfego, tendo como parâmetros direcionadores o projeto de sinalização já implantado apresentado.

Todos os elementos constituintes do sistema de sinalização e segurança foram dimensionados para atender a velocidade diretriz regulamentada para a rodovia em 80 km/h e 40 km/h para o retorno, rotulas e marginais.

7.2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Código do Documento	Título
	IS-115 / 21 INSTRUÇÃO DE SERVIÇO PARA SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA RODOVIÁRIA
	Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação – CONTRAN - 2007
	Volume II – Sinalização Vertical de Advertência – CONTRAN - 2007
	Volume III – Sinalização Vertical de Indicação – CONTRAN - 2014
	Volume IV– Sinalização Horizontal – CONTRAN - 2007
	Volume VI – Dispositivos Auxiliares – CONTRAN - 2021
	NBR 13.669 – Sinalização Horizontal – Tinta à Base de resina acrílica emulsionada em água.
	NBR 13.132/2013 – Sinalização Horizontal viária – Termoplástico aplicado pelo processo de extrusão
	NBR 14.890/11 – Sinalização Vertical Viária – Suportes metálicos em aço para placas - Requisitos
	NBR 14.891/12 – Sinalização Viária - Placas
	NBR 14.644 – Sinalização Viária – Películas - Requisitos

	NBR 14.636 – Sinalização horizontal viária – Tachas refletivas viárias - Requisitos
	NBR 6971/2012 – Segurança no tráfego – Defensas metálicas - Implantação
	NBR 15486/2016 - Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto

7.3. ELABORAÇÃO DO PROJETO

DIMENSIONAMENTOS

Nesta fase, iniciou-se o processo de dimensionamento da sinalização. O projeto levou em consideração os normativos da ABNT, as especificações e normas do Código de Trânsito Brasileiro e os Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito – CONTRAN.

Na concepção e na implantação da sinalização de trânsito, teve-se como princípio básico, as condições de percepção dos usuários da via garantindo a real eficácia dos sinais.

Desta forma foi assegurado à sinalização os seguintes princípios:

Legalidade – Código de Trânsito Brasileiro – CTB e legislação complementar;

Suficiência – permitir fácil percepção do que realmente é importante com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;

Padronização – seguir um padrão legalmente estabelecido e situações iguais devem ser sinalizadas com o mesmo critério;

Clareza – transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão;

Precisão e Confiabilidade: Ser precisa e confiável, corresponder a situação existente, ter credibilidade;

Visibilidade e Legibilidade: Ser vista à distância necessária e ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão;

Manutenção e Conservação: Estar permanentemente limpa, conservada, fixada e visível.

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal foi planejada de forma a atender critérios que garantam condições mínimas de segurança viária em relação a sua visualização com o veículo em movimento na

velocidade praticada no trecho de forma a proporcionar tempo hábil para tomada de decisão do motorista.

A sinalização horizontal tem o objetivo de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego.

Foram classificados como sendo do grupo de Sinalização Horizontal:

Todos os serviços de demarcação das faixas de tráfego estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME IV – Sinalização Horizontal – Resolução N° 236/2007 – CONTRAN;

Todos os serviços referentes a elementos refletivos complementares do tipo tachas e delineadores.

As linhas de chamadas apresentam o início e o fim de cada tipo de marcação horizontal com o estaqueamento, extensão e tipo de sinalização.

Largura das Faixas Horizontais

A largura das faixas na sinalização horizontal foi dada em função da velocidade regulamentada na via, conforme estabelecido Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume IV - Sinalização Horizontal (CONTRAN, 2022).

LARGURA DA FAIXA NA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

CLASSES 0 E IA		
ELEMENTO	LARGURA	
Linha de Bordo (LBO)	0,15 m	
Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido (LMS)	0,15 m	
CLASSES IB, II E III		
ELEMENTO	LARGURA (VEL. < 80 km/h)	LARGURA (VEL. ≥ 80 km/h)
Linha de Bordo (LBO)	0,12 m	0,15 m
Linha de Divisão de Fluxos Opostos (LFO)	0,12 m	0,15 m
Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido (LMS)	0,12 m	0,15 m
CADÊNCIA (LFO E LMS)		
VELOCIDADE	TRAÇO	ESPAÇAMENTO
V < 60 km/h	2,0 m	6,0 m
60 ≤ V < 80 km/h	2,0 m	6,0 m
	4,0 m	8,0 m
V ≥ 80 km/h	4,0 m	12,0 m

Cores

As cores das marcas viárias e inscrições no pavimento adotadas no Projeto obedecem ao Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME IV – Sinalização Horizontal – Resolução N° 236/2007 – CONTRAN, obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell, conforme citado na Tabela 2.

TABELA DE CORES PARA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

COR	TONALIDADE
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

Cadência das Faixas

A aplicação das marcas longitudinais foi dada de acordo com o tipo e com a largura da linha e com a velocidade regulamentada da via estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME IV – Sinalização Horizontal – Resolução N° 236/2007 – CONTRAN.

Marcas, Símbolos e Faixas

O projeto de Sinalização Horizontal consistiu na determinação dos seguintes dispositivos (pinturas a serem implantadas no pavimento):

LBO - Linhas longitudinais destinadas a delimitar a parte da pista destinada ao rolamento.

LCO - Linhas longitudinais seccionadas, utilizadas a partir dos tapers das interseções nos prolongamentos das linhas de bordo para dar noção de continuidade da faixa de tráfego.

LCA - Linha de Canalização, foram utilizadas nas interseções contíguas aos obstáculos, distando destes lateralmente de 0,50m, de forma a conduzir o tráfego com segurança.

LFO-3 - Linha dupla contínua divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os

deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para o acesso a imóvel lindeiro.

LMS-1 - Ordena fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito, e regulamentando as situações em que são proibidas a ultrapassagem e a transposição de faixa de trânsito, por comprometer a segurança viária.

LMS-2 - Ordena fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e indicando os trechos em que a ultrapassagem e a transposição são permitidas.

ZPA - Marcas de canalização constituídas por zebrado de preenchimento de área de pavimento não utilizável (ZPA) usadas para direcionar os fluxos dos veículos em situações que provoquem alterações na trajetória natural. O zebrado de preenchimento é composto por linhas diagonais posicionadas em função do sentido do fluxo, de tal forma a sempre conduzir o veículo para a pista trafegável, e formando um ângulo α, igual ou próximo de 45°, com a linha de canalização que lhe é adjacente.

LDP - Marca transversal aplicada sobre a superfície de rolamento, que indica aos condutores que a preferência de circulação está com os veículos da via onde se quer ter acesso e, caso julgue necessário, deve parar o veículo antes de ingressar na via principal. Foram projetadas nas interseções e acessos, conforme constante dos desenhos do projeto.

LRE – Marca transversal aplicada sobre a superfície de rolamento, que indica aos condutores o local limite em que deve parar o veículo.

Símbolo de "Dê Preferência" (SIP) - O símbolo "Dê a Preferência" deverá ser implantado no mínimo a 1,60m da linha de "Dê a Preferência", nos locais indicados no projeto, acompanhado da placa de regulamentação R-2 (Dê a Preferência).

Legenda de “PARE” – A legenda de “PARE” deverá ser implantada no mínimo a 1,60m da linha de retenção, nos locais indicados no projeto, acompanhado da placa de regulamentação R-1.

Marcações de Setas no Pavimento (PEM, MOF): as setas direcionais foram indicadas no projeto nos locais onde existem interferências no fluxo normal do tráfego como nas interseções acessos e mudanças de largura de pista como no caso de terceiras faixas.

Os detalhes para implantação da sinalização horizontal estão apresentados no projeto de excutivo de sinalização.

Materiais de demarcação Viária

As pinturas das faixas longitudinais, tais como LBO, LMS-1, LMS-2, LCO e LFO-3, deverão ser executadas com tinta em resina acrílica emulsionada em água, conforme NBR 13699 da ABNT e espessura úmida de 0,5 mm, ou tinta acrílica a base de solvente conforme norma NBR 11862 da ABNT e espessura úmida de 0,6mm. Já as faixas transversais à rodovia, como LRE, LDP, ZPA, LCA, setas direcionais, dizeres e símbolos, deverão ser executados em termoplástico extrudado, conforme norma NBR 13132 da ABNT e com espessura de 1,5mm.

Estas tintas deverão ser retrorrefletorizadas com microesfera de vidro, conforme as normas vigentes.

SINALIZAÇÃO VERTICAL

Considerações Gerais

A Sinalização Vertical tem como finalidade informar aos usuários da via, através de posicionamento de placas, as regulamentações, as advertências de condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela, e indicar direções, localização de pontos de interesse ou serviços e transmitir mensagens educativas, dentre outras.

O projeto foi elaborado procurando atender integralmente os objetivos da sinalização vertical, visando o deslocamento seguro de veículos e pedestres, com uma sinalização caracterizada pela padronização e uniformidade.

Para que a sinalização vertical seja efetiva, devem ser considerados os seguintes fatores para os seus dispositivos:

Posicionamento dentro do campo visual do usuário;

Legibilidade das mensagens e símbolos;

Mensagens simples e claras;

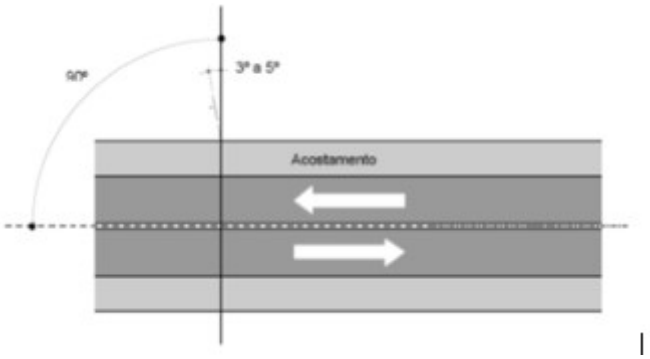
Padronização.

Os sinais devem estar corretamente posicionados dentro do campo visual do usuário, ter forma e cores padronizadas, símbolos e mensagens simples e claras, além de letras com tamanho e espaçamento adequados à velocidade de percurso, de modo a facilitar sua percepção, assegurando uma boa legibilidade e, por consequência, uma rápida compreensão de suas

mensagens por parte dos usuários. Suas cores devem ser mantidas inalteradas tanto de dia quanto à noite, mediante iluminação ou retrorrefletorização.

O posicionamento das placas e painéis de maneira geral para todos os sinais posicionados lateralmente à via deve-se garantir uma pequena deflexão horizontal, entre 3º e 5º (três e cinco graus), em relação à direção ortogonal ao trajeto dos veículos que se aproximam, de forma a evitar reflexos provocados pela incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa conforme figura a seguir:

DEFLEXÃO DO SINAL EM PLANTA



DEFLEXÃO DO SINAL EM PERFIL



A percepção visual entre sinais de diferentes finalidades é efetuada a partir de padronização própria de formas e cores, que favorece um ganho no tempo necessário para distinguir um dispositivo e absorver a sua mensagem, implicando, portanto, em um menor tempo de reação por parte do usuário, o que é tanto mais indispensável quanto maior for a complexidade da operação da via.

Sinalização Vertical Adotada

O Projeto da Sinalização Vertical consistiu na indicação dos dispositivos a seguir discriminados:

Placas de Regulamentação: informam aos usuários as condições, proibições, restrições ou obrigações no uso da rodovia. Predominantemente é na forma circular, com o fundo na cor branca e com a borda vermelha e símbolos na cor preta, exceto para a placa R-1.

Placas de Advertência: foram adotadas sempre que necessário chamar atenção dos usuários para situações potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na rodovia ou em suas adjacências, que exigem cuidados por parte dos motoristas, indicando a natureza dessas situações.

Placas Indicativas: têm por finalidade identificar o posicionamento do usuário na via, os destinos, as direções e os serviços auxiliares, assim como mensagens educativas.

As placas indicativas foram diagramadas com caracteres maiúsculos e minúsculos, preconizados pela Resolução 599/82 do CONTRAN e pelo padrão do DNIT.

Suas dimensões são variadas e calculadas conforme suas legendas.

Suas cores são determinadas de acordo com sua categoria funcional, sendo adotados no projeto:

sinais de indicação de localidades/direção, localidades/distancias: fundo na cor verde, legenda e símbolos na cor branca;

sinais indicativos de serviços auxiliares, ou locais de interesse público, estados etc. Fundo na cor azul, legenda e símbolos nas cores branca/preta.

Altura do solo = 1,20m, para segmento sem passeio;

Altura do solo = 2,10m, para segmento com passeio.

O posicionamento das placas na rodovia está apresentado no desenho de detalhes de implantação da Sinalização Vertical, no projeto executivo de sinalização.

Materiais Adotados

Substratos e Suportes de Fixação das Placas

Os substratos que foram utilizados são as chapas de alumínio composto, conforme NBR 16179/13 da ABNT.

Os suportes serão em Perfil “U” Metálico de Aço Carbono - ABNT NBR 14890 - Sinalização vertical viária — Suportes metálicos em aço para placas — Requisitos – todos os componentes dos postes de sustentação deverão ser galvanizados por imersão a quente para proteção contra corrosão, de acordo com a ABNT NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido.

Películas Refletivas

A sinalização vertical é composta por películas retrorrefletivas seguindo um padrão de utilização em função do posicionamento do sinal na via. Esse padrão baseia-se na legibilidade dos sinais

em função do tipo de película refletiva utilizada e luminância da placa de acordo com o posicionamento da mesma.

O Projeto (notas de serviço) especifica os tipos de películas das placas com retrorrefletividade aplicada para o fundo e para as legendas e os pictogramas de acordo com a ABNT NBR 14891 - Sinalização vertical viária — Placas.

As películas especificadas devem atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 14644 - Sinalização vertical viária — Películas — Requisitos, sendo que a cor preta, quando utilizada, como totalmente opaca.

As notas de serviço de sinalização vertical contêm o detalhamento das placas e o tipo de película a ser adotada.

DISPOSITIVOS AUXILIARES DE SEGURANÇA

Considerações Gerais

Os dispositivos auxiliares de segurança são aplicados ao pavimento, junto a ela ou nos obstáculos próximos de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da via. São constituídos de materiais, formas e cores diversos dotados ou não de refletividade com as funções de:

Incrementar a percepção da sinalização, do alinhamento da via ou de obstáculos à circulação;

Reduzir a velocidade praticada;

Oferecer proteção aos usuários;

Alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial ou que requeiram maior atenção.

Os Dispositivos Auxiliares de Segurança são divididos em dois grupos, de Sinalização Horizontal e de Sinalização Vertical, de acordo com o tipo de fixação, ou seja, aqueles fixados diretamente no pavimento, como tachas e tachões, classificados como Sinalização Horizontal, os demais tipos classificados como Sinalização Vertical, considerados como Sinalização de Alerta.

Sinalização Vertical de Alerta

Os dispositivos de sinalização de alerta, conforme definição do CTB, são elementos que têm a função de melhorar a percepção do condutor quanto aos obstáculos e situações geradoras de perigo potencial à sua circulação, que estejam na via ou adjacentes à mesma, ou quanto a mudanças bruscas no alinhamento horizontal da via.

Possuem as cores amarela e preta quando sinalizam situações permanentes e adquirem cores laranja e branca quando sinalizam situações temporárias, como obras.

Foram adotados no projeto:

Marcadores de perigo, na dimensão de 0,30x0,90m, destinada a alertar o condutor quanto a situação potencial de perigo.

Marcadores de alinhamento, na dimensão de 0,50x0,60m, destinada a alertar o condutor sobre a alteração no alinhamento horizontal da via.

Tachas

As tachas refletivas são dispositivos auxiliares à sinalização horizontal, fixados nas superfícies do pavimento, dispostos próximos às linhas pintadas, de modo a delimitar a pista e as faixas de rolamento, permitindo ao condutor melhores condições de operação, principalmente em áreas sujeitas a neblina e em percursos noturnos. Consiste em um corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego, possuindo uma ou duas faces retrorrefletivas nas cores compatíveis com a marca viária.

As cores dos catadióptricos estão estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro – Lei N° 9.503/97, em seu Anexo II – Resolução N° 160/04 – CONTRAN.

As tachas especificadas atendem aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 14636 - Sinalização horizontal viária — Tachas refletivas viárias — Requisitos.

O Projeto comtempla a utilização de tachas em toda a extensão das linhas de bordo e nas linhas de eixo na cadência especificada nas notas de serviço apresentadas.

Na implantação das tachas foram observados os seguintes aspectos:

Preferencialmente não devem ser implantadas sobre a sinalização horizontal;

Foram implantadas junto a linha de bordo deslocadas para o lado externo em cerca de 10 cm de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação;

Foram implantadas no espaço entre as linhas, quando duplas contínuas, ou no meio dos segmentos sem pintura, quando as linhas forem seccionadas;

De acordo com a Resolução N° 336/2009 – CONTRAN é vedada a utilização de tachas aplicadas transversalmente à via pública.

ELEMENTOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA

Dispositivos de Contenção Veicular

São os dispositivos instalados ao longo da via com o objetivo de conter, absorver energia de impacto e redirecionar os veículos desgovernados, reduzindo a gravidade do acidente, impedindo-os que invadam zonas perigosas ou alcancem um obstáculo fixo, protegendo dessa forma, usuários da via e reduzindo a gravidade dos acidentes.

8. PROJETO DE PAISAGISMO

8.1. PAISAGISMO

O projeto de revestimento vegetal visa à implantação de cobertura vegetal das áreas adjacentes à rodovia (taludes de corte e aterro, canteiros etc.), como também áreas de empréstimo, caminhos de serviços e bota-foras (indicado no projeto de terraplanagem), visando a reabilitação ambiental e em especial o combate ao processo erosivo dos solos.

Considerando-se que as áreas a serem revestidas apresentam taludes de aterro e corte com alturas reduzidas, arrasamentos e canteiro central, o processo de recomposição indicado foi o de o plantio de grama tipo Esmeralda (Zoysia japônica).

Com o objetivo de realizar a implantação da cobertura vegetal de maneira a garantir a recuperação por completo dos locais afetados, deve-se seguir os procedimentos descritos na IPR 734 para realizar o preparo do solo antes da realização do plantio. Estas medidas são: divididas em medidas corretivas gerais e medidas corretivas específicas. Abaixo estão descritas as técnicas referentes a cada medida citada.

Medidas corretivas gerais: As medidas corretivas gerais são diretrizes que irão nortear o projeto de recuperação das áreas degradadas e devem ser aplicadas sempre que for observada a sua necessidade. Como medidas, são descritas as seguintes ações:

Definição da forma de recuperação, buscando a recomposição topográfica e paisagística, particularizando e detalhando as medidas e operações;

Conformação em seções estáveis das áreas degradadas com raspagem e retirada dos entulhos;

Descompactação do solo, através de escarificadores ou subsoladores, das áreas de corte ou daquelas compactadas pelo trânsito de máquinas, visando o rompimento das camadas compactadas;

Cobertura uniforme do local com a camada de solo fértil retirada no início da atividade de movimento de solo e adequadamente armazenada para este uso;

Aplicação de adubos e corretivos para correção físico-química do solo;

Repovoamento com espécies vegetais, propiciando a aceleração do processo de regeneração da cobertura vegetal;

A fiscalização poderá recusar o material entregue, às expensas da contratada, e recusar seu recebimento quando em desacordo com as especificações.

A contratada deverá apresentar à fiscalização estudo da mistura de água, sementes, adubos, nutrientes e adesivos para a superfície, o estudo deverá ser especificado por profissional capacitado.

Medidas corretivas específicas: As medidas corretivas são divididas dentre as seguintes atividades:

Remoção da camada superficial de solo;

Preparo de áreas para reabilitação ambiental;

Limpeza do terreno;

Conformação de taludes ou modelagem do terreno;

Espalhamento ou distribuição de solo orgânico;

Estas atividades estão descritas abaixo, com as características a serem observadas em cada etapa.

Remoção da camada superficial de solo: Esta atividade consiste na remoção da camada superficial de solo para terraplanagem das áreas de uso, como bota fora, canteiros de obra, áreas de empréstimo e outras. Este material deve ser armazenado juntamente com o resto de vegetação retirada da área, caso ocorra corte de árvore, para posterior uso na recuperação das áreas. O armazenamento deve ser realizado em leiras, localizadas em áreas planas, com no máximo 1,5 metros de altura e protegidas de processos erosivos ou compactação de solo.

Preparo de áreas para reabilitação ambiental: Esta etapa consiste no preparo do solo após a desmobilização das áreas de uso e consiste basicamente na remoção dos materiais utilizados.

Limpeza do terreno: Nas jazidas a limpeza do terreno deve consistir na remoção dos blocos de rocha e restos de brita para posterior recebimento de solo orgânico; Já nas demais áreas, deve-se observar a necessidade de coroamento ao redor dos berços de plantio ou a realização da

roçada caso necessária a remoção de espécies pioneiras para crescimento das demais espécies.

Conformação de talude e modelagem de terreno: Consiste na finalização dos taludes de acordo com os projetos de engenharia, fato que irá propiciar uma área adequada para revegetação.

Espalhamento ou distribuição de solo orgânico: O solo retirado e armazenado deve ser espalhado nas áreas a serem recuperadas.

Após a execução das técnicas descritas acima para preparo dos locais a receberem os plantios, deve-se avançar para a próxima etapa, seguindo as técnicas descritas na IPR-734 para o plantio. Conforme já especificado, o plantio deverá ser realizado utilizando-se espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas. As espécies herbáceas podem ser plantadas em forma de placas e tem como função o recobrimento inicial e rápido do solo, realizando a proteção inicial contra erosão, além de apresentarem resistência a fatores externos e propiciarem o preparo do solo para as próximas etapas do plantio, quando existirem.

Para a execução dos serviços deve-se observar a seguinte sequência:

Iniciar com o preparo do solo, observando a limpeza e remoção de estruturas que não mais serão utilizadas, seguida da aração da camada superficial (entre 0,10 a 0,20 metros), por fim, deve-se garantir que as irregularidades e desníveis

que possam prejudicar o plantio, a manutenção mecanizada ou os aspectos visuais sejam eliminados.

Após o preparo do solo supracitado, segue-se com a aplicação de adubos e corretivos, os quais devem ser selecionados em função do material disponível no local e o tipo de solo a ser tratado. As atividades de caleação para correção da acidez devem preceder a adubação em 15 dias e consiste na aplicação de calcário para correção do pH do solo. As quantidades de materiais utilizados variam entre 1,5 a 2,0 ton/ha. Já a aplicação de adubo deve ser realizada na proporção de 600kg/ha considerando-se o adubo NPK 10-20-10 mais 5% de Enxofre e micronutrientes. Caso seja viável a aquisição de esterco de curral em propriedades próximas ao empreendimento, pode-se realizar o preparo do adubo seguindo a seguinte fórmula: 50,0 kg de terra vegetal (42,92%); 1,50 kg de termofosfato ou superfosfato (1,29%); 50,0 kg de esterco de curral (42,92%); 15,0 kg de calcário (12,87%).

Ao final da etapa de preparo do solo, tem-se início o plantio das espécies.

O plantio deve ocorrer com placas de 0,4m x 0,2m, sequenciais e justapostas, evitando-se a continuidade das junções verticais, fator que proporciona maior erosão entre as juntas. Após esta etapa, deve-se realizar o estaqueamento das peças ao solo, evitando que as mudas se desloquem por ações externas como vento e chuva e possibilitando o enraizamento das mesmas.

8.2. TAXAS DE ADUBAÇAO E CORREÇÃO DO SOLO

Apresenta-se a seguir o quadro de taxas de Fertilizantes e Corretivos para os solos.

TAXAS DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS

Elementos	**Quantidade de Nutriente Necessário**		**Quantidade de Fertilizante Simples Necessário (kg/ha)**
	kg/ha	**Forma**	
Nitrogênio (N)	50	N	111 - Uréia, ou 252 - Sulfato de Amônio
Fósforo (P)	140	P_2O_5	304 - Superfosfato Triplo ou 700 - Superfosfato Simples
Potássio (K)	90	K_2O	150 - Cloreto de Potássio
Cálcio (Ca)*	381	CaO	1080 - Calcário Dolomítico (mínimo de 35,4% de CaO, e 19,8% de MgO) Corretivo
Magnésio (Mg)	52	MgO	
Enxofre (S)**	43,2	S	43,2 - Enxofre Ventilado
Ferro (Fe)	0	Fe_2O_3	0
Boro (B)	2,57	B_2O_3	7,1 – Bórax
Cobre (Cu)	1,59	CuO	5,0 - Sulfato de Cobre
Manganês (Mn)	6,5	MnO	20,5 - Sulfato de Manganês
Molibdênio (Mo)	0,119	MoO_3	0,20 - Molibdato de Sódio
Zinco (Zn)	4,8	ZnO	15,8 - Sulfato de Zinco

* Necessário aumentar, ao se utilizar serragem em quantidade superior ao especificado.

**Desnecessário aplicar, se utilizado Sulfato de Amônio (N) ou Superfosfato Simples (P), visto que esses fertilizantes contêm enxofre suficiente.

8.3. APRESENTAÇÃO

O projeto de paisagismo acha-se ilustrado sob a forma de desenho, localizado no projeto executivo de paisagismo.

9. ESTUDO DE INTERFERÊNCIAS

9.1. INTRODUÇÃO

As interferências existentes ao longo do segmento do projeto, foram identificadas por meio do levantamento topográfico cadastral e, também, de consultas às concessionárias de serviços de energia, água, esgoto, cabos óticos, telefonia, gás etc. e demais entes públicos e privados responsáveis por possíveis elementos de instalações subterrâneas ou aéreas na região de implantação das obras. As informações obtidas foram averiguadas em campo e atualizadas, de modo a orientar o desenvolvimento dos projetos.

9.2. APRESENTAÇÃO

As interferências identificadas acham-se ilustradas no projeto Executivo de interferências, com os elementos de interferência tabelados com coordenadas topográficas e estaqueamento, plotados sobre o projeto geométrico.

10. MEMORIAL DESCRITIVO

10.1. MEMORIAL DESCRITIVO DE IMPLANTAÇÃO

I-Objeto para a contratação:

A obra consiste na Implantação do Pavimento localizada no município de Abelardo Luz, conforme projetos executivos em anexo.

II-Dados gerais da obra:

Serão contratados todos os serviços de infraestrutura: Terraplenagem, pavimentação, drenagem, sinalização conforme quantitativos relacionados no projeto.

III-Equipe técnica:

A empresa contratada deverá possuir no mínimo um responsável técnico com atribuição para esse tipo de obra, devidamente registrado no respectivo conselho de classe profissional. Esse profissional (ou mais se houver corresponsabilidade) será oficialmente o responsável técnico pela execução direta da obra, fornecendo o documento de responsabilidade técnica de execução pertinente. É obrigatório que o responsável técnico tenha conhecimento dos projetos, memorial descritivo, especificações técnicas, normas e manuais, não podendo alegar desconhecimento dos mesmos.

Além disso, a empresa contratada deverá manter permanentemente na obra um encarregado com experiência na execução dos serviços contratados e na condução dos trabalhos.

Todos os assuntos referentes a obra serão tratados diretamente com o responsável técnico pela execução dos serviços e fiscais de obra, definidos pela contratante, para evitar o desencontro de informações e erros na execução.

Esses profissionais disponibilizados devem fazer parte da administração geral da empresa contratada, não sendo objeto de custeio e medição específica.

NORMAS GERAIS DE TRABALHO

Considerações

Os serviços deverão obedecer ao traçado, cotas, seções transversais, dimensões, tolerância e exigências de qualidade dos materiais indicados nos projetos e nas especificações de serviços;

A alocação de equipamentos necessários à execução dos serviços será de acordo com os cronogramas previamente aprovados pela fiscalização da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz;

A contratada deverá fornecer equipamentos do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para executar satisfatoriamente os serviços. Todos os equipamentos usados

deverão ser adequados de modo a atender as exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos;

Para bom andamento dos serviços, todo equipamento que apresentar problema de funcionamento deverá ser prontamente substituído pela contratada por equipamento similar;

O custo relativo à mobilização e desmobilização da empresa contratada para a viabilização das obras, deverão ser incluídos nos preços propostos para os vários itens de serviços que integram o presente memorial;

A contratada é totalmente responsável por danos que possam ser causados diretamente à Administração ou a terceiros, isentando a Prefeitura Municipal de Abelardo Luz de qualquer ação que possa haver;

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

Todo o pessoal da contratada deverá possuir habilitação e experiência para executar, adequadamente, os serviços que lhes forem atribuídos;

A contratada é responsável pela disponibilização e utilização total de EPI's por parte dos funcionários da obra; Todos os materiais utilizados devem estar de acordo com as especificações;

A qualidade dos serviços deverá ser comprovada através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Por se tratarem de verificações rotineiras do processo executivo, as mesmas correrão por conta da empresa contratada para realização do serviço e não serão objeto de medição específica.

A contratada é obrigada a reparar, corrigir, remover, reconstruir ou substituir, às suas expensas, no total ou parte, o objeto do contrato em que se verificarem vícios, defeitos ou incorreções resultantes da execução ou de matérias empregados.

Em caso de alteração dos serviços em relação ao projetado, durante a execução da obra, devidamente aprovado pela fiscalização, a contratada fornecerá o “as built” indicando as modificações realizadas. Por se tratar de atividade pertinente a execução a mesma não será objeto de medição específica.

SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA

Serão obedecidas as disposições constantes da NR-18 - Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção, e NBR 7678/1983 - Segurança na Execução de Obras e Serviços de Construção;

Por tratar-se de obra na área rural, fica sob encargo da contratada a necessidade de implantação de canteiro de obras, sendo que o mesmo não será objeto de medição específica, devendo seu custo, se for necessário, estar incluso no BDI como administração central;

A contratada deverá, durante a obra, tomar o necessário cuidado em todas as operações de uso de equipamentos, para proteger o público e para facilitar o tráfego;

A contratada é responsável por todas as atividades correlatas necessárias para a execução dos serviços como: delimitação e segurança da área de trabalho, medidas, marcações, nivelamentos e locações dos serviços, sinalização apropriada informativa, de orientação e limitação dos serviços, interdições parciais ou totais de trechos de vias e comunicação aos usuários e/ou moradores diretamente afetados dos serviços a serem realizados e dos impactos resultantes. No caso da necessidade de interdição parcial ou total de determinado trecho de via, a contratada deverá antecipadamente comunicar e conseguir autorização ao Fiscal da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz.

Se a contratada julgar conveniente poderá, com a prévia aprovação da fiscalização da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz, e sem remuneração extra, utilizar e conservar variantes para desviar o tráfego do local das obras e serviço. Deverá, ainda, conservar em perfeitas condições de segurança, pontes provisórias de desvios, acessos provisórios, cruzamentos com ferrovias ou outras vias, etc.;

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

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

RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS

A contratada deverá fornecer a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de execução dos serviços;

A fiscalização da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz deverá decidir as questões que venham surgir quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais usados na obra/serviço, do andamento, da interpretação dos projetos e especificações, cumprimento satisfatório das cláusulas do contrato;

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

A fiscalização da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz terá livre acesso aos trabalhos durante a execução do serviço/obra, e deverá ter todas as facilidades razoáveis para poder determinar se os materiais e mão de obra empregada sejam compatíveis com as especificações de projeto;

A inspeção dos serviços/obra por parte da fiscalização da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz não isentará a contratada de quaisquer das suas obrigações prescritas no contrato;

A contratada será responsável pela conservação e segurança das obras/serviços até o aceite e recebimento provisório dos mesmos pela fiscalização da Prefeitura Municipal de Abelardo Luz;

A contratada estará sujeita as determinações da Lei 8.078, de 11 de setembro de 1990 (Código de Defesa do Consumidor) e da Lei 10.406, 10 de janeiro de 2002 (Código Civil Brasileiro).

Identificação e descrição dos serviços (especificação), de materiais e equipamentos a incorporar a obra, em conformidade com a planilha:

10.2. SERVIÇOS À SEREM EXECUTADOS

Apresentamos a seguir todos os serviços previstos à serem executado na Implantação de Pavimento conforme sua particularidade

PAVIMENTAÇÃO:

Regularização do Subleito:

Com o objetivo de conformar o leito da rua, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e inclinações dos projetos geométrico e de pavimentação, será realizado o serviço de regularização do subleito existente.

Esse serviço será realizado na largura de trabalho, que consiste na largura da pista de rolamento acrescida de 0,40 m (0,20 m para cada lado).

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

Macadame Seco Preenchido com Brita:

Em toda largura de trabalho nas ruas que necessitou o dimensionamento desta camada, em toda extensão dos trechos indicados, será executada uma camada de sub-base em macadame seco preenchido com brita, nas espessuras indicadas no projeto executivo.

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

Base em Brita Graduada

Sobre a sub-base, nas ruas que necessitou o dimensionamento desta camada, será executada uma camada de base em brita graduada na largura de trabalho da mesma em toda a extensão do respectivo trecho, nas espessuras indicadas no projeto executivo.

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

Imprimação:

Sobre a base executada, para sua coesão superficial e impermeabilização, será executada a imprimação com emulsão asfáltica para imprimação tipo EIA em todas as áreas que receberão pavimento asfáltico, ou seja, em toda pista de rolamento, conforme projeto de pavimentação de cada via.

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

Pintura de Ligação:

Como preparação da superfície para recebimento de revestimento asfáltico será executada pintura de ligação com emulsão RR 1C. Nas ruas será realizada sobre a área imprimada em toda pista de rolamento. conforme no projeto executivo.

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado à Quente – Faixa “C”):

Sobre as áreas que receberam a pintura de ligação, será executado o revestimento asfáltico em CAUQ - Concreto Asfáltico Usinado à Quente na faixa “C”, como camada de revestimento final da pista de rolamento do recapeamento asfáltico, conforme no projeto executivo para camada de reforço de pavimento.

DRENAGEM PLUVIAL:

Rede de drenagem com tubos e escavação até 1,50 m de profundidade:

Com o objetivo de conduzir as águas pluviais será implantada rede de drenagem pluvial com tubos de concreto simples, classe PS-2, com diâmetro nominal de acordo com conforme projeto executivo e perfil do terreno, com escavação média até 1,50 m de profundidade nas seguintes vias e extensões:

A execução da rede de drenagem será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

O material excedente, oriundo da escavação das valas, será transportado e depositado em local liberado ambientalmente, sob responsabilidade da empresa contratada para execução das obras.

Boca (ala) sem esconsidade

Com objetivo de descarregar realizando o escoamento das águas pluviais em direção a córregos e destinações finais, possuía a função de impedir a erosão dos tubos bem como das camadas de terraplenagem em sua execução.

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço.

Caixa Coletora de Sarjeta

Junto ao meio-fio implantado, nas esperas de boca de lobo anteriormente executadas; será confeccionada boca de lobo em passeio com tampa de concreto no padrão da DEINFRA com dimensões conforme indicado no projeto executivo.

A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço e detalhes do projeto executivo de drenagem.

10.3. ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

PAVIMENTAÇÃO:

Regularização do Subleito:

Generalidades:

A regularização do subleito consiste na operação destinada a conformar o leito da rua, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e inclinações dos projetos geométrico e de pavimentação, compreendendo serviços de cortes ou aterros de ajuste da seção. Deverá ser seguida a sistemática de execução indicada na norma DEINFRA ES-P 01/16.

Execução:

A execução da regularização do subleito é realizada através da utilização de motoniveladora para realização da conformação da seção transversal da rua.

Essa conformação é conseguida através do deslocamento do material do próprio subleito existente, de modo a ajustar a largura e inclinação do leito da rua.

A regularização do subleito é realizada em toda a extensão da via e na largura de trabalho, que corresponde a largura efetiva da pista de rolamento.

Medição:

A medição do serviço de regularização do subleito deve ser efetuada pela área geométrica, em metros quadrados, da área efetivamente regularizada.

Pagamento:

Será pago por área geométrica de regularização executada, em metros quadrados, considerando o preço unitário contratual. O preço unitário deve incluir todos os equipamentos, as operações,

transportes, ensaios/ testes, mão de obra, encargos, impostos e os materiais utilizados na execução, bem como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Macadame Seco com Preenchimento de Brita Graduada.

Generalidades:

A sub-base trata-se de camada de estrutura da pavimentação de uma via, complementar à base, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado. Deverá ser seguida a sistemática de execução indicada na norma do DEINFRA ES-P 03/15 – Macadame Seco.

Materiais:

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DNIT/DNER.

Para execução do reforço do subleito da pista de rolamento será utilizado o rachão de rocha dura, 100% britado, passando na peneira 4".

Execução:

Sobre o subleito ou reforço do subleito existente e/ou executado, inicia-se a execução da sub-base com o espalhamento do material britado indicado, distribuído de forma homogeneizada.

O material deve ser conformado de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação. A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10,0 cm nem superior a 20,0 cm, sendo que quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20,0 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais.

Após a conformação das camadas o material será devidamente compactado com utilização de equipamentos adequados.

Controle de Qualidade:

A qualidade do material aplicado deverá ser comprovada através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Serviço este de rotina dos fornecedores de materiais britados. A empresa contratada para realização dos serviços, fornecerá à fiscalização cópia do ensaio comprovando o atendimento das especificações. Por se tratarem de verificações rotineiras do processo executivo, as mesmas correrão por conta do contratado e não serão objeto de medição específica, conforme Art. 75 da Lei nº 14.133/21.

Medição:

A sub-base em macadame seco será medida através do volume geométrico executado, em metros cúbicos.

Pagamento:

Será pago por volume geométrico de sub-base executado, em metros cúbicos, considerando o preço unitário contratual. O preço unitário deve incluir todos os equipamentos, as operações, transportes, ensaios/ testes, mão de obra, encargos, impostos e os materiais utilizados na execução, bem como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Base em Brita Graduada:

Generalidades:

A base trata-se de camada de estrutura da pavimentação de uma via, destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, executada sobre a sub-base, devidamente compactada e regularizada. Deverá ser seguida a sistemática de execução indicada na norma do DEINFRA ES-P 11/16 – Brita Graduada.

Materiais:

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DEINFRA e ou DNIT/DNER.

Para execução da base será utilizado a brita graduada de rocha dura, 100% britado, passando na peneira 1 1/2”.

Execução:

Sobre a sub-base existente e/ou executada, inicia-se a execução da base com o espalhamento do material britado indicado, distribuído de forma homogeneizada.

O material deve ser conformado de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação. A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10,0 cm nem superior a 20,0 cm, sendo que quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20,0 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais.

Após a conformação das camadas o material será devidamente compactado com utilização de equipamentos adequados.

Controle de Qualidade:

A qualidade do material aplicado deverá ser comprovada através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Serviço este de rotina dos fornecedores de materiais britados. A empresa contratada para realização dos serviços, fornecerá à fiscalização cópia do ensaio comprovando o atendimento das especificações. Por se tratarem de verificações rotineiras do

processo executivo, as mesmas correrão por conta do contratado e não serão objeto de medição específica, conforme a Lei nº 14.133/21.

Medição:

A base em brita graduada será medida através do volume geométrico executado, em metros cúbicos.

Pagamento:

Será pago por volume geométrico efetivamente executado, em metros cúbicos, considerando o preço unitário contratual. O preço unitário deve incluir todos os equipamentos, as operações, transportes, ensaios/ testes, mão de obra, encargos, impostos e os materiais utilizados na execução, bem como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Imprimação:

Generalidades:

Consiste a imprimação na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando:

a)aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado;

b)promover condições de aderência entre a base e o revestimento;

c)impermeabilizar a base.

Materiais:

Deve ser empregado emulsão asfáltica tipo EIA. Características: à base de água, não necessita diluição, aplicação em temperatura ambiente e resíduo asfáltico de 50 à 55%.

A taxa de aplicação média será de 1,21 l/m² em função do tipo e textura da base geralmente executada.

Equipamentos:

Todo equipamento, deverá estar em perfeitas condições de uso e de acordo com a especificação descrita abaixo:

a)Para a varredura da superfície da base usam-se vassouras mecânicas rotativas.

b)A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

c)O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

Execução:

Após a perfeita conformação geométrica da base, procede-se à varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e qualquer material solto existente.

Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na temperatura ambiente, na quantidade recomendada e de maneira uniforme.

O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10º C, em dias de chuva ou na iminência de chover.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida a sua abertura ao trânsito.

O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias.

Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base poderá ser levemente umedecida.

Controle de Qualidade:

A qualidade do material betuminoso aplicado deverá ser comprovada através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Serviço este de rotina das usinas de asfalto no recebimento dos materiais betuminosos. A contratada fornecerá à fiscalização cópia do ensaio comprovando o atendimento das especificações. Por se tratarem de verificações rotineiras do processo executivo, as mesmas correrão por conta do contratado e não serão objeto de medição específica.

Medição:

A imprimação será medida através da área efetivamente executada, em metros quadrados.

Pagamento:

Será pago por área efetivamente executada, em metros quadrados, considerando o preço unitário contratual. O preço unitário deve incluir todos os equipamentos, as operações, transportes, ensaios/ testes, mão de obra, encargos, impostos e os materiais utilizados na execução, bem como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Pintura de Ligação:

Generalidades:

A pintura de ligação consiste na aplicação uniforme de ligante asfáltico sobre a superfície de base coesiva já imprimada ou sobre um pavimento asfáltico anterior à execução de outra camada asfáltica qualquer, destinado a promover a aderência entre estas camadas asfálticas.

Materiais:

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo SIE/SC e DNIT/DNER. O ligante asfáltico empregado na pintura de ligação será do tipo RR-1C.

A taxa recomendada de ligante asfáltico residual é de 0,3 l/m² a 0,4 l/m².

Antes da aplicação, a emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir a uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 1,0 l/m².

Equipamento:

Todo equipamento, deverá estar em perfeitas condições de uso e de acordo com a especificação descrita abaixo:

a)Para a varredura da superfície que receberá a pintura de ligação usa-se vassouras mecânicas rotativas.

b)A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material asfáltico em quantidade uniforme.

c)O depósito de material asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material asfáltico a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

Execução:

A superfície a ser pintada deverá ser varrida, de modo a eliminar o pó e qualquer material solto existente.

Aplica-se, a seguir, o material asfáltico adequado, na temperatura compatível, na quantidade recomendada e de maneira uniforme.

O material asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, em dias de chuva ou na iminência de chover. Após a aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura.

Deve-se pintar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo a pintura de ligação da adjacente, assim que a primeira for permitida a sua abertura ao trânsito.

Os serviços de pintura de ligação mal-executados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Controle de Qualidade:

A qualidade do material asfáltico aplicado deverá ser comprovada através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Serviço este de rotina das usinas de asfalto no recebimento dos materiais asfálticos. A empresa contratada para realização dos serviços, fornecerá à fiscalização cópia do ensaio comprovando o atendimento das especificações. Por se tratarem de verificações rotineiras do processo executivo, as mesmas correrão por conta do contratado e não serão objeto de medição específica.

Medição:

A pintura de ligação será medida através da área executada, em metros quadrados.

Pagamento:

Será pago por área efetivamente executada, em metros quadrados, considerando o preço unitário contratual. O preço unitário deve incluir todos os equipamentos, as operações, transportes, ensaios/ testes, mão de obra, encargos, impostos e os materiais utilizados na execução, bem como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado à Quente – Faixa “C”):

Generalidades:

Concreto Asfáltico Usinado à Quente (CAUQ) é o revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material asfáltico, espalhada e comprimida à quente na pista. Sobre a base imprimada e pintada e/ou sobre revestimento asfáltico existente, pintado, a mistura será espalhada, de modo a apresentar, após comprimida, a espessura do projeto.

Composição da Mistura:

A mistura do concreto asfáltico, a ser empregada satisfazendo a faixa granulométrica “C” indicada na norma do DEINFRA-SC ES-P-05/16 respectivamente.

Antes do fornecimento da massa asfáltica, a empresa contratada deverá entregar à fiscalização, a dosagem da mistura adotada pela mesma para atender a faixa “C” na norma do DEINFRA-SC ES-P-05/16 respectivamente.

Materiais:

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DNIT e DER/PR.

Material Asfáltico:

Será empregado como material asfáltico o cimento asfáltico de petróleo CAP-50/70 ou material similar, conforme dosagem da mistura proposta pela empresa contratada, que satisfaça a faixa “C” indicada na norma do DEINFRA-SC ES-P-05/16 respectivamente.

Agregados:

Agregado Graúdo:

O agregado graúdo será de pedra britada ou material similar, conforme dosagem da mistura proposta pela contratada, que satisfaça a faixa “C” indicada na norma DEINFRA-SC ES-P-05/16. O agregado graúdo deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas e apresentar as características conforme as normas DNER-ME 035/1998, DNER- ME 086/1994 e DNER- ME 089/1994.

Agregado Miúdo:

O agregado miúdo será areia média ou material similar, conforme dosagem da mistura proposta pela contratada, que satisfaça a faixa “C” indicada na norma do DEINFRA-SC ES-P-05/16 respectivamente. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

Deverá apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054/1997).

Material de Enchimento (Filler):

Será constituído por cal hidratada ou material similar, conforme dosagem da mistura proposta pela contratada, que satisfaça a faixa “C” indicada na norma do DEINFRA-SC ES-P-05/16 respectivamente. Quando da aplicação, deverá estar seco e isento de grumos.

Execução:

Produção do Concreto Asfáltico:

A produção do concreto asfáltico à quente será efetuada em usinas apropriadas.

Transporte do Concreto Asfáltico:

O concreto asfáltico produzido deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação através de caminhões basculantes.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

Distribuição e Compressão da Mistura:

As misturas de concreto asfáltico devem ser distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 ° C, e com tempo não chuvoso.

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por máquinas vibro-acabadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto asfáltico, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem e compressão da mistura. A compressão será realizada por rolo compactador pneumático e rolo compactador vibratório liso.

Os equipamentos em operação devem ser suficientes para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção do eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de pelo menos, a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Abertura ao Trânsito:

Os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento.

Controle:

A qualidade dos materiais e dos serviços deverão ser comprovadas através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Por se tratarem de verificações rotineiras do processo executivo, as mesmas correrão por conta da empresa contratada e não serão objeto de medição específica.

Controle de Qualidade de Ligante na Mistura:

Deve ser efetuada ao menos uma extração de betume (DNER-ME 053/1994), de amostra coletada na pista, depois da passagem da acabadora, para cada rua. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, +/- 0,3% da fixada na dosagem da mistura proposta pela empresa contratada.

Controle da Graduação da Mistura de Agregados:

Será procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083/1998) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas na dosagem da mistura proposta pela contratada.

Controle das Características Marshall da Mistura:

Deverão ser realizados ensaios Marshall, com três corpos de prova cada, por rua executada. Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer ao especificado na dosagem da mistura proposta pela contratada. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão ou na saída do misturador.

Controle de Compressão:

A critério da fiscalização, em caso de dúvida, o grau de compressão (GC) da mistura asfáltica será feito medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura comprimida na pista por meio de brocas rotativas.

Controle de Espessura:

Será medida a espessura pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admite-se a variação de

+/- 5%, em relação as espessuras de projeto.

A critério da fiscalização, em caso de dúvida, serão extraídos corpos de prova na pista por meio de brocas rotativas aonde se verificará a espessura da mistura comprimida.

Controle de Fornecimento da Massa Asfáltica:

Para cada carga de massa asfáltica entregue na obra, a contratada deverá fornecer ao preposto da fiscalização no local, “ticket” e/ou nota fiscal com as seguintes informações: placa do caminhão, tara do caminhão, peso bruto total, peso líquido da massa fornecida, data e horário de entrega, local da entrega. Se no momento da entrega da carga na obra, porventura, não se encontrar nenhum preposto da fiscalização; a contratada fornecerá todos os “tickets” e/ou nota fiscal à fiscalização através de relatório apropriado.

Medição:

O CAUQ - Faixa “C” será medido através do peso da massa da mistura efetivamente aplicada na pista em toneladas.

Pagamento:

Será pago por peso executado, em toneladas, considerando o preço unitário contratual. O preço unitário deve incluir todos os equipamentos, as operações, transportes, ensaios/ testes, mão de obra, encargos, impostos e os materiais utilizados na execução, bem como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

SINALIZAÇÃO:

DEMARCAÇÃO VIÁRIA COM MATERIAL ACRILÍCA RETRORREFLETORIZADO:

Objetivo:

Esta especificação fixa as condições básicas exigíveis para a execução de serviços de demarcação viária de pavimentos em vias urbanas, utilizando-se os de tintas acrílicas retrorrefletorizados a base de solvente.

MATERIAIS:

A tinta acrílica constituirá de uma mistura em proporções convenientes de ligantes, partículas granulares como elementos inertes, pigmentos e seus agentes dispersores, microesferas de vidro e outros componentes que propiciem ao material qualidades que venham atender a finalidade a que se destina.

As microesferas do Tipo I-A deverão ser aplicadas incorporando às tinta no tanque de tinta do implemento de pintura, de modo a permanecerem internas à película aplicada na proporção de 30% em massa da mistura.

A camada final de microesferas de vidro do Tipo II A/B aplicada por meio de pistolas acionadas a ar comprimido, concomitantemente com o material, deverá ser de 350 g/m².

LIMPEZA DO PAVIMENTO:

A Contratada deverá apresentar a aparelhagem necessária para limpar e secar devidamente a superfície a ser demarcada como: escovas, vassouras, jato de ar comprimido. Quando estes processos não forem suficientes para remover todo o material estranho, as superfícies deverão ser escovadas com solução de fosfato trissódico ou similar e então lavadas 24 (vinte e quatro) horas antes do início dos serviços de demarcação.

ESPESSURA:

A espessura da pintura acrílica após aplicação deverá ser de no mínimo 0,6 mm medida com adição de microesferas Tipo II A/B.

PRÉ-MARCAÇÃO:

Quando da superfície a ser sinalizada não apresentar marcas existentes que possam servir de guias, deve ser feita a pré-marcação antes da aplicação da pintura na via, com intuito de direcionar o equipamento de pintura.

APLICAÇÃO:

O material deverá ser aplicado sobre pavimentos limpos e secos, nas seguintes condições ambientais:

a)Temperatura entre 10 e 40°C;

b)Umidade relativa do ar até 80%.

6.3.7.7– RETRORREFLETORIZAÇÃO:

A retrorrefletorização inicial mínima da sinalização deverá ser de 250 mcd/lux.m².

4.2.1.7. CONTROLE DE QUALIDADE:

Materiais

Para garantia de qualidade dos materiais serão exigidos da contratada os certificados de análise com a respectiva aprovação dos tintas e microesferas de vidro a serem utilizados, emitidos por laboratório credenciado para tal. Somente após apresentação dos laudos a contratada poderá iniciar os serviços.

DEMARCAÇÃO VIÁRIA COM TINTA ACRÍLICA (SETAS, DIZERES E ZEBRADOS):

Generalidades:

Trata-se da execução de sinalização horizontal sobre o pavimento, constituindo-se na pintura de setas, dizeres, zebrados e faixas de pedestre para orientação e delimitação do trânsito. A pintura será realizada com tinta à base de resina acrílica, com espessura de película úmida de 0,6 mm e conforme especificações.

MATERIAIS:

Tinta:

Tinta para sinalização horizontal à base de resina acrílica.

Esta tinta deve atender as normas da ABNT NBR 7396:2011 e NBR 11862:2012 e os seguintes parâmetros:

a)Requisitos Qualitativos:

•Cor (notação Munsell Highway);

•Tinta branca mínimo N.9.5 e máximo N.9.0; (método de ensaio - NBR 15438:2013);

•Tinta amarela mínimo 10YR7,5/14 e máximo 10YR6,5/14 e 8,5YR7,5/14; (método de ensaio - NBR 15438:2013);

•Tinta vermelha mínimo 7,5R4/14; (método de ensaio - NBR 15438:2013);

•Tinta preta máximo N 0,5; (método de ensaio - NBR 15438:2013); Flexibilidade: satisfatória;

•Sangramento: ausência; Resistência à água: satisfatória; Resistência ao calor: satisfatória; Resistência ao intemperismo: 400h;

•Cor: leve alteração;

•Integridade: inalterada;

•A tinta deve ser suscetível de rejuvenescimento mediante a aplicação de nova camada; A tinta deve apresentar características antiderrapantes;

•A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: Temperatura entre 10° e 40°C e Umidade relativa do ar até 90%;

•A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas, podendo ser adicionado aditivo de, no máximo, 5% de solvente em volume, para acerto da viscosidade;

•A tinta deve estar dentro do prazo de validade.

b)Cores Utilizadas:

As cores de tinta a serem empregadas devem obedecer às indicações de projeto, sendo selecionadas em função de padronização de cores definidas no Código de Trânsito Brasileiro e seus anexos.

MICROESFERAS DE VIDRO:

Na pintura das setas, dizeres, zebrados e faixas de pedestres serão utilizadas microesferas de vidro com diâmetro inferior a 1000µm, do tipo “drop on”, conforme norma DNER – EM 373/2000.

As microesferas de vidro tipo “drop on”, serão aplicadas simultaneamente com a tinta na proporção de 200 g/l.

EXECUÇÃO:

Preparação do Pavimento:

A superfície a ser pintada deve se apresentar seca e livre de sujeira ou qualquer outro material estranho (óleos, graxas, etc.) que possa prejudicar a aderência do material ao pavimento.

Quando a simples varrição ou jato de ar não forem suficientes para remover todo o material estranho, o pavimento deve ser limpo de maneira adequada e compatível com o tipo de material a ser removido, sendo tal serviço de inteira responsabilidade da empresa contratada para realização do serviço.

PRÉ MARCAÇÃO:

Quando a superfície a ser pintada não apresentar marcas existentes que possam servir de guias, deve ser feita a pré marcação antes da aplicação da tinta na via, rigorosamente de acordo com as cotas e dimensões fornecidas em projeto.

APLICAÇÃO:

Os serviços de pintura deverão ser executados por máquina de pintura própria para sinalização, atendendo aos requisitos de espessura da película úmida de 0,6 mm, atendendo ainda as exigências fornecidas pelo fabricante da tinta, e aplicação de microesferas de vidro “drop on”.

Na aplicação da sinalização horizontal deve ser utilizado material suficiente, de forma a produzir marcas com bordas claras e nítidas e uma película de cor e largura uniformes.

As tintas devem ser aplicadas de forma que não seja necessária nova aplicação para atingir a espessura de 0,6 mm especificada.

Concomitante a aplicação da tinta acrílica deverão ser colocadas as microesferas de vidro tipo “drop on” na proporção de 200 gramas por litro de tinta.

Na execução das marcas retas, qualquer desvio dos alinhamentos excedendo 0,01 metro em 10 metros, deve ser corrigido.

As sinalizações aplicadas deverão ser protegidas durante o tempo de secagem, de todo tráfego de veículos, bem como de pedestres. A empresa contratada será diretamente responsável e deve colocar todos os dispositivos necessários para o adequado isolamento da área.

A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor, após sua aplicação no pavimento.

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

A tinta quando aplicada sobre superfície betuminosa não deve apresentar sangria, nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento.

CONTROLE DE QUALIDADE:

A qualidade dos serviços deverá ser comprovada através de ensaios e/ou testes exigidos pelas normas técnicas oficiais. Por se tratarem de verificações rotineiras do processo executivo, as mesmas correrão por conta da empresa contratada para realização do serviço e não serão objeto de medição específica.

11. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO


PROTEGIDO POR LEI
MC 238
22 de janeiro de 2026
27°28'13"S 51°49'60"W
RS-491
Marcelino Ramos
Rio Grande do Sul


22 de janeiro de 2026
27°28'13"S 51°49'60"W
RS-491
Marcelino Ramos
Rio Grande do Sul

12. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente volume, relativo à Elaboração do Projeto Final de Engenharia de Pavimentação, possui 98 páginas numeradas em ordem crescente.

Piratuba, 05 de Fevereiro de 2026.

EWERTON LUIZ ROBERTO:03030738965

Assinado digitalmente por EWERTON LUIZ ROBERTO:03030738965
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A3, OU=(EM BRANCO), OU=14030336000101, OU=presencial, CN=EWERTON LUIZ ROBERTO:03030738965
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2024.2.2

Eng. Ewerton Luiz Roberto

Engenheiro Responsável

CREA 76484-1