



PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGUNA/SC
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO URBANO

ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DE
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

ACESSO A PRAIA DO SOL - TRECHO 02
ESTACA 0+0,000 A 350+14,389 (EXTENSÃO 7.014,389 m)



VOLUME I - RELATÓRIO DO PROJETO, SONDAGENS,
ORÇAMENTOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

RELATÓRIO FINAL - EMISSÃO INICIAL
SETEMBRO/2021



00	27/09/2021	EMIÇÃO INICIAL	BBM	BBM	BBM
REV.	DATA	REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.
<p align="center">PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGUNA- SC</p>					
<p align="center">ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA ACESSO A PRAIA DO SOL - TRECHO 02 ESTACA 0+0,000 A 350+14,389 (EXTENSÃO 7.014,389 m)</p>					
<p align="center">VOLUMEI-RELATÓRIO DO PROJETO, SONDAGENS, ORÇAMENTOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</p>					
<p align="center">RELATÓRIO FINAL - EMISSÃO INICIAL</p>					
ELAB: BRUNO B. M.		VERIF: BRUNO B. M.		APROV: BRUNO B. M.	
CÓDIGO: PML-PAV-005-T02-R00					
DATA: 27/09/2021					



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1.	Dados do contratante.....	7
1.2.	Dados da contratada.....	7
2.	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	7
2.1.	Município de Laguna.....	7
2.2.	Área de estudo	9
2.3.	Aspectos topográficos.....	9
3.	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	9
4.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	10
4.1.	Sondagem a Trado	10
4.2.	Ensaio de Solo	11
4.3.	Produtos geotécnicos	13
5.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	13
5.1.	Metodologia.....	13
5.2.	Definição e caracterização das sub-bacias	13
5.3.	Uso do solo atual	13
5.4.	Tempo de concentração	14
5.4.1.	Equação de Kirpich (para bacias de até 50 ha):.....	14
5.4.2.	Equação de Ven Te Chow (para bacias com mais de 50 ha):	15
5.5.	Precipitação de projeto	15
5.6.	Vazões de projeto	15
6.	PROJETO GEOMÉTRICO.....	16
6.1.	Introdução	16
6.2.	Metodologia.....	16
6.3.	Objetivo	16
6.4.	Situação Existente	16
6.5.	Configuração Proposta	16
6.6.	Declividades transversais	17
6.7.	Apresentação	17
7.	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	17
7.1.	Objetivo	17
7.2.	Projeto geométrico.....	17
7.3.	Estudos geológicos e geotécnicos	17
7.4.	Projeto de terraplanagem	17
7.4.1.	Cortes e Aterros	18
7.4.2.	Corte em rocha.....	18
7.4.3.	Rebaixo de corte	18
7.4.4.	Bota-fora.....	19
7.4.5.	Serviços preliminares	19
7.4.6.	Determinação de volumes	19
7.4.7.	Distribuição de volumes	19
7.5.	Quantitativos	20
8.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	20
8.1.	Introdução	20



8.2.	Estudo de tráfego.....	20
8.3.	Definição do material empregado na camada final e cálculo do CBR de projeto	20
8.4.	Metodologia de dimensionamento dos pavimentos.....	21
8.4.1.	Fator Climático Regional (Fr).....	21
8.4.2.	Coeficiente de Equivalência Estrutural (K).....	21
8.4.3.	Espessura do Revestimento (R)	22
8.4.4.	Espessura da Base (B) E Sub-base (H20)	23
8.5.	Dimensionamento dos pavimentos.....	23
8.5.1.	CBR de Projeto	23
8.5.2.	Espessura da Base (B)	23
8.5.3.	Espessura da Sub-base (H20).....	24
8.5.4.	Ciclovia	24
8.6.	Quantitativos	24
9.	PROJETO DE DRENAGEM	24
9.1.	Introdução	24
9.2.	Drenagem Superficial	25
9.2.1.	Objetivos	25
9.2.2.	Dimensionamento dos Dispositivos de Drenagem Superficial	25
9.2.3.	Dispositivos de Drenagem Superficial	27
9.2.4.	Dispositivos de drenagem profunda.....	28
9.3.	Obras de arte corrente - OAC.....	28
9.3.1.	Generalidades	28
9.3.2.	Dimensionamento Hidráulico	28
9.4.	Quantitativos	29
10.	NOTAS DE SERVIÇO.....	29
11.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	29
11.1.	Terraplanagem.....	29
11.1.1.	Escavação, Carga e Transporte de materiais - Execução corpo estradal.....	30
11.1.2.	Execução de escavação, carga e transporte do material de corte.....	30
11.1.3.	Remoção de subleito e transporte do material não utilizado na obra.....	31
11.1.4.	Corpo de aterros - lançamento e compactação em camadas	31
11.2.	Pavimentação	32
11.2.1.	Regularização do subleito.....	32
11.2.2.	Base de brita graduada.....	32
11.2.3.	Imprimação.....	32
11.2.4.	Pintura de ligação.....	33
11.2.5.	Revestimento de concreto asfáltico	33
11.2.6.	Colchão de assentamento	33
11.2.7.	Assentamento dos blocos de paver	33
11.3.	Drenagem	34
11.3.1.	Galerias Tubulares de Concreto	34
11.3.2.	Bueiros Simples/Duplos Celulares de Concreto - BSCC e BDCC	35
11.3.3.	Caixas Coletoras com Grelha	35
11.3.4.	Caixas de Ligação e Passagem.....	35
11.3.5.	Boca	36
11.3.6.	Descida D'água de Corte em degraus	36



11.3.7. Assentamento do meio-fio em concreto pré-moldado	37
11.4. Sinalização.....	37
11.4.1. Sinalização vertical.....	37
11.4.2. Sinalização de obra.....	38
11.5. Serviços complementares.....	38
11.5.1. Realocação de Postes	38
11.5.2. Remoção de calçada.....	38
11.5.3. Remoção de cerca	38
11.5.4. Realocação de Ponto de Ônibus	38
11.5.5. Prolongamento de Caixa de Esgoto	38
11.5.6. Plantio de Grama	39
12. MEIO AMBIENTE.....	39
12.1. Estudos de impacto ambiental.....	39
13. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	39
14. ORÇAMENTO	40
14.1. Metodologia.....	40
14.2. Custos unitários	40
14.3. Custo Unitário Total	40
15. EQUIPE TÉCNICA	41
16. CONCLUSÃO	41
17. ANEXOS	42



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Município de Laguna em Santa Catarina.	8
Figura 2: Traçados das vias atingidas.	10
Figura 3: Coeficientes de escoamento.	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações Gerais de Laguna.	9
Tabela 2: Vias atingidas neste projeto.	9
Tabela 3: Quadro resumo da sondagem a trado e resultado de ensaios.	12
Tabela 4: Localização dos materiais de aterro.	18
Tabela 5: Localização dos segmentos de rebaixo em corte.	19
Tabela 6: Valores “t” de Student para nível de confiança de 90%.	21
Tabela 7: Coeficiente de equivalência estrutural (K).	22
Tabela 8: Espessura mínima de revestimento asfáltico.	22
Tabela 9: Estrutura do pavimento projetado.	24
Tabela 10: Estrutura do pavimento projetado.	24
Tabela 11: Velocidades admissíveis máximas em canais erodíveis.	26
Tabela 12: Velocidades admissíveis máximas em canais revestidos.	27
Tabela 13: Quadro da equipe técnica deste estudo.	41



1. INTRODUÇÃO

O presente documento é parte integrante do objeto do contrato firmado entre a Prefeitura Municipal de Laguna - **PML**, por intermédio da Secretaria de Planejamento Urbano, e a empresa CGM Engenharia e Topografia Ltda - **CGM Engenharia**, cujo objeto é a **Contratação de empresa especializada para elaboração de projetos executivos de engenharia para pavimentação de ruas municipais**, tendo sido a contratada vencedora do Edital de Pregão nº 01/2021 do referido órgão. O trabalho é constituído de 2 (dois) Volumes:

- Volume I: Relatório do Projeto, Sondagens, Orçamentos e Especificações Técnicas;
- Volume II: Projeto Básico e Executivo.

Este relatório apresenta o **Volume I**, que tem o objetivo de apresentar o resultado dos Levantamentos Topográficos, Sondagens, Memorial de Cálculo e Quantitativos, Orçamentos e Especificações Técnicas para as vias atingidas na etapa.

Devido a extensão, o projeto total foi dividido em **2 Trechos**, a serem licitados em separado. Portanto, neste volume, está apresentado todo o memorial de cálculo e dimensionamento do projeto total, porém os quantitativos e orçamentos referem-se apenas ao **Lote 02, que compreende o trecho entre as estacas 0+0,000 a 350+14,389, com extensão total de 7.014,389 metros**, ou seja, entre a Rótula da Praia do Sol e a Praia do Gi.

1.1. Dados do contratante

- Contratante: **Prefeitura Municipal de Laguna-SC**, CNPJ: 82.928.706/0001-82;
- Endereço: Av. Colombo Machado Salles, n 145, Centro Laguna/SC, CEP 88.790-000;
- Intermédio: Secretaria de Planejamento Urbano.

1.2. Dados da contratada

- Empresa: **CGM ENGENHARIA E TOPOGRAFIA LTDA.**;
- CNPJ: 02.469.574/0001-39;
- CREA/SC Pessoa Jurídica: 057362-4;
- Endereço: R. Padre Mario Labarbuta, 297, Pinheirinho, Criciúma/SC, CEP 88804-690;
- Coordenador geral: Eng. Civil BRUNO BIANCHIN MACHADO;
- CREA/SC Pessoa Física: 104540-8;
- ART Principal: 7970519-4 (Anexo 4);
- E-mail: bruno@cgmengenharia.com.br

2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

2.1. Município de Laguna

Laguna possui aproximadamente 336,40 km² de área, com uma população de estimada de 44.982 habitantes (IBGE, 2016). O município está localizado ao sul do estado de Santa Catarina, conforme a Figura 1, na latitude 28°28'58" e longitude 48°46'51", estando 118 km distante de Florianópolis e 358 km de Porto Alegre. A Tabela 1 apresenta as informações gerais do município.

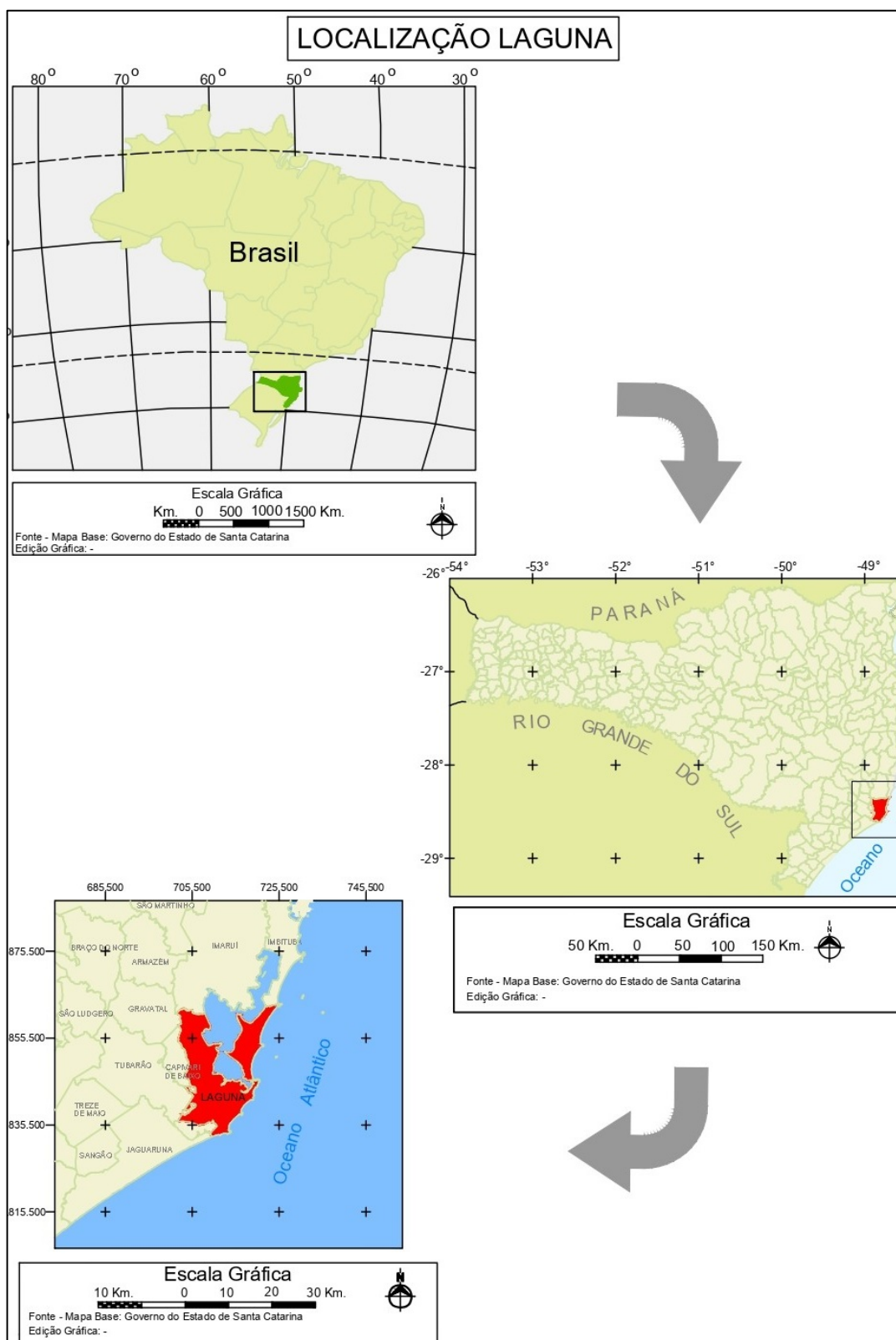


Figura 1: Localização do Município de Laguna em Santa Catarina.

Fonte: Transcrito de IPAT/UNESC, 2021.

Tabela 1: Informações Gerais de Laguna.

Data de Fundação	29 de julho de 1676 (344 anos)
Mesorregião	Sul Catarinense
Microrregião	Tubarão
Região Metropolitana	Tubarão
Vias de acesso	Rodovias BR-101, SC 100, e SC 436
Área	336,40 km ²
População (IBGE/2017)	44.982 hab.
Densidade Populacional	133,7hab./km ²
Municípios limítrofes	Imbituba, Imaruí, Capivari de Baixo, Pescaria Brava, Tubarão e Jaguaruna

2.2. Área de estudo

O local do estudo compreende a rua, definida previamente pela PML, conforme apresenta a Tabela 2. A Figura 2 apresenta as vias atingidas, definidas pela PML. No Anexo 1 é apresentado o Registro Fotográfico das Vias na data da vistoria inicial, realizada em agosto de 2021.

Tabela 2: Vias atingidas neste projeto.

Trecho	Nome da Via	Extensão (m)
Trecho 01	Av. Jaime Rodrigues	2.636,641
	Av. Clodoaldo Antônio Althoff	300,931
	Rótula	163,217
	Subtotal Trecho 01	3.110,789
Trecho 02	Av. Léo Max Feüerschuetze	2.497,564
	Av. Claudio Horn	4516,825
	Subtotal Trecho 02	7.014,389
Total Geral		10.115,178

2.3. Aspectos topográficos

A extensão compreendida pelos traçados, apresenta declividade baixa a média, com altimetria variando entre as cotas 2 m e 21 m, sendo pertencente a Bacia Hidrográfica do Litoral.

3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os Levantamentos Topográficos foram executados pela Prefeitura Municipal de Laguna, durante o mês de julho e agosto de 2021 e tiveram como objetivo conhecer a situação atual das vias, fornecendo os dados de geoposicionamento necessários para a elaboração dos projetos. Todos os projetos foram elaborados com base nas informações obtidas nos levantamentos topográficos elaborados e enviados pela Contratante.



Figura 2: Traçados das vias atingidas.

4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os serviços geotécnicos foram realizados através de sondagens do tipo a trado, com coleta de solo para posterior ensaios e testes em laboratório.

4.1. Sondagem a Trado

A sondagem a trado é um método de investigação geológica-geotécnica que utiliza a ferramenta de trado, um tipo de amostrador de solo constituído de lâminas cortantes, que pode ter forma convexa (trado concha) ou espiralada (trado helicoidal ou espiral), bem como serem manuais ou mecanizados. Este serviço possibilita a identificação dos horizontes de solo, determinação da profundidade do nível d'água (quando existente) e a coleta deformada de amostra de solo, em

quantidade suficiente, para executar os ensaios laboratoriais. Os trados cavadeira tem cerca de 5, 10, 15 cm de diâmetro e são usados para estudos de ocorrências de materiais para terraplanagem e pavimentação, barragens, nos estudos de subleito rodoviários e ainda para avanço da perfuração nas sondagens até que se encontre o nível de água ou até o seu limite de utilização. Os trados helicoidais, torcido ou espiral são muito empregados no interior do revestimento de sondagens a percussão, podendo ser utilizados nos solos argilosos, mesmo abaixo do nível de água.

A sondagem a trado manual geralmente penetra somente nas camadas de solo com baixa resistência e acima do nível d'água. A perfuração do solo geralmente é realizada com os operadores girando uma barra horizontal acoplada a hastes verticais, onde se encontram as brocas. A cada 5 ou 6 rotações é necessário retirar a broca para remover o material acumulado. A amostragem geralmente é feita a cada metro, anotando-se as profundidades em que ocorrem mudanças do material. A sondagem a trado mecanizado possui o mesmo procedimento para realização de escavação de fundações profundas (estacas escavadas). É uma opção muito utilizada nos canteiros de obra pois é um processo limpo que não produz lama, é fácil de ser transportado e mobilizado dentro da obra, requer um número pequeno de operadores e é de execução relativamente rápida. Além disso, a realização da sondagem por trado mecânicos e caracteriza pela não produção de vibrações durante a perfuração e a perfuração em solos de resistência elevada.

As amostras retiradas pela sondagem a trado são sempre deformadas, ou seja, o solo não mantém suas características físicas quando retirado da natureza. Os resultados da sondagem são apresentados através de perfis individuais ou tabelas e são traçados perfis gerais do subsolo. A determinação do nível de água no furo é de vital importância, seja esta por armazenamento de água de chuva ou por presença do lençol freático. Caso haja a presença de água, durante o avanço da sondagem, deve-se interromper o trabalho e anotar a profundidade, data e hora no boletim de campo. Deve-se sempre aguardar a sua estabilização e anotar a profundidade correspondente à superfície da água. Terminada a perfuração, retira-se totalmente a água existente do furo e espera-se o novo surgimento da mesma, anotando-se a profundidade da lâmina d'água.

Para o presente estudo, foram efetuados 32 (trinta e dois) furos ao longo dos traçados das vias projetadas, denominados F01 a F32.

Para realização dos estudos geotécnicos foram utilizadas Normas adotadas pelo DEINFRA/SC, com sondagens do subleito. O método usado nos ensaios foi o método I.S.C. (Índice de Suporte Califórnia/C.B.R.), e ensaios de compactação de solos, NBR 7182/2016, que resulta na medida da resistência a Penetração de cada tipo de solo. Dentro dos critérios estabelecidos nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DEINFRA/SC. Sendo assim, segundo o método, o I.S.C. não deve apresentar valores iguais ou abaixo de 6,0%, e a expansão não deve apresentar resultados maiores ou iguais a 2,0%.

4.2. Ensaios de Solo

A amostra de solo proveniente da sondagem a trado foi encaminhada ao laboratório de solos, onde foram efetuados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento e sedimentação;
- Compactação - amostras não trabalhadas - energia normal;
- Índice de Suporte Califórnia - amostras não trabalhadas - energia normal;
- Teor de umidade natural;
- Expansão.

A Tabela 3 apresenta um resumo da sondagem a trado realizada na área de estudo e também o resultado dos ensaios das amostras em laboratório.

Tabela 3: Quadro resumo da sondagem a trado e resultado de ensaios.

Furo	Rua	Material	Profund. (m)	Dens. máxima (g/cm ³)	Umid. ótima (%)	I.S.C. (%)	Exp. (%)
1	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,669	16,0	12,50	0,00
2	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,669	16,0	14,30	0,00
3	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,686	14,7	10,60	0,00
4	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,634	14,0	9,70	0,00
5	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,682	17,1	14,80	0,00
6	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,690	15,7	9,60	0,00
7	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,627	17,7	13,70	0,00
8	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,775	12,6	10,50	0,00
9	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,680	17,3	8,10	0,00
10	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,669	16,1	11,30	0,00
11	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,649	16,6	12,80	0,00
12	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,678	16,8	14,80	0,00
13	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,707	14,1	11,00	0,00
14	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,764	14,3	8,20	0,00
15	Av. Cláudio Horn	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,682	16,1	7,90	0,00
16	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,628	17,3	7,10	0,00
17	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,714	16,4	8,00	0,00
18	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,695	14,6	14,00	0,00
19	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,669	15,8	13,10	0,00
20	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,633	16,6	13,70	0,00
21	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,695	16,4	13,20	0,00
22	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,619	15,9	10,10	0,00
23	Av. Léo Max Feüerschuette	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,711	13,9	9,30	0,00
24	Av. Clodoaldo Antônio Althoff	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,638	15,4	13,70	0,00
25	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,634	16,7	12,90	0,00
26	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,664	16,8	13,40	0,00
27	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,667	14,3	15,80	0,00
28	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,755	13,3	15,10	0,00
29	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,762	12,8	14,30	0,00
30	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,701	13,3	12,70	0,00
31	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,670	14,7	13,40	0,00
32	Av. Jaime Rodrigues	Areia fina selecionada	0,20 a 1,50	1,694	16,3	12,50	0,00

4.3. Produtos geotécnicos

Foram gerados os seguintes produtos após a realização da sondagem a trado, coleta de amostras e ensaios de laboratório:

- Planta de Localização das Sondagens a Trado (Volume II);
- Boletins de Sondagem e Ensaio a Trado (Anexo 2);
- Relatório Fotográfico da Sondagem a Trado (Anexo 14).

5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O sistema de macrodrenagem e microdrenagem previsto o estudo contempla, basicamente, a questão das águas pluviais, sua captação, condução e encaminhamento final.

Área de abrangência envolve as sub-bacias contribuintes ao longo das vias, conforme estudos in loco e consulta a base de dados externas, e a definição da localização e traçado dos dispositivos de drenagem levou em consideração, entre outros, os seguintes aspectos:

- Greide da via projetada e escoamento natural das águas superficiais, sempre que possível;
- Dispositivos de drenagem existentes;
- Condições de operação e manutenção da rede;
- Ponto de lançamento final.

5.1. Metodologia

A vazão máxima de projeto pode ser estimada com base na precipitação, por métodos que representam os principais processos da transformação em vazão e pelo método racional, que engloba todos os processos em apenas um coeficiente.

O método racional é amplamente utilizado para bacias pequenas, com área de até 2 km². Os princípios básicos desta metodologia são:

- A duração da chuva intensa de projeto é igual ao tempo de concentração;
- Adota um coeficiente único de perdas (C) estimado com base nas características da bacia;
- Não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

5.2. Definição e caracterização das sub-bacias

A definição do traçado das bacias de contribuição para o trecho em estudo foi procedida a partir de arquivo digital fornecido pela PM de Laguna, contendo planialtimetria da área de estudo, com curvas de nível equidistantes de metro a metro, bem como com apoio do levantamento topográfico do trecho em estudo. Primeiramente, a área foi dividida em sub-bacias.

5.3. Uso do solo atual

Para definição do Coeficiente de Escoamento - C, relacionado aos usos de solo atual e futuro, foi adotada metodologia, considerando as seguintes etapas:

- Traçado das sub-bacias de cada trecho;

- Mapeamento dos usos atuais do solo, tendo como parâmetro fotos digitais disponíveis no software Google Earth;
- Atribuição de um Coeficiente de Escoamento conforme os índices estabelecidos pela legislação para cada sub-bacia;
- Ponderação dos Coeficientes de Escoamento à medida em que as contribuições se somam, de montante para jusante, e definição do “C” ponderado.

A Figura3 apresenta os coeficientes de escoamento C da metodologia utilizada.

Zonas	Valor de C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
Edificação não muito densa: Partes residenciais com baixa densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 a 0,50
Subúrbios com alguma habitação: Partes de arrabaldes e suburbanos com pequena densidade de construção	0,10 a 0,25
Matas, parques e campos de esportes: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esportes sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Figura3: Coeficientes de escoamento.

Por se tratar de uma zona urbana, composta basicamente por pavimentação e residências, será adotado um Coeficiente C Atual de 0,50.

5.4. Tempo de concentração

Tempo de concentração é o intervalo de tempo contado a partir do início da precipitação para que toda a bacia hidrográfica correspondente passe a contribuir na seção em estudo. Corresponde à duração da trajetória da partícula de água que demore mais tempo para atingir a seção.

No estudo, o tempo de concentração pode ser calculado utilizando as seguintes fórmulas.

5.4.1. Equação de Kirpich (para bacias de até 50 ha):

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L_t^3}{H} \right)^{0,385}$$

Sendo:

- t_c = tempo de concentração (min);

- L_t = comprimento do rio principal (km);
- H = desnível entre o ponto mais alto e mais baixo (m).

5.4.2. Equação de Ven Te Chow (para bacias com mais de 50 ha):

$$t_c = 52,64 \times \left(\frac{L_t}{\sqrt{S}} \right)^{0,64}$$

Sendo:

- t_c = tempo de concentração (min);
- L_t = comprimento do rio principal (km);
- S = declividade média da bacia (m/km).

Foi adotado um tempo de concentração mínimo de 10 minutos, conforme práticas de projeto usuais.

5.5. Precipitação de projeto

A equação IDF utilizada foi a da estação pluviométrica do município de Laguna/SC, elaborada por Back (2012), devido ao seu extenso período de observação (1961 a 1988) e proximidade do local de estudo, que para precipitações com duração menor que 120 min, tem a seguinte formulação.

$$i = \frac{879,820 \times T^{0,232}}{(t + 8,930)^{0,699}}$$

Sendo:

- I = Intensidade máxima em mm/h;
- T = Tempo de Recorrência (anos);
- t = Tempo de Concentração ou duração da chuva (min).

O tempo de recorrência adotado na determinação da intensidade de chuva foi de 10 anos, indicado para macrodrenagem, conforme definido juntamente com a Fiscalização, e o tempo mínimo de concentração de 10 min, gerando uma intensidade máxima de 192,16 mm/h.

5.6. Vazões de projeto

A determinação das vazões foi realizada com base no Método Racional, atendendo à seguinte formulação.

$$Q_p = 2,78 \times C \times I \times A$$

Sendo:

- Q_p = Vazão de projeto em l/s;
- I = intensidade máxima de chuva em mm/h;
- A = área de drenagem total contribuinte em ha;

- C = coeficiente do escoamento ponderado (Runoff).

6. PROJETO GEOMÉTRICO

6.1. Introdução

A elaboração do projeto geométrico para implantação das vias foi desenvolvida segundo as diretrizes da Prefeitura Municipal de Laguna. Foi adequado aos elementos básicos fornecidos pelos Estudos Topográficos, Geotécnicos, Hidrológicos e demais projetos correlacionados.

6.2. Metodologia

O Projeto Geométrico compatibilizou a via já implantada seguindo as diretrizes da prefeitura em conformidade com seu Plano Diretor. As diretrizes e normas citadas anteriormente serviram para a elaboração do Projeto de Engenharia, seguindo as especificações vigentes no DNIT.

6.3. Objetivo

O objetivo do projeto teve como fundamentação a melhoria geométrica da via já implantada, que em função do volume do tráfego existente não tem mais capacidade para proporcionar o fluxo de veículos aliado ao conforto dos moradores e usuários locais de maneira segura.

6.4. Situação Existente

A pavimentação das vias deve acontecer em segmento já existente. Por se tratar de uma via com características urbanas, a velocidade diretriz de projeto varia entre 40 e 60 Km/h. Isso proporcionará maior segurança aos pedestres e usuários da via.

As vias possuem diferentes larguras ao longo de suas extensões, prejudicando o tráfego de veículos pesados, bem como ônibus e caminhões. Isso acontece devido aos acessos com diferentes cotas.

6.5. Configuração Proposta

O projeto ora apresentado prevê basicamente a implantação de pista composta por 2 faixas de tráfego com 3,50m de largura cada uma, além de ciclofaixa com de 2,50m. No Trecho 01, está previsto implantação de passeios 2,00m nas duas laterais da pista, totalizando 13,50m. Ao final do Trecho 01, na Av. Clodoaldo Antônio Althoff, serão implantadas duas vias de 8,00 m separadas por canteiro de 2,00m, sem implantação de passeios, totalizando 18,00m.

No Trecho 02, são previstos acostamento de 1,00m na lateral oposta a ciclofaixa e canteiros de 1,00m para sinalização e serviços nas duas laterais, totalizando 12,50m mínimos de faixa (sem considerar superlargura das curvas).

A velocidade diretriz é de 40 a 60 Km/h, com rampa máxima de 15,0%, quando possível. A maioria dos seus raios são longos devido a característica da rua se desenvolver praticamente em tangente, com exceção de três raios curtos onde foram projetadas curvas circulares.

6.6. Declividades transversais

O projeto foi elaborado com declividade máxima das curvas circulares (superelevação) em 6,00% e as tangentes com 2,50%, sendo inclinação para os dois lados, aproveitando as drenagens existentes ou em implantação. Nos trechos de superelevação foram previstas inclinação das pistas para a lateral interna da curva.

6.7. Apresentação

O projeto geométrico apresentado no Volume 2 consiste em alinhamento horizontal lançado sobre os dados no levantamento planialtimétrico, na escala 1:500, e o alinhamento vertical, em escala correspondente de 1:500 para horizontal e de 1:100 para vertical.

No plano horizontal é possível visualizar a configuração final dos corpos estradais, onde constam:

- Eixo definitivo, com estações de 20 em 20m, representado pela estaca de km;
- Elementos de alinhamento horizontal (como raio, clotóides, parâmetro, etc.);
- Bordas de plataforma do pavimento acabado;
- Cadastro de propriedades, drenagens, edificações e outras infraestruturas urbanas.

7. PROJETO DE TERRAPLANAGEM

7.1. Objetivo

O projeto em questão objetiva a orientação dos serviços da terraplenagem e distribuição de materiais das vias do estudo. A seguir, apresenta-se as diretrizes básicas que nortearam este projeto.

7.2. Projeto geométrico

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

7.3. Estudos geológicos e geotécnicos

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

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

7.4. Projeto de terraplenagem

7.4.1. Cortes e Aterros

Devido as vias se encontrarem em área já urbanizada, não sendo possível grandes alterações na cota do pavimento atual, o volume de corte será maior que o de aterro, sobrando material com capacidade de suporte a ser destinado ao bota-fora. Para os aterros, serão utilizados materiais provenientes dos cortes, com aproveitamento apenas dos materiais com capacidade de suporte (ISC/CBR) maior ou igual ao de projeto e expansão menor que 2,0%. Sendo assim, são consideradas as seguintes distâncias médias de transporte (DMT), conforme apresentado na Tabela 4 e na Planta de Distribuição de Materiais, no Volume II.

Tabela 4: Localização dos materiais de aterro.

Tipo	Local	DMT (km)	Utilização
Corte da Terraplanagem	Área do projeto	0,05	Aterro da Terraplanagem
Caixa de empréstimo	VW Extração de Recursos Minerais	25,10 (Trecho 01) 29,90 (Trecho 02)	Aterro da Terraplanagem e/ou Substituição de Material sem Suporte

Na classificação da terraplenagem foram aplicadas as determinações da Especificação de Serviço. Para tanto, os cortes foram analisados "in loco", tendo-se disponível a planta, o perfil longitudinal e a seção transversal, apresentados no Volume II.

A camada final de terraplenagem deverá ser executada com os melhores solos disponíveis provenientes dos próprios cortes do trecho e/ou do empréstimo supracitado, conforme indicado anteriormente.

A compactação da camada final de terraplenagem e reposição de rebaixo deverá ser na energia de 100% de Proctor normal.

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

- Quando o terreno natural apresentar declividade transversal superior a 15% serão adotadas as seguintes providências:
 - Para declividade entre 15% e 25%, escarificação do terreno natural na profundidade mínima de 0,15m; para declividade superior a 25%, a construção obrigatória de degrau, disposto longitudinalmente ao longo de toda seção transversal do aterro, com largura na ordem de 3,00 m e declividade suave para o lado de montante;
- No caso de aterros, de pequenas alturas assentes sobre rodovias existentes, deverá ser executada a escarificação do leito da mesma, na profundidade de 0,15 m;
- No caso de alargamento de aterros, ou aterros em meia encosta sua execução obrigatoriamente será procedida de baixo para cima, acompanhada de degrau, nos seus taludes.

7.4.2. Corte em rocha

Conforme vistoria, não foram encontradas áreas com corte em rocha.

7.4.3. Rebaixo de corte

Quanto ao nível da camada de subleito nos cortes o material apresentar baixo Índice de Suporte inferior ao mínimo de projeto e expansão superior a 2%, é indicado a retirada desta camada, até uma espessura de 60 cm abaixo da plataforma final de terraplenagem, devendo a reposição ser feita com solos de boa qualidade, proveniente de cortes e empréstimo, conforme anteriormente.

Pela análise dos boletins de sondagem, constatou-se a necessidade de rebaixo de corte nos segmentos com baixa capacidade de suporte, citados na Tabela 5.t

Nos segmentos, o ISC/CBR apresentou valores inferiores a 5%. Esse material é inadequado para execução de camada final e de corpo de aterro, portanto indica-se depositá-lo em bota-fora.

Tabela 5: Localização dos segmentos de rebaixo em corte.

Trecho	Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)
Trecho 02	95+6,377	117+0,000	433,623	11,42	0,60
	117+0,000	128+0,000	220,000	11,23	0,60

Durante a construção, a fiscalização e a supervisão deverão verificar in loco a extensão total dos segmentos a serem rebaixados, que poderão ser maiores ou menores do que o previsto em projeto, assim como a existência de segmentos com necessidade de rebaixo que não foram contemplados pelo projeto de terraplenagem.

7.4.4. Bota-fora

Para a deposição do material, serão utilizados bota-foras a serem indicados pela Fiscalização da PML. Para este projeto, foi considerado a DMT para transporte ao Pátio de Obras da PML, conforme planta do Volume II.

7.4.5. Serviços preliminares

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

7.4.6. Determinação de volumes

A metodologia utilizada para o cálculo de volumes foi a comparação dos modelos digitais de terreno atual x projetados, pelo processo de integração gráfica, que resulta no volume dos prismas correspondentes aos segmentos em estudo. Adotou-se o valor médio para um empolamento da ordem de 30% para os solos.

7.4.7. Distribuição de volumes

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



transporte dos materiais escavados e, sempre que possível, o transporte dos materiais no sentido em declive.

7.5. Quantitativos

Os quantitativos de terraplanagem e movimentação de terra são apresentados no Anexo 5.

8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

8.1. Introdução

O presente relatório tem por objetivo a definição do tipo de estrutura de pavimento viável do ponto de vista técnico e econômico, além da definição e do dimensionamento da estrutura do pavimento para a pavimentação das vias do presente estudo.

8.2. Estudo de tráfego

O número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de 8,2 tf ($N_{8,2}$) durante o período de projeto foi determinado a partir do estudo de tráfego determinado conforme metodologia desenvolvida pela Prefeitura Municipal de São Paulo para Vias Urbanas.

Através do estudo de tráfego, obteve-se o valor de $5,02 \times 10^6$ para o número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de 8,2 tf.

8.3. Definição do material empregado na camada final e cálculo do CBR de projeto

Para caracterização do solo do subleito foram analisados os boletins de sondagem e quadros resumos dos resultados de ensaios.

Foram coletadas amostras e realizados ensaios de caracterização, ensaios de compactação e de CBR, com medida da expansão, conforme apresentado anteriormente.

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

O CBR de projeto, CBR mínimo e CBR máximo são definidos de acordo com as seguintes expressões, considerando nível de confiança de 90%. Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão tratados estatisticamente conforme a Instrução de Projeto IP-01/2014, da Prefeitura de São Paulo. Esse tratamento estatístico poderá ser feito através da distribuição "t" de Student, apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Valores “t” de Student para nível de confiança de 90%.

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

onde: n = n° de amostras

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 90% de nível de confiança, tem-se:

$$CBRp = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

Onde:

- $\overline{CBR} = \frac{\sum CBRi}{n}$ e $S = \sqrt{\frac{\sum (CBRi - \overline{CBR})^2}{n-1}}$;
- \overline{CBR} = CBR médio aritmético;
- S = Desvio padrão;
- n = número de determinações.

8.4. Metodologia de dimensionamento dos pavimentos

Considerando a definição prévia da PMC quanto ao revestimento e a disponibilidade de material na região e o tráfego previsto na rodovia, propõe-se as seguintes alternativa de pavimento:

- Pavimento flexível: camada em revestimento de concreto asfáltico, camadas granulares embase de brita graduada e sub base de macadame.

Serão seguidas as premissas do DNIT (IPR 667-1991 - Método de projeto de pavimentos flexíveis) no dimensionamento dos pavimentos de concreto asfáltico, conforme apresentado a seguir.

8.4.1. Fator Climático Regional (Fr)

O coeficiente fator climático regional (Fr), que objetiva levar em conta as variáveis de umidade dos materiais do pavimento durante as várias estações do ano (o que se traduz pela variação de capacidade de suporte dos materiais. Esse fator tem variação de 0,2 até 5, sendo adotado 1,0 para este estudo.

8.4.2. Coeficiente de Equivalência Estrutural (K)

São recomendados pelo já referido manual do projeto do DNER e aqui adotados, os seguintes coeficientes estruturais (K) apresentados na Tabela 7 para os diferentes materiais indicados para constituírem a estrutura do pavimento.

Tabela 7: Coeficiente de equivalência estrutural (K).

Tipo	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto asfáltico usinado à quente CAUQ	2,0
Base ou revestimento pré-misturado à quente de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa	1,4
Brita graduada (base)	1,0
Material Granular (sub-base ou subleito)	1,0

Foi adotada genericamente, para a designação dos coeficientes estruturais, a simbologia consagrada pelo uso do DNER.

- Kr = Coeficiente estrutural do revestimento asfáltico;
- Kb = Coeficiente estrutural da base;
- Ks = Coeficiente estrutural da sub-base;
- Kref = Coeficiente estrutural do reforço.

8.4.3. Espessura do Revestimento (R)

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos asfálticos é de vital importância na “performance” do pavimento, quanto a sua duração em termos de vida de projeto, e é ainda um dos pontos abertos na discussão da engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada da base contra os esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração e flexão.

Estudos e observações da IPR 719 para Recomendações contidas no Manual de Projeto de Engenharia do DNER visam especialmente as bases de comportamento puramente granular e são as apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Espessura mínima de revestimento asfáltico.

N	Espessura Mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto betuminoso 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

8.4.4. Espessura da Base (B) E Sub-base (H20)

A camada de base será construída em Brita Graduada, apresentando Kb de 1,0 e CBR mínimo de 80%. Este método supõe que há sempre uma drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado menos 1,5 m em relação ao greide de regularização.

O dimensionamento da camada de base é realizado pela fórmula abaixo:

$$R \times Kr + B \times Kb \geq H20 \times Ks$$

A camada de sub-base será construída em Macadame Seco, apresentando K20 de 1,0, ou outro material que apresente CBR mínimo de 20%.

O dimensionamento da camada de sub-base é realizado segundo a fórmula abaixo:

$$R \times Kr + B \times Kb + H20 \times Ks \geq Ht \times Kt$$

Conforme o método, o valor mínimo de espessuras de camadas granulares (base e sub-base, por exemplo), é de 15 cm. Os parâmetros H20 e Ht são encontrados no ábaco de dimensionamento apresentado pelo autor, que se resumem na seguinte fórmula.

$$Ht = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

8.5. Dimensionamento dos pavimentos

Serão apresentados, a seguir, o dimensionamento dos pavimentos em concreto asfáltico das vias e trechos apresentados. Para todos os trechos serão considerados:

- Valor do número "N" = $5,02 \times 10^6$;
- Espessura de revestimento com 5,0 (cinco) cm, conforme a Tabela 8;
- Kr = Coeficiente estrutural do revestimento asfáltico = 2,0;
- Kb = Coeficiente estrutural da base = 1,0;
- Ks = Coeficiente estrutural da sub-base = 1,0;

8.5.1. CBR de Projeto

O CBR de projeto (CBRp) foi obtido conforme a metodologia definida anteriormente e apresenta o seguinte valor.

$$CBRp = 11,37 \%$$

8.5.2. Espessura da Base (B)

O dimensionamento da camada de base foi realizado pela fórmula abaixo:

$$R \times Kr + B \times Kb \geq H20 \times Ks$$

$$5,0 \times 2,0 + B \times 1,0 \geq 27,24 \times Ks$$

$$B \geq 17,24 \text{ cm}$$

Conforme o cálculo, adota-se = 18 cm, valor superior ou igual ao mínimo segundo o método.

8.5.3. Espessura da Sub-base (H20)

O dimensionamento da camada de sub-base foi realizado pela fórmula abaixo:

$$R \times K_r + B \times K_b + H_{20} \times K_s \geq H_t \times K_t$$

$$5,0 \times 2,0 + 18,0 \times 1,0 + H_{20} \times 1,0 \geq 38,18 \times K_s$$

$$H_{20} \geq 10,18 \text{ cm}$$

Conforme o cálculo, adota-se = 15 cm, valor superior ou igual ao mínimo segundo o método.

Tabela 9: Estrutura do pavimento projetado.

Camada	Material	CBR mínimo (%)	Espessura (cm)
Revestimento (R)	Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ	-	5
Base (B)	Brita graduada	80	18
Sub-base (H20)	Macadame Seco	20	15
Total	-	-	38

8.5.4. Ciclovia

A Tabela 10 apresenta a estrutura da ciclovia projetada, apenas na extensão junto aos quiosques.

Tabela 10: Estrutura do pavimento projetado.

Camada	Material	CBR mínimo (%)	Espessura (cm)
Revestimento (R)	Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ	-	3
Base (B)	Brita graduada	80	18
Sub-base (H20)	Macadame Seco	20	15
Total	-	-	36

8.6. Quantitativos

Os quantitativos de pavimentação são apresentados no Anexo 5.

9. PROJETO DE DRENAGEM

9.1. Introdução

O Projeto de drenagem consiste na definição e no dimensionamento das estruturas de captação, controle e condução das águas pluviais, a fim de evitar os danos que possam vir a causar ao corpo da rodovia.

Quase todos os materiais empregados na pavimentação possuem seu comportamento fortemente afetado por variações no seu teor de umidade. Não obstante, outros elementos rodoviários que fazem parte da infraestrutura viária, tais como taludes de cortes e de aterros, também se demonstram suscetíveis à ação das águas.

Falhas no sistema de drenagem da rodovia podem provocar danos severos aos usuários (consequentemente ao patrimônio), dos quais assumem papel relevante:

- Redução da capacidade de suporte do solo de fundação (subleito), em virtude de sua saturação, acrescida ou não de alteração de volume (expansão);
- Bombeamento de finos de solo do subleito e materiais granulares das demais camadas do pavimento, com perda da capacidade de suporte;
- Arrastamento de partículas dos solos e materiais granulares superficiais, em virtude da velocidade do fluxo d'água.

Os dispositivos que compõem o sistema de drenagem, e são objetos do projeto, podem ser englobados em três classes, segundo a utilização dos mesmos: Drenagem Superficial, Drenagem Subsuperficial, Drenagem Profunda e, ainda, bueiros.

9.2. Drenagem Superficial

9.2.1. Objetivos

A água superficial pode surgir descendo as encostas e taludes ou escoando sobre a pista de rolamento. Se esta água penetrar na base e nela se acumular, os efeitos destrutivos causados pelas pressões hidráulicas que as cargas do tráfego transmitem, ocasionarão a ruína completa do pavimento, ainda que corretamente projetado.

9.2.2. Dimensionamento dos Dispositivos de Drenagem Superficial

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial consiste em determinar a máxima extensão admissível na qual não ocorra transbordamento.

Esta extensão está condicionada à capacidade de vazão, levando-se em conta o tipo de obra e declividade de instalação, permitindo determinar o posicionamento das caixas coletoras, descidas d'água ou saídas d'água.

9.2.2.1. Determinação da Vazão de Contribuição

A determinação da vazão de contribuição foi feita através do método racional, cuja metodologia foi apresentada anteriormente. Para a determinação das vazões de contribuição para sarjetas, foram considerados os seguintes coeficientes de escoamento C:

- Pistas pavimentadas, acostamento e drenagens: 0,90;
- Canteiros e taludes = 0,30;
- Contribuição externa = 0,15.

Também foi definido um tempo de concentração fixo de 10 minutos e um tempo de recorrência de 10 anos, que gerou uma intensidade de precipitação de 192,16 mm/h.

9.2.2.2. Determinação da Capacidade Máxima de Vazão

No estudo hidráulico dos canais para drenagem superficial, procurou-se elaborar tabelas de forma a simplificar o projeto de cada dispositivo. Admitiu-se nos estudos dos canais o escoamento permanente e uniforme. O escoamento uniforme é aquele que, em toda a seção transversal ao canal, apresenta área e velocidade constantes. Para tanto, utilizou-se a expressão de Manning, dada por:

$$Qc = \frac{1}{n} \times S \times Rh^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Sendo:

- Qc = capacidade de vazão da canalização em m³/s;
- n = coeficiente de rugosidade (0,015 = concreto liso com 10 anos de uso);
- S = seção da canalização em m²;
- RH = raio hidráulico;
- I = declividade da rede em m/m.

9.2.2.3. Velocidades máximas admissíveis

O dimensionamento de cada dispositivo de drenagem está condicionado ao fator velocidade, o qual não deve ultrapassar os valores pré-estabelecidos, função do tipo de revestimento utilizado.

Todos os dispositivos de drenagem superficial devem receber revestimento adequado, conforme os estudos e verificação em função das velocidades máximas admissíveis. As velocidades máximas admissíveis adotadas para o projeto são apresentadas na Tabela 11 e Tabela 12.

Tabela 11: Velocidades admissíveis máximas em canais erodíveis.

Material	Velocidade (m/s)		
	Água limpa	Água carregando siltes finos	Água carregando areia e pedregulho
Areia fina (não coloidal)	0,46	0,76	0,46
Loam arenoso (não coloidal)	0,52	0,76	0,61
Loam siltoso (não coloidal)	0,61	0,91	0,61
Loam comum	0,76	1,07	0,67
Pedregulho fino	0,76	1,52	1,13
Argila dura (muito coloidal)	1,13	1,52	0,91
Graduado de loam a seixo (não coloidal)	1,13	1,52	1,52
Graduado de loam a seixo (não coloidal)	1,22	1,67	1,52
Silte de aluvião (não coloidal)	0,61	1,07	0,61
Silte de aluvião (coloidal)	1,13	1,52	0,91

Material	Velocidade (m/s)		
	Água limpa	Água carregando siltes finos	Água carregando areia e pedregulho
Pedregulho grosso (não coloidal)	1,22	1,83	1,98
Seixos e cascalhos	1,52	1,67	0,98
Xistos e solos impermeáveis	1,83	1,83	1,52

Tabela 12: Velocidades admissíveis máximas em canais revestidos.

Material	Velocidade (m/s)
Aglomerado consistente	2,0
Alvenaria de tijolos	2,5
Rocha sã	5,0
Concreto de cimento portland	5,0
Grama * (declive 0 a 5%)	2,4 - 1,8
Grama * (declive 5 a 10%)	2,1 - 1,5
Grama * (declive acima de 10%)	1,8 - 1,2

9.2.3. Dispositivos de Drenagem Superficial

9.2.3.1. Sarjeta Triangular de Concreto

As sarjetas triangulares são implantadas nos locais indicados na planta do projeto. Destinam-se a canalizar as águas pluviais que incidem sobre a plataforma e taludes, conduzindo-as à caixa coletora ou para pontos de saída conveniente no terreno natural, como valetas de pé de aterro ou descidas d'água.

No projeto foram contempladas as sarjetas triangulares e trapezoidais de concreto Tipo 3, do DNIT.

O dimensionamento das sarjetas seguiu o posicionamento obras de arte correntes - OAC - existentes e projetadas na pista.

9.2.3.2. Caixas Coletoras

As caixas coletoras se destinam à captação e condução das águas oriundas das sarjetas de cortes, das descidas d'água de cortes em degraus, e servirão de saída para drenos subterrâneos, onde estes se fazem presentes.

As caixas coletoras de sarjetas (CCS), quando executadas junto à pista, serão protegidas por grelhas de concreto.

As caixas coletoras de talvegue (CCT) serão destinadas a coletar as águas provenientes dos talwegues próximos e dirigidos ao corpo estradal, sendo o escoamento do terreno natural ou de descida d'água de aterros em degraus. As caixas coletoras de talvegue não serão protegidas com grelhas de concreto, sendo que a especificação das mesmas pode ser realizada de forma idêntica à das caixas coletoras de sarjeta.

9.2.3.3. Travessia sobre sarjeta ou valetão em acesso secundário

Foram projetados dispositivos de travessia nos segmentos onde houve a necessidade de transposição sobre sarjeta, como por exemplo, os acessos secundários. Estes dispositivos têm a finalidade de permitir o livre escoamento das águas. O dispositivo utilizado foi o padrão do DNIT.

9.2.4. Dispositivos de drenagem profunda

O objetivo principal da drenagem profunda é a interceptação e remoção das águas que tem a tendência de atingir as camadas inferiores do pavimento, sendo executada a uma profundidade de 1,00m abaixo da cota de regularização nos cortes em solo, quando possível. Nos cortes em rocha a drenagem profunda geralmente é executada a uma profundidade de 0,50m abaixo da cota de regularização.

9.2.4.1. Dreno longitudinal profundo

Foi prevista a utilização dos drenos longitudinais padrões do DNIT, tipo 08. Estes drenos terão a dupla finalidade de rebaixar o lençol freático, eventualmente ocorrente, e de drenar as águas infiltradas no pavimento. O dreno tipo XX possui as dimensões de 1,50m x 0,50m com tubo de PEAD de diâmetro de 0,15m, vala preenchida com brita e protegida por manta geotêxtil, e será utilizado nos cortes em solo ou rocha alterada. Sua altura poderá ser diminuída quando necessário.

9.3. Obras de arte corrente - OAC

9.3.1. Generalidades

Um dos tipos de obras de drenagem destinadas à transposição dos talvegues são as obras de arte corrente, mais conhecidas como bueiros. Uma OAC possui a seguinte classificação, conforme sua disposição:

- Bueiro de greide;
- Bueiro de fundo de grot.

Os bueiros de greide têm por finalidade conduzir as águas coletadas pelo sistema de drenagem superficial que escoam até a caixa coletora, a montante, para locais de deságue. Este bueiro poderá ser transversal ou longitudinal ao eixo da pista. Os bueiros chamados de fundo de grot consistem em estruturas construídas para conduzirem as águas dos pequenos cursos d'água permanentes, ou as que provêm do fluxo superficial e da drenagem da estrada, por baixo da infraestrutura desta.

O projeto de obras de arte corrente tem a finalidade de determinar a forma mais econômica e suas dimensões, para as diversas descargas de projeto, dentro das condições locais em que a obra será implantada.

9.3.2. Dimensionamento Hidráulico



O dimensionamento hidráulico dos bueiros foi realizado conforme as prescrições do DNIT. Desta forma, utilizaram-se as seguintes considerações:

- Para o dimensionamento dos bueiros foi considerado um tempo de recorrência de 25 anos e tempo de concentração de 6 minutos, conforme apresentado anteriormente;
- O dimensionamento dos bueiros tubulares foi realizado mediante duas considerações:
 - a) Bueiros tubulares com escoamento livre: dimensionados como canais através da fórmula de Manning associada à da continuidade, considerando uma altura crítica da seção de vazão do bueiro de 0,7;
 - b) Bueiros tubulares sem escoamento livre: dimensionados segundo verificação hidráulica através da fórmula de Prandtl-Colebrook;
- Os bueiros celulares foram dimensionados sempre como canais.

De modo geral, o dimensionamento resultou em dois bueiros, todos no Trecho 02. Um BDCC de 2,0 x 2,0 m e outro BTTC de 1,0m. O Trecho 01 foi dimensionado com midrodrenagens devido aos passeios projetados nos dois lados, utilizando meio-fio e tubulações subterrâneas DN 300 a 800mm.

Nos pontos de baixas declividades dos dois trechos, foram posicionados bueiros BSTC de 0,60m para transposição das pistas. Todos os bueiros foram previstos com bocas de entrada/saída padrão DNIT.

Também foram utilizados tubos DN300mm para a ligação das caixas coletoras das pistas para a drenagem principal. Em algumas regiões do Trecho 02 foram previstos valos escavados, sem revestimento, para escoamento e rebaixamento do nível do lençol freático, devido à baixa declividade destes trechos.

O dimensionamento do projeto de drenagem pode ser verificado no Anexo 3 e o detalhamento no Volume II.

9.4. Quantitativos

Os quantitativos de drenagem são apresentados no Anexo 5.

10. NOTAS DE SERVIÇO

Nos Anexos 6 a 8 são apresentadas as Notas de Serviço e Elementos de Locação, que servirão de referência para locação futura das obras.

11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O presente memorial descritivo tem por objetivo orientar a execução dos serviços de terraplenagem e pavimentação com revestimento em Blocos de Concreto Intertravados nas vias do estudo.

11.1. Terraplenagem

A terraplenagem tem por objetivo a conformação da plataforma da rodovia, de acordo com o

projeto geométrico. Para o rebaixamento e alargamento da plataforma, a terraplenagem deverá ser executada, obedecendo às cotas constantes do projeto. Os serviços de mobilização e desmobilização dos equipamentos para execução da obra, serão de responsabilidade das Contratadas.

Todos os serviços de topografia são da responsabilidade da Contratada. O material escavado foi classificado como sendo de primeira, onde em determinadas ruas será aproveitado para aterro e o restante do material será transportado para fora a uma DMT conforme indicado nas tabelas de “Distribuição de Materiais”, em locais previamente designados pelos técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano.

O fornecimento do material de caixa de empréstimo considerou a Jazida e DMT citadas anteriormente.

11.1.1. Escavação, Carga e Transporte de materiais - Execução corpo estradal

Consiste em um conjunto de operações cuja finalidade é construir o corpo da via, tomando como referência as cotas do greide projetado de terraplenagem (Nota de Serviço), onde será marcado em campo através dos offsets.

11.1.2. Execução de escavação, carga e transporte do material de corte.

Consiste em desmontar por ação mecânica o maciço (corte) pré-definido pelo projeto, dentro das normas e especificações rodoviárias de modo que permita a execução da Rodovia.

Deve ser executado da seguinte forma:

- Escavar os segmentos das vias (cortes), cuja implantação requer escavação e transporte do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo e no interior dos limites dos offsets que definem o corpo da Rodovia;
- A operação de execução limita-se em escavar até atingir as cotas e larguras do projeto (greide) levando em consideração as declividades dos taludes;
- O material escavado será destinado e transportado para os locais de aterros quando atender as especificações técnicas estabelecidas, ou serão destinados a locais previamente definidos e designados pela equipe de fiscalização (bota-fora);
- Todo material extraído dos cortes será classificado por técnicos da equipe de fiscalização obedecendo às seguintes definições: 1ª categoria, 2ª categoria e 3ª categoria, pois para cada grandeza e resistência do solo existem preços diferenciados de acordo com o grau de dificuldade no processo de escavação.

11.1.2.1. Materiais de 1ª categoria

Compreende os solos em geral do tipo argila, rocha em adiantado estágio de decomposição e seixos rolados ou não rolados com diâmetros máximos inferiores a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

11.1.2.2. Materiais de 2ª categoria

Compreende as rochas com resistência a penetração mecânica inferior à do granito, blocos de rocha com volume inferior a 1m³, matacões e pedras de diâmetro médio superior a 15 cm, cuja extração se processe através do uso combinado de explosivos, tratores com lâmina ou Hipers, mais ferramentas manuais.

11.1.2.3. Materiais de 3ª categoria

Compreende as rochas com resistência a penetração mecânica igual ou superior ao do granito, blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1m³ e maciços cujo volume seja necessário o emprego contínuo de explosivos para que haja redução das partículas que possibilitem o seu carregamento e transporte.

Os equipamentos necessários às operações de corte são tratores de lâminas equipados com Hipers, moto-scrapers, motoniveladora, perfuratrizes de rocha, explosivos, caminhões basculantes e outros que se fizerem necessários;

As medições serão apropriadas em metros cúbicos medidos nos maciços dos cortes, através das seções transversais (ver projeto terraplenagem). Os cálculos dos volumes deverão ser processados e apresentados em planilhas específicas, levando em consideração os estaqueamentos da obra, o lado em que se encontram e sua classificação.

11.1.3. Remoção de subleito e transporte do material não utilizado na obra

Nos locais onde existirem pontos de solo sem suporte, os mesmos deverão ser removidos e transportados para bota fora em locais previamente designado pelos técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano. Para o aterro dessas remoções deverá ser utilizado material proveniente do corte de outros trechos da área de projeto, desde que apresentem CBR maior que o de projeto e expansão menor que 2%, ou material de caixa de empréstimo, conforme indicado e identificado na prancha "Localização de Materiais".

11.1.4. Corpo de aterros - lançamento e compactação em camadas

A liberação da compactação poderá ser realizada após no mínimo de 13 passadas com rolo vibratório com energia de compactação máxima. Deverá ser liberada pela topografia a parte geométrica. Caso o fiscal não esteja satisfeito apenas com a visualização deverão ser realizados ensaios para a determinação da densidade de campo desse material.

Deve ser executado da seguinte forma:

- A compactação terá processo mecânico que visa reduzir o volume dos seus espaços vazios, aumentando o seu peso específico aparente e tornando-o assim mais estável;
- Para os corpos de aterros de altura superiores a 2 (dois) metros as camadas inferiores até a cota 60 cm de espessura abaixo do greide projetado deve ser compactado em camadas de no máximo 60 cm de espessura por lançamento, dentro da umidade ótima, até atingir um grau de compactação de no mínimo 95% do P. N.;
- Para a camada final o grau de compactação não poderá ser inferior a 100% do P. N.;
- Os equipamentos utilizados devem atender as especificações de cada tipo de solo que será utilizado no corpo do aterro, tendo em vista a projeção, o transporte e o cronograma definido para cada etapa da obra;

- De modo geral os rolos vibratórios devem ser usados para solos arenosos, para solos argilosos os rolos do tipo pé-de-carneiro são os indicados, sendo que os rolos pneumáticos se adaptam a quase todos os tipos de solo;
- Os serviços executados serão apropriados por metro cúbico, medido no local obedecendo às dimensões projetadas dos maciços de aterros e liberados.

11.2. Pavimentação

11.2.1. Regularização do subleito

Após a terraplenagem, todo o subleito deverá ser regularizado e nivelado de acordo com projeto geométrico, tanto no sentido longitudinal quanto no transversal e compactado, até atingir 100% do Proctor Normal.

Onde a altura de aterro for inferior a 20 (vinte) cm o local deverá ser escarificado no mínimo uma espessura de 15 (quinze) cm, para uma melhor homogeneização do material.

Neste serviço estão incluídas todas as operações necessárias à sua completa execução e são medidos em metros quadrados.

Estes serviços são regulados pela Especificação Geral do DNIT.

11.2.2. Base de brita graduada

Sobre a sub-base, será executado uma camada de base de brita graduada, em toda a extensão do trecho. É uma camada de material pétreo, resultante da composição granulométrica de britas de diâmetros diferentes e de pó de pedra ensaiada em laboratório. Para aplicação na pista, deverá ser misturada em usinas de solos, na umidade de projeto. Após o espalhamento na pista, será compactada com equipamento adequado, até atingir o grau de compactação a 100% do Proctor modificado. A tolerância do greide final da base será de -1,0cm à +1,0cm, e a declividade transversal será de 2,5% a partir do eixo para os bordos em tangente.

Para a execução desta camada, a mesma apresentará saia de aterro 1:1.

A liberação da pista será feita com a aprovação da topografia e da análise de ensaios feitos pela equipe de topografia e laboratório da Contratada.

Para o controle tecnológico será feito uma análise granulométrica e um equivalente de areia. Os serviços são regulados pela Especificação Geral do DNIT.

11.2.3. Imprimação

É a impermeabilização da base, com Asfalto Diluído (Alternativo), aplicado a uma taxa de 1,2 litros/m² e deverá ser aplicado com caminhão espargidor com barra de distribuição acionada a uma pressão constante por motor. A imprimação só será executada após a liberação da base pelo laboratório, e devidamente varrida por processo mecânico.

O controle da imprimação é feito com ensaio para calcular a taxa de aplicação, pelo método da bandeja, a cada 100,00 (cem) metros de pista.

Os serviços, com exceção do material utilizado, são regulados pela Especificação Geral do DNIT.

11.2.4. Pintura de ligação

É a aplicação de um ligante, Emulsão Asfáltica RR-2C, com taxa de 0,5 litros/m² e tem por finalidade a perfeita ligação entre a base imprimada e o revestimento asfáltico. Antes de receber a pintura de ligação a base imprimada deverá ser varrida mecanicamente.

11.2.5. Revestimento de concreto asfáltico

É uma camada em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) com espessura conforme indicação nas pranchas de Seção Tipo de Pavimentação nas pistas de rolamento. Tem por finalidade dar conforto, segurança aos motoristas e proteger a base contra a ação das intempéries.

É uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados (brita, areia e filler) e material asfáltico CAP 50/70. O teor de CAP 50/70 deverá atender a especificação do DNIT no intervalo da Faixa "C". Foi considerado teor de 5,50%.

A massa será misturada em usina gravimétrica ou Drumm-Mixer, cujas instalações não poderão distar há mais de 100 Km.

O transporte se fará em caminhões basculantes enlonados, para manutenção da temperatura da massa asfáltica. O espalhamento na pista será feito com vibro-acabadora de esteiras que deve possuir mesa vibratória com sistema de aquecimento.

A compactação será feita com rolo de pneus auto propelido, de pressão variável e de capacidade mínima de 20 toneladas e com rolo de chapa tandem de 2 tambores, peso mínimo de 6 toneladas, ou preferencialmente com rolo de chapa de 2 tambores vibratórios.

A rolagem se iniciará imediatamente após o espalhamento da massa. Não poderá ser executado o revestimento asfáltico em dias chuvosos, ou com temperaturas abaixo de 10 °C. Também não será permitido o lançamento de massa asfáltica com temperatura inferior a 110 °C.

A Contratada deverá apresentar o projeto da mistura asfáltica e especificar a metodologia e normas técnicas adotadas na elaboração da mesma.

O pagamento deverá ser precedido de sondagem com sonda rotativa a cada 50 m e o grau de compactação não deverá ser inferior a 97% da densidade de projeto e espessuras conforme projeto.

Para o controle tecnológico da camada asfáltica serão realizados ensaios de extração de asfalto e análise granulométrica, com coleta no caminhão ao descarregar na pista, para cada 100 t ou por dia de trabalho.

Os serviços são regulados pela Especificação do DNIT.

11.2.6. Colchão de assentamento

O colchão para assentamento dos blocos de concreto intertravados deverá ser constituído de pó de pedra, com espessura de 0,04m. A camada deverá ser constituída de partículas limpas, duras, isentas de materiais orgânicos, torrões de argila ou outros materiais prejudiciais. O material fino não poderá ser superior a 12% em peso do material passante na peneira n° 200. Poderá ser admitido utilização de outro material (areia média, por exemplo), caso liberado pela Fiscalização.

11.2.7. Assentamento dos blocos de paver

O bloco de concreto será do tipo retangular com espessuras de 6,0 cm e resistência à compressão de 35MPa aos 28 dias e deverão atender às especificações da norma.

As peças pré-moldadas devem ser perfeitas de tal modo que depois de assentadas, a distância média entre elas seja de 2 a 3 mm, nunca superior a 5mm.

As superfícies dos blocos deverão ter cor uniforme e formar um plano contínuo, sem fissuras, ninhos, vazios, bordas quebradas, lascamentos ou corpos estranhos (grãos, sementes, etc.).

As bordas deverão ter cantos vivos sem distorções ou perdas de material, sem rebarbas horizontais (na face inferior do bloco) ou verticais (na face superior). O mesmo é válido para quinas e chanfros.

Serão refugados blocos deformados pelo desgaste das formas, devendo a Contratada substituí-los imediatamente.

O recebimento das peças se dará na obra, onde será verificada se as mesmas satisfazem as condições especificadas. Em uma inspeção visual, se 5% das peças apresentarem defeitos, todo o lote será rejeitado.

Para controle de qualidade serão coletadas amostras aleatórias de peças inteiras e normais, de no mínimo seis peças para cada lote de até 300 m², e uma peça adicional para cada 50m² suplantar, até perfazer o lote máximo de 32 peças, que serão cedidas gratuitamente, e ensaiadas de acordo com normas da ABNT.

Deverá ser mantido um espaçamento uniforme entre as peças para preenchimento com areia fina. O acabamento será feito com blocos serrados e rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 na espessura do bloco de pavimentação. O rejunte junto ao meio fio será feito com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Deverá ser passada a placa vibratória sobre as peças para corrigir possíveis irregularidades do piso. Caso alguma peça apresente qualquer defeito, ou ocorra o afundamento da peça, estas deverão ser imediatamente substituídas. Em seguida deverá ser espalhado areia fina, seca, para selar as juntas. Deverá ser utilizado vassourão para o espalhamento da areia sobre as peças. Após, passar novamente a placa vibratória, intercalando uma passada sobre a outra.

No início e no final da via será executado uma viga de travamento dos blocos. Estas vigas também devem ser executadas em locais com declividade acima de 10%, espaçadas em 40,0 metros, conforme indicação em plantas do Volume II.

Não satisfazendo as especificações, a municipalidade através da Secretaria de Planejamento Urbano poderá rejeitar todo o lote, devendo o mesmo ser substituído sem ônus para o município. Sendo que o lote deve ser formado por no máximo 1.600m² de pavimento.

11.3. Drenagem

11.3.1. Galerias Tubulares de Concreto

A escavação das valas de fundação também será executada pela Contratada. Os tubos da drenagem deverão ser assentados sobre lastro de brita com espessura de 10 cm, em perfeito alinhamento e nivelamento.

E ainda, os tubos serão rejuntados externamente com cimento e areia no traço 1:4, desde a base até o topo.

O reaterro deverá ser utilizado o mesmo da escavação da vala sendo material de boa qualidade, em camadas de 0,25 m compactadas manualmente até a geratriz superior do tubo, podendo o restante da vala ser compactada mecanicamente.



Toda a limpeza e sobra de materiais deverá ser transportado para os locais previamente determinados pela fiscalização.

Todos os problemas que possam ocorrer com as redes de abastecimento de água, energia, telefone e gás, serão de inteira responsabilidade da empresa Contratada, cabendo a esta a devida recuperação.

11.3.2. Bueiros Simples/Duplos Celulares de Concreto - BSCC e BDCC

A escavação da vala deverá ser executada de jusante para montante atendendo as dimensões expressas na planilha de quantitativos.

As aduelas para a execução do bueiro deverão ser pré-moldadas, as mesmas deverão ser assentadas sobre berço em concreto resistência de 20Mpa, a largura de execução dos berços deve ser atendida conforme no detalhe executivo. As formas para execução dos berços deverão ser de tabuas de pinho, a sua utilização poderá ser de até 3 vezes se estiverem em bom estado de conservação.

Para assentamento das aduelas deverá ser executado uma camada granular de 0,30 m, sendo 0,20 m em rachão e 0,10 m de brita corrida. Sobre a camada granular, deverá ser executada uma laje em concreto com resistência de 20 Mpa, com espessura de 0,10 m e dimensões conforme projeto.

A junção das peças deverá ser preenchida com concreto de resistência de 20 Mpa, para que selar a junta impedindo a entrada de água entre elas. Os encaixes (macho/fêmea) as aduelas deverão ser rejuntadas internamente e externamente com argamassa traço 1:3.

Sobre as juntas rejuntadas deverá ser colocado a manta geotêxtil em todo o perímetro das peças com largura de 0,30 m, conforme detalhe de projeto.

Após a colocação da manta sobre as aduelas, deverá reaterrar a vala com o mesmo material

escavado. Para a compactação deverá ser utilizado compactador mecânico manual e caminhão pipa para a umidificação do material.

11.3.3. Caixas Coletoras com Grelha

Deverão ser executadas com blocos de concreto, rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, nas dimensões conforme projeto. As paredes internas da caixa deverão ser rebocadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

A laje do fundo da caixa deverá ser em concreto com espessura mínima de 7,00 (sete) cm e resistência de 15 Mpa.

A tampa de acesso ao fundo da caixa será em concreto e conforme dimensões indicadas em projeto. Esta deverá estar nivelado ao piso acabado da calçada.

O caixilho da caixa deverá ser em concreto nivelado e desempenado, com resistência mínima de 25 Mpa.

A ligação da caixa com a galeria deverá ser com tubo de concreto de diâmetro conforme projeto, com acabamento interno e rejuntado com argamassa no traço 1:3.

A Contratada fornecerá as grelhas em concreto armado conforme projeto no Volume II.

11.3.4. Caixas de Ligação e Passagem

Deverão ser executadas em concreto com resistência de 20 Mpa e dimensões conforme detalhe executivo.

A tampa deverá ser em concreto armado com resistência de 20 Mpa e aço CA-60 e CA-50 com Ø indicados no detalhe.

Para a execução da mesma, deve ser feita a escavação para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto.

As fôrmas deverão ser de madeiras e a confecção do concreto será com betoneira com lançamento manual.

Retirada das fôrmas somente poderá ser feita após a cura do concreto, iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma.

Somente será permitida a colocação das tampas de concreto e chumbamento após a limpeza do dispositivo.

11.3.5. Boca

Deverá ser feita a escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas em projeto. Regularização e compactação do fundo escavado, com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para o dispositivo, em geral de considerável peso próprio.

Instalação das fôrmas de madeira serrada nas laterais e paredes da boca, sendo estes escorados também com madeira de 3ª qualidade, não aparelhada.

Lançamento de concreto, amassado em betoneira sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão com F_{ckmin} 20 MPa, conforme detalhe em projeto.

Retirada das guias e das fôrmas, o quer somente pode ser feita após a cura do concreto, iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma.

Os dispositivos devem ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que pode causar sua obstrução.

Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação. Sendo o material local de baixa resistência, deve ser feita a substituição por areia ou pó de pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade.

11.3.6. Descida D'água de Corte em degraus

As descidas d'água em concreto simples deverão ser moldadas in loco atendendo ao disposto no projeto devendo seguir as seguintes etapas:

- a) Escavação, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- b) Para uniformização da base para apoio do dispositivo recomenda-se a execução de base de brita para a regularização;
- c) Instalação das formas e cimbramento;
- d) Lançamento, vibração e cura do concreto com resistência de 20 Mpa;

- e) Retirada das guias e das fôrmas laterais;
- f) Preenchimento das juntas com argamassa cimento e areia, traço 1:3, em massa.

11.3.7. Assentamento do meio-fio em concreto pré-moldado

Os meios-fios deverão estar num alinhamento perfeito e assentes sobre uma base regularizada, devendo o espaçamento (junta) entre meios-fios não ultrapassar a 0,015m.

O rejuntamento será com cimento e areia no traço 1:3, desde a base até o topo do meio-fio, as juntas serão previamente molhadas e devem estar limpas e isentas de impurezas.

11.3.7.1. Características técnicas dos pré-moldados

Os meios-fios serão em concreto pré-moldado com resistência mínima de 20 MPa aos 28 dias, nas dimensões de 10 cm de largura superior, 12 cm de largura inferior, 30 cm de altura e 100 cm de comprimento. Será permitido o uso de meio fio com comprimento menor a critério da Contratante.

Os meios-fios devem ser moldados em formas metálicas de fácil desmoldagem sem afetar os elementos concretados, o concreto deve ser vibrado até seu completo adensamento para permitir o bom acabamento e atingir a resistência desejada.

Para o controle de qualidade será destacado aleatoriamente um lote de 10 unidades de cada 300 peças para comprovação de resistência, verificação da forma, presença de materiais de desintegração e condições das arestas.

A verificação das dimensões e as condições de acabamento serão feitas através de inspeção visual. Os materiais utilizados na fabricação dos pré-moldados deverão satisfazer as seguintes condições:

- Cimento: obedecer às exigências da ABNT e ABCP;
- Agregados: obedecer às exigências da ABNT-EB-4;
- Água: estar isenta de elementos prejudiciais às reações do cimento.

As estruturas pré-moldadas obedecerão aos padrões, catálogos e especificações do fabricante, quando se tratarem de peças fabricadas em linha de produção. Caso contrário, obedecerão rigorosamente aos projetos apresentados.

11.4. Sinalização

11.4.1. Sinalização vertical

É a sinalização composta por placas, painéis e dispositivos auxiliares, situados na posição vertical e localizados à margem da via ou suspensa sobre ela.

As chapas para as placas de sinalização deverão ser zincadas, com no mínimo 270 g de zinco por m² e terão uma face pintada na cor preta semi-fosca e outra na cor padrão.

As letras, símbolos e números poderão ser confeccionados com películas refletivas coladas ou por serigrafia sobre película refletiva.

Para a fixação das placas aos suportes, deverão ser utilizados parafusos zincados presos por arruelas e porcas.

Como regra geral, para todos os sinais posicionados lateralmente à via, é dada uma pequena deflexão horizontal de 3° em relação à direção ortogonal ao trajeto dos veículos que se aproximam, para minimizar problemas de reflexo.

Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também em 3°.

11.4.2. Sinalização de obra

A sinalização de obra da rua visa a segurança do usuário e do pessoal da obra em serviço, sendo constituída por sinalização horizontal, vertical, bem como dispositivos de sinalização e segurança, que serão constituídas por placas, cones de borracha ou plásticos, dispositivos de luz intermitente e bandeiras.

Os custos serão de responsabilidade da Contratada.

11.5. Serviços complementares

11.5.1. Realocação de Postes

Os postes com indicação “realocar” no projeto geométrico, deverão ser removidos e colocados em locais que não prejudiquem a execução da obra, sendo este serviço de responsabilidade da PML.

11.5.2. Remoção de calçada

Por se tratar de alargamento de via, as calçadas que venham interferir nas pistas de rolamento deverão ser removidas de forma mecanizadas com martelete sem reaproveitamento, conforme indicações no Projeto Geométrico, sendo este serviço de responsabilidade da Contratada.

11.5.3. Remoção de cerca

Por se tratar de alargamento de via, as cercas que venham interferir nas pistas de rolamento

deverão ser removidas, conforme indicações no Projeto Geométrico, sendo este serviço de responsabilidade da Contratada.

11.5.4. Realocação de Ponto de Ônibus

No local onde possui a existência de um ponto de ônibus, este deverá ser realocado, sendo este serviço de responsabilidade da Contratada.

11.5.5. Prolongamento de Caixa de Esgoto

As caixas deverão ser prolongadas até o nível do pavimento final. O prolongamento do anel deverá ser executado em concreto nivelado e desempenado, com resistência de 20 Mpa. Todas as caixas prolongadas, deverão ser reaproveitadas as tampas.



11.5.6. Plantio de Grama

No caso de necessidade de plantio de grama, conforme indicação em planta, será na forma de leivas, com o solo deve ser previamente preparado e as placas deverão ter dimensões uniformes. Quando necessário se fará a fixação das placas com estacas de madeira.

A leiva deverá ser de boa qualidade, isto é, boa sanidade e livre de ervas daninhas. O controle das operações de enleivamento será por apreciação visual da qualidade dos serviços. Não será admitido em hipótese alguma o uso de defensivos agrícolas. Este serviço é de responsabilidade da Contratada.

As especificações de serviço são do DEINFRA-SC-ES-OC-04/92.

12. MEIO AMBIENTE

12.1. Estudos de impacto ambiental

Em relação ao impacto ambiental provocado pela execução da obra em questão, avalia-se ser pouco significativo, pois a pavimentação será executada sobre a via existente. Todavia, caso necessários, estes estudos ficarão a cargo da PML.

13. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Contratada deverá manter a obra sinalizada, especialmente à noite, e principalmente onde há interferência com o sistema viário, e proporcionar total segurança aos pedestres para evitar ocorrência de acidentes.

A Contratada deverá colocar placa indicativa da obra com os dizeres e logotipos orientados pela Secretaria de Planejamento Urbano, que deverá seguir o padrão estabelecido pelo Órgão Financiador do recurso e deverá ser afixada em local visível e de destaque.

Todos os serviços de topografia, laboratório de solos e asfaltos, serão fornecidos pela Contratada.

A obra será fiscalizada por profissional designado pela Prefeitura Municipal. Cabe a Contratada facilitar o acesso às informações necessárias ao bom e completo desempenho do fiscal.

Cabe a Secretaria de Planejamento Urbano do município, dirimir quaisquer dúvidas do presente Memorial Descritivo, bem como de todo o Projeto de Pavimentação e Drenagem.

Caso haja divergência entre as medidas tomadas em escala e medidas determinadas por cotas, prevalecerão sempre as últimas.

A contratada deverá fazer os ensaios de granulométrica da base de brita graduada conforme procedimento descrito na NORMA DNIT 141/2010 - ES.

Para a massa asfáltica devem ser adotados todos os procedimentos conforme descritos na NORMA DNIT 031/2006 - ES.

Quanto a regularização de subleito, deve ser seguidos os procedimentos descritos na NORMA DNIT 137/2010 - ES.

Para a execução da sub-base, deve ser seguidos os procedimentos descritos na NORMA DNIT 139/2010 - ES.



A Contratada assumirá integral responsabilidade pela boa execução e eficiência dos serviços que executar, de acordo com as Especificações Técnicas, sendo também responsável pelos danos causados decorrentes da má execução dos serviços.

A boa qualidade dos materiais, serviços e instalações a cargo da Contratada, determinados através de verificações, ensaios e provas aconselháveis para cada caso, serão condições prévias e indispensáveis para o recebimento dos mesmos.

No final da obra, a Contratada deverá fornecer um relatório, contendo todos os resultados obtidos nos ensaios de laboratório e em campo da obra, e apresentar o controle topográfico realizado, elaborando planta planialtimétrica da obra acabada.

14. ORÇAMENTO

14.1. Metodologia

A metodologia adotada para a elaboração do orçamento do referido projeto é da Caixa Econômica Federal, por meio da Planilha Múltipla, sendo utilizado a tabela referencial de preços SINAPI do mês de 08/2021, disponibilizada pelo referido órgão.

Os serviços não constantes na tabela de referência, forem baseadas em composições existentes no SICRO3/DNIT do mês 08/2021 e cotações em fornecedores da região. O orçamento detalhado é apresentado nos Anexos 9 a 13.

14.2. Custos unitários

Na obtenção dos custos unitários de materiais, foram utilizados os consumos específicos no projeto e os custos unitários de aquisição de cada tipo de material conforme apresentado na tabela referencial SINAPI.

Para custos unitários de aquisição de materiais não constantes na referida tabela, foram pesquisados na tabela referencial de preços de serviços de obras do SICRO3 e elaboradas cotações de preços com fornecedores. As cotações de preços com datas diferentes de 08/2021 foram reajustadas através dos índices de reajustamento de obras rodoviárias da FGV publicadas pelo DNIT.

Não havendo disponibilidade de materiais, e em função de condicionantes geológicas, econômicas e ambientais para a instalação de pedreira próximo à obra, foi considerada neste orçamento a pedreira comercial Lasca Mineração, localizada no município de Imbituba/SC, para massa asfáltica, brita graduada, macadame seco e pó de pedra.

O fornecimento e transporte de material de empréstimo considerado para a referida obra é de responsabilidade da Contratada.

Para o material de aterro para substituição de subleito inservível, foram considerados os custos de fornecimento e transporte da caixa de empréstimo indicada no estudo.

14.3. Custo Unitário Total

O custo unitário total resultou da soma dos custos parciais componentes. Não foram considerados interferências em decorrência de fatores climáticos, logística, e de seu processo executivo.



15. EQUIPE TÉCNICA

Os profissionais envolvidos na elaboração do presente estudo estão listados na Tabela 13 a seguir.

Tabela 13: Quadro da equipe técnica deste estudo.

Nome	Formação	Função	Registro no CREA/SC	ARTs nº
Bruno Bianchin Machado	Eng. Civil	Coordenação geral e elaboração de projetos	104540-8	7970519-4, 7971052-9 e 7971093-6
Carlos Getulio Machado	Eng. Agrimensor	Elaboração de Projetos	020252-0	7971106-4
Elton Semler Klock	Eng. Agrimensor	Elaboração de Projetos	154417-0	-
Célio Emerich de Bittencourt Jr.	Projetista	Elaboração de Projetos	-	-
Thalita da Silva Paulo	Acadêmica de Eng. Civil	Elaboração de Projetos	-	-
Ruan Urbano Cavagnoli	Acadêmico de Eng. Civil	Elaboração de Projetos	-	-

16. CONCLUSÃO

Os estudos e projetos elaborados e apresentados neste produto encontram-se efetivamente concluídos, em conformidade com especificações do termo de referência e de acordo com as normas técnicas vigentes.

Criciúma/SC, 27 de setembro de 2021.

Eng. Civil Bruno Bianchin Machado

Coordenador Geral do Projeto

CREA/SC 104540-8

17. ANEXOS

Compõem o Relatório os seguintes anexos:

Número	Título
01	Registro Fotográfico das Vias do Projeto
02	Sondagem e Ensaio de Laboratório
03	Dimensionamento da Microdrenagem
04	ARTs dos Profissionais
05	Quantitativos
06	Notas de Serviço
07	Curvas Horizontais
08	Curvas Verticais
09	Orçamento
10	BDI
11	Cronograma Físico-Financeiro
12	Composições
13	Cotações
14	Relatório Fotográfico das Sondagens



ANEXO 01 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS VIAS DO PROJETO



ANEXO 02 - SONDAGEM E ENSAIOS DE LABORATÓRIO



ANEXO 03 - DIMENSIONAMENTO DA MICRODRENAGEM



ANEXO 04 - ARTS DOS PROFISSIONAIS



ANEXO 05 - QUANTITATIVOS



ANEXO 06 - NOTAS DE SERVIÇO



ANEXO 07 - CURVAS HORIZONTAIS



ANEXO 08 - CURVAS VERTICAIS



ANEXO 09 - ORÇAMENTO



ANEXO 10 - BDI



ANEXO 11 - CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO



ANEXO 12 - COMPOSIÇÕES



ANEXO 13 - COTAÇÕES



ANEXO 14 - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS SONDAGENS