

VOLUME 01

RELATÓRIO DE PROJETO

Projeto de Restauração de Pavimento
Rua Daltro Filho

Prefeitura Municipal de Teutônia

DADOS GERAIS DA OBRA:

Objeto: Projeto de restauração de pavimento da rua Daltro Filho.

Município: Teutônia / RS.

Extensão: 326,50 m.

Área total: 3.348,57 m².

Área da pavimentação: 3.348,57 m².

Proprietário: Município de Teutônia – RS

1. APRESENTAÇÃO

A empresa Transpor Infraestrutura Urbana apresenta o VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO, referente a “Elaboração de Projeto de Restauração de Pavimento da Rua Daltro Filho”.

O projeto é composto pelos seguintes volumes:

Volume 01: Relatório de projeto, contendo estudos, projetos e especificações técnicas;

Volume 02: Plantas;

Volume 03: Orçamento de obras e cronograma;

Este documento é o resultado de extensos estudos, planejamento cuidadoso e a aplicação de princípios de engenharia para a melhoria da infraestrutura viária na região. O presente relatório de projeto tem por objetivo discriminar e orientar os serviços, materiais e especificações técnicas a serem empregadas na execução da obra. Do mesmo modo

que complementa e esclarece informações contidas nas pranchas, planilhas e documentos, trazendo o embasamento para as tomadas de decisões que compuseram este projeto.

A pavimentação de ruas desempenha um papel crucial na mobilidade, conectividade e desenvolvimento socioeconômico de uma região. Neste contexto, a estrada em questão se reveste de grande importância, pois visa não apenas melhorar o tráfego e a acessibilidade, mas também contribuir para a qualidade de vida das comunidades locais.

1.1. Equipe Técnica de Projeto

Etapas	Profissionais	
Responsável Técnico	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	
Estudos Topográficos	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta e Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Estudos Hidrológicos	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	
Projeto De Drenagem E OAC	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta e Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Pavimentação	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta e Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Sinalização	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta e Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Obras Complementares	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta e Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Orçamento E Plano De Execução De Obra	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	

Figura 1 - Localização do trecho de projeto na cidade de Teutônia

Trecho 02	Início	Término
	lat 29°27'4.83"S long 51°48'19.96"O	lat 29°27'15.38"S long 51°48'20.02"O

2. ESTUDOS

2.1. Estudos do Traçado

O traçado geométrico segue o alinhamento existente, com o objetivo de otimizar os recursos. Isso implica em utilizar as características topográficas e geométricas naturais do terreno, como curvas de nível, para determinar o alinhamento e a inclinação da estrada. Esse enfoque não apenas economiza recursos financeiros, mas também minimiza o impacto ambiental, evitando o deslocamento excessivo de solo.

Um ponto significativo da utilização do traçado existente é a limitação do corpo da rua pelas propriedades existentes, visto que a rua possui ocupação de espaço físico expressivo, em suas laterais.

2.2. Estudos Topográficos

Os estudos topográficos fornecem as informações sobre a geografia atual da região em projeto. O levantamento topográfico executado foi realizado pela prefeitura municipal, constando nele cadastro os itens abaixo:

- delimitação de edificações;
- postes;
- galerias;
- acessos;
- árvores;
- muros;
- cercas,
- pé e cristas de taludes.

2.2.1. Locação e Marcação do Eixo Topográfico

A linha chamada de eixo de referência foi implantada no eixo da pista existente e constitui-se no referencial para todos os demais elementos do projeto.

2.2.2. Levantamento das Seções Transversais

O levantamento de seções transversais foi realizado em correspondência com os pontos locados, perpendicular ao eixo implantado e numa amplitude transversal definida pelos limites físicos. Em cada seção levantada foram nivelados na plataforma da pista projetada, eixo, bordos e áreas limites dos bordos.

2.3. Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem

Os estudos hidrológicos têm por finalidade subsidiar o dimensionamento do sistema de drenagem do local a ser projetado.

2.3.1. Clima

Quanto ao clima, o município se encontra em uma região de clima temperado quente, a qual segundo o sistema de Köppen, se enquadra na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental "Cf". No estado este tipo "Cf" se subdivide em duas variedades específicas, ou seja, "Cfa" e "Cfb" (MORENO, 1961).

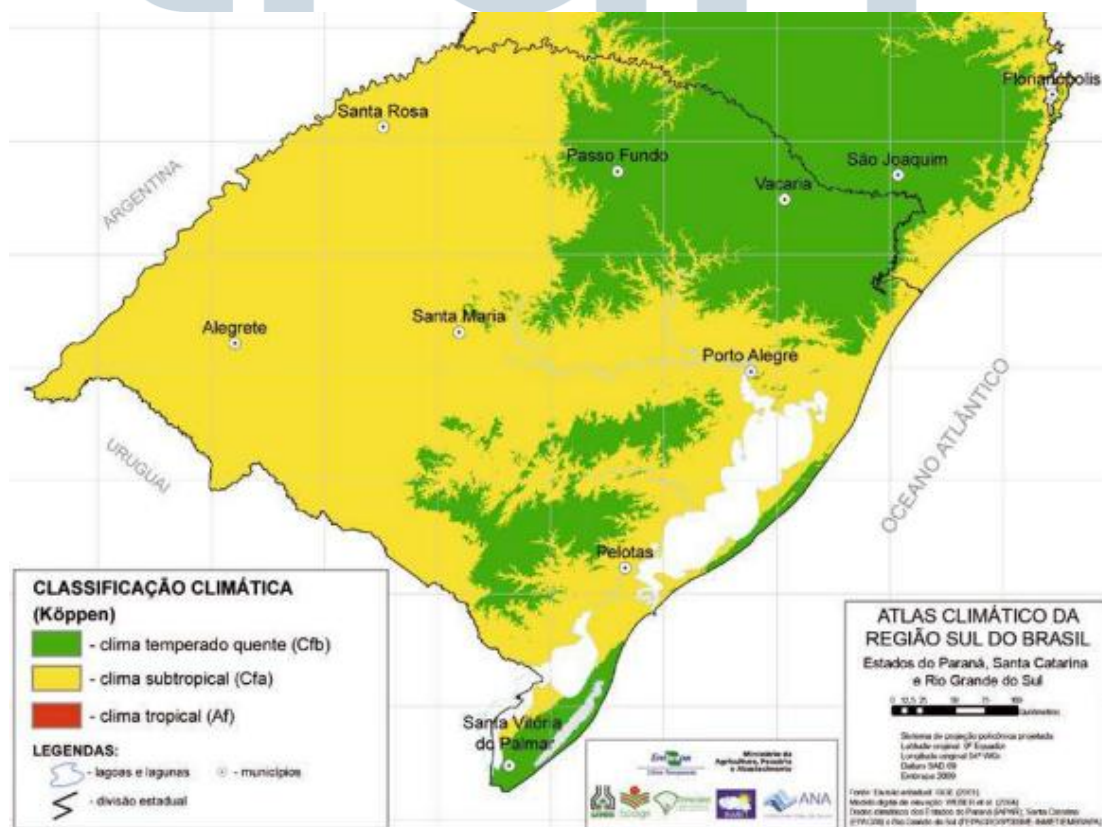


Figura 2 – Classificação Climática – Fonte: Atlas Climático Região Sul

A variedade "Cfa" se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A variedade "Cfb" também apresenta chuvas durante todos os meses do ano, tendo a temperatura no mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C. O local do estudo está inserido na classificação climática do tipo Cfa.

Quanto a temperatura, observa-se o gráfico abaixo:

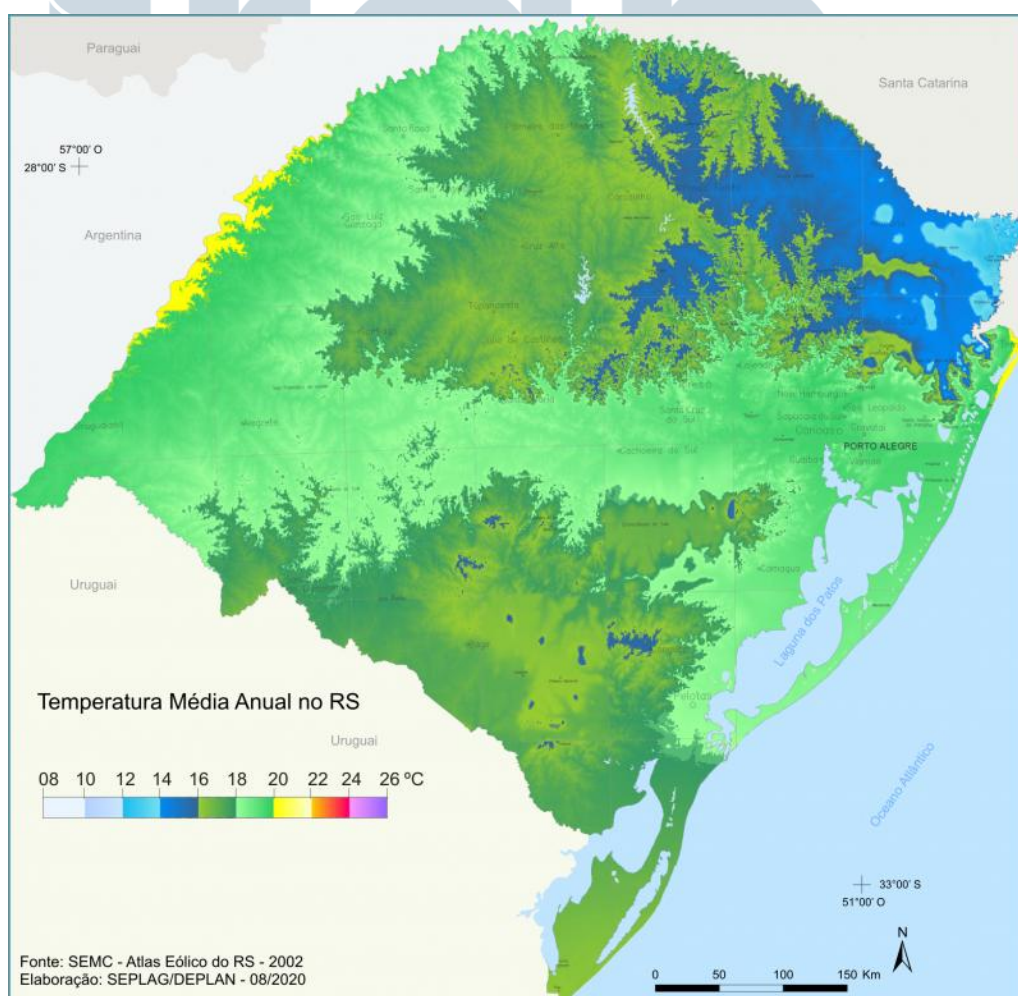


Figura 3 – Temperatura Média

2.3.2. Hidrografia

O município de Teutônia está inserido na Região Hidrográfica do Atlântico Sul, pertencendo à Bacia G040 - Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, conforme Decreto Estadual nº 53.885/2018, que instituiu a subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em 25 Bacias Hidrográficas.

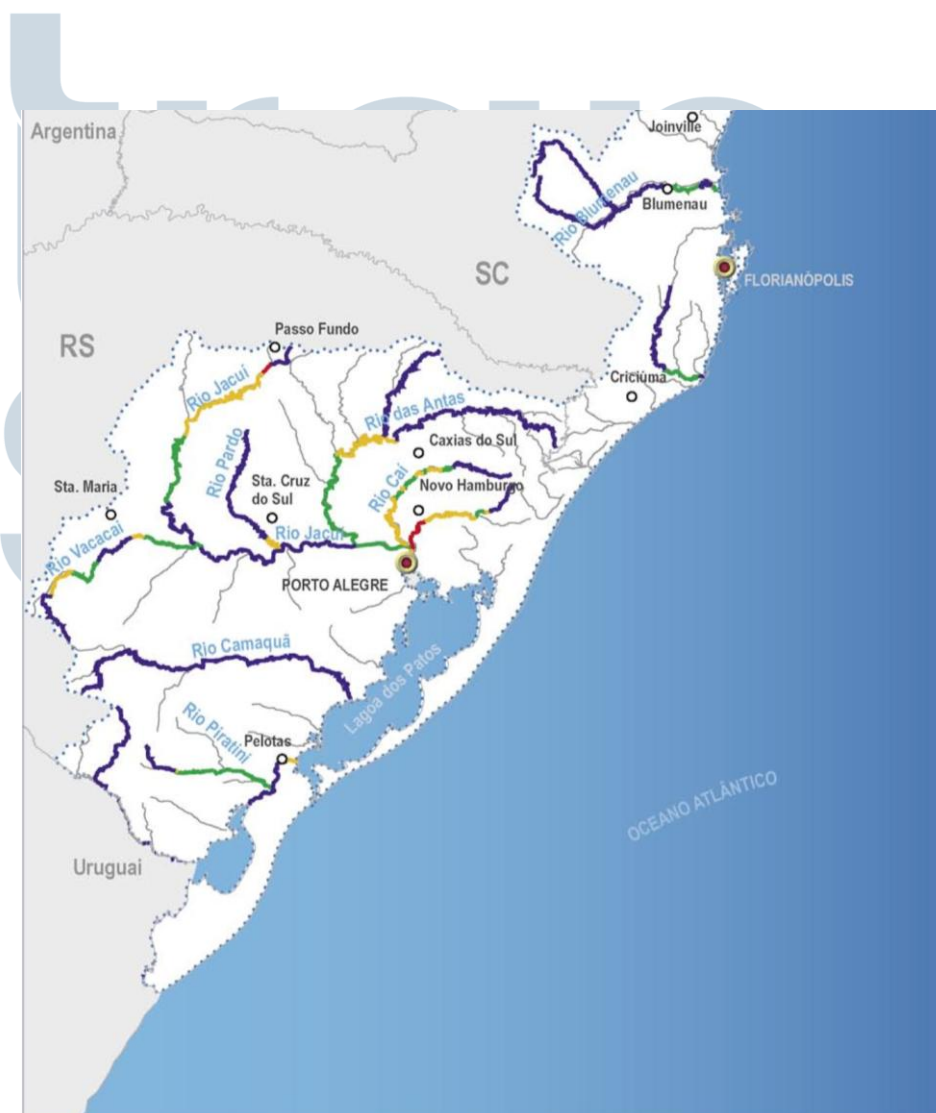


Figura 4 - Região Hidrológica - Fonte: Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil / ANA

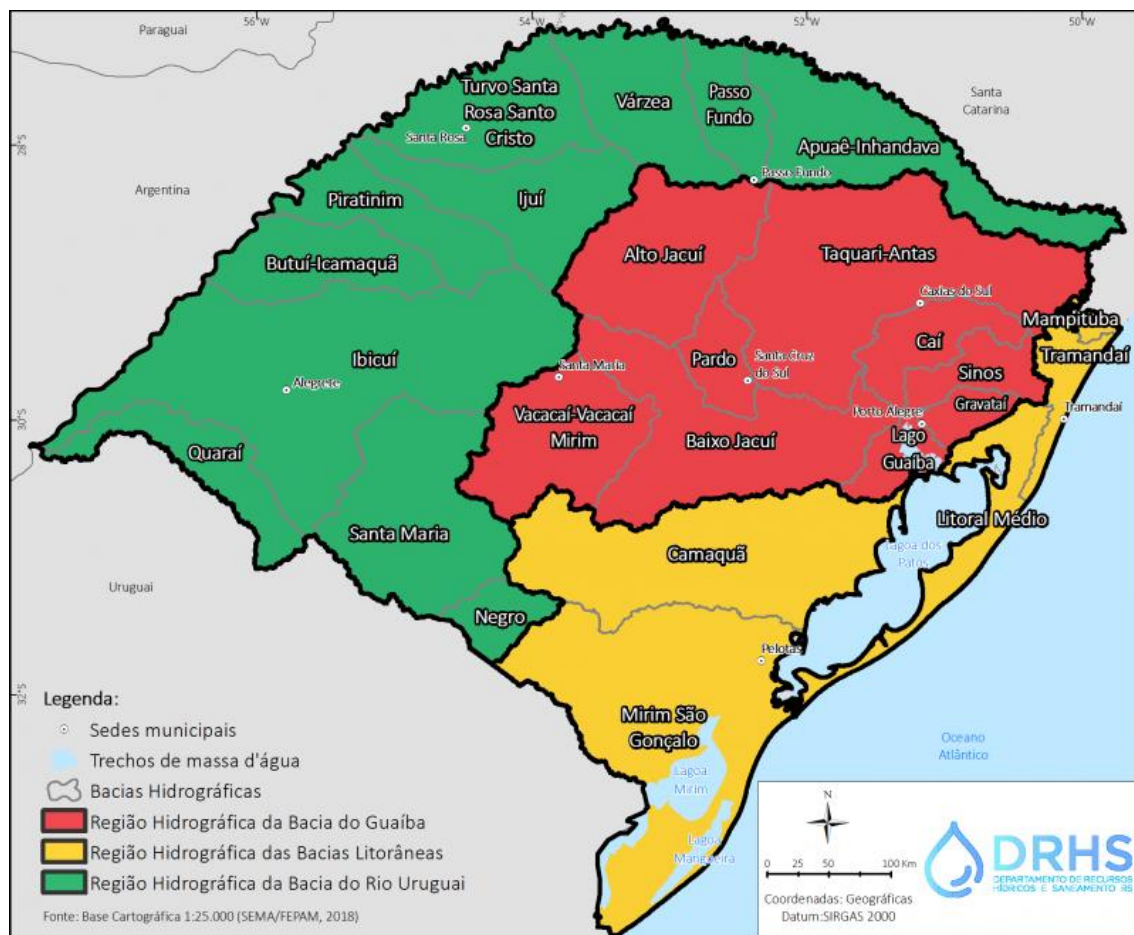


Figura 5 – Regiões Hidrográficas do Rio Grande do Sul – Fonte: DRHS

2.3.3. Curva IDF

Por se tratar de região rural, optou-se pela metodologia da curva IDF (Intensidade, Duração e Frequência) para a intensidade máxima de precipitação local.

Os dados da precipitação local foram obtidos em estações pluviométricas cadastradas junto a ANA (Agência Nacional de Águas), e buscou-se a equação IDF no Programa de Pós-Graduação em Recursos

Hídricos (PPGRH) da Universidade Federal de Pelotas, sob o programa IDF GEO.

$$i = \frac{a \times T^b}{(t + c)^d}$$

Onde, a, b, c e d são parâmetros da equação.

i = intensidade da chuva crítica (em mm/h);

T= tempo de retorno (em anos)

t = tempo de concentração (em min);

a, b, c e d são parâmetros da equação.

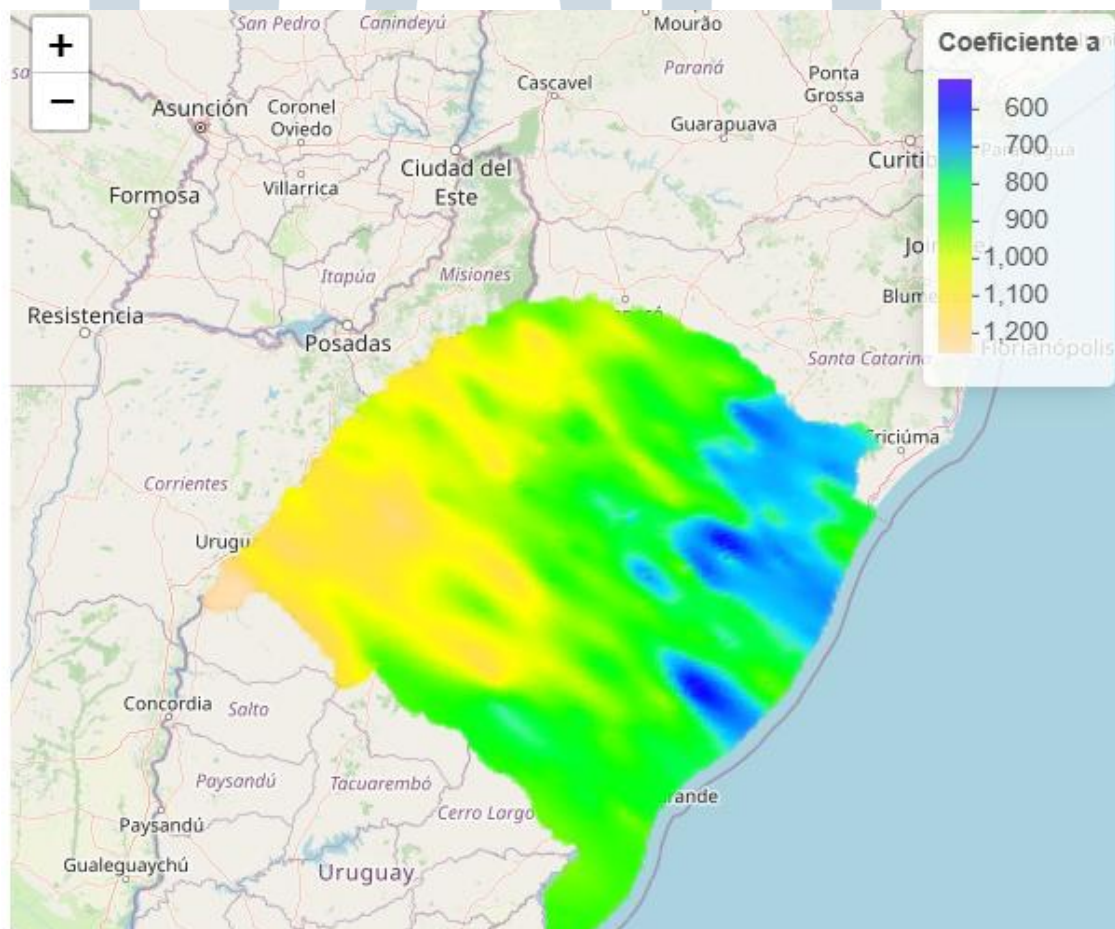


Figura 6 – Determinação do Coeficiente a – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos

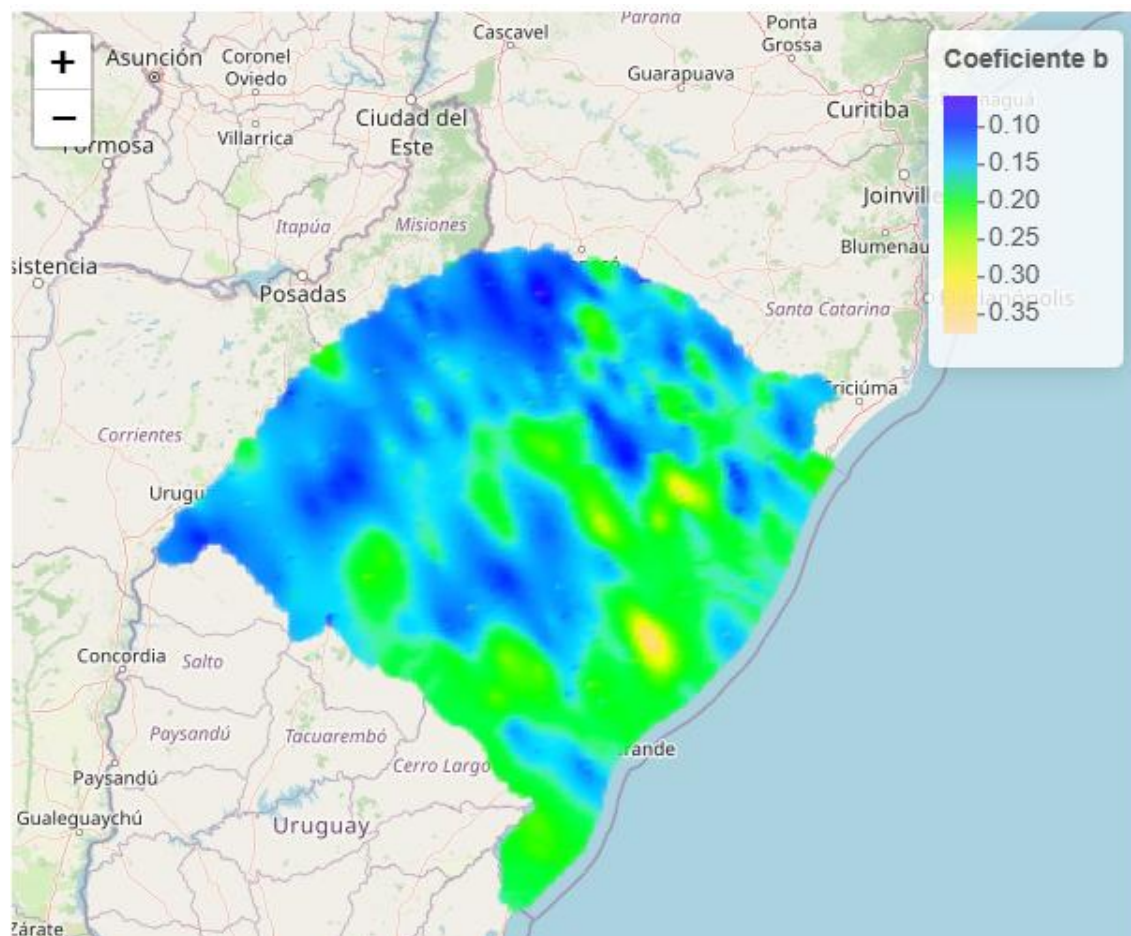


Figura 7 - Determinação do Coeficiente b - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos

$$i = \frac{779.715 \times T^{0,1625}}{(t + 9,791)^{0,7244}}$$

2.3.4. Período de retorno

Dada a função de cada dispositivo de drenagem em um empreendimento de infraestrutura, o período de retorno difere em cada um deles. O tempo médio para que o maior evento natural seja superado é:

- 10 a 50 anos para obras de arte correntes (bueiros);

- 100 anos para obras de arte especiais (pontes);

Conforme gráfico de intensidade-duração-frequência, obtêm-se os seguintes períodos de retorno.

2.3.5. Tempo de Concentração

A contribuição da bacia no escoamento superficial é dada a partir do comprimento e declividade do talvegue principal, área da bacia, recobrimento vegetal e uso da terra. Para as obras de drenagem superficial, utiliza-se o MANUAL DE HIDOLOGIA BÁSICA (IPR 715 DNIT) para o cálculo, com base na equação:

$$t = \frac{10}{k} \times \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

Onde:

t = tempo de concentração, em minutos;

A = área da bacia, em hectares;

L = comprimento do talvegue principal, em metros;

i = declividade do talvegue principal, em %;

k = coeficiente adimensional

Conforme as características do solo e o tipo de vegetação local, determina-se K.

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

Para as obras de drenagem pluvial calcula-se o escoamento superficial somado ao escoamento através dos canais, com a seguinte equação:

$$tc = ts + te$$

Onde:

t_c = tempo de concentração (em min);

t_s = tempo de escoamento superficial (em min);

t_e = tempo de escoamento através de canais (em min);

Por recomendação da norma, será adotado $t_s = 10$ minutos.

2.3.6. Vazão de contribuição

Pelo método racional: Drenagem Urbana – bacia de contribuição com área inferior a 150ha;

2.3.7. Coeficiente de escoamento superficial

Dadas as características locais, e a atual taxa de ocupação, opta-se pela utilização do coeficiente de deflúvio igual a 0,50. A região é caracterizada por residências de um pavimento, com pátios.

2.3.8. Cálculo das Vazões

Para o dimensionamento de cada canal, será utilizado o método racional, dado o tamanho das bacias de contribuição.

$$QD = \frac{C \times i \times A}{3,6}$$

A = Área da bacia contribuinte (em ha);

i = intensidade da chuva crítica (em litros / s / ha);

C = Coeficiente de escoamento superficial;

QD = Vazão da bacia contribuinte (em litros / s).

2.4. Estudos de Tráfego

Este estudo objetiva o fornecimento de informações para fundamentação do dimensionamento da estrutura do pavimento.

2.4.1. Contagem volumétrica

A classificação das vias mais utilizada para vias municipais, são as normativas técnicas da cidade de São Paulo, com a classificação abaixo.

Rua	Tráfego Previsto	Vida de Projeto	Volume Faixa carregada	Número N Característico
Daltro Filho	Médio	10 anos	Veículo Leve – 401 a 1500 Caminhões – 21 a 100	5×10^5

Tabela 1 - Classificação das vias

2.5. Projeto Geométrico

Como citado no estudo de traçado, o projeto geométrico tem como base a geometria existente. Pela diversidade dos trechos projetados, abaixo está tabelado as principais características geométricas das vias.

Extensão (m)	Área (m ²)	Largura Pista (m)	Inclinação (%)
326,50	3.348,57	9,85 (média)	2

Tabela 2 - Informações geométricas

2.6. Projeto de Pavimentação

Para o dimensionamento das estruturas do pavimento adotou-se o Método de Projeto de Pavimento Flexível do DNER, de autoria do Eng.º Murillo Lopes de Souza. Trata-se de uma metodologia estabelecida pelo autor a partir de experiências do “Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos”, com o acréscimo de importantes conclusões decorrentes da Pista Experimental da AASHTO. Pelo procedimento referido, utilizado de forma quase unânime pelos órgãos rodoviários estaduais brasileiros.

O projeto demanda duas soluções de patologias, antes da capa definitiva.

Patologias superficiais, trincas, serão fresadas do pavimento, para então receber uma camada de 4 cm de CBUQ para reconstituição.

As patologias de camadas inferiores ao CBUQ terão material removido, e reconstituição da estrutura do pavimento, solução chamada popularmente de remendo profundo.

2.6.1. Parâmetros de Tráfego

Conforme considerações expostas no capítulo Estudos de Tráfego deste volume, foi determinado um valor do número N para cada via.

2.6.2. CBR de Projeto para remendo profundo

Adotou-se como CBR de projeto, o valor de 8%.

2.6.3. Concepção do pavimento para remendo profundo

A concepção do pavimento levou em consideração as características dos solos e clima da região, o volume e as cargas do tráfego para o período de projeto definido, disponibilidade de materiais, com as respectivas distâncias de transporte e a geometria do projeto.

A escolha do pavimento em CBUQ se deve pelo know-how das empresas da região, a fácil manutenção do pavimento e a velocidade na execução.

A estrutura adotada é descrita a seguir:

- Revestimento betuminoso, com capa de rolamento de concreto asfáltico. A camada de rolamento deverá ser constituída de CBUQ Faixa C com CAP 50/70.
- Imprimação, com emulsão asfáltica EAI, formulada a base de agentes tensoativos especiais, com taxa de aplicação de 1,3l/m², utilizada com o objetivo reduzir os impactos ambientais de compostos orgânicos voláteis (VOCs) dos solventes de petróleo, quando emanados à atmosfera, bem como melhorar as condições de segurança ao manuseio do produto durante a execução dos serviços de imprimação asfáltica.

- Camada de base, de brita graduada, devido ao fato de ser esta constituída de material de elaboração e aplicação totalmente mecanizada, tendo a execução de suas etapas, meios racionais de controle de execução devidamente fixados em normas, sem qualquer caráter subjetivo.
- Camada de sub-base, constituída de macadame seco, por este material propiciar notável enrijecimento do pavimento como um todo, e por apresentar excelente permeabilidade, constituindo um componente básico para o sistema de drenagem da estrutura do pavimento.

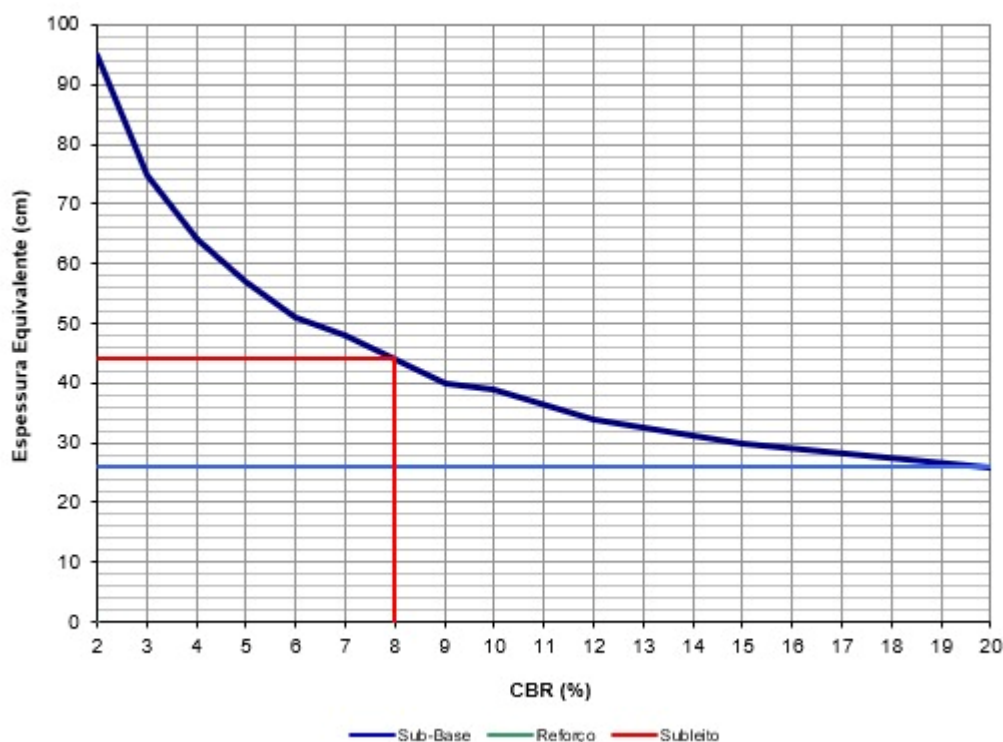
2.6.4. Dimensionamento do Pavimento para remendo profundo

Para o dimensionamento da estrutura da via, foram adotados como coeficientes de equivalência estrutural (k), os seguintes valores:

CAMADA	MATERIAL	K
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	2
Base	Brita graduada (BGS)	1
Sub-base	Macadame Seco	1

Desta forma, a espessura total do pavimento em função do número “N” e do ISCp do subleito é o seguinte:

Empreendimento	Nº “N”	ISCp (%)	H _{eq} (cm)
Rua Daltro Filho	5 x 10 ⁵	8,00	44,00



Depois de efetuados os cálculos que levaram a determinação das espessuras das camadas da estrutura do pavimento, é apresentado abaixo, o resultado do dimensionamento.

RUA	Camada de revestimento (cm)	Camada de base de brita graduada (cm)	Camada de macadame seco (cm)
Rua Daltro Filho	4,00 cm	15,00 cm	18,00 cm

Cabe salientar que as camadas projetadas obedecem às espessuras mínimas solicitadas pelo DNIT conforme o tráfego local.

Após as soluções das patologias serem aplicadas, toda a pista de rolamento da estrada receberá uma nova camada de 4 cm de CBUQ.

Para o fornecimento dos materiais pétreos e o CBUQ, utilizou-se a britagem mais próxima à obra, situada na linha São Jacó, distando 14,00 Km do local da obra.

2.7. Projeto de Drenagem

Está projetado para o local uma rede em cada lado da via, de DN400. Ela será implantada no corpo da via, visto a existência de adutoras de água nas calçadas.

2.8. Projeto de Sinalização Viária

O Projeto de Sinalização Viária estabelece os dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir sobre perigos potenciais ao usuário – por meio de informações úteis e/ou necessárias ao seu deslocamento seguro e eficiente – atendendo às exigências normativas de circulação e de operação da via.

A sinalização proposta obedece a princípios tais como assegurar a visibilidade e a legibilidade diurnas e noturnas de seus próprios dispositivos, proporcionar compreensão rápida do significado das indicações, das informações, das advertências e dos conselhos educativos. Além de proporcionar uma maior fluidez ao tráfego e sua eficiência.

O projeto de implantação foi baseado no levantamento de campo, estudo de tráfego, projeto geométrico, classificação da via e padrão encontrado nas vias urbanas da cidade. A sinalização é comumente dividida entre vários tipos, para o presente projeto foram consideradas a sinalização vertical e horizontal.

2.8.1. Normativa

Para o dimensionamento e adequação do projeto foram consideradas as seguintes normas:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME I – Sinalização Vertical de Regulamentação – Resolução 2022 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME II – Sinalização Vertical de Advertência – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME IV – Sinalização Horizontal – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME VI – Dispositivos Auxiliares – Resolução 2022 (CONTRAN);

- ABNT NBR 14644 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos;
- NBR 5829 – Tintas, vernizes e derivados – Determinação da massa específica – Método de ensaio;
- NBR 5830 – Determinação da estabilidade acelerada de resinas e vernizes – Método de ensaio;
- NBR 5844 – Determinação qualitativa de breu em vernizes – Método de ensaio;
- NBR 6831 – Sinalização horizontal viária – Microesferas de vidro – Requisitos;
- NBR 7396 – Material para sinalização horizontal – Terminologia;
- NBR 15438 – Sinalização horizontal viária – Tintas – Método de ensaio.

2.8.2. Sinalização Vertical

A sinalização vertical abrange a aplicação de placas em pontos laterais à via, é composta por grupos de placas, cada uma classificada segundo sua função. O projeto terá como objetivos o conforto e a segurança do usuário da via, bem como a fluência do tráfego. Tais questões são alcançadas com a perfeita codificação e emprego das placas e dos materiais empregados na sua confecção.

As placas existentes de indicação de logradouro deverão ser mantidas, assim como placas de regulamentação de estacionamento.

2.8.3. Retrorrefletividade e Iluminação

Para o presente projeto, serão utilizadas placas retrorrefletivas conforme NBR 14644 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos. A película deve apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo.

Para as placas de regulamentação, deve ser utilizado para fundo película refletiva tipo I, para letras/tarjas/setas películas refletivas tipo IV, conforme detalhado no projeto. Para as placas de advertência, deve ser utilizado para fundo película refletiva tipo I, para letras/tarjas/setas películas refletivas tipo IV, conforme detalhado no projeto.

2.8.4. Sinalização Vertical de Regulamentação

As placas de regulamentação têm por finalidade informar sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via. Segundo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME I – Sinalização Vertical de Regulamentação – as placas de regulamentação deverão ter os seguintes formas e cores:

a. Forma e Cores

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, e as cores são vermelha, preta e branca. Constituem exceção, quanto à forma, os sinais R-1 – “Parada Obrigatória” e R-2 – “Dê a Preferência”.

Características dos sinais de regulamentação:

Forma		Cor	
		Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Letras	Preta

Figura 3 – Características dos sinais de regulamentação

Características do sinal R-1:

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca

Figura 4 – Características do sinal R-1

As cores deverão obedecer aos critérios abaixo, e ao padrão Munsell indicado:

Cor	Padrão Munsell (PM)	Utilização nos sinais de regulamentação
Vermelha	7,5 R 4/14	Fundo do sinal R-1; Orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
Preta	N 0,5	Símbolos e legendas dos sinais de regulamentação.
Branca	N 9,5	Fundo de sinais de regulamentação; letras do sinal R-1.

R - red -vermelho

N - neutral (cores absolutas)

Figura 5 – Padrão Munsell

b. Dimensões

As dimensões mínimas para cada tipo de via, conforme a forma da placa deve obedecer aos critérios a seguir:

Via	Diâmetro mínimo (m)	Tarja mínima (m)	Orla mínima (m)
Urbana	0,40	0,040	0,040
Rural (estrada)	0,50	0,050	0,050
Rural (rodovia)	0,75	0,075	0,075
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,30	0,030	0,030

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Figura 6 – Dimensões mínimas – sinais de forma circular

Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana (de trânsito rápido)	0,75	0,075	0,075
Urbana (demais vias)	0,50	0,050	0,050
Rural (estrada)	0,75	0,075	0,075
Rural (rodovia)	1,00	0,100	0,100

Figura 7 – Dimensões recomendadas – sinais de forma circular

Via	Lado mínimo (m)	Orla interna branca mínima (m)	Orla externa vermelha mínima (m)
Urbana	0,25	0,020	0,010
Rural (estrada)	0,35	0,028	0,014
Rural (rodovia)	0,40	0,032	0,016
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,18	0,015	0,008

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Figura 8 – Dimensões mínimas – sinais de forma octogonal – R-1

Via	Lado (m)	Orla interna branca (m)	Orla externa vermelha (m)
Urbana	0,35	0,028	0,014
Rural (estrada)	0,35	0,028	0,014
Rural (rodovia)	0,50	0,040	0,020

Figura 9 – Dimensões recomendadas – sinais de forma octogonal – R-1

A dimensão para este projeto irá respeitar o requisito das dimensões de 0,50m de diâmetro, e para a R-1 0,35m o lado.

2.8.5. Sinalização Vertical de Advertência

As placas de advertência têm a função de chamar a atenção dos condutores de veículos para a existência e natureza de perigo na via ou adjacências. Segundo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME II – Sinalização Vertical de Advertência – as placas de advertência deverão ter as seguintes formas e cores:

a. Forma e Cores

A forma padrão dos sinais de advertência é a quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, e as cores são: amarela e preta.

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Figura - 10 Características dos sinais de advertência

As cores deverão obedecer aos critérios abaixo, e ao padrão Munsell indicado:

Cor	Padrão Munsell	Utilização nos Sinais de Advertência
Amarela	10YR 7,5/14	fundo e orla externa dos sinais de advertência; foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Preta	N 0,5	símbolos, tarjas, orlas internas e legendas dos sinais de advertência.
Verde	10 G 3/8	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Vermelha	7,5 R 4/14	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.

PM – Padrão Munsell

Y – Yellow-amarelo

N – Neutral (cores absolutas)

R – Red-vermelho

G – Green-verde

Figura 11 – Padrão Munsell

a. Dimensões

As dimensões mínimas para cada tipo de via, conforme a forma da placa deve obedecer aos critérios a seguir:

Via	Lado mínimo (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
Urbana	0,450	0,009	0,018
Rural (estrada)	0,500	0,010	0,020
Rural (rodovia)	0,600	0,012	0,024
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,300	0,006	0,012

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Obs.: Nos casos de sinais de advertência desenhados em placa adicional, o lado mínimo pode ser de 0,30m.

Figura 12 – Dimensões mínimas – sinais de forma quadrada

A dimensão para este projeto irá respeitar o requisito das dimensões de 0,50m o lado.

2.8.6. Substratos (material da placa)

Os substratos utilizados serão chapas planas de aço zincadas Nº 16, em conformidade com ABNT NBR 11904 – Placas de aço zincado para sinalização viária. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140° C.

2.8.7. Suportes

Para os postes metálicos, perfil “C” 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 – Especificação.

2.8.7.1. Cava para Instalação de Suporte

2.8.7.1.1. Escavação Manual

Utilizando uma escavadeira manual, o solo deve ser escavado cuidadosamente até a profundidade mínima de 0,80 m com diâmetro de 0,40 m. Deve conceder atenção especial e qualquer possibilidade de interferências como tubulações de rede fornecimento de água, rede de

drenagem, rede de esgoto, rede energia elétrica e telefonia, devendo ser interrompido o serviço de escavação caso se encontre algum obstáculo e avisar a fiscalização caso não seja seguido este procedimento, quaisquer danos serão de responsabilidade da contratada, sem ônus para a contratante.

2.8.7.1.2. Apiloamento de fundo

O fundo da cava deve ser nivelado e compactado com maço manual, formando uma superfície uniforme para receber a camada de brita.

2.8.7.1.3. Lançamento de lastro de brita

Deve-se preencher o fundo da cava com uma camada de brita de 5 cm de espessura e apiloada para formar um lastro firme para receber o concreto.

2.8.7.1.4. Concretagem

Previamente à concretagem, a coluna deverá ser posicionada no centro da cava e sobre a brita devidamente escorada e aprumada.

O posicionamento dos orifícios superiores deve estar alinhado adequadamente para a posterior inserção e fixação do suporte de fixação do suporte da fixação da placa. Para a fixação do suporte no solo é recomendado o uso de concreto $f_{ck} = 15 \text{ Mpa}$, traço 1:3:4. O concreto deverá ser lançado até 0,40 m abaixo do piso acabado, quando for solo natural, e 0,50m quando for calçada cimentada. No caso da calçada, o acabamento restante deverá ser com concreto alisado.

A coluna deverá permanecer escorada por no mínimo 3 dias com tempo bom.

2.8.8. Posicionamento na Via

A regra geral de posicionamento das placas de sinalização, consiste em colocá-las no lado direito da via no sentido do fluxo de tráfego que devem regulamentar.

As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Esta inclinação tem por objetivos assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa.

As placas devem ser implantadas de 2 até 2,50 metros de altura, a contar da borda inferior da placa à superfície da pista de rolamento.

As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos.

2.8.9. Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é executada sobre a superfície do pavimento, constitui-se na pintura de linhas, setas, símbolos e legendas. Exercendo a função no controle do trânsito de veículos, regulamentando, orientando e canalizando a circulação de forma a se obter maior segurança aos usuários da via. As marcas devem ser visíveis sob qualquer grau de luminosidade, quanto à durabilidade, a tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões para uma duração de dois a três anos.

As marcações e linhas estão descritas e apontadas nas pranchas do Projeto de Sinalização Viária, e citadas abaixo conforme orientação da projetista:

- **LFO-1 – Linha Simples Contínua**, divide fluxos opostos de circulação, ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro – cor amarela – largura de 10cm – contínua;
- **LFO-2 – Linha Simples Seccionada**, divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos – cor amarela – largura de 10cm – seccionada 1x2m;

- **LRE – Linha de Retenção**, indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo – cor branca – largura de 30cm – contínua;
- **FTP – Faixa de Travessia de Pedestre**, delimita a área destinada à travessia de pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em relação aos veículos, nos casos previstos pelo CTB – cor branca – largura de 30cm – afastamento entre as faixas de 30cm – comprimento da faixa de 3m – contínua;
- **MER – Marca delimitadora de estacionamento regulamentado**, delimita o trecho de pista no qual é permitido o estacionamento estabelecido pelas normas gerais de circulação e conduta ou pelo sinal R-6b – “Estacionamento regulamentado” – cor branca – largura de 10cm – contínua;
- **PEM – Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos**, indica em que faixa de trânsito o veículo deve se posicionar, para efetuar o movimento desejado, de forma adequada e sem conflitos com o movimento dos demais veículos – cor branca – dimensões conforme detalhamentos em prancha de projeto;
- **Legenda “PARE”**, deve ser utilizada como reforço ao sinal de regulamentação R-1 – “Parada obrigatória”, deve ser posicionada, no mínimo, a 1,60 m antes da linha de retenção, centralizada na faixa de circulação em que está inscrita – cor branca – comprimento de 2,40m;
- **Prisma da travessia elevada**, é um elemento de segurança usado nas rampas de travessias elevadas para aumentar a visibilidade noturna, sua superfície refletiva melhora a percepção da faixa de

pedestres sob iluminação de faróis, indicando o fluxo da rampa – cor branca – dimensões conforme detalhamento em prancha,

- **Legenda “km/h 30”**, legenda de velocidade regulamentada “Km/h 30 – indica a velocidade regulamentada – cor branca – comprimento de 2,40m.

2.8.10. Cores das Linhas

a. Branca

A pintura branca deverá ser utilizada nas linhas que delimitam a pista de rolamento e para regulamentar movimentos sobre a pista – mediante símbolos, legendas e outros.

b. Amarela

A pintura amarela deverá ser utilizada no eixo da via, proibindo ou permitindo a ultrapassagem com linhas contínuas ou seccionadas, regularizando os fluxos de sentidos opostos e na marca de proibido estacionamento.

2.8.11. Tintas para Pavimento

A presente descrição tem por objetivo fixar as características técnicas e condições para execução de sinalização horizontal nos locais indicados no Projeto de Sinalização.

Para a demarcação do pavimento deve ser usada tinta à base de Resina Acrílica, aplicada por spray ou por meio de maquinário apropriado, na sua aplicação recomenda-se o uso de microesferas de vidro. A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições:

- Temperatura ambiente entre 5° a 40°C;
- Umidade relativa do ar até 90%;
- Suportar temperatura de até 80°C.

A tinta deve apresentar característica antiderrapante e sua secagem deve ser em um período máximo de 30 minutos após a aplicação. A espessura da tinta após a aplicação, quando úmida, deverá ser de no mínimo 6mm, e sua espessura após a secagem deverá ser de no mínimo 3mm, quando medida sem adição de microesferas tipo Drop-on.

2.8.12. Cores das Tintas

A seguir os requisitos qualitativos que devem ser levados em conta em relação às tintas branca e amarela, cor (Munsell):

- Tinta branca: N 9,5 com tolerância N 9,0;

- Tinta amarela: 10 YR 7,5/14 com tolerância 10 YR 6,5/14 e YR 7,5/14

Ainda, a tinta deve apresentar outros requisitos como:

- Flexibilidade (ABNT MB 3372) – Inalterada – não deve apresentar fissuras ou deslocamentos;
- Sangramento (ABNT MB 3373) – Ausência – não deve apresentar alteração da cor;
- Resistência à água (ABNT MB 3374) – Inalterada – não deve apresentar amolecimento, empolamento ou outra evidência de deterioração;
- Resistência ao calor (ABNT MB 3375) – Inalterada – não deve apresentar alteração da cor, empolamento ou outra evidência de deterioração;
- Ensaio de intemperismo – 400h (ABNT-MB 3376)
 - o Cor – Leve alteração, tolera-se um leve amarelecimento ou leve escurecimento;
 - o Integridade – Inalterada, não deve apresentar bolhas, fissuras, pulveruência ou qualquer outra evidência de alteração da integridade da película.
- Identificação do Veículo – Não volátil (espectômetro infravermelho) – o espectograma de absorção de radiações infravermelhas deve apresentar bandas características predominantes de resinas acrílicas e estireno;

- Breu e derivados - (NBR - 5844) - Ausência - determinação qualitativa de breu em vernizes.

2.8.13. Microesferas de Vidro

As microesferas de vidro deverão obedecer às condições estabelecidas na norma NBR 6831 da ABNT, as utilizadas na sinalização com tinta acrílica são do tipo "Drop-on" e do tipo "Premix". As microesferas de vidro deverão ser incorporadas às tintas em duas fases, através de adição antes de sua aplicação Tipo Premix na proporção de 200 g/l de tinta, e posteriormente através de aspersão tipo Drop-on, simultaneamente a aplicação da tinta, na proporção de 350 g/m². A distribuição de microesferas de vidro deverá ser uniforme, não sendo admissível o seu acúmulo em determinadas áreas pintadas.

2.8.14. Aplicação e Manutenção

De acordo com os manuais do CONTRAN:

- Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida;

- A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento,
- Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida.

2.8.15. Sinalização Auxiliar – por Condução Ótica

A sinalização por condução ótica compreende o uso de dispositivos auxiliares, os quais são empregados com a finalidade de condução ótica fluente, melhorando as condições de percepção visual do traçado geométrico e suas demarcações, especialmente no período noturno.

Proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, realçando a marca longitudinal e /ou marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito.

No projeto foi empregado o uso de tachas na ciclovia, sua cor e cadência estão indicadas na planta da Sinalização Viária, e na tabela como abaixo:

- **Tacha,** proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, realçando a marca longitudinal e /ou

marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito:

- Branca: cadência de 1x1m aplicada na LMS-1 – monodirecional,
- Amarela: cadência de 1x1m aplicada na LFO-1 – bidirecional.

A tacha deve apresentar um coeficiente de intensidade luminosa (R_i) mínimo inicial em função do Volume Diário Médio – VDM da via e da cor do retrorrefletivo, conforme a tabela abaixo:

Ângulo de observação (graus)	Ângulo de observação (graus)	Ri para VDM ≤ 6.000 veículos (mcd/lux)		
		Branco	Amarelo	Vermelho
0,2	0	280	167	70
0,2	+ e -20	112	67	28

Figura 13 – Coeficiente de luminosidade

a. Requisitos

Os materiais, refletância e outros requisitos devem atender à norma ABNT NBR 14636, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 – Requisitos das tachas

Tacha				
Tipo de lente	I	II	III	IV
Material do corpo	A, B ou C			
Material da lente	Polimérico	Polimérico com revestimento antiabrasivo ou polímero composto antiabrasivo	Polimérico com revestimento antiabrasivo (face vítrea)	Esferas de vidro espelhado
Dimensional	Altura da parte exposta: mínima de 1,7 cm e máxima de 2,2 cm (desconsiderar as protuberâncias de apoio inferiores, caso presentes); Largura (maior dimensão paralela à face que contém a lente retrorrefletiva): mínima de 9,6 cm e máxima de 13,0 cm; Comprimento: mínimo de 7,4 cm e máximo de 11,0 cm.			
Pino	Opcional. Caso presente, seguir o descrito em 5.2.2			
Refletância inicial	Tabelas 4 e 5			
Cor	Atender ao estabelecido em 5.4			
Refletância após 20 L de abrasivo	Manter pelo menos 80 % da refletância das Tabelas 4 e 5			
Resistência ao impacto e penetração de água	A lente retrorrefletiva não pode apresentar trincas, quebras ou delaminação que permitam penetração de água de modo que a retrorrefletividade seja inferior à estabelecida em 5.3, quando ensaiada conforme 6.4			
Identificação	Todas as tachas devem apresentar o nome do fabricante em seu corpo, em relevo e em local visível após a sua aplicação			

Figura 14 – Requisitos

b. Materiais

Levando em consideração os requisitos e estudo de tráfego realizado, optou-se por tachas de material metálico (tipo C) onde a tacha suporta carga de 40.000 kgf, refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material não vítreo) (tipo II), as cores serão empregadas conforme a aplicação nas linhas e marcações viárias, sendo branca em mesmo sentido e amarela em sentido oposto.

c. Fixação

A fixação das tachas se dará por meio químico, onde deve ser efetuada conforme recomendações do fabricante, respeitando as limitações de temperatura determinantes de alterações do pavimento. A cola aplicável deve ser a recomendada pelo fabricante, respeitando-se as limitações de temperatura determinantes de alterações do pavimento asfáltico. A cola utilizada para fixação deve oferecer perfeita aderência da tacha ao pavimento asfáltico, devendo ter um tempo de secagem que permita a liberação do tráfego em, no máximo, trinta minutos.

3. Plano de Execução

3.1. Especificação de Execução – Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem compreendem a conformação física do leito natural da via, conforme projeto. Fazem parte deste serviço basicamente cortes e aterros.

3.1.1. Cortes

O serviço de escavação, é simplesmente o corte do terreno natural da via. As operações de corte compreendem a escavação propriamente

dita, a carga, o transporte, a descarga e o espalhamento do material no destino final (aterro, bota-fora ou depósito).

Quanto aos materiais ocorrentes nos cortes são classificados:

Materiais de 1ª categoria: compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, e rochas em adiantado estado de decomposição, com fragmentos de diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. Compreendem ainda as pedras soltas, rochas fraturadas em blocos maciços de volume inferior a 0,5 m³, rochas de resistência inferior à do granito (rochas brandas). A escavação destes materiais envolve o emprego de equipamentos convencionais de terraplenagem;

Materiais de 2ª categoria: compreendem os materiais cuja extração exija o uso combinado de escarificador pesado e explosivos, incluindo-se os blocos maciços de volume inferior a 2 m³;

Materiais de 3ª categoria: compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico igual ou superior a do granito são e blocos de rocha com diâmetro superior a 1m, ou de volume igual ou superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos. A execução dos cortes é feita mediante a utilização racional de equipamentos ou processos adequados, compatíveis com a dificuldade extrativa e as distâncias de transporte, que possibilitem a obtenção da produtividade requerida. Podem ser utilizados os equipamentos a seguir descritos.

Materiais de 1ª categoria:

- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- caminhões basculantes;
- motoniveladoras. Materiais de 2ª categoria:

- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- caminhões basculantes;
- montoniveladoras;
- compressores de ar;
- martelotes pneumáticos. Materiais de 3ª categoria:
- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- perfuratrizes sobre esteiras,
- caminhões basculantes para rocha.

O acabamento da plataforma de corte, onde couber, deve ser procedido mecanicamente, pela ação da motoniveladora, de forma que seja alcançada a conformação da seção transversal de projeto. Não é permitida a presença de blocos de rocha nos taludes, que possam colocar em risco a segurança dos usuários da rodovia.

Desde o início das obras e até o seu recebimento definitivo, as escavações executadas ou em execução devem ser protegidas contra a ação erosiva das águas e mantidas em condições que assegurem drenagem eficiente.

Serviço posterior a carga, manobra e descarga de solo. Trata do transporte do solo excedente do terreno natural, até local indicado pela prefeitura para descarte.

3.1.2. Aterros

Aterros são segmentos, cuja implantação requer o depósito de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos, jazidas, para obtenção da cota desejada.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal e, em extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto na Norma DNER-ES 282/97.

Os materiais para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de materiais que tenham baixa capacidade de suporte ($ISC < 2\%$) e expansão maior do que 4%. Para efeito de execução da camada final dos aterros, não será permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.

Para efeito de compactação, a camada final é dividida em três camadas individuais de 20 cm cada.

O grau de compactação mínimo, em cada uma das camadas de 20 cm, obtido através do ensaio DNER-ME 092/94, é de 100% em relação à

massa específica aparente máxima seca obtida em laboratório pelo ensaio DNIT 164- ME, considerando a energia normal ou a energia intermediária. De qualquer forma, deve ser adotada a maior energia passível de aceitação pelo material empregado, perante as condições dos equipamentos utilizados

O teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ para as duas primeiras camadas, e $\pm 2\%$ para a camada superficial, em relação à umidade ótima do ensaio DNER-ME 129/94. De qualquer forma, deve ser assegurado que o valor obtido para o ISC seja igual ou superior ao previsto no projeto.

Para efeito de compactação, o corpo do aterro deverá ter grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente máxima seca do ensaio DNIT 165-ME (energia normal), cuja espessura máxima por camada compactada deve ser igual a 30 cm.

O teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ em relação à umidade ótima do ensaio DNIT 164-ME.

Tanto para camada de corpo de aterro quanto camada final, as camadas que não atingirem as condições exigidas para a compactação devem ser escarificadas, homogeneizadas, levadas às condições desejadas de umidade e novamente compactadas, até que seja atingida a massa específica aparente seca exigida.

A execução dos aterros deve prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidas as condições locais e a

produtividade exigida. Podem ser empregados os seguintes equipamentos:

- motoniveladora;
- trator agrícola;
- grade de discos;
- caminhão irrigador,
- rolos compactadores autopropelidos (lisos, de pneus ou pés de carneiro).

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos materiais e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis podendo, a critério do executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

Para a camada final, devem ser realizados os seguintes ensaios:

Um ensaio de compactação, segundo o método de ensaio DNIT 164-ME para cada 200 m³ de material e no mínimo três ensaios por pano de 600 m;

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia segundo o método de ensaio DNIT 172-ME, para cada 1.000 m³;

Uma determinação de umidade pelo método expedito da “frigideira” e uma determinação da massa específica aparente seca “in situ” pelo método DNER/ME 092, para cada 150 m³ de camada final, alternadamente no eixo e bordo. Para aterros com extensão inferior a 100 m são executados, pelo menos, duas determinações

Um ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082), para cada 1.000 m³.

3.2. Especificação de Execução – Pavimentação

A pavimentação compreende a execução de camadas sobre o sub-leito acabado da via, até a camada final de rolamento.

3.2.1. Regularização do subleito

Quando os trabalhos de pavimentação são executados logo após a terraplanagem, a regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois, no final da terraplanagem, já devem ter sido tomados todos os cuidados necessários ao bom acabamento da superfície e à compactação do subleito.

O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- motoniveladora pesada, equipada com escarificador;
- caminhão-tanque irrigador;
- trator agrícola;
- grade de discos;
- rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas,
- caminhões-basculantes.

Inicialmente o preparo da superfície é procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando-se as cotas da superfície existente (camada final de terraplenagem) com as cotas previstas no projeto.

O levantamento topográfico efetuado serve de orientação à atuação da motoniveladora, a qual, através de operações de corte e aterro, conforme a superfície existente, adequando-a ao projeto;

Segue-se a escarificação geral da superfície, até profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto;

Caso seja necessária a importação de materiais, estes são lançados preferencialmente após a escarificação, complementando-se em seguida a conformação da plataforma;

Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos, são removidos;

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito da compactação, deve estar situado no intervalo que garanta um ISC no mínimo igual ao ISC de projeto, adotado para o subleito;

Caso o teor de umidade apresenta-se abaixo do limite mínimo especificado, procede-se ao umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade de campo excede ao limite superior especificado, o material é aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora.

Concluída a correção da umidade, a camada é conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;

O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e as condições de densificação pretendidas para a regularização do subleito;

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;

O grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação adotado como referência (energia normal ou intermediária do método DNER-ME 129/94);

O acabamento é executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus. A motoniveladora atua exclusivamente em operação de corte, sendo vedada a correção de depressões por adição de material;

As pequenas depressões e saliências resultantes da atuação de rolo pé-de-carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto sob a forma de lamelas;

Para controle de qualidade desta etapa, se faz necessário:

- Para cada 750 m² de pista:
 - 01 Determinação de massa específica aparente seca “in situ” à profundidade de 0,20 m
 - 01 Determinação de teor de umidade, pelo “método expedito da frigideira”, imediatamente antes do início da compactação
- Para cada 4.500 m² de pista:
 - 01 Conjunto de ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria)
 - 01 Ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas na pista
- Para cada 9.000 m² de pista:
 - 01 Ensaio de índice de suporte Califórnia com a energia de compactação adotada como referência para o trecho

Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- Variação de cota máxima de $\pm 0,03$ m para o eixo e bordos;
- Variação máxima de largura de $+ 0,30$ m para a plataforma, não sendo admitida variação negativa;
- abaulamento transversal situado na faixa de $\pm 0,5\%$, em relação ao definido em projeto para a regularização do subleito, não se admitindo situações que permitam o acúmulo de água;

3.2.2. Camada de sub-base – Macadame seco

É a camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilidade é obtida pela ação mecânica enérgica de compactação.

Camada de bloqueio ou isolamento é a porção inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de $0,03$ m após compactação, aplicada nos casos que o macadame seco é assentado diretamente sobre solos com mais de 35% passando na peneira nº 200.

Na seleção do diâmetro máximo, da espessura individual por camada e na execução da camada, não é permitido:

- diâmetro máximo do agregado graúdo superior a 5”;

- diâmetro máximo do agregado da camada de bloqueio superior a 1”;
- diâmetro máximo do agregado do material de enchimento superior a 1”;
- espessura da camada individual acabada inferior a 0,12 m e superior a 0,20 m,
- utilização de finos sobre o agregado graúdo visando complementação de espessura para obtenção da espessura de projeto da camada de macadame seco acabada.

O agregado graúdo, constituído por pedra britada resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã ou, em casos especiais, oriundos de materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteiras ou por simples detonações (basaltos vítreos), deve apresentar fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

Quando submetidos à avaliação de durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94) deve apresentar perda igual ou inferior a 15%.

A percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 45%.

Deve ser dada preferência para utilização de agregado graúdo de um só tamanho, admitindo-se no máximo o emprego de agregado graúdo separado na peneira

classificadora vibratória de 2" (material passante na peneira de ϕ máximo e retido na peneira de 2").

O diâmetro máximo do agregado graúdo deve estar compreendido entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ da espessura final de cada camada executada, não devendo ser superior a 5" (127 mm) e nem inferior a 3" (88,9 mm).

O equipamento básico para execução do macadame seco compreende:

- trator de esteira;
- caminhão-tanque irrigador;
- caminhões basculantes;
- distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;
- rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;

A superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

A superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se sem leiras ou quaisquer obstáculos que possam provocar o confinamento lateral da camada de macadame seco.

A camada de bloqueio é executada na largura da plataforma de projeto, com espessura máxima de 0,03 m, após compressão.

Após a operação de carregamento, o transporte do material britado da fonte produtora (central de britagem) até o canteiro da obra é feito por caminhões basculantes com capacidade mínima de 9 m³, devidamente coberto e enlonados no caso do transporte por vias públicas em operação.

O espalhamento do material de bloqueio é executado com motoniveladora.

A acomodação da camada por compressão é feita com utilização de rolo estático liso, em uma ou no máximo duas passadas.

Após o espalhamento do agregado graúdo, podem ser necessárias as seguintes correções:

- remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade,
- correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos e outros instrumentos. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

Efetuada as correções necessárias e previamente ao lançamento do material de enchimento, pode ser obtida uma melhor acomodação do

agregado graúdo através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, é espalhado com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo.

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

A compactação enérgica da camada é realizada com rolo liso vibratório.

Nos trechos em tangente, a compactação deve sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo.

Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida.

Logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deve ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:

- deficiência de finos – processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, podendo ser empregado apenas agregado miúdo (pedrisco + pó) para possibilitar melhor e mais compatível travamento,

- excesso de finos – processa-se a sua necessária remoção através de meio manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

3.2.3. Base de Brita Graduada

É a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

A percentagem de material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira no 40.

Para camadas de base, a percentagem passante na peneira no 40 não deve ser inferior a 12%.

A diferença entre as porcentagens passantes nas peneiras no 4 e no 40 deve estar compreendida entre 20 e 30%.

O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNIT 172 ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:

- Caminhões basculantes;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Motoniveladora pesada;
- Vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável,
- Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.

Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pelo contratante, é realizada com vibroacabadora, distribuidor de agregados ou motoniveladora, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17 m, no máximo.

Quanto à compressão, a energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é, no mínimo, a modificada.

A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação. De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de - 2%, a + 1% em relação à umidade ótima.

A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo

externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.

Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164 ME, executado com a energia adotada (modificada ou superior).

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

Sobre o controle de qualidade, no início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira:

- Abrasão Los Angeles;
- Durabilidade com sulfato de sódio (graúdo e miúdo);
- Lamerallidade;

Quanto ao material misturado, para cada 400 m³ de mistura produzida:

- Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira;

- Granulometria por via lavada;

- Equivalente de areia;

Para cada 150 m³ de mistura aplicada na pista:

- 01 Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação;

- 01 Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira;

Para cada 8.000 m³ de mistura aplicada na pista:

- 01 Determinação do índice de suporte Califórnia

3.2.4. Imprimação e Pintura de Ligação

Imprimação: é a pintura asfáltica executada sobre a superfície de uma camada de base para promover certa coesão à superfície da camada pela penetração do ligante asfáltico aplicado, impermeabilizar e conferir condições adequadas de ligação entre a camada de base e a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base de pavimentos flexíveis e, em casos especiais indicados em projeto, em camadas de sub-base.

Pintura de ligação: é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e rejuvenescimento superficial com lama asfáltica, micro revestimento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente.

Para imprimação, pode ser aplicado emulsão tipo EAI.

A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente variando-se a taxa de aplicação de 0,8 l/m² a 1,7 l/m² e, após 24 horas, observando-se a que produziu maior eficiência em termos de penetração e formou uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências.

Para pintura de ligação, Emulsão asfáltica de ruptura rápida (RR-1C, RR-2C ou RR1C-E, RR2C-E).

A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando-se a taxa de aplicação de 0,5 l/m² a 0,8 l/m² de emulsão asfáltica, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m² a 0,2 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m².

Deve ser observado, após o tempo de cura requerido, normalmente de 4 a 6 horas, qual o teor total de emulsão e água que não provocou escorrimento do ligante para os bordos e formou uma película superficial consistente, sem excessos ou deficiências.

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pela contratante.

- vassoura mecânica rotativa;
- compressor de ar;
- caminhão-pipa.
- tanque para armazenamento do ligante asfáltico;
- tanque de depósito para água.
- distribuidor de material asfáltico (caminhão espargidor de asfalto) equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capaz de promover a aplicação uniforme do ligante, devendo possuir:
 - barra de distribuição do tipo “circulação plena”, que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento,
 - tacômetro, termômetros e espargidor manual, sendo este aplicável ao tratamento de pequenas áreas e correções localizadas.

3.2.5. Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ)

É uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminado o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário o emprego de jato de ar comprimido.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solos coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser levemente umedecida.

Nas demais superfícies a serem pintadas é permitido o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade correspondente.

Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica" é a camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatível com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pela contratante.

- Usina para misturas asfálticas;
- Caminhão para transporte da mistura;
- Equipamento para distribuição – Vibroacabadora;

- Rolos compactadores do tipo liso vibratório,
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável.

A superfície que receberá a camada de concreto asfáltico deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e ter adequadas condições de aderência para execução do concreto asfáltico e, se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre essas pode ser dispensada se a execução da segunda camada for feita logo após à execução da primeira.

O concreto asfáltico deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante.

A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos.

Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.

A temperatura de aquecimento dos agregados deve ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere os 177°C.

A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, a primeira carga na frente, a segunda na traseira e por último no meio.

A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.

A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, para proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

No emprego de concreto asfáltico como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento se destina exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato pela adição manual de massa e espalhamento efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto, essa alternativa deve ser minimizada pois o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a sua distribuição. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, essa temperatura é fixada experimentalmente em cada caso.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do ponto mais alto;

- Em cada passada o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

Quanto ao controle de qualidade, dividem-se em:

No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:

- 01 Ensaio de desgaste Los Angeles
- 01 Ensaio de lamelaridade;
- 01 Ensaio de durabilidade graúdo e miúdo;
- 01 Ensaio de danos por umidade induzida;

Para cada 500 t de mistura produzida:

- 01 Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo;
- 01 Ensaio de granulometria do agregado de cada silo;

Para cada 3000 t de mistura produzida:

- 01 Ensaio de granulometria do "filler"

Para cada 200 t de mistura produzida:

- 02 Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da entrada do misturador e da mistura na saída do misturador;

Espalhamento e compactação:

- 02 Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação;

Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:

- 01 Extração do ligante da mistura
- 01 Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante

Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:

- 01 Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)

3.3. Especificação de Execução - Drenagem

Para execução deste sistema, será utilizado retroescavadeira, ou equipamento de igual finalidade. A vala deverá ser escavada com o intuito de dar caimento ao seu fundo.

O reaterro da vala deverá ser executado em camadas de 20 cm, sendo compactadas por equipamento a percussão mecânica. No caso de existência de solos moles, esses deverão ser descartados em bota-fora e substituídos por argila de melhor qualidade, para evitar futuras patologias no pavimento. Os itens e os serviços compreendidos estão

quantificados conforme normativas do DNIT, compreendendo dentro de suas composições os serviços descritos nesta etapa do projeto.

3.4. Especificação de Execução – Sinalização

Esta etapa compreende a sinalização vertical e a sinalização horizontal do projeto.

3.4.1. Sinalização Vertical

As placas e defensas deverão ser instaladas em região limpa, com escavação vertical executada com cavadeira ou ferramenta similar. A placa deverá ser fixada de modo que não há movimentação no seu eixo.

3.4.2. Sinalização Horizontal

Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida;

A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;

Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida.

Teutônia/RS, agosto de 2025

Responsáveis Técnicos:

Documento assinado digitalmente
gov.br **SERGIO PATUSSI NETO**
Data: 15/09/2025 16:32:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Sergio Patussi Neto
Engenheiro Civil

CREA/RS 206.635

Documento assinado digitalmente
gov.br **BRUNNA MARCHIORI PATUSSI**
Data: 15/09/2025 16:17:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Brunna Marchiori Patussi
Arquiteta e Urbanista

CAU A148653-5

tran
spor
INFRAESTRUTURA