

VOLUME 01
RELATÓRIO DE PROJETO

Projeto de Pavimentação Asfáltica

Prefeitura Municipal de Tapejara – RS

Avenida Valdo Nunes, rua Luís Costa e Luís Sitta.

DADOS GERAIS DA OBRA:

Objeto: Projeto de pavimentação asfáltica na Avenida Valdo Nunes, Rua Luis Costa e Luis Sitta

Município: Tapejara / RS

Extensão: 980,47 m

Área total: 11.204,04 m²

Proprietário: Município de Tapejara – RS

1. APRESENTAÇÃO

A empresa Transpor Infraestrutura apresenta o VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO, referente a “Elaboração de Projeto Executivo de Infraestrutura Viária”, para implantação de pavimentação asfáltica em CBUQ e recape de pavimento existente na rua Valdo Nunes, implantação de infraestrutura na rua Luis Costa e recape de pavimento existente na rua Luis Sitta.

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

Etapa	Profissionais	
Responsável Técnico	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	
Estudos Topográficos	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Estudos De Traçado	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto Geométrico	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi

Projeto De Terraplenagem	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Drenagem E OAC	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Pavimentação	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Sinalização	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Obras Complementares	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Orçamento E Plano De Execução De Obra	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	

1.2. Mapa de Localização

Os trechos projetados possuem extensão aproximada de 1.052,83 metros, e o projeto engloba diferentes situações. Parte da via hoje possui pavimento em CBUQ, noutro há necessidade de implantação da estrutura do pavimento, existindo hoje apenas uma camada de cascalho. O projeto está dividido nas seguintes situações:

Rua	Situação
Avenida Valdo Nunes – Trecho com implantação de infraestrutura	Local com pavimentação primária - cascalho
Avenida Valdo Nunes – Trecho com fresagem e nova pavimentação	Trecho com pavimentação existente em PMF
Rua Luis Sitta – Trecho com reperfilagem e nova pavimentação	Trecho com pavimentação existente em paralelepípedo
Rua Luis Costa – Trecho com implantação de infraestrutura	Local com pavimentação primária - cascalho

O segmento objeto do presente projeto localiza-se em zona urbana, sob as coordenadas:



Figura 1 - Localização da área de projeto – Fonte Google Earth

Rua	Início	Fim
Avenida Valdo Nunes – Trecho com implantação de infraestrutura	Long - 52° 0'59.76"O	Long - 52° 0'56.52"O
	Lat - 28° 4'25.14"S	Lat - 28° 4'33.59"S
Avenida Valdo Nunes – Trecho com fresagem e nova pavimentação	Long - 52° 0'56.52"O	Long - 52° 1'0.81"O
	Lat - 28° 4'33.59"S	Lat - 28° 4'39.17"S
Avenida Valdo Nunes – Trecho com fresagem e nova pavimentação	Long - 52° 1'0.81"O	Long - 52° 1'0.36"O
	Lat - 28° 4'39.17"S	Lat - 28° 4'48.23"S
	Long - 52° 1'1.08"O	Long - 52° 1'7.10"O

Rua Luis Sitta – Trecho com implantação de infraestrutura	Lat - 28° 4'40.84"S	Lat - 28° 4'35.06"S
Rua Luis Costa – Trecho com fresagem e nova pavimentação	Long - 52° 0'59.19"O	Long - 52° 1'1.23"O
	Lat - 28° 4'37.18"S	Lat - 28° 4'35.23"S

2. ESTUDOS

2.1. ESTUDOS DO TRAÇADO

O traçado geométrico segue o alinhamento existente, com o objetivo de minimizar as movimentações de terra e 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, de modo a reduzir a necessidade de escavações e aterros significativos. 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, pois se trata de uma região com a urbanização já consolidada.

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;
- meio-fio;
- postes;
- galerias;
- acessos;
- árvores;
- muros;
- cercas;

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).

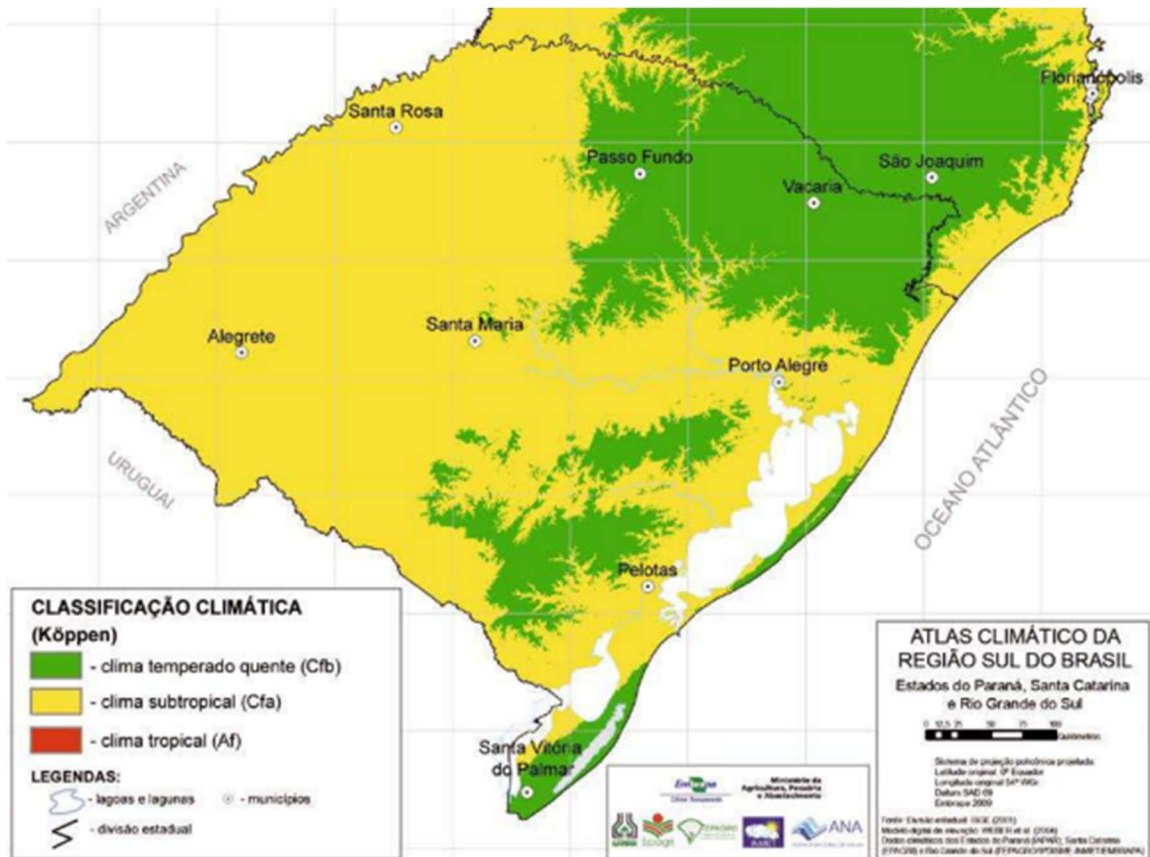


Figura 2 - Classificação Climática - Fonte: Atlas Climático Região Sul

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 Cfb.

Quanto a temperatura, observa-se o gráfico abaixo:

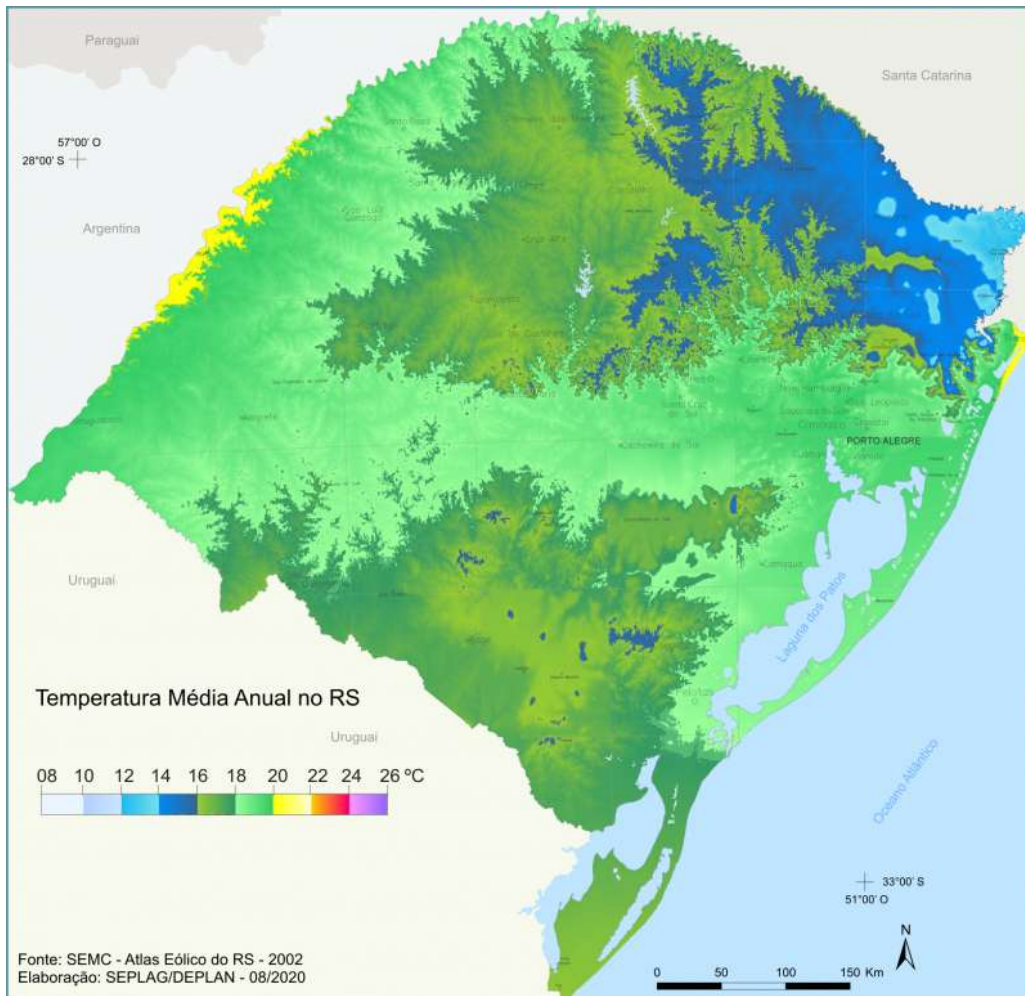


Figura 3 - Temperatura Média

2.3.2. Hidrografia

O município de Tapejara está inserido na Região Hidrográfica do Uruguai, pertencendo à Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê-Inhandava, 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.

Onde:

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.

$$i = \frac{939,25 \times T^{0,154}}{(t + 9,791)^{0,724}}$$

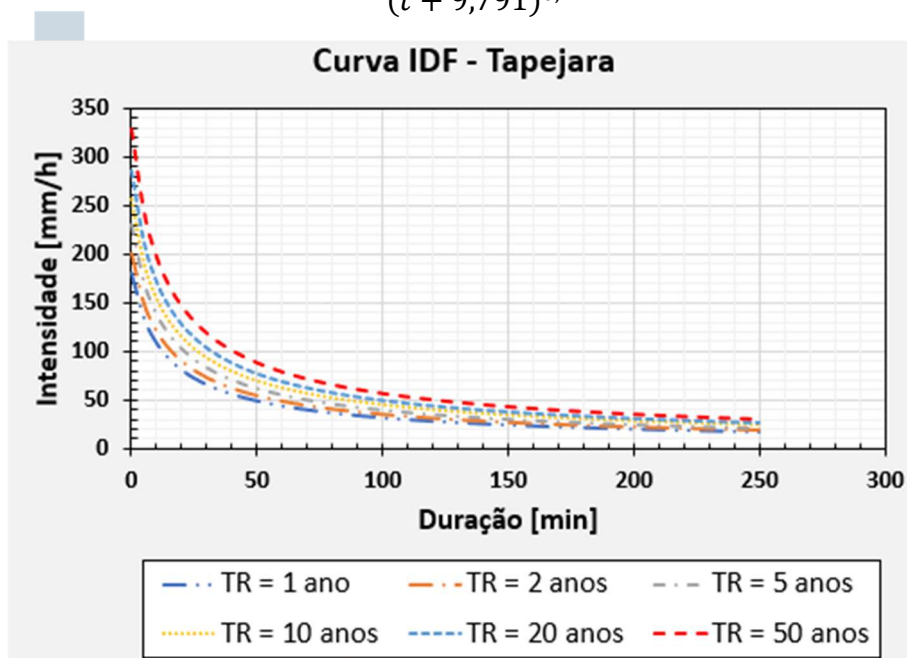


Figura 5 - Curvas intensidade-duração-frequência

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 anos para obras de drenagem superficial;
- 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.

t [min]	TR = 1 ano	TR = 2 anos	TR = 5 anos	TR = 10 anos	TR = 20 anos	TR = 50 anos
0	180	200	231	257	286	329
5	133	148	171	190	212	244
10	108	120	138	154	171	198
15	92	102	118	131	146	168
20	80	89	103	115	128	147
25	72	80	92	102	114	131
30	65	72	83	93	103	119
35	60	67	77	85	95	109
40	55	62	71	79	88	101
45	52	58	66	74	82	94
50	49	54	62	69	77	89
55	46	51	59	65	73	84
60	43	48	56	62	69	79
65	41	46	53	59	65	75
70	39	44	50	56	62	72
75	38	42	48	54	60	69
80	36	40	46	52	57	66
85	35	39	45	50	55	64
90	33	37	43	48	53	61
95	32	36	41	46	51	59
100	31	35	40	45	50	57
105	30	34	39	43	48	55
110	29	33	38	42	47	54
115	28	32	36	41	45	52
120	28	31	35	39	44	51
125	27	30	35	38	43	49
130	26	29	34	37	42	48
135	26	28	33	36	41	47

140	25	28	32	36	40	46
145	24	27	31	35	39	45
150	24	26	31	34	38	44
155	23	26	30	33	37	43
160	23	25	29	32	36	42
165	22	25	29	32	35	41
170	22	24	28	31	35	40
175	21	24	27	31	34	39
180	21	23	27	30	33	38
185	21	23	26	29	33	38
190	20	23	26	29	32	37
195	20	22	25	28	32	36
200	20	22	25	28	31	36
205	19	21	25	27	30	35
210	19	21	24	27	30	35
215	19	21	24	27	29	34
220	18	20	23	26	29	33
225	18	20	23	26	29	33
230	18	20	23	25	28	32
235	17	19	22	25	28	32
240	17	19	22	25	27	31
245	17	19	22	24	27	31
250	17	19	21	24	27	31

Tabela 1 - Tempo 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

Hoje nos locais em projeto, há diferentes tipos de tráfego. Então, optou-se por uma classificação de via para cada rua.

A classificação das vias mais utilizadas 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
Avenida Valdo Nunes - implantação de infraestrutura	Médio	10 anos	Veículo Leve – 401 a 1500 Caminhões – 21 a 100	5×10^5
Avenida Valdo Nunes – Trecho com fresagem e nova pavimentação	Médio	10 anos	Veículo Leve – 401 a 1500 Caminhões – 21 a 100	5×10^5
Rua Luis Sitta – Trecho com implantação de infraestrutura	Leve	10 anos	Veículo Leve – 100 a 400 Caminhões – 4 a 20	10^5
Rua Luis Costa – Trecho com reperfilagem e nova pavimentação	Médio	10 anos	Veículo Leve – 401 a 1500 Caminhões – 21 a 100	5×10^5

Tabela 2 - Classificação das vias

2.5. ESTUDO GEOTÉCNICO

Os Estudos Geotécnicos foram realizados tendo como finalidade a caracterização do subleito local, sendo executadas coletas seguindo as normativas do DAER.

2.5.1. Metodologia

Os estudos geotécnicos foram realizados a partir de coletas in loco do material existente no trecho em projeto. Foram realizados os seguintes ensaios para caracterização do material:

- Análise granulométrica de solos por peneiramento
- Determinação do Limite de Liquidez
- Determinação do limite de plasticidade
- Ensaio de compactação - Proctor
- Determinação do Índice de Suporte Califórnia

2.5.2. Resultados

Estas amostras foram trabalhadas em laboratório, e o CBR médio adotado a partir delas é de 10%. Cabe salientar que a expansão encontrada nas amostras está dentro dos limites estipulados tanto por DAER quanto por DNIT.

2.6. PROJETO GEOMÉTRICO

Como citado no estudo de traçado, o projeto geométrico tem como base a geometria existente.

Rua	Comprimento (m)	Área (m ²)	Largura Pista (m)	Inclinação (%)
Avenida Valdo Nunes – Trecho com implantação de infraestrutura	193,20	2.372,45	Variável	2
Avenida Valdo Nunes – Trecho com fresagem e nova pavimentação	463,70	5.049,96	10	2
Rua Luis Sitta – Trecho com reperfilagem e nova pavimentação	250,27	2.743,03	10	2
Rua Luis Costa – Trecho com implantação de infraestrutura	73,30	728,50	10	2

Tabela 3 - Informações geométricas

Conforme mencionado no início deste memorial, há dois tipos distintos de situação existente no local de projeto. Assim, são aplicadas duas soluções para cada grupo de trechos.

Tabela de Soluções	
Rua	Solução
Primeiro Trecho da Avenida Valdo Nunes e Rua Luis Costa, com pavimentação primária existente	Infraestrutura completa

Segundo trecho da Avenida Valdo Nunes e Rua Luis Sitta, com pavimentação existente	Remoção do pavimento existente com fresagem, remoção de patologias com remendo profundo, e execução de nova pavimentação, e no caso da Sitta, reperfilagem sobre pavimento em paralelepípedo e nova pavimentação
--	--

As espessuras das camadas serão abordadas no projeto de pavimentação.

2.7. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Baseado nos estudos topográficos e geotécnicos projetou-se a terraplenagem da via. A intenção principal do projeto foi melhorar a conformidade geométrica da via, com o mínimo de movimentação de solo possível. Na etapa da via, com fresa e capa, não haverá movimentação de solo na pista, apenas em locais pontuais das calçadas.

Na etapa onde será executado a infraestrutura completa da via, haverá remoção do material existente na via, conforme espessura das camadas a serem executadas. A intenção é que a via não ganhe um

acréscimo expressivo quanto à altura, deixando as casas existentes abaixo do nível da rua.

Para os taludes de cortes e aterros foram adotadas as seguintes proporcionalidades:

- Aterros em solo (1ª categoria): 1 (V): 1,50 (H)
- Cortes em solo (1ª categoria): 1 (V): 1,0 (H)

Não há previsão de substituição de solo.

2.8. 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.

2.8.1. Parâmetros de Tráfego

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

2.8.2. CBR de Projeto

Conforme determinado durante a análise geotécnica do material encontrado no local, o índice de suporte Califórnia adotado como de projeto é resultado de 10,0%.

2.8.3. Concepção do pavimento

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.

2.8.4. Dimensionamento do Pavimento

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:

Rua	CBUQ (cm)	BGS (cm)	Macadame (cm)
Avenida Valdo Nunes – Implantação	4,00	15,00	18,00
Avenida Valdo Nunes – Fresa/Capa	4,00	-	-
Rua Luis Sitta – Reperfilagem/Capa	3,00 + 3,00	-	-
Rua Luis Costa – Implantação	4,00	15,00	18,00

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

Para o fornecimento dos materiais pétreos e o CBUQ, utilizou-se a britagem mais próxima da obra, a 20 Km de distância, em Charrua.

2.9. PROJETO DE DRENAGEM

Há projeto de drenagem apenas na via onde será executado toda a infraestrutura da via. Conforme a área de contribuição, uma tubulação de DN400 é suficiente para a vazão local. A rede será conectada em caixa existente na rua Albino Spader.

2.10. PROJETO DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA

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.

2.10.1. 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 III – Sinalização Vertical de Indicação – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME IV – Sinalização Horizontal – 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.

2.10.2. 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 de indicação de logradouro deverão seguir o padrão municipal para confecção.

2.10.3. 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 I, 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 I, conforme detalhado no projeto.

2.10.4. 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	
 <p>OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO</p> <p>PROIBIÇÃO</p>	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 mínimas para via urbana de 0,40m de diâmetro e placa R-1 (PARE) com dimensão de 0,35m.

2.10.5. Substratos (material da placa)

Os substratos utilizados serão chapas planas de aço zincadas N° 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.

2.10.6. 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.

Algumas placas de advertência, regulamentação, assim como as de indicação (logradouro) serão instaladas em conjunto com outras placas. Sendo assim, não necessitam de suporte individual, como indicado nas plantas de projeto.

2.10.7. 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.

A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir.

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.

Na presença das defensas metálicas, o afastamento deve ser de 0,80m a contar do dispositivo.

2.10.8. 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 de Fluxo Oposto**, 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;
- **LRE – Linha de Retenção**, indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo motorizado e bicicleta – cor branca – largura de 30cm – contínua;
- **FTP – Faixa de Travessia de Pedestres**, 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 – contínua;
- **Legenda – PARE**, a legenda “PARE” deve ser utilizada como reforço ao sinal de regulamentação R-19 “Parada obrigatória” – cor branca – comprimento de 2,40m.

2.10.9. 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.

2.10.10. 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.

2.10.11. 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.

Para o preenchimento da ciclovia (cor vermelha), pode ser usada a tinta Metil metacrilato mono componente, também apresenta alta aderência ao pavimento, flexibilidade, ótima resistência a abrasão, aplicada com esferas de vidro proporciona excelente visibilidade diurna e noturna.

2.10.12. 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 aspensão 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.

2.10.13. 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.

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 $0,5 \text{ m}^3$, 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 m^3 ;

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 m^3 , 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;
- martelletes 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 auto propelidos (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 terraplanada, 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. 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 ser processadas 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);
- Lateralidade ;

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

3.2.3. 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 também, 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.

3.2.4. 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 botafora 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.

Responsáveis Técnicos:

Sergio Patussi Neto

Engenheiro Civil

CREA/RS 206.635

Brunna Marchiori Patussi

Arquiteta Urbanista

CAU A148653-5

transpor
INFRAESTRUTURA