



MEMORIAL DESCRITIVO

EXECUÇÃO DE TERRAPLENAGEM, DRENAGEM PLUVIAL, PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E SINALIZAÇÃO VIÁRIA CORREDOR FREY

1 INTRODUÇÃO

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade orientar a execução dos serviços de Terraplenagem, Drenagem Pluvial, Pavimentação Asfáltica e Sinalização Viária do trecho do Corredor Frey atualmente sem revestimento em seu pavimento, apresentando características de estrada rural.

2 ESTUDOS E REFERÊNCIAS PARA OS PROJETOS E OBRAS

2.1 Estudos Topográficos e Geotécnicos

A planialtimetria da estrada foi baseada em levantamento de campo com obtenção/cadastro das interferências e dos elementos relevantes, viabilizando os projetos como um todo e o licenciamento ambiental correspondente.

Os estudos geotécnicos foram contratados pelo Município, fornecendo as informações pertinentes ao projeto de pavimentação.

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento asfáltico foram tomados como referência 33 (trinta e três) pontos de sondagem ao longo do trecho da estrada (alternando-se os pontos de coleta entre bordos e eixo, conforme norma técnica), de modo a caracterizar o material constituinte do subleito.



2.2 Projeto Geométrico

O traçado consolidado da estrada foi mantido, considerando-se alguns ajustes geométricos para compatibilização aos projetos complementares e a alguns elementos confirmados no levantamento cadastral.

As curvas horizontais e verticais da estrada e respectivas concordâncias foram definidas com o auxílio de programa computacional.

2.3 Projeto de Terraplenagem

2.3.1 Perfil longitudinal

O perfil longitudinal da estrada foi definido para equilibrar os volumes de corte e aterro, de modo que a cota do projeto de terraplenagem corresponde à superfície pronta para receber a estrutura do novo pavimento.

2.3.2 Volumes de corte e de aterro

Os volumes necessários à implantação do projeto de terraplenagem foram determinados com base nas seções transversais de cada uma das estacas, obtidas com o auxílio de programa computacional, que também gerou o perfil longitudinal correspondente.

Está prevista execução e compactação de aterro com material local, oriundo das escavações na faixa central da pista primitiva (de aproximadamente 5,00 m de largura). Desta forma 55% do material escavado está previsto como aterro na terraplenagem, e nos 45% restantes foi especificado o Basalto Decomposto para completar o volume de aterros.

2.4 Projeto de Pavimentação Asfáltica

2.4.1 Materiais empregados

Para a estrutura do pavimento optou-se por materiais disponíveis na região, que são:

- a) Rachão Britado: proveniente de rocha sã, a ser empregado como reforço e sub-base (tamanho máximo do agregado 5", K=1).

- b) Brita Graduada Classe A: proveniente de rocha sã, empregada na base do pavimento (tamanho máximo do agregado 1 ½", K=1).

- c) Concreto Asfáltico ou Concreto Betuminoso Usinado a Quente: utilizado como revestimento asfáltico do pavimento (faixa B do Quadro I – DAER-ES-P 16/91, K=2). Deverá ser empregado o cimento asfáltico de petróleo (CAP) 50/70.

2.4.2 Parâmetros e dimensionamento das espessuras das camadas

Conforme o trânsito local e seu potencial após a pavimentação asfáltica, bem como as características do entorno, no Corredor Frey foi adotado como função predominante a Via Coletora Principal (tráfego meio pesado). Desta forma, o número equivalente de solicitações do eixo padrão (simples de roda dupla) de 8,2 ton, chamado N (variável utilizada no cálculo da espessura total do pavimento projetado) foi considerado 2×10^6 .

Foi adotado para o dimensionamento o “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis” do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, que supõe haver uma drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo esteja pelo menos 1,50 m abaixo do greide de regularização. No caso de ocorrência de materiais com CBR ou ISC inferior

a 2 %, é sempre preferível fazer a substituição na espessura de, pelo menos, 1,00 m, por material com CBR ou ISC superior a 2 %.

As espessuras máxima e mínima de compactação das camadas granulares são de 20 cm e 10 cm, respectivamente.

O Método de Dimensionamento utiliza a seguinte fórmula:

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Onde:

H_t = espessura estrutural final do pavimento em cm;

N = número de operações do eixo padrão de 8,2 t, estimado a partir das características do trânsito local;

CBR ou ISC = Índice de Suporte de Projeto, definido nos Estudos Geotécnicos.

As inequações para cálculo das diversas camadas do pavimento são:

$$R.K_R + B.K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n \quad (2)$$

$$R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S + h_n.K_{ref} \geq H_m \quad (3)$$

Onde:

R = espessura do revestimento (cm)

B = espessura da base (cm)

h_{20} = espessura da sub-base (cm)

h_n = espessura do reforço (cm)

H_{20} = espessura estrutural de $R + B$ (cm)

H_n = espessura estrutural de $R + B + h_{20}$ (cm)

H_m = espessura estrutural de $R + B + h_{20} + h_n$ (cm)

K_R , K_B e K_S = coeficientes estruturais de revestimento, base e sub-base, respectivamente.

2.4.2.1 Bordos e Áreas de Refúgio

Ao longo de uma faixa de largura 2,25 m nos dois bordos da estrada, bem como nas áreas de refúgio, foi considerado um ISC de 3,00 %, correspondente à média dos resultados obtidos para a capacidade de suporte verificada nas sondagens geotécnicas de amostras coletadas nos bordos da via (mediante tratamento estatístico).

A espessura do revestimento foi fixada em 5 cm e a da base em 16 cm. Aplicando-se neste caso temos:

$$H_t = 77,67 \times 2000000^{0,0482} \times 3,00^{-0,598}$$

$$H_t = 81,00 \text{ cm}$$

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

$$5.2 + 16.1 + h_{20}.1 + h_n.1 \geq 81,00 \text{ cm}$$

$$h_{20} + h_n \geq 81,00 - 10,00 - 16,00$$

$$h_{20} + h_n \geq 55,00 \text{ cm}$$

Segundo o Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), não se dispõe de dados seguros para o dimensionamento dos acostamentos, sendo que a sua espessura está, de antemão, condicionada à da pista de rolamento, podendo ser feitas reduções de espessura, praticamente, apenas na camada de revestimento. A solicitação de cargas é, no entanto, diferente e pode haver uma solução estrutural diversa da pista de rolamento.

Ainda, conforme o manual supracitado, a adoção nos acostamentos da mesma estrutura da pista de rolamento tem efeitos benéficos no comportamento desta última e simplifica os problemas de drenagem; geralmente, na parte correspondente às camadas de reforço e sub-base, adota-se, para acostamentos e pista de rolamento, a mesma solução, procedendo-se de modo idêntico para a parte correspondente à camada de base, quando o custo desta camada não é muito elevado. O revestimento dos acostamentos pode ser de categoria inferior ao da pista de rolamento, porém, considerando o comprimento do trecho de Projeto bem como a largura prevista para o

acostamento, além de questões construtivas visando uniformidade e homogeneização para proteção das camadas granulares do pavimento, decidiu-se utilizar no acostamento o mesmo material e espessura do revestimento da pista de rolamento.

2.4.2.2 Eixo

Ao longo da faixa central da estrada, numa largura 4,50 m, foi considerado um ISC de 5,50 %, correspondente à média dos resultados obtidos para a capacidade de suporte verificada nas sondagens geotécnicas de amostras coletadas nas proximidades do eixo da via (mediante tratamento estatístico).

A espessura do revestimento foi fixada em 5 cm e a da base em 16 cm. Aplicando-se neste caso temos:

$$H_t = 77,67 \times 2000000^{0,0482} \times 5,50^{-0,598}$$

$$H_t = 56,00 \text{ cm}$$

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

$$5.2 + 16.1 + h_{20}.1 + h_n.1 \geq 56,00 \text{ cm}$$

$$h_{20} + h_n \geq 56,00 - 10,00 - 16,00$$

$$h_{20} + h_n \geq 30,00 \text{ cm}$$

A diferença entre a espessura estrutural do pavimento nos bordos e a espessura na faixa central (76,00 – 51,00 = 25,00 cm) foi considerada como reforço do subleito, uma vez que foi especificado o mesmo material para esta camada e a de sub-base, o rachão britado.

Salienta-se que em todas as amostras coletadas a expansão do material foi inferior a 2,00 %, e que em nenhum dos pontos sondados foi constatada a presença do lençol freático.

2.5 Projeto de Drenagem Pluvial

Os elementos básicos necessários à elaboração do projeto foram definidos a partir dos estudos hidrológico e topográfico, dos projetos geométrico, de terraplenagem e de pavimentação, além do levantamento cadastral do trecho e das inspeções *in loco*.

Ao longo de alguns trechos as águas superficiais serão captadas através de valetas trapezoidais de grama, que as conduzirão até bocas de bueiro nos pontos baixos próximos, onde haverá travessias de tubulações sob a pista. Após a terraplenagem, dentro do possível, deverá ser priorizada a manutenção das valetas consolidadas/existentes que apresentarem condições para um adequado plantio de grama. No restante dos trechos as águas escoarão para os bordos, e destes livremente para as adjacências. O objetivo do projeto é manter, dentro de parâmetros aceitáveis de vazão, as características do escoamento existente na estrada.

A grama especificada é a Esmeralda, que deverá ser cultivada e regularizada perante o Ministério da Agricultura, com Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASSEM) de Produtor ou Comerciante Licenciado.

Para a determinação da intensidade de chuva de projeto foi adotada a equação de intensidade-duração-frequência apresentada no Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) de Porto Alegre – CE-DEP/2005, página 13. O posto escolhido foi o do Aeroporto.

Devido à pequena urbanização no entorno foi definido um coeficiente de escoamento superficial das áreas contribuintes de 0,30. Já o tempo de retorno (TR) foi de 5 anos para as verificações de vazão nas valetas e de 50 anos para a capacidade de escoamento nos bueiros/travessias.

Posto Aeroporto

$$i_{\text{máx}} = \frac{826,8 \times Tr^{0,143}}{(td + 13,3)^{0,79}}$$

Onde:

$i_{m\acute{a}x}$: intensidade máxima de chuva (mm/h);
Tr: período de retorno (anos);
td: tempo de duração da chuva, que deve ser igual ao tempo de concentração da bacia contribuinte (minutos).

Para o cálculo das vazões utilizou-se o Método Racional, dado pela seguinte expressão:

$$Q = (C \times I \times A) / (3,6 \times 10^6)$$

Onde:

Q - vazão de pico (m^3/s);
C - coeficiente de escoamento superficial da área contribuinte (0 a 1);
I - intensidade média da precipitação (mm/h);
A - área de drenagem contribuinte ao trecho (m^2).

Na verificação da capacidade de escoamento nas valetas e tubulações de travessias utilizou-se a equação de *Manning*, na qual a vazão de um conduto a plena seção é dada por:

$$Q_c = (1/n) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Onde:

Q_c - vazão do conduto a seção plena (m^3/s);
n - coeficiente de rugosidade de Manning (do material do conduto);
A - área da seção do conduto (m^2);
R - raio hidráulico no conduto (m);
S - declividade do trecho (m/m).

2.6 Projeto de Sinalização Viária

O projeto de sinalização viária trata dos dispositivos que têm a finalidade de orientar, regulamentar e advertir os usuários da estrada a ser pavimentada, de forma a torná-la mais segura e eficiente.

Este projeto segue as Normas e Especificações do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul (DAER/RS) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), além de orientações da Secretaria Municipal de Segurança e Mobilidade. Todos os elementos e dispositivos empregados estão evidenciados nos detalhamentos correspondentes.

Toda a sinalização viária, tanto vertical quanto horizontal, além de obedecer às leis atuais vigentes, deve contar com o bom senso no tocante à instalação das placas, tachas, defensas e nas pinturas, de acordo com as características do local e interferências verificadas, prevendo sempre a melhor situação de segurança no trânsito da via acabada.

2.7 Referências Técnicas

As obras de drenagem, terraplenagem e pavimentação asfáltica deverão ser executadas de acordo com as especificações de serviços do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul (DAER/RS) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

A seguir estão listadas as especificações técnicas do DAER/RS adotadas como referência para os serviços:

- Regularização do Subleito.....DAER – ES – P 01/91
- Reforço do Subleito.....DAER – ES – P 02/91
- Sub-Base com Produto Total de Britagem Primária (Rachão).....DAER – ES – P 03/91
- Sub-Base Granular.....DAER – ES – P 04/91

- Base Granular.....	DAER – ES – P 08/91
- Imprimação.....	DAER – ES – P 12/91
- Pintura de Ligação.....	DAER – ES – P 13/91
- Concreto Asfáltico.....	DAER – ES – P 16/91
- Materiais Asfálticos.....	DAER – ES – P 22/91
- Cortes.....	DAER – ES – T 03/91
- Aterros.....	DAER – ES – T 05/91
- Escavação e Transporte de Solos Moles.....	DAER – ES – T 06/91
- Remoção e Substituição de Solos Inadequados do Subleito.....	DAER – ES – T 07/91
- Bueiros.....	DAER – ES – D 11/91
- Bueiros Celulares de Concreto.....	DAER – ES – D 12/91

No caso de dúvidas a fiscalização deverá ser informada para definir as recomendações aplicáveis a cada caso.

3 RECOMENDAÇÕES GERAIS DOS SERVIÇOS

3.1 Serviços Iniciais

Inicialmente a empresa contratada, através de sua equipe de topografia, deverá locar todos os elementos necessários à execução das obras, para então poder iniciar os serviços de terraplenagem.

3.2 Limpeza, Regularização, Reforço e Compactação do Subleito

Atualmente a estrada é composta de pavimento sem revestimento nobre, consolidado e compactado pela rodagem de veículos ao longo de anos, com largura variável ao longo do trecho, que em algumas partes é inferior à largura prevista neste projeto de pavimentação, possuindo nos bordos projetados material sobre o qual a água de chuva escoar (em alguns casos solo com matéria orgânica), necessitando de

substituição por material adequado ao uso em estrutura de pavimento asfáltico e com função drenante (reforço com rachão britado).

Após os acertos dos níveis do subleito e seu reforço nos bordos e nas áreas de refúgio, a plataforma será regularizada e compactada, ficando preparada para receber a camada de sub-base.

3.3 Sub-base

Acima do subleito devidamente preparado deverá ser executada a camada de sub-base, com o emprego de rachão britado, cuja espessura aparece nos detalhamentos do projeto de pavimentação; será provido de uma cobertura com pedra britada (bloqueio/travamento), a fim de regularizar e dar acabamento à superfície para recebimento da base.

3.4 Base

Sobre a camada da sub-base será executada a camada de base granular classe A, com brita graduada, cuja espessura aparece nos detalhamentos do projeto de pavimentação.

3.5 Revestimento

Sobre a camada de base (adequadamente imprimada) será executado o revestimento do pavimento, com concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) faixa B, cuja espessura consta nos detalhamentos do projeto de pavimentação; deverá ser aplicada uma pintura de ligação prévia ao emprego do CBUQ.

3.6 Controle Tecnológico

Os ensaios laboratoriais e respectivos pareceres técnicos, quanto ao subleito, à base e ao revestimento, deverão ser contratados junto a empresas/laboratórios especializados em tais serviços, com emissão da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) pertinente, visando comprovar as especificações do projeto de pavimentação e garantir a boa técnica, de modo que os respectivos itens no orçamento serão medidos somente após a apresentação dos laudos técnicos correspondentes.

3.7 Sistema de Drenagem Pluvial

As dimensões das valetas aparecem detalhadas na prancha do projeto de drenagem, sendo que o plantio da grama deverá contemplar não só o perímetro molhado da seção trapezoidal plena, como também aproximadamente 27 cm de transpasse para cada um dos seus bordos (visando proteção e o devido direcionamento das águas para seu interior); a largura total de grama na valeta, em vista superior, é correspondente à soma das larguras de 4 placas de largura 41 cm cada. Caso ocorram períodos longos sem chuva e quentes, logo após o plantio, deverá ser feita a adequada irrigação até que a grama “pegue bem”. Para conformação e/ou contenção lateral das valetas previstas poderá ser utilizado material local da escavação do projeto de terraplenagem.

Além dos trechos de valetas indicados no projeto, também deverá ser plantada grama nos locais com regularização de talude e acerto de valeta e/ou vala no entorno de bocas de bueiro.

Parte do sistema de drenagem existente será substituído (algumas travessias e transposições de valetas em entradas) por tubulações com diâmetros compatíveis ao escoamento das bacias contribuintes no entorno, conforme está descrito na prancha correspondente.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda e qualquer necessidade de ajuste durante a execução das obras deverá ser analisada e aceita pelo responsável técnico dos projetos, pela fiscalização e depois ser submetida à aprovação do Agente Financiador (CAIXA).

Este documento é composto por 13 (treze) páginas e é assinado digitalmente nesta última.

Santa Cruz do Sul, 5 de setembro de 2024.

LUCIANO DE MEDEIROS
DELLINGHAUSEN:0548
9285680

Assinado de forma digital por
LUCIANO DE MEDEIROS
DELLINGHAUSEN:05489285680
Dados: 2024.11.26 08:21:22
-03'00'

Luciano de Medeiros Dellinghausen

Engenheiro Civil - CREA/RS 133306

Karianne Tadiel Pacheco

Secretária Municipal de Planejamento e Governança