

2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1. TOPOGRAFIA

2.1 TOPOGRAFIA

2.1.1 Considerações Gerais

Os estudos topográficos compreenderam o levantamento dos elementos necessários para a confecção dos vários projetos envolvidos, como: geométrico, terraplenagem, geotécnico e drenagem superficial.

Com este objetivo foram levantados pontos base através de Estação Total para determinação das medidas angulares e lineares.

Todo o levantamento topográfico foi amarrado à rede oficial do IBGE.

A partir destes pontos base, amarrou-se todos os elementos físicos de interesse na área do projeto, através de pontos cotados e cadastro em geral.

Os eixos projetados das vias foram lançados em escritório conforme indicado nas plantas do projeto geométrico no capítulo desenhos.

2.1.2 Levantamento de Pontos Cotados

Para fundamentar o projeto altimétrico foi executada uma varredura ao longo de toda área de influência das vias através de pontos cotados levantados com Estação Total, para permitir a digitalização do terreno por meio magnético, propiciando a elaboração de perfil e seção do eixo projetado.

Foram levantados planialtimetricamente soleiras de casas e outros elementos intervenientes com o projeto.

2.1.3 Amarrações

Os eixos projetados estão amarrados ao sistema de coordenadas oriundos dos marcos geodésicos auxiliares implantados.

2.1.4 Levantamentos Especiais

Foram levantados todos os dispositivos de drenagem existentes visando a obtenção dos dados necessários à avaliação das condições de funcionamento dos mesmos para posterior substituição ou aproveitamento.

2.1.5 Cadastro

Para a elaboração do cadastro da via foi utilizado um processo de irradiação com ângulo e distância, contemplando toda a área afetada pelo projeto.

Para possibilitar uma perfeita caracterização de todos os elementos indispensáveis aos estudos e projetos, foram cadastradas todas as edificações intervenientes, cruzamentos, redes elétricas, telefônicas e obras complementares tais como muretas, cercas e muros existentes.

2.2. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.2 GEOTECNIA

2.2.1 Considerações Iniciais

Os estudos geotécnicos foram executados objetivando determinar as principais características dos materiais do subleito, visando coletar dados de interesse ao projeto de pavimentação.

Observe-se, que por se tratar de obra urbana, sem previsão de grandes movimentos de terra, não foram executados estudos específicos de jazidas ou de fontes de materiais de construção, tais como areais e pedreiras.

Estes materiais deverão ser obtidos em estabelecimentos comerciais já instalados na região.

2.2.2 Estudos Realizados

Os estudos foram conduzidos a partir de informações obtidas no campo, através de sondagens a trado até 1,00 m do terreno natural, com coleta de material em cada horizonte identificado, para ensaios de caracterização geotécnica, com o objetivo de conhecer e determinar o perfil do terreno existente nos locais selecionados.

Foram executadas furos representativos nas vias do bairro, onde foram coletadas amostras de solos para realização dos seguintes ensaios geotécnicos de laboratório:

- ensaios de granulometria;
- ensaios de Atterberg (limites de liquidez e plasticidade);
- ensaios de compactação;
- ensaios de CBR.

Ao longo do trecho foram executados 19 furos de sondagens.

Os resultados dos ensaios de laboratório são apresentados no capítulo Anexos.

Em análise dos resultados obtidos, observa-se que o subleito é composto por revestimento primário com 15 a 20 cm de espessura, sendo constituído predominantemente de solos do grupo A-2, com frequência de 47,83 % dos ensaios realizados, e de solos do grupo A-7, com ocorrência de 52,17 %. O grupo A-2 é caracterizado por pedregulhos e siltes-arenosos e o grupo A-7 é caracterizado pelos solos finos ("argilosos"). Na sua maior parte trata-se de solos derivados da intemperização de rochas vulcânicas de caráter básico ou intermediário (Formação Serra Geral), usualmente denominados de BD ("Basaltos Decompostos").

Pela Classificação HRB, os solos destes grupos tendem a apresentar, a rigor, comportamento bom a mau como subleito. Os resultados dos ensaios de Índice Suporte Califórnia indicam valores satisfatórios em relação à expansão, inferior a 2%, e ISC em torno de 10%.

Entre os subgrupos, destaca-se o grupo A-2-7 onde enquadram-se nesta classificação as argilosas arenosas, argilas com pedregulhos e argilas com a presença de basalto decomposto, normalmente utilizado como revestimento primário de estradas.

Outro subgrupo de importância é o A-7-5. São materiais constituídos de solos finos com argilas tanto de alta como baixa compressibilidade. Apesar de a classificação HRB indicar um comportamento regular a mal para estes solos (IG elevado), em termos de qualidades geotécnicas como subleito, os resultados dos ensaios de ISC são satisfatórios, existindo segmentos isolados onde as substituições ou remoções são obrigatórias.

Os estudos de remoções do subleito estão apresentados no capítulo do projeto de pavimentação.

2.2.3. Determinação do Índice de Suporte do Projeto

Após o resultado dos ensaios, do greide projetado e das seções transversais do projeto de pavimentação, adotou-se para Índice de Suporte de Projeto (ISP), o valor de 10%.

2.3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.3.1 Considerações Iniciais

Os Estudos Hidrológicos foram elaborados com o objetivo de identificar e avaliar a circulação e o volume das águas que interferem no corpo estradal, e que venham causar danos à rodovia, descrevendo a situação atual das obras de arte e demais dispositivos de drenagem existentes e prevendo a implantação de novas estruturas.

A metodologia adotada acha-se descrita nas “Instruções para Estudos Hidrológicos de Projetos de Execução de Rodovias do DNIT”.

Foram coletados os dados necessários para a verificação do dimensionamento e do comportamento hidráulico das obras existentes e das novas que serão indicadas para o bom funcionamento do sistema de drenagem.

O trecho rodoviário em estudo desenvolve-se na região da Serra Gaúcha, a Nordeste do estado.

O trecho projetado inicia-se no Parque do Caracol e segue até o estacionamento do Parque da Ferradura, com extensão de 6,515 km., acompanhando o traçado existente em grande parte. Ela assume importância econômica, desde o ponto de vista do turismo, sendo um instrumento de ligação importante entre estes dois pontos turísticos, e porque a mesma é denominada o “Caminho das Graças”, sendo utilizada para a caminhada e peregrinação de vários turistas. O trecho desde seu início apresenta uma alta declividade, aumentando à medida que avança. Cursos d’água atingem a estrada existente em vários pontos.

Os dez bueiros existentes são tubulares, com diâmetros de 0,40 m, 0,50 m, 0,60 m e 1,00 m, de greide e de grotá, todos eles inaproveitáveis por deficiência hidráulica e estrutural.

As obras de arte correntes projetadas são bueiros tubulares de diâmetros, 0,80 m, 1,00 m, duplo de 1,20 m, e bueiros celulares de 2,0mx1,5m, e de 2,0mx2,0m adequados para dar vazão às bacias pertencentes ao trecho, e para permitir, ao mesmo tempo, a passagem de animais de um lado ao outro da rodovia, preservando assim, a fauna local.

Os solos ocorrentes, em sua maioria, são areno-argilosos com a presença de pedregulhos de pequena espessura e afloramentos de rochas basálticas alteradas nos cortes à direita da rodovia.

2.3.2 Coleta e Análise de Dados

A definição, caracterização e avaliação dos parâmetros geométricos e físicos das bacias de contribuição que, de uma maneira ou outra, tenham interferência no corpo estradal resultaram da análise dos seguintes elementos:

- cartas geográficas na escala 1:50.000 da D.S.G. do Ministério do Exército;
- Imagens e fotos de satélites;
- projeto geométrico;
- inspeção de campo;
- observações meteorológicas.

Os dados climáticos para caracterização da região, constituídos de temperatura, umidade relativa, evaporação e insolação entre outros, pertencem às estações localizadas na cidade de Caxias do Sul. O período de observação destes dados, foi de 1961 a 1990. Os mesmos estão no Quadro 3.1 à continuação e nas figuras 1a, 1b, 1c e 1d, na página seguinte, a partir do qual foi feita a caracterização climática da região.

QUADRO - Dados climáticos médios da região

DISCRIMINAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT	MED
Temp. média mensal (°C)	21,8	21,7	20,2	17	15,7	12,9	13,1	13,5	15,4	16,8	18,6	20,7	-	17,3
Precipit. Pluvial Mensal (mm)	129	166	117	103	128	175	176	185	141	168	147	175	1810	150,8
Núm méd. dias de chuva	11	11	9	8	9	10	10	11	10	10	10	12	121	10,08
Umid. Relat. do ar mensal (%)	75,5	78,2	80,5	79	78,7	79	77	76,6	75,1	75,9	74,7	76,2	-	77,2
Insolação (h)	199	184	179	169	159	137	146	139	161	183	199	217	2279	-
Evaporação (mm)	96,5	74,3	68,6	52,2	41,1	31,5	39,6	49,1	59,4	74,7	86,1	105,1	778,2	-
Precipitação pluviométrica: de 1.600 a 2.400 mm														

EMAB-P-DRE-CLI-00-00 POSTO:

Caxias do Sul/ RS
FONTE: 8º DISME – Instituto Nacional de Meteorologia
Dados Climáticos: 1961 a 1990

A temperatura média anual está ao redor dos 17°C, cabendo aos meses de janeiro e fevereiro as médias mais altas, e a junho e julho as mais baixas.

A média anual de chuvas está compreendida entre 1600 mm e 2400 mm, com ocorrência, em média, de 150 dias de chuva ao ano.

A distribuição da chuva é uniforme durante o ano, cabendo aos meses de agosto e abril, a maior e a menor média pluviométrica, respectivamente.

A umidade relativa do ar é, em média, 77,2%, cabendo ao mês de março o maior valor (81%) e a setembro e novembro o menor (75%).

A evaporação média anual é de 778 mm e a insolação tem o valor médio de 2279 horas/ano.

Para determinar a intensidade de chuva a ser utilizada, foram analisados os registros pluviométricos diários máximos do posto meteorológico de Canela (RS), pertencente à CEEE, no período de junho de 1941 a novembro de 1978, juntando uma série de 38 anos de dados bastante consistentes.

As alturas máximas de chuva em 1 dia, observadas em cada ano na estação de Canela, foram relacionadas para constituir uma série (Quadro 3.2), na qual se aplicou o tratamento estatístico devido a Gumbel (Figura 01), determinando-se as intensidades pluviométricas, utilizadas na determinação da vazão das bacias contribuintes.

Na Figura 02, estão traçadas as curvas de intensidade-duração de chuvas para os períodos de recorrência: TR = 10 anos, TR = 15 anos, TR = 25 anos, TR = 50 anos e TR = 100 anos.

Pela classificação do 8º Distrito de Meteorologia, a área em estudo se insere na região climática da Serra Gaúcha. Caracteriza-se por chuvas abundantes e bem distribuídas durante o ano, freqüente formação de nevoeiros e zona úmida.

2.3.3 Pluviometria

Para determinar a intensidade de chuva a ser utilizada, foram analisados os registros pluviométricos diários máximos do posto meteorológico de Canela (RS), pertencente à CEEE, no período de junho de 1941 a novembro de 1978, juntando uma série de 38 anos de dados bastante consistentes.

As alturas máximas de chuva em 1 dia, observadas em cada ano na estação de Canela, foram relacionadas para constituir uma série (Quadro 3.2), na qual se aplicou o tratamento estatístico devido a Gumbel (Figura 01), determinando-se as intensidades pluviométricas, utilizadas na determinação da vazão das bacias contribuintes.

Na Figura 02, estão traçadas as curvas de intensidade-duração de chuvas para os períodos de recorrência: TR = 10 anos, TR = 15 anos, TR = 25 anos, TR = 50 anos e TR = 100 anos.

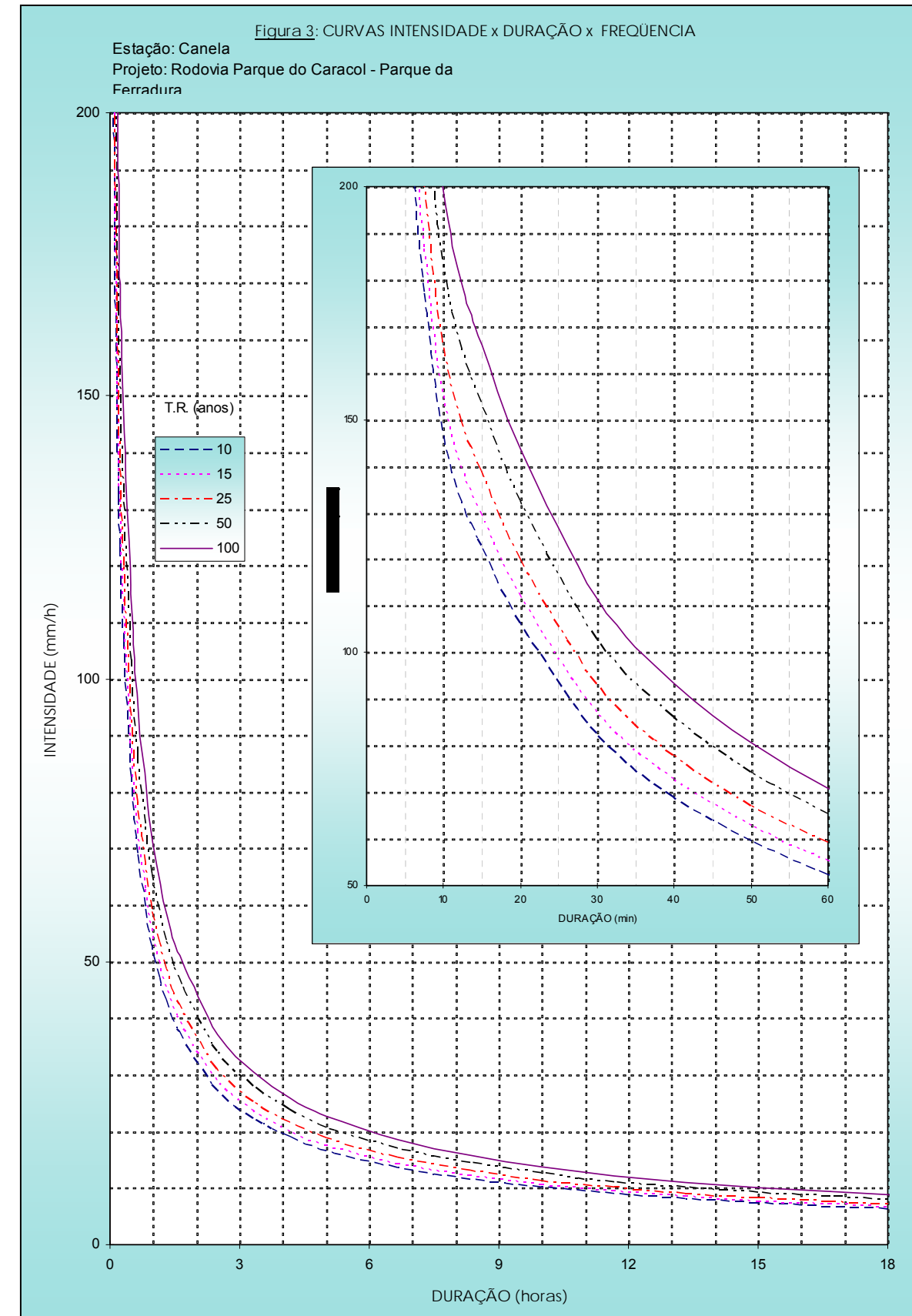
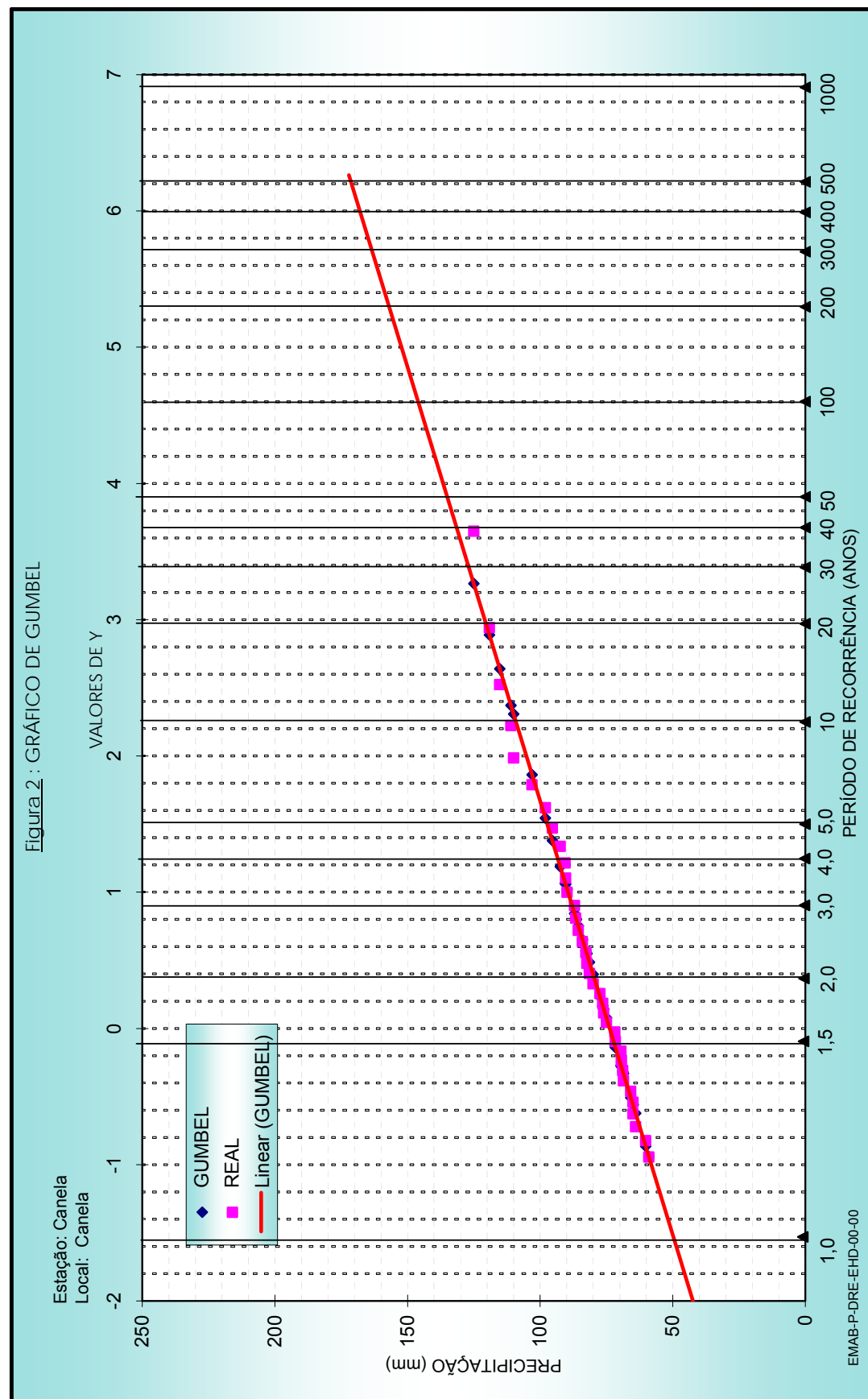
Pela classificação do 8º Distrito de Meteorologia, a área em estudo se insere na região climática da Serra Gaúcha. Caracteriza-se por chuvas abundantes e bem distribuídas durante o ano, freqüente formação de nevoeiros e zona úmida.

QUADRO – Precipitação Diária Máxima Anual

Quadro 2: PRECIPITAÇÃO DIÁRIA MÁXIMA ANUAL						
Projeto:		Rodovia ao Parque do Caracol - Parque da Ferradura				
Estação:		Estação Pluviométrica de Canela				
Local:		Canela				

ORDEM	ANO	PRECIPITAÇÃO	PROBABILIDADE (%)		T. DE RECORRÊNCIA (ANOS)	
			REAL	GUMBEL	REAL	GUMBEL
1	1956	125,00	0,026	0,038	39,000	26,653
2	1949	119,10	0,051	0,054	19,500	18,461
3	1959	115,20	0,077	0,069	13,000	14,511
4	1961	111,00	0,103	0,089	9,750	11,225
5	1978	110,00	0,128	0,095	7,800	10,564
6	1966	103,00	0,154	0,144	6,500	6,950
7	1941	98,00	0,179	0,192	5,571	5,199
8	1960	95,40	0,205	0,223	4,875	4,487
9	1967	92,40	0,231	0,263	4,333	3,802
10	1953	90,50	0,256	0,291	3,900	3,431
11	1942	90,40	0,282	0,293	3,545	3,413
12	1958	89,80	0,308	0,302	3,250	3,306
13	1972	87,00	0,333	0,350	3,000	2,858
14	1951	86,60	0,359	0,357	2,786	2,801
15	1969	85,60	0,385	0,375	2,600	2,663
16	1957	84,00	0,410	0,406	2,438	2,462
17	1970	82,70	0,436	0,432	2,294	2,313
18	1954	82,40	0,462	0,439	2,167	2,280
19	1955	81,40	0,487	0,459	2,053	2,176
20	1973	80,00	0,513	0,490	1,950	2,042
21	1971	77,40	0,538	0,548	1,857	1,825
22	1947	76,40	0,564	0,571	1,773	1,752
23	1965	76,00	0,590	0,580	1,696	1,724
24	1977	75,00	0,615	0,603	1,625	1,657
25	1975	71,80	0,641	0,678	1,560	1,474
26	1950	71,60	0,667	0,683	1,500	1,464
27	1946	69,50	0,692	0,731	1,444	1,368
28	1976	69,40	0,718	0,733	1,393	1,364
29	1964	68,80	0,744	0,747	1,345	1,339
30	1963	68,60	0,769	0,751	1,300	1,331
31	1945	65,80	0,795	0,810	1,258	1,234
32	1948	65,00	0,821	0,826	1,219	1,211
33	1952	65,00	0,846	0,826	1,182	1,211
34	1943	64,00	0,872	0,845	1,147	1,183
35	1962	60,20	0,897	0,907	1,114	1,103
36	1968	59,00	0,923	0,923	1,083	1,083
37	1944	56,30	0,949	0,952	1,054	1,050
38	1974	56,20	0,974	0,953	1,026	1,049

SOMATÓRIO	3125,5000	NÚMERO DADOS	38
PREC. MÉDIA	82,2500		
DESVIO	17,7977		



2.3.4 Determinação da Vazão

As obras de arte e de drenagem são dimensionadas para dar vazão ao volume de água proveniente da bacia de contribuição, correspondente aos períodos de recorrência (TR) discriminados a seguir, conforme a Instrução de Serviço, constante do Edital:

TR = 10 anos, para obras de drenagem superficial;

TR = 15 e 25 anos, para obras de arte correntes na transposição de talvegues;

TR = 100 anos, na travessia de cursos d'água com previsão de implantação de ponte;

Não há previsão de construção de pontes, uma vez que os cursos d'água transpostos são de pequenas dimensões.

A avaliação de descarga das bacias contribuintes foi feita pelo método racional, considerando que todas elas possuem área inferior a 5 km², portanto, o método é adequado.

A expressão básica é:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

onde:

Q - vazão, em m³/s;

C - coeficiente de escoamento superficial (run-off), que representa a relação da água que escoar superficialmente e a água precipitada.

i - intensidade de chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, para um período de retorno desejado, expressa em mm/h; e

A - área da bacia de contribuição, em km².

O tempo de concentração da bacia é determinado pela fórmula:

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

onde:

t_c = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue, em km;

I = declividade média, em m/m;

K = coeficiente característico do solo cobertura vegetal, com valor médio em torno de 4, no presente estudo, indicando terreno argiloso, coberto de vegetação e absorção média.

O valor mínimo adotado para o tempo de concentração foi de 15 minutos. Valores menores foram substituídos pelo antes descrito.

O coeficiente de escoamento é a relação entre o volume de água escoada superficialmente e o volume de água precipitada, referido a um intervalo de tempo, duração da chuva. Para este trabalho utilizou-se coeficiente C igual a 0,35.

O dimensionamento hidráulico das obras de drenagem é determinado a partir da descarga da bacia contribuinte e a área de vazão dessas obras, avaliada basicamente pela equação de continuidade, associada à fórmula de Manning, resultando a expressão:

$$Q = \frac{R^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} \cdot S$$

onde:

R = raio hidráulico;

i = declividade média da linha d'água;

n = coeficiente de rugosidade;

S = área da seção de vazão;

Q = descarga avaliada da bacia.

Para as obras de drenagem superficial, as grandezas são determinadas a partir dos elementos geométricos do projeto da rodovia, do tipo da obra e a natureza do material de sua construção.

O fluxo através dos bueiros, comportando-se como canal, tem sua vazão definida pela teoria do regime crítico e com carga hidráulica a partir de conceitos básicos da hidrodinâmica, associados à experimentação e observações de campo.

Sua operacionalização se faz pela aplicação da metodologia apresentada na publicação - Manual de Drenagem de Rodovias - do DNIT.

2.4. GEOMÉTRICO

2.4 GEOMÉTRICO

2.4.1 - Considerações Gerais

A definição geométrica das vias foi efetuada em consonância com as diretrizes do município, sendo levados em consideração, além dos aspectos físicos, como alinhamentos prediais, postes, soleiras, etc., as características específicas da topografia restritiva.

A extensão total do eixo projetado é de 4.680m.

No capítulo de desenhos, estão apresentadas os desenhos contendo a planta baixa e o perfil, com os principais elementos geométricos estudados.

2.4.2 - Planimetria

O projeto planimétrico foi desenvolvido através da implantação de pontos base que possibilitaram determinar e calcular os eixos por coordenadas.

O lançamento dos eixos de projeto foi elaborado por sistema computacional, através de processos interativos, no qual foi observado, entre os diversos aspectos componentes do projeto, a posição de casas, o equilíbrio de cortes e aterros, além da localização do eixo a ser implantado, de forma que não prejudicasse demasiadamente a área onde a mesma se localiza, em função do gabarito da via a ser implantado.

2.4.3 – Altimetria

O perfil longitudinal das vias tem suas cotas referidas às RN's já mencionadas no Capítulo dos Estudos Topográficos.

O projeto altimétrico utilizou, em consonância com o planimétrico, sistema computacional para definição do greide mais adequado ao projeto das vias.

Em todo o trecho foram observados como pontos importantes para a elaboração dos projetos, entre outros, as questões de soleiras de casas, bordo da via existente e equilíbrio de cortes e aterros.

2.4.5 - Gabaritos

O gabarito da via foi definido conforme diretrizes do Município I, com declividade transversal de 2,00% do eixo para as bordas. Não está contemplado neste projeto especificações pertinentes a passeio que poderão ser executados posteriormente.

2.5. TERRAPLENAGEM

2.5 TERRAPLENAGEM

2.5.1 - Considerações Gerais

O projeto de terraplenagem objetivou a definição das seções transversais dos cortes e aterros e avaliação dos volumes envolvidos. O projeto foi desenvolvido com base nos subsídios fornecidos pelo projeto geométrico e pelos estudos topográficos através das seguintes fases principais:

- Análise do perfil longitudinal do projeto geométrico e das seções transversais do terreno natural;
- Desenho das seções gabaritadas;
- Cálculo dos volumes de cortes e aterros.

2.5.2 - Análise do Perfil Longitudinal do Projeto Geométrico e das Seções Transversais

Nesta fase do trabalho procedeu-se as estimativas particularizadas de volume em trechos específicos que, inclusive, serviram de apoio ao projeto do perfil longitudinal. Foram analisadas em projeto as seções transversais levantadas e o perfil projetado.

2.5.3 - Desenho dos Gabaritos

A partir da definição dos greides de projeto foram lançados os gabaritos nas seções transversais.

As cotas do greide de pavimentação (linha de coroamento) referem-se ao eixo projetado das vias.

2.5.4 - Cálculo dos Volumes de Cortes e Aterros

Desenhadas as seções transversais com o gabarito da via, procedeu-se a determinação das áreas e, posteriormente, dos volumes de cortes e aterros, levando-se em consideração o caixão da pavimentação dimensionada.

Os volumes foram calculados através de planilhas especiais de cálculo que incluem:

- estaqueamento;
- área das seções de corte (solo, alteração e rocha);
- área das seções de aterro;

- soma das áreas das seções de corte (solo, alteração e rocha);
- soma das áreas em aterro;
- semi-distância entre as seções;
- volume dos cortes entre seções (+);
- volume dos aterros entre seções (-);

A relação entre o volume dos cortes e dos aterros foi estabelecida como sendo de 1,30 para materiais de 1ª categoria e 0,80 para materiais de 3ª categoria, incluindo-se neste coeficiente as perdas de material nas diversas operações a que serão submetidos.

O material, se necessário, para o complemento dos aterros será dos cortes do subleito e de jazida, devendo ter CBR conforme determinado nos Estudos Geotécnicos.

2.5.5 - Limpeza da Camada Vegetal

Nos segmentos onde a plataforma de terraplenagem fica fora do leito da via existente, incidindo sobre áreas com cobertura vegetal, deverá ser executada a limpeza destas áreas.

No capítulo desenhos são apresentadas as planilhas de movimentação de solos para as ruas projetadas.

2.6. PAVIMENTAÇÃO

2.6 PAVIMENTAÇÃO

2.6.1 - Considerações Iniciais

O projeto de pavimentação compreende a determinação das camadas que compõe a estrutura a ser adotada para o pavimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as tensões normais e tangenciais para o subleito, sem sofrer deformações apreciáveis, no período do projeto.

2.6.2 - Tipo do Pavimento

O projeto foi concebido em pavimento flexível tipo Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

O revestimento será assente sobre camada de base granular estabilizada granulometricamente de brita graduada e camada de sub-base de macadame.

2.6.3 – Método de Dimensionamento

No dimensionamento do pavimento foi utilizado o método proposto pelo DNER (método Murillo).

Estes métodos possuem como parâmetros fundamentais de cálculo o ISC (índice suporte califórnia) do subleito e a estimativa de tráfego que atuará no período da vida útil do pavimento.

No dimensionamento dos pavimentos foram desenvolvido na seguinte sequência:

- Definição do índice de suporte de projeto do subleito (ISP);
- Definição do número equivalente de operações do eixo padrão (número N);
- Dimensionamento da estrutura do pavimento;
- Seções tipo do pavimento; e
- Definição das Fontes de Materiais de Construção para o pavimento.

2.6.4 - Definição do Índice Suporte de Projeto e do número N

O índice suporte de projeto (ISP) foi definido no capítulo dos Estudos Geotécnicos, em função das características geomecânicas dos solos amostrados, das investigações geotécnicas do subleito e das condicionantes do projeto.

Os dados de tráfego definiram a característica da via como sendo tráfego muito leve, resultando no seguinte número N:

- Tráfego muito leve $N = 4,59 \times 10^5$

2.6.5 - Dimensionamento da Estrutura do Pavimento

O cálculo das espessuras das camadas do pavimento foi baseado nas formulações preconizadas pelo método anteriormente mencionado, com as espessuras calculadas através de curvas de dimensionamento.

A equação para o cálculo da espessura total do pavimento, em termos de base granular, sobre subleito com $ISP=t\%$ é a seguinte:

$$H_t = C_1 + C_2 \text{ Log. } N \quad (1)$$

Onde:

- H_t = espessura total do pavimento (cm);
- C_1 = constante função de ISP;
- C_2 = constante função do ISP;
- N = Número equivalente de operações do eixo padrão.

A inequação para o cálculo das espessuras das camadas da base é;

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

A inequação para o cálculo das espessuras das camadas da sub-base é;

$$R. K_R + B. K_B + H_{SB}. K_{SB} \geq H_t \quad (3)$$

Onde:

- R = espessura do revestimento (cm)
- B = espessura da base (cm);
- H_{SB} = espessura da sub-base (cm)
- H_{20} = espessura estrutural sobre sub-base com $CBR \geq 20\%$
- H_t = espessura estrutural sobre subleito com $CBR=t(\%)$
- K_R = coeficiente de equivalência estrutural do revestimento ($K_R = 2$ para CBUQ);
- K_B = coeficiente de equivalência estrutural da base de brita graduada ($K_B = 1$ para base granular de brita graduada).

- K_{SB} = coeficiente de equivalência estrutural da sub-base de rachão ($K_{SB} = 1,00$ para sub-base granular de macadame).

Foi adotado 5,00 cm para a espessura do revestimento em concreto betuminoso (CBUQ).

As espessuras da base e sub-base foram calculadas com as expressões (1), (2) e (3) acima considerando N e ISP definidos anteriormente. O resultado do dimensionamento está apresentado no final do capítulo.

2.6.6 – Solos Inadequados

Durante a execução das obras, caso se constate que o subleito apresente em algum ponto localizado materiais nitidamente instáveis, por condições de umidade excessiva e de aeração praticamente inviável (borrachudos), e/ou por características intrínsecas de baixo poder-suporte (ensaio de ISC inferior a ISP), deverá ser obrigatoriamente executada uma substituição do material inadequado com espessura definida pela fiscalização. Ressalta-se que tais materiais (substituições) deverão ser caracterizados e aprovados pela Fiscalização previamente à execução das obras.

No projeto, foram identificados as seguintes vias com necessidade de substituição em função da caracterização de solos argilos de coloração preta e/ou orgânica.

No. Remoção	EST. INICIAL	EST. FINAL	EXTENSÃO(m)	LARGURA (m)	ESPESSURA(m)	VOLUME (m³)	MAT. REPOSIÇÃO
1	15+00	- 21+00	120,00	9,00	0,15	162,00	RACHÃO
2	75+00	- 81+00	120,00	9,00	0,15	162,00	RACHÃO
3	130+00	- 140+00	200,00	9,00	0,15	270,00	RACHÃO
4	175+00	- 187+00	240,00	9,00	0,15	324,00	RACHÃO
5	200+00	- 212+00	240,00	9,00	0,15	324,00	RACHÃO
TOTAL						1.242,00	

2.6.7 – Seção Típica

A seção típica, incluindo detalhe do pavimento projetado, encontra-se no capítulo desenhos.

2.6.8 - Fontes de Materiais de Construção

Para a execução das camadas do pavimento indicam-se as seguintes fontes de materiais de construção:

- Materiais betuminosos; provenientes da Refinaria Alberto Pasqualine ou Ipiranga Asfáltos em Canoas;
- Materiais granulares para base e sub base, provenientes de instalações de britagem comerciais da região; e
- Areias obtidas em depósitos comerciais da região.

2.6.9 – Resumo do Dimensionamento da Via

A estrutura projetada resultou em:

Pavimento	Camada	Espessura real (cm)	K
	Revestimento CBUQ	5,00	2,00
	Base Granular (Brita Graduada)	14,50	1,00
	Sub-base Granular (Macadame)	21,00	1,00
	Subleito regularizado com $ISC \geq 10\%$	-	-
	TOTAL (cm)	40,50	

2.7. DRENAGEM

2.7 DRENAGEM

2.7.1 Conceção

O sistema de drenagem previsto, contempla a necessidade de captação, condução e encaminhamento final das águas pluviais.

A concepção do sistema seguiu os critérios comumente utilizados na área de engenharia de drenagem urbana.

2.7.2 Sistema Projetado

No trecho da rede coletora levou-se em consideração, entre outros, os seguintes aspectos:

- condição da via;
- existência de meio-fio junto as laterais;
- espaço limitado das seções em corte;
- condições de operação e manutenção do sistema;
- existência de rede coletora nas proximidades; e
- ponto de lançamento final.

O atendimento aos aspectos supra citados, culminou na concepção do sistema apresentado no no capítulo desenhos.

O sistema prevê a captação das águas laterais da pista através de sarjetas com desague em caixas coletoras e lançamento sob a pista através de bueiros em locais pré-definidos.

Drenagem Superficial

O sistema de drenagem foi concebido prevendo-se:

Sarjetas;

Dissipadores de energia;

Transposição de Segmentos de Sarjeta;

Estes dispositivos possuem áreas de drenagem relativamente pequenas, portanto, para fins de dimensionamento, é admissível a aplicação da fórmula racional, ou seja:

Onde:

$$Q = \frac{CiA}{36 \times 10^4}$$

Q = descarga de contribuição, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento;

i = intensidade de precipitação, em mm/h para a chuva de projeto, fixada em função da duração e tempo de retorno;

A = área de contribuição, em m².

As sarjetas terão a finalidade de coletar e conduzir as águas precipitadas sobre a plataforma e taludes dos cortes. Estarão posicionadas no bordo dos acostamentos, tendo, normalmente, a mesma declividade longitudinal do greide.

Os cortes em segmentos com declividade longitudinal igual ou superior a 2%, ou com a presença de rocha, receberão sarjetas revestidas de concreto, SZC 01.

É importante salientar que a concepção do sistema considerou criteriosamente os aspectos de lançamento final das águas, sendo estes em locais de plena assimilação, de forma a não agravar as condições atuais.

Nos acessos a estradas secundárias ou a propriedades marginais, em segmentos em corte com sarjetas de concreto, foi prevista a execução de módulos de concreto armado para possibilitar a passagem de veículos sobre a sarjeta ou valeta, sem danificá-la. O dispositivo previsto é a TSS 04 do "Álbum de Projetos Tipo de Dispositivos de Drenagem" do DNIT

Foram previstos dissipadores de energia do tipo DEB a jusante de bueiros projetados

2.7.3 - Obras de Arte Correntes (Bueiros)

A implantação de bueiros em pontos específicos foram dimensionados especialmente para desague das sarjetas e cursos d'água.

2.8. SINALIZAÇÃO

2.8 SINALIZAÇÃO

2.8.1 – Considerações Gerais

O Projeto de Sinalização trata dos dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir os usuários, de forma a transmitir mensagens, tornando mais eficiente e segura a utilização das vias, a fim de evitar acidentes e propiciar maior fluidez ao tráfego.

A implantação do sistema completo de sinalização foi baseada no projeto geométrico, no cadastro e inspeções feitas no campo. Para tanto, foi considerado o sentido das vias tanto preferenciais como secundárias, localização canteiros e outras referências existentes.

Todos os dispositivos indicados obedeceram as especificações do Manual de Sinalização de Trânsito do Conselho Nacional de Trânsito.

O presente projeto foi concebido considerando as sinalizações:

- Horizontal;
- Vertical;

2.8.2 - Sinalização Horizontal

A Sinalização Horizontal constará de marcas viárias inscritas no pavimento, apresentando ampla visibilidade diurna e noturna, sendo que, para tal, foram indicadas no projeto as linhas nas cores branca e amarelo-âmbar.

A pintura da linha de fluxo oposto será executada no eixo da via na cor amarelo-âmbar, largura de 0,15 m.

A pintura da linha de borda será executada próxima ao bordo da pista na cor branca, com uma largura de 0,15 m de forma continua.

No eixo e bordo da pista serão implantados tachas e tachões refletivos bidirecionais.

2.8.3 - Sinalização Vertical

A Sinalização Vertical constará na aplicação de placas colocadas em pontos adequados da via, fixadas por suportes metálicos.

Todas as placas serão confeccionadas em chapa de aço laminado a frio, galvanizado.

A pintura deverá ser executada após corte, furação a arremate. A placa deverá ter as duas faces pintadas de preto semi-fôsko. As especificações de cores, tipos de tinta e película refletiva, bem os códigos utilizados seguem o padrão DENATRAN.

2.8.3 - Considerações Gerais

As defensas metálicas não foram consideradas na análise do projeto e serão objeto de implantação futura.