



Governo Municipal de
São Benedito

Secretaria de
Infraestrutura e
Recursos Hídricos

237

ep

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E RECURSOS HÍDRICOS

5.0 MEMORIAL DESCRITIVO



GOVERNO MUNICIPAL DE SÃO BENEDITO – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E RECURSOS
HÍDRICOS

Av. Tabajara, 220 - Centro – São Benedito CE – CEP 62370-000
CNPJ 07.778.129/0001-74



238

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO BENEDITO/CE
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA DE ACESSO AO SÍTIO
SANTA ROSA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENEDITO/CE.

APRESENTAÇÃO

A Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente apresenta o **Memorial Descritivo** referente ao Projeto de Pavimentação da Rodovia entre a sede do Município de São Benedito/CE e a localidade do Sitio Santa Rosa. O projeto foi dividido em três trechos, sendo o trecho 3 da estaca 1 até à estaca 87+9.

O trecho de pista simples apresentado foi desenvolvido com extensão total de 1.749,00 metros, velocidade diretriz de 60km/h, com uma pista de 7 m de largura e 1,0 m de acostamento.

Este memorial tem como objetivo apresentar em formato A4 todas as informações necessárias à licitação da obra, em conformidade com as Instruções Provisórias para Apresentação de Relatórios e Projetos Executivos de Engenharia para Restauração de Rodovias.

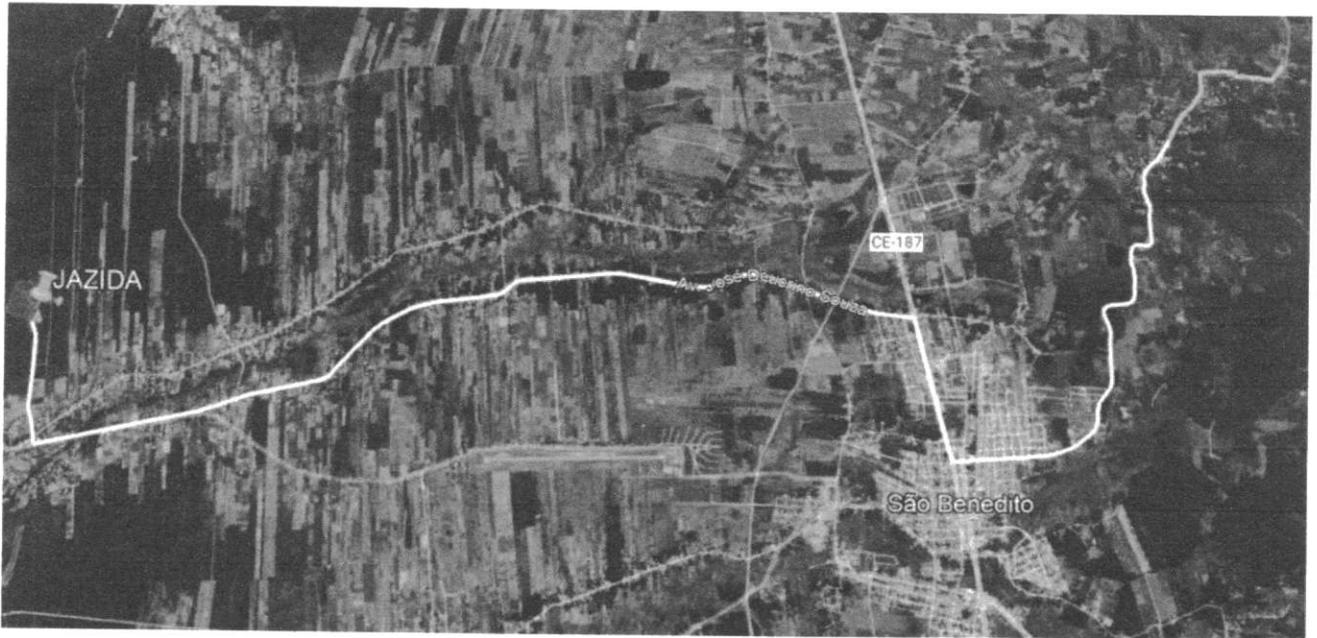
FLS. Nº 240
EP

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

1. MAPA DE SITUAÇÃO



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA



F. E. S. S.
F. L. S. M. 242
W

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

2. ESTUDOS

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

2.1. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.1.1. Introdução

Os serviços geotécnicos consistiram na execução de sondagens e ensaios com o intuito de caracterizar o subleito e a disponibilidade de materiais da região para execução da rodovia, tendo como escopo básico as seguintes etapas:

- Estudo do Subleito;
- Estudo das Jazidas;
- Estudo do Areal;
- Estudo da Pedreira.

2.1.2. Estudo do Subleito / Pavimento Existente

O subleito da rodovia foi estudado através da execução sondagens a pá e picareta, para coleta de amostras das camadas atravessadas, em quantidade suficiente para a elaboração dos seguintes ensaios:

- Granulometria;
- Índices físicos;
- Compactação do subleito (Proctor Normal);
- ISC.

2.1.3. Resumo das Ocorrências dos materiais

Ocorrência	localização	Área (m²)	Volume (m³)	CBR(%)	Utilização
Jazida J-01	9,30 km da est.0	36.000	36.000	62	Sub-base / Base
Areal AR-1	10,20 km da est.183	-	-	-	Drenagem
Pedreira	88,10 km da est.0	-	-	-	Pavimentação / Drenagem

2.2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.2.1. Introdução

Os estudos hidrológicos foram realizados com as seguintes finalidades: avaliar a intensidade das vazões dos córregos, riachos e rios que interceptam o traçado das vias, avaliar a suficiência das obras de artes correntes existentes e, permitir o dimensionamento das obras de drenagem auxiliares tais como sarjetas de corte, banquetas de aterro, descidas, entradas e saídas d'água.

Os Estudos desenvolveram-se, basicamente, nas seguintes fases:

- Coleta e análise dos dados, visando uma perfeita caracterização do meio físico em que se desenvolve a rodovia;
- Determinação das descargas de projeto.
- Os trabalhos efetuados serão, a seguir, descritos em detalhes.

2.2.2. Caracterização do Meio Físico

A via considerada no presente estudo desenvolve-se nas proximidades do município de São Benedito, em um trecho predominantemente rural. Os solos da região são formados por areias quartzosas distróficas e latossolos. O relevo é plano, com declive suave para oeste, característico do topo do planalto da Ibiapaba, com altitudes que variam de 500m a 900m. A vegetação é composta de carrasco e mata úmida (floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular).

2.2.3. Clima e Pluviometria

O clima característico do município de São Benedito é o Tropical Quente Semi-árido Brando, Tropical Quente Sub-úmido e Tropical Quente Úmido, com temperaturas médias de 22° a 24. Os ventos variam de moderado a fortes na maior parte do ano.

O regime pluviométrico da área de influência do projeto é regular, com precipitação média anual em torno de 1900,00 mm. O trimestre mais chuvoso situa-se entre os meses de janeiro a maio e o mais seco de setembro a novembro.

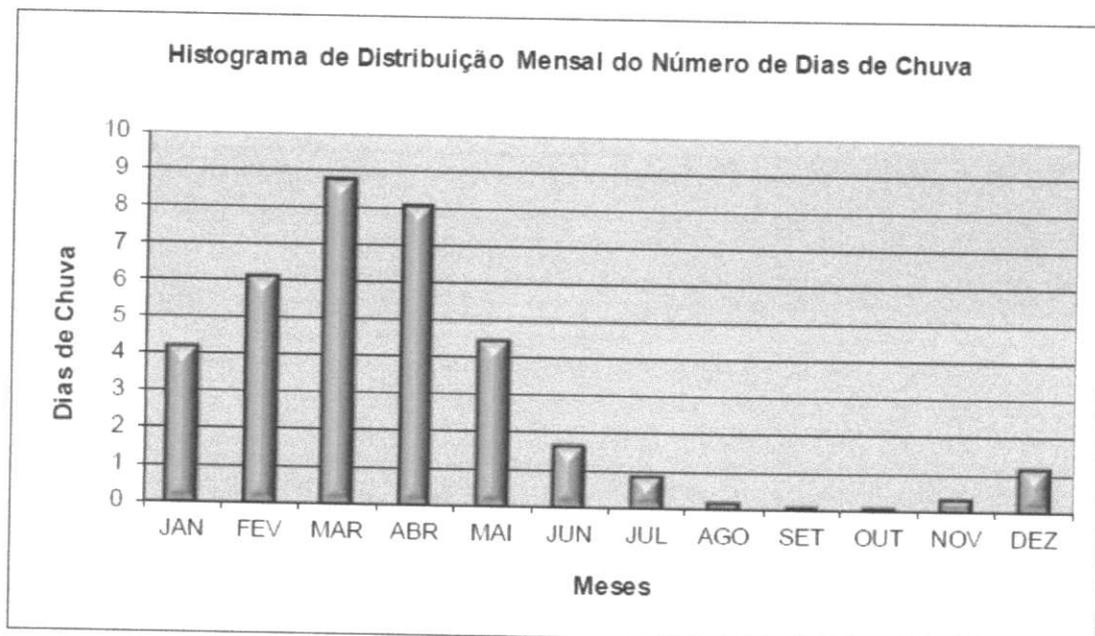
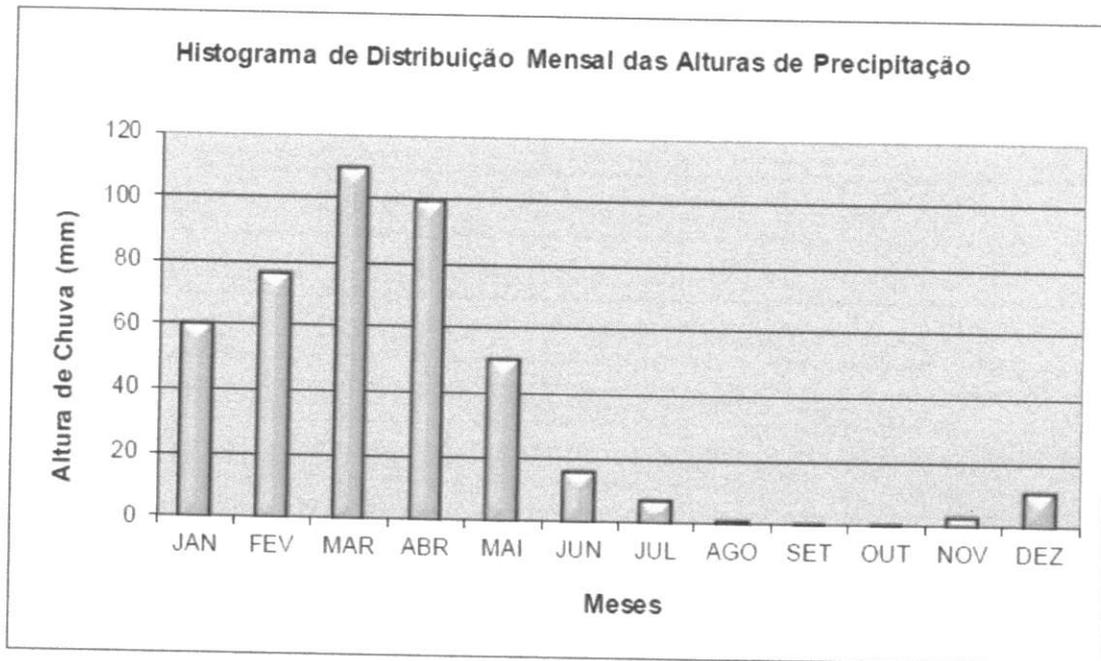
Para caracterizar o regime pluviométrico da área de interesse do projeto de engenharia, coletaram-se no site da ANA – Agência Nacional de Águas os dados pertencentes ao posto de Carnaubal/CE (posto mais próximo com série histórica maior

245
ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

que 30 anos), em série histórica de 1970 a 2016, com dados distribuídos por dia e mês de cada ano.

A partir dos dados coletados do posto de Carnaubal referentes à série histórica de 1970 a 2016, montou-se os histogramas de distribuição mensal das alturas de precipitação e de distribuição mensal do número de dias de chuva, apresentados a seguir.



F L S 246
 F L S
 20

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Os dados pluviométricos adotados nos projetos são referentes ao posto de Carnaubal, no estado do Ceará, latitude -4:16:67, longitude -40:86:67 sendo a FUNCEME o órgão responsável.

2.2.4. Análise dos Dados e Definição das Curvas "Intensidade-Duração-Freqüência"

Aplicou-se aos dados pluviométricos do posto de Paraipaba o método estatístico de distribuição de Log-Pearson Tipo III, demonstrado no "Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem" do DNIT (DNER), definindo assim as precipitações máximas, do posto em estudo, em função de sua duração e período de retorno, caracterizando assim o regime de chuvas da região.

A precipitação P (mm), por esse método, é determinada a partir da seguinte expressão:

$$\log P_{(t)} = \bar{x} + k\delta ; \text{ onde:}$$

$P_{(t)}$ = precipitação máxima para o tempo de recorrência previsto;

\bar{x} = média dos logaritmos das precipitações da série disponível;

δ = desvio padrão dos logaritmos das precipitações da série disponível;

k = fator de frequência, função do coeficiente de assimetria e da probabilidade de não exceder, cujos valores são apresentados nas tabelas Qd-6.5.1 e Qd-6.5.2 do "Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem" do DNIT (DNER).

Os dados e resultados obtidos, em função da duração e do período de retorno, estão apresentados nas tabelas a seguir.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS			
MÊS	MÉDIA (mm)	MÉDIA DO N° DE DIAS DE CHUVA	TOTAL DE DIAS DE CHUVA
JANEIRO	1.95	1.95	60.47
FEVEREIRO	2.69	2.69	76.34
MARÇO	3.53	3.53	109.32
ABRIL	3.31	3.31	99.42
MAIO	1.63	1.63	50.52
JUNHO	0.54	0.54	16.17
DADOS PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS			

247
EP

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

MÊS	MÉDIA (mm)	MÉDIA DO Nº DE DIAS DE CHUVA	TOTAL DE DIAS DE CHUVA
JULHO	0.23	0.23	7.22
AGOSTO	0.03	0.03	1.08
SETEMBRO	0.02	0.02	0.51
OUTUBRO	0.00	0.00	0.03
NOVEMBRO	0.11	0.11	3.16
DEZEMBRO	0.37	0.37	11.42

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA (Estudo Estatístico - Método de Log-Pearson Tipo III)											
Ano	Total de dias de chuva	Média anual de chuvas (mm)	P _{min} (mm)	P _{máx} (mm)	Número de Ordem "m"	Precip. em ordem decrescente P (mm)	X = LogP	X ²	X ³	F (%)	TR (anos)
1970	15.0	0.5	0.0	31.0	1	133.40	2.125	4.516	9.598	97.826	46.00
1971	34.0	1.5	0.0	48.0	2	111.20	2.046	4.187	8.566	95.652	23.00
1972	8.0	0.5	0.0	43.0	3	100.00	2.000	4.000	8.000	93.478	15.33
1973	33.0	1.1	0.0	67.0	4	99.00	1.996	3.983	7.948	91.304	11.50
1974	43.0	3.9	0.0	97.0	5	97.00	1.987	3.947	7.842	89.130	9.20
1975	25.0	0.9	0.0	30.0	6	95.00	1.978	3.911	7.736	86.957	7.67
1976	23.0	0.8	0.0	25.5	7	90.00	1.954	3.819	7.463	84.783	6.57
1977	22.0	1.4	0.0	50.2	8	90.00	1.954	3.819	7.463	82.609	5.75
1978	50.0	1.5	0.0	95.0	9	89.60	1.952	3.812	7.441	80.435	5.11
1979	58.0	1.2	0.0	53.4	10	87.00	1.940	3.762	7.296	78.261	4.60
1980	47.0	1.4	0.0	99.0	11	85.20	1.930	3.727	7.194	76.087	4.18
1981	50.0	1.3	0.0	85.2	12	78.40	1.894	3.588	6.798	73.913	3.83
1982	54.0	1.1	0.0	66.6	13	77.00	1.886	3.559	6.714	71.739	3.54
1983	30.0	0.5	0.0	33.2	14	75.60	1.879	3.529	6.629	69.565	3.29
1984	95.0	2.6	0.0	56.0	15	72.00	1.857	3.450	6.407	67.391	3.07
1985	144.0	4.5	0.0	90.0	16	70.80	1.850	3.423	6.332	65.217	2.88
1986	95.0	2.4	0.0	40.0	17	69.20	1.840	3.386	6.231	63.043	2.71
1987	55.0	1.1	0.0	30.8	18	69.00	1.839	3.381	6.218	60.870	2.56

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA (Estudo Estatístico - Método de Log-Pearson Tipo III)											
Ano	Total de dias de chuva	Média anual de chuvas (mm)	P _{mín} (mm)	P _{máx} (mm)	Número de Ordem "m"	Precip. em ordem decrescente P (mm)	X = LogP	X ²	X ³	F (%)	TR (anos)
1988	61.0	2.2	0.0	70.8	19	67.00	1.826	3.335	6.089	58.696	2.42
1989	82.0	3.3	0.0	100.0	20	66.60	1.823	3.325	6.063	56.522	2.30
1990	40.0	1.3	0.0	55.2	21	66.00	1.820	3.311	6.024	54.348	2.19
1991	50.0	1.3	0.0	42.2	22	65.00	1.813	3.287	5.958	52.174	2.09
1992	41.0	1.3	0.0	44.4	23	62.00	1.792	3.213	5.758	50.000	2.00
1993	19.0	0.7	0.0	44.6	24	57.80	1.762	3.104	5.470	47.826	1.92
1994	57.0	2.0	0.0	57.8	25	57.00	1.756	3.083	5.414	45.652	1.84
1995	65.0	1.9	0.0	72.0	26	56.00	1.748	3.056	5.343	43.478	1.77
1996	51.0	2.3	0.0	62.0	27	56.00	1.748	3.056	5.343	41.304	1.70
1997	37.0	1.2	0.0	75.6	28	55.20	1.742	3.034	5.286	39.130	1.64
1998	24.0	0.7	0.0	44.0	29	53.40	1.728	2.984	5.156	36.957	1.59
1999	57.0	1.4	0.0	78.4	30	50.20	1.701	2.892	4.919	34.783	1.53
2000	57.0	1.9	0.0	37.6	31	48.00	1.681	2.827	4.752	32.609	1.48
2001	54.0	1.4	0.0	89.6	32	44.60	1.649	2.720	4.487	30.435	1.44
2002	60.0	1.9	0.0	66.0	33	44.40	1.647	2.714	4.471	28.261	1.39
2003	60.0	2.1	0.0	65.0	34	44.00	1.643	2.701	4.439	26.087	1.35
2004	61.0	3.2	0.0	133.4	35	43.00	1.633	2.668	4.358	23.913	1.31
2005	57.0	1.2	0.0	69.0	36	42.20	1.625	2.642	4.293	21.739	1.28
2006	42.0	1.5	0.0	56.0	37	40.00	1.602	2.567	4.112	19.565	1.24
2007	34.0	1.4	0.0	77.0	38	37.60	1.575	2.481	3.908	17.391	1.21
2008	65.0	2.6	0.0	111.2	39	35.00	1.544	2.384	3.681	15.217	1.18
2009	58.0	2.5	0.0	69.2	40	33.20	1.521	2.314	3.520	13.043	1.15
2010	16.0	0.5	0.0	32.0	41	32.00	1.505	2.265	3.410	10.870	1.12
2011	27.0	1.6	0.0	87.0	42	31.00	1.491	2.224	3.317	8.696	1.10
2012	8.0	0.6	0.0	90.0	43	30.80	1.489	2.216	3.298	6.522	1.07
2013	28.0	0.7	0.0	23.8	44	30.00	1.477	2.182	3.223	4.348	1.05
2014	32.0	0.8	0.0	20.2	45	25.50	1.407	1.978	2.783	2.174	1.02
2015	33.0	0.9	0.0	35.0	46	23.80	1.377	1.895	2.609	0.000	1.00

249


PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA (Estudo Estatístico - Método de Log-Pearson Tipo III)											
Ano	Total de dias de chuva	Média anual de chuvas (mm)	P _{mín} (mm)	P _{máx} (mm)	Número de Ordem "m"	Precip. em ordem decrescente P (mm)	X = LogP	X ²	X ³	F (%)	TR (anos)
2016	35.0	1.1	0.0	57.0	47	20.20	1.305	1.704	2.224	-2.174	0.98

n =	47*	x =	1.75191175
α X =	82.3399	s =	0.1927
α X² =	145.9604	CA =	-0.7081
α X³ =	261.5830	CS =	-0.8362

*1970 a 2016

TR	1	5	10	15	20	25	50	100
K	-2.82	0.86	1.18	1.42	1.42	1.49	1.66	1.81
P	16.13	82.62	95.47	106.20	106.20	109.36	118.13	125.87

Fonte: Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (DNER)

Duração (horas)	Altura Pluviométrica (mm)							
	Período de Retorno T (anos)							
	1	5	10	15	20	25	50	100
0.083	1.94	9.95	11.50	12.79	12.79	13.17	14.23	15.16
0.167	3.09	15.81	18.27	20.32	20.32	20.92	22.60	24.08
0.250	4.00	20.49	23.68	26.34	26.34	27.12	29.30	31.22
0.333	4.63	23.71	27.40	30.48	30.48	31.38	33.90	36.12
0.417	5.20	26.64	30.78	34.24	34.24	35.26	38.09	40.58
0.500	5.72	29.27	33.83	37.63	37.63	38.75	41.86	44.60
1	7.72	39.56	45.71	50.85	50.85	52.36	56.56	60.27
6	13.24	67.81	78.36	87.17	87.17	89.76	96.97	103.32
8	14.35	73.46	84.89	94.43	94.43	97.24	105.05	111.93
10	15.08	77.23	89.25	99.28	99.28	102.23	110.43	117.67
12	15.63	80.05	92.51	102.91	102.91	105.97	114.47	121.97
24	18.39	94.18	108.84	121.07	121.07	124.67	134.67	143.50

250
CP

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Duração (min)	Intensidade (cm/h)							
	Período de Retorno T (anos)							
	1	5	10	15	20	25	50	100
5	2.33	11.94	13.80	15.35	15.35	15.81	17.08	18.20
8	2.01	10.31	11.91	13.25	13.25	13.64	14.74	15.70
11	1.80	9.20	10.63	11.82	11.82	12.17	13.15	14.01
14	1.63	8.36	9.66	10.74	10.74	11.06	11.95	12.73
17	1.50	7.68	8.87	9.87	9.87	10.16	10.98	11.70
20	1.39	7.11	8.22	9.14	9.14	9.42	10.17	10.84
23	1.30	6.68	7.72	8.59	8.59	8.84	9.55	10.18
26	1.23	6.30	7.28	8.10	8.10	8.34	9.01	9.60
29	1.16	5.96	6.89	7.66	7.66	7.89	8.52	9.08
30	1.14	5.85	6.77	7.53	7.53	7.75	8.37	8.92
34	1.08	5.51	6.37	7.08	7.08	7.30	7.88	8.40
37	1.03	5.28	6.10	6.79	6.79	6.99	7.55	8.04
40	0.99	5.07	5.85	6.51	6.51	6.71	7.24	7.72
43	0.95	4.87	5.63	6.26	6.26	6.44	6.96	7.42
46	0.91	4.68	5.41	6.02	6.02	6.20	6.70	7.14
49	0.88	4.51	5.21	5.80	5.80	5.97	6.45	6.87
52	0.85	4.35	5.02	5.59	5.59	5.75	6.22	6.62
55	0.82	4.19	4.85	5.39	5.39	5.55	6.00	6.39
58	0.79	4.05	4.68	5.20	5.20	5.36	5.79	6.17
60	0.77	3.96	4.57	5.08	5.08	5.24	5.66	6.03

Definida a equação do regime de chuvas, passamos à fixação dos tempos de recorrência. Essa fixação envolveu o conceito de "coeficiente de segurança", representado pelo fator "K", que se queira prestar às obras de drenagem, pois implica no tempo decorrido entre duas precipitações críticas ao projeto: - a um maior período de retorno corresponde uma menor probabilidade de ocorrência de um afluxo às obras superiores ao previsto.

ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Evidentemente, a segurança deve ser função da responsabilidade da obra, pois as conseqüências de um afluxo superior à capacidade de descarga de uma obra de drenagem superficial são mínimas, comparadas às de uma obra-de-arte corrente ou especial. Um bueiro de talvegue ao receber um afluxo superior à sua capacidade terá seu regime de escoamento totalmente modificado, passando a trabalhar com um aumento sensível de velocidade. Tal fato, além de causar turbulência junto às bocas de montante e jusante, com conseqüente erosão no maciço do aterro, em vias de saturação, decorrente do represamento, poderá ameaçar a estabilidade do aterro.

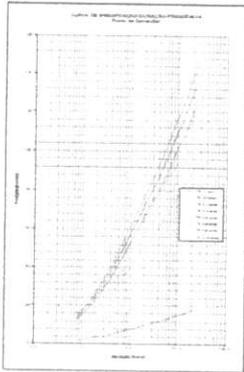
Devido a essas considerações, fixou-se o tempo de recorrência em 10 anos para as obras de drenagem superficial, 15, 25 e 50 anos para obras de arte correntes e 100 anos para obras de arte especiais.

Apresenta-se a seguir as curvas de **Intensidade - Duração e Altura - Duração** para os tempos de recorrência de 1 ano, 5 anos, 10 anos, 15 anos, 20 anos, 25 anos, 50 anos e 100 anos.

252

OP

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

2.2.5. Caracterização das Bacias de Contribuição

A caracterização das bacias de contribuição foi feita mediante a avaliação de suas principais características físicas, assim entendidas as áreas, os comprimentos dos talwegues, as inclinações longitudinais, os tipos de solos, as coberturas vegetais, etc.

a) As pequenas áreas de drenagem, as correspondentes ao escoamento superficial, foram avaliadas em função dos elementos definidos das seções transversais - tipo da rodovia. Para tanto foram considerados os seguintes tipos de escoamento principais:

- Escoamento em sarjetas de corte
- Escoamento em banquetas de aterro

Nas seções normais o escoamento em sarjetas de corte compreende a semi-seção constituída pela faixa de tráfego, pelo acostamento, e as contribuições provenientes do talude. O escoamento em banquetas de aterro compreende a semi - seção constituída pela faixa de tráfego e pelo acostamento, para as banquetas do bordo externo e pela faixa de tráfego e faixa de segurança, para as banquetas do bordo interno.

Nas seções superelevadas o escoamento em sarjeta de corte compreende as faixas de tráfego, o acostamento, a faixa de segurança e as contribuições provenientes do talude dos cortes. O escoamento em banquetas de aterro compreende a faixa de segurança, as faixas de tráfego e o acostamento.

b) As grandes áreas de drenagem, correspondentes ao escoamento externo à rodovia, foram avaliadas a partir de mapas, em escalas compatíveis e ferramentas como o Google Earth. Em tais mapas, as bacias de contribuição foram delimitadas tendo suas áreas determinadas através de planímetro, bem como as extensões e declividades dos seus talwegues principais.

c) Através de detalhadas observações de campo, classificou-se o tipo de solo das bacias drenadas pelas obras de arte correntes e especiais, enquadrando-o nas especificações "Soil Conservation Service, Department of Agriculture, U.S.A.". Assim é que os solos daquelas bacias podem ser enquadrados no grupo hidrológico A, correspondente aos solos arenosos profundos, rapidamente permeáveis;

2.2.6. Coeficientes de escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento é definido como sendo a parcela d'água precipitada que escoam superficialmente, contribuindo para a obra.

a) Para a drenagem superficial o coeficiente de escoamento foi tomado igual à média ponderada dos valores correspondentes a cada superfície drenada, tendo-se considerado os seguintes valores:

TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE "RUN-OFF"
Canteiro gramado (Solo com cobertura vegetal)	0,20
Faixa de tráfego (Revestimento Asfáltico)	0,80
Faixa de segurança (Revestimento Asfáltico)	0,80
Acostamento (Revestimento Asfáltico)	0,80
Talude de corte (Revestimento Asfáltico)	0,40
Terreno natural (Terra nua natural)	0,20

Assim, tem-se:

- Coeficiente de escoamento em sarjeta de corte em relação ao desvio:

Tangente				
	Faixa de Tráfego	Acostamento	Talude	Total
L	3,50	0,00	5,65	9,15
C	0,88	0,00	0,60	1,48
L*C	3,08	0,00	3,39	6,47

$$C_m = \frac{\sum (L \cdot C)}{\sum L} = 0,71$$

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Curva					
	Faixa Segurança	Faixas Tráfego	Acostam.	Talude	Total
L	1,00	6,00	0,00	5,65	12,65
C	0,88	0,88	0,00	0,60	2,36
L*C	0,88	5,28	0,00	3,39	9,55

$$C_m = \frac{\sum (L \cdot C)}{\sum L} = 0,75$$

- Coeficiente de escoamento em banquetas de aterro:

Foi adotado um C = 0,88, tanto em tangente quanto em curva.

- b) Para a drenagem de pequenas áreas externas à rodovia o coeficiente adotado foi C = 0,17, correspondente a solo com cobertura vegetal compacto plano, dominante na região, conforme tabela abaixo:

TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE "RUN-OFF"
Terra compactada	0,40 - 0,60
Terra nua natural	0,20 - 0,40
Solo com cobertura vegetal	
arenoso: Plano, até 2%	0,05 - 0,10
Médio, entre 2% e 7%	0,10 - 0,15
Íngreme, acima de 7%	0,15 - 0,20
Solo com cobertura vegetal compacto:	
Plano, até 2%	0,13 - 0,17
Médio, entre 2% e 7%	0,18 - 0,22
Íngreme, acima de 7%	0,15 - 0,35

- c) Processo do Hidrograma Triangular Sintético para o cálculo dos fluxos, conforme pode ser visto adiante, utilizou-se o coeficiente "CN" (número de curvas de escoamento superficial, representativo do complexo hidrológico solo □ vegetação) conforme a tabela abaixo:



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE RUN-OFF E VALORES DO NÚMERO DE DEFLÚVIO						
USO DO SOLO E TIPO DE VEGETAÇÃO	TIPO DE ARRANJO DA VEGETAÇÃO	CONDIÇÕES PARA INFILTRAÇÃO	GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO			
			A	B	C	D
Rala ou solo descoberto	SR	-	76	86	91	94
Cultivo de Fileiras (Cana-de-açúcar, Algodão, Mandioca, etc.)	SR	MÁ	72	81	88	91
	SR	BOA	67	78	85	89
	C	MÁ	70	79	84	88
	C	BOA	65	75	82	86
	C e T	MÁ	66	71	80	82
	C e T	BOA	62	71	78	81
Vegetação Rasteira (Capim Pangola)	SR	MÁ	65	76	84	88
	SR	BOA	63	75	83	87
	C	MÁ	63	74	82	85
	C	BOA	61	73	81	84
	C e T	MÁ	61	72	79	82
	C e T	BOA	59	70	78	81
Pastos de Rotação (Legumes, Capim, Trigo)	SR	MÁ	66	77	85	89
	SR	BOA	56	72	81	85
	C	MÁ	61	75	83	85
	C	BOA	55	69	78	83
	C e T	MÁ	63	73	80	83
	C e T	BOA	51	67	76	80



ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE RUN-OFF E VALORES DO NÚMERO DE DEFLÚVIO						
USO DO SOLO E TIPO DE VEGETAÇÃO	TIPO DE ARRANJO DA VEGETAÇÃO	CONDIÇÕES PARA INFILTRAÇÃO	GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO			
			A	B	C	D
Pradaria e Pastagem	-	MÁ	66	79	86	89
	-	REGULAR	49	69	79	84
	-	BOA	39	61	74	80
	C	MÁ	47	67	81	86
	C	REGULAR	25	59	75	83
	C	BOA	6	35	70	79
Pradaria Permanente	-	-	30	58	71	78
Florestas	-	MÁ	45	66	77	83
	-	REGULAR	36	60	73	79
	-	BOA	25	55	70	77
SR- Em fileiras retas		Lavouras meonizadas - boas condições de infiltração				
C- Em curvas de nível		Lavoura manua - más condições de infiltraçã ^l o				
C e T- Terraços em nível						

 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

2.2.7. Tempo de Concentração

Para as obras de drenagem superficial (sarjetas de corte, banquetas de aterro, descidas d'água e valetas de proteção), foi adotado um tempo de concentração fixo, igual ao tempo de duração da chuva de 6 (seis) minutos.

Os demais tempos de concentração, foram obtidos através da aplicação da fórmula do DNOS, a seguir apresentada:

$$TC = \frac{10}{K} \times \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{I^{0,4}};$$

Onde:

TC = tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia, em ha;

L = comprimento do talvegue principal, em m;

I = declividade média do talvegue, em %;

K = parâmetro que depende das características da bacia, conforme quadro a seguir:

Características da Bacia	K
Terreno areno-argiloso, coberto de vegetação intensa, elevada absorção	2,0
Terreno comum, coberto de vegetação, absorção apreciável	3,0
Terreno argiloso, coberto de vegetação, absorção média	4,0
Terreno de vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5,0
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

259
EP

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

2.2.9. Resultados obtidos

Para a drenagem superficial (sarjetas de corte e banquetas de aterro) foi considerado um tempo de recorrência de 10 anos e um tempo de concentração de 5 minutos, o que significa, para o Posto de Carnaubal/CE, adotado no projeto, uma precipitação de 13,80 cm/h. As obras de Drenagem serão executadas em segunda etapa.

2.3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

2.3.1. Introdução

Os estudos topográficos foram realizados com o objetivo de definir a topografia da pista existente e dos locais de melhoramentos operacionais, fornecendo os dados necessários à elaboração do projeto.

Constaram das seguintes etapas de trabalho:

- Base de Apoio Geodésico;
- Implantação do Eixo de Referência;
- Levantamento Planialtimétrico e Cadastral da Faixa de Domínio;
- Levantamento e Cadastramento Complementares;
- Desenhos

2.3.2. Base de Apoio Geodésico

Ao longo do segmento foi utilizada a rede de marcos georreferenciados disponibilizados pela contratante, sendo essa utilizada para dar apoio planialtimétrico aos serviços de levantamento topográfico.

As coordenadas desses marcos são verdadeiras, as quais tiveram suas coordenadas UTM determinadas por rastreamento GPS, através do método de posicionamento diferencial estático pós processados.

2.3.3. Implantação do Eixo de Referência

A implantação do eixo de referência foi feita no bordo direito da rodovia vicinal, com espaçamento de 20 m entre as estacas, materializadas com a colocação de prego e um círculo de tinta em volta e piquete testemunho.

2.3.4. Levantamento Planialtimétrico e Cadastral da Faixa de Domínio

O levantamento planialtimétrico e cadastral foi executado por estação total, a partir da poligonal implantada, sendo levantados todos os pontos necessários para caracterizar adequadamente os detalhes planialtimétricos de interesse. Dentro da faixa de domínio prevista, correspondendo a 20 m para cada lado a partir do eixo.

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

2.3.5. Levantamento e Cadastramento Complementares

Foram feitos os seguintes levantamentos e cadastramentos:

- Pontos notáveis, como início e final de pontes, posição de bueiros, início e final de curvas horizontais, etc.;
- Dispositivos de drenagem existentes, especificando seus estados de conservação e funcionamento;
- Cadastro das áreas a serem objeto de recuperação ambiental.

2.3.6. Desenhos

2.3.6.1. Plantas

Uma vez inseridos os pontos no desenho, em ambiente digital, a planta foi executada com plataforma Cad, nas cores, "layers" e convenções usuais. Foram impressas em formato A1, contendo até 700 m (setecentos) cada uma, na escala 1:2.000.

A altimetria foi determinada a partir das cotas dos pontos de detalhe, pela geração de modelo digital do terreno (DTM) através de "software" específico, e representada por curvas de nível de metro em metro;

2.3.6.2. Perfis

O perfil da pista existente foi desenhado com as cotas obtidas no nivelamento e contranivelamento das estacas materializadas. No caso de eixos adicionais, como na duplicação e nas interseções, as cotas foram lidas nas plantas topográficas obtidas.

2.3.7. Apresentação dos Estudos Topográficos

Os estudos topográficos são apresentados por meio de textos, constantes do Volume 1 - Relatório do Projeto, e de plantas e perfis da topografia ao longo do segmento, apresentados em conjunto com o projeto geométrico, no Volume 2 - Projeto de Execução.

2.4. ESTUDOS DE TRÁFEGO

2.4.1. Introdução

Os estudos de tráfego foram desenvolvidos objetivando fundamentalmente definir o número de repetições do eixo simples padrão (número N) de 8.2t, pelo critério do *United States Arms Corps Engineer* (USACE), para um período de projeto de 10 anos, contados a partir do ano previsto para conclusão da obra, necessário ao dimensionamento das soluções de pavimentação.

Para esse fim, o trecho estudado foi o Acesso a Comunidade de Santa Rosa.

2.4.2. Levantamento dos Dados Existentes

Para estimativa do VMD que irá carregar o trecho, partiu-se da premissa que haverá uma solicitação muito diminuta em função de não haver nenhum gerador de tráfego de porte.

2.4.3. Determinação do Número "N"

Com os fatores de veículos indicados, levando em conta as projeções do tráfego e mediante o conhecido algoritmo, os "Números de Repetições do Eixo Simples Padrão N", foram estimados, na metodologia do "USACE", o número N inferior a 10^6 , com isso foi adotado: $N = 0,9 \times 10^6$

ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

3. PROJ ETOS

264
EP

3.1. PROJETO GEOMÉTRICO

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

3.1.1. Introdução

O projeto geométrico foi desenvolvido a partir dos estudos topográficos realizados em campo e das características técnicas adequadas à importância da via dentro do cenário regional. Nesse sentido foram definidos os traçados em planta e perfil, os quais são descritos a seguir.

3.1.2. Considerações Gerais de Traçado

3.1.2.1. Traçado em Planta e Perfil

O traçado em planta e perfil foi definido com base no eixo exploratório locado em campo pela equipe de topografia, coincidente com o traçado atual. Partindo do final do atual trecho asfaltado da Estrada Santa Rosa, no Sítio Santa Rosa, em direção a comunidade da Santa Rosa, numa extensão total de 1.750,00 metros. Foi possível adequar a via a uma classe da rodovia (Classe IV) e velocidade diretriz de projeto (60 km/h).

3.1.2.2. Seção Transversal

A plataforma projetada possui uma largura de 7,00m, sendo constituída pelos elementos e respectivas dimensões, abaixo descritos:

- 02 (dois) faixas de tráfego com 3,0m cada;
- 02 (dois) acostamentos com 0,50m cada;

3.1.3. Principais Características Técnicas e Operacionais

QUADRO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	
Ano de Abertura	2021
Término da Via Útil	2030
Velocidade Diretriz	60 km/h
Largura da Faixa de Tráfego	3,00m
Largura do Acostamento	0,50m
Largura de Drenagem - Corte	0,50m
Faixa de Domínio (Simétrica)	-
Número N (2027)	0.9x10 ⁶

ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA**3.1.4. Apresentação do Projeto Geométrico**

O Projeto Geométrico é apresentado no Volume 02 – Projeto de Execução, em formato A1, na escala 1:2000 e 1:200, respectivamente em planta e perfil.

Os elementos dos projetos horizontais e verticais serão apresentados no Volume 2A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA**3.2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO****3.2.1. Introdução**

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os estudos realizados para a definição da estrutura de pavimento a ser implantada do segmento da rodovia Vicinal do Acesso a Comunidade Santa Rosa, no município de São Benedito. Os estudos e projetos foram desenvolvidos com base na IS-211 - Projeto de Pavimentação (Pavimentos Flexíveis) de modo que o pavimento venha a suportar o Número N de repetições do eixo padrão determinado para um período de projeto de 10 anos, no caso específico o tráfego será composto por veículos que irão usufruir do empreendimento projetado.

3.2.2 Característica do pavimento existente.

As imagens a seguir são do subleito natural existente nos trechos a serem pavimentados. Serão demonstradas a seguir imagens do início e fim dos três trechos do projeto.



Imagem 1 - Início do Trecho 1 (Estaca 0)

O início do Trecho 1 (Est. 0) se dá no término da pavimentação asfáltica existente (Próximo a entrada da Agua Serra Grande).

ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

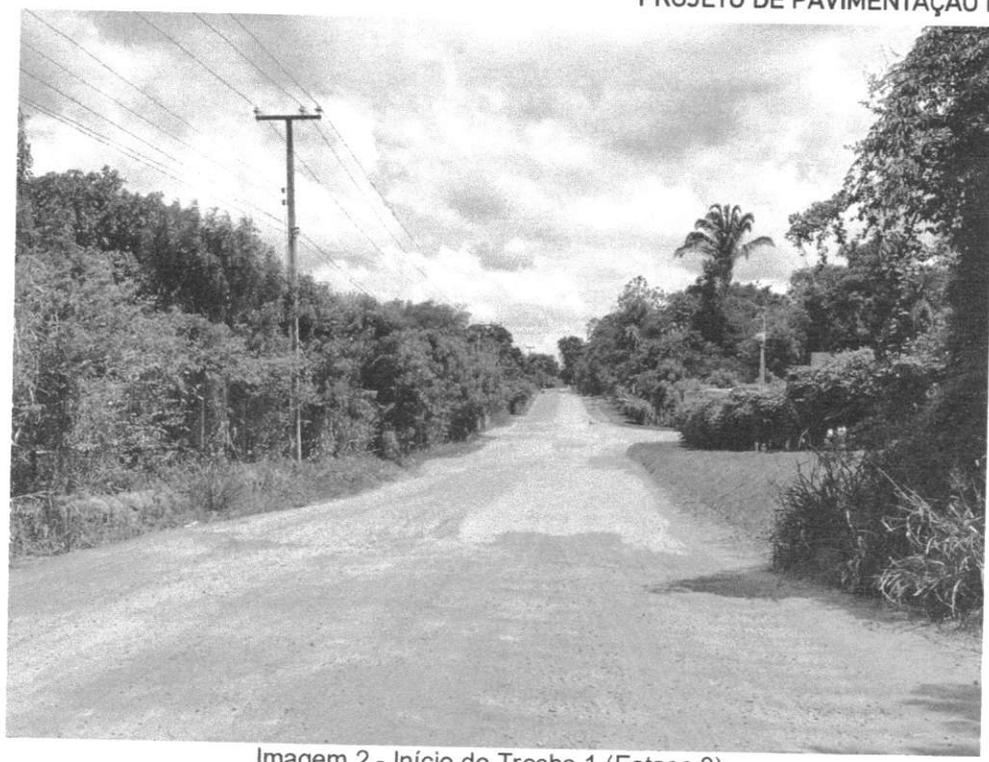


Imagem 2 - Início do Trecho 1 (Estaca 0)

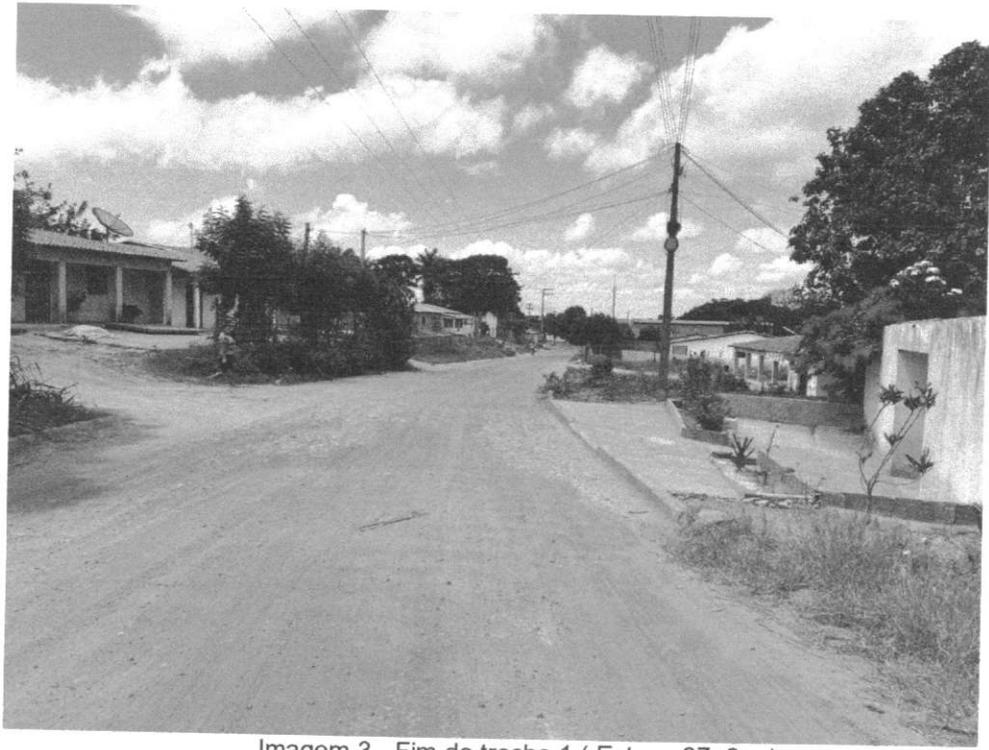


Imagem 3 - Fim do trecho 1 (Estaca 87+9m)

Imagem 4 - Início do trecho 3 (Estaca 203+4,59m)

O início do Trecho 3 (Est. 203+4,59m) se dá no término da pavimentação de pedra existente.

268
20

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

3.2.3 Considerações preliminares sobre o tráfego

Por se tratar de um acesso a uma localidade que não gera um tráfego significativo, estimou-se um número "N" igual a $0,9 \times 10^6$ segundo as equações de equivalência do Corpo de Engenheiros (USACE) para um período de 10 (dez) anos, considerando-se o ano de abertura 2021 e o horizonte do projeto em 2031.

3.2.4. Considerações sobre o Estudo Geotécnico

Os estudos geotécnicos, constante desse relatório, permitiram tomar todas as decisões com respeito ao tipo de dimensionamento e dos materiais a serem utilizados.

Com base nos estudos geotécnicos foi possível concluir que todo o dimensionamento será feito pelo método da resistência, posto que o subleito, face ao revestimento primário existente tem um suporte razoável.

Procurou-se ter ao longo do trecho a realização do greide colado, sendo assim o subleito natural será utilizado como suporte da pavimentação. A sub-base virá das jazidas estudadas e a base da mistura usinada de 30% da pedreira P-01 com 70% de material da Jazida J-01.

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

O revestimento será de Tratamento Superficial Duplo (TSD) que será implantada logo após a imprimação (asfalto diluído do tipo CM-30).

3.2.5 Dimensionamento do Pavimento - Conclusão

Adotando o tráfego citado, o valor estatístico histórico do estudo do subleito da região e os valores encontrados nos ensaios realizados nas amostras colhidas no subleito, utilizamos o "Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis" de autoria do Eng.º Murilo Lopes de Sousa, datado de 1966 e revisto em 1981, através da publicação 667 do IPR, atualmente em vigor no DNIT.

Os cálculos efetuados levaram ao dimensionamento da planilha apresentada a seguir sob o título de "Dimensionamento de Pavimento Flexível".

QUADRO RESUMO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL							
Segmentos Homogêneos	Número "N"	Subleito	H _n	Sub-Base (cm)	H ₂₀	Base (cm)	TSD (cm)
Localização		CBR (%)					
(segmento único)	0,9 x 10 ⁶	11	28,9	10,0	24,3	15,0	2,5

3.2.6. Apresentação do Projeto de Pavimentação

A apresentação do Projeto de Pavimentação é feito por meio de textos e peças gráficas como as seções transversais tipo, esquema de localização e distribuição de materiais, croquis de ocorrências constantes no Volume 2 – Projeto de Execução.

3.3. PROJETO DE DRENAGEM

3.3.1. Introdução

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido tendo em vista o escoamento das águas pluviais que atingem a rodovia e as águas dos cursos d'água, perenes ou não, cortados pelo traçado.

Dentro, pois, desse objetivo, serão abordados nesse item a drenagem superficial enquanto as obras de arte correntes e obras de arte especiais serão desenvolvidas em itens específicos. Por se tratar de rodovia implantada em greide colado, a implantação da drenagem superficial poderá, se necessário, ser implantada em segunda etapa.

270
OP

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

3.3.2. Drenagem Superficial

A drenagem superficial foi elaborada a partir da análise do projeto geométrico em planta e perfil, bem como das seções transversais, constando dos seguintes dispositivos:

- Sarjetas de corte;
- Banquetas de aterro;
- Descidas e saídas d'água.

3.3.2.1. Dimensionamento Hidráulico dos Dispositivos de Drenagem Superficial

No dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial foi utilizada a metodologia proposta pelo Manual de Drenagem do DNER, 1990.

a) Sarjetas de Corte

O dimensionamento hidráulico dos dispositivos acima foi realizado utilizando-se a seguinte metodologia:

- Determinação da vazão de contribuição pelo Método Racional

$$Q_p = \frac{c \times i \times A}{36 \times 10^4}$$

Sendo:

Q_p = descarga de projeto, em m^3/s ;

c = coeficiente de escoamento superficial, adimensional, fixado de acordo com o complexo solo-cobertura e declividade do terreno;

i = intensidade da chuva, em cm/h , para o tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração de 5 minutos;

A = área de contribuição, em m^2 .

Na situação da plataforma em tangente, foi estimada uma largura de contribuição de 9,15m, sendo 3,5m correspondente a semi-plataforma e 5,65m de largura de talude.



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Na situação da plataforma em curva, foi considerada uma largura de contribuição de 12,65m, sendo 7,00m correspondente a plataforma e 5,65m de largura de talude.

Como a área de contribuição é formada por superfícies com coeficientes de escoamento diferentes, foi adotado para valor do coeficiente de escoamento final, a média ponderada dos diversos coeficientes adotados, usando-se com peso, as respectivas larguras dos implúvios, ou seja:

$$C = \frac{L_1 \times C_1 + L_2 \times C_2 + \dots + L_n \times C_n}{\sum_1^n L}$$

Sendo:

L_1 = faixa da plataforma da rodovia que contribui para a valeta de proteção. Será a largura da semi-plataforma nos trechos em tangente e toda a plataforma contribuinte na borda interna das curvas;

L_2 = largura da projeção horizontal equivalente do talude de aterro;

L_3 = largura do terreno natural sobre o corte;

C_1 = coeficiente de escoamento superficial da plataforma da rodovia;

C_2 = coeficiente de escoamento superficial do talude de aterro;

C_3 = coeficiente de escoamento superficial do terreno natural sobre o corte;

- Cálculo da vazão de contribuição

Dados:	A (m ² /m) =	11,99	(em tangente)	L1 =	3,5	(Largura de implúvio da via - Tangente)
		15,49	em curva)	L2 =	7,0	(Largura de implúvio da via - Curva)
	i (cm/h) =	13,80	(t = 5 minutos ; T = 10 anos)	L3 =	8,485281	(Largura de implúvio do talude)
	c =	0,68	(em tangente)	C1 =	0,88	(Coeficiente Superficial da via)
	c =	0,73	(em curva)	C2 =	0,60	(Coeficiente Superficial do Talude)

Q (m ³ /s/m)	
tangente	Curva
0,00031	0,00043

L1 = 3,5 (Largura de implúvio da via - Tangente);

L2 = 7,0 (Largura de implúvio da via - Curva);

L3 = 8,49 (Largura de implúvio do talude de corte); C1 = 0,88 (Coeficiente superficial da via);

C2 = 0,60 (Coeficiente superficial do talude);

Determinação da capacidade de vazão dos dispositivos pela fórmula de Manning, associada à equação da continuidade

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

e Q = AV

- V = velocidade de escoamento da água, em m/s;
- R = raio hidráulico, em m;
- I = declividade longitudinal do dispositivo, em m/m;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning;
- Q = vazão máxima permissível, em m³/s; A = área da seção molhada, em m².

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

- Cálculo da capacidade hidráulica da sarjeta

Dados: Am (m²) = 0.15
 Pm (m) = 1.24055
 Rh (m) = 0.12091
 n = 0.016

I (m/m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)
0,000	0.000	0.000
0,005	0.162	1.081
0,010	0.229	1.528
0,015	0.281	1.872
0,020	0.324	2.161
0,025	0.362	2.416
0,030	0.397	2.647
0,035	0.429	2.859
0,040	0.458	3.057
0,045	0.486	3.242
0,050	0.513	3.417
0,055	0.538	3.584
0,060	0.562	3.743
0,065	0.584	3.896
0,070	0.607	4.043
0,075	0.628	4.185
0,080	0.648	4.323

Obs - Ver projeto tipo de sarjeta.

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Procedimentos adotados no dimensionamento das sarjetas de corte

- Igualando-se a equação proposta pelo Método Racional e a fórmula de Manning, e considerando-se a área de implúvio como sendo igual a $A = L \times d$, tem-se:

$$\frac{c \times i \times L \times d}{36 \times 10^4} = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \qquad d = 36 \times 10^4 \times \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{c \times i \times L \times n}$$

- Na equação acima, os valores de A, R e n são conhecidos, conforme a seção escolhida; os valores de c, i e L, são conhecidos, em função da chuva de projeto, dos tipos de superfície e das características geométricas da rodovia. a única variável existente é a declividade longitudinal (I);
- Traça-se a curva $d = f(I)$, que permite determinar o comprimento crítico da sarjeta, em função da declividade longitudinal;
- Além de determinar o posicionamento de saídas d'água, o cálculo do comprimento crítico está também condicionado á velocidade limite de erosão do material utilizado no revestimento adotado para a sarjeta.

A seguir apresenta-se a capacidade de vazão para as diversas declividades das sarjetas, com os respectivos comprimentos críticos.

- Cálculo do comprimento crítico (d) - Sarjeta de Corte

Dados:	L (m) =	11,99	(em tangente)
		15,49	(em curva - lado interno)
	C =	0,68	(em tangente)
		0,73	(em curva - lado interno)
	i (cm/h) =	13,80	(t = 5 minutos; T = 10 anos)

I (m/m)	d (m)	
	tangente	curva
0,005	517,50	375,84
0,010	731,86	531,51
0,015	896,34	650,97
0,020	1035,01	751,67
0,025	1157,17	840,40

FLS Nº 275
 ep

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

I (m/m)	d (m)	
	tangente	curva
0,030	1267,62	920,61
0,035	1369,19	994,37
0,040	1463,72	1063,03
0,045	1552,51	1127,51
0,050	1636,49	1188,50

b) Banquetas de Aterro

A utilização de banquetas de aterro foi condicionada, fundamentalmente, pela velocidade de erosão na borda da plataforma, isto é, de acordo com os limites de erosão do material de que é constituído o aterro. O cálculo da velocidade do escoamento na borda da plataforma determinou a necessidade ou não da utilização de banquetas.

A comparação da velocidade de escoamento na borda da plataforma com os valores limites de velocidade de erosão do material de construção do aterro, definirão a necessidade ou não de banquetas.

Os resultados obtidos são apresentados no quadro abaixo.

- Cálculo da Velocidade de escoamento na borda da plataforma

Dados:	α (%) =	3,50	(em tangente)
		4,00	(em curva - máxima superelevação)
	L (m) =	3,50	(em tangente)
		7,00	(em curva)
	i (cm/h) =	13,80	(t = 5 minutos ; T = 10 anos)
	C =	0,88	(revestimento betuminoso)
	K =	62,5	(asfalto áspero)

276


PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

a (%)	I (%)		V (m/s)		Conclusões	
	tangente	Curva	tangente	Curva	tangente	Curva
0,000	3,500	4,000	0,466	0,640	Ok	Ok
1,000	3,640	4,123	0,479	0,654	Ok	Ok

a (%)	I (%)		V (m/s)		Conclusões	
	tangente	Curva	tangente	Curva	tangente	Curva
1,500	3,808	4,272	0,495	0,671	Ok	Ok
2,000	4,031	4,472	0,515	0,692	Ok	Ok
3,000	4,610	5,000	0,565	0,749	Ok	Ok
4,000	5,315	5,657	0,625	0,816	Ok	banqueta
5,000	6,103	6,403	0,688	0,890	Ok	banqueta
5,300	6,351	6,640	0,708	0,913	Ok	banqueta
6,000	6,946	7,211	0,753	0,967	Ok	banqueta
7,000	7,826	8,062	0,819	1,046	banqueta	banqueta
8,000	8,732	8,944	0,884	1,125	banqueta	banqueta
9,000	9,657	9,849	0,949	1,203	banqueta	banqueta
10,000	10,595	10,770	1,012	1,281	banqueta	banqueta
11,000	11,543	11,705	1,075	1,358	banqueta	banqueta

Obs: Adotou-se como material constituinte do talude de aterro tufos de grama com solo exposto ($V_{m\acute{a}x} = 0,60$ a $1,20$ m/s).

Quando optou-se pela utilização de banqueta, o dimensionamento hidráulico consistiu, basicamente, no cálculo da máxima extensão admissível (comprimento crítico), de modo que não houvesse transbordamento, ou que a faixa de alargamento admissível no acostamento, não ultrapassasse os valores pré-fixados.

O cálculo da velocidade de escoamento na borda da plataforma foi realizado com base na reta de maior declive, na declividade dessa reta, no Método Racional e na fórmula de Strickler. Assim, ela foi determinada utilizando a seguinte expressão:

$$V = \frac{I^{7/10} \times K^{3/5} \times c^{2/5} \times i^{2/5} \times L^{2/5}}{166,92 \times \beta^{2/5}}$$

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

Sendo:

V = velocidade de escoamento na borda da plataforma, em m/s;

I = declividade da reta de maior declive, em m/m;

K = coeficiente de rugosidade de Strickler, tomado igual ao inverso do coeficiente de rugosidade de Manning, ou $K = 1/n$;

c = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

i = intensidade da chuva, em cm/h, para o tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração de 5 minutos;

L = largura do implúvio, em m;

β = declividade transversal da plataforma da rodovia, em m/m.

A declividade da reta de maior declive foi calculada através do emprego da seguinte fórmula:

$$I = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

Sendo:

α = declividade longitudinal da rodovia, em m/m;

β = declividade transversal da plataforma da rodovia, em m/m;

A comparação da velocidade de escoamento na borda da plataforma com os valores limites de velocidade de erosão do material de construção do aterro, definiu a necessidade ou não de banquetas

- Determinação da vazão de contribuição pelo Método Racional

$$Q_p = \frac{c \times i \times A}{36 \times 10^4}$$

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad \text{e} \quad Q = AV$$

V = velocidade de escoamento da água, em m/s; R = raio hidráulico, em m;
 I = declividade longitudinal do dispositivo, em m/m; n = coeficiente de rugosidade de Manning;
 Q = vazão máxima permissível, em m³/s; A = área da seção molhada, em m².

Dados:		Tangente	Curva
	Am (m ²) =	0,0175	0,0200
	Pm (m) =	1,0350	1,0400
	Rh (m) =	0,0169	0,0192
	n =	0,016	

I (m/m)	Q (m ³ /s)		V (m/s)	
	Tangente	Curva	Tangente	Curva
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,005	0,005	0,006	0,291	0,320
0,010	0,007	0,008	0,412	0,381
0,015	0,009	0,008	0,504	0,421
0,020	0,010	0,009	0,582	0,453
0,025	0,011	0,010	0,651	0,479
0,030	0,012	0,010	0,713	0,501
0,035	0,013	0,010	0,770	0,521
0,040	0,014	0,011	0,823	0,539
0,045	0,015	0,011	0,873	0,555
0,050	0,016	0,011	0,921	0,569
0,055	0,017	0,012	0,966	0,583
0,060	0,018	0,012	1,009	0,596
0,065	0,018	0,012	1,050	0,608

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

I (m/m)	Q (m³/s)		V (m/s)	
	Tangente	Curva	Tangente	Curva
0,070	0,019	0,012	1,089	0,619
0,075	0,020	0,013	1,128	0,630
0,080	0,020	0,013	1,165	0,640

Obs - Ver projeto tipo de meio-fio; foi considerado o alagamento de todo o acostamento (0,50m).

- Procedimentos adotados para cálculo do comprimento crítico na banquetta

Igualando-se a equação proposta pelo Método Racional e a fórmula de Manning, e considerando-se a área de implúvio como sendo igual a $A = L \times d$, tem-se:

$$\frac{c \times i \times L \times d}{36 \times 10^4} = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad d = 36 \times 10^4 \times \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{c \times i \times L \times n}$$

- Na equação acima, os valores de A, R e n são conhecidos, conforme a seção escolhida; os valores de c, i e L, são conhecidos, em função da chuva de projeto, dos tipos de superfície e das características geométricas da via. A única variável existente é a declividade longitudinal (I);

Traça-se a curva $d = f(I)$, que permite determinar o comprimento crítico da banquetta, em função da declividade longitudinal;

- Além de determinar o posicionamento de saídas d'água, o cálculo do comprimento crítico está também condicionado á velocidade limite de erosão do material utilizado no revestimento adotado para a plataforma.

Os valores calculados estão apresentados na tabela a seguir:

- Cálculo do comprimento crítico (d)

Dados:	L (m) =	3,50	(em tangente)
		7,00	(em curva)
	C =	0,88	(revestimento betuminoso)
	i (cm/h) =	13,80	(t = 5 minutos; T = 10 anos)

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

I (m/m)	d (m)	
	Tangente	Curva
0,005	43,40	27,02
0,010	61,38	38,21
0,015	75,17	46,80
0,020	86,80	54,04
0,025	97,04	60,42
0,030	106,31	66,19
0,035	114,82	71,49
0,040	122,75	76,43
0,045	130,20	81,06
0,050	137,24	85,45
0,055	143,94	89,62
0,060	150,34	93,61
0,065	156,48	97,43
0,070	162,39	101,11
0,075	168,08	104,65
0,080	173,597	108,086

Obs - Adotou-se uma distância mínima de uma descida d'água para outra de 20,0m

c) Saídas D'água

O dimensionamento hidráulico das saídas d'água será função da velocidade de escoamento da água a montante e da altura do fluxo afluyente.

Determinação do número de Froude

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}}$$

Sendo:

F_1 = número de Froude;

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

V_1 = velocidade do fluxo afluente à bacia, m/s;
 Y_1 = altura do fluxo afluente à bacia, em ;
 g = aceleração da gravidade, em m/s².

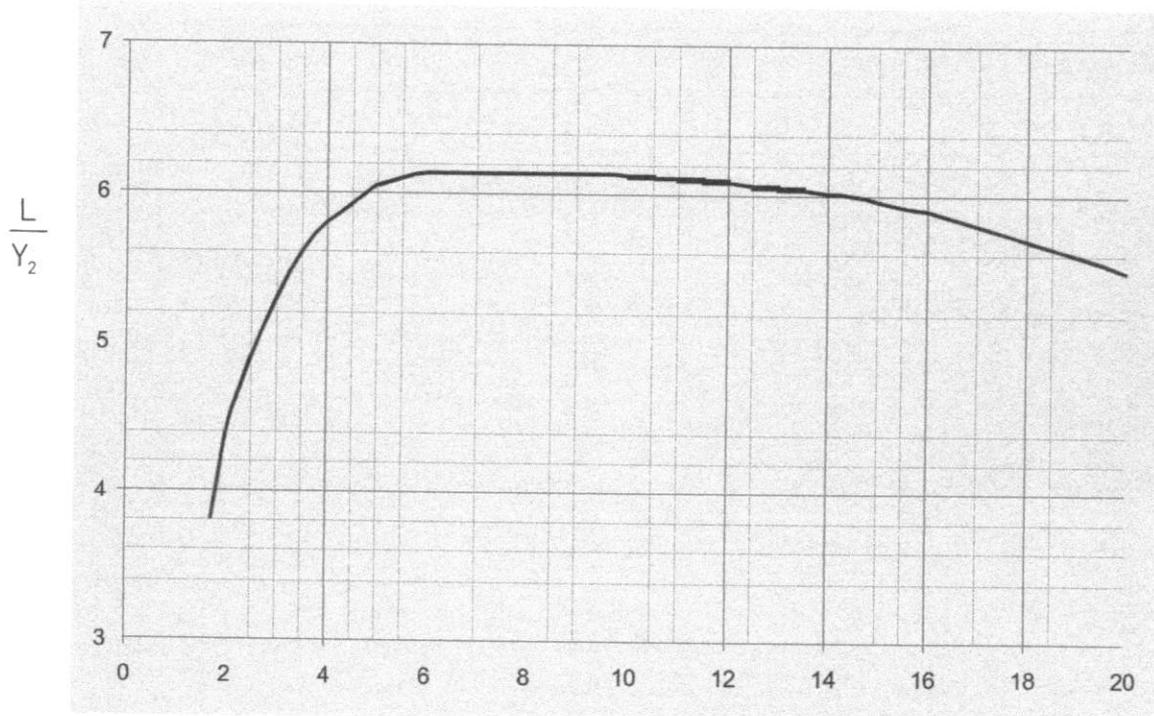
Determinação da altura do fluxo na saída da bacia de amortecimento

$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} \right) - 1$$

Y_2 = altura do fluxo na saída, em m;

- Determinação da altura do fluxo na saída da bacia de amortecimento

A longitude do ressalto (L), e por conseguinte, o comprimento da bacia de amortecimento, foi determinada pelo gráfico apresentado na folha seguinte, baseado em experiências de laboratório do BPR.



$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}}$$

3.4. PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES

3.4.1. Introdução

O trecho em estudo, ao longo de sua extensão, possui 1 (uma) obra de arte correntes existente, constituídas por bueiros tubulares. Tais obras se encontram em qualidades regulares não estando previsto nenhuma nova obra. No decorrer da obra deve ser observada suas reais condições e executadas as recuperações necessárias dessas estruturas.

3.4.2. Dimensionamento e Verificação da Capacidade Hidráulica

Os bueiros existentes foram redimensionados e as vazões existentes são suficientes, visto que essas obras não apresentaram problemas de insuficiência de vazão, constatadas na Verificação Hidráulica.

Para dimensionamento e verificação da capacidade hidráulica tanto dos bueiros, utilizou-se a metodologia proposta pelo DNER, em seu Manual de Drenagem de Rodovias - 1990. Foram utilizadas as fórmulas para bueiros tubulares e capeados (mesmas de celulares) de concreto constante do Manual de Drenagem do DER, 1990. Os resultados dessas verificações são apresentados a seguir.

3.5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

3.5.1. Introdução

O projeto de sinalização fornece a disposição adequada dos vários elementos empregados para regular o trânsito na rodovia de forma a indicar aos usuários a forma correta e segura de circulação a fim de evitar acidentes e demoras desnecessárias.

Foi elaborado de acordo com o Manual de Sinalização Rodoviária, do extinto DNER, edição 1999; com as Regularizações e padrões do Anexo II, do CONTRAN (2005); com o Manual de Projeto de Interseções em Nível e não semaforizadas em Áreas Urbanas do DENATRAN, edição de 1984 e com o Código Brasileiro de Trânsito edição de 1998.

O projeto de sinalização consta de:

- Sinalização horizontal;
- Sinalização vertical;

3.5.2. Sinalização horizontal

A sinalização horizontal exerce importante função no controle de veículos regulamentando orientando e canalizando a circulação dos mesmos de forma a se obter o melhor resultado e utilizada para advertir os usuários sobre limitações de ultrapassagem zonas especiais de conflito com pedestres terceiras faixas de trânsito etc, sem desviar sua atenção para fora da via.

É traduzida através de pintura de faixas e marcas no pavimento nas cores branco-neve para orientação e canalização e amarelo-âmbar para advertência e regulamentação.

A sinalização horizontal da rodovia consiste de:

- Faixas delimitadoras de bordo;
- Faixas delimitadoras de fluxos de sentidos opostos;
- Linha de retenção – indicativas de parada
- Linha de Continuidade
- Faixa de travessia de pedestres;

3.5.2.1. Faixas demilitadoras de bordo

São faixas contínuas na cor branca pintadas com 0.10 m de largura e 0.50 m de afastamento dos bordos da pista. Tal marcação estabelece a pista destinada ao deslocamento de veículos e seus limites laterais.

3.5.2.2. Faixas delimitadoras de fluxos de sentidos opostos

As faixas de divisão de fluxos em sentidos opostos separam os movimentos veiculares de sentidos opostos e indicam os trechos da via em que a ultrapassagem é permitida ou proibida.

No projeto são utilizadas três tipos de faixas, a saber: faixa simples seccionada; faixa dupla contínua e faixa contínua/seccionada. Todas possuem largura de 0,10m. Quando ocorrer as faixas dupla contínua e contínua/seccionada, estas deverão ter um espaçamento entre elas de 0,10m.

3.5.2.3. Linha de Retenção - Indicativas de parada

São faixas cheias de cor branca, perpendiculares à pista com largura variável entre 0.30 e 0.60 m. sendo no projeto adotada a largura de 0.40 m. Indicam o local limite em que deve parar o veículo.

A linha de retenção é empregada em conjunto com a palavra PARE no pavimento e o sinal de regularização R-1 (PARE), bem como junto a faixa de travessia de pedestres.

3.5.2.4. Linha de Continuidade

Dá continuidade às marcações longitudinais. No projeto são utilizadas quando a quebra do alinhamento da faixa de bordo, junto aos principais acessos. Possuem largura de 0,10m de traço e espaçamento de 1,00m e 1,00m, respectivamente.

lp

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA

3.5.3. Sinalização vertical

O projeto de sinalização vertical foi feito baseado nos seguintes princípios:

- A sinalização deverá ser posicionada de tal forma que seja vista e/ou entendida sob qualquer condição climática, de visibilidade e de trânsito;
- As mensagens deverão ser apresentadas de maneira uniforme, empregando sempre os mesmos termos e símbolos;
- Os dispositivos deverão ser colocados de forma a prevenir o motorista oportunamente, dando-lhe tempo suficiente para tomar uma decisão;
- A sinalização deverá ser projetada de maneira especial em pontos nos quais o motorista tenha que fazer uma manobra inesperada;
- As dimensões dos sinais foram determinadas em função do número e tamanho dos caracteres das mensagens, no caso de sinais de indicação e educação, para atender à velocidade diretriz da rodovia.

Para facilitar a apresentação do projeto todos os sinais foram codificados. De acordo com essa codificação, eles são representados por uma letra que indica se é de advertência (A), regulamentação (R) ou de informação (I), seguida de um ou mais algarismos que definem o tipo de sinal.

DAVID DE SOUSA
 FERNANDES:
 96812052353

Assinado digitalmente por DAVID DE SOUSA
 FERNANDES: 96812052353
 DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=AC SOLUTI Multipla v5,
 OU=38039006000120, OU=Videoconferencia,
 OU=Certificado PF A1, CN=DAVID DE SOUSA
 FERNANDES: 96812052353
 Razão: Eu sou o autor deste documento

(Handwritten mark)