

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA

RODOVIA: GO-132

TRECHO: Dist. de Sto Antônio da Cana Brava / Div. GO/TO

EXTENSÃO: 32,739 km

SUB-TRECHO: ESTACA 0 - ESTACA 1.637

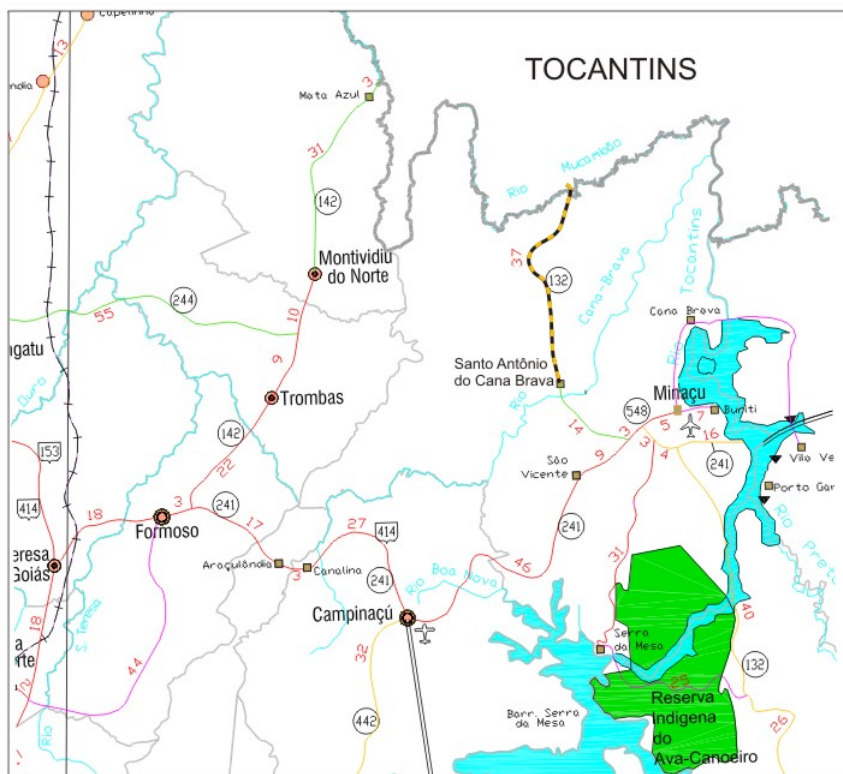
VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO

AGOSTO/2017

2 - MAPA DE SITUAÇÃO

2 - MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE SITUAÇÃO



3 - ESTUDOS

3.1 - Estudos Topográficos

3 - ESTUDOS

3.1 - Estudos Topográficos

3.1.1 - Introdução

Após estudos realizados em cartas e posterior inspeção de campo, definiu-se o traçado, atendendo tanto o aspecto técnico como econômico.

Com essa diretriz submetida a AGETOP deu-se a aprovação e então prosseguimento aos estudos.

Os Estudos Topográficos da rodovia em estudo foram realizados obedecendo criteriosamente às especificações vigentes da AGETOP e os seguintes documentos.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	-	Manual de Instruções para Projetos Rodoviários
AGETOP	-	Especificações Gerais para Obras Rodoviárias – Edição Revista - 1998
AGETOP	-	Procedimentos para Medição de Serviços Rodoviários da AGETOP
AGETOP	-	Normas e Procedimentos Ambientais para Empreendimentos Rodoviários
DNER	696/100	Manual de Implantação Básica - 1996
DNER	706/20	Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - 1999
DNIT	IPR-715	Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem - 2005
DNER	-	Manual de Drenagem de Rodovias - 1991
DER-SP	-	Manual de Drenagem Rodoviária - 2001
DNER	-	Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis - 1981
DNER	-	Manual de Pavimentação - 1996
DNIT	-	Manual de Pavimentação - 2005
DNER	-	Manual de Análise, Diagnóstico, Proposição de Melhorias e Avaliações Econômicas dos Segmentos Críticos - 1988
-	Lei nº 9503 - 23/09/1997	Código de Trânsito Brasileiro - com as alterações da Lei nº 9602 de 21/01/98
CONTRAN	Resolução nº 160 22/04/2004	Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro
DNER	503/21	Manual de Interseções – 1976
DNIT	718	Manual de Projeto de Interseções - 2005

3.1.1.1 - Fases do Estudo

O Estudo Topográfico foi executado conforme prescrevem as normas de procedimento em duas fases distintas:

- Fase de Anteprojeto;
- Fase de Projeto.

3.1.1.2 - Fase de Anteprojeto

Constituiu-se no reconhecimento do trecho com base nos seguintes estudos:

- Aerofotogramétrico;
- Aerofotográfico.

O estaqueamento foi crescente partindo da estaca “00PP”, no Distrito de Santo Antonio da Cana Brava a 20,1 km da cidade de Minaçu, indo até a Divisa do estado de Goiás com o estado do Tocantins (Rio Mucambão), perfazendo um total de 32,71 Km.

3.1.1.3 - Fase de Projeto

Uma vez concluída a primeira fase do estudo iniciaram-se os serviços referentes à etapa seguinte, listados a seguir:

Descrição e Metodologia Adotada

– Locação

A locação do eixo foi feita a partir da implantação de seus pontos notáveis (PI, PC, PT, TS, SC, CS e ST, acidentes topográficos, cruzamentos com outras rodovias, margens de rios, tangentes longas, etc.), e coordenadas geográficas e retangulares (UTM) diretas de vértices da poligonal secundária (PS) da rede básica topográfica.

Uma vez materializados os pontos notáveis do eixo do projeto geométrico, a locação foi feita com emprego de estação total e medidas eletrônicas. A implantação do eixo foi constituída por duas fases distintas:

- Implantação das tangentes;
- Implantação das curvas.

O eixo foi piqueteado de 20m em 20m. Em todos os piquetes implantados foram colocadas estacas testemunhas, constituídas de madeira serrada de boa qualidade, com cerca de 60 cm de comprimento, pintadas em látex, brancas, providas de entalhe e inscrito a óleo, de cima para baixo, o número correspondente, localizadas sempre à esquerda do estaqueamento, no sentido crescente da numeração e com o número voltado para o piquete.

As curvas de raios menores que 600m foram piqueteadas de 10m em 10m. Todos os piquetes correspondentes aos PI, PC, PT, TS E ST, bem como os piquetes a cada 2 Km das tangentes longas, foram amarrados por "pontos de segurança", situados a mais de 20m do eixo da rodovia.

O processo de amarração foi constituído, por 6 marcos de concreto, com pino de metal em seu topo, alinhados em forma de V, de modo que cada dois marcos estabeleceu um alinhamento, cuja interseção se deu no ponto a ser amarrado. Foram organizadas cadernetas de amarrações com os registros dos elementos dos pontos amarrados.

As medidas de distâncias foram feitas eletronicamente através das Estações Totais, segundo a horizontal, para efeito de localização dos piquetes da linha de locação.

As curvas foram materializadas no campo, com utilização de Estação Total e o processo empregado foi o das deflexões sobre as tangentes.

Será apresentada em uma planilha eletrônica uma relação constando as coordenadas geográficas e UTM de todas as estacas e dos pontos notáveis do projeto.

Características Técnicas e Operacionais do Projeto:

· Classe da rodovia.....	III
· Região.....	Ondulada
· Velocidade de projeto.....	80 km/h
· Distância mínima de visibilidade de parada.....	85 m
· Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem.....	420 m
· Largura da faixa de rolamento.....	3,50 m
· Largura do acostamento.....	1,30
· Largura da plataforma de terraplenagem.....	11,00 m
· Faixa de domínio.....	80 m

A seguir mostraremos o quadro de curvas, bem como, o quadro de coordenadas e a relação de RN's:

CARACTERIZAÇÃO DAS CURVAS HORIZONTAIS

Curva	Lado	PC-TS	SC	CS	PT-ST	AC	Raio	LC	T (Total)	D (Circular)	
ESTACA 00PP INÍCIO											
LINHA TRONCO	01	E	00+00,00	-	-	04+05,19	10°39'00"	458,33	-	42,72	85,19
	02	D	22+04,08	-	-	50+04,99	47°21'00"	678,73	-	297,59	560,91
	03	E	69+00,00	-	-	84+06,05	25°20'37"	691,91	-	155,57	306,05
	04	D	94+00,00	-	-	108+18,69	26°08'00"	654,86	-	151,99	298,69
	05	E	127+04,99	132+04,99	153+16,80	158+16,80	76°10'34"	400,00	100	364,29	431,81
	06	D	186+16,08	191+16,08	212+05,23	217+05,23	69°27'27"	420,00	100	341,80	409,15
	07	D	227+00,00	-	-	236+18,82	15°14'00"	747,81	-	100,00	198,82
	08	E	247+07,49	-	-	261+12,82	24°37'00"	664,11	-	144,90	285,33
	09	D	285+11,22	-	-	294+03,00	05°56'10"	1.658,09	-	85,97	171,79
	10	D	328+00,00	-	-	332+09,04	00°30'00"	10.203,17	-	44,52	89,07
	11	D	382+00,00	-	-	393+19,60	08°03'00"	1.705,39	-	120,00	239,61
	12	D	427+07,20	433+07,20	442+06,03	448+06,03	38°02'54"	450,00	120	215,59	178,83
	13	E	540+06,54	546+06,54	566+10,14	572+10,14	60°00'00"	500,00	120	349,34	403,60
	14	D	619+00,00	-	-	629+13,01	08°00'00"	1.525,60	-	106,68	213,01
	15	D	730+00,00	-	-	753+01,38	38°30'00"	686,62	-	239,78	461,38
	16	E	764+00,00	-	-	782+06,51	23°25'00"	896,78	-	185,85	366,51
	17	E	815+00,00	-	-	840+04,00	39°57'00"	722,83	-	262,73	504,00
	18	D	931+00,00	-	-	942+19,51	09°00'00"	1.524,74	-	120,00	239,51
	19	E	951+00,00	-	-	965+01,01	14°29'00"	1.111,69	-	141,26	281,01
	20	D	994+00,00	-	-	1010+11,03	27°00'00"	702,48	-	168,65	331,03
	21	D	1029+00,00	-	-	1043+16,93	20°00'00"	850,64	-	149,99	296,93
	22	D	1106+13,11	1112+13,11	1143+08,77	1149+08,77	93°40'00"	450,00	120	541,16	615,66
	23	E	1163+00,00	-	-	1180+05,62	29°34'00"	669,76	-	176,75	345,62
	24	D	1200+00,00	-	-	1214+00,62	10°26'43"	1.539,29	-	140,70	280,62
	25	E	1251+00,00	-	-	1262+15,12	14°49'00"	909,21	-	118,22	235,12
	26	E	1276+00,00	-	-	1295+14,62	28°20'00"	798,00	-	201,43	394,62
	27	D	1325+00,00	-	-	1339+04,34	12°32'00"	1.299,86	-	142,74	284,34
	28	E	1370+00,00	-	-	1383+08,71	20°39'20"	745,37	-	135,83	268,71
	29	E	1431+11,09	1438+01,09	1461+06,25	1467+16,25	85°15'00"	400,00	130	434,71	465,16
	30	D	1478+00,00	-	-	1494+06,67	24°30'00"	763,95	-	165,87	326,67
	31	E	1506+00,00	-	-	1515+19,49	10°00'00"	1.143,01	-	100,00	199,49
	32	D	1540+00,00	-	-	1552+19,52	10°44'00"	1.385,34	-	130,14	259,52
	33	D	1582+00,00	-	-	1607+03,27	42°58'00"	671,11	-	264,13	503,27
	34 (PI SECO)	D	1627+10,08	-	-	-	79°50'43"	-	-	0,00	0,00
ESTACA 1635+11,82 FINAL											
RODOVIA: GO-132 TRECHO: Distrito de Santo Antonio da Cana Brava / Divisa GO/TO EXTENSÃO: 32,71 Km LOTE: ÚNICO						PROJETO FINAL DE ENGENHARIA PARA TERRAPLENAGEM E PAV. ASFÁLTICA					
						CARACTERIZAÇÃO DAS CURVAS HORIZONTAIS					

QUADRO DE COORDENADAS

Estação	Distância (m)	Deflexão	Lado	Azimute	X	Y
PTO-01				320°28'27	250.000,000	350.000,000
PI-01	42,72	10°39'00"	E	309°49'27	249.972,812	350.032,952
PI-02	699,20	47°21'00"	D	357°10'27	249.435,817	350.480,743
PI-03	828,17	25°20'37"	E	331°49'50	249.394,988	351.307,906
PI-04	501,51	26°08'00"	D	357°57'50	249.158,235	351.750,015
PI-05	882,58	76°10'34"	E	281°47'16	249.126,877	352.632,037
PI-06	1.265,37	69°27'27"	D	351°14'43	247.888,193	352.890,536
PI-07	636,57	15°14'00"	D	06°28'43	247.791,304	353.519,690
PI-08	453,57	24°37'00"	E	341°51'43	247.842,481	353.970,363
PI-09	709,27	05°56'10"	D	347°47'53	247.621,680	354.644,389
PI-10	807,49	00°30'00"	D	348°17'53	247.451,010	355.433,637
PI-11	1.155,48	08°03'00"	D	356°20'53	247.216,655	356.565,101
PI-12	1.003,19	38°02'54"	D	34°23'47	247.152,757	357.566,244
PI-13	2.405,44	60°00'00"	E	334°23'47	248.511,621	359.551,082
PI-14	1.385,88	08°00'00"	D	342°23'47	247.912,723	360.800,876
PI-15	2.353,45	38°30'00"	D	20°53'47	247.200,969	363.044,118
PI-16	644,25	23°25'00"	E	357°28'47	247.430,760	363.645,994
PI-17	1.102,07	39°57'00"	E	317°31'47	247.382,299	364.746,998
PI-18	2.198,73	09°00'00"	D	326°31'47	245.897,699	366.368,842
PI-19	421,75	14°29'00"	E	312°02'47	245.665,102	366.720,654
PI-20	888,90	27°00'00"	D	339°02'47	245.005,003	367.315,979
PI-21	687,61	20°00'00"	D	359°02'47	244.759,105	367.958,117
PI-22	1.947,33	93°40'00"	D	92°42'47	244.726,696	369.905,178
PI-23	989,14	29°34'00"	E	63°08'47	245.714,727	369.858,358
PI-24	711,83	10°26'43"	D	73°35'30	246.349,796	370.179,900
PI-25	998,30	14°49'00"	E	58°46'30	247.307,438	370.461,901
PI-26	584,53	28°20'00"	E	30°26'30	247.807,292	370.764,921
PI-27	929,55	12°32'00"	D	42°58'30	248.278,259	371.566,329
PI-28	894,23	20°39'20"	E	22°19'10	248.887,837	372.220,593
PI-29	1.532,92	85°15'00"	E	297°04'10	249.469,994	373.638,668
PI-30	804,33	24°30'00"	D	321°34'10	248.753,774	374.004,695
PI-31	499,20	10°00'00"	E	311°34'10	248.443,488	374.395,749
PI-32	710,65	10°44'00"	D	322°18'10	247.911,814	374.867,285
PI-33	974,75	42°58'00"	D	05°16'10	247.315,765	375.638,559
PI-34	670,94	79°50'43"	D	85°06'53	247.377,384	376.306,663
PTO-02	212,44				247.589,052	376.324,755
PTO-01 = ESTACA 00PP INÍCIO						
PTO-02 = ESTACA 1635+11,82 FINAL						
RODOVIA:	GO-132			PROJETO FINAL DE ENGENHARIA PARA TERRAPLENAGEM E PAV. ASFÁLTICA		
TRECHO:	Distrito de Santo Antonio da Cana Brava / Divisa GO/TO					
EXTENSÃO:	32,71 Km			QUADRO DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS		
LOTE:	ÚNICO					

RELAÇÃO DE RN's

RN Nº	Estaca	Lado	Distância (m)	Cota (m)
MA-01	0	E	13,03	375,733
MA-02	10	E	24,50	384,364
RN-01	50	D	21,60	400,927
RN-02	100	E	30,00	405,377
RN-03	150	D	40,00	435,849
RN-04	200	D	29,00	438,467
RN-05	252	E	34,70	432,102
MA-03	279	D	30,00	449,723
MA-04	293	D	22,00	471,679
RN-06	350	D	40,00	458,984
RN-07	400	D	40,00	466,141
RN-08	450	D	40,00	444,915
MA-05	500	D	30,00	441,870
MA-06	512	D	30,00	441,364
RN-09	550	E	40,00	438,957
RN-10	601	D	34,80	421,538
RN-11	650	E	40,00	382,144
RN-12	700	D	26,00	389,146
MA-07	756	E	32,80	433,769
MA-08	768	E	46,70	434,079
RN-13	800	E	40,00	419,959
RN-14	850	D	40,00	386,962
RN-15	900	E	30,00	417,836
RN-16	950	D	35,00	420,063
MA-09	990	D	30,00	448,298
MA-10	1000	D	18,40	450,111
RN-17	1050	E	30,00	476,312
RN-18	1100	D	36,00	483,340
RN-19	1150	D	27,00	483,872
RN-20	1200	E	22,00	486,448
MA-11	1238	D	30,00	480,553
MA-12	1250	D	30,00	475,037
RN-21	1300	E	39,00	476,603
RN-22	1350	E	30,00	478,878
RN-23	1400	E	30,00	479,081
RN-24	1450	E	43,20	469,694
MA-13	1485	D	40,00	452,933
MA-14	1496	D	31,00	445,407
RN-25	1550	E	30,50	407,871
RN-26	1600	D	30,00	372,090
RN-27	1638	E	6,80	371,275

CADASTRO DE AMARRAÇÕES GEODÉSICAS			
DATUM SIRGAS 2000			
PONTOS	X	Y	COTA
M01	785.524,9120	8.506.035,6390	375,733
M02	785.373,8490	8.506.157,3560	384,364
M03	783.254,0150	8.510.496,2290	449,723
M04	783.166,8720	8.510.756,0250	471,679
M05	783.416,5380	8.514.632,4970	441,87
M06	783.552,9660	8.514.832,5030	441,364
M07	782.803,0110	8.519.379,7420	433,769
M08	782.872,2320	8.519.612,3910	434,079
M11	782.482,3970	8.526.383,9340	480,553
M12	782.710,5790	8.526.450,9900	475,037
M13	784.334,5490	8.530.096,4560	452,933
M14	784.183,3870	8.530.238,8110	445,407
PI01E	785.507,5170	8.506.077,2960	376,841
04+5.19PT	785.474,7090	8.506.104,7090	377,874
22+4.08PCD	785.199,1610	8.506.334,9730	392,228
50+4.99PT	784.956,2500	8.506.823,7360	400,526
69PCE	784.938,1270	8.507.198,4990	402,404
84+6.05PT	784.857,2730	8.507.491,2610	405,553
94PCE	784.765,8240	8.507.662,3550	403,728
108+18.69PT	784.688,8580	8.507.948,5250	411,875
127+4.99TSE	784.676,0790	8.508.314,8390	430,147
158+16.80	784.306,9620	8.508.753,6880	435,916
186+16.08TSD	783.759,2510	8.508.868,3660	430,289
217+5.23ST	783.372,6570	8.509.276,4300	435,543
227PCD	783.343,0570	8.509.469,0790	428,153
236+18.82PT	783.339,1900	8.509.667,3770	421,623
247+7.49PCE	783.362,7110	8.509.874,8360	427,472
261+12.82PT	783.333,8950	8.510.156,6780	441,271
285+11.22PCD	783.184,7950	8.510.611,5170	459,214
294+3.00PT	783.139,7640	8.510.777,2890	473,511
328PCD	782.996,1820	8.511.439,2770	465,528
332+9.04PT	782.977,6050	8.511.526,4280	464,824
382PCD	782.775,5960	8.512.497,1120	473,279
393+19.60PT	782.743,3750	8.512.734,4540	470,155
427+7.20TSD	782.700,1440	8.513.401,0180	452,353
448+6.03ST	782.807,8250	8.513.794,4020	445,766
504P	783.436,3810	8.514.714,8010	442,247
540+6.54TSE	783.846,4090	8.515.315,1050	432,412
572+10.14ST	783.892,1900	8.515.918,7120	438,326
619+PCD	783.489,2360	8.516.757,2880	409,946
629+13.01PT	783.410,6180	8.516.955,2250	401,806
718	782.874,7320	8.518.639,9520	430,528
730PCD	782.801,9890	8.518.868,7960	434,759
753+1.38PT	782.814,7570	8.519.321,6130	432,535
764PCE	782.892,7030	8.519.525,9810	435,235
782+6.51PT	782.950,6600	8.519.885,4680	428,099
815PCE	782.921,6800	8.520.538,7080	412,176
840+4.00PT	782.732,5590	8.520.995,1980	394,712
889+7.77	782.067,8870	8.521.721,1940	411,95

CADASTRO DE AMARRAÇÕES GEODÉSICAS			
DATUM SIRGAS 2000			
PONTOS	X	Y	COTA
931PCD	781.505,7060	8.522.335,4670	416,625
942+19.51PT	781.358,4350	8.522.524,2060	417,535
951PCE	781.269,9160	8.522.658,1860	422,495
965+1.01PT	781.087,0700	8.522.870,7740	433,869
994PCD	780.656,9590	8.523.258,9050	449,465
1010+11.03PT	780.471,4060	8.523.529,5510	452,213
1029PCD	780.339,5010	8.523.874,3400	469,865
1043+16.93PT	780.283,4060	8.524.164,5460	475,987
1106+13.11TSD	780.262,5880	8.525.421,2350	481,13
1149+8.77ST	780.794,4700	8.525.936,8770	483,742
1163PCE	781.065,5320	8.525.923,9810	482,251
1180+5.62PT	781.399,9710	8.525.995,4170	484,1
1200PCD	781.752,0240	8.526.173,6400	486,644
1214+0.62PT	782.012,6740	8.526.276,9510	486,583
1251PCE	782.722,3400	8.526.485,8410	474,857
1262+15.12PT	782.936,9760	8.526.580,5490	469,192
1276PCE	783.163,6010	8.526.717,9070	466,241
1295+14.62PT	783.438,0680	8.526.996,1240	475,498
1325PCD	783.734,8240	8.527.501,0690	484,328
1339+4.34PT	783.904,5430	8.527.728,6990	485,714
1370PCE	784.324,3820	8.528.179,4720	473,702
1383+8.71PT	784.468,6440	8.528.404,6260	480,522
1431+11.09TSE	784.834,1840	8.529.295,4550	473,941
1467+16.25ST	784.611,9830	8.529.895,7220	461,665
1478PCD	784.430,4710	8.529.988,4720	457,152
1506PCE	784.034,4510	8.530.376,9460	440,911
1515+19.49PT	783.897,4180	8.530.521,7330	435,015
1540PCD	783.537,8470	8.530.840,7990	414,743
1552+19.52PT	783.360,8330	8.531.030,3290	404,303
1582PCD	783.005,9140	8.531.489,9890	384,742
1607+3.27PT	782.868,8340	8.531.962,3360	370,039
1627+10.08PI	782.906,4380	8.532.367,5980	374,592
1635+11,82 INIC	783.067,6750	8.532.381,2830	370,715
1494+6,67	784.179,5240	8.530.194,0360	446,819

Nivelamento e Contranivelamento

O nivelamento e contranivelamento do eixo foram realizados com estação total.

Os erros obtidos no nivelamento e contranivelamento do eixo foram distribuídos a cada 5,0 km, tomando como base os valores obtidos nos vértices do GPS.

A implantação da rede de referência de nível obedeceu as seguintes orientações:

Foi implantada uma rede de RN, amarrada à rede de RN do IBGE que servirá de apoio ao nivelamento e contranivelamento do eixo locado.

Esta rede foi materializada, no terreno, através de marcos de concreto padronizados, com pino metálico no topo, espaçados de 500m, ao longo da faixa de domínio da rodovia.

Nas obras-de-arte existentes foi feito um RN.

Foi feito o nivelamento e contranivelamento geométrico de todos os piquetes do eixo de locação e em todos os RN's da rede básica de nivelamento, estabelecendo, desta forma, o controle altimétrico da linha. A tolerância de erro de nivelamento foi de 2 cm/km e a diferença acumulada máxima será inferior ou igual à obtida pela fórmula:

- $e = 12,5\sqrt{n}$
- sendo “n” em km e “e” em mm.

Junto ao nivelamento do trecho, ainda foram nivelados e contranivelados os pontos notáveis das travessias de cursos d'água existentes, quando foram anotadas, na caderneta de nivelamento, a cota do espelho d'água, na data do nivelamento, e a cota da máxima enchente. Igualmente foram nivelados os fundo dos cursos d'água, a fim de possibilitar o desenho do perfil longitudinal da travessia, para utilização no projeto das obras-de-arte. Utilizamos níveis eletrônicos com leitura a laser em miras com códigos de barras, por serem mais precisos e permitirem o armazenamento eletrônico, reduzindo a possibilidade de erros.

Seções Transversais

Nas seções transversais foram observados todos os acidentes notáveis atingidos pelas mesmas.

Foram nivelados os seguintes pontos da plataforma: eixo, bordos, início e fim de acostamentos, fundo de sarjetas, cristas de cortes e aterros, pé de cortes e aterros.

Foram gerados em “softwares” topográficos específicos dados pontuais representados pelas coordenadas cartesianas (X,Y,Z) de cada ponto levantado durante nivelamento das seções transversais. Esses pontos serão apresentados em arquivos digitais no ambiente CAD de modo a fornecer dados para gerar o modelo digital do terreno (MDT).

As seções foram levantadas assimetricamente, em relação ao eixo e de maneira a abranger os limites da futura faixa de domínio. Em pontos onde houve necessidade de estudos especiais, a seção foi prolongada numa extensão considerada suficiente para estes estudos. Sempre que necessário, o espaçamento das seções transversais foi reduzido para 10 metros.

Nas tangentes, as seções foram levantadas na direção perpendicular ao eixo locado. Já nas curvas, foram levantadas na direção da bissetriz do ângulo formado pelas seções anterior e posterior à seção em questão.

A determinação da direção de cada seção prevê o prisma de refração. As cadernetas de seções transversais mencionam: casas, pedreiras, fundo de grotas, margens de rios, cercas divisórias e demais acidentes atingidos pelas seções.

Levantamento para Interseções

Foram levantados todos os entroncamentos do eixo de locação, a fim de se procederem aos estudos de implantação das futuras interseções.

Levantamento das Bacias de Contribuição

Procedeu-se o levantamento das áreas de contribuição de cada bacia através do uso de estereoscópio com fotografias aéreas existentes na escala 1:60.000, do voo AST-10 da USAF de 24 de agosto de 1969 e Cartas do IBGE/DSG na escala 1:100.000.

Levantamento das Obras de Arte

As obras de arte existentes foram cadastradas, bem como os possíveis locais de novas obras abrangendo o levantamento dos elementos topográficos e avaliação do estado das obras existentes para os estudos da viabilidade de aproveitamento.

Levantamento Cadastral

Foi procedido ao levantamento cadastral de toda área contida na futura faixa de domínio. O cadastramento foi executado simultaneamente com a locação, sendo levantados topograficamente e amarrados ao eixo às divisas de propriedades e as benfeitorias existentes. As edificações, quando atingidas, tiveram observada a sua natureza, estado de conservação e área de construção, sendo suas características anotadas em formulários próprios.

A largura do levantamento da faixa de domínio foi simétrica sendo 40m para cada um dos lados. Todos os terrenos atingidos foram também devidamente identificados e classificados, sendo em todas as propriedades obtidos os dados do imóvel e dos proprietários, e a classificação do terreno: rural ou urbano.

Levantamento das Ocorrências

O levantamento topográfico de todas as ocorrências de materiais selecionadas pelo Estudo Geotécnico foi executado abrangendo áreas indicadas para pavimentação e de empréstimos para terraplenagem.

As amarrações das ocorrências ao eixo foram executadas mediante a implantação de poligonais auxiliares.

3.1.1.4 - Apresentação do Estudo

Os serviços topográficos realizados resultam em:

- Planta topográfica, desenhada na escala 1:4000 com os elementos de locação, nivelamento, amarração e RN, com indicação de curvas de nível de 1 em 1 metro;
- Perfil longitudinal, desenhado nas escalas 1:4000 na horizontal e 1:400 na vertical, com elementos de nivelamento;
- Marcos de amarrações, representados nas pranchas de projeto geométrico, onde são indicados, em cada amarração, os ângulos e as posições relativas aos marcos;
- Referências de Nível → os elementos para a localização dos marcos de RN são apresentados nas pranchas de projeto geométrico, onde se encontra uma tabela com todos os elementos necessários para sua utilização.

3.2 - Estudos Hidrológicos

3.2 - Estudo Hidrológico

3.2.1 - Introdução

O presente estudo, realizado na rodovia em projeto de acordo com as normas em vigor na AGETOP, constou dos serviços de coleta de dados, processamento dos dados coletados e análise dos dados processados. Desenvolveu-se em duas fases:

- Fase Preliminar;
- Fase Definitiva.

A fase preliminar teve como finalidade principal, coletar informações sobre o vulto das obras de arte especiais, obtidas através de visitas “in loco”, no período chuvoso, ao longo do traçado da rodovia. Paralelamente realizou-se coleta de dados hidrológicos nos órgãos oficiais, coleta de dados bibliográficos disponíveis, informações das enchentes ocorridas, junto aos moradores mais antigos da região, para que possibilitassem caracterizar o trecho em estudo (clima, pluviometria, pluviografia, geomorfologia). Realizou-se também a coleta de elementos para a definição das dimensões das bacias, utilizando-se levantamentos aerofotográficos, aerofotogramétricos e cartas geográficas.

A fase definitiva consistiu do processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidráulico, possibilitando o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidrológico das obras de arte correntes e especiais, assim como das obras de drenagem superficial e profunda, relativas a este Projeto Executivo de Engenharia para Construção de Rodovias Rurais da Rodovia: **GO-132**, Trecho: **Distrito de Santo Antônio da Cana Brava / Div. GO/TO**

Dados utilizados:

Os dados utilizados para a realização do estudo hidrológico, estão abaixo relacionados:

- Locação do trecho em escala 1:2.000;
- Cartas Geográficas digitalizadas e Imagens de Satélite;
- Dados pluviométricos fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA, sendo a estação escolhida a mais representativa;
- (Estação SAMA), com dados pluviométricos de 1975 a 2008(33 anos).

3.2.2 - Características Físicas da Região

Clima

O clima da região, segundo a classificação de Wladimir Koppen pertence ao grupo A, tipo AW, que se caracteriza por ter uma estação acentuadamente seca no inverno. Durante os meses de inverno é praticamente constante o domínio dos alísios de sudeste da massa de ar Equatorial Atlântica, responsáveis pelo regime de seca, com céu claro e dias ensolarados. No verão há domínio absoluto da Equatorial Continental, que forma linhas de instabilidade. As chuvas são constantes e só em ocasiões especiais, é que há o retorno da alta tropical, trazendo seca e instabilidade.

O clima regional se enquadra no grupo dos climas controlados por massas de ar equatoriais e tropicais e no sub-grupo dos climas tropicais alternadamente secos e úmidos. NIMER classifica o clima desta região, como em quase todo Estado de Goiás, como Clima Semi-Úmido Quente, que tem nestas terras é muito homogêneo, dado a uniformidade de seu sistema geral de circulação atmosférica, caracteristicamente tropical, do qual resulta uma quase total uniformidade na marcha estacional da temperatura (máxima na Primavera e mínima no Inverno) e da precipitação (máxima no Verão e mínima no Inverno).

Relevo

O traçado atravessa uma região com relevo que varia de plano a ondulado, com altitudes variando entre 500 e 700 m.

Solos

Na região atravessada pelo trecho exibe 2 classes pedológicas predominantes.

Os solos das classes de Cambissolo álico, Argissolo Vermelho distrófico.

Cambissolo Distrófico

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente a horizonte A de qualquer tipo, excluído o chernozêmico quando a argila do horizonte Bi for de atividade alta (Camargo et al., 1987). São solos pouco evoluídos, de características bastante variáveis, mas em geral bem drenados, pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A, Bi, C, com modesta diferenciação entre eles.

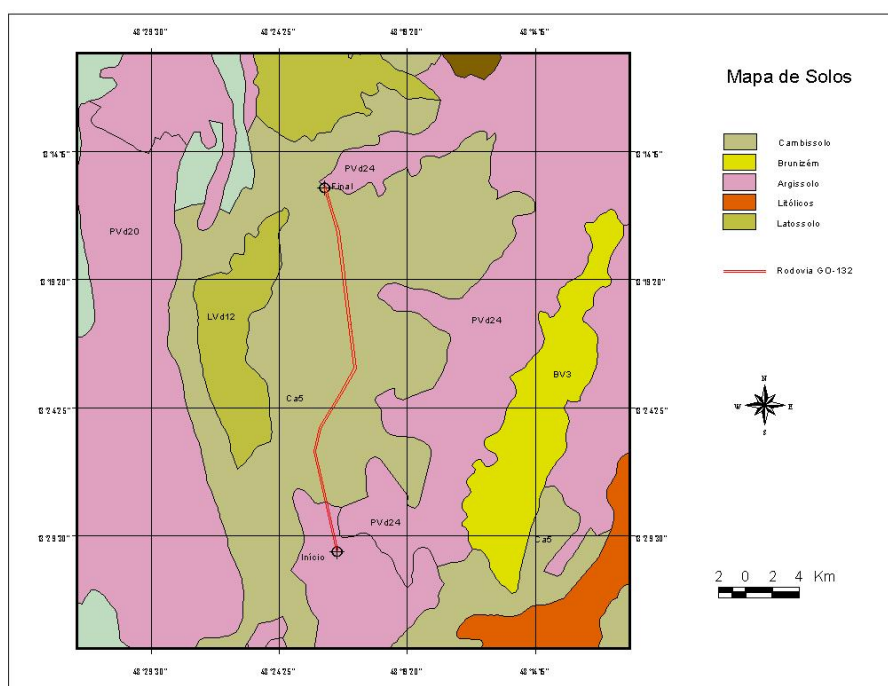
Devido a seu desenvolvimento ainda incipiente, as características desses solos estão em consonância com o material de origem. Assim, ocorrem solos álicos, profundos ou pouco profundos, às vezes rasos, pedregosos ou não, com horizonte A moderado, chernozêmico ou proeminente. A textura é também bastante variável, mas em geral

média, média/argilosa ou argilosa, com muita frequência cascalhenta. Ocorrem ainda solos intermediários como Argissolos e Litólicos, além daqueles com caráter petroplântico (concrecionário) e epipetroplântico. Na fração coloidal predominam materiais de baixa atividade.

Argissolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural de coloração avermelhada, em matiz 3,5YR ou mais vermelho, e teores de Fe_2O_3 inferiores a 15% (Camargo et al., 1987), e normalmente superiores a 11%. São solos em geral profundos, que apresentam sequência de horizontes A, Bt, C ou A, E, Bt, C ao longo do perfil. O horizonte A pode ser de qualquer tipo, exceto chernozêmico se o horizonte Bt apresentar argila de atividade alta (Ta), ou húmico, quando além de Ta o solo seja álico.

As condições de relevo variam de suave ondulado a forte ondulado, com predominância no entanto de topografias onduladas (declives entre 8 e 20%). Em algumas áreas de relevo mais suave encontram-se solos intermediários com Latossolos, caracterizados por um horizonte B textural menos desenvolvido, maior profundidade e usualmente menor gradiente textural que os indivíduos típicos da classe, ou mais raramente pela presença abaixo do Bt de um horizonte com características latossólicas.



Geomorfologia

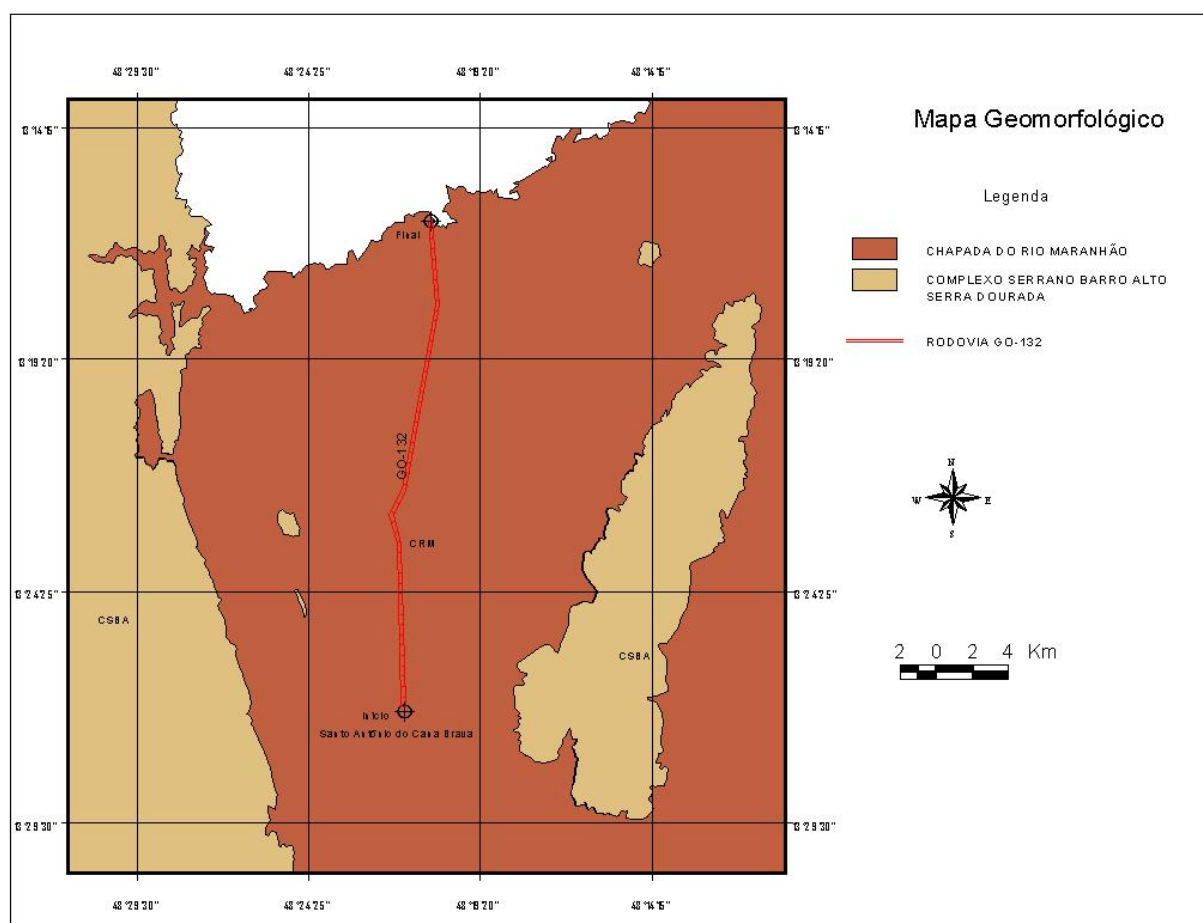
As grandes unidades geomorfológicas da região do Cerrado apresentam características peculiares, em virtude de influências geológicas, climáticas e antrópicas. Os extensos planaltos como o Planalto Central Goiano, com suas feições geomorfológicas bastante diversificadas, subdivide – se em diferenciados tipos de modelados como:

Planalto do Alto Tocantins – Paranaíba predominado as formas dissecadas contínuas e formas descontínuas e fragmentadas em meio aos corredores depressidos suavemente dissecados em formas tabulares e os Planalto em Estruturas Sedimentares Concordantes apresentando duas compartimentações; o elevado distribui – se irregularmente em meio ao rebaixado são residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas como “Chapadas”, que apresentam topografia plana e levemente ondulada ou em lombadas, e cobertura de laterita vesicular, pisolítica ou nodular, e de latossolos. O relevo apresenta áreas serranas, depressões periféricas e interplanálticas resultantes de processos de pediplanação, e vales fluviais alongados, cujas encostas apresentam processos alternados de dissecação e de sedimentação.

O relevo da área estudada é constituído por uma grande unidade denominado Planalto Central Goiano que compreende um grande planalto subcompartimentado em níveis topográficos distintos e com características próprias, mais ligadas por traços genéticos comuns, talhados sobre rochas cristalinas do Complexo Goiano, Grupo Araxá, Formação Canastra, e Coberturas Sedimentares Terciárias e Quaternárias detrítico lateríticas.

A região exibe um Domínio geomorfológico que é o Domínio dos Planaltos em estruturas sedimentares dobradas.

Esta unidade está representada na totalidade do Trecho.



Geologia

A geologia do trecho, a partir da Cidade de Santo Antônio do Cana Brava, se desenvolve sobre litologias da Seqüência Vulcano Sedimentar de Palmeirópolis (unidades 01 e 03) e Aluviões Holocênicos.

Seqüência Palmeirópolis

Segundo Ribeiro Filho & Teixeira, (1981), esta sequencia corresponde a uma faixa vulcano-sedimentar estreita e alongada segundo a direção N-S, balizada, a leste, pelo maciço básico ultrabásico de Cana Brava e, a oeste, pelos metassedimentos do Grupo Serra Dourada. As primeiras referências sobre as rochas dessa seqüência foram feitas por Barbosa et al.(1969), sendo posteriormente estudadas por Ribeiro Filho & Teixeira (1981), Figueiredo et al. (1981), Relatórios de Pesquisa-CPRM (1982-1987), Leão Neto & Olivatti (1983), Araújo (1986), Araújo & Nilson(1987),Valente (1992) e Araújo et al. (1995).

Neste trabalho, foi utilizada a classificação de Leão Neto & Olivatti (1983) que a sub dividiram em cinco unidades:

Unidade 1: É a unidade basal, constituída de anfibolito grosso, bandado com aspecto gabróico.

Unidade 2: Metagrauvacas, metagrauvacas líticas, tufos de cristal, lapilli tufos e brechas vulcânicas xistificadas e de composição ácida a intermediária, metaconglomerados e pequenos sills ultrabásicos (talco xisto).

Unidade 3: Predominam metavulcânicas básicas anfibolitizadas, de granulação fina, localmente enriquecidas em biotita, granada ou segregações carbonáticas, com níveis descontínuos de quartzitos puros ou ferruginosos e granada-biotita-muscovita-quartzo xistos, além de diques básicos e ultrabásicos.

Unidade 4: É caracterizada por granada-biotita-muscovita-quartzo xistos feldspáticos, sericita-muscovita-quartzo xistos e plagioclásio-muscovita-biotita-quartzo xistos, plagioclásio-biotita-quartzo xistos com intercalações de anfibolitos, estaurolita-granada-biotita-quartzo xistos, biotita anfibólio xistos, micaxistos portadores de cianita, metatufos ácidos, biotititos, clorititos e metacherts.

Unidade 5: É composta por estaurolita-biotita-muscovita-quartzo xistos, cianita-biotita-muscovita-quartzo xistos, granada-muscovita-quartzo xistos e cianita-estaurolita-muscovita-quartzo xistos contendo sills e diques básicos e formações ferríferas bandadas e quartzitos, às vezes ferruginosos e grafíticos.

Segundo dados geotermobarométricos e petroquímicos, a assembléia metamórfica da Seqüência Palmeirópolis, e da zona de alteração, resultou de um único evento que atingiu condições de T (550□□C-625□□C) e P (2,0-5,5kbar) típicas da fácies anfibolito, com evidências de retrometamorfismo, enquanto os dados químicos (elementos maiores, menores, traço e terras raras) mostraram que os protólitos das rochas máficas são similares a basaltos toleíticos de fundo oceânico (Araújo, 1986).

Datações efetuadas nas rochas dessa seqüência, pelo método Rb-Sr em rocha total, sugerem como primeira aproximação a idade de homogeneização isotópica (metamorfismo?) de $1.157 \pm 50\text{Ma}$ (Girardi et al., 1978).

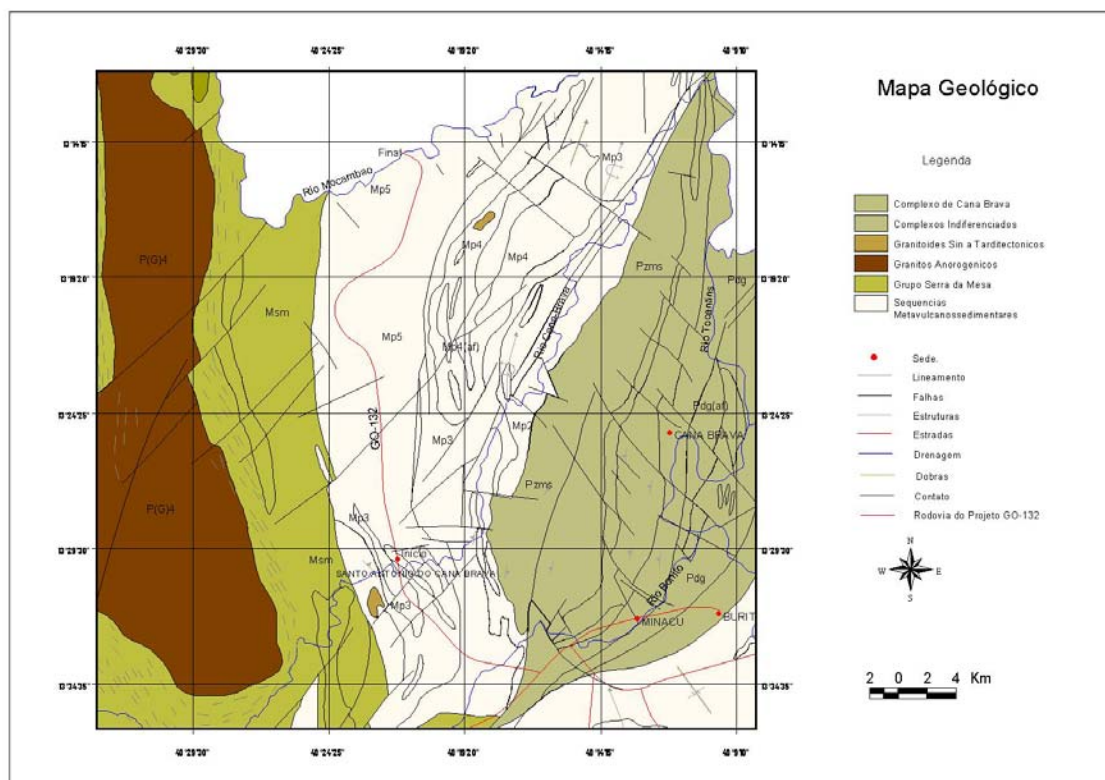
As idades K-Ar desta unidade encontram-se no intervalo de 446 a 583Ma (Girardi et al., op cit.), refletindo a atuação do Ciclo Brasileiro.

Aluviões Holocênicos

Sedimentos aluvionares de idade holocênica, constituídos de areias, argilas e pedregulhos quartzosos, localizados nas passagens de cursos de água.

Estratigrafia

UNIDADE CRONOESTRATIGRÁFICA		UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA
ERA	PERÍODO	GRUPO/FORMAÇÃO/UNIDADE
Cenozóico	Holoceno	Aluviões
Proterozóico	Médio	Seqüência Palmeirópolis



Vegetação

A vegetação natural da região é basicamente cerrado, com a presença de florestas de galeria. Todavia, como a principal atividade econômica é a agricultura, o desmatamento de boa parte da vegetação já ocorreu há mais de uma década. Restaram manchas de reservas legais, matas ciliares, ainda em bom estado de conservação, e algumas reservas particulares espontâneas, que muitos proprietários de terras entendem como fundamentais para a manutenção da qualidade de suas vidas e de suas atividades produtivas.

A situação atual mostra a redução ou a quase extinção da vegetação nativa, substituída que foi pela agricultura ou pastagens.

Nas bacias maiores deverá ser feita uma análise ponderada das áreas de cobertura vegetal, considerando-se a existência de maior ou menor densidade de árvores, o que naturalmente modifica a percentagem de retenção de água.

Pluviometria e Pluviografia

Considerações

Para o estudo das precipitações pluviométricas, utilizamos os dados da Estação Meteorológica mais representativa da região, sendo que os dados foram coletados junto ANA (Agência Nacional de Águas); e o posto de coleta é:

Estação: Estação SAMA

- Os instrumentos utilizados para a coleta de dados pluviométricos e temperatura no posto de observação supra mencionado, foram: Pluviômetro, termômetro de máxima e mínima, respectivamente.

Apresentamos a seguir os valores das precipitações totais anuais, precipitações mensais e número de dias de chuva por ano, elaborados com os dados obtidos desta Estação Meteorológica.

ENTIDADE : ANA 26/09/2012
PERÍODO : 1975 A 2008 (30 ANOS)
UF : Goiás
MUNICÍPIO: Minasçu

Sarna - (Sub-bacia Rio Tocantins; Parana, Palma, principal curso d'água Rio Tocantins)

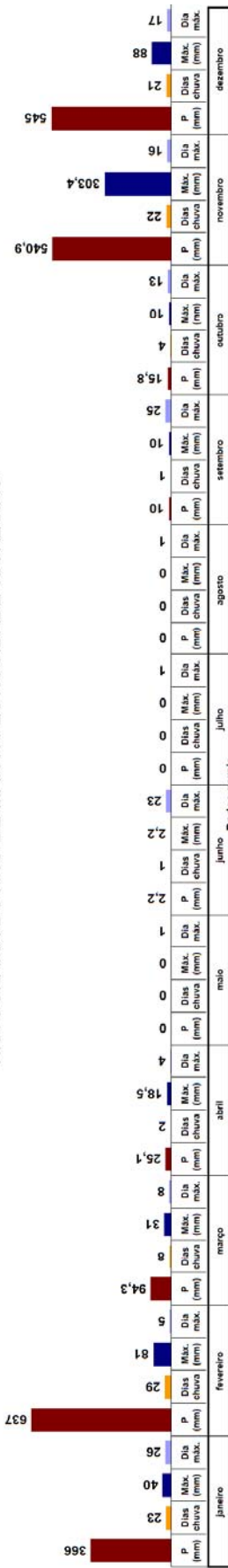
ESTACÃO :	13°31'59"	(UTM N = 8 503 438,61 m)
LATITUDE :	48°13'37"	(UTM E = 800 179,28 m)
LONGITUDE :		
CÓDIGO :	01348001	

GO-132
 RODOVIA: SANTO ANTÔNIO CANA BRAVA / DIVISA GO/TO
 TRECHO:
 SUB-TRECHO:
 SEGMENTO:

[illegible]

Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho (método de THIESEN) as alturas estão em acordo com mapas isolotas.

HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



Dados gerais

	ANO	jan	fev	mar	abr	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total	Dias de chuva	Dia máxima
		(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(mm)	(mm)	(mm)
		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
1980	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1981	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1982	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1983	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1984	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1985	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1986	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1987	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1988	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1989	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1990	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1991	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1992	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1993	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1994	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1995	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1996	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1997	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1998	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
1999	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2000	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2001	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2002	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2003	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2004	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2005	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2006	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2007	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2008	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2009	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2010	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2011	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2012	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2013	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2014	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2015	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2016	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2017	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2018	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2019	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2020	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2021	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2022	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2023	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2024	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2025	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2026	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2027	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2028	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2029	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2030	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2031	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2032	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2033	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2034	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2035	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2036	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2037	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2038	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2039	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2040	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2041	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2042	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2043	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2044	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2045	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2046	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2047	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2048	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2049	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2050	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2051	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2052	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2053	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2054	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2055	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2056	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2057	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2058	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2059	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2060	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2061	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2062	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2063	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2064	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2065	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2066	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2067	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2068	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2069	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2070	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2071	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2072	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3	6	31	8	25,1	2	18,6	11
2073	365	23	40	28	637	29	81	6	94,3							

Fontes: SIH/ANA - Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO - versão Web: <http://hidroweb.ana.gov.br/>) e Solicitação de Dados Pluviométricos para: e-mail <andrellina@ana.gov.br>

SOURCES:

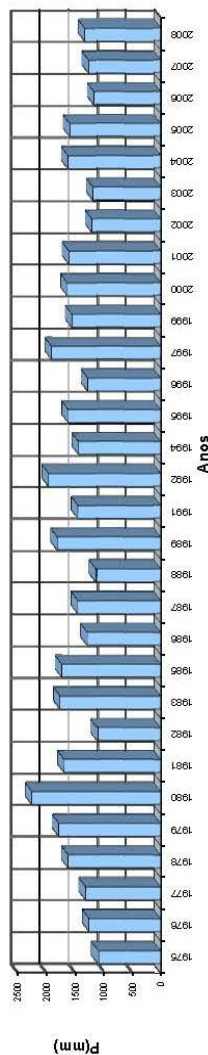
Estação: Sama Pluviograma

PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Diagrama Climatológico
P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	
Pre. Máx. Mensal	663,80	637,00	456,20	201,80	60,60	33,20	30,00	73,20	163,50	341,20	540,90	669,60	Pre. Máx. Mensal (Precip. Máxima Anual para o período)
Pre. Méd. Mensal	291,42	226,06	204,05	81,10	14,30	3,15	1,00	6,00	41,74	132,09	217,79	289,11	Pre. Méd. Mensal (Precip. Média Anual para o período)
Pre. Mín. Mensal	104,60	65,30	14,60	5,20	0,20	1,60	30,00	0,40	1,30	4,60	49,80	116,10	Pre. Mín. Mensal (Precip. Mínima Anual para o período)
NDC Máx. Mensal	28	29	24	16	7	3	1	2	10	22	23	29	NDC Máx. Mensal (Número máximo de dias de chuva por ano no período)
NDC Méd. Mensal	19	16	16	9	2	0	0	1	4	10	16	17	NDC Méd. Mensal (Média do número de dias de chuva por ano no período)
NDC Mín. Mensal	6	9	1	2	0	0	0	0	0	2	9	10	NDC Mín. Mensal (Número mínimo de dias de chuva por ano no período)

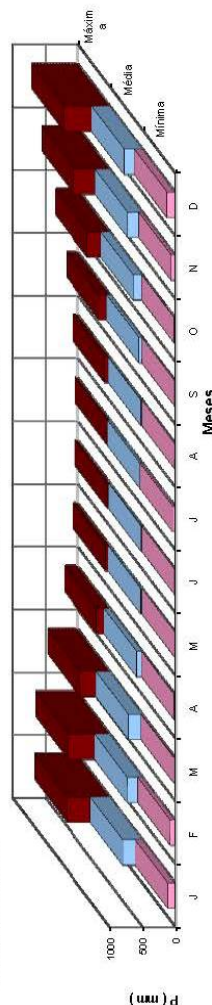
Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Parana, Palme, principal curso d'água Rio Tocantins / Carta topográfica do município de mineau: IBGE - folha SD-22-X-D-VI - M-2037 - ESC. 1:100.000.

Precipitações Totais Anuais



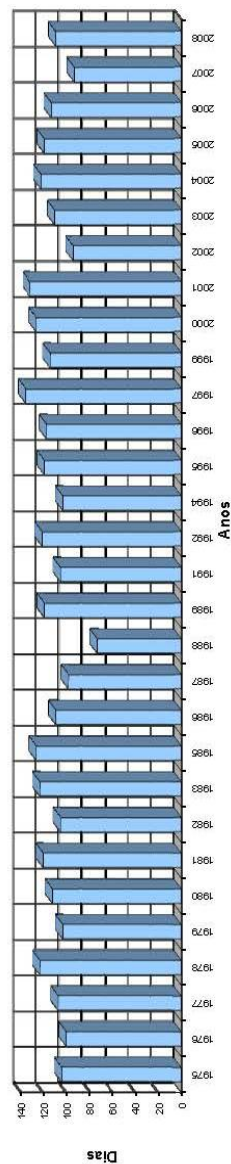
Estação : Sama

Precipitações Mensais



Estação : Sama

Número de Dias de Chuva por Ano



3.2.5 - Metodologia Utilizada na Determinação dos Valores de Precipitação, Duração e Freqüência de Chuvas

3.2.5.1 - Considerações

Com os dados coletados de chuva diária, elaborou-se o presente estudo, visando à determinação das alturas para diferentes períodos de recorrência e diferentes durações.

A metodologia empregada foi o método de “Probabilidade Extrema de Gumbel”. Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para o posto. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

3.2.5.2 - Procedimentos

A seguir apresentamos os cálculos que fornecem as relações entre as precipitações máximas, períodos de retorno e as probabilidades de ocorrência, para o posto estudado.

Descrição dos índices usados nos cálculos, para análise pluviométrica:

- P..... Valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;
- Pm..... Precipitação média;
- m..... Números de anos observados;
- F..... Freqüência de vazões de enchentes observadas;
- Tr..... Tempo de recorrência;
- n..... Número de ordem variável de 1 a “m”;
- σ Desvio padrão;
- K..... Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do Período de Recorrência. Valor tabelado por WEISE e REIDE;
- Pr..... Fórmula devida a Ven te Chow, onde Pr é a precipitação para um certo período de recorrência;
- $Pr = Pm + (\sigma \times K)$.

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ESTAÇÃO : SAMA

CÓDIGO : 01348001

PERÍODO : 1975 A 2008

ENTIDADE : ANA

LATITUDE : 13°31'59"

LONGITUDE : 48°13'37"

DATA DIA/MÊS/ANO	SEQ.	P (mm)	Nº ordem (n)	P - ordenada (mm)	P-Pm	(P-Pm)²	F=n/(m+1)%	Tr=1/F
3/1/1975	30	48,2	1	303,40	214,3	45.921,6	3,2	31,0
17/11/1976	19	75,0	2	125,80	36,7	1.346,4	6,5	15,5
8/10/1977	22	70,4	3	105,80	16,7	278,7	9,7	10,3
5/4/1978	10	95,4	4	104,70	15,6	243,2	12,9	7,8
10/1/1979	2	125,8	5	102,40	13,3	176,7	16,1	6,2
16/11/1980	1	303,4	6	100,60	11,5	132,1	19,4	5,2
2/1/1981	5	102,4	7	98,80	9,7	94,0	22,6	4,4
17/1/1982	29	55,0	8	98,00	8,9	79,1	25,8	3,9
31/3/1983	3	105,8	9	96,20	7,1	50,3	29,0	3,4
29/1/1985	17	78,8	10	95,40	6,3	39,6	32,3	3,1
29/1/1986	13	83,8	11	86,30	-2,8	7,9	35,5	2,8
11/3/1987	12	85,4	12	85,40	-3,7	13,7	38,7	2,6
18/12/1988	23	70,0	13	83,80	-5,3	28,2	41,9	2,4
17/11/1989	11	86,3	14	83,00	-6,1	37,3	45,2	2,2
14/1/1991	21	73,0	15	82,20	-6,9	47,7	48,4	2,1
25/1/1992	6	100,6	16	79,20	-9,9	98,1	51,6	1,9
20/11/1994	7	98,8	17	78,80	-10,3	106,2	54,8	1,8
2/12/1995	16	79,2	18	76,00	-13,1	171,8	58,1	1,7
28/11/1996	28	59,8	19	75,00	-14,1	199,0	61,3	1,6
30/10/1997	9	96,2	20	73,60	-15,5	240,5	64,5	1,6
3/12/1999	4	104,7	21	73,00	-16,1	259,4	67,7	1,5
1/3/2000	24	68,8	22	70,40	-18,7	349,9	71,0	1,4
11/3/2001	18	76,0	23	70,00	-19,1	365,1	74,2	1,3
10/12/2002	15	82,2	24	68,80	-20,3	412,4	77,4	1,3
19/1/2003	26	64,6	25	65,00	-24,1	581,1	80,6	1,2
17/1/2004	20	73,6	26	64,60	-24,5	600,6	83,9	1,2
29/4/2005	27	64,0	27	64,00	-25,1	630,3	87,1	1,1
17/10/2006	14	83,0	28	59,80	-29,3	858,9	90,3	1,1
29/1/2007	8	98,0	29	55,00	-34,1	1.163,3	93,5	1,1
16/12/2008	25	65,0	30	48,20	-40,9	1.673,4	96,8	1,0

CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO

$$\overline{P} = \frac{\sum P}{m} = \frac{89,11}{30}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (P - \overline{P})^2}{m - 1}} = \frac{44,02}{29}$$

Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, fórmula de

$$Pr = P + \sigma \times K$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (*)	P (mm)
5 anos	0,866	127,23
10 anos	1,541	156,94
15 anos	1,917	173,50
20 anos	2,188	185,43
25 anos	2,393	194,45
50 anos	3,026	222,31
100 anos	3,653	249,92
1.000 anos	-	342,89
10.000 anos	-	435,86

$$\Sigma P = 2.673,20$$

$$\Sigma (P - \overline{P}) = 56.206,36$$

$$\Sigma (P - \overline{P})^2 = 1.938,2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (P - \overline{P})^2}{m - 1}} = \frac{44,0}{29}$$

$$Pr = 89,11 + K \times 44,02$$

Obs. : Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Ver publicação do DNER 478/26 - 1975 "Vazão de Dimensionamento de Bueiros".

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)

N/Tr	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,553	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,87	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653

Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Sousa Pinto, SP, 1976.

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEN TE CHOW - P_{Tr}(mm)

$$P5 = 89,11 + 0,866 \times 44,02 = 127,23 \text{ mm}$$

$$P10 = 89,11 + 1,541 \times 44,02 = 156,94 \text{ mm}$$

$$P15 = 89,11 + 1,917 \times 44,02 = 173,5 \text{ mm}$$

$$P20 = 89,11 + 2,188 \times 44,02 = 185,43 \text{ mm}$$

$$P25 = 89,11 + 2,393 \times 44,02 = 194,45 \text{ mm}$$

$$P50 = 89,11 + 3,026 \times 44,02 = 222,31 \text{ mm}$$

$$P100 = 89,11 + 3,653 \times 44,02 = 249,92 \text{ mm}$$

$$P1000 = P100 + (P100 - P10) = 342,89 \text{ mm}$$

$$P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 435,86 \text{ mm}$$

3.2.6 - Método das Isozonas

3.2.6.1 - Considerações

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas, e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolação destes postos distantes até o local de projeto. O método utilizado para esta extrapolação é o das Isozonas. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários inferiores a 24 horas.

O trabalho do Engº Torrico partiu da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe de alturas de precipitação.

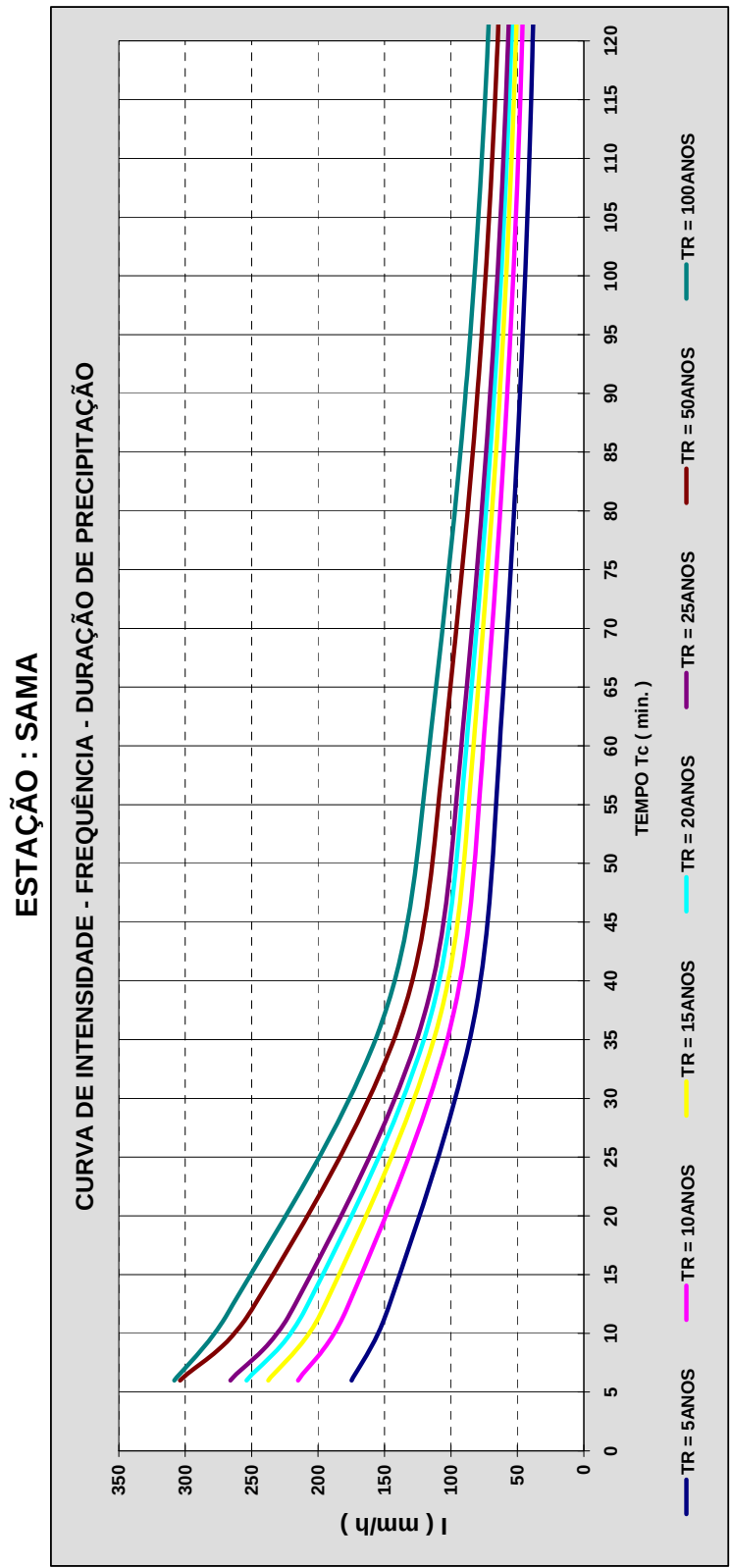
A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou um mapa, relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

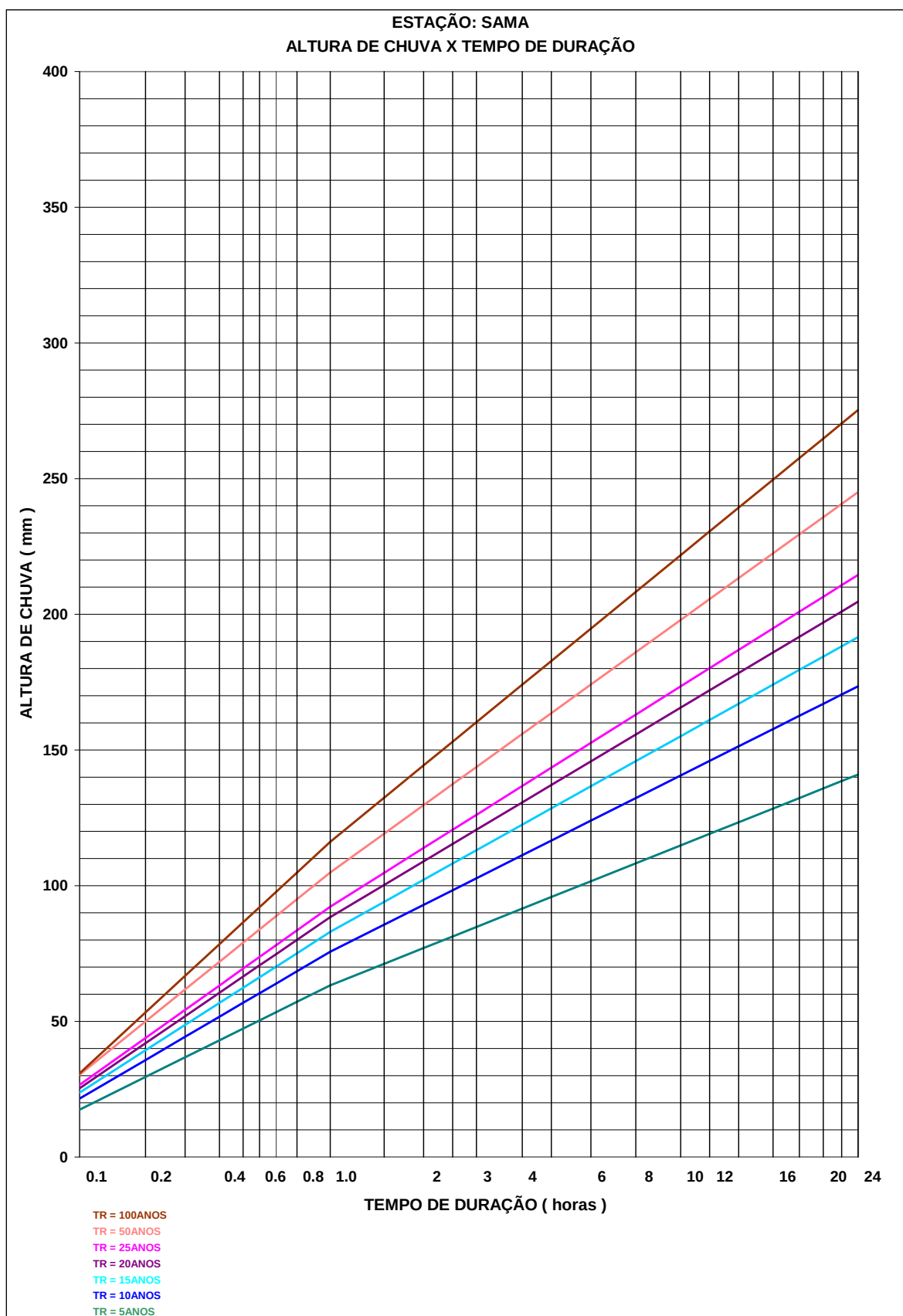
3.2.6.2 - Procedimento

Descrição da metodologia adotada:

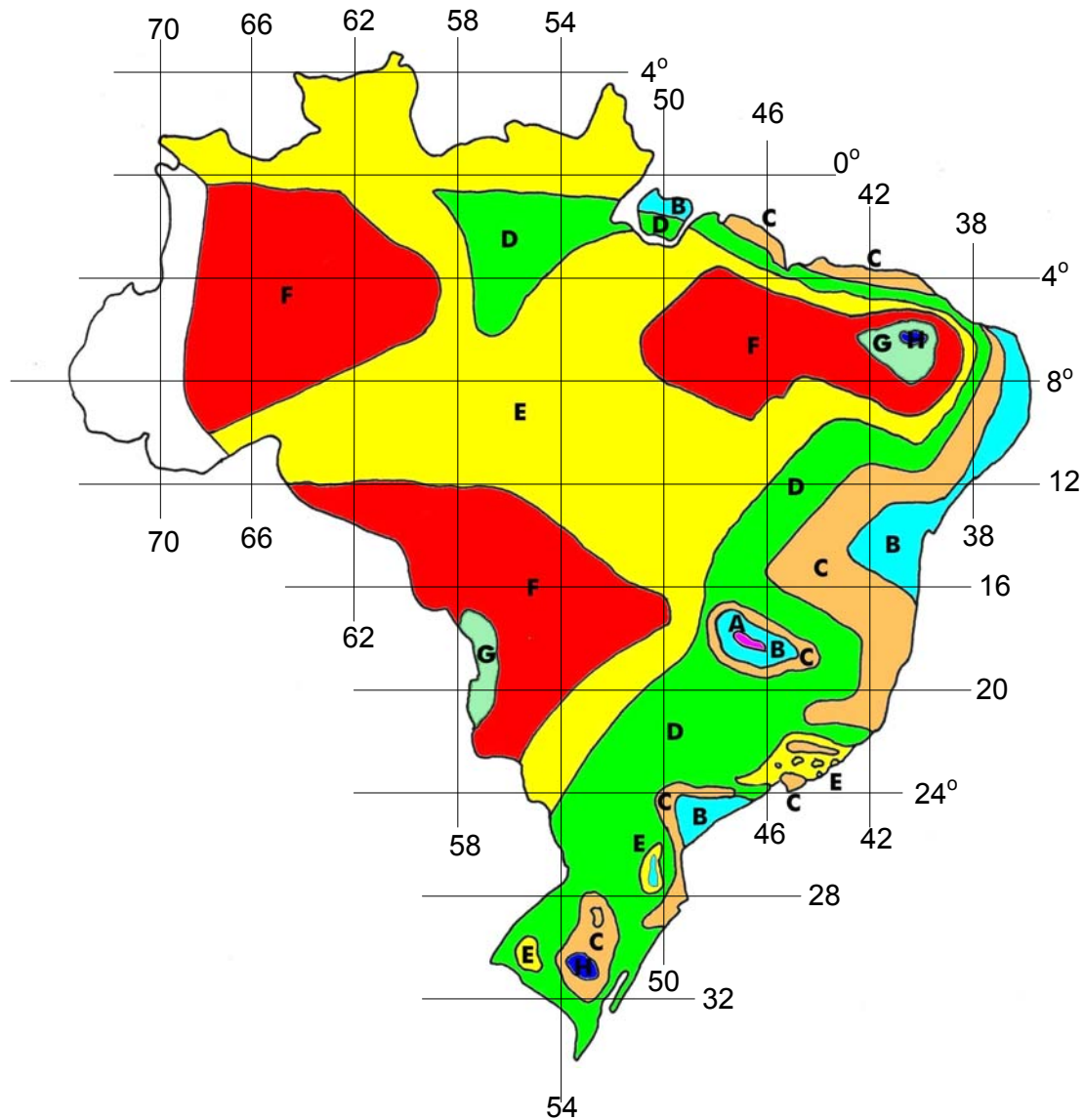
- A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou-se para o posto em estudo, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto;
- Converteu-se esta chuva de um dia, em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta, pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas / 1 dia;
- Determinou-se no Mapa de Isozonas, a Isozona correspondente a região do projeto;
- Em nosso estudo a Isozona utilizada foi a Isozona “E”, com coeficientes de índices altos;
- Após ter-se determinado a Isozona, fixam-se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora;
- Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcaram-se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, e ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.

Segue a apresentação do quadro com os valores característicos e na sequência, os gráficos "Curva de Intensidade - Frequência - Duração" e "Altura de Chuva x Tempo de Duração" do trecho em estudo.





Método das Isozonas de Igual Relação



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS

ZONA	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6min. - 24h	
	8	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,6	35,4	36,3	35	34,7	33,6	32,5	7	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,5	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,5	39,2	39,1	38,6	38,4	37,2	36,2	8,8	8,5
D	42	41,8	41,4	41,2	41,1	41	40,7	40,3	39	37,3	11,2	10
E	44,9	43,6	43,3	43,2	43	42,9	42,6	42,2	40	39,6	12,6	11,2
F	46	45,6	45,3	45,1	44,9	44,7	44,5	44,1	42,7	41,3	13,2	12,4
G	47,9	47,6	47,2	47	46,6	46,7	46,7	45,1	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,5	48,3	47,8	46,5	44,8	16,7	14,9

ISOZONA "E"										ESTAÇÃO : SAMA											
Tempo de Recorrência em anos		1 hora / 24 horas chuva (A)								6 min / 24 horas (B)		Duração (C)		Tempo de Recorrência							
		5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100	5			10	15	20	25	50	100		
Porcentagem		44,9	43,6	43,3	43,2	43,0	42,8	42,2	12,4	11,2			24 horas	139,95	172,64	190,85	203,97	213,89	244,55	274,91	
As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.		1 hora		15		20		25		50		100		5 a 50		12,4		11,2		1 hora (D)	
		6 minutos		17,35		21,41		23,66		25,29		26,52		30,32		30,79					
Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = $P_{Tn} (mm) \times 1,10$, onde $P_{Tn} (mm)$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)																					
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas																					

ESTAÇÃO : SAMA - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA																					
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos							
Tempo de Duração de Chuva		P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)						
6 min. (0,1 h)		17,35	173,54	21,41	214,07	23,66	236,65	25,29	252,92	26,52	265,23	30,32	303,24	30,79	307,90						
12 min. (0,2 h)		29,32	146,62	35,58	177,91	39,18	195,92	41,82	209,12	43,75	218,74	49,89	249,44	53,22	266,08						
36 min. (0,6 h)		50,01	83,35	60,08	100,13	66,00	110,00	70,39	117,32	73,51	122,52	83,69	139,49	91,97	153,28						
60 min. (1,0 h)		62,84	62,84	75,27	75,27	82,64	82,64	88,11	88,11	91,97	91,97	104,67	104,67	116,01	116,01						
120 min. (2,0 h)		76,49	38,24	92,50	46,25	101,79	50,89	108,62	54,31	113,55	56,78	129,42	64,71	144,14	72,07						
240 min. (4,0 h)		90,91	22,73	110,71	27,68	122,02	30,51	130,29	32,57	136,35	34,09	155,58	38,90	173,85	43,46						
1440 min. (24,0 h)		139,95	5,83	172,64	7,19	190,85	7,95	203,97	8,50	213,89	8,91	244,55	10,19	274,91	11,45						
Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Parana, principal curso d'água Rio Tocantins / Carta Topográfica: IBGE - folha SD-22-X-D-VI - MI-2037 - ESC. 1:100.000.																					
Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfeld e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.																					

3.2.7 - Tempo de Recorrência (TR)

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado, levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Importância e segurança da obra;
- No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;
- Danos às obras de drenagem;
- Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;
- Outros fatores de ordem econômica.

Em face desses fatores, foram usados os seguintes períodos de recorrência segundo o Tipo de Dispositivo, conforme instruções da AGETOP:

- a - Drenagem Superficial 10 anos;
- b - Bueiros Tubulares 15 e 25 anos, sendo 15 para cálculo como canal e 25 para verificação como orifício;
- c - Bueiros Celulares 25 e 50 anos, sendo 25 para cálculo como canal e 50 para verificação como orifício;
- d - Obras-de-Arte especiais (Pontes)100 anos.

3.2.8 - Tempo de Concentração

É definido como sendo o tempo necessário para que a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende de vários parâmetros, tais como:

- Área da bacia e sua forma;
- Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);
- Tipo, recobrimento vegetal, uso da terra, etc.

Segundo estudos, as características que influem principalmente no tempo de concentração são as três citadas acima.

$$T_c = 0,95 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula de Kirpich:

Onde:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

H = desnível do talvegue em m.

O cálculo dos outros parâmetros, ou seja, área da bacia drenada, comprimento do talvegue principal e desnível entre o ponto mais alto nas cabeceiras dos mananciais e a seção de drenagem foram determinadas com suficiente precisão por meio de cartas topográficas em escala de 1:100.000 - IBGE e dos levantamentos aerofotogramétricos em escala 1:60.000.

3.2.9 - Cálculo das Vazões Afluentes

3.2.9.1 - Introdução

- *Micro bacias* - Aquelas com área de drenagem até 1,0 km²;
- *Pequenas Bacias* - Considera-se pequenas bacias hidrográficas aquelas com área de drenagem entre 1,0 e 4,0 km² (são drenadas por bueiros tubulares ou celulares);
- *Bacias Médias* - Aquelas com área de drenagem entre 4,0 e 10,0 km² (são drenadas por bueiros celulares);
- *Grandes Bacias* - Bacias com área superior a 10,0 km² (são drenadas por bueiros celulares ou pontes).

Cálculo das Vazões

O estudo das vazões das bacias de contribuição, para efeito de dimensionamento das obras de drenagem, foi feito separadamente, considerando as especificações gerais para elaboração de Projetos Rodoviários da AGETOP/DNIT.

Segundo estas especificações para as bacias com áreas até 4,0 km² (400 ha.), calculam-se as vazões afluentes pelo Método Racional.

Para as bacias com áreas entre 4,0 e 10,0 km² (400 - 1.000 ha.), calculam-se as vazões pelo Método Racional Corrigido.

Para bacias com áreas superiores a 10,0 km² (1.000 ha.), usa-se o Método do Hidrograma Unitário Triangular - HUT.

Nota: Para o Método Racional e Método HUT, os coeficientes de drenagem superficial ou de escoamento e o complexo solo-vegetação foram adotados da tabela à pág. 44.

3.2.9.2 - Métodos de Cálculo

3.2.9.2.1 - Método Racional

Os limites de aplicação do chamado Método Racional, segundo os hidrólogos, são muito variáveis. Vamos adotar o procedimento recomendado pelo AGETOP, que está abaixo descrito.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas de até 1,0 km², vamos adotar o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_c = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde:

Q_c = descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial;

A = área da bacia, em km²;

I = intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em } \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm);

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula de Kirpich.

3.2.9.2.2 - Método Racional Corrigido

A fórmula do Método Racional, geralmente leva ao super dimensionamento das obras de drenagem. Para o dimensionamento mais criterioso dos elementos em questão, corrigem-se as vazões afluentes calculadas utilizando-se

o coeficiente de retardo adimensional (n), que visa à correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área, adotando-se a expressão:

$$n = A^{-0,10}$$

Onde:

A = área da bacia em km²;

Portanto, a fórmula adotada para o cálculo de vazões, pelo Método Racional Corrigido, é:

$$Q_c = 0,278 \times C \times I \times A \times n$$

3.2.9.2.3 - Método do Hidrograma Unitário Triangular - HUT

Aplicado para o cálculo de vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas entre 10,0 e 2.500,0 km². Para áreas acima de 2.500,0 km², as bacias serão decompostas em sub-bacias menores fazendo-se o estudo específico para cada uma.

No desenvolvimento do método foram adotadas as seguintes fórmulas:

1 - Cálculo de Tempo de Pico (TP)

Tempo de ascensão do hidrograma, em horas. Fórmula:

$$Tp = \frac{\Delta T}{2} + 0,6 Tc,$$

Onde:

ΔT = duração de chuva unitária, antes estabelecida em horas;

Tc = tempo de concentração, em horas.

O tempo de concentração é obtido, utilizando-se a fórmula de Kirpich.

$$\Delta T \cong \frac{Tc}{5}, \text{ em horas}$$

O cálculo da duração da chuva unitária - ΔT , é dado pela expressão:

2 - Cálculo do Tempo de Descida (TR):

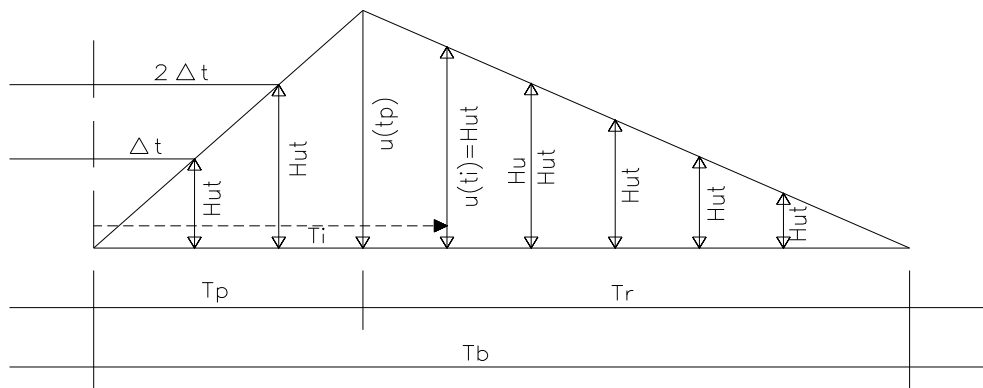
$T_r = 1,67 T_p$, em horas.

3 - Cálculo do Tempo de Base (TB):

$T_b = 2,67 T_p$, em horas.

Construção do Hidrograma Unitário Triangular

Os parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular (HUT), tempo Unitário (Δt), são os seguintes:



Para o cálculo da descarga de pontos do HUT, utiliza-se a fórmula:

$$\phi(T_p) = \frac{2,08}{T_p} A,$$

Onde:

$\phi(T_p)$ = descarga, em m/s/cm;

A = área da bacia, em Km²;

T_p = tempo do pico, em horas.

Para o cálculo do excesso de precipitação, utilizam-se as seguintes expressões:

$$P_m = P_i [1,0 - 0,10 \log(A/25)]$$

Onde:

P_m = precipitação média (mm);

$[1,0 - 0,10 \log(A/25)] = Cr$ (coeficiente de redução), segundo Jaime Taborga;

A = área da bacia em km², sendo $A \geq 25$;

Pi = precipitação em mm, P = f(ΔT) obtido no gráfico de precipitações.

$$P_{ei} = \frac{\left[Pm - \left(\frac{5080}{CN} - 50,8 \right) \right]^2}{Pm + \frac{20320}{CN} - 203,2},$$

Onde:

Pei = chuva efetiva, em mm;

CN = complexo solo-vegetação ou número de deflúvio;

Pm = precipitação média, em mm.

Para o cálculo das chuvas efetivas parciais (qi) nos tempos (ti), faz-se por simples diferença:

$$q_i \cong P_{ei} - P_{(ei-1)}$$

Para obtenção do HUT, usam-se as seguintes fórmulas:

$$HUT = \frac{\varphi(Tp) \times T_i}{Tp}; \quad T_i \leq Tp$$

$$HUT = \frac{\varphi(Tp) \times (Tb - T_i)}{Tr}; \quad T_i \geq Tp$$

Após a obtenção das chuvas parciais qi e do HUT, procede-se a construção da tabela típica, para o cálculo dos valores de Qi, pela expressão:

$$Q_i = q_i \times \varphi 1 + q_{i-1} \times \varphi 2 + q_{i-2} \times \varphi 3 + \dots + q_i \times \varphi_i.$$

3.2.9.2.4 - Fixação do Coeficiente de Escoamento (C), para o Método Racional, e o Coeficiente do Complexo Solo-Vegetação (CN), para o Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)

OROGRAFIA			PLANA		ONDULADA		MONTANHOSA	
CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE			C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos Estéreis e Áreas Urbanizadas	Muito Permeáveis	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	Permeáveis	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	Semi Permeáveis	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	Pouco Permeáveis	D	0,60-0,80	70	0,60-0,90	75	0,60-1,00	80
Cerrados, Pastagens e Matas Ralas	Muito Permeáveis	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	Permeáveis	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	Semi Permeáveis	C	0,30	60	0,40	60	0,50	70
	Pouco Permeáveis	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e Pastagens Terraceadas	Muito Permeáveis	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	Permeáveis	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	Semi Permeáveis	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	Pouco Permeáveis	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas Terraceadas	Muito Permeáveis	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	Permeáveis	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	Semi Permeáveis	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	Pouco Permeáveis	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

Sendo:

A = “Loess” em camadas espessas;

B = “Loess” em camadas rasas e areias;

C = Solos Siltosos e Argilosos;

D = Solos com argilas expansivas e pavimentos.

A escolha das seções, das obras de arte estudadas, foi feita de acordo com a fórmula de Manning, calculando-se a vazão para a velocidade máxima de **4,5 m/s**, conforme recomendações do Manual de Drenagem.

Vazão, Velocidade e Declividade Crítica de Bueiros Celulares de Concreto.

Trabalhando como Canal (EC = D)

Tipo do Bueiro	Área Molhada Crítica (m2)	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSCC 1,50 X 1,50	1,50	10,13	4,50	0,68
BSCC 2,00 X 2,00	2,67	18,00	4,50	0,62
BSCC 2,50 X 2,50	4,17	28,13	4,50	0,58
BSCC 3,00 X 3,00	6,00	40,50	4,50	0,54
BDCC 1,50 X 1,50	3,00	19,24	4,50	0,68
BDCC 2,00 X 2,00	5,33	34,20	4,50	0,62
BDCC 2,50 X 2,50	8,33	53,44	4,50	0,58
BDCC 3,00 X 3,00	12,00	76,95	4,50	0,54
BTCC 1,50 X 1,50	4,50	27,34	4,50	0,68
BTCC 2,00 X 2,00	8,00	48,60	4,50	0,62
BTCC 2,50 X 2,50	12,50	75,94	4,50	0,58
BTCC 3,00 X 3,00	18,00	109,35	4,50	0,54

Vazão, Velocidade e Declividade Crítica de Bueiros Tubulares de Concreto.

Trabalhando como Canal (EC = D)

Tipo do Bueiro	Área Molhada Crítica (m2)	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSTC Ø 1,00	0,60	3,12	4,50	0,74
BSTC Ø 1,20	0,86	5,07	4,50	0,69
BSTC Ø 1,50	1,35	9,19	4,50	0,65
BDTC Ø 1,00	1,20	5,92	4,50	0,74
BDTC Ø 1,20	1,72	9,63	4,50	0,69
BDTC Ø 1,50	2,69	17,46	4,50	0,65
BTTC Ø 1,00	1,80	8,42	4,50	0,74
BTTC Ø 1,20	2,59	13,68	4,50	0,69
BTTC Ø 1,50	4,04	24,81	4,50	0,65

A seguir apresentamos Quadro Resumo das Obras de Arte.

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO E CARACTERÍSTICA DAS OBRAS DE ARTES CORRENTES E ESPECIAIS

Apresenta-se a seguir a planilha com o cálculo das vazões de projeto para as características das bacias apresentadas, e o pré - dimensionamento de bueiros segundo a publicação "Hydraulic Engnering" circular n.º 06 do Bureaus of Public Roads.

Nº	ESTACA EIXO LOCADO	BACIA Aq (km ²)	MÉTODO	TALWEG L (km)	DESNIV. H (m)	DECLIV. (%)	C	CN	Tc (h)	P (mm)					Vazões (m³/s)			OBRA EXISTENTE	OBRA PROJETADA	OBSERVAÇÕES					
										Tr=5	Tr=10	Tr=15	Tr=20	Tr=25	Tr=50	Tr=100	i (mm/h)				MR	φ	i (mm/h)	MRC	HUT*
1	27+00,00	0,06	MR	0,24	5,0	2,08	0,40	0	0,10	15		24					240,00	1,60			(C)	BSTC Ø 1,00	Córrego Água Azul		
2	91+00,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
3	139+00,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
4	176+03,50	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
5	186+06,34	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
6	239+19,00	5,10	MRC	4,00	80,0	2,00	0,40	0	0,87	25	88					0,79	98,85	44,32			PM (S)	BCCC 2,50 x 2,50			
7	262+10,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
8	268+17,20	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
9	301+00,00	0,12	MR	0,61	15,0	2,46	0,40	0	0,19	15		38					200,00	2,67			(C)	BSTC Ø 1,00			
10	307+00,00	0,12	MR	0,61	15,0	2,46	0,40	0	0,19	15		38					200,00	2,67			(C)	BSTC Ø 1,00			
11	320+00,00	0,02	MR	0,50	5,0	1,00	0,40	0	0,23	15		42					182,61	0,41			(C)	BSTC Ø 1,00			
12	348+00,00	0,20	MR	0,80	20,0	2,50	0,40	0	0,23	15		42					182,61	4,06			(C)	BDTC Ø 1,00			
13	373+00,00	0,04	MR	0,37	10,0	2,70	0,40	0	0,12	15		27					225,00	1,00			(C)	BSTC Ø 1,00			
14	475+00,00	0,12	MR	0,61	5,0	0,82	0,40	0	0,29	15		48					165,52	2,21			(C)	BSTC Ø 1,00			
15	531+02,40	0,32	MR	0,78	15,0	1,92	0,40	0	0,25	15		44					176,00	6,26			(C)	BDTC Ø 1,00			
16	655+10,00	59,46	HUT	16,08	465,0	2,89	0,00	60	2,20	25									#####		(C)	BTCC 3,00 x 4,00	Córrego Rancharia		
17	685+15,00	0,10	MR	0,75	30,0	4,00	0,40	0	0,18	15		36					200,00	2,22			(C)	BSTC Ø 1,00			
18	699+07,00	2,60	MR	2,70	80,0	2,96	0,40	0	0,55	25	71					129,09	37,32			(C)	BSCC 3,00 x 3,00				
19	705+00,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
20	737+10,30	0,37	MR	1,13	25,0	2,21	0,40	0	0,32	15		50					156,25	6,43			(C)	BDTC Ø 1,00			
21	746+15,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
22	855+07,20	0,20	MR	0,28	5,0	1,79	0,40	0	0,12	15		27					225,00	5,00			BDTC Ø 1,00 (S)	BDTC Ø 1,00			
23	859+11,35	187,54	HUT	29,22	525,0	1,80	0,00	60	4,18	100									#####		(C)	PCA		Ribeirão Dois de Junho	
24	937+00,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
25	1007+16,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
26	1056+16,00	0,00	Amin																		(C)	BSTC Ø 1,00			
27	1102+17,00	0,20	MR	0,62	45,0	7,26	0,40	0	0,13	15		28					215,38	4,79			(C)	BDTC Ø 1,00			
28	1108+00,00	0,22	MR	0,74	45,0	6,08	0,40	0	0,15	15		31					206,67	5,06			(C)	BDTC Ø 1,00			
NOTA:																		AGENCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS				AGETOP			
S - SUBSTITUIR M - MANTER O EXISTENTE																		P - PROLONGAR C - CONSTRUIR				* HUT o método Estatístico			
PROJETO FINAL DE ENGENHARIA																		RODOVIA: GO-132		SUB-TRECHO:					
PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES BUEIROS E OBRAS DE ARTES																						FOLHA:			

NOTA: S - SUBSTITUIR P - PROLONGAR C - CONSTRUIR * HUT o método Estatístico

M - MANTER O EXISTENTE

Amin = Área mínima (Bacias que apresentam áreas tão pequenas < 0,01km² que não são indentificadas nas cartas topográficas ou imagens de satélite.

Obs.: Para uma área de 0,01 km² o dimensionamento leva-se a se projetar um bueiro de diâmetro de 1 metro, portanto, adotou-se tal diâmetro como mínimo, ou manter o diâmetro da obra já existente, para estas bacias com áreas não quantificáveis.

AGENCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA

RODOVIA: GO-132 SUB-TRECHO:

PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES

BUEIROS E OBRAS DE ARTES

FOLHA:

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO E CARACTERÍSTICA DAS OBRAS DE ARTES CORRENTES E ESPECIAIS

Apresenta-se a seguir a planilha com o cálculo das vazões de projeto para as características das bacias apresentadas, e o pré - dimensionamento de bueiros segundo a publicação "Hydraulic Engeneering" circular nº 06 do Bureaus of Public Roads.

[illegible]

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

1	a) BACIA - 27+00,00 $Ad = 0,06 \text{ km}^2$ $L = 0,24 \text{ km}$ $\Delta H = 5,00 \text{ m}$ $s = 5,00 / 240 = 2,08 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,24^2/2,08) \Rightarrow Tc = 0,1 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,1 \text{ h}$ $P = 24 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ 0,385 $I = 24 / 0,1 = 240 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 240 \times 0,06 = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)
9	b) BACIA - 301+00,00 $Ad = 0,12 \text{ km}^2$ $L = 0,61 \text{ km}$ - ---- $\Delta H = 15,00 \text{ m}$ $s = 15,00 / 610 = 2,46 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,61^2/2,46) \Rightarrow Tc = 0,19 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,19 \text{ h}$ $P = 38 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 38 / 0,19 = 200 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 200 \times 0,12 = 2,67 \text{ m}^3/\text{s}$ 0,385 ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)
10	c) BACIA - 307+00,00 $Ad = 0,12 \text{ km}^2$ $L = 0,61 \text{ km}$ $\Delta H = 15,00 \text{ m}$ $s = 15,00 / 610 = 2,46 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,61^2/2,46) \Rightarrow Tc = 0,19 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,19 \text{ h}$ $P = 38 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 38 / 0,19 = 200 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 200 \times 0,12 = 2,67 \text{ m}^3/\text{s}$ ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)
11	d) BACIA - 320+00,00 0,385 $Ad = 0,02 \text{ km}^2$ $L = 0,5 \text{ km}$ $\Delta H = 5,00 \text{ m}$ $s = 5,00 / 500 = 1 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,5^2/1) \Rightarrow Tc = 0,23 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,23 \text{ h}$ $P = 42 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 42 / 0,23 = 182,61 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 182,61 \times 0,02 = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$ ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)

12	e) BACIA - 348+00,00
$Ad = 0,2 \text{ km}^2$ $L = 0,8 \text{ km}$ $\Delta H = 20,00 \text{ m}$ $s = 20,00 / 800 = 2,5 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,8^{2/3}/2,5) \Rightarrow Tc = 0,23 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,23 \text{ h}$ $P = 42 \text{ mm}$ ($Tr = 15 \text{ anos}$) $I = 42 / 0,23 = 182,61 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 182,61 \times 0,2 = 4,06 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	
13	f) BACIA - 373+00,00
$Ad = 0,04 \text{ km}^2$ $L = 0,37 \text{ km}$ $\Delta H = 10,00 \text{ m}$ $s = 10,00 / 370 = 2,7 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,37^{2/3}/2,7) \Rightarrow Tc = 0,12 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,12 \text{ h}$ $P = 27 \text{ mm}$ ($Tr = 15 \text{ anos}$) $I = 27 / 0,12 = 225 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 225 \times 0,04 = 1 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	
14	g) BACIA - 475+00,00
$Ad = 0,12 \text{ km}^2$ $L = 0,61 \text{ km}$ $\Delta H = 5,00 \text{ m}$ $s = 5,00 / 610 = 0,82 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,61^{2/3}/0,82) \Rightarrow Tc = 0,29 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,29 \text{ h}$ $P = 48 \text{ mm}$ ($Tr = 15 \text{ anos}$) $I = 48 / 0,29 = 165,52 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 165,52 \times 0,12 = 2,21 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	
15	h) BACIA - 531+02,40
$Ad = 0,32 \text{ km}^2$ $L = 0,78 \text{ km}$ $\Delta H = 15,00 \text{ m}$ $s = 15,00 / 780 = 1,92 \%$ $Tc = 0,39 \times (0,78^{2/3}/1,92) \Rightarrow Tc = 0,25 \text{ h}$ Adotou-se $Tc = 0,25 \text{ h}$ $P = 44 \text{ mm}$ ($Tr = 15 \text{ anos}$) $I = 44 / 0,25 = 176 \text{ mm/h}$ $Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 176 \times 0,32 = 6,26 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	

17	i) BACIA - 685+15,00	Ad = 0,1 km² L = 0,75 km ΔH = 30,00 m s = 30,00 / 750 = 4 % Tc = 0,39 x (0,75^{2/4}) ⇒ Tc = 0,18 h Adotou-se Tc = 0,18 h P = 36 mm (Tr = 15 anos) I = 36 / 0,18 = 200 mm/h Qp = 0,278 x C x I x Ad ⇒ Qp = 0,278 x 0,4 x 200 x 0,1 = 2,22 m³/s ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C) 0,385
18	j) BACIA - 699+07,00	Ad = 2,6 km² L = 2,7 km ΔH = 80,00 m s = 80,00 / 2700 = 2,96 % Tc = 0,39 x (2,7^{2/2,96}) ⇒ Tc = 0,55 h Adotou-se Tc = 0,55 h P = 71 mm (Tr = 25 anos) I = 71 / 0,55 = 129,09 mm/h Qp = 0,278 x C x I x Ad ⇒ Qp = 0,278 x 0,4 x 129,09 x 2,6 = 37,32 m³/s ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSCC 3,00 x 3,00 OBRA EXISTENTE = (C)
20	k) BACIA - 737+10,30	Ad = 0,37 km² 0,385 L = 1,13 km ΔH = 25,00 m s = 25,00 / 1130 = 2,21 % Tc = 0,39 x (1,13^{2/2,21}) ⇒ Tc = 0,32 h Adotou-se Tc = 0,32 h P = 50 mm (Tr = 15 anos) I = 50 / 0,32 = 156,25 mm/h Qp = 0,278 x C x I x Ad ⇒ Qp = 0,278 x 0,4 x 156,25 x 0,37 = 6,43 m³/s ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)
22	l) BACIA - 855+07,20	Ad = 0,2 km² L = 0,28 km ΔH = 5,00 m 0,385 s = 5,00 / 280 = 1,79 % Tc = 0,39 x (0,28^{2/1,79}) ⇒ Tc = 0,12 h Adotou-se Tc = 0,12 h P = 27 mm (Tr = 15 anos) I = 27 / 0,12 = 225 mm/h Qp = 0,278 x C x I x Ad ⇒ Qp = 0,278 x 0,4 x 225 x 0,2 = 5 m³/s ∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = BDTC Ø 1,00 (S)

27	m) BACIA - 1102+17,00
$Ad = 0,2 \text{ km}^2$ $L = 0,62 \text{ km}$ $\Delta H = 45,00 \text{ m}$ $s = 45,00 / 620 = 7,26 \%$ $T_c = 0,39 \times (0,62^2/7,26) \Rightarrow T_c = 0,13 \text{ h}$ Adotou-se $T_c = 0,13 \text{ h}$ $P = 28 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 28 / 0,13 = 215,38 \text{ mm/h}$ $Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 215,38 \times 0,2 = 4,79 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	
28	n) BACIA - 1108+00,00
$Ad = 0,22 \text{ km}^2$ $L = 0,74 \text{ km}$ $\Delta H = 45,00 \text{ m}$ $s = 45,00 / 740 = 6,08 \%$ $T_c = 0,39 \times (0,74^2/6,08) \Rightarrow T_c = 0,15 \text{ h}$ Adotou-se $T_c = 0,15 \text{ h}$ $P = 31 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 31 / 0,15 = 206,67 \text{ mm/h}$ $Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 206,67 \times 0,22 = 5,06 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	
29	o) BACIA - 1170+00,00
$Ad = 0,14 \text{ km}^2$ $L = 0,66 \text{ km}$ $\Delta H = 10,00 \text{ m}$ $s = 10,00 / 660 = 1,52 \%$ $T_c = 0,39 \times (0,66^2/1,52) \Rightarrow T_c = 0,24 \text{ h}$ Adotou-se $T_c = 0,24 \text{ h}$ $P = 43 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 43 / 0,24 = 179,17 \text{ mm/h}$ $Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 179,17 \times 0,14 = 2,79 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C) 0,385	
30	p) BACIA - 1361+13,70
$Ad = 0,1 \text{ km}^2$ $L = 0,46 \text{ km}$ $\Delta H = 10,00 \text{ m}$ $s = 10,00 / 460 = 2,17 \%$ $T_c = 0,39 \times (0,46^2/2,17) \Rightarrow T_c = 0,16 \text{ h}$ Adotou-se $T_c = 0,16 \text{ h}$ $P = 33 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$ $I = 33 / 0,16 = 206,25 \text{ mm/h}$ $Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 206,25 \times 0,1 = 2,29 \text{ m}^3/\text{s}$	
$\therefore$ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00 OBRA EXISTENTE = (C)	

32

q) BACIA - 1564+09,71

$$Ad = 0,02 \text{ km}^2$$

0,385

$$L = 0,3 \text{ km}$$

$$\Delta H = 10,00 \text{ m}$$

$$s = 10,00 / 300 = 3,33 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,3^2/3,33) \Rightarrow Tc = 0,1 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 24 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 24 / 0,1 = 240 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 240 \times 0,02 = 0,53 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO

a) BACIA - 239+19,00

$$Ad = 5,1 \text{ km}^2$$

$$L = 4,00 \text{ km}$$

$$\Delta H = 80,00 \text{ m}$$

$$\text{Declividade} = 80 / 4000 = 2 \% \quad n = 6$$

$$Tc = 0,39 \times (4,00^2/2) \Rightarrow Tc = 0,87 \text{ h}$$

$$P = 98 \text{ mm} \quad 0,385$$

$$I = 98 / 0,87 = 112,64 \text{ mm/h}$$

$$\phi = 1 / (100 \times A)^{1/n} \Rightarrow \phi = 0,79$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \times \phi \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 112,64 \times 5,1 \times 0,79$$

$$Qp = 50,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDCC 2,50 x 2,50

Método do Hidrograma Unitário - HUT

ESTAÇÃO: MINAÇU ESTACA: 655+10,00 CURSO D'ÁGUA: Córrego Rancharia ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 59,46 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 16,08 km DESNÍVEL(DELTA H): 465,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 2,892 % VEGETAÇÃO: Florestas tropicais densas e regiões alagadiças										C.N.: 60 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,96237151 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 2,19966022 h TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,43993204 h TEMPO DE PICO(Tp): 1,53976216 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 2,5714028 h TEMPO DE BASE(Tb): 4,11116496 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 100 anos φ(Tp): 80,3220156 m/s/cm						
Ti(h)	Pi(cm)	Pm(cm)	Pei(cm)	ΔPei(cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,440	8,160	7,853	0,932	0,932	22,949	21,392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,392
0,880	10,920	10,509	2,109	1,177	45,898	42,784	27,003	-	-	-	-	-	-	-	-	69,787
1,320	12,640	12,164	2,997	0,888	68,847	64,176	54,007	20,376	-	-	-	-	-	-	-	138,559
1,760	13,840	13,319	3,672	0,675	73,451	68,468	81,010	40,752	15,501	-	-	-	-	-	-	205,731
2,200	14,760	14,205	4,217	0,545	59,709	55,658	86,427	61,129	31,002	12,504	-	-	-	-	-	246,720
2,640	15,490	14,907	4,664	0,447	45,967	42,848	70,257	65,216	46,503	25,009	10,268	-	-	-	-	260,102
3,080	16,110	15,504	5,054	0,390	32,225	30,039	54,087	53,015	49,613	37,513	20,536	8,943	-	-	-	253,746
3,519	16,720	16,091	5,446	0,392	18,483	17,229	37,918	40,814	40,331	40,021	30,804	17,886	8,99	-	-	233,988
3,959	17,330	16,678	5,845	0,399	4,741	4,419	21,748	28,612	31,049	32,534	32,864	26,829	17,97	9,160	-	196,026
4,111	17,480	16,822	5,944	0,099	0,000	0,000	5,579	16,411	21,767	25,046	26,715	28,623	26,96	18,320	2,278	171,694

OAE : PCA VAZÃO MÁXIMA ACIMA DE 260,1m³/s

Obs: Nesta obra foi dimensionado um Bueiro Celular 3,0 x 4,0, em substituição a ponte, devido as condições da topografia. Foram feitos vários estudos juntamente com os técnicos da AGETOP e foi escolhido o bueiro celular como a melhor solução para o local. O bueiro atende a vazão necessária.

ESTAÇÃO: MINAÇU ESTACA: 858+11,35 CURSO D'ÁGUA: Ribeirão Dois De Junho ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 187,54 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 29,22 km DESNÍVEL(DELTA H): 525,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 1,797 % VEGETAÇÃO: Florestas tropicais densas e regiões alagadiças										C.N.: 60 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,9124846 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 4,1846961 h TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,8369392 h TEMPO DE PICO(Tp): 2,9292872 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 4,8919097 h TEMPO DE BASE(Tb): 7,8211969 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 100 anos φ(Tp): 133,16659 m/s/cm						
Ti(h)	Pi(cm)	Pm(cm)	Pei(cm)	ΔPei(cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,837	10,680	9,745	1,736	1,736	38,048	66,047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66,047
1,674	13,640	12,446	3,158	1,422	76,095	132,094	54,094	-	-	-	-	-	-	-	-	186,188
2,511	15,300	13,961	4,065	0,907	114,143	198,141	108,188	34,520	-	-	-	-	-	-	-	340,849
3,348	16,480	15,038	4,749	0,684	121,775	211,390	162,283	69,039	26,028	-	-	-	-	-	-	468,739
4,185	17,550	16,014	5,394	0,645	98,992	171,841	173,134	103,559	52,055	24,542	-	-	-	-	-	525,131
5,022	18,280	16,680	5,846	0,452	76,209	132,292	140,742	110,484	78,083	49,084	17,211	-	-	-	-	527,895
5,859	19,280	17,593	6,481	0,635	53,426	92,743	108,350	89,813	83,304	73,626	34,422	24,142	-	-	-	506,400
6,696	19,920	18,177	6,895	0,414	30,643	53,194	75,959	69,143	67,718	78,549	51,633	48,283	15,77	-	-	460,249
7,532	20,490	18,697	7,270	0,374	7,860	13,644	43,567	48,472	52,133	63,854	55,086	72,425	31,54	14,242	-	380,720
7,821	20,680	18,870	7,396	0,126	0,000	0,000	11,175	27,802	36,548	49,158	44,780	77,267	47,31	28,483	4,787	327,309

OAE : PCA VAZÃO MÁXIMA ACIMA DE 527,9m³/s

Obra Dimensionada: PCA 60 m

3.3 - Estudos Geotécnicos

3.3 - Estudos Geotécnicos

3.3.1 - Generalidades

Os trabalhos referentes aos estudos geotécnicos constaram de estudo de campo, de laboratório e de escritório. Os estudos de campo compreenderam observações visuais e coleta de amostra para posterior estudo no laboratório. Todos os resultados obtidos no campo e no laboratório foram encaminhados ao escritório onde foram devidamente analisados.

A seguir é apresentada a relação dos estudos geotécnicos realizados pela consultora no trecho contratado.

3.3.2 - Metodologia

3.3.2.1 - Estudo do Subleito

Os estudos do subleito foram realizados em duas fases descritas a seguir.

Inspeção e Coleta de Amostras

Para a identificação das diversas camadas de solos através da inspeção no campo, foram feitos furos de sondagens no eixo da pista projetada, espaçados longitudinalmente de 200m, tanto nos cortes como nos aterros inferiores a 1,00m. Para execução desses furos, foi fornecida uma nota de serviço de sondagem, baseado no greide de Terraplenagem, determinando a localização (estaca) e profundidade de cada um deles.

No trecho em estudo em alguns segmentos, não foi obedecido os 200m entre os furos de sondagem, pois a localização escolhida representou uma amostra mais representativa. A profundidade dos diversos furos de sondagem atingiu 1,50m abaixo do greide projetado da terraplenagem. As amostras de solo foram coletadas, ensacadas e etiquetadas para posterior identificação, sendo a seguir encaminhadas ao laboratório.

Ensaio de Laboratório

Foram realizados os seguintes ensaios de laboratório:

- Granulometria sem sedimentação (ABNT NBR 7181)
- Compactação com energia Proctor 12 golpes ou 26 golpes (ABNT NBR 7182);
- Índice de Suporte Califórnia – (ABNT NBR 9895);
- Limite de Liquidez (ABNT NBR 6459);
- Limite de Plasticidade (ABNT NBR 7180);
- Massa específica aparente “in situ” ou densidade “in situ” (ABNT NBR 7185/9813)

Todos os ensaios realizados obedeceram às especificações constantes do “Método de Ensaios”, bem como as Instruções da AGETOP, estando os resultados apresentados no Volume 3B.

Obs.: A seguir é apresentado um quadro resumo dos estudos geotécnicos realizados pela consultora no subleito da rodovia.

ENSAIOS	QUANTIDADE
Granulometria	224
Compactação	224
ISC	224
Expansão	224

3.3.2.2 - Estudos de Ocorrências de Solos para Pavimentação

No estudo de ocorrência de materiais para pavimentação estão os materiais terrosos, pétreos e areia.

A determinação dos materiais compreendeu nas seguintes operações:

- Inspeção expedida no campo;
- Sondagens e coleta de amostra;
- Ensaios em Laboratório;
- Cubação do Volume aproveitável.

Após a inspeção expedida no campo, foi lançado sobre a área escolhida um reticulado de 30 por 30m de lado, dentro do limite da ocorrência selecionada, cujos vértices foram numerados e feitos os furos de sondagem, e coleta de amostras. Todas as ocorrências de materiais terrosos foram amarradas em sistema de coordenadas UTM (informando o meridiano central) e Geográficas, no mínimo em 3 vértices; para definir as direções das malhas, também, foram amarradas em relação a uma estaca do eixo da rodovia e determinamos sua coordenada.

Na ocorrência de materiais terrosos, em todos os furos da malha de 30,0m para cada camada de material, foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria sem sedimentação (ABNT NBR 7181);
- Limite de liquidez (ABNT NBR 6459);
- Limite de plasticidade (ABNT NBR 7180);

Nos furos alternados da malha para cada camada de material, foram realizados os seguintes ensaios adicionais:

-
- Equivalente de areia (ABNT NBR 12052);
 - Compactação com energia Proctor de 26 golpes ou 55 golpes (ABNT NBR 7182);
 - Índice de Suporte Califórnia (ABNT NBR 9895).
 - Massa específica aparente “in situ” ou densidade “in situ” (ABNT NBR 7185/9813)

Será apresentado um croqui das ocorrências, delimitando as áreas dos materiais aproveitáveis, bem como a posição dos furos. Quando ocorreu profundidade superior a 1,0 m foi feito os ensaios mencionados anteriormente para cada metro de profundidade.

As amostras de solo serão coletadas, ensacadas e etiquetadas para posterior identificação, contendo as seguintes informações: nº da amostra, rodovia, trecho, furo, ensaios, data e nome do operador.

Em função das determinações de laboratório e das anotações feitas no campo, foi realizada a cubagem de cada ocorrência.

- J 01 - Est. 375+00 LE a 20 m do Eixo;
- J 02 - Est. 730+0,00 LE a 29 m do Eixo;
- J 03 - Est. 1150+ 0,00 LE a 20 m do Eixo;
- J04 - Est. 1335+0,00 LD a 20 m do Eixo.

3.3.2.3 - Estudo de Empréstimos Laterais

Após indicação dada pelo projeto de Terraplenagem, dos locais onde houve necessidade de utilização de material importado, foram definidas as caixas de empréstimo, escolhendo-se sempre a que propicie a obtenção do melhor material na menor distância possível.

Nos locais onde foram previstos empréstimos laterais, os furos de ensaios foram localizados no eixo dos empréstimos, sendo a distância longitudinal máxima entre os furos de sondagem de 100 m e a profundidade igual à prevista para o empréstimo.

Onde foram previstos empréstimos concentrados, foram feitos, pelo menos, cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade igual à prevista para o empréstimo. Para caixas maiores que 10.000 m² foi feito um reticulado com malha de 50 m de lado, com espaçamento máximo de 70 m entre os furos.

As amostras coletadas de todos os furos, nos diversos horizontes, foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Granulometria sem sedimentação (ABNT NBR 7181);
- Limite de liquidez (ABNT NBR 6459);
- Limite de plasticidade (ABNT NBR 7180);

- Compactação com energia proctor de 12 golpes ou 26 golpes (ABNT NBR 7182);
- Índice de Suporte Califórnia – ISC (ABNT NBR 9895);
- Massa específica aparente "in situ" ou densidade "in situ" (ABNT NBR 7185/9813).

Todas as amostras coletadas foram etiquetadas contendo n° da amostra, rodovia, trecho, estaca, localização do furo, ensaios, data e nome do operador.

Obs.: A seguir é apresentado um quadro resumo dos estudos geotécnicos realizados pela consultora nos empréstimos laterais.

ENSAIOS	QUANTIDADE
Granulometria	157
Compactação	157
ISC	157
Expansão	157

3.3.2.4 - Estudo de Pedreiras

O reconhecimento da pedra estudada foi feito em duas etapas, a saber:

- Reconhecimento preliminar;
- Prospecção definitiva.

No reconhecimento preliminar foi feito um exame visual do material, uma avaliação do volume e localização no trecho.

Nas ocorrências de materiais pétreos foram coletadas 5(cinco) amostras e feito os seguintes ensaios;

- Abrasão “Los Angeles” (ABNT NBR 6465);
- Adesividade (ABNT NBR 12583/12584);
- Índice de forma (ABNT NBR 7809).

Foram estudadas duas pedreiras comerciais, a primeira a 91,40 km do início do trecho encontra-se o Britador Calcário Santa Tereza (município de Formoso). A segunda Pedreira é o Britador Calcário da Serra que está localizado a 40 km do final do trecho no município de Palmeirópolis.

As duas pedreiras têm Licença de Instalação.

A ocorrência selecionada foi a que apresentou a menor distância média de transporte e que atendeu às especificações.

O croqui e demais dados da Pedreira selecionada encontram-se no Volume 3 - Projeto de Execução.

3.3.2.5 - Estudo de Areias

O areal mais viável é o Areal Arebras que se encontra a 98,6 km do início do trecho no Município de Formoso. O areal tem licença de instalação. O croqui encontra-se no Volume 3 - Projeto de Execução.

Foram realizados furos de sondagens, coletando-se amostras e procedendo-se à sua cubagem e análise granulométrica.

Foram feitos os seguintes ensaios:

- Granulometria de agregado miúdo (ABNT NBR 7217);
- Teor de matéria Orgânica (ABNT NBR NM49).
- Equivalente de Areia

A preferência para indicarmos explorações comerciais desses materiais, é porque tem sido constante o embargo de explorações de areais e pedreiras virgens nas obras de pavimentação, pelo IBAMA, FEMAGO e DNPM em função dos impactos ambientais. Assim, é mais viável a indicação da pedreira e areal comercial, que já possui licença de instalação e de exploração nos órgãos ambientais.

3.4 - Estudos de Tráfego

3.4 - Estudo de Tráfego

3.4.1 - Introdução

O Estudo de Tráfego tem como objetivo determinar o volume médio diário de tráfego, com sua composição por classe de veículo, e obter o número de solicitações do eixo no período do projeto, parâmetro este, utilizado na definição da diretriz para a solução a ser adotada no Projeto de pavimentação.

A finalidade destas pesquisas foi o desenvolvimento dos seguintes estudos específicos:

- Projeção do tráfego do trecho, com base nas taxas de crescimento da Região;
- Verificar a classe de rodovia e dimensionar as características técnicas;
- Determinação dos parâmetros de tráfego a serem utilizados na elaboração do Projeto.

Este Estudo considerou para abertura ao tráfego o ano de 2014, adotando-se a contagem de tráfego realizada no ano de 2012 com taxa de crescimento anual de 1,5% até o ano de 2014 - ano de abertura da Rodovia. Para o período de 15 anos, após a abertura da Rodovia, foi utilizada a mesma taxa de crescimento anual de 1,5% para Automóveis, Utilitários e a Frota Comercial. Estes valores foram adotados, após consulta aos técnicos da AGETOP, onde foi verificada a taxa de crescimento do tráfego da região em estudo.

Considerando o ano de 2014 como ano de abertura ao tráfego, encontramos:

$$\text{Posto 01} - N_{10} = 1,03 \times 10^6 - \text{Método USACE}$$
$$N_{15} = 1,55 \times 10^6 - \text{Método USACE}$$

A seguir mostraremos a tabela com a projeção do “VDM” e dos valores de “N”.

3.4.2 - Contagens Volumétricas Classificatórias Atuais

Pesquisas do Tráfego de Veículos Automotores

De acordo com as Diretrizes Básicas Para Elaboração de Estudos e Projetos foram realizadas Pesquisas de Tráfego de Veículos automotores, no mês de Março de 2012, em um postos julgado mais conveniente e estratégico, considerando-se as condições operacionais locais, a infra-estrutura disponível, e a segurança e garantia da qualidade da informação recolhida.

Para caracterizar o tráfego de veículos automotores da rodovia foi realizada Contagem Volumétrica e Classificatória no posto, a saber:

Posto P-01: localizado na GO-132 (Distrito de Santo Antonio da Cana Brava / Divisa GO/TO), onde foi realizada pesquisa no período de 03 (três) dias (21/03/2012 a 23/03/2012) com duração de 24:00 horas nos dois sentidos de tráfego.

Metodologia Adotada nas Contagens Volumétricas e Classificatórias

As “Contagens Volumétricas e Classificatórias” foi realizada para o trecho em questão, em um posto montado estrategicamente, durante 3 dias consecutivos, em períodos de 24 horas. O posto foi adequadamente escolhido para captar o fluxo de tráfego. Nas páginas seguintes apresentamos as tabelas das contagens realizadas no posto de contagem instalado.

Os veículos foram pesquisados e classificados da seguinte forma:

- a) Veículos de Passeio (P): Automóveis diversos;
- b) Veículos Utilitários (U): Caminhonetes, furgões, “pick-ups”, “Kombi”, “Besta”, “Vans” e outros veículos leves, com capacidade de carga menor que 3,0 toneladas;
- c) Ônibus (2CB/3CB): Coletivos urbanos e ônibus intermunicipais, o “Tribus” (ônibus com eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo “tandem” duplo traseiro) e os microônibus;
- d) Veículos de Carga;
- e) Outros (O): Todos os tipos de motociclo (motocicletas, “Lambretas”, “Vespas”, etc.).

Os veículos de carga foram classificados de acordo com o número, tipo e disposição dos eixos, a saber:

Caminhões Simples: 2C - Caminhão leve, composto de um eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo simples de rodas duplas traseiro, conhecido como caminhão “toco”. Foram incluídos nesta categoria o “F-4.000” da Ford, o “MB-600” da Mercedes Benz e outros caminhões pequenos (conhecidos como “três quartos”) e semelhantes (AGRALE, VOLKSWAGEN, etc.);

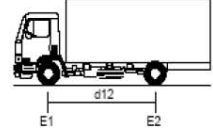
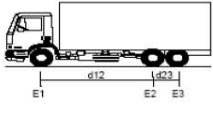
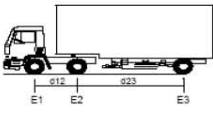
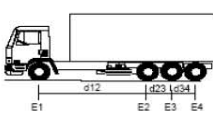
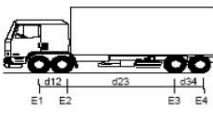
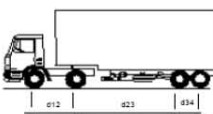
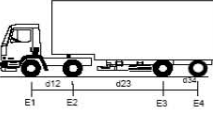
Caminhões Trucados: 3C - Caminhão médio, composto por um eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo “tandem” duplo de rodas duplas traseiro;

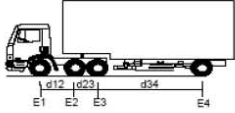
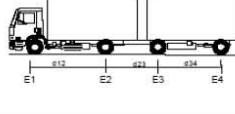
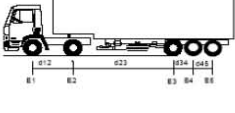
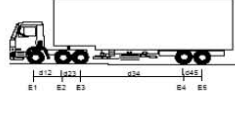
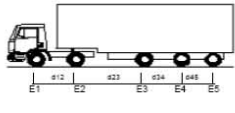
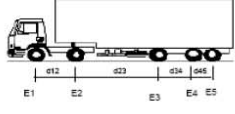
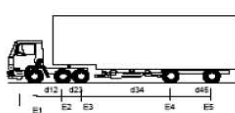
Semi-Reboques: 2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S2 / 3S3 - Veículos articulados compostos de um “cavalo mecânico” que traciona uma unidade (semi-reboque) com um eixo simples ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodas duplas traseiras (são as denominadas “carretas”, “jamantas”, “cegonheiras”, etc.) com diversas configurações de eixo;

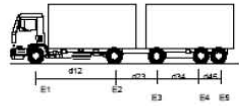
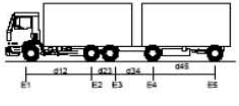
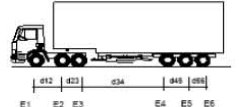
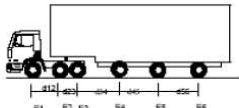
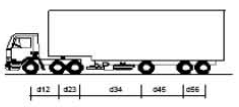
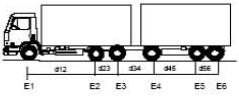
Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3D4 (Bitrem Articulado) / 3T6 (Rodotrem) - Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C ou 3C) que traciona um “reboque” com dois eixos, sendo um eixo simples de rodas simples ou duplas dianteiro e um eixo simples ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodas duplas traseiro.

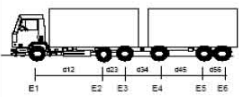
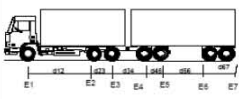
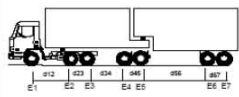
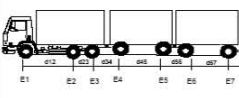
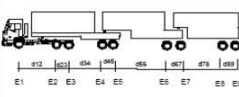
A Figura a seguir, apresenta a “Classificação de Veículos” adotada pelo DNIT e que foram utilizadas nas Pesquisas de Campo.

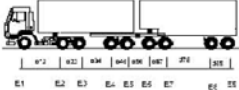
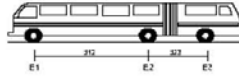
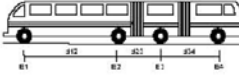
Figura 13 - Veículos adotados na classificação do DNIT

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t $d12 \leq 3,50m$	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TRUCADO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t $d12 > 2,40m$ $1,20m < d23 \leq 2,40m$	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t $d12, d23 > 2,40m$	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t $d12 > 2,40$ $1,20m < d23, d34 \leq 2,40m$	4C
	4	29(30,5)	CAMINHÃO DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais CED, CM = 12t E3E4 = TD, CM = 17t $1,20m < d34 \leq 2,40m$	4CD
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t $d12, d23 > 2,40m$ $1,20m < d34 \leq 2,40m$	2S2
	4	36(37,8)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t $d12, d23, d34 > 2,40m$	2I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	4	36(37,8)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10m d12, d23, d34 > 2,40m	2C2
	5	41,5(43,6)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD CM10t E3E4E5 = TT, CM 25,5t d12, d23 > 2,40m 1,20m d34, d45 ≤ 2,40m	2S3
	5	40(42)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2,40m	3S2
	5	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34, d45 > 2,40m	2I3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2J3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2C3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C2
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5E6 = TT, CM 25,5t d12, d34, > 2,40m 1,20m < d23, d45, d56 ≤ 2,40m	3S3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45, d56 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3J3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3C3
	6	19,5(20,5)	CAMINHÃO TRATOR E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD(6 pneus), CM 13,5t 1,20m < d23 ≤ 2,40m A CMT do conjunto vai variar conforme a capacidade do semi-reboque, no mínimo 10 ton até, no máximo o limite legal de 4r ton.	X

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	6	50(52,5)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3D3
	7	57(59,9)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	57(59,9)	BI TREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	63(66,2)	TREMINHAO(caminhão trucado + dois reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t E7 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d56, d67 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3Q4
	9	74(77,7)	TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	74(77,7)	RODOTREM (caminhão trator trucado + dois semi reboques dom dolly) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6
	2	16(16,8)	ÔNIBUS E1 = ES, RS, CM 6t ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ED, RD, CM 10t d12 ≤ 3,50m	2CB
	3	19,5(20,5)	ÔNIBUS TRUCADO E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t d12 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40m	3CB
	4	25,5(26,8)	ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais, carga máxima 12 ton E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t 1,20 < d34 ≤ 2,40m	4CB
	3	26(27,3)	ÔNIBUS URBANO ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t d12, d23 > 2,40m	2SB1
	4	36(37,8)	ÔNIBUS URBANO BI-ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34 > 2,40m	2IB2

A seguir, apresentamos as “Contagens Volumétricas e Classificadoras por Classe de Veículo” e a Planilha do VMD já compatibilizada do **Posto 01**:

3.4.3 - Determinação dos Volumes Médios Diários Anuais de Tráfego

- Fórmula Adotada

Adotamos a fórmula preconizada pelo DNIT, para cálculo do número “N” - Pavimentos Flexíveis, desenvolvida pelo Engº. Murilo Lopes de Souza, a seguir transcrita:

$$N_j = V_j \times FV \times FR \times FP$$

onde:

N_j = Número total de repetições do eixo simples padrão de 8,2 toneladas, ao longo de um período de “j” anos;

V_j = Volume total de veículos, nos dois sentidos de tráfego, até o ano “j”;

FV = Fator de Veículos ponderado em relação às classes correntes no trecho em estudo;

FR = Fator Climático Regional ($FR = 1,0$; Manual de Pavimentação, DNIT - 1996);

FP = Fator de Pista ($FP = 0,5$; considerando a distribuição do tráfego para cada faixa).

Sendo que: $V_j = 365 \times \Sigma VMDAT_j$

onde $\Sigma VMDAT_j$ = Volume médio diário, nos dois sentidos de tráfego, acumulado desde a abertura do trecho até o ano “j”.

e ainda: $FV = \Sigma FVi \times Ki$

$$FVi = FCi \times FEi$$

onde:

Ki = Percentual em decimais, de veículos da classe “i”, em relação ao total de veículos;

FVi = Fator de veículos da classe “i”;

FCi = Fator de cargas de classe “i”;

FEi = Fator de eixos da classe “i”.

Podemos também calcular:

$$FE = \Sigma FEi \times Ki$$

$$FC = \Sigma FCi \times Ki$$

sendo: FE e FC fatores de eixo e carga, respectivamente, da frota no trecho em estudo.

daí teremos:

$FV = FE \times FC$, onde FV é o Fator de Veículo da frota.

ET.01 - VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT) - ANO BASE: 2012					
RODOVIA: GO-132					
TRECHO: Distrito de Sto Antônio da Cana Brava / Div. GO/TO					
VEÍCULO - TIPO	CLASSE	Contagem	Tráfego Gerado	Quantidades	%
PASSEIO / UTILITÁRIOS	P / U	420	0	420	81,40
ÔNIBUS	2CB	52	0	52	10,08
ÔNIBUS TRUCADO	3CB	0	0	0	0,00
CAMINHÃO	2C	28	0	28	5,43
CAMINHÃO TRUCADO	3C	16	0	16	3,10
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S1	0	0	0	0,00
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S2	0	0	0	0,00
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S3	0	0	0	0,00
CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE	3S2	0	0	0	0,00
CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE	3S3	0	0	0	0,00
CAMINHÃO + REBOQUE	2C2	0	0	0	0,00
CAMINHÃO + REBOQUE	2C3	0	0	0	0,00
CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE	3C2	0	0	0	0,00
BI TREM ARTICULADO	3D4	0	0	0	0,00
RODOTREM	3T6	0	0	0	0,00
OUTROS	O	0	0	0	0,00
TOTAIS				516	100,00

ET.02 - TAXAS DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO ANUAL DO TRÁFEGO (i%)			
VEÍCULOS - TIPO	CLASSE	TAXAS DE CRESCIMENTO	
		ATÉ 2014 (ano a ano)	APÓS 2014 (ano a ano)
PASSEIO / UTILITÁRIOS	P / U	1,50%	1,50%
ÔNIBUS	2CB	1,50%	1,50%
ÔNIBUS TRUCADO	3CB	1,50%	1,50%
CAMINHÃO	2C	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRUCADO	3C	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S1	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S2	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S3	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE	3S2	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE	3S3	1,50%	1,50%
CAMINHÃO + REBOQUE	2C2	1,50%	1,50%
CAMINHÃO + REBOQUE	2C3	1,50%	1,50%
CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE	3C2	1,50%	1,50%
BI TREM ARTICULADO	3D4	1,50%	1,50%
RODOTREM	3T6	1,50%	1,50%
OUTROS	O	1,50%	1,50%

ET.03 - PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT) ATÉ O ANO DE ABERTURA: 2014												
VEÍCULOS / ANO	CLASSE	i %	QUANTIDADES									
			2012	2013	2014							
PASSEIO / UTILITÁRIOS	P / U	1,50%	420	426	433							
ÔNIBUS	2CB	1,50%	52	53	54							
ÔNIBUS TRUCADO	3CB	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO	2C	1,50%	28	28	29							
CAMINHÃO TRUCADO	3C	1,50%	16	16	16							
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S1	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S2	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE	2S3	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE	3S2	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE	3S3	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO + REBOQUE	2C2	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO + REBOQUE	2C3	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE	3C2	1,50%	0	0	0							
BI TREM ARTICULADO	3D4	1,50%	0	0	0							
RODOTREM	3T6	1,50%	0	0	0							
OUTROS	O	1,50%	0	0	0							
TOTAIS			516	523	532							

ET.04 - PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT)																				
Taxa 1% após Abertura	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	VMDAT COMERCIAL TOTAL (*)	VMDAT Acumulado
Nº DE ANOS	ANO	VEÍCULO - CLASSE																		
		P / U	2CB	3CB	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3D4	3T6	O			
	2014	433	54	0	29	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	99	
1	2015	439	55	0	29	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	199	
2	2016	446	56	0	30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	301	
3	2017	453	56	0	30	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	404	
4	2018	460	57	0	31	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	509	
5	2019	466	58	0	31	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	615	
6	2020	473	59	0	32	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	723	
7	2021	481	60	0	32	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	833	
8	2022	488	61	0	33	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	945	
9	2023	495	62	0	33	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	1058	
10	2024	503	63	0	34	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	1174	
11	2025	510	64	0	34	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	1291	
12	2026	518	65	0	35	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	1410	
13	2027	525	66	0	35	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1530	
14	2028	533	67	0	36	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	1653	
15	2029	541	68	0	36	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	1777	
Totais		7764	971	0	520	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1777		
%		-	54,64	0,00	29,26	16,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	100,00		
(*) Para o Cálculo do VMDAT COMERCIAL foram utilizados Todas as Classes de Veículos acima, exceto Passeio/Utilitários - P/U e Outros - O)																				

Table with columns: Tipos de Veículos, Condição de Carga, Carga por Eixo sem Tolerância (t) (1), Carga por Eixo com Tolerância (t), Tolerância Adotada, Detalhes dos Eixos, PBT/PBTC (ton) (2), PBT/PBTC MAX. (ton), 1º Eixo, 2º Eixo, 3º Eixo, 4º Eixo, 5º Eixo, 6º Eixo, 7º Eixo, PBT/PBTC (ton), PBT/PBTC MAX. (ton). Rows include 2CB, 2CB, 3CB, 3CB, 2C, 2C, 3C, 3C, 2S1, 2S1, 2S2, 2S2, 2S3, 2S3, 3S2, 3S2, 3S3, 3S3, 2C2, 2C2, 2C3, 2C3, 3C2, 3C2, 3C3, 3C3, 3D4, 3D4, 3C4, 3C4, 3T6, 3T6.

Notas:
(1) A Situação "Carregado" supõe os Veículos com as Cargas Máximas Legais em Vigor (Lei da Balança).
(2) Quando o PBT/PBTC ultrapassa a 45 ton (em destaque), este deverá se limitar ao seu Máximo (coluna ao lado).

ET-06 - FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO USACE

TIPO DE EIXO	FAIXAS DE CARGA (t)	EQUAÇÕES (P em tf)
DIANTEIRO SIMPLES E TRASEIRO SIMPLES	0 - 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
TANDEM DUPLO	0 - 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
TANDEM TRIPLO	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = Peso Bruto Total sobre o Eixo

ET-07 - FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO

TIPO DE EIXO	EQUAÇÕES (P em tf)
SIMPLES DE RODAGEM SIMPLES	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
SIMPLES DE RODAGEM DUPLA	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$
TANDEM DUPLO (RODAGEM DUPLA)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
TANDEM TRIPLO (RODAGEM DUPLA)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$

P = Peso Bruto Total sobre o Eixo

ET-08 - Fator de Equivalência das Operações Ponderado - Lei da Balança com Sobrecarga (máximo 5% do PBT) - MÉTODO DO USACE																								
Velc.	Condição de Carga	Nº Eixos (1)	VMD (2)	EIXOS							MÉTODO USACE													
				ESRS (3)	Carga (4)	FC (5)	EQ.OP. (6)	ESRD (7)	Carga (8)	FC (9)	EQ.OP. (10)	ETD (11)	Carga (12)	FC (13)	EQ.OP. (14)	ETT (15)	Carga (16)	FC (17)	EQ.OP. (18)	FCI (19)	FEI (20)	FVI (21)	PI (%) (22)	FVI x PI (23)
2CB	Vazio	2	10	1	3.10	0.0196	0.9788	1	5.00	0.1336	6.6799								0.0766	2	0.1532	10.4167	0.0160	
2CB	Carregado	2	42	1	6.30	0.3381	16.9047	1	10.50	4.4632	223.1606								2.4007	2	4.8013	43.7500	2.1006	
3CB	Vazio	2	0	1	3.10	0.0196	0.9788					1	6.20	0.0898	4.4885				0.0547	2	0.1093	0.0000	0.0000	
3CB	Carregado	2	0	1	6.30	0.3381	16.9047					1	14.18	3.1556	157.7778				1.7468	2	3.4937	0.0000	0.0000	
2C	Vazio	2	6	1	3.10	0.0196	0.9788	1	4.50	0.0875	4.3746								0.0535	2	0.1071	6.2500	0.0067	
2C	Carregado	2	22	1	6.30	0.3381	16.9047	1	10.50	4.4632	223.1606								2.4007	2	4.8013	22.9167	1.1003	
3C	Vazio	2	3	1	3.10	0.0196	0.9788					1	6.20	0.0898	4.4885				0.0547	2	0.1093	3.1250	0.0034	
3C	Carregado	2	13	1	6.30	0.3381	16.9047					1	17.85	11.1714	558.5697				5.7547	2	11.5095	13.5417	1.5586	
251	Vazio	3	0	1	3.10	0.0196	0.6525	2	4.50	0.0875	5.8328								0.0649	3	0.1946	0.0000	0.0000	
251	Carregado	3	0	1	6.30	0.3381	11.2698	2	10.50	4.4632	297.5475								3.0882	3	9.2645	0.0000	0.0000	
252	Vazio	3	0	1	3.10	0.0196	0.6525	1	4.50	0.0875	2.9164	1	6.20	0.0898	2.9923				0.0656	3	0.1968	0.0000	0.0000	
252	Carregado	3	0	1	6.30	0.3381	11.2698	1	10.50	4.4632	148.7738	1	17.85	11.1714	372.3798				5.3242	3	15.9727	0.0000	0.0000	
253	Vazio	3	0	1	3.10	0.0196	0.6525	1	4.50	0.0875	2.9164													
253	Carregado	3	0	1	6.30	0.3381	11.2698	1	10.50	4.4632	148.7738								5.6702	3	17.0105	0.0000	0.0000	
352	Vazio	3	0	1	3.10	0.0196	0.6525					2	6.20	0.0898	5.9846				0.0664	3	0.1991	0.0000	0.0000	
352	Carregado	3	0	1	6.30	0.3381	11.2698					2	17.85	11.1714	744.7596				7.5603	3	22.6809	0.0000	0.0000	
353	Vazio	3	0	1	3.10	0.0196	0.6525					1	6.20	0.0898	2.9923	1			0.0596	3	0.1787	0.0000	0.0000	
353	Carregado	3	0	1	6.30	0.3381	11.2698					1	17.85	11.1714	372.3798	1			7.9062	3	23.7187	0.0000	0.0000	
2C2	Vazio	4	0	1	3.10	0.0196	0.4894	3	4.50	0.0875	6.5619								0.0705	4	0.2821	0.0000	0.0000	
2C2	Carregado	4	0	1	6.30	0.3381	8.4524	3	10.50	4.4632	334.7410								3.4319	4	13.7277	0.0000	0.0000	
2C3	Vazio	4	0	1	3.10	0.0196	0.4894	2	4.50	0.0875	4.3746	1	6.20	0.0898	2.2442				0.0711	4	0.2843	0.0000	0.0000	
2C3	Carregado	4	0	1	6.30	0.3381	8.4524	2	10.50	4.4632	223.1606	1	17.85	11.1714	279.2848				5.1090	4	20.4359	0.0000	0.0000	
3C2	Vazio	4	0	1	3.10	0.0196	0.4894	2	4.50	0.0875	4.3746	1	6.20	0.0898	2.2442				0.0711	4	0.2843	0.0000	0.0000	
3C2	Carregado	4	0	1	6.30	0.3381	8.4524	2	10.50	4.4632	223.1606	1	17.85	11.1714	279.2848				5.1090	4	20.4359	0.0000	0.0000	
3C3	Vazio	4		1	3.10	0.0196	0.4894	1	4.50	0.0875	2.1873	2	6.20	0.0898	4.4885				0.0717	4	0.2866	0.0000	0.0000	
3C3	Carregado	4		1	6.30	0.3381	8.4524	1	10.50	4.4632	111.5803	2	17.85	11.1714	558.5697				6.7860	4	27.1441	0.0000	0.0000	
3D4	Vazio	4	0	1	3.10	0.0196	0.4894					3	6.20	0.0898	6.7327				0.0722	4	0.2889	0.0000	0.0000	
3D4	Carregado	4	0	1	6.30	0.3381	8.4524					3	17.85	11.1714	837.8545				8.4631	4	33.8523	0.0000	0.0000	
3Q4	Vazio	6		1	3.10	0.0196	0.3263	4	4.50	0.0875	5.8328	1	6.20	0.0898	1.4962				0.0766	6	0.4593	0.0000	0.0000	
3Q4	Carregado	6		1	6.30	0.3381	5.6349	4	10.50	4.4632	297.5475	1	17.85	11.1714	186.1899				4.8937	6	29.3623	0.0000	0.0000	
3T6	Vazio	5	0	1	3.10	0.0196	0.3915					4	6.20	0.0898	7.1815				0.0757	5	0.3787	0.0000	0.0000	
3T6	Carregado	5	0	1	6.30	0.3381	6.7619					4	17.85	11.1714	893.7115				9.0047	5	45.0237	0.0000	0.0000	
Totais				96																		Σ	100,00	4,7855

Notas:

(1) - Número Total de Eixos do Veículo

(2) - Volume Médio Diário considerando 20% trafegando Vazio e 80% trafegando Carregado.

(3) - ESRS: Eixo Simples de Rodagem Simples

(4) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05

(5) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(6) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou $Eq.Op = [(15) / (1)] * 100 * (17)$

(7) - ESRD: Eixo Simples de Rodagem Dupla

(8) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05

(9) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(10) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou $Eq.Op = [(15) / (1)] * 100 * (9)$

(11) - ETD: Eixo Tandem Duplo

(12) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05

(13) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(14) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou $Eq.Op = [(11) / (1)] * 100 * (13)$

(15) - ETT: Eixo Tandem Triplo

(16) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05

(17) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(18) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou $Eq.Op = [(15) / (1)] * 100 * (17)$

(19) - Fator de Equivalência de Carga do Veículo = $[(6) + (10) + (14) + (18)] / 100$

(20) - Fator de Eixos do Veículo = (1)

(21) - Fator de Veículo = $(19) * (20)$

(22) - Porcentagem do Veículo = $(2) / \text{Somatória do VMD}$

(23) - $FVI \times PI = [(21) * (22)] / 100$

USACE

FV : 4,7855

[illegible]

ET.10 - PROJEÇÃO DO "VMDAT" E DOS VALORES DE "N"									
RODOVIA:		GO-132							
TRECHO:		Distrito de Sto Antônio da Cana Brava / Div. GO/TO							
ANO DA PESQUISA		TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO			PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	FATORES DE VEÍCULO - FV		FATOR CLIMÁTICO REGIONAL FR	FATOR DE PISTA FP
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA		MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO		
2.012		1,50%	1,50%	1,50%	10	4,78551	2,58893	1,00	0,50
VMD		COMPOSIÇÃO DA FROTA			ANO DE ABERTURA AO TRÁFEGO	NÚMERO "N" ACUMULADO (COLETIVO E CARGA)		OBSERVAÇÕES	
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA					
532		81,39%	10,15%	8,46%	2.014	MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO		
ANO		VEÍCULO - TIPO			VMDAT Total				
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA					
	2.014	433	54	45	532	8,65E+04	4,68E+04	Abertura ao Tráfego	
1	2.015	439	55	46	540	1,75E+05	9,45E+04		
2	2.016	446	56	46	548	2,64E+05	1,43E+05		
3	2.017	453	56	47	556	3,54E+05	1,91E+05		
4	2.018	460	57	48	565	4,45E+05	2,41E+05		
5	2.019	466	58	48	572	5,38E+05	2,91E+05		
6	2.020	473	59	49	581	6,32E+05	3,42E+05		
7	2.021	481	60	50	591	7,28E+05	3,94E+05		
8	2.022	488	61	51	600	8,26E+05	4,47E+05		
9	2.023	495	62	51	608	9,25E+05	5,00E+05		
10	2.024	503	63	52	618	1,03E+06	5,55E+05		
11	2.025	510	64	53	627	1,13E+06	6,10E+05		
12	2.026	518	65	54	637	1,23E+06	6,66E+05		
13	2.027	525	66	55	646	1,34E+06	7,23E+05		
14	2.028	533	67	55	655	1,44E+06	7,81E+05		
15	2.029	541	68	56	665	1,55E+06	8,40E+05		

6

Adotamos o número $N_{10} = 1,03 \times 10^6$ - Método USACE, para o dimensionamento do pavimento.

4 - PROJETOS

4.1 - Projeto Geométrico

4 - PROJETOS

4.1 - Projeto Geométrico

4.1.1 - Generalidades

O Projeto Geométrico baseou-se na diretriz definida, a qual procurou promover o melhor aproveitamento do relevo existente, sem deixar, contudo de proporcionar características adequadas ao seguro desenvolvimento do tráfego previsto.

Evidentemente esse aproveitamento foi efetuado sem que houvesse prejuízo de aspecto de segurança, obtendo-se um projeto em conformidade com as instruções da AGETOP.

A elaboração do projeto foi iniciada a partir do lançamento da diretriz do traçado e da definição dos elementos planialtimétricos pela topografia. Este trecho atravessa uma região considerada ondulada de um modo geral.

4.1.2 - Especificações Adotadas

O Projeto Geométrico obedeceu as seguintes características técnicas e operacionais:

INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS PARA RODOVIA CLASSE III

Discriminação	Unidade	Instruções do AGETOP
Tipo de Pavimento	-	Flexível
Tipo de Terreno (relevo)	-	Ondulado
Velocidade do Projeto	Km/h	80
Distância de Visibilidade de Parada	m	85
Distância mínima de visibilidade de Ultrapassagem	m	420
Largura da faixa de rolamento	m	3,50
Largura do acostamento	m	1,30
Largura da plataforma	m	11,00
Largura da faixa de domínio	m	80,0

4.1.3 - Execução do Projeto

Definida a locação em planta e estabelecido o perfil altimétrico do terreno natural, tratou-se de lançar o greide. Esta linha de greide foi imaginada partindo-se de duas premissas fundamentais:

- Economia;
- Concordância dos elementos horizontais e verticais.

A economia foi obtida segundo a solução técnica mais econômica, evitando-se grandes movimentos de terra. Já, para que houvesse concordância dos elementos horizontais e verticais, estes foram estudados em conjunto, de modo que a rodovia apresentasse o traçado mais fluente possível. Procurou-se sempre adotar nas curvas os raios mais amplos possíveis. O greide foi inicialmente lançado com base nos elementos obtidos no campo. A seguir, os técnicos da consultora percorreram todo o trecho analisando e anotando as modificações necessárias, juntamente com os Técnicos da AGETOP. Efetuadas estas modificações, foram gabaritadas as seções transversais sendo novamente verificado o greide para eventuais ajustes localizados. As várias partes em que foi dividido o projeto estão expostas detalhadamente no decorrer deste capítulo.

4.1.4 - Projeto Planialtimétrico

a) Em planta - O eixo escolhido e locado no terreno foi estaqueado de 20 em 20m, assinaladas as estacas correspondentes a quilômetros inteiros e as centenas, aos PC e PT, TS, SC, CS, ST das curvas e seus PI's.

Os alinhamentos acham-se indicados na planta com seus azimutes e estacas.

Constam das plantas as cercas e benfeitorias existentes na faixa de domínio, os nomes dos presumidos proprietários dos terrenos, os cruzamentos com outras estradas e com grotas, os bueiros, a serem construídos e os existentes. As posições dos RN's e dos pontos de segurança, são indicados e feitos croquis indicando sua amarração.

São ainda indicados os bordos da pista e as projeções dos off-sets hachurados em convenção diferenciando cortes e aterros, as posições das valetas de proteção.

A faixa de domínio acha-se representada em todas as pranchas com seus limites e distâncias ao eixo.

O relevo acha-se indicado por curvas de nível com equidistâncias de 1,00 m.

b) Projeto em perfil - No projeto em perfil acham-se indicados:

- Linha representativa do terreno natural;
- Linha representativa do greide de terraplenagem no eixo da plataforma;
- Porcentagem e comprimento das rampas retas;
- Comprimentos das projeções horizontais y_1 e y_2 das curvas de concordâncias verticais;
- Posições e cotas dos pontos de curvas verticais, pontos de interseção vertical, pontos de tangência vertical;
- Comprimento de flecha “e” das curvas verticais;
- Indicações das posições dos bueiros.

As concordâncias verticais foram feitas com parábolas de segundo grau, sendo os valores mínimos das projeções horizontais das parábolas côncavas e convexas determinadas através das fórmulas abaixo:

Parábola convexa:

Se $L < y$:

$$y = \frac{0,5 \times L^2}{h1 + h2 + 2\sqrt{h1 \times h2}} \times \alpha$$

Se $L > y$:

$$y = \frac{0,5 \times L^2}{h1 + h2 + 2\sqrt{h1 \times h2}} \times \alpha$$

Onde:

L = distância de visibilidade;

y = projeção horizontal da parábola;

$h1 = 1,20$ (altura do olho do observador);

$h2 = 0,20$ (altura do obstáculo);

$\alpha = i1 - i2$ = diferença de rampas.

Parábola côncava:

Se $L < y$:

$$y = \frac{L}{1,2 + 2jh}$$

Se $L > y$:

$$y = 2 \times L \times \left(\frac{1,5 + 2jh}{\alpha} \right)$$

Sendo:

y = projeção horizontal da parábola;

L = distância de visibilidade;

h = altura dos faróis (0,75 m);

j = ângulo do eixo dos faróis com o limite de iluminação: $(0,1^\circ) \text{ tg } j = 0,017455$.

Superlargura (S)

Quando se está em uma curva, como o veículo é rígido e não pode acompanhar a curvatura da estrada, é necessário aumentar a largura da pista para que permaneça a distância mínima entre veículos que existia no trecho em tangente. Além disso, o motorista tem maior dificuldade de avaliar distâncias transversais em curva, o que exige algum aumento das distâncias de segurança consideradas em tangente.

Dimensionamento

A consideração da superlargura, tanto no projeto como na construção, demanda um aumento de custo e trabalho que só é compensado pela eficácia desse acréscimo na largura da pista. Em consequência, valores pequenos de superlargura não têm influência prática e não devem ser considerados. Para esse fim, adota-se um valor mínimo de 0,40m.

Os valores, fórmulas e cálculos a seguir referem-se a trechos contínuos de rodovias, aos quais se aplicam os mais elevados critérios e onde predomina o intuito de proporcionar elevadas condições de segurança e conforto de viagem.

Pista de duas faixas

As fórmulas a serem empregadas, já ajustadas para os casos de pistas de 2 faixas, são as seguintes (ver Figura):

$$S = L_T - L_B$$

$$L_T = \{2(G_C + G_L) + G_{BD}\} + FD$$

Onde:

S = superlargura total da pista;

L_T = largura total em curva da pista de 2 faixas de rolamento;

L_B = largura básica estabelecida para a pista em tangente*;

G_C = gabarito estático do Veículo de Projeto em curva;

G_L = gabarito (folga) lateral do Veículo de Projeto em movimento;

G_{BD} = gabarito requerido pelo percurso do balanço dianteiro do Veículo de Projeto em curva;

FD = folga dinâmica. Folga transversal adicional para considerar a maior dificuldade em manter a trajetória de veículo em curvas, determinada de forma experimental e empírica.

Desdobrando as parcelas da fórmula acima, obtém-se:

$$G_C = L_v + (R - \sqrt{R^2 - E^2}) **$$

Sendo que a expressão entre parênteses fornece valores muito semelhantes ao da expressão $\frac{E^2}{2R}$, donde resulta:

$$G_C = L_v + \frac{E^2}{2R}$$

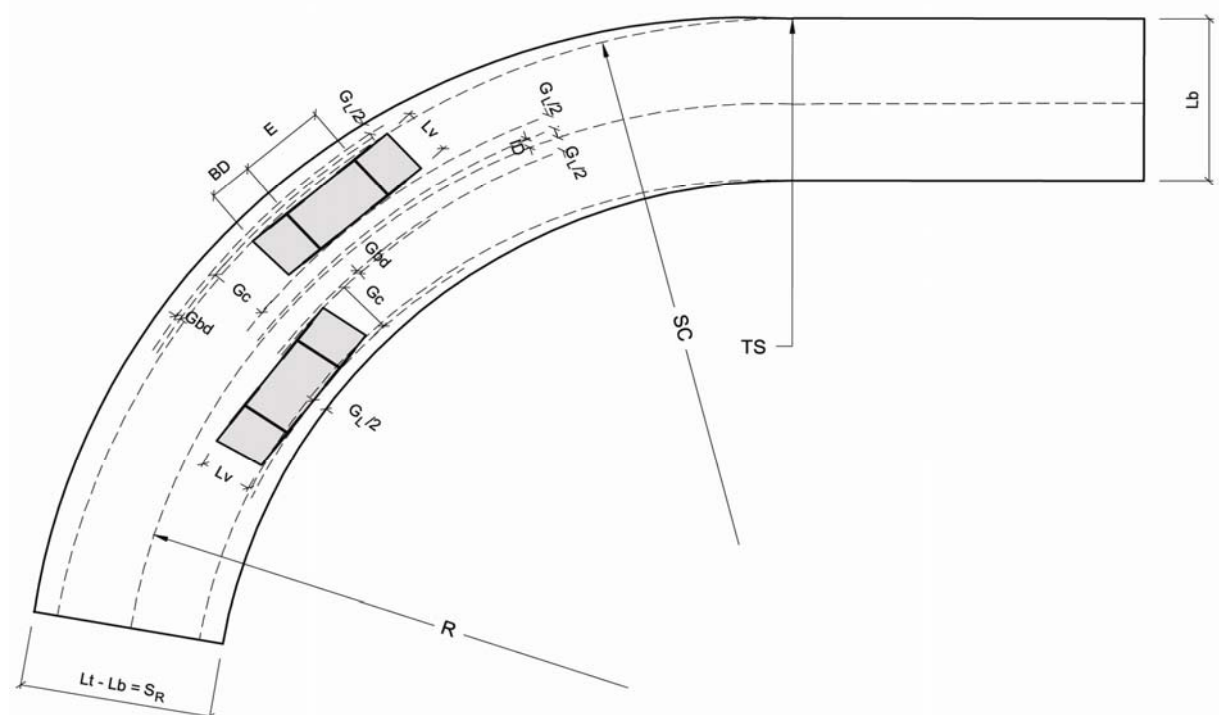
Onde:

L_v = largura física do Veículo do Projeto, em metros. (Para Veículos de Projeto CO e SR, adota-se $L_v = 2,60\text{m}$);

E = distância entre eixos do Veículo de Projeto, em metros. (Para o Veículo de Projeto CO, adota-se $E = 6,10\text{m}$);

R = raio da curva, em metros.

ELEMENTOS INTERVENIENTES NO CÁLCULO DA SUPERLARGURA



Os valores de G_L a serem adotados são os seguintes, em função da largura da pista de rolamento em tangente L_B :

L_B (m)	6,00/6,40	6,60/6,80	7,00/7,20
G_L (m)	0,60	0,75	0,90

E ainda:

$$G_{BD} = \sqrt{R^2 + BD(2E + BD)} - R$$

Onde:

BD = balanço dianteiro do Veículo de Projeto, em metros. (Para o Veículo de Projeto CO, adota-se BD = 1,20m);

E, R, como acima.

Quanto à folga dinâmica (FD), pode ser calculada através da expressão:

$$FD = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Onde:

V = velocidade diretriz, em km/h;

R = raio da curva, em metros.

Implantação da Superlargura

Disposição da Superlargura

Pistas de Duas Faixas

A superlargura adotada pode ser disposta metade para cada lado da pista (alargamento simétrico) ou integralmente de um só lado da pista (alargamento assimétrico), convindo realçar que o veículo, ao se posicionar para percorrer a curva, tende a se deslocar para o lado interno da mesma sem previamente procurar compensar tal tendência com um leve movimento para o lado externo.

– Alargamento Simétrico da Pista

Quando a curva em foco é adotada de curva de transição (e todas as curvas que requerem superlargura possuem raios que requerem também curvas de transição), deverá ser aproveitada sempre que possível e gradual passagem de tangente para a curva circular para também introduzir a superlargura, cujo valor total será mantido ao longo do trecho circular. Nesse caso, será aplicada metade da superlargura para cada lado da pista.

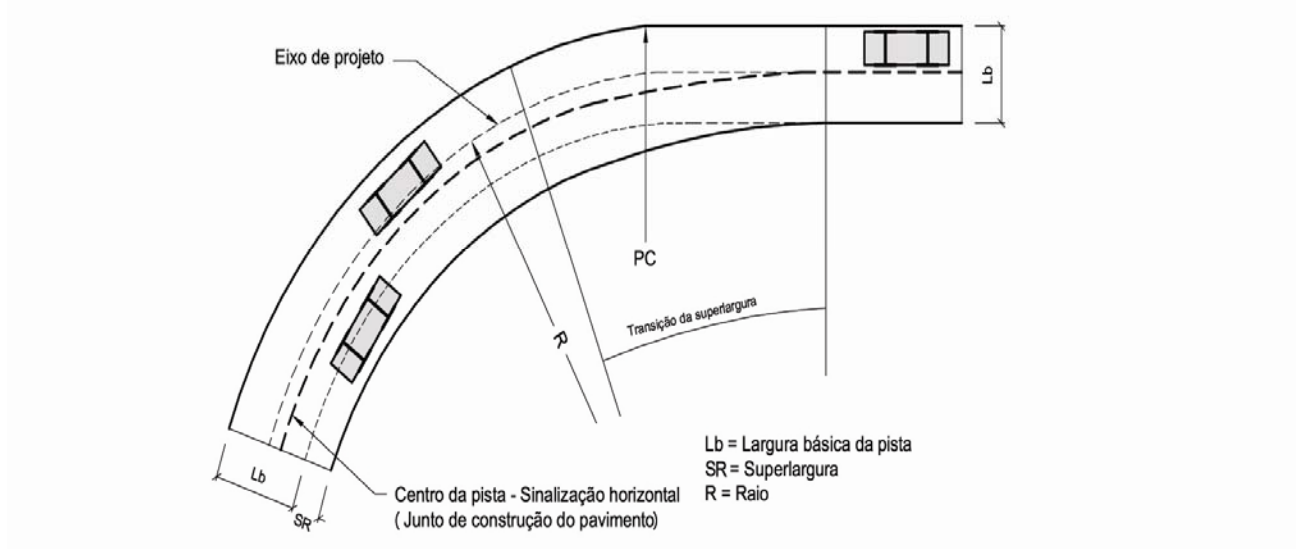
Se o eixo projetado se situa no centro da pista em tangente, continuará no centro da pista no trecho de transição e no trecho circular. Igual consideração se aplica à sinalização horizontal e mesmo, por motivos de condução ótica, à junta longitudinal de construção da pavimentação (especialmente de placas de concreto).

– Alargamento Assimétrico da Pista

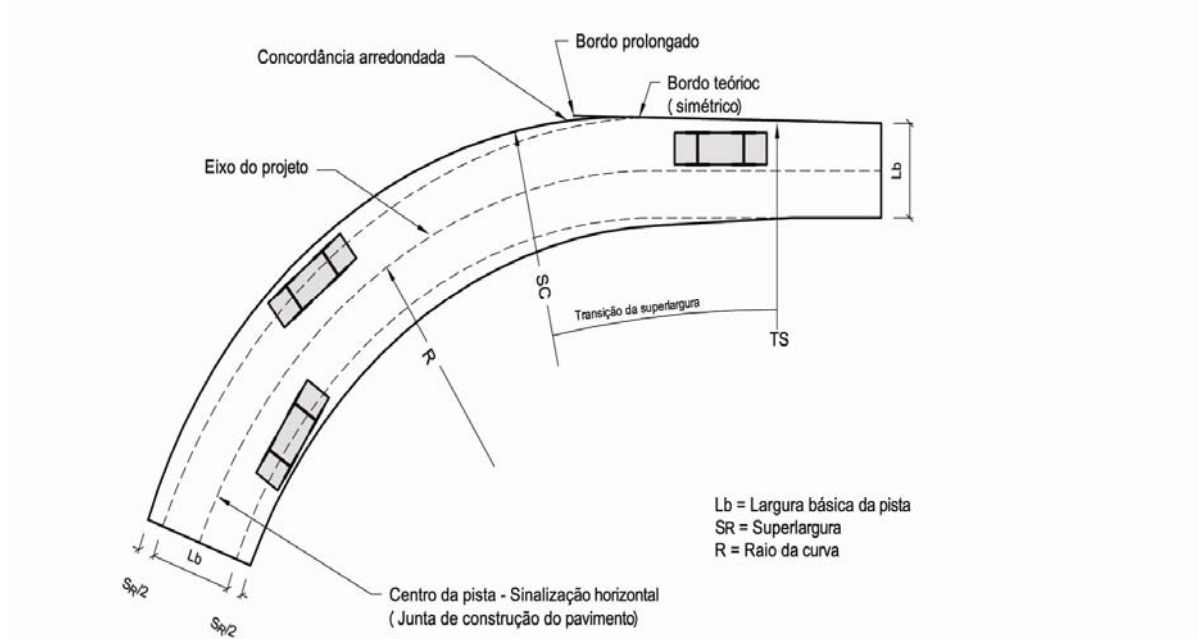
Em alguns casos, convirá alargar a pista para um só lado, desejavelmente correspondendo ao lado interno da curva. Esses casos sucederão condicionados por problemas executivos ou de aproveitamento da faixa de domínio, bem como por ocasião do emprego de curva circular simples sem transição.

O eixo de projeto se situará assimetricamente em relação ao centro da pista. Por sua vez, a sinalização horizontal deverá ser disposta no centro da pista alargada e não coincidente com o eixo do projeto. Consideração análoga, igualmente por motivos de condução ótica, deverá ser desejavelmente aplicada à junta longitudinal de construção do pavimento.

EXEMPLO DE SUPERLARGURA OBTIDA POR ALARGAMENTO ASSIMÉTRICO DA PISTA



EXEMPLO DE SUPERLARGURA OBTIDA POR ALARGAMENTO SIMÉTRICO DA PISTA



CARACTERIZAÇÃO DA SUPERLARGURA

Curva	Lado	PC-TS	SC	CS	PT-ST	Raio	Lc	Gc (m)	Gao (m)	Fo (m)	Lt calc. (m)	Sr calc. (m)	Sr* adot. (m)
ESTACA 00PP INÍCIO													
01	E	00+00,00	-	-	04+05,19	458,33	-	2,72	0,02	0,37	7,64	0,80	0,80
02	D	22+04,08	-	-	50+04,99	678,73	-	2,68	0,01	0,31	7,49	0,60	0,60
03	E	69+00,00	-	-	84+06,05	691,91	-	2,68	0,01	0,30	7,48	0,60	0,60
04	D	94+00,00	-	-	108+18,69	654,86	-	2,69	0,02	0,31	7,50	0,60	0,60
05	E	127+04,99	132+04,99	153+16,80	158+16,80	400,00	100	2,74	0,02	0,40	7,71	0,80	0,80
06	D	186+16,08	191+16,08	212+05,23	217+05,23	420,00	100	2,73	0,02	0,39	7,68	0,80	0,80
07	D	227+00,00	-	-	236+18,82	747,81	-	2,68	0,01	0,29	7,46	0,60	0,60
08	E	247+07,49	-	-	261+12,82	664,11	-	2,69	0,02	0,31	7,50	0,60	0,60
09	D	285+11,22	-	-	294+03,00	1.658,09	-	2,63	0,01	0,20	7,27	0,40	0,40
10	D	328+00,00	-	-	332+09,04	10.203,17	-	2,61	0,00	0,08	7,09	-	-
11	D	382+00,00	-	-	393+19,60	1.705,39	-	2,63	0,01	0,19	7,27	0,40	0,40
12	D	427+07,20	433+07,20	442+06,03	448+06,03	450,00	120	2,73	0,02	0,38	7,65	0,80	0,80
13	E	540+06,54	546+06,54	566+10,14	572+10,14	500,00	120	2,71	0,02	0,36	7,60	0,80	0,80
14	D	619+00,00	-	-	629+13,01	1.525,60	-	2,64	0,01	0,20	7,29	0,40	0,40
15	D	730+00,00	-	-	753+01,38	686,62	-	2,68	0,01	0,31	7,48	0,60	0,60
16	E	764+00,00	-	-	782+06,51	896,78	-	2,66	0,01	0,27	7,40	0,60	0,60
17	E	815+00,00	-	-	840+04,00	722,83	-	2,68	0,01	0,30	7,47	0,60	0,60
18	D	931+00,00	-	-	942+19,51	1.524,74	-	2,64	0,01	0,20	7,29	0,40	0,40
19	E	951+00,00	-	-	965+01,01	1.111,69	-	2,65	0,01	0,24	7,35	0,40	0,40
20	D	994+00,00	-	-	1010+11,03	702,48	-	2,68	0,01	0,30	7,48	0,60	0,60
21	D	1029+00,00	-	-	1043+16,93	850,64	-	2,67	0,01	0,27	7,42	0,60	0,60
22	D	1106+13,11	1112+13,11	1143+08,77	1149+08,77	450,00	120	2,73	0,02	0,38	7,65	0,80	0,80
23	E	1163+00,00	-	-	1180+05,62	669,76	-	2,68	0,01	0,31	7,49	0,60	0,60
24	D	1200+00,00	-	-	1214+00,62	1.539,29	-	2,64	0,01	0,20	7,28	0,40	0,40
25	E	1251+00,00	-	-	1262+15,12	909,21	-	2,66	0,01	0,27	7,40	0,60	0,60
26	E	1276+00,00	-	-	1295+14,62	798,00	-	2,67	0,01	0,28	7,44	0,60	0,60
27	D	1325+00,00	-	-	1339+04,34	1.299,86	-	2,64	0,01	0,22	7,32	0,40	0,40
28	E	1370+00,00	-	-	1383+08,71	745,37	-	2,68	0,01	0,29	7,46	0,60	0,60
29	E	1431+11,09	1438+01,09	1461+06,25	1467+16,25	400,00	130	2,74	0,02	0,40	7,71	0,80	0,80
30	D	1478+00,00	-	-	1494+06,67	763,95	-	2,67	0,01	0,29	7,45	0,60	0,60
31	E	1506+00,00	-	-	1515+19,49	1.143,01	-	2,65	0,01	0,24	7,34	0,40	0,40
32	D	1540+00,00	-	-	1552+19,52	1.385,34	-	2,64	0,01	0,21	7,30	0,40	0,40
33	D	1582+00,00	-	-	1607+03,27	671,11	-	2,68	0,01	0,31	7,49	0,60	0,60
34	D	1627+10,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTACA 1635+11,82 FINAL													

LINHA TRONCO

Superelevação

Conforme foi observado na determinação dos raios mínimos de curvatura horizontal, as rodovias apresentam nas curvas seções inclinadas em relação ao plano horizontal com o propósito de contrabalançar o efeito da aceleração centrífuga. Dá-se o nome de superelevação em um ponto da curva ao valor da tangente do ângulo formado pela reta de maior declive da seção com o plano horizontal. Usualmente a superelevação é expressa em percentagem.

Os principais critérios básicos a serem fixados quanto à superelevação compreendem:

- Variação da seção da pista na implantação da superelevação;
- Posição do eixo de rotação;
- Necessidade de superelevação;
- Valores mínimos e máximos a considerar;
- Valores de superelevação para raios acima dos mínimos;
- Valores de superelevação nas restaurações de rodovias;
- Transição da superelevação;
- Concordância das rampas de superelevação.

Variação da Seção da Pista na Implantação da Superelevação

Nos trechos em tangente a seção transversal da pista de rolamento de uma rodovia de pista simples apresenta uma forma “abaulada”, em que as duas faixas de trânsito são inclinadas em torno do eixo para os bordos, que se situam em cotas inferiores para escoamento das águas para fora da rodovia.

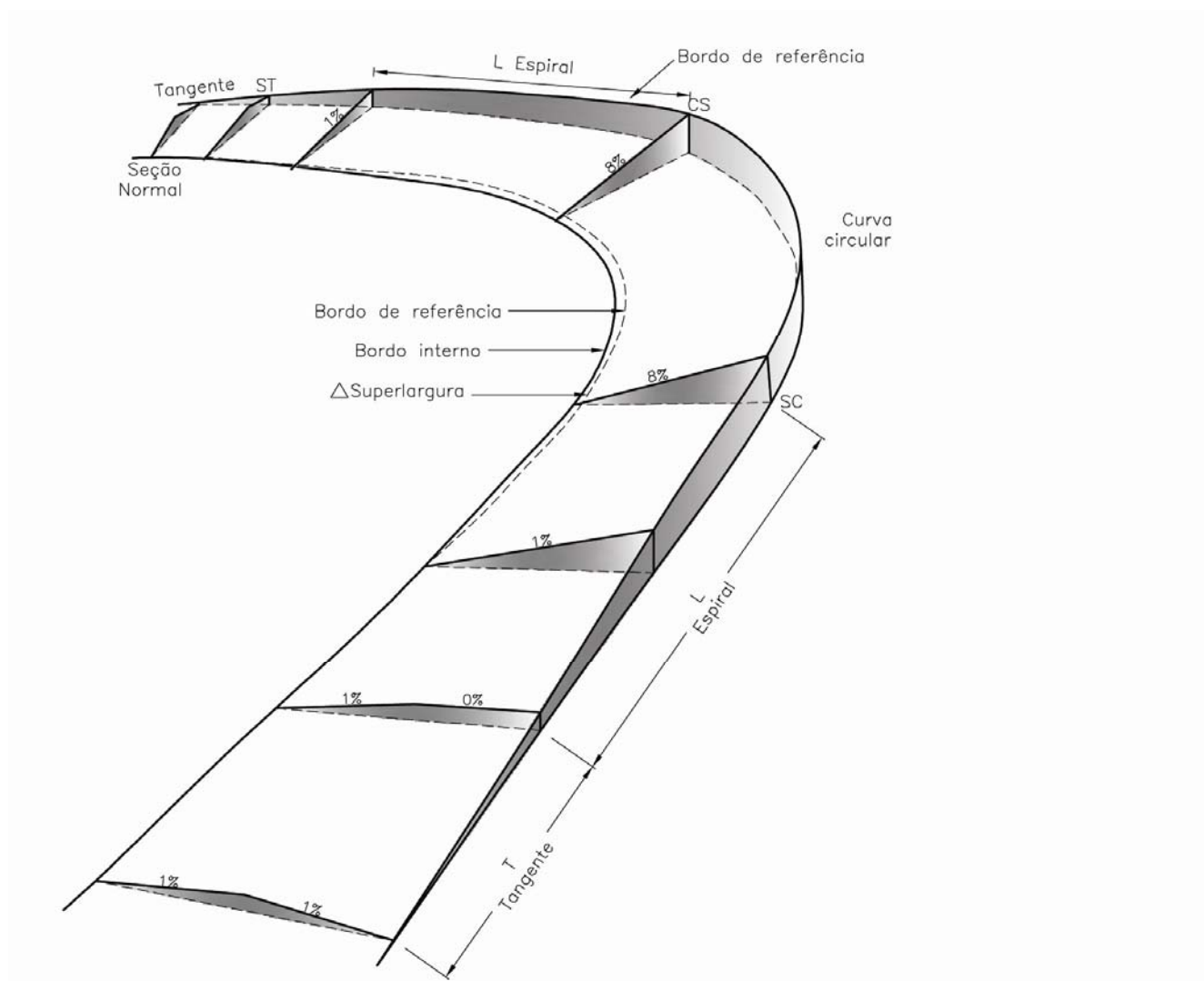
Nos trechos em curva a seção transversal da pista apresenta normalmente com declividade constante, inclinada para o bordo interno da curva no valor da superelevação.

Para efetuar o giro da superfície do pavimento da pista tangente para a curva com objetivo de atingir a superelevação desejada, são estabelecidos dois comprimentos de transição, conforme ilustra a Figura.

– Transição da Tangente (T)

Denomina-se de comprimento de transição da tangente T a extensão que antecede o comprimento da transição da superelevação e ao longo da qual se processa a rotação da pista, ou a parte dela, até tornar sua seção horizontal. Por extensão de conceito, mantém-se a designação também nos casos em que a pista tem declividade num único sentido.

VARIAÇÃO DA SEÇÃO DA PISTANA IMPLANTAÇÃO DA SUPERELEVAÇÃO



– Transição em Curva (L)

Por definição, o comprimento de transição da superelevação L inicia no ponto onde toda, ou parte da pista tem (ou teria) sua seção no plano horizontal e termina no ponto onde for atingida a superelevação final (e) a ser mantida constante no trecho circular. Se a pista em tangente tem declividade transversal num único sentido, correspondente ao lado interno da curva que se segue, a definição mantém sua vitalidade, considerando-se ter havido um giro fictício da pista, desde sua situação hipotética prévia com a pista horizontal, até a situação com a efetiva declividade transversal em tangente.

Para manter a mesma taxa de variação da superelevação nos trechos em T (em tangente) e L (em curva) faz-se:

$$T = \frac{Ldt}{e}$$

Onde:

T = comprimento da transição da tangente / abaulamento (m);

L = comprimento de transição da superelevação (m);

dt = declividade transversal da pista em tangente (%);

e = superelevação mantida no trecho circular (%).

Para o valor usual dt = 2% tem-se:

$$T = \frac{2L}{e}$$

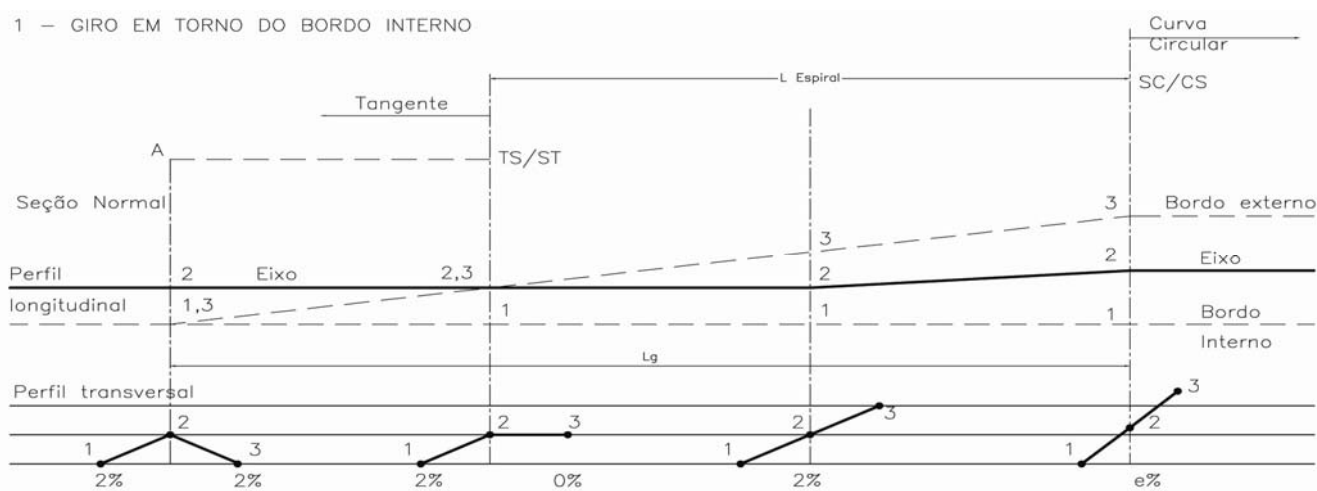
Nas rodovias em pista dupla é comum que nos trechos em tangente às pistas apresentem inclinação constante dt para o bordo externo a partir do bordo interno. A transição da superelevação nesse caso é semelhante ao caso de pista simples com a diferença que a pista gira por inteiro até atingir inclinação de 0%. As fórmulas se mantêm inalteradas.

Posição do Eixo de Rotação

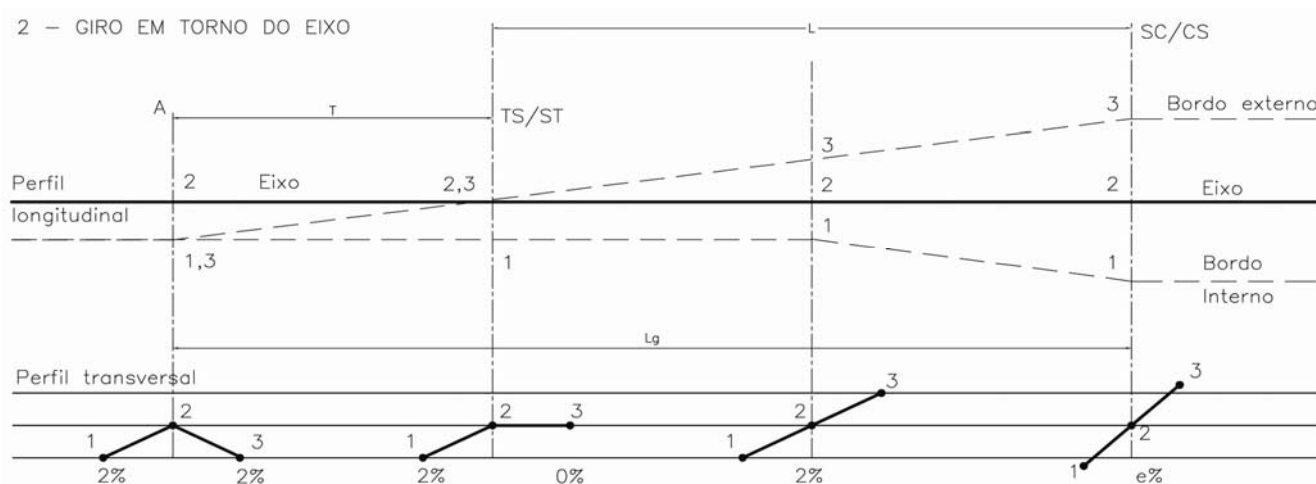
O eixo de rotação é uma linha fictícia longitudinal à pista, mantendo constante em cada trecho seu afastamento horizontal e vertical do eixo rodovia. Em torno dele a pista gira ao longo do comprimento de transição da superelevação.

A posição do eixo de rotação tem influência sobre diversos elementos de projeto. De um modo geral, o eixo de rotação poderá ser disposto em diversas situações conforme pode ser visualizado na Figura. A posição a ser escolhida em cada caso decorrerá da consideração conjunto de todos os fatores intervenientes.

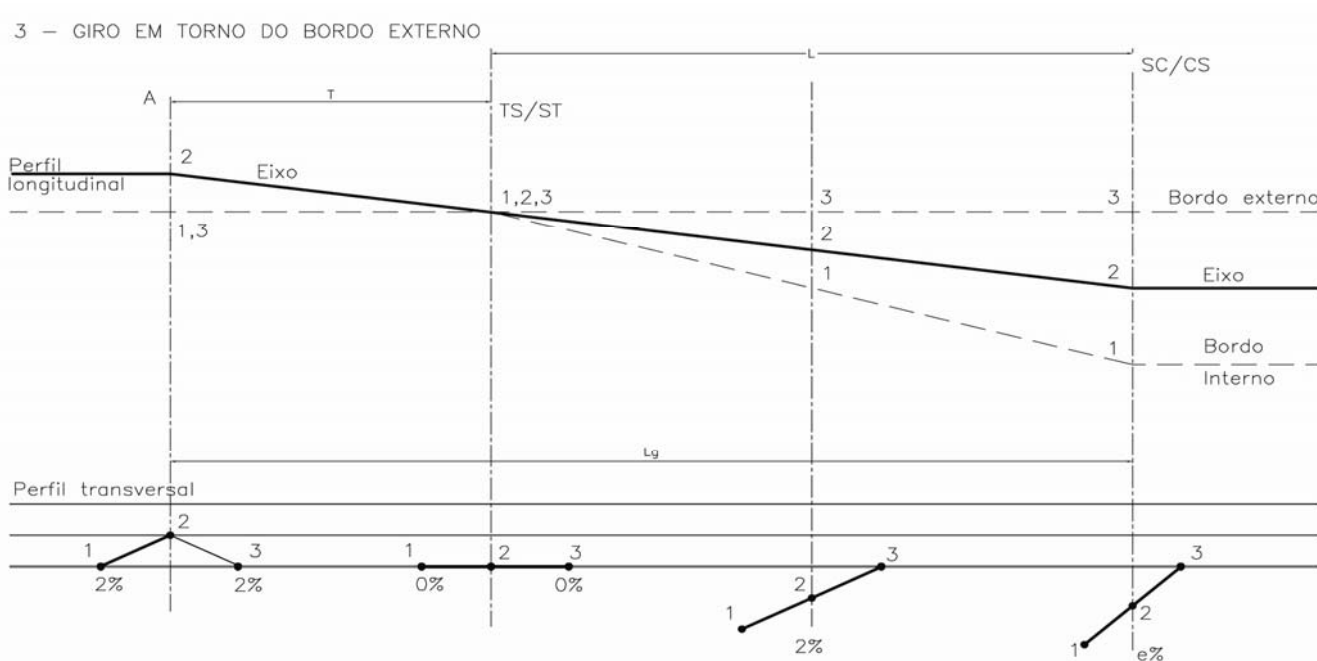
1 – GIRO EM TORNO DO BORDO INTERNO



2 – GIRO EM TORNO DO EIXO



3 – GIRO EM TORNO DO BORDO EXTERNO



Rodovia de Pista Simples

Normalmente o eixo de rotação utilizado para implantação da superelevação coincidirá com o eixo (linha de centro) da rodovia. Essa solução resulta em menores variações altimétricas dos bordos e consequentemente menores diferenças entre rampas do eixo e bordos de transição da superelevação. Há casos, entretanto, em que é mais vantajoso utilizar um dos bordos como eixo de rotação.

Pode ser recomendável o uso do bordo interno quando:

- Por motivos de melhorias das condições de drenagem deseja-se manter as cotas do bordo interno;
- Para aproveitar uma superfície em revestimento primário, já consolidada pelo tráfego, deseja-se impedir cortes da superfície;
- O uso do solo adjacente desaconselha a redução das cotas do bordo interno;
- Após longa tangente em nível deseja-se realçar o início de uma curva.

Pode ser recomendável o uso do bordo externo quando:

- Uma forte rampa de bordo pode ser esteticamente desaconselhável, principalmente se iniciar em uma estrutura de ponte ou viaduto. A rampa resultante no bordo interno é menos perceptível para o motorista;
- O uso do solo adjacente desaconselha a elevação das cotas do bordo externo.

Necessidade de Superelevação

Para cada Velocidade Diretriz considerada existe um valor de raio para o qual a aceleração centrífuga é tão pequena que pode ser desprezada, tratando-se o trecho como se fosse em tangente, seja porque o valor teoricamente já seria muito pequeno, seja por questões de aparência, ou por condições relativas à mudança no sentido de declividade transversal da pista.

Para fins práticos é apresentado o Quadro a seguir:

Valores de R acima dos quais a superelevação é dispensável

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥100
R (m)	450	800	1250	1800	2450	3200	4050	5000

Convém salientar que os valores apresentados devem ser encarados essencialmente como indicadores de ordem de grandeza, não se justificando tentativas de definição precisa.

Valores Mínimos e Máximos a Considerar

Há diversas considerações de ordem técnica e prática que limitam os valores extremos a adotar para a taxa de superelevação nos projetos rodoviários. Serão então indicados os valores mínimos e máximos a empregar.

Valor Mínimo de Superelevação Admissível

Para facilitar a drenagem das águas pluviais, a seção transversal dos trechos em tangente apresenta declividade mínima transversal de 2%, considerada adequada para as condições brasileiras em geral. Pela mesma razão se adota esse valor para superelevação mínima, que não deve ser reduzido, a não ser em casos especiais, devidamente justificados. Evidentemente, por considerações de coerência, a declividade mínima de uma pista superelevada será igual à declividade transversal fixada para seção normal em tangente.

Valores Máximos de Superelevação Admissíveis

O valor máximo admissível para a superelevação é condicionado por diversos fatores, tais como:

- Grande possibilidade do fluxo de tráfego operar a velocidades bem abaixo da velocidade diretriz, devido à frequência de veículos comerciais, condições de rampa, interseções em nível e congestionamento;
- A velocidade diretriz e a classe de projeto;
- Comprimento de transição da superelevação com viabilidade prática, principalmente nos casos de curvas reversas e pistas com muitas faixas;
- Razões econômicas, visando, por exemplo, poupar estruturas existentes e reduzir os custos de construção e manutenção.

A consideração conjunta as condicionantes acima referidas conduz aos valores práticos recomendados para a taxa máxima admissível de superelevação, mencionados a seguir:

$$e_{\max} = 12\%$$

A taxa máxima prática admissível para a superelevação de projetos rodoviários é de 12%. Seu emprego deve ser limitado aos casos de melhorias e correção de situações perigosas existentes sem alteração dos raios em planta (por economia ou impossibilidade). Deverá ser verificada a incidência de veículos lentos, já que para esses, o aumento da superelevação será contra-indicada. No caso de projetos novos deve-se procurar aumentar os raios e não a superelevação. Para duplicação com aproveitamento de pista existente sem alterações, cada sentido pode ser atendido separadamente, se necessário.

$$e_{\max} = 10\%$$

Próprio para rodovias de padrão elevado, onde as condições topográficas, geométricas e de atrito lateral e os volumes de tráfego favoreçam elevadas velocidades e fluxo interrompido. Adotar para rodovias de Classe 0 em geral e Classe I em regiões planas e onduladas.

$$e_{\max} = 8\%$$

Em projetos de rodovias de padrão intermediário ou de rodovias de elevado padrão sujeitas a fatores (geralmente topográficos) que reduzam a velocidade média. Adotar para Classe I em região montanhosa e rodovias das demais classes de projeto em geral.

$$e_{\max} = 6\%$$

Em projetos condicionados por urbanização adjacente e freqüentes interseções, que provocam redução da velocidade média.

$$e_{\max} = 4\%$$

Em situações extremas, com intensa ocupação do solo adjacente e reduzida flexibilidade para variar as declividades transversais da pista, sem vias marginais.

Valores de Superelevação para Raios acima dos Mínimos

Para o raio mínimo permitido para uma determinada velocidade diretriz emprega-se a superelevação máxima correspondente. Para raios maiores que o mínimo, a aceleração centrífuga diminuiu e não há mais a necessidade de manter essa superelevação máxima. A experiência mostrou ser aconselhável a adoção de valores variáveis, decrescentes em função do raio, que dessem ao motorista condições de conforto para os diversos raios adotados em um projeto.

Na pesquisa de uma solução adequada foram formuladas 3 hipóteses:

1ª Hipótese - para raios crescentes a partir do raio mínimo, manter a taxa de superelevação fixa até o valor do raio que anule totalmente a aceleração centrífuga, resultando em valor nulo para a força de atrito. A partir desse ponto começaria a ser reduzida a superelevação.

2ª Hipótese - para raios crescentes a partir do raio mínimo, manter a força de atrito constante e adotar a superelevação mínima necessária para manter o equilíbrio. Ao ser atingida a superelevação mínima prática (normalmente de 2%) a força de atrito começaria a reduzir com o crescimento do raio.

3ª Hipótese - para raios crescentes a partir do raio mínimo, reduzir gradual e simultaneamente a taxa de superelevação e a força de atrito até atingir a taxa mínima de superelevação admissível.

Esta 3ª Hipótese revelou-se como a mais adequada do ponto de vista da segurança e conforto dos motoristas e para sua aplicação prática adotou-se a curva de variação expressa pela equação:

$$e = e_{\max} \left(\frac{2R_{\min}}{R} - \frac{R_{\min}^2}{R^2} \right)$$

Onde:

e = taxa de superelevação a adotar (m/m);

$e_{\max}$ = taxa máxima de superelevação adotada (m/m);

R = raio da curva (m);

$R_{\min}$ = raio mínimo para a taxa máxima de superelevação adotada para a velocidade diretriz em questão (m).

Transição da Superelevação

Curvas de Transição

A variação da conformação da seção transversal da rodovia, desde a situação básica em tangente até atingir o valor total da superelevação adotado para a curva circular é realizada ao longo de um trecho dito de transição.

Admitindo, como é prática corrente, que a superelevação varie linearmente ao longo desta curva de transição e que o veículo percorra essa curva com velocidade constante, a clotóide é a curva que proporciona perfeito equilíbrio entre o crescimento da superelevação e o crescimento da aceleração centrífuga, sendo adotada como padrão para projetos rodoviários. Esta curva está disponível nos modernos sistemas computadorizados para projeto de rodovias e costuma constituir a opção básica.

Considerações de ordem prática levam a dispensar o uso da clotóide nos casos em que se revela de pouca relevância, quando:

- A trajetória descrita pelos veículos no trecho de transição puder ser acomodada dentro do conjunto tangente - curva circular sem maior dificuldade;
- Os comprimentos de clotóide forem pequenos e praticamente se confundirem com o conjunto tangente-curva circular que substituem;
- For pequeno o crescimento da aceleração centrífuga.

Existem vários critérios visando orientar o estabelecimento do limite de emprego de curvas de transição. Pode-se citar, a título ilustrativo:

- Que o afastamento (recuo) entre circunferência e tangente (ΔR ou p) seja superior a 0,30m;
- Que o ângulo central do segmento de clotoide (S_C) seja superior a $3^\circ 11'$;
- Que a curva requeira uma superelevação igual ou inferior a 3%.

Para fins de projetos rodoviários comuns, recomenda-se o critério associado à aceleração centrífuga. Por esse critério dispensa-se o uso de curva de transição quando a aceleração centrífuga a que o veículo é submetido na curva circular for igual ou inferior a $0,4\text{m/s}^2$, ou seja, quando $R \geq 0,193V^2$, conforme valores do Quadro a seguir:

Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição

V(km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R(m)	170	300	500	700	950	1200	1550	1900	2300	2800

Comprimento da Transição da Superelevação

– Comprimento Mínimo

Teoricamente, a adoção de uma superelevação para a pista visa a contrabalançar total ou parcialmente a aceleração transversal atuando sobre o veículo em decorrência de sua trajetória circular. Conseqüentemente, a variação da curvatura em planta entre a situação em tangente e a trajetória circular correspondem as pertinentes variações da aceleração transversal e da superelevação.

Portanto, o comprimento da curva de transição não deverá ser inferior ao comprimento de transição da superelevação L , determinado de acordo com os critérios, sendo desejável a adoção de valores superiores ao valor mínimo determinado.

(LC1) - Critério de taxa máxima de variação da aceleração centrífuga - A taxa máxima de variação da aceleração centrífuga C é um valor empírico que indica o conforto e a segurança durante o percurso da transição $L_{\min}$. Deverá atender à expressão:

$$C = -0,009V + 1,5$$

Onde:

C = taxa de variação da aceleração centrífuga (m/s^3);

V = velocidade diretriz (km/h).

O Valor de $L_{\min}$ é calculado pela expressão:

$$L_{\min} = \frac{V^3}{46,646CR} - \frac{eV}{0,367C}$$

Onde:

$L_{\min}$ = comprimento da transição da superelevação (m);

E = superelevação plena da curva (m/m);

R = raio da curva (m).

A taxa de variação da aceleração centrífuga ou solavanco transversal mede o grau de desconforto do motorista durante o percurso da curva de transição e os valores adotados são considerados os máximos admissíveis que atendem a condições adequadas de conforto e segurança.

O segundo termo da expressão de $L_{\min}$ pode ser desprezado por ser muito pequeno em relação ao primeiro.

(LC2) - Critério do comprimento mínimo absoluto de L - Valores muito pequenos para o comprimento de transição da superelevação não têm eficácia prática, prejudicam a aparência da rodovia e conduzem a perfis íngremes para os bordos da pista. Adotam-se como valores mínimos absolutos os comprimentos correspondentes ao percurso durante cerca de 2 segundos com a velocidade diretriz da rodovia.

Os valores mínimos absolutos constam do quadro:

Comprimentos mínimos absolutos de L

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
L (m)	30	30	30	40	40	50	60	60	70

(LC3) - Critério da fluência ótica - No caso de concordância entre tangentes e curvas com raios grandes, da ordem de 800 e 1000 metros, para destacar a transição de alinhamento recomenda-se que o comprimento da transição atenda a condição complementar:

$$L_{\min} > \frac{R}{9}$$

Onde:

$L_{\min}$ = comprimento da transição da superelevação (m);

R = raio da curva circular (m).

Os comprimentos $L_{\min}$ calculados pelos três critérios expostos são apresentados na Figura.

(LC4) - Critério da máxima rampa de superelevação admissível - A diferença de greides entre o eixo da pista e o bordo mais afetado pela superelevação (rampa de superelevação) não deve ultrapassar os valores constantes do Quadro para garantir valores confortáveis e seguros para a velocidade de giro de veículo em torno do eixo de rotação.

Rampas de superelevação admissíveis para pistas de 2 faixas com eixo de rotação no centro

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	≥100
r (%)	0,73 (1:137)	0,65 (1:154)	0,59 (1:169)	0,54 (1:185)	0,50 (1:200)	0,47 (1:213)	0,43 (1:233)

Nos casos em que a distância entre o bordo mais desfavorável e o eixo de rotação for superior a largura de uma faixa de rolamento (pistas com mais de 2 faixas, pistas com eixo de rotação no bordo, etc.), a adoção dos mesmos valores admissíveis para a rampa de superelevação conduziria a valores maiores para o comprimento mínimo de transição da superelevação, muitas vezes, impraticáveis. Nessa hipótese, os comprimentos de transição e as rampas de superelevação básicas (correspondentes às pistas de 2 faixas) são majorados segundo o seguinte critério, válido para qualquer situação relativa entre bordo e o eixo de rotação (Quadro).

Fatores de majoração do comprimento de transição para o caso do eixo de rotação fora do centro

Distância entre bordo da pista e eixo de rotação	Fatores de majoração	
	Comprimento de transição	Rampas de superelevação
Dobro de uma faixa	1,50	1,33
Triplo de uma faixa	2,00	1,50
Quádruplo de uma faixa	2,50	1,60

A fórmula geral para o cálculo do comprimento mínimo de transição da superelevação por esse critério é:

$$L_{\min} = \frac{d + l}{2r} \cdot e$$

Onde:

$L_{\min}$ = comprimento mínimo de transição da superelevação (m);

d = distância do eixo de rotação ao bordo mais afastado da pista de rolamento (m);

l = largura da faixa de rolamento (m);

r = rampa básica de superelevação admissível em pistas simples com eixo de rotação no centro da pista;

e = taxa de superelevação na curva circular (%).

Comprimento Máximo

O valor máximo do comprimento de transição da superelevação é considerado por dois critérios.

(LC5) - Critério do máximo ângulo central da clotóide - Considerações de ordem prática recomendam limitar o comprimento da clotóide ao valor do raio da curva de concordância, o que corresponde ao ângulo central de transição de 28° 39' (Sc).

$$L_{\max} = R$$

Onde:

$L_{\max}$ = valor máximo do comprimento da clotóide (m);

R = raio da curva circular (m).

(LC6) - Critério do tempo de percurso - Recomenda-se que o tempo de percurso da transição seja limitado a 8 segundos, o que corresponde a:

$$L_{\max} = 2,2V$$

Onde:

$L_{\max}$ = valor máximo do comprimento da transição da superelevação (m);

V = velocidade diretriz (km/h).

Para rodovias do mais elevado padrão este critério pode ser desconsiderado.

Critérios Complementares

Além dos critérios expostos para determinar valores limites para a transição da superelevação há outras considerações de ordem prática a considerar.

– Arredondamento

De um modo geral os valores dos comprimentos de transição da superelevação para projeto deverão ser arredondados para valores múltiplos de 10m, objetivando a uniformidade e padronização dos valores e a facilidade de cálculo e locação.

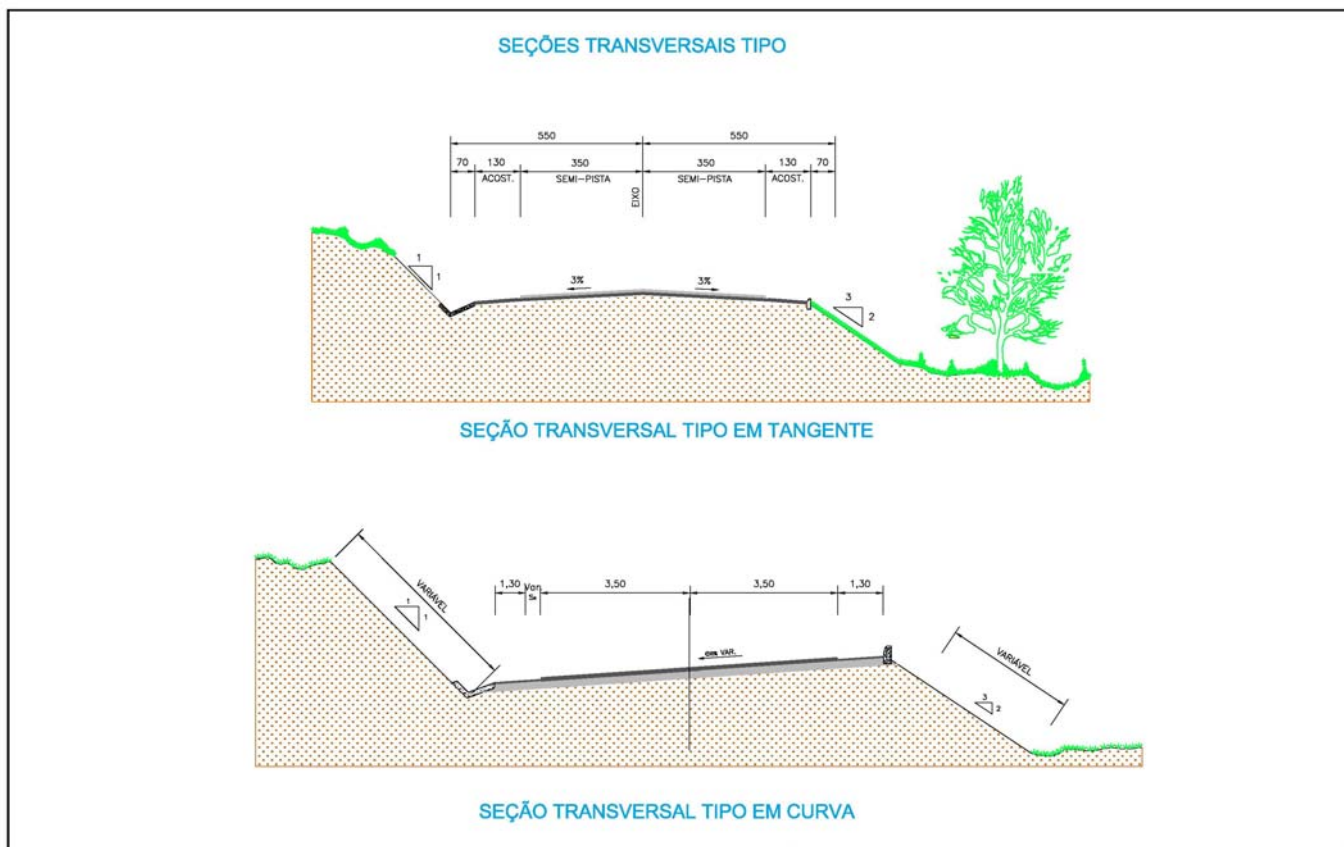
Transição da Superelevação sem Curva de Transição

Nessa hipótese a transição da superelevação será procedida ao longo do comprimento de transição calculado, dispondo-se de 60% a 70% desse comprimento na tangente que procede ao PC. Se houver conveniência poderá haver pequenos deslocamentos longitudinais para fazer que os pontos notáveis coincidam com estacas inteira ou +10.

CARACTERIZAÇÃO DA SUPERELEVÇÃO										
Curva	Lado	PC-TS	SC	CS	PT-ST	Raio	LC	e _R (%) calculado	e _R (%) adotado	
ESTACA 00PP INÍCIO										
LINHA TRONCO	01	E	00+00,00	-	-	04+05,19	458,33	-	5,70	5,70
	02	D	22+04,08	-	-	50+04,99	678,73	-	4,60	4,60
	03	E	69+00,00	-	-	84+06,05	691,91	-	4,50	4,50
	04	D	94+00,00	-	-	108+18,69	654,86	-	4,70	4,70
	05	E	127+04,99	132+04,99	153+16,80	158+16,80	400,00	100	5,90	5,90
	06	D	186+16,08	191+16,08	212+05,23	217+05,23	420,00	100	5,80	5,80
	07	D	227+00,00	-	-	236+18,82	747,81	-	4,30	4,30
	08	E	247+07,49	-	-	261+12,82	664,11	-	4,70	4,70
	09	D	285+11,22	-	-	294+03,00	1.658,09	-	2,30	3,00
	10	D	328+00,00	-	-	332+09,04	10.203,17	-	0,00	-
	11	D	382+00,00	-	-	393+19,60	1.705,39	-	2,20	3,00
	12	D	427+07,20	433+07,20	442+06,03	448+06,03	450,00	120	5,70	5,70
	13	E	540+06,54	546+06,54	566+10,14	572+10,14	500,00	120	5,50	5,50
	14	D	619+00,00	-	-	629+13,01	1.525,60	-	2,40	3,00
	15	D	730+00,00	-	-	753+01,38	686,62	-	4,60	4,60
	16	E	764+00,00	-	-	782+06,51	896,78	-	3,80	3,80
	17	E	815+00,00	-	-	840+04,00	722,83	-	4,40	4,40
	18	D	931+00,00	-	-	942+19,51	1.524,74	-	2,40	3,00
	19	E	951+00,00	-	-	965+01,01	1.111,69	-	3,20	3,20
	20	D	994+00,00	-	-	1010+11,03	702,48	-	4,50	4,50
	21	D	1029+00,00	-	-	1043+16,93	850,64	-	3,90	3,90
	22	D	1106+13,11	1112+13,11	1143+08,77	1149+08,77	450,00	120	5,70	5,70
	23	E	1163+00,00	-	-	1180+05,62	669,76	-	4,60	4,60
	24	D	1200+00,00	-	-	1214+00,62	1.539,29	-	2,40	3,00
	25	E	1251+00,00	-	-	1262+15,12	909,21	-	3,70	3,70
	26	E	1276+00,00	-	-	1295+14,62	798,00	-	4,10	4,10
	27	D	1325+00,00	-	-	1339+04,34	1.299,86	-	2,80	3,00
	28	E	1370+00,00	-	-	1383+08,71	745,37	-	4,30	4,30
	29	E	1431+11,09	1438+01,09	1461+06,25	1467+16,25	400,00	130	5,90	5,90
	30	D	1478+00,00	-	-	1494+06,67	763,95	-	4,20	4,20
	31	E	1506+00,00	-	-	1515+19,49	1.143,01	-	3,10	3,10
	32	D	1540+00,00	-	-	1552+19,52	1.385,34	-	2,60	3,00
	33	D	1582+00,00	-	-	1607+03,27	671,11	-	4,60	4,60
	34	D	1627+10,08	-	-	-	-	-	0,00	-
ESTACA 1635+11,82 FINAL										

4.1.5 - Seções Transversais

A seção transversal estabelecida para o trecho apresenta, em nível de acabamento do pavimento, pistas de rolamento de 3,50m e acostamentos laterais de 1,30m.



4.1.6 - Projeto de Interseções, Retornos e Acessos

No Projeto de Interseções foi levada em consideração uma série de condicionantes, dentre as quais os elementos de tráfego, fatores físicos, econômicos e ambientais, bem como os critérios adotados no projeto geométrico da rodovia.

Tomando como base as necessidades locais e de assegurar a circulação ordenada dos veículos, mantendo o nível de segurança e serviço da rodovia, foi adotado a interseção em nível.

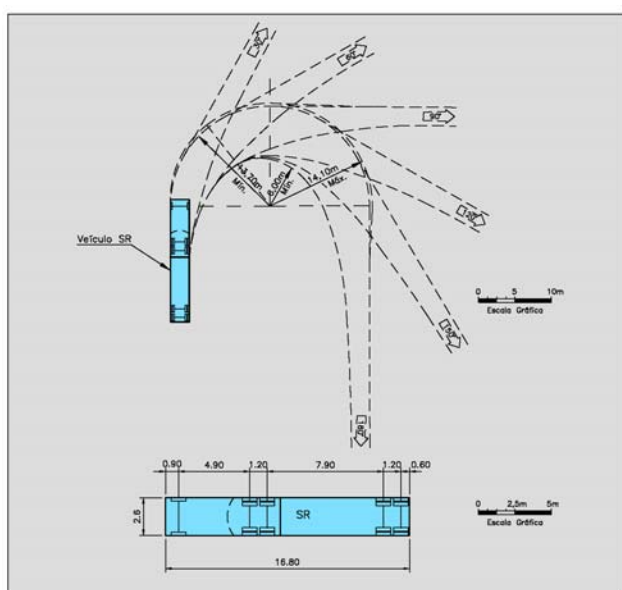
4.1.6.1 - Veículo Tipo

Com base no estudo de tráfego da região o veículo adotado no projeto foi o do tipo SR (Semi-Reboque), conforme tabela abaixo:

Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto

Designação do veículo	Veículos leves (VP)	Cam.e ônibus convenc.(CO)	Cam. e ônibus longos (O)	Semi-Reboques (SR)	Reboques (RE)
Características					
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8
Raio min. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7	13,7
Raio min. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	6,0	6,9

As dimensões do veículo adotado e seus menores valores de giro estão graficamente representados na figura abaixo, permitindo, mediante o emprego de reproduções transparentes, a verificação de condições limite.



Veículo de Projeto: **SR**

4.1.7 - Apresentação do Projeto Geométrico

Os desenhos do projeto são apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução no item *Projeto Geométrico*.

4.1.8 - Elementos do Projeto

Apresenta-se a seguir os principais elementos planimétricos e altimétricos do projeto.

CARACTERISTICAS OPERACIONAIS		
CLASSE	III	
REGIÃO	Ondulada	
VELOCIDADE DIRETRIZ	80 km/h	
DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE PARADA	85m	
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM	420m	
NÚMERO DE EQUIVALÊNCIA "N" PARA 10 ANOS	1.03x10 ⁶	
CARACTERISTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM	11,00 m	
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO	3,50 m	
LARGURA DO ACOSTAMENTO	1,30 m	
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO	80,00 m	
ABAUPLAMENTO DA PLATAFORMA	3,00%	
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H)	1/1	
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H)	1/1.5	
CARACTERISTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA		
1 - PLANIMETRIA	QUANT.	UNID.
1.01 - EXTENSÃO TOTAL	32.771,82	m
1.02 - DESENVOLVIMENTO EM CURVA	10.531,03	m
1.03 - DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE	22.240,79	m
1.04 - EXTENSÃO EM ZONA URBANA	0,00	m
1.05 - NÚMERO DE CURVAS	34	un
1.05.1 - NÚMERO DE PI's SECOS	1	un
1.06 - RAIOS MÍNIMOS	400,00	m
1.07 - FREQUÊNCIA DO RAIOS MÍNIMOS	2	un
1.08 - NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m	7	un
1.09 - TAXA MÁXIMA DE SUPERELEVÇÃO	5,90%	%

CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PERFIL		
2 - CARACTERÍSTICAS	EXTENSÃO	%
2.1 - EXTENSÃO EM RAMPA	32.311,82	98,78%
2.2 - EXTENSÃO EM NÍVEL	400,00	1,22%
2.3 - EXTENSÃO TOTAL	32.711,82	100,00%
	Comprimento	Rampa
2.4 - DECLIVIDADE LONGITUDINAL MÁXIMA	380,00	9,34%
2.5 - DECLIVIDADE LONGITUDINAL MÍNIMA	400,00	0%

VALOR MÍNIMO "K" PARA CURVAS VERTICAIS	
CURVAS CONVEXAS	29
CURVAS CÔNCAVAS	24

CONDIÇÕES	COTA MÁXIMA	ESTACA	COTA MÍNIMA	ESTACA
GREIDE	490,816	1085+0.00	368,176	1625+0.00
TERRENO	492,279	1081+0.00	367,386	1623+0.00

DECLIVES				ACLIVES			
INTERVALO		COMPRIMENTO	%	INTERVALO		COMPRIMENTO	%
0.1	1.0	1.060,00	3,24%	0.1	1.0	2.920,00	8,93%
1.1	2.0	5.411,82	16,54%	1.1	2.0	4.400,00	13,45%
2.1	3.0	2.600,00	7,95%	2.1	3.0	5.720,00	17,49%
3.1	4.0	1.400,00	4,28%	3.1	4.0	3.600,00	11,01%
4.1	5.0	600,00	1,83%	4.1	5.0	1.440,00	4,40%
5.1	6.0	1.780,00	5,44%	5.1	6.0	280,00	0,86%
6.1	7.0	720,00	2,20%	6.1	7.0	0,00	0,00%
7.1	8.0	0,00	0,00%	7.1	8.0	0,00	0,00%
8.1	9.0	0,00	0,00%	8.1	9.0	0,00	0,00%
9.1	10.1	380,00	1,16%	9.1	10.1	0,00	0,00%
TOTAL		13.951,82	42,65%	TOTAL		18.360,00	56,13%

4.2 - Projeto de Terraplenagem

4.2 - Projeto de Terraplenagem

4.2.1 - Introdução

O Projeto de Terraplenagem da Rodovia: GO-132, Trecho: **Distrito de Santo Antônio da Cana Brava / Div. GO/TO** foi desenvolvido de acordo com as Normas e Especificações da AGETOP.

De conformidade com o padrão da Rodovia, também foram utilizadas informações fornecidas pelos Estudos: Topográfico, Geológico, Geotécnico, Projeto Geométrico, pesquisas locais e sugestões da Fiscalização.

Para cortes e aterros, foram adotadas as seguintes larguras de plataforma e declividades transversais:

Em tangente - Largura: 11,00 m;

Declividade: -3,00%.

Em curva - Largura: 11,00 a 11,80 m;

Declividade: +5,9%.

Para a definição dos taludes de cortes e aterros adotaremos os seguintes critérios:

- Considerando que os cortes e os aterros existentes, na grande maioria, não ultrapassam a casa dos 5,0m, levando em conta o tipo de solo e considerando principalmente os aspectos relativos à proteção contra a erosão e a segurança do tráfego na rodovia e por outra série de razões advindas dos aspectos levantados na definição dos taludes, propusemos para este primeiro caso as seguintes inclinações a serem adotadas nos taludes:

Corte: 1:1(V.H) e Aterro: 1:1,5 (V.H).

Os taludes de cortes e aterros serão protegidos por um sistema constituído de:

- Valetas de coroamento dos cortes;
- Valetas de proteção dos pés de aterros;
- Sarjetas revestidas de gramas nas banquetas;
- Plantação de grama em todos os taludes de corte e aterro.

4.2.2 - Cortes, Aterros, Empréstimos Laterais e Substituição de Solos e Solos Mole

a) Cortes

Os resultados obtidos pelo estudo geotécnico constataram que a maioria dos materiais provenientes dos cortes pode ser utilizada na confecção dos aterros. Nos cortes onde apresentaram rochas, nos estudos geotécnicos, foram feitos bota-foras e/ou aproveitamento em fundos de aterros.

b) Aterros

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes da maioria dos cortes e foram feitas sondagens para utilização de empréstimos laterais. Ao longo do trecho houve um número considerável de empréstimos laterais. Os aterros deverão ser executados com:

- No corpo do aterro, materiais de 1ª ou 2ª categoria que apresentem $ISC > 4\%$ e expansão $< 2\%$, compactados a 95% do Proctor Normal.
- Nas camadas finais de aterro (60 cm Superiores), materiais de 1ª categoria com expansão $< 2\%$ e $ISC >$ utilizado no dimensionamento do pavimento, compactados a 100% do Proctor Normal.

Camada Final de Terraplenagem

O corpo estradal do trecho em projeto se compõe basicamente de aterro, sendo, portanto necessária a importação de materiais de material de empréstimo para a construção dos aterros.

Sendo assim o subleito de projeto se constitui basicamente de material importado, visando o máximo aproveitamento destes materiais, foi realizada a compatibilização do projeto de pavimentação com o de terraplenagem, quanto às espessuras e quanto as característica geométrica e geotécnica da camada final de terraplenagem – CFT, para posterior aproveitamento desta camada como parte integrante do pavimento.

Na região em projeto, não há dificuldade de localizar materiais, a distâncias econômicas de transporte, para execução de uma CFT que funcione estruturalmente como uma camada de reforço. Os solos escolhidos para construção da CFT devem atender às condições de resistir às pressões aplicadas na interface entre a sub-base e a própria CFT, neste projeto, $ISC > 10\%$.

O custo-benefício da consideração de parcela da camada final de terraplenagem como integrante do pavimento é muito atraente se for levado em consideração a redução da espessura das camadas que lhe serão superpostas.

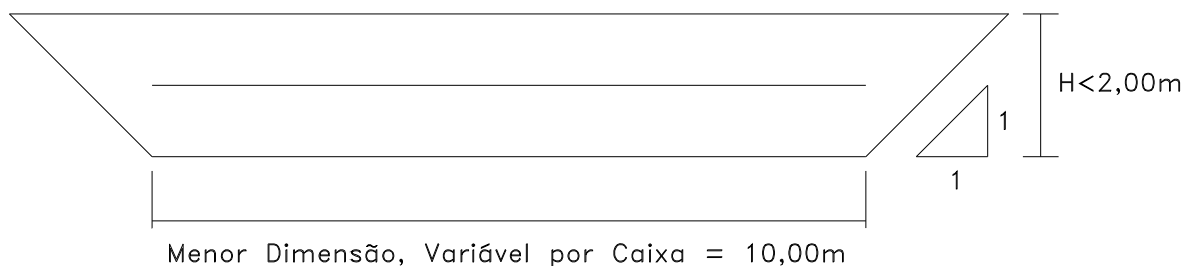
c) Empréstimos Laterais

Os empréstimos laterais foram sondados, sempre que possível dentro da faixa de domínio.

Quando da exploração destas caixas, deverá ser observada a seção adiante apresentada, devendo ser executada drenagem conveniente de modo a se evitar o represamento das águas.

A declividade longitudinal destas caixas será função da profundidade de exploração, das condições de drenagem e da declividade do terreno existente, devendo ser mantido o talude 1:1 em toda a sua volta, exceto onde houver necessidade de abertura de valas para o escoamento das águas.

FIG. 1



d) Solos Mole

Este item, do Projeto de Terraplenagem, objetiva esclarecer as definições e critérios que foram adotados para o projeto de aterros rodoviários sobre solos moles. Este estudo teve como referência a Norma Rodoviária *DNER-PRO 381/98 - Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias*.

Os critérios e soluções adotadas, bem como a memória de cálculo, são descritos na sequência.

Critérios e Soluções

Para efeito de investigação e projeto geotécnico de obras rodoviárias do DNIT, os aterros foram classificados nas classes I, II e III, conforme as seguintes características:

- Classe I - Enquadram-se nesta classe os aterros junto a estruturas rígidas, tal como os encontros de pontes e viadutos e demais interseções, bem como aterros próximos a estruturas sensíveis como oleodutos. A extensão do aterro classe I deve ser pelo menos 50 m para cada lado da interseção.
- Classe II - São os aterros que não estão próximos a estruturas sensíveis, porém são altos, definindo-se como altos os que têm alturas maiores que 3 m.
- Classe III - Os aterros classe III são baixos, isto é, com alturas menores que 3 m e afastados de estruturas sensíveis.

Após a caracterização da Classe do aterro, nos prováveis locais de solos moles, foi realizada uma investigação para a obtenção do perfil geotécnico, que constou de sondagens a percussão segundo a norma ABNT NBR 6484, sendo pelo menos uma em cada depósito mole. Quando o depósito teve mais que 100 m de extensão, as sondagens a percussão foram realizadas com intervalo não superior a 100 m. Estes estudos permitiram elaborar um perfil geotécnico detalhado.

Estas Sondagens de reconhecimento e determinação do SPT (ABNT NBR 6484) tiveram o propósito de atravessar toda a camada mole, penetrando pelo menos 3 m em solo resistente ($N > 30$), ou atingindo o impenetrável a percussão.

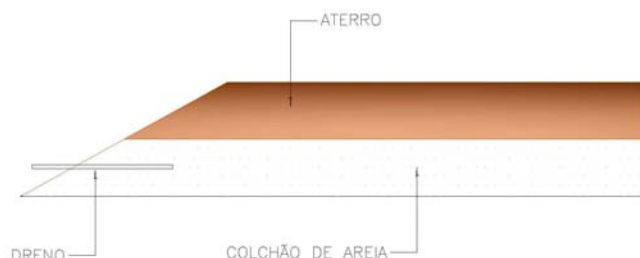
Neste estudo, foram analisados alguns pontos e identificados os locais de depósitos de solos moles, conforme se pode verificar nas Sondagens SPT, que encontram-se no *Volume 3A - Estudos Geotécnicos*. Em todos os casos, os locais apresentaram espessuras inferiores a 3 m, sendo nestes casos, ser economicamente viável a remoção total da camada mole, eliminando-se totalmente o problema. Portanto, a solução adotada no Projeto foi: Substituição total da camada mole.

4.2.2.1 - Memória de Cálculo de Solo Mole

REMOÇÃO DE SOLO MOLE									
Ocorrência	Intervalo de Estacas		Altura do Aterro acima h1 (m)	Plataforma de Terraplen. Plat. (m)	Classe	Espessura de Remoção h2 (m) (1)	Largura Média de Remoção Lm (m) (2)	Extensão de Remoção (m) (3)	Volume (m3) (1 x 2 x 3)
1	852 + 0	857 + 0	5,60	11	III	2,00	30,80	100	6.160,00
2	1362 + 0	1367 + 0	1,52	11	III	2,00	21,56	100	4.312,00
								Total	10.472,00

4.2.3 - Colchão de Areia

Nos locais onde houve solo mole foi feito a remoção do solo e substituído por um material drenante (colchão de areia) conforme desenho.



4.2.3.1 - Memória de Cálculo

COLCHÃO DE AREIA									
Ocorrência	Intervalo de Estacas		Altura do Aterro acima h1 (m)	Plataforma de Terraplen. Plat. (m)	Espessura de Preenchimento (m) (1) (1)		Largura Média de Preench. (m) (2)	Extensão de Preench. (m) (3)	Volume (m3) (1 x 2 x 3)
1	852 + 0	857 + 0	5,60	11	III	2,00	30,80	100	6.160,00
2	1362 + 0	1367 + 0	1,52	11	III	2,00	21,56	100	4.312,00
								Total	10.472,00

4.2.3 - Desmatamento, Destocamento e Limpeza de Áreas

São Serviços Preliminares de terraplenagem e constituem o conjunto de operações executadas nas áreas destinadas à implantação da rodovia projetada e naquelas correspondentes aos empréstimos, objetivando a remoção das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, matacões, camada superior do solo com materiais orgânicos e resíduos vegetais, cercas, casas, etc., resguardando aquelas para preservação ambiental ou mesmo históricas.

Descrição dos Serviços:

O desmatamento compreende corte e remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade.

O destocamento compreende a operação de remoção de tocos e raízes, após o serviço de desmatamento na profundidade necessária até o nível do terreno considerado apto para terraplenagem.

A limpeza compreende a operação de remoção da camada de solo ou material orgânico, bem como de quaisquer outros objetos e materiais indesejáveis que ainda subsistam.

NOTA DE SERVIÇO DE DESMATAMENTO					
SERVIÇO	ESTACAS		EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m2)
	INICIAL	FINAL			
Destocamento de Árvores D<15 cm	00+0,00	1635+11,82	19.600,00	15,00	176.400,00
Desmatamento, dest. e limpeza (arv. até 15cm) (Áreas de Empréstimo)	00+0,00	1635+11,82	-	-	336.417,45
Destocamento de Árvores D > 15cm	00+0,00	1635+11,82	13.111,82	15,00	78.670,92
TOTAL					591.488,37

Obs.: Foi considerado 60% com D<0,15m e 40% com D > 0,15m.

4.2.4 - Critérios Adotados para Elaboração das Notas de Serviço em Curvas

De posse do greide projetado e da seção transversal definida, passou-se a confeccionar as notas de serviço de terraplenagem e pavimentação, utilizando-se métodos computacionais e levando-se em consideração a superelevação e superlargura (métodos descritos no projeto geométrico). A seguir mostraremos a nota de serviço das curvas:

4.2.5 - Distribuição de Materiais e Distâncias de Transportes

A distribuição dos materiais foi feita objetivando-se as menores distâncias de transporte possíveis, evitando-se, porém, os transportes seguindo as rampas ascendentes muito acentuadas. Nos casos de cortes, a maioria de média altura, prevê-se a execução com lâmina de cima para baixo.

A classificação de materiais foi feita para os cortes e empréstimos separadamente, com base nos Estudos Geotécnicos realizados.

4.2.7 - Cálculo dos Volumes de Terraplenagem

Os volumes de terraplenagem foram calculados por processamento eletrônico a partir das “seções transversais”, dos elementos do greide projetado e da seção transversal-tipo, de acordo com as normas e fatores fornecidos pela AGETOP.

O relatório de volumes apresenta os seguintes dados:

- Volumes geométricos de cortes e aterros;
- Volumes geométricos acumulados de cortes e aterros;
- Volumes homogeneizados de compensação lateral;
- Volumes homogeneizados acumulados de compensação lateral e Bruckner.

Volumes de Terraplenagem

O empolamento sobre o volume de Aterros foi de “30%” (valor este utilizado a partir da análise do material que constitui o corpo estradal). Portanto, os volumes encontrados foram os seguintes:

4.3 - Projeto de Pavimentação

4.3 - Projeto de Pavimentação

4.3.1 - Introdução

O Projeto de Pavimentação foi elaborado com base nos Estudos Geotécnicos, os quais constaram de estudos:

- Do Subleito;
- Dos Materiais Disponíveis para Pavimentação;
- Das áreas de empréstimos.

Este Projeto foi desenvolvido tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	IS-09	Instrução de Serviço para Projeto de Pavimentação
AGETOP	-	Especificações Gerais para Obras Rodoviárias / 1998
DNIT	-	Manual de Pavimentação / 2005
DNIT	-	Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos / 2005

Estudo do Subleito

O Subleito foi estudado a partir das notas de serviço calculadas do Projeto Geométrico de modo a abranger a extensão da pista em corte e as extensões em aterro com alturas inferiores a 1,0m.

As sondagens foram realizadas com espaçamento máximo de 200 m, atingindo uma profundidade de 1,0 m abaixo da linha do greide de Terraplenagem. Todos os estudos se desenvolveram após a aprovação pela AGETOP da diretriz definitiva do projeto e do greide definitivo de terraplenagem.

Estudo dos Materiais Disponíveis para Pavimentação

Foram realizados estudos geotécnicos completos em várias ocorrências, a fim de selecionar as melhores da região, observando aspectos como localização, quantificação e qualificação, objetivando seu emprego na pavimentação.

Estudo de Empréstimos

A escolha no campo das áreas de empréstimos foi feita de acordo com a distribuição de terras.

Os resultados dos ensaios geotécnicos realizados no subleito, nas diversas ocorrências e nas caixas de empréstimos encontram-se apresentados no Volume 3B - Estudos Geotécnicos.

Com base nestes estudos ficou definido o índice de suporte do Subleito, bem como as jazidas ou ocorrências destinadas às camadas constituintes do pavimento.

Os princípios fundamentais que foram considerados para a elaboração do projeto foram os técnicos e os econômicos.

Com estes princípios foram desenvolvidos estudos amparados pelas normas técnicas e vigentes, de modo a se obter a melhor solução técnica e que propiciasse a maior economia possível.

O presente projeto seguiu o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis, da autoria do Engº Murilo Lopes de Souza - 1981.

Portanto, o pavimento foi dimensionado a partir do ISC do subleito e dos valores de tráfego preconizados pelo método.

4.3.2 - Elementos Constituintes do Pavimento

A estrutura do pavimento será constituída de três camadas as quais estão descritas a seguir:

Revestimento

É a camada, tanto quanto possível impermeável que recebe diretamente a ação do Tráfego; é destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste superficial (durabilidade).

O revestimento do pavimento que constituirá a capa da pista de rolamento e o acostamento será executado com Tratamento Superficial Duplo (TSD) com 2,50 cm de espessura e Microrevestimento a frio com 0,8 cm de espessura.

Base

É a camada destinada a receber e distribuir os esforços oriundos do Tráfego, e sobre a qual se constrói o revestimento.

A solução adotada para a Base (Pista e Acostamento) ficou da seguinte forma:

- Estabilização Granulométrica com mistura com vista ao enquadramento nas especificações (Estaca 1000-1400)
- Estabilização Granulométrica sem mistura.(Estaca 00 – 1000) e (Estaca 1400 – 1635 +11,82).

4.3.6 - Dimensionamento do Pavimento

4.3.6.1 - Revestimento

Tendo em vista o período inicial de vida do projeto de 10 anos, a existência de ocorrência de rocha para britagem e o tráfego em questão (número “N”), adotou-se para o trecho o revestimento da pista e acostamento o Tratamento Superficial Duplo (TSD) de 2,5 cm de espessura com Emulsão RR-2C e um Microrevestimento a frio na pista com 8,0 mm de espessura.

Vale ressaltar, que mesmo sendo de 10 anos o período do projeto, o pavimento deverá sofrer uma intervenção a título de rejuvenescimento da camada betuminosa, entre o 4º e 6º anos de utilização, prazo este que dependerá do desgaste superficial. É imprescindível, portanto, um eficiente monitoramento do pavimento neste período.

4.3.6.2 - Material para Sub-base e Base

Os solos empregados na sub-base e base do pavimento deverão atender às condições mínimas especificadas.

RESUMO DAS ESPECIFICAÇÕES PARA MATERIAL DE BASE E SUBBASE - AGETOP		
	SOLOS NÃO LATERÍTICOS	SOLOS LATERÍTICOS
REFORÇO DO SUBLEITO	ISCmin (Proctor Intermediário) deverá ser nitidamente superior ao ISC do subleito (Proctor Normal) e Expansão $\leq 2\%$	
SUB-BASE	ISCmin $> 20\%$ (*) Índice de Plasticidade ≤ 15 Limite de liquidez ≤ 35 Expansão $\leq 1\%$	ISCmin $> 20\%$ (*) - - Expansão $\leq 1\%$
BASE	Expansão $\leq 0,5\%$ LL ≤ 30 IP $\leq 9(**)$	Expansão $\leq 0,2\%$ LL ≤ 45 IP ≤ 15
Para $N < 5 \times 10^6$	ISCmin $\geq 40\%$	ISCmin $\geq 40\%$
Para $5 \times 10^6 < N < 5 \times 10^7$	ISCmin $\geq 50\%$	ISCmin $\geq 50\%$
Para $N > 5 \times 10^7$	ISCmin $\geq 60\%$	ISCmin $\geq 60\%$

Fonte: IS-05 - Estudo Geotécnico - AGETOP

* Caso de sub-base com espessura ≥ 20 cm poderá ser constituída de duas camadas, sendo a:

1. camada superior com espessura ≥ 10 cm, constituída de solo que atenda as especificações acima, e
2. camada inferior com espessura ≥ 10 cm, constituída de solo que atenda as seguintes características mínimas: ISC $\geq 10\%$ e Expansão $\leq 2\%$.

** Caso o índice de plasticidade seja superior a 9, o solo deverá apresentar o Equivalente de Areia $\leq 30\%$, para ser utilizado

Será possível construir o pavimento total com sub-base e base de material granular, "in natura", estabilizado sem mistura, pois os índices das Jazidas atendem as especificações exigidas.

Foram feitos vários ensaios com diferentes tipos de misturas (ver VOL 3C) e adotamos a seguinte solução:

DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	MISTURA	INDICES	
JAZIDA 01-55 Golpes	QUARTZO C/ LATERITA	S/ MISTURA	LL= NL IP = NP ISC= 58,94	LL ≤ 30 IP ≤ 9 ISC min ≥ 40%
JAZIDA 02-55 Golpes	QUARTZO C/ LAT. AMARELA	S/ MISTURA	LL= NL IP = NP ISC=56,14	LL ≤ 30 IP ≤ 9 ISC min ≥ 40%
JAZIDA 03-26 Golpes	LATERITA AMARELA	C/ MISTURA 10%AREIA+2%CIMENTO	LL= NL IP = NP ISC=96,48%	LL ≤ 30 IP ≤ 9 ISC min ≥ 40%
JAZIDA 04-55 Golpes	QUARTZO C/ LATERITA	S/ MISTURA	LL= NL IP = NP ISC=63,04%	LL ≤ 30 IP ≤ 9 ISC min ≥ 40%

O volume de material sondado permite que toda a camada de sub-base seja executada com material de base, o que representa uma melhoria significativa nas condições de projeto.

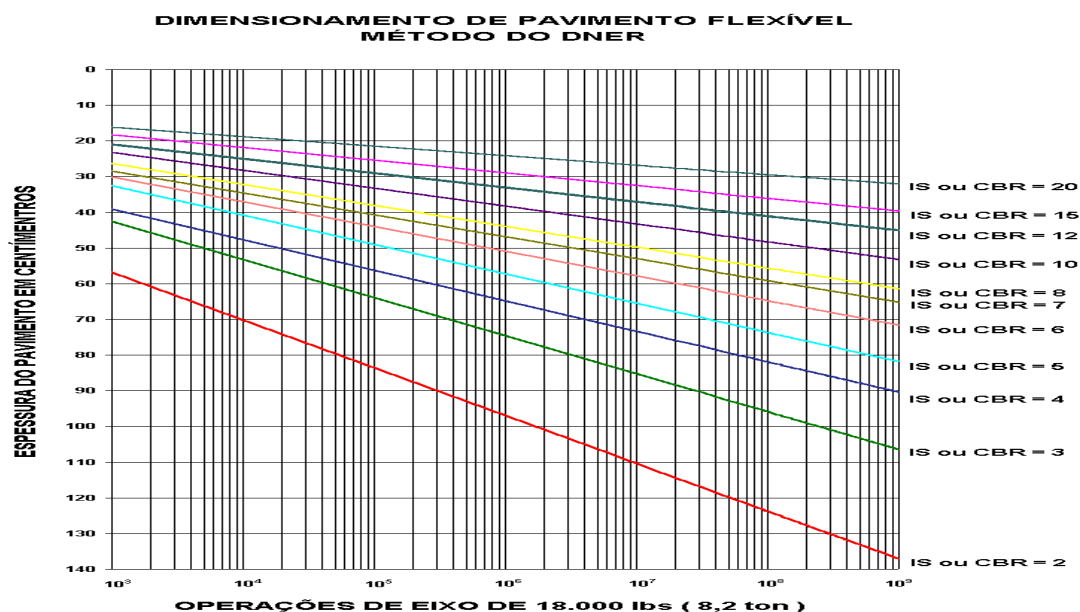
4.3.6.3 - Espessuras das Camadas

1 - Concepção das Camadas e Coeficientes de Equivalência Estrutural

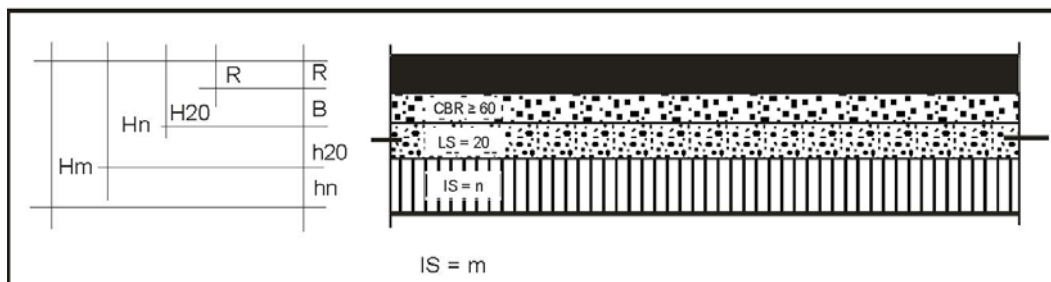
Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipulados os seus coeficientes de equivalência estrutural, sendo:

- Sub-base granular (com cimento e areia) KB = 1,0
- Base granular (com cimento e areia) KSB = 1,0
- Revestimento em TSD KR = 1,2

2 - Dimensionamento



$$Ht = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$



O dimensionamento das camadas foi feito pela resolução sucessiva das inequações seguintes:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_{SB} \geq H_n$$

Onde:

R = espessura do revestimento;

B = espessura da base;

h20 = espessura da sub-base;

H20 = espessura necessária para recobrir a sub-base granular;

Hn = espessura necessária para recobrir um subleito com ISC = 12%.

Dados:

$$N = 1,03 \times 10^6 \quad R = 3,3(2,5+0,8)$$

$$ISC = 12,0 \quad K_R = 1,2$$

$$H_{12} = 34,3 \quad K_B = 1,0$$

$$H_{20} = 25,2 \quad K_{SB} = 1,0$$

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$3,3 \times 1,2 + B \times 1,0 \geq 25,2$$

$$B \geq 21,4$$

$$\text{Adotado} \rightarrow B = 20 \text{ cm}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_{SB} \geq H_n$$

$$3,3 \times 1,2 + 20 \times 1,0 + SB \times 1,0 \geq 34,3$$

$$SB \geq 10,34$$

$$\text{Adotado} \rightarrow SB = 15,0 \text{ cm}$$

Prevendo-se a execução da camada final de terraplenagem (CFT), com material selecionado, será possível a execução da camada granular com espessura constante.

Daí, a constituição final do pavimento para fins construtivos será:

PISTA

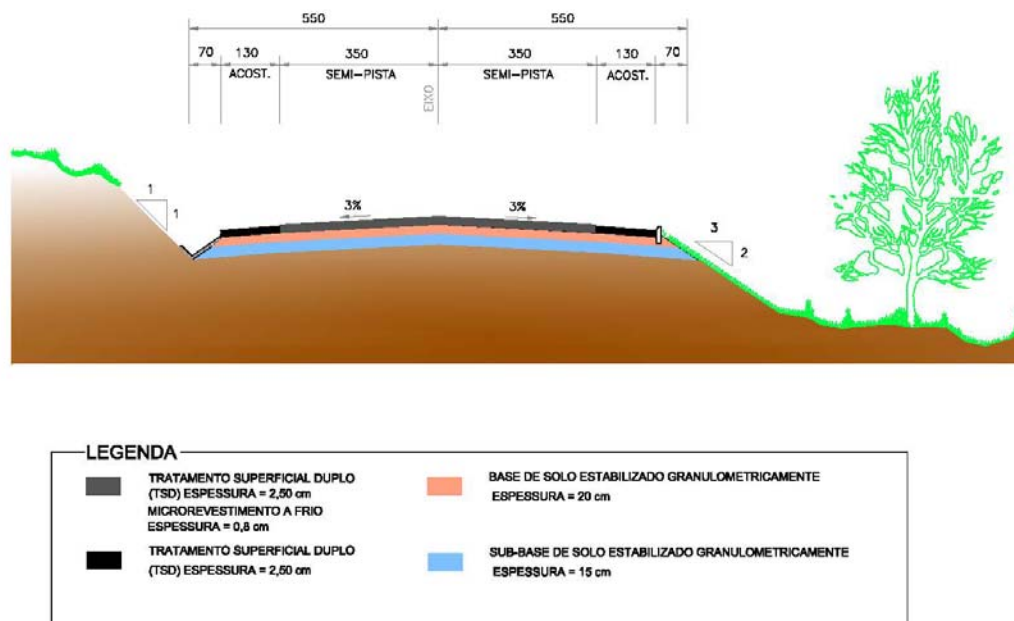
Camada	Espessura (cm)
Revestimento(TSD)+ Microrevestimento	3,30
Base	20,00
Sub-base	15,00
Total	38,30

ACOSTAMENTO

Camada	Espessura (cm)
Revestimento(TSD)	2,50
Base	20,00
Sub-base	15,00
Total	37,50

TAXAS DE APLICAÇÃO			
IMPRIMAÇÃO	CM-30	1,20	Kg/m2
TSD	RR-2C	2,70	Kg/m2
	AGREGADO	32,00	Kg/m2
MICROREVESTIMENTO	EMULSAO RR-2C c/ POLIMERO	1,40	Kg/m2
	FILLER	0,120	Kg/m2
	AGREGADO	0,010	m3/m2

4.3.6 - Seção Transversal Tipo



4.3.7- Quadro Demonstrativo dos Serviços de Pavimentação

Discriminação	Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m2)	Área de Interseção(m2)	Área de Superlagura(m2)	Volume (m3)	Massa (t)	D.M.T. (Km)	Densidades ou Taxas de Aplicação	Unidade
REG E COMP.SUBLEITO	32.711,82	11,00	-	359.830,02	6.620,90	6.909,00	-	-	-	-	m2
CM-30	32.711,82	9,60	-	314.033,47	6.620,90	6.909,00	-	393,08	446,00	1,20	Kg/m2
RR-2C/TSD (PISTA)	32.711,82	7,00	0,025	228.982,74	6.529,90	6.909,00	6.060,54	654,54	446,00	2,70	Kg/m2
RR-2C/TSD (ACOST.)	32.711,82	2,60	0,025	85.050,73	91,00	-	2.126,27	229,64	446,00	2,70	t/m3
MICROREVESTIMENTO 8m	32.711,82	7,00	0,008	228.982,74	6.529,90	6.909,00	1.939,37	339,39	446,00	1,40	Kg/m2
CASCALHO/BASE	32.711,82	10,25	0,20	335.296,16	6.620,90	6.909,00	90.694,77	-	2,63	-	-
CASC/SUB-BASE	32.711,82	10,775	0,15	352.469,86	6.620,90	6.909,00	71.369,95	-	2,63	-	-
RODOVIA: TRECHO: EXTENSÃO: LOTE:	GO-132 SANTO ANTONIO DA CANA BRAVA/DIV. GOTO 32,71 Km UNICO	PROJETO FINAL DE ENGENHARIA QUADRO DEMONSTRATIVO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO									

4.3.8 - Quadro das Distancias Medias de Transportes

SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL (DMT)			TRANSPORTE COMERCIAL (DMT)		
		ORIGEM	DESTINO	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL
IMPRIMAÇÃO	ASFALTO DILUIDO CM-30	REFINARIA (GOIANIA)	CANTEIRO	-	-	-	0,20	446,00	446,20
	ASFALTO DILUIDO CM-30	CANTEIRO	PISTA	16,36	-	16,36	-	-	-
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	GOIANIA/GO	CANTEIRO	-	-	-	0,20	446,00	446,20
	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	CANTEIRO	PISTA	16,36	-	16,36	-	-	-
	BRITA	PEDREIRA 01	CANTEIRO	-	-	-	76,30	13,40	89,70
	BRITA	CANTEIRO	PISTA	16,36	-	16,36	-	-	-
MICROREVESTIMENTO 8MMI	EMULSÃO POL. RR-2C	GOIANIA/GO	CANTEIRO	-	-	-	0,20	446,00	446,20
	BRITA	PEDREIRA 01	CANTEIRO	-	-	-	59,31	13,40	72,71
	BRITA	CANTEIRO	PISTA	16,36	-	16,36	-	-	-
	FILLER	GOIANIA/GO	CANTEIRO	-	-	-	0,20	446,00	446,20
SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	FILLER	CANTEIRO	PISTA	16,36	-	16,36	-	-	-
	SOLO	Jazidas: J1 - J2 - J3 - J4	PISTA / ACOSTAMENTO	2,63	-	2,63	-	-	-
BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	SOLO	Jazidas: J1 - J2 - J3 - J4	PISTA / ACOSTAMENTO	2,63	-	2,63	-	-	-
NP = RODOVIA NÃO PAVIMENTADA P = RODOVIA PAVIMENTADA									
RODOVIA: GO-132		PROJETO FINAL DE ENGENHARIA							
TRECHO: SANTO ANTONIO DA CANA BRAVA/DIVISA GOITO		QUADRO RESUMO DAS DISTANCIAS DE TRANSPORTE							
EXTENSÃO: 32,71 km									
LOTE: ÚNICO									

4.4 - Projeto de Drenagem

4.4 - Projeto de Drenagem

4.4.1 - Introdução

As obras de drenagem têm por objetivo:

- Interceptar e captar as águas que chegam e se precipitam no corpo estradal e conduzi-las para o local de deságüe, resguardando-se a estabilidade dos maciços;
- Disciplinar o fluxo d'água de um para outro lado do corpo estradal, quando interceptado o talvegue, bem como captar as águas que escoam pelos dispositivos de drenagem superficial;
- Esgotar as águas que se infiltram na plataforma e rebaixar o nível do lençol freático, de forma a resguardar o suporte das camadas inferiores do pavimento.

O projeto de drenagem é dividido em:

- Projeto de Drenagem Superficial;
- Projeto de Drenagem Profunda.

O projeto de drenagem superficial, por sua vez, se subdivide em:

- Projeto de Obras de Arte Correntes;
- Projeto de Sarjetas;
- Projeto de Meio-Fio;
- Projeto de Valetas de Coroamento dos Cortes e Aterros;
- Projeto de Descida D'água;
- Projeto de Saída D'água;
- Bacias de amortecimento.

O projeto de drenagem profunda, por sua vez, se subdivide em:

- Projeto de Drenos Longitudinais;
- Projeto de Drenos Transversais;
- Colchão Drenante.

O projeto de drenagem superficial se baseia em dados fornecidos pelos estudos hidrológicos e pelo projeto geométrico.

4.4.2 - Dimensionamento - Drenagem Superficial

a) Projeto de Obras de Arte Correntes

O projeto de obras de arte correntes tem por finalidade a definição, localização e dimensionamento dos bueiros.

O projeto de obras de arte corrente ocupa-se da concepção, de condutos destinados à passagem das águas, provenientes de bacias hidrográficas próximas à rodovia, de um lado para o outro, sob o corpo estradal bem como da sua localização e dimensionamento.

Neste capítulo foram estudados os dois tipos de obras de arte correntes:

- Bueiros tubulares de concreto, (grota e pequenos cursos d'água);
- Bueiros celulares de concreto.

O dimensionamento das obras de arte corrente foi baseado nas descargas de projeto, obtidas através do Estudo Hidrológico. O diâmetro mínimo dos bueiros tubulares de greide, grota e pequenos cursos d'água foram de 1,00 m, com o objetivo de facilitar a manutenção visando a conservação da obra.

Os elementos constituintes de um bueiro tubular são:

– Tubos de Concreto Armado

Os tubos de concreto deverão ser do tipo e dimensões indicados no projeto, será de encaixe tipo macho e fêmea e deverão obedecer às exigências da EB-6, MB-227, EB-103 e MB-228 da ABNT.

– Berços de concreto

Os bueiros tubulares deverão ser assentados sobre berços de concreto que cobrirão o terço médio inferior do diâmetro do tubo.

O preparo do local de montagem do bueiro será efetuado mediante a abertura de cavas de fundação, em conformidade com as dimensões indicadas no projeto.

Materiais considerados inadequados, tais como argilas orgânicas, areias fofas, argilas muito plásticas e solos micáceos, devem ser removidos e transportados para fora da área de construção.

Deverá haver sempre execução de berços para o assentamento dos tubos. Após o assentamento dos tubos, deverá ser procedido o envolvimento da obra com aterro em camadas horizontais de, no máximo 15 cm, compactadas até se obter massa específica aparente seca não inferior a 95% da obtida no ensaio DNER-ME 47-64, formando camadas laterais e prosseguindo até uma altura não inferior a 20 cm da geratriz mais elevada do bueiro. Quando a

declividade longitudinal do terreno exceder a 5%, os berços deverão ser providos de dentes espaçados de 5,00 em 5,00 metros, encravados no terreno firme ou em pedra marroada.

– Bocas

As bocas dos bueiros serão de dois tipos:

- **Bocas em nível do terreno** - Localizadas na entrada dos bueiros de grotas e na maior parte das vezes na saída dos bueiros de grotas e de greide;
- **Bocas em caixa** - Localizadas nas entradas dos bueiros de greide.

Metodologia para Dimensionamento dos Bueiros Tubulares de Concreto

O dimensionamento da seção de vazão dos bueiros foi calculado cuidadosamente para que seja assegurado o escoamento em tempo útil, do fluxo que atingir essas obras.

Foram montadas tabelas para velocidade crítica de 4,5 m/seg. e declividades variando de 0,7 a 2,0%. Com estas informações foram calculadas as vazões para as várias seções de bueiro com suas respectivas áreas.

Dimensionamento dos Bueiros Tubulares de Concreto

Os bueiros de grotas e pequenos cursos d'água, foram dimensionados a fim de atender às vazões de projeto calculadas e apresentadas no Estudo Hidrológico.

Esses bueiros foram dimensionados tendo em vista as suas declividades, verificadas nos levantamentos topográficos e nas seções transversais. Os bueiros foram dimensionados para atender a uma vazão com os seguintes tempos de recorrência:

- Obras de Arte Corrente - 15 anos (como canal) e 25 anos (verificação como orifício);
- Bueiros Celulares - 25 anos (como canal) e 50 anos (verificação como orifício).

Apresentamos, a seguir, o quadro de vazões para dimensionamento de bueiros tubulares de concreto.

VAZÃO, VELOCIDADE E DECLIVIDADE CRÍTICA DE BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO TRABALHANDO COMO CANAL (EC = D)

Tipo	Diâmetro (m2)	Área Molhada Crítica (m2)	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,740
	1,20	0,87	2,42	2,80	0,700
	1,50	1,35	4,22	3,14	0,650
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,740
	1,20	1,73	4,84	2,80	0,700
	1,50	2,71	8,45	3,14	0,650
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,740
	1,20	2,60	7,26	2,80	0,700
	1,50	4,06	12,67	3,14	0,650

Dimensionamento dos Bueiros Celulares de Concreto

Os bueiros celulares foram dimensionados a fim de atender as vazões de projeto já calculadas e apresentadas no estudo hidrológico, segundo a mesma metodologia dos tubulares.

Estes bueiros foram dimensionados para atender a uma vazão com tempo de recorrência de 50 anos. O método de cálculo utilizado vai depender da área da bacia.

- Bacias com até 400 há - Método Racional;
- Bacias de 400 a 1000 há - Método Racional Corrigido;
- Bacias acima de 1000 há - Hidrograma Unitário.

Os projetos dos bueiros celulares adotados estão apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução (Projeto de Obras de Arte Especiais).

Apresentamos a seguir o quadro de vazões para dimensionamento de bueiros celulares de concreto.

VAZÃO, VELOCIDADE E DECLIVIDADE CRÍTICA DE BUEIROS CELURARES DE CONCRETO TRABALHANDO COMO CANAL(EC = D)

Tipo	Diâmetro B x H	Área Molhada Crítica (m2)	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSCC	1,50 x 1,50	1,50	4,70	3,14	0,684
	2,00 x 2,00	2,67	9,64	3,62	0,622
	2,50 x 2,50	4,17	16,85	4,05	0,577
	3,00 x 3,00	6,00	26,58	4,43	0,543
BDCC	1,50 x 1,50	3,00	9,40	3,14	0,684
	2,00 x 2,00	5,33	19,29	3,62	0,622
	2,50 x 2,50	8,33	33,70	4,05	0,577
	3,00 x 3,00	12,00	53,16	4,43	0,543
BTCC	1,50 x 1,50	4,50	14,10	3,14	0,684
	2,00 x 2,00	8,00	28,93	3,62	0,622
	2,50 x 2,50	12,50	50,55	4,05	0,577
	3,00 x 3,00	18,00	79,73	4,43	0,543

b) Projeto de Sarjetas de Concreto

A sarjeta em tela tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural, mediante uma deflexão de 45° e prolongada em cerca de 6,0m, ou para a valeta de aterro ou para a caixa coletora de um bueiro de greide.

As sarjetas devem localizar-se em todos os cortes, sendo construídas às margens dos acostamentos e podem ter diversos tipos de seções, dependendo da capacidade de vazão necessária.

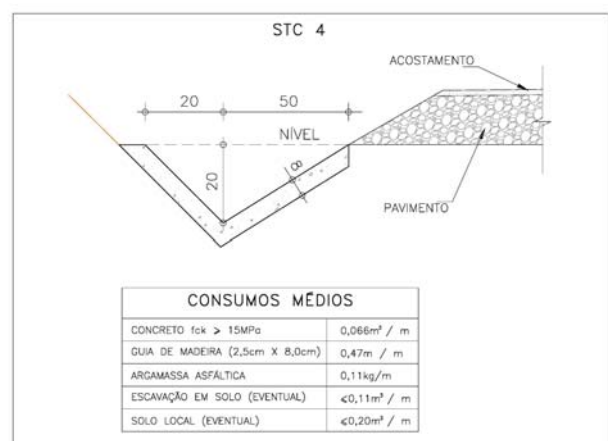
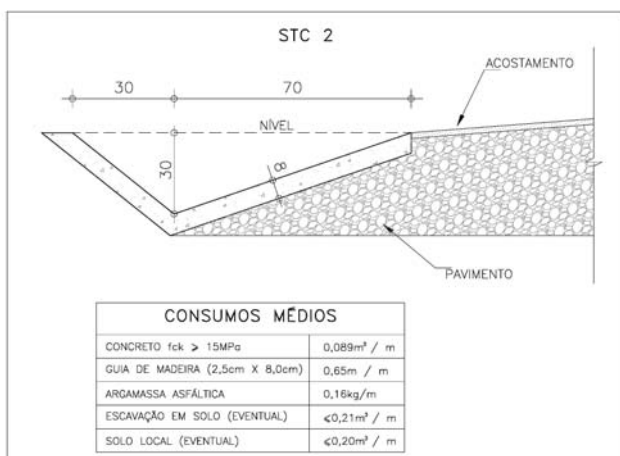
A sarjeta triangular é um tipo bem aceito, pois, além de apresentar uma razoável capacidade de vazão, conta a seu favor com o importante fato da redução dos riscos de acidentes.

Quando para valor máximo de $L1 = 2,00$ m a seção da vazão ainda for insuficiente, deverá então ser adotada seção tipo trapezoidal ou retangular, com dimensões convenientes para atender à descarga de projeto.

Deve-se adotar a sarjeta de seção Trapezoidal com meio fio elevado, descontinuo, do tipo barreira entre a valeta e o acostamento, de forma a proteger os veículos desgovernados que tendem a cair nas mesmas. Quando a saída de uma sarjeta se der no terreno natural e em velocidade excessiva, em sua extremidade será colocado um dissipador de energia feito de pedra marroada ou seixo rolado argamassado.

A declividade máxima admitida nas sarjetas e seus prolongamentos serão de 5%. Toda vez que não conseguir esta declividade máxima, serão utilizados degraus para manter esta declividade.

A sarjeta adotada para este projeto foi a ST-02 e STC-04, conforme desenhos abaixo:



Dimensionamento das Sarjetas de Concreto

Para determinação do comprimento crítico das sarjetas (extensão máxima sem que haja sangria na sarjeta) utilizou-se o método do Manual de Drenagem de Rodovias 1990.

A) Determinação da velocidade e vazão crítica para as sarjetas em estudo

A capacidade hidráulica máxima da sarjeta é obtida pela associação das equações de Manning e da continuidade.

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$

Onde:

V = velocidade de escoamento (m/seg);

R = raio hidráulico (m);

I = declividade longitudinal da valeta (m/m); e

n = coeficiente de rugosidade, (n=0,015 - adimensional).

O raio hidráulico é calculado por:

$$R = A/P$$

Onde:

A = área da seção transversal, (m²); e

P = perímetro molhado, (m).

A capacidade de escoamento da sarjeta é dada pela equação da continuidade:

$$Q = A \times V$$

Onde:

Q = vazão máxima admissível, (m³/s);

A = área molhada da sarjeta, (m²);

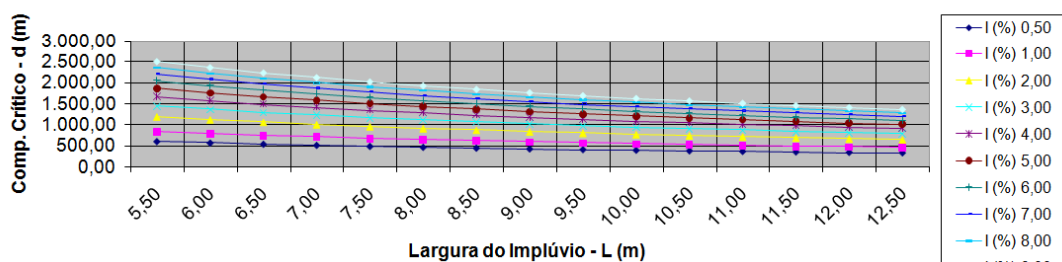
V = velocidade de escoamento, (m/s).

B) Cálculo do comprimento crítico das sarjetas a partir da vazão

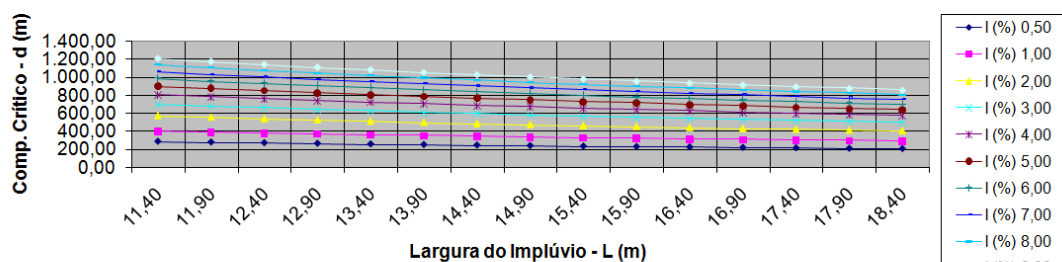
Fixada a seção prévia da sarjeta passa-se à determinação do seu comprimento crítico para as diversas declividades, do greide, correspondentes aos cortes existentes, conforme tabelas abaixo:

STC-02	L1 (m) 0,70	L2 (m) 0,30	h (m) 0,30	A (m2) 0,1500	Pmol (m) 1,1858	Rhid (m) 0,1265	n 0,0150	i (cm/h) 22,0500	C1 0,90	C2 0,60	Plataform. 5,50	Faixas 2,00	Plat. Tot. 11,00	SR ref. 0,40
	L plataf. (m)	L talude (m)	C	L implúvio (m)	Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I" (%)									
					I (%) 0,50	I (%) 1,00	I (%) 2,00	I (%) 3,00	I (%) 4,00	I (%) 5,00	I (%) 6,00	I (%) 7,00	I (%) 8,00	I (%) 9,00
TANGENTE	5,50	0,00	0,90	5,50	587,69	831,12	1.175,39	1.439,55	1.662,25	1.858,45	2.035,83	2.198,94	2.350,77	2.493,37
	5,50	0,50	0,88	6,00	554,11	783,63	1.108,22	1.357,29	1.567,26	1.752,25	1.919,49	2.073,29	2.216,44	2.350,89
	5,50	1,00	0,85	6,50	524,16	741,27	1.048,32	1.283,92	1.482,54	1.657,53	1.815,74	1.961,22	2.096,63	2.223,81
	5,50	1,50	0,84	7,00	497,28	703,26	994,56	1.218,08	1.406,52	1.572,53	1.722,62	1.860,64	1.989,11	2.109,77
	5,50	2,00	0,82	7,50	473,02	668,95	946,04	1.158,66	1.337,90	1.495,82	1.638,59	1.769,88	1.892,08	2.006,86
	5,50	2,50	0,81	8,00	451,02	637,84	902,04	1.104,77	1.275,68	1.426,25	1.562,38	1.687,56	1.804,08	1.913,52
	5,50	3,00	0,79	8,50	430,97	609,49	861,95	1.055,67	1.218,98	1.362,86	1.492,94	1.612,56	1.723,90	1.828,47
	5,50	3,50	0,78	9,00	412,64	583,55	825,27	1.010,75	1.167,11	1.304,87	1.429,41	1.543,94	1.650,54	1.750,66
	5,50	4,00	0,77	9,50	395,79	559,74	791,59	969,49	1.119,47	1.251,61	1.371,07	1.480,92	1.583,17	1.679,21
	5,50	4,50	0,77	10,00	380,27	537,79	760,54	931,47	1.075,57	1.202,52	1.317,30	1.422,85	1.521,09	1.613,36
	5,50	5,00	0,76	10,50	365,92	517,49	731,84	896,32	1.034,98	1.157,15	1.267,59	1.369,15	1.463,69	1.552,47
	5,50	5,50	0,75	11,00	352,62	498,67	705,23	863,73	997,35	1.115,07	1.221,50	1.319,37	1.410,46	1.496,02
	5,50	6,00	0,74	11,50	340,24	481,18	680,49	833,42	962,35	1.075,94	1.178,64	1.273,07	1.360,97	1.443,53
	5,50	6,50	0,74	12,00	328,71	464,87	657,42	805,17	929,73	1.039,47	1.138,68	1.229,92	1.314,84	1.394,60
	5,50	7,00	0,73	12,50	317,93	449,62	635,86	778,77	899,25	1.005,39	1.101,35	1.189,59	1.271,73	1.348,87
LADO INTERNO DA CURVA	11,40	0,00	0,90	11,40	283,54	400,98	567,07	694,52	801,96	896,62	982,20	1.060,89	1.134,14	1.202,94
	11,40	0,50	0,89	11,90	275,48	389,59	550,96	674,79	779,18	871,15	954,29	1.030,75	1.101,92	1.168,77
	11,40	1,00	0,88	12,40	267,87	378,83	535,74	656,15	757,65	847,08	927,93	1.002,28	1.071,48	1.136,48
	11,40	1,50	0,87	12,90	260,67	368,54	521,34	638,51	737,29	824,31	902,99	975,34	1.042,68	1.105,93
	11,40	2,00	0,86	13,40	253,85	358,99	507,69	621,79	717,99	802,73	879,35	949,81	1.015,38	1.076,98
	11,40	2,50	0,85	13,90	247,37	349,85	494,74	605,95	699,67	782,25	856,92	925,58	989,48	1.049,50
	11,40	3,00	0,84	14,40	241,22	341,15	482,43	590,86	682,26	762,80	835,60	902,55	964,87	1.023,40
	11,40	3,50	0,83	14,90	235,36	332,85	470,72	576,52	665,71	744,28	815,32	880,65	941,45	998,56
	11,40	4,00	0,82	15,40	229,78	324,97	459,57	562,86	649,93	726,64	796,00	859,78	919,14	974,90
	11,40	4,50	0,82	15,90	224,47	317,44	448,93	549,83	634,89	709,82	777,57	839,87	897,86	952,33
	11,40	5,00	0,81	16,40	219,39	310,26	438,77	537,39	620,52	693,76	759,98	820,87	877,55	930,78
	11,40	5,50	0,80	16,90	214,53	303,40	429,07	525,50	606,79	678,42	743,17	802,71	858,14	910,19
	11,40	6,00	0,80	17,40	209,89	296,83	419,78	514,12	593,66	663,73	727,08	785,34	839,56	890,49
	11,40	6,50	0,79	17,90	205,44	290,54	410,89	503,23	581,08	649,67	711,68	768,70	821,77	871,62
	11,40	7,00	0,79	18,40	201,18	284,51	402,36	492,79	569,03	636,19	696,91	752,75	804,72	853,54
LADO EXTERNO DA CURVA	0,00	0,50	0,60	0,50	9.696,93	13.713,52	19.393,85	23.752,52	27.427,05	30.664,37	33.591,14	36.282,58	38.787,71	41.140,57
	0,00	1,00	0,60	1,00	4.848,46	6.856,76	9.696,93	11.876,26	13.713,52	15.332,19	16.795,57	18.141,29	19.393,85	20.570,29
	0,00	1,50	0,60	1,50	3.232,31	4.571,17	6.464,62	7.917,51	9.142,35	10.221,46	11.197,05	12.094,19	12.929,24	13.713,52
	0,00	2,00	0,60	2,00	2.424,23	3.428,38	4.848,46	5.938,13	6.856,76	7.666,09	8.397,78	9.070,64	9.696,93	10.285,14
	0,00	2,50	0,60	2,50	1.939,39	2.742,70	3.878,77	4.750,50	5.485,41	6.132,87	6.718,23	7.256,52	7.757,54	8.228,11
	0,00	3,00	0,60	3,00	1.616,15	2.285,59	3.232,31	3.958,75	4.571,17	5.110,73	5.598,52	6.047,10	6.464,62	6.856,76
	0,00	3,50	0,60	3,50	1.385,28	1.959,07	2.770,55	3.393,22	3.918,15	4.380,62	4.798,73	5.183,23	5.541,10	5.877,22
	0,00	4,00	0,60	4,00	1.212,12	1.714,19	2.424,23	2.969,07	3.428,38	3.833,05	4.198,89	4.536,32	4.848,46	5.142,57
	0,00	4,50	0,60	4,50	1.077,44	1.523,72	2.154,87	2.639,17	3.047,45	3.407,15	3.732,35	4.031,40	4.309,75	4.571,17
	0,00	5,00	0,60	5,00	969,69	1.371,35	1.939,39	2.375,25	2.742,70	3.066,44	3.359,11	3.628,26	3.878,77	4.114,06
	0,00	5,50	0,60	5,50	881,54	1.246,68	1.763,08	2.159,32	2.493,37	2.787,67	3.053,74	3.298,42	3.526,16	3.740,05
	0,00	6,00	0,60	6,00	808,08	1.142,79	1.616,15	1.979,38	2.285,59	2.555,36	2.799,26	3.023,55	3.232,31	3.428,38
	0,00	6,50	0,60	6,50	745,92	1.054,89	1.491,83	1.827,12	2.109,77	2.358,80	2.583,93	2.790,97	2.983,67	3.164,66
	0,00	7,00	0,60	7,00	692,64	979,54	1.385,28	1.696,61	1.959,07	2.190,31	2.399,37	2.591,61	2.770,55	2.938,61

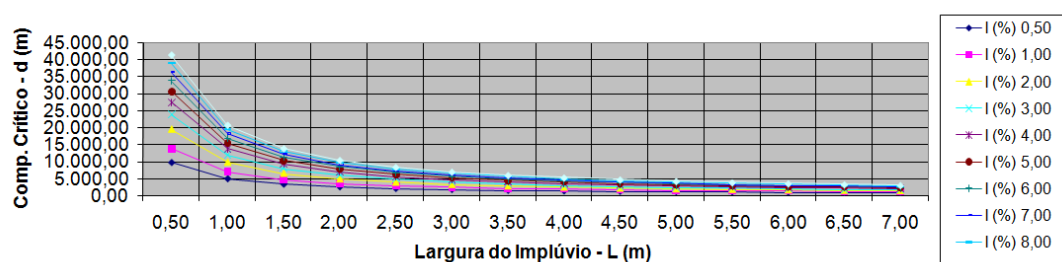
STC-02 - TANGENTE



STC-02 - LADO INTERNO DA CURVA

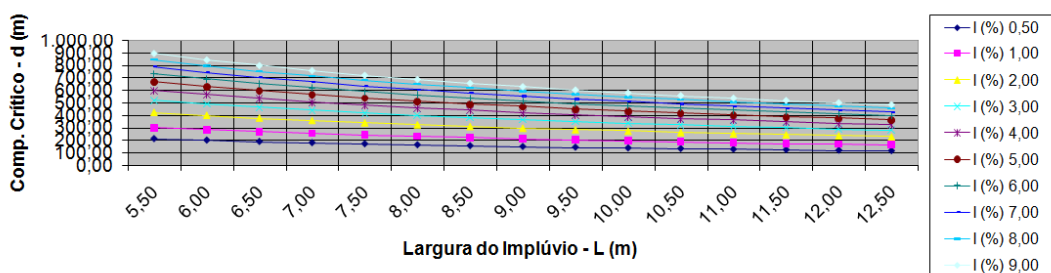


STC-02 - LADO EXTERNO DA CURVA

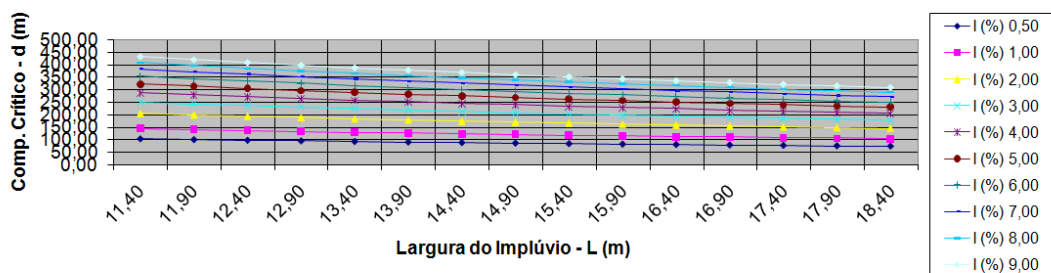


STC-04	L1 (m)	L2 (m)	h (m)	A (m²)	Pmol (m)	Rhid (m)	n	i (cm/h)	C1	C2	Plataform	Faixas	Plat. Tot.	SR ref.
	0.50	0.20	0.20	0.0700	0.8214	0.0852	0.0150	22.0500	0.90	0.60	5.50	2.00	11.00	0.40
	L plataf. (m)	L talude (m)	C	L implúvio (m)	Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I" (%)									
TANGENTE	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)	I (%)
	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00				
	5.50	0.00	0.90	5.50	210.78	298.08	421.55	516.30	596.17	666.54	730.15	788.66	843.11	894.25
	5.50	0.50	0.88	6.00	198.73	281.05	397.47	486.79	562.10	628.45	688.43	743.59	794.93	843.15
	5.50	1.00	0.85	6.50	187.99	265.86	375.98	460.48	531.72	594.48	651.22	703.40	751.96	797.58
	5.50	1.50	0.84	7.00	178.35	252.22	356.70	436.87	504.45	563.99	617.82	667.32	713.40	756.67
	5.50	2.00	0.82	7.50	169.65	239.92	339.30	415.56	479.84	536.48	587.68	634.77	678.60	719.76
	5.50	2.50	0.81	8.00	161.76	228.76	323.52	396.23	457.52	511.53	560.35	605.25	647.04	686.29
	5.50	3.00	0.79	8.50	154.57	218.59	309.14	378.62	437.19	488.79	535.45	578.35	618.28	655.78
	5.50	3.50	0.78	9.00	147.99	209.29	295.99	362.51	418.59	467.99	512.66	553.74	591.97	627.88
	5.50	4.00	0.77	9.50	141.95	200.75	283.90	347.71	401.50	448.89	491.74	531.14	567.81	602.25
	5.50	4.50	0.77	10.00	136.39	192.88	272.77	334.07	385.76	431.29	472.45	510.31	545.54	578.63
	5.50	5.00	0.76	10.50	131.24	185.60	262.48	321.47	371.20	415.01	454.62	491.05	524.95	556.80
	5.50	5.50	0.75	11.00	126.47	178.85	252.93	309.78	357.70	399.92	438.09	473.19	505.87	536.55
	5.50	6.00	0.74	11.50	122.03	172.57	244.06	298.91	345.15	385.89	422.72	456.59	488.12	517.72
	5.50	6.50	0.74	12.00	117.89	166.72	235.78	288.78	333.45	372.81	408.39	441.11	471.57	500.17
	5.50	7.00	0.73	12.50	114.03	161.26	228.05	279.31	322.52	360.59	395.00	426.65	456.11	483.78
LADO INTERNO DA CURVA	11.40	0.00	0.90	11.40	101.69	143.81	203.38	249.09	287.62	321.57	352.27	380.49	406.76	431.44
	11.40	0.50	0.89	11.90	98.80	139.73	197.60	242.01	279.45	312.44	342.26	369.68	395.21	419.18
	11.40	1.00	0.88	12.40	96.07	135.87	192.15	235.33	274.73	303.81	332.80	359.47	384.29	407.60
	11.40	1.50	0.87	12.90	93.49	132.21	186.88	229.00	264.43	295.64	323.86	349.81	373.96	396.64
	11.40	2.00	0.86	13.40	91.04	128.75	182.09	223.01	257.51	287.90	315.38	340.65	364.17	386.26
	11.40	2.50	0.85	13.90	88.72	125.47	177.44	217.32	250.94	280.56	307.34	331.96	354.88	376.41
	11.40	3.00	0.84	14.40	86.51	122.36	173.03	211.91	244.70	273.58	299.69	323.70	346.05	367.04
	11.40	3.50	0.83	14.90	84.41	119.38	168.83	206.77	238.76	266.94	292.42	315.85	337.65	358.13
	11.40	4.00	0.82	15.40	82.41	116.55	164.83	201.87	233.10	260.61	285.49	308.36	329.65	349.65
	11.40	4.50	0.82	15.90	80.51	113.85	161.01	197.20	227.70	254.58	278.88	301.22	322.02	341.55
	11.40	5.00	0.81	16.40	78.68	111.28	157.37	192.74	222.55	248.82	272.57	294.41	314.74	333.83
	11.40	5.50	0.80	16.90	76.94	108.81	153.89	188.47	217.63	243.32	266.54	287.89	307.77	326.44
	11.40	6.00	0.80	17.40	75.28	106.46	150.56	184.39	212.92	238.05	260.77	281.66	301.11	319.38
	11.40	6.50	0.79	17.90	73.68	104.20	147.37	180.49	208.41	233.01	255.24	275.70	294.73	312.61
	11.40	7.00	0.79	18.40	72.15	102.04	144.31	176.74	204.08	228.17	249.95	269.98	288.62	306.12
LADO EXTERNO DA CURVA	0.00	0.50	0.60	0.50	3.477.82	4.918.39	6.955.65	8.518.90	9.836.77	10.997.85	12.047.54	13.012.83	13.911.30	14.755.16
	0.00	1.00	0.60	1.00	1.738.91	2.459.19	3.477.82	4.259.45	4.918.39	5.498.92	6.023.77	6.506.41	6.955.65	7.377.58
	0.00	1.50	0.60	1.50	1.159.27	1.639.46	2.318.55	2.839.63	3.278.92	3.665.95	4.015.85	4.337.61	4.637.10	4.918.39
	0.00	2.00	0.60	2.00	869.46	1.229.60	1.738.91	2.129.72	2.459.19	2.749.46	3.011.88	3.253.21	3.477.82	3.688.79
	0.00	2.50	0.60	2.50	695.56	983.68	1.391.13	1.703.78	1.967.35	2.199.57	2.409.51	2.602.57	2.782.26	2.951.03
	0.00	3.00	0.60	3.00	579.64	819.73	1.159.27	1.419.82	1.639.46	1.832.97	2.007.92	2.168.80	2.318.55	2.459.19
	0.00	3.50	0.60	3.50	496.83	702.63	993.66	1.216.99	1.405.25	1.571.12	1.721.08	1.858.98	1.987.33	2.107.88
	0.00	4.00	0.60	4.00	434.73	614.80	869.46	1.064.86	1.229.60	1.374.73	1.505.94	1.626.60	1.738.91	1.844.40
	0.00	4.50	0.60	4.50	386.42	546.49	772.85	946.54	1.092.97	1.221.98	1.338.62	1.445.87	1.545.70	1.639.46
	0.00	5.00	0.60	5.00	347.78	491.84	695.56	851.89	983.68	1.099.78	1.204.75	1.301.28	1.391.13	1.475.52
	0.00	5.50	0.60	5.50	316.17	447.13	632.33	774.45	894.25	999.80	1.095.23	1.182.98	1.264.66	1.341.38
	0.00	6.00	0.60	6.00	289.82	409.87	579.64	709.91	819.73	916.49	1.003.96	1.084.40	1.159.27	1.229.60
	0.00	6.50	0.60	6.50	267.52	378.34	535.05	655.30	756.67	845.99	926.73	1.000.99	1.070.10	1.135.01
	0.00	7.00	0.60	7.00	248.42	351.31	496.83	608.49	702.63	785.56	860.54	929.49	993.66	1.053.94

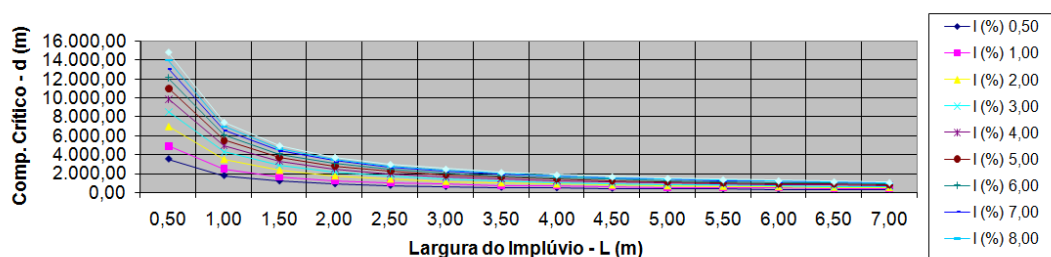
STC-04 - TANGENTE



STC-04 - LADO INTERNO DA CURVA



STC-04 - LADO EXTERNO DA CURVA

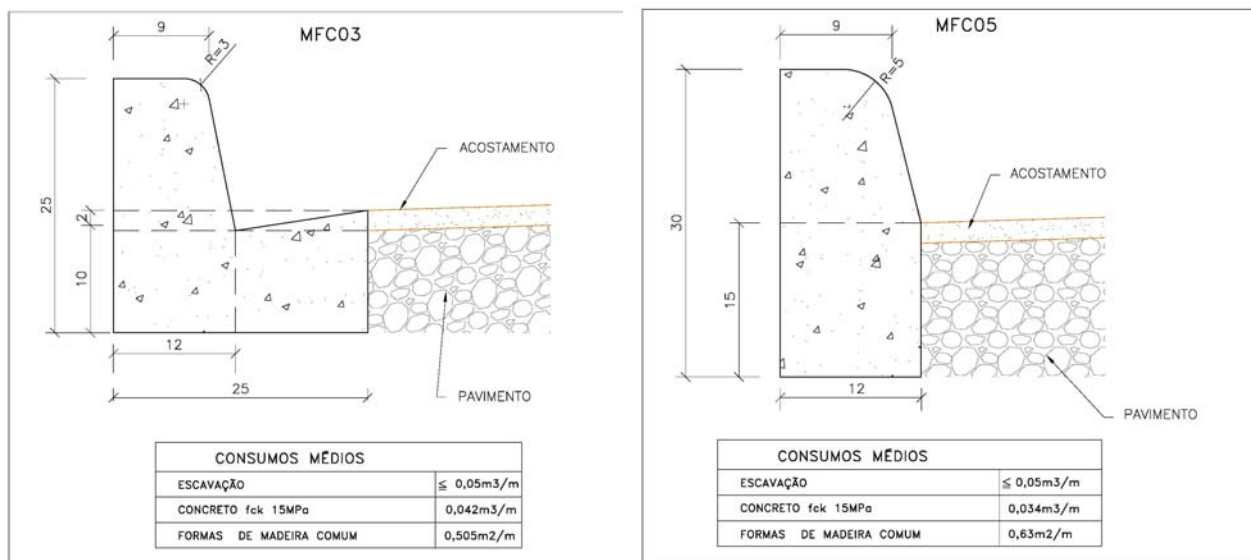


c) Projeto de Meio-Fio

O meio fio tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro, conduzindo-se ao local de deságüe seguro. A indicação do meio fio deve fundamentar-se nas seguintes situações:

- Trechos onde a velocidade das águas provenientes da pista provoque erosão na borda da plataforma;
- Serão empregadas nos bordos dos aterros com altura superior a 1,0 m para rampas fortes e 1,5 m nos demais;
- Interseções, para coletar e conduzir as águas provenientes dos ramos, ilhas, etc.

O meio fio posiciona-se na faixa da plataforma contígua ao acostamento.



Neste projeto foram usados os tipos MFC03 e MFC05.

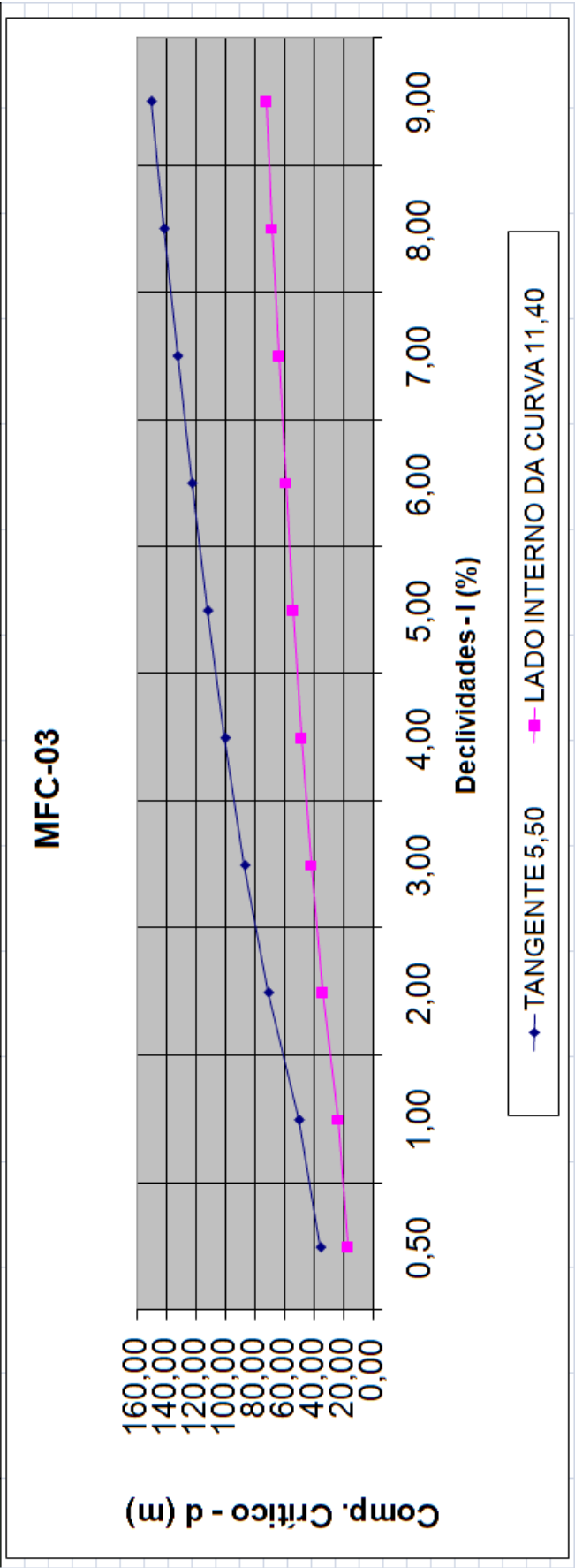
Cálculo do Comprimento Crítico

O projeto consiste na determinação do comprimento máximo do meio-fio a ser executada no caso de aterro.

O projeto em estudo apresenta os seguintes casos:

- Trechos em tangente; e
- Trechos em curva

MFC-03	L1 (m)	L2 (m)	h (m)	A (m2)	Pmol (m)	Rhid (m)	n	i (cm/h)	C1	Plataform.	Faixas	Plat. Tot.	SR ref.
	1,1050	0,0099	0,0493	0,0275	1,1564	0,0238	0,0150	22,0500	0,90	5,50	2,00	11,00	0,40
Comprimento Crítico "d" (m) para cada declividade "I" (%) nas situações de TANGENTE e LADO INTERNO DA CURVA													
I (%)	TANGENTE												
	5,50												
	LADO INTERNO DA CURVA												
	11,40												
0,50	35,32												
1,00	49,95												
2,00	70,64												
3,00	86,52												
4,00	99,90												
5,00	111,70												
6,00	122,36												
7,00	132,16												
8,00	141,28												
9,00	149,86												



d) Projeto de Valetas

– Projeto de Valetas de Proteção dos Cortes

As valetas de proteção de cortes têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno natural a montante impedindo-as de atingir o talude de corte.

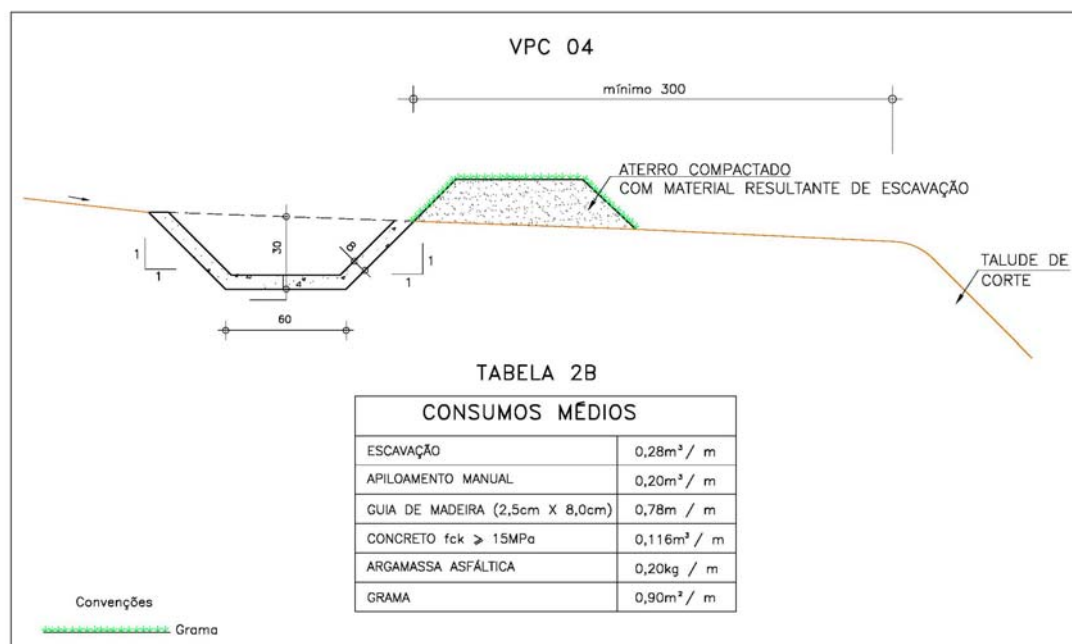
Será aberta a montante de crista dos cortes com traçados aproximadamente paralelos ao eixo da estrada, destinadas ao escoamento total ou parcial do fluxo superficial proveniente da área contribuinte.

Como as valetas de proteção dos cortes, têm a finalidade de impedir que as águas superficiais dos taludes naturais do terreno atinjam os taludes de corte, elas só serão utilizadas quando a declividade do terreno está no sentido da rodovia.

Deverão ser observadas as seguintes recomendações quando na execução dessas valetas:

- Sua localização estará a uma distância de 3,00m da crista do corte;
- O material removido na escavação deverá ser depositado e apiloado a jusante da valeta, formando com ela o coroamento de seu lado inferior;
- Deverá ser evitada inclinação longitudinal forte (maiores de 5%) conseguindo-se isto pelo acompanhamento do terreno natural, tomando-se, entretanto, o cuidado de não fazer cantos com ângulos superiores a 45°, sempre que possível, ao invés de cantos deve-se colocar uma curva.

As valetas de coroamento de corte serão revestidas de concreto.



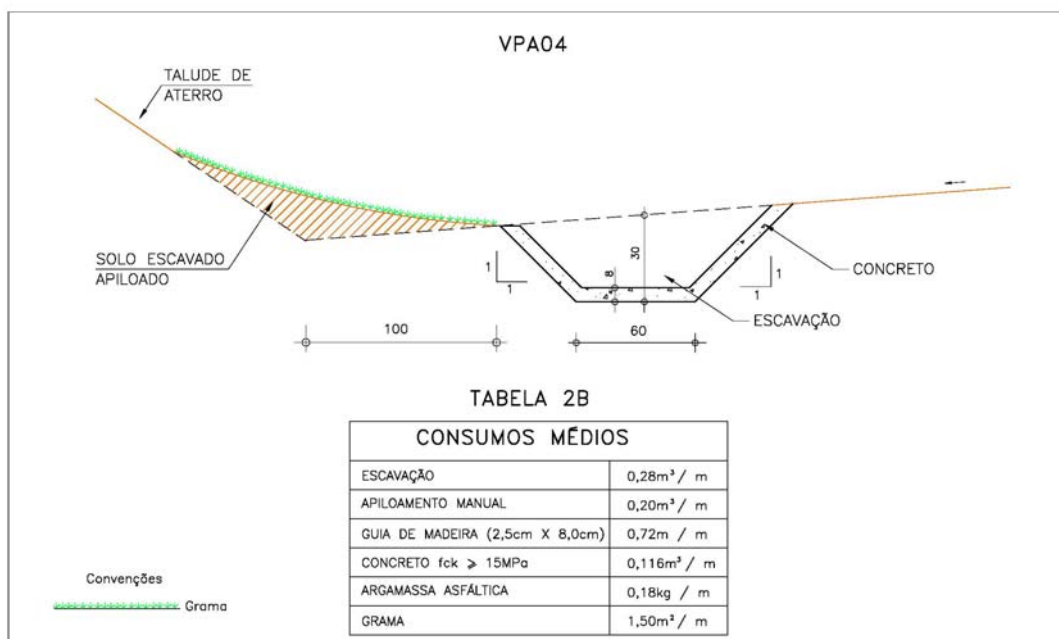
– Projeto das Valetas de Proteção dos Aterros

As valetas de proteção dos aterros têm a finalidade de proteger os pés dos taludes de aterro da ação das águas superficiais, quando houver encosta íngreme à montante do aterro. Elas serão construídas nos pés dos taludes de aterro que apresentem um caimento transversal superior a 10%. Seguirá a mesma seção tipo da valeta de coroamento dos cortes.

Algumas recomendações a serem seguidas quando na execução dessas valetas:

- Sua localização estará a uma distância de 1,0m do pé do aterro;
- O material removido na escavação deverá ser espalhado e apiloado entre a valeta e a linha de "off-set";
- As águas coletadas por estas valetas, serão conduzidas para a boca do bueiro ou ponto mais próximo;
- Estas valetas serão construídas obrigatoriamente, mesmo que o caimento transversal do terreno seja inferior a 10%, quando elas coletarem águas provenientes de patamares ou bermas de aterros ou de valetas de coroamento dos cortes;
- O revestimento deverá ser escolhido de acordo com os materiais que ocorram ao longo do trecho. Exclui-se o revestimento vegetal, pois as lavagens sucessivas dos taludes carregam finos que sedimentam no fundo da valeta, provocando a destruição da vegetação.

A seção adotada será trapezoidal, conforme a figura apresentada a seguir:



e) Projeto de Descida D'água Tipo Rápido

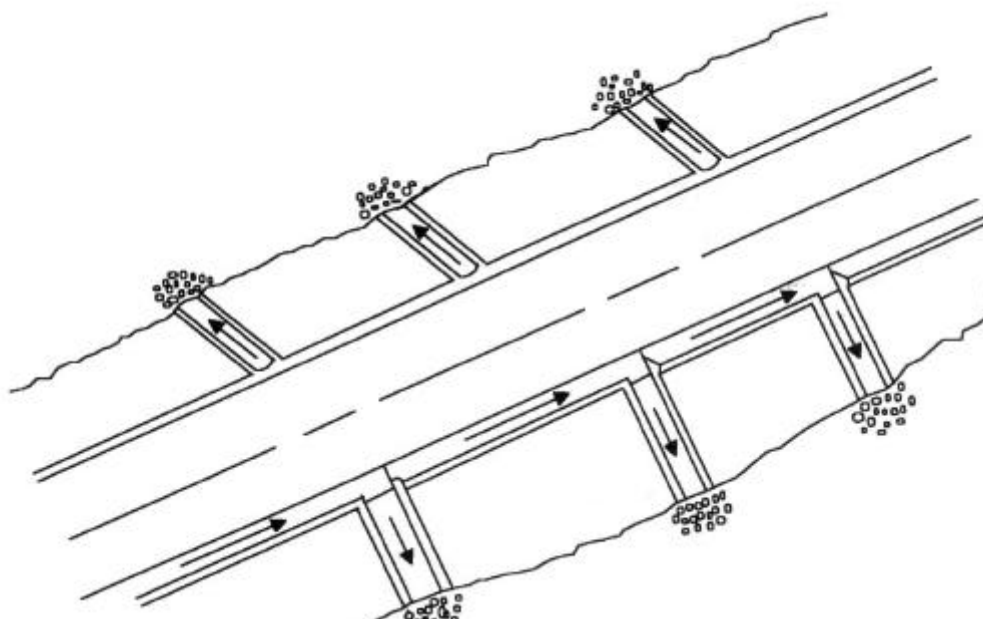
A finalidade dos sangradouros é a de conduzir a água superficial ao longo de um talude (de corte ou aterro) até os escoadouros naturais. O posicionamento destes dispositivos de drenagem foi determinado após análises do projeto geométrico.

Neste projeto os sangradouros serão de dois tipos:

- Tipo A - calhas retangulares de concreto;
- Tipo B - escadas de concreto.

– Descida D'água em Calha Retangular de Concreto - Tipo A

Este tipo de descida d'água é usado para conduzir a água das sarjetas, meios-fios ou bueiros de greide ao pé dos taludes de aterro de até 5,50m de altura.



Para o dimensionamento deste tipo de descida d'água, utilizaram-se a fórmula de Manning com $n = 0,015$ para concreto.

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$
$$R = A / P = \frac{L \times Hc}{2Hc + L}$$
$$A = L \times H$$
$$Q = V \times A$$

Onde:

$Q = \text{descarga em m}^3/\text{s};$

$L = \text{largura da calha em m};$

$H = \text{altura da calha em m};$

$I = \text{declividade do talude.}$

Admitindo-se uma declividade $I = 2/3$ no talude, uma extensão de queda de 10 m e uma largura de calha de 0,50m e uma altura H de 0,30m, temos com $H_c = 0,85 H$:

$$V = 13,75 \text{ m/s}$$

$$R = 0,127 \text{ m}$$

$$Q = 2,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

Considerando que a velocidade atingida (13,75 m/s) não deve ser superior a 6,00 m/s para não erodir o concreto a vazão máxima deverá ser limitada a:

$$Q_{\text{max.}} = 2,06 \times (6,00 / 13,75)^3 = 0,90 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento das descidas d'água:

As vazões afluentes às descidas d'água foram verificadas para cada caso específico, em função das descargas dos meios-fios.

Cálculo do comprimento crítico da descida d'água afluente do meio-fio:

Vindo pelo meio-fio, a água atinge o início da calha com a velocidade de $V_o = 1,366 \text{ m/s}$, tabela para meios-fios do presente estudo, considerando a pior situação de rampa.

Sendo a velocidade final máxima permitida igual a 6,6 m/s (20 pés/s - máxima permitida pelo Manual da Força Aérea Norte Americana), temos:

$$\frac{V_o^2}{2g} + Z_o + P_o = \frac{V_n^2}{2g} + Z_n + P_n + h_f$$

Onde:

$P_o = P_n$ (ambos os pontos na mesma pressão atmosférica);

$V_o = 1,366 \text{ m/s}$;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

$V_n = 6,6 \text{ m/s}$;

$Z_n = 0$;

$$h_f = J \times L \text{ sendo: } J = \frac{V F}{0,6405 \times C \times R^{0,625}}$$

$$J = \frac{6,6}{0,6405 \times 90 \times 0,127^{0,625}} = 0,4158$$

C = coeficiente de Hazen ($C = 90 - 120$);

R = raio hidráulico da calha = $0,127$;

$h_f = 0,4158 \times 10 = 4,158$;

Temos:

$$\frac{1,366^2}{19,62} + Z_o = \frac{6,6^2}{19,62} + 4,158 \quad \therefore \quad Z_o = 6,283$$

Adotaremos $Z_o = 6,0\text{m}$;

Sendo “ l ” o comprimento crítico temos:

$$l = \frac{6,0}{\sin 33,69^\circ} = 10,82\text{m}$$

Portanto devemos usar descida d'água lisa até uma altura de aterro de $6,0\text{m}$ (embora na prática adota-se 10m), pois acima disto devemos usar descida d'água em degraus.

– Descida D'Água em Escada de Concreto - Tipo B

As descidas d'água em escadas de concreto Tipo B (em degraus), serão usadas somente quando a altura do aterro não permitir a utilização da descida do tipo A. De uma forma já consagrada pela prática, adota-se esse tipo de

descida quando a altura dos aterros comprimentos ultrapassarem a 10,0 m, embora o nosso estudo sugere para aterros acima de 6,0 m.

As dimensões deste tipo de descida d'água estão apresentadas no Volume 3 - Projeto de Execução (Projeto de Drenagem), - e deixa-se de apresentar o cálculo do dimensionamento dessa estrutura por tratar-se de um tipo de descida d'água de forma e dimensões já consagradas pelo uso.

f) Projeto de Saídas D'água

Têm a finalidade de conduzir as águas precipitadas na plataforma da estrada para as calhas naturais de drenagem. São compostos de:

- Entradas;
- Calhas de concreto;
- Dispersores.

Deverão ser construídas conforme projeto apresentado no Volume 3 - Projeto de Execução.

g) Projeto de Bacias de Amortecimento

Têm por objetivo disciplinar o escoamento das águas captadas na plataforma, na passagem para o terreno natural, dissipando energia acumulada no lançamento. Serão localizadas em todos os lançamentos através de bueiros.

Essas bacias de amortecimento serão construídas em pedra-de-mão e suas dimensões serão conforme projeto apresentado no Volume 3 - Projeto de Execução.

4.4.3 - Projeto de Drenagem Profunda

A drenagem profunda da rodovia será conseguida através dos seguintes dispositivos:

- Drenos Longitudinais;
- Drenos Transversais;
- Caixas de inspeção dos drenos;
- Colchão Drenante.

a) Drenos Longitudinais

Os drenos são situados nos bordos dos acostamentos, mais ou menos paralela ao eixo da rodovia.

Foram previstas instalações de drenos profundos longitudinais nos seguintes locais:

- Nos cortes em solo quando indicados pelos estudos do lençol freático;
- Nos cortes em rocha obrigatoriamente;
- Em qualquer local em que as camadas superiores de Terraplenagem não possam ser drenadas livremente;
- Sob os aterros onde a montante apresente água que não possa ser transposta por bueiro;
- Onde, mesmo que não se tenha encontrado água livre até 1,50m, exista nesta profundidade uma camada permeável sobreposta a outra impermeável.

– Posicionamento dos Drenos

Nas seções transversais, os drenos longitudinais devem estar a uma distância mínima de 1,50 m do pé do talude dos cortes. Quando se tratar de cortes em rocha, não se aplica a condicionante de distância mínima.

A sua profundidade média nos corte em solo comumente é de 1,5 m podendo nos casos em que se deseja maior rebaixamento do lençol, atingir 2,0 m. Quando o pavimento contiver camada permeável, o dreno deverá ser aberto, com sua parte superior em contato com aquela camada.

O projeto dos drenos longitudinais está apresentado no Volume 3 - Projeto de Drenagem e será constituído de:

- Tubos perfurados de cerâmica;
- Material filtrante;
- Capa selante.

Tubos Perfurados de Cerâmica

Os tubos de cerâmica previstos para os drenos profundos serão constituídos de tubos perfurados de cerâmica com diâmetro interno de 0,20m ou 0,30m. As perfurações dos tubos estarão dispostas em 4 fileiras de 12 furos de 3/8", cada.

Tubos de Concreto Poroso

Como alternativa dos tubos de cerâmica, poderão ser usados tubos de concreto poroso de 0,20m.

Material Filtrante e Drenante

O material filtrante para envolvimento dos tubos de cerâmica ou de concreto e o material de enchimento para os drenos subterrâneos consistirão de partículas limpas, duras e duráveis de areia, pedregulho ou pedra britada, isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais deletérios, devendo satisfazer as faixas granulométricas indicadas a seguir.

TUBOS PERFURADOS

ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAL						
TIPO	MATERIAL	% PASSANDO NA PENEIRA				
		1-1/2"	3/4"	3/8"	Nº10	Nº40
1	Para solos com mais de 35% passando na peneira nº 200: a) material para envolvimento do tubo; b) material para enchimento da vala.		máx 85	mín 60 mín 60	mín 15 mín 15	máx 15 máx 15
2	Para solos com menos de 35% passando na peneira nº 200: a) material p/ envolvimento do tubo; b) material para enchimento da vala.	mín 60 máx 60	máx 85	mín 15 mín 15	máx 15 máx 15	

TUBOS POROSOS

Peneiras (mm)	% em Peso Passando
9,50	100
4,80	95 - 100
1,20	45 - 80
0,30	10 - 30
0,15	02 - 10

Capa Selante

Os drenos longitudinais terão em sua parte superior um selo constituído de material coesivo - solo argiloso devidamente compactado - de 30 cm de espessura.

b) Colchão Drenante

O objetivo das camadas drenantes é drenar as águas, situadas a pequena profundidade do corpo estradal, em que o volume não possa ser drenado pelos drenos "espinha de peixe".

São usadas:

- a) nos cortes em rocha;
- b) nos cortes em que o lençol freático estiver próximo do greide da terraplenagem;
- c) na base dos aterros onde houver água livre próximo ao terreno natural;
- d) nos aterros constituídos sobre terrenos impermeáveis.

Utilizamos o colchão de areia nos locais onde houve solo mole.

4.4.4 - Resultados Obtidos

Os resultados obtidos estão apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução, contendo os seguintes elementos:

- Projetos-tipo de bueiros tubulares;
- Projetos-tipo dos Bueiros Celulares;
- Projeto de sarjetas, meio fio, saídas d'água, descidas d'água, valetas de proteção e drenos;
- Notas de serviço separadas por tipo de serviço, contendo a localização, tipo e extensão.

4.5 - Projeto de Obras Complementares

4.5 - Projeto de Obras Complementares

4.5.1 - Introdução

Os Projetos de Obras Complementares são compostos basicamente dos projetos de:

- Cercas;
- Defensas;
- Controle de erosão;
- Mata-burro e porteiras.

E obedeceram as especificações da AGETOP.

4.5.2 - Metodologia

4.5.2.1 - Cercas e Mourões

As cercas, utilizadas na vedação da faixa de domínio, objetivam:

- Evitar o acesso de animais, cujo porte ameace a segurança do usuário;
- Preservar os limites da propriedade da AGETOP.

O serviço de implantação de cercas, delimitando a faixa de domínio da rodovia, foi elaborado de acordo com as Especificações.

As cercas foram projetadas ao longo de toda a rodovia devido ao tipo de utilização do solo - pastagem na sua grande maioria - sendo interrompida apenas nas travessias dos cursos d'água, interseção com outras estradas e acessos às localidades.

Este serviço consistirá também da limpeza da faixa de implantação da cerca, aquisição e cravação no terreno de mourões suportes e esticadores de concreto armado e colocação de quatro ou cinco fios de arame farpado.

O Mourão de suporte deve ter o comprimento de 210 cm, seção transversal uniforme, em forma de triângulo equilátero ou quadrada, com 11 cm de lado.

O Mourão esticador deve ter o comprimento de 220 cm, seção transversal uniforme, em forma de triângulo equilátero ou quadrada, com 15 cm de lado e reentrância biselada para receber o mourão de escora.

O mourão de escora deve ter a mesma dimensão e a mesma seção do mourão de suporte, conforme desenho apresentado no volume 03 - Projeto de Execução.

Execução da Cerca

Limpeza da faixa:

- Antes da implantação da cerca, deverá ser feita a limpeza de conservação. Esta consistirá no desmatamento e destocamento, com a finalidade de deixar a faixa de implantação isenta de qualquer vegetal.

Implantação da Cerca:

- Os mourões deverão ser bem alinhados e aprumados e o reaterro de suas fundações compactadas de modo a não sofrerem nenhum deslocamento;
- Durante o estiramento dos fios, os mourões esticadores deverão ser escorados;
- Serão usados para os mourões de suporte, 4 fios de arame farpado esticados com espaçamento conforme a figura do Volume 02 - Projeto de Execução. Os arames serão fixados por meio de braçadeiras de arame liso de aço zincado nº 14;
- Os mourões de suporte serão cravados a uma profundidade de 0,50m e espaçados de 2,50m;
- Os mourões esticadores serão cravados a uma profundidade de 0,60 m, espaçados de 50,0 m, e também nos pontos de mudança dos alinhamentos horizontal e vertical da cerca;

Nos locais onde existem cercas cortando a rodovia projetada foi indicado a sua remoção, conforme pode ser visto no projeto geométrico (Volume 3) e nota de serviço em anexo.

No Volume 3 - Projeto de Execução (Projeto de Obras Complementares), encontra-se detalhado o projeto da cerca.

4.5.2.2 - Defensas

São sistemas de proteção contínua, fabricadas de aço, de forma, resistência e dimensões adequadas. As defensas serão utilizadas para atenuar o choque de um veículo desgovernado contra as estruturas fixas, ou evitar a sua saída da plataforma da estrada, sempre que houver perigo do veículo rolar pelo talude dos aterros. As defensas se justificam quando as conseqüências de um possível choque do veículo contra as estruturas fixas forem mais graves que o choque contra a própria defesa.

Elas devem ser dimensionadas com atenção à máxima absorção da energia cinética dos veículos que contra elas se choquem.

Para colocação das defensas, foram examinadas as duas condições críticas:

-
- Em segmentos em aterro alto e/ou com taludes íngremes;
 - Proximidade de obras de arte especiais.

Critério adotado para colocação de defensas nos aterros altos.

Para determinar os locais na rodovia onde seria necessária a colocação de defensas nos trechos em aterro e/ou com taludes íngremes seguiram-se às recomendações expostas no "Special Report 81 - Highway Guardrail - Determination of Need and Geometric Requirement", do HER. Esta publicação expõe que a necessidade de defesa depende, principalmente, dos seguintes elementos:

- Altura do aterro;
- Declividade transversal do aterro;
- Largura do acostamento;
- Curvatura horizontal;
- Declividade longitudinal do segmento;
- Condições da rodovia;
- Condições climáticas;
- Experiência em acidentes;
- Classe da rodovia;
- Características do tráfego.

Baseado em estudos desenvolvidos pela AASHO a publicação apresenta um ábaco que, levando em consideração os elementos antes citados, determinou o "índice de necessidade de defesa".

As defensas projetadas para a rodovia são do tipo metálico de seção transversal em W (Flex Beam) parafusadas em peças de madeira de primeira qualidade.

4.5.2.3 - Mata-burros e Porteiras

Com a finalidade de evitar o movimento de animais na faixa da estrada, serão implantados nos acessos as fazendas, no limite da faixa de domínio, mata-burros e porteiras, conforme projeto-tipo apresentado no Volume 3 - Projeto de Execução.

4.5.3 - Resultados Obtidos

Serão apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução, todos os desenhos, listagens e detalhes que vierem a elucidar o projeto.

4.6 - Projeto de Sinalização

4.6 - Projeto de Sinalização

4.6.1 - Introdução

A sinalização é um conjunto de mensagens transmitidas ao usuário, durante o percurso. Através dela, o usuário será conduzido de sua origem ao seu destino e será informado de todas as restrições que a via oferece e de todos os elementos que possam ao usuário interessar.

Para efeito de exposição do projeto estabeleceu-se a seguinte subdivisão:

- Projeto de sinalização horizontal;
- Projeto de sinalização vertical.

a) Sinalização Horizontal

Comumente é feita através de pintura do pavimento e tem a finalidade de orientar o motorista dentro do critério pré-estabelecido, aumentando com isto, a segurança do tráfego.

No caso específico deste projeto, o sistema de sinalização foi concebido para uma rodovia em pista simples e com duas faixas de tráfego.

– Estrutura de Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal da rodovia em destaque, consistiu de:

- Linhas laterais demarcadoras dos bordos da pista de rolamento;
- Linhas demarcadoras de faixas de tráfego;
- Linhas de proibição de ultrapassagem;
- Linhas de canalização do tráfego;

– Linhas Laterais Demarcadoras dos Bordos das Pistas de Rolamento

Estas linhas serão contínuas em cor branca com 0,10m de largura e se localizarão na face externa dos bordos da pista de rolamento.

– Linhas Demarcadoras das Faixas de Tráfego

Estas linhas serão interrompidas em intervalos regulares de 12,0m por 4,0m nas tangentes, e 4,0m por 4,0m a 152,0m da faixa de proibição de ultrapassagem, inclusive do lado em que se permite a transposição da faixa de proibição de ultrapassagem. Serão executadas em cor amarela com 0,10m de largura e se localizarão no eixo das faixas de tráfego.

– Linhas de Proibição de Ultrapassagem

Foram projetadas linhas de proibição de ultrapassagem nos locais de distância de visibilidade inferior a 250,0 metros. Previu-se a colocação de linhas de proibição de ultrapassagem nestes trechos, simples ou duplas que, para chamar atenção, serão feitas em cor amarela com 0,10m de largura.

– Linhas de Canalização

Estas linhas serão colocadas nos locais onde houver necessidade de se fazer canalização do tráfego, como nos locais de interseções e nos inícios e fins dos segmentos da rodovia com terceira faixa de tráfego (esta não projetada na rodovia em estudo).

Quando estas linhas indicarem proibição de ultrapassagem, elas serão contínuas e em cor amarela; nos demais casos serão em cor branca e descontínua. Em qualquer caso terão a largura de 0,10m.

– Materiais a Serem Usados na Sinalização Horizontal

Pintura de Linhas

As linhas de demarcação deverão ser feitas com aplicação de tinta própria para demarcação viária, a frio e com micro-esferas de vidro retro refletivo. A espessura da tinta a ser aplicada, em uma só passada deverá ser de 0,4mm ou 0,6mm.

b) Sinalização Vertical

A sinalização vertical é feita por meio de placas assentadas em suportes simples, em bandeiras ou em pórticos.

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

- A sinalização deverá ser de fácil compreensão pelos motoristas;

-
- A sinalização deverá ter a mesma intensidade ao longo da rodovia, a fim de dar condicionamento ao motorista;
 - A sinalização deverá ser contínua, isto é, os sinais entre si deverão ser coerentes;
 - A sinalização deverá ser antecipada a fim de preparar o motorista para a sua próxima decisão.

– **Natureza das Placas de Sinalização**

Os sinais a serem colocados na rodovia serão os seguintes:

- Sinais de advertência;
- Sinais de regulamentação;
- Sinais de informação ou indicação;
- Sinais educativos.

– **Sinais de Advertência**

São aqueles usados para advertir o usuário da existência, na rodovia, de condições potencialmente perigosas, indicando, portanto, a necessidade de um cuidado especial por parte do usuário; podem exigir redução de velocidade, ou outras manobras, no interesse da segurança do usuário e do tráfego. Deve ter o uso restrito a um mínimo possível, pois o excesso acabará descaracterizando o real perigo.

– **Sinais de Regulamentação**

São aqueles que dão ao usuário conhecimento das leis e regulamentos que se aplicam num determinado local da estrada, cujo desrespeito é possível a punição. O uso dos sinais de regulamentação foi reduzido ao mínimo possível, pois colocados em excesso ou desnecessariamente, podem levar ao desrespeito à sinalização.

– **Sinais de Indicação**

Têm a finalidade de orientar o usuário ao longo das vias públicas, para informá-lo sobre as vias transversais, dirigi-lo para as cidades, vilas ou outros destinos, identificar rios, parques, locais históricos ou turísticos, enfim, dar qualquer informação que possa auxiliar o usuário durante o percurso.

Ao contrário dos demais, os sinais de indicação não perdem sua eficiência pelo uso frequente.

– Sinais Educativos

Estes sinais têm por objetivo formar um condicionamento do motorista, estimulando-o para que seu comportamento contribua para segurança do tráfego e para a conservação da rodovia. Este tipo de sinalização é útil tanto na zona urbana quanto na rural.

Especificações dos Sinais

Os sinais a serem colocados seguirão as seguintes especificações: forma, cor e letra.

A forma, a cor e a letra dos sinais de advertência, regulamentação, indicação e educação seguirão o Decreto no 73.696. No Volume 3 - Projeto de Execução, está mostrada sua apresentação.

– Dimensões

Os sinais terão as seguintes dimensões:

- Sinais de advertência 1,0m x 1,0m;
- Sinais de regulamentação diâmetro de 1,0m;
- Sinais de indicação tamanhos variáveis (Veja Volume 3 - Projeto de Execução);
- Sinais Educativos 2,0m x 1,0m.

– Posição

Como regra geral os sinais serão localizados no lado direito do sentido do tráfego com um afastamento mínimo de 1,20m da extremidade da pista de rolamento e de tal forma que sua projeção horizontal, do ponto mais próximo da pista, esteja sempre fora do acostamento, pelo menos 0,60m.

Os sinais deverão ser colocados a uma altura de 1,20m acima do nível do bordo da rodovia, no ponto mais próximo a ele, sendo que esta altura deverá ser medida a partir de seu bordo inferior.

– Materiais das Placas

As placas deverão ser de chapas metálicas nº. 16, tratadas tal como especifica o "Manual de Sinalização", em seu anexo "Preparação de chapas para pintura de sinalização de rodovia".

A pintura das placas deverá ser feita com tinta termoplástica, obedecendo à sequência de serviço preconizado no anexo "Manual de Sinalização", antes referido.

Os postes de sustentação de placas deverão ser de madeira de primeira qualidade, de 0,08 x 0,08m de seção, por 3,0m de comprimento, pintados de branco ou preto, devendo ser imunizada a parte a ser enterrada.

– Sinalização das Interseções

A sinalização vertical das interseções consistirá de:

- Sinais de advertência;
- Sinais de informação;
- Sinais de regulamentação.

4.6.2 - Resultados Obtidos

Serão apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução, todos os desenhos, listagens e detalhes que vierem a elucidar o projeto.

7 - Projeto de Obras de Arte Especiais

4.7 - Projeto de Obras de Arte Especiais

4.7.1 - Introdução

O Projeto de Obras de Arte Especiais se ocupa da definição, localização e dimensionamento das pontes.

Neste trecho haverá apenas uma Ponte de Concreto Armado de 60m de comprimento no Ribeirão Dois de Junho localizado na estaca 858 +11,35.

O projeto da ponte será apresentado no volume 3E- OAE e Memória de Cálculo Volume 3D.

4.8 - Projeto Ambiental

4.8 - Projeto Ambiental

4.8.1 - Apresentação

O projeto de proteção ao meio ambiente foi desenvolvido com o objetivo de levantar os principais impactos a serem causados pelas obras junto ao meio ambiente, de forma a definir atividades e ações mitigadoras desses impactos, quantificando-se ao final os serviços de proteção ao meio ambiente.

Medidas que visem a mitigação dos efeitos da construção da rodovia sobre o meio biótico local são de fundamental importância para o empreendimento. O estudo tem por objetivo apresentar o diagnóstico ambiental das áreas a serem influenciadas pelo Anel Viário, bem como identificar e avaliar os impactos ambientais significativos decorrentes do projeto de pavimentação do mesmo, de acordo com as normas e instruções definidas pelo corpo normativo ambiental da AGETOP.

Em conformidade com esta documentação, o componente ambiental é constituído de:

- Estudos ambientais;
- Projeto ambiental.

4.8.2 - Estudos Ambientais

Caracterização do Empreendimento

Esta rodovia será um outro elo entre a GO-241 e o sul do estado do Tocantins TO-141, que vai melhorar bastante o escoamento da produção agropastoril da região, bem como a redução do tempo das viagens aumentando o conforto, segurança e economia aos usuários.

A implantação de uma nova rodovia tem influência econômica, política e social sobre a região por ela atravessada. Abrem-se novos horizontes para o desenvolvimento, pela maior rapidez de circulação de mercadorias. O setor agrícola necessita disponibilidade de sementes, fertilizantes e outros insumos e acessos em boas condições para os seus mercados. A indústria necessita do transporte eficiente das matérias-primas e da distribuição dos seus produtos.

Portanto, a falta de acessibilidade ou as precárias condições rodoviárias são barreiras reais para a agricultura, indústria e comércio e pode impedir tentativas de alcançar progresso econômico.

Obra a executar

O presente projeto prevê a implantação, execução de pavimentação e construção de dispositivos de drenagem e obras complementares.

As principais características geométricas da rodovia projetada são:

- Largura da pista de rolamento: 7,0 (2 faixas de tráfego com 3,50m cada);

-
- Largura do acostamento: 1,30m;
 - Largura das faixas de drenagem (sarjetas): 0,70 cada;
 - Largura total da plataforma de terraplenagem: 11,00m;
 - Abaulamento transversal: -3,00%;
 - Superelevação máxima: +5,9%;
 - Velocidade diretriz: 80 km/h;
 - Raio mínimo adotado: 350,0 m.

Impactos Ambientais Significativos

Seguindo-se os procedimentos metodológicos propostos pode-se observar, na Matriz de Referência para controle das principais Áreas Temáticas Potencialmente Afetadas (Figura 1), que tanto na implantação quanto na operação estão presentes, em potencial, um conjunto significativo de áreas Temáticas. Contudo, a incidência maior se dá no meio físico, na medida em que a maioria dos IAS são de ocorrência direta e associada às obras de engenharia.

No meio biótico deve ser destacado que o empreendimento atuará em sinergia com a já existente fragmentação de habitat e empobrecimento de espécies. Trata-se de uma região já explorada na quais os remanescentes florestais e a biota devem ser tratados com extremo cuidado.

FIGURA 1 - Matriz de Referência para Controle das Principais Áreas Temáticas Potencialmente Afetadas pelo Anel Viário

COMPONENTES AMBIENTAIS			FASES	
MEIO	ÁREA TEMÁTICA	SUB-ÁREA TEMÁTICA	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO
FÍSICO	Clima		AUSENTE	AUSENTE
	Qualidade do ar	Poluição	PRESENTE	PRESENTE
	Geologia/Geomorfologia	Exploração de matérias de construção	PRESENTE	PRESENTE
		Encostas marginais	PRESENTE	PRESENTE
		Relevo	PRESENTE	PRESENTE
	Solos	Erosão	AUSENTE	AUSENTE
		Estabilidade de maciços	PRESENTE	PRESENTE
		Ravinamentos	PRESENTE	PRESENTE
	Recursos hídricos	Qualidade da água	PRESENTE	PRESENTE
		Uso da água	PRESENTE	PRESENTE
BIÓTICO	Biodiversidade	Desmatamentos	PRESENTE	PRESENTE
	Patrimônio genético	Desmatamentos	PRESENTE	PRESENTE
	Fragmentação de Habitats	Desmatamentos	PRESENTE	PRESENTE
		Criação de barreiras entre os fragmentos vegetais remanescentes	PRESENTE	PRESENTE
		Perda de animais	PRESENTE	PRESENTE
ANTRÓPICO	Dinâmica	Fluxo migratório	PRESENTE	PRESENTE
	Populacional	Estrutura ocupacional	PRESENTE	PRESENTE
	Qualidade de vida	Saúde	PRESENTE	PRESENTE
		Lazer/Turismo	AUSENTE	AUSENTE
	Estrutura produtiva e de serviços	Fatores de produção	PRESENTE	PRESENTE
	Organização social	Tensões sociais	AUSENTE	AUSENTE
		Manifestações culturais	AUSENTE	AUSENTE
	Patrimônio	Arqueológico	AUSENTE	AUSENTE
		Cultural (histórico e paisagístico)	AUSENTE	AUSENTE
	Áreas Protegidas	Unidades de Conservação e Áreas Indígenas	AUSENTE	AUSENTE

Identificação dos Impactos Ambientais Significativos

O conjunto de atividades construtivas pode ameaçar vários componentes ambientais se realizados de forma descuidada. São exemplos, entre outros, o patrimônio arqueológico, passível de destruição caso não sejam tomadas medidas para o levantamento e o resgate, e os mananciais ameaçados por assoreamentos e contaminações. Assim, a solução para os impactos derivados de processos construtivos reside em projetos criteriosos e devidamente fiscalizados.

Para tanto deverão ser adotados no Projeto Básico Ambiental (PBA), visando o controle e a mitigação dos referidos impactos, os seguintes itens:

- Controle do processo erosivo;
- Paisagismo;
- Proteção à fauna e flora;
- Transporte de produtos perigosos;
- Desapropriação;
- Reabilitação ambiental de áreas degradadas;
- Recuperação do passivo ambiental;
- Redução de desconforto e acidentes na fase de obras;
- Segurança e saúde da mão de obra;
- Controle de gases, ruídos e material particulado.

a) Fase de Implantação

– Desapropriações na Faixa de Domínio

A reintegração de posse da faixa de domínio exigirá o deslocamento compulsório de divisa de propriedades rurais. Os ocupantes são proprietários, e deverão ser indenizados mediante a oferta de novas condições iguais ou superiores às pré-existentes .

- Reassentamentos involuntários.

– Desapropriações

Uma vez que a rodovia em estudo se encontra implantada, os impactos decorrentes da ação de desapropriação de terras deverão ser mínimos.

– **Contratação de Mão de Obra**

A contratação de mão-de-obra tende a se restringir ao pessoal não especializado, tendo em vista que as empreiteiras contratadas para a execução da obra em geral contam com um quadro técnico formado. A mão de obra local especializada poderá ser mobilizada com impactos positivos, ainda que de pequena magnitude, sobre o emprego e a renda.

– **Instalação de Canteiros e Desmobilização**

A instalação dos canteiros e o conjunto de atividades relacionadas à construção podem gerar impactos sobre o solo (uso do espaço físico e contaminação com óleos e graxas, com cimento, com resíduos domésticos e outros), sobre a água (óleos e graxas, despejos sanitários) e sobre o ar a emissão de poeiras, fumaça e gases de exaustão, (ruídos e vibrações). Todos são impactos próprios de atividades de construção, quando inevitáveis são temporários e de mitigação fácil e não muito custosa.

Esses impactos afetam em maior ou menos grau, a flora e a fauna.

– **Desmatamento e Limpeza do Terreno**

Os desmatamentos e a limpeza dos terrenos são etapas de construção que requerem atenção devido aos impactos ambientais. Os desmatamentos devem ser amplos o suficiente para garantir a insolação da obra e restrito, ao mesmo tempo, às necessidades mínimas exigidas para as operações de construção e para a garantia de visibilidade dos motoristas (segurança do tráfego). Dessa forma, os desmatamentos devem ser conduzidos de forma criteriosa para não provocar maiores impactos como:

- A exposição dos solos e dos taludes naturais à erosão, que podem evoluir facilmente para a formação de voçorocas profundas e extensas, afetando a rodovia e as propriedades vizinhas;
- Maior ocorrência de assoreamento e sobrecarga nos sistemas de drenagem, causando inundações nas entradas de água e erosões nas saídas, frequentemente ameaçando de colapso o corpo estradal.

As soluções para estes impactos, como já observados no item anterior, residem na execução criteriosa dos projetos de engenharia.

– **Abertura de Caminhos de Serviço**

Os caminhos de serviços, abertos para uso provisório durante a execução das obras para permitir a operação mais eficiente das máquinas e equipamentos de construção ou para garantir o acesso a áreas de exploração de materiais e insumos (água, areia, pedra, etc.). São, pelo próprio caráter de provisoriedade, implantados com o

menor custo possível, economizando-se na abertura de vegetação, no movimento de terra, na transposição de talvegues, e dessa forma devem continuar sendo feitos.

Contudo, o simples abandono dos caminhos de serviço, a partir do momento em que se tornam desnecessários, pode acarretar problemas graves capazes de ameaçarem até mesmo a rodovia construída. Estes caminhos de serviço, cujos impactos ambientais são negativos, diretos e locais, são, contudo, reversíveis, bastando para isso, que se proceda a recuperação total das condições originais de toda e qualquer parte do terreno afetado pela sua construção, permitindo que as águas superficiais percorram seus trajetos naturais, sem impedimentos ou captações que fiquem fora do controle dos responsáveis pela conservação da rodovia.

– **Terraplenagem, Empréstimos e Bota-foras**

As obras de terraplenagem exigem, em geral, o movimento de grandes volumes, gerando tráfego intenso de veículos pesados, onde a produtividade é associada à velocidade, modo comum de medir a recompensa pelo trabalho de operadores de máquinas e motoristas de caçambas (carreiros).

As nuvens de poeira e a lama, nos trechos rurais, e a interferência com o público nas áreas mais povoadas (apesar de quase inexistentes no trecho em questão) preenchem o quadro necessário e suficiente para a ocorrência de acidentes.

– **Drenagem e Obras de Arte Correntes**

Os sistemas de drenagem deficiente têm sido sempre os maiores causadores de problemas para a conservação das rodovias, afetando as propriedades lindeiras e gerando problemas sanitários para a população, as quais a rodovia deveria servir. Como já assinalado, o controle dos impactos negativos derivados, dependerá da elaboração e fiscalização da execução do projeto.

– **Impactos sobre a Flora e a Fauna**

Deverão ser implantadas medidas de proteção durante a construção e visando a operação da rodovia como: construção de passagens de animais, implantação de bloqueio nos trechos em que a rodovia corta os remanescentes florestais; adaptação do sistema de drenagem para incorporar características que permitam o escape de animais e recomposição da vegetação na faixa de domínio com espécies nativas.

– **Exploração de Materiais de Construção**

A exploração de materiais de construção tem causado perdas ambientais consideráveis, tanto por sua condição predatória, como pelo desperdício e, ainda, pela falta permanente de recuperação da área das escavações.

Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação. As cavas resultantes tornam-se lagos que, se não drenados, têm as mesmas consequências daqueles criados pelas caixas de empréstimos.

b) Fase de Operação e Conservação da Rodovia

A avaliação dos impactos ambientais decorrentes da fase de conservação diz respeito apenas à manutenção da rodovia, em perfeito estado de utilização operacional pelos seus usuários.

As atividades impactantes evidenciam-se pelo aumento do volume de tráfego de veículos, pela instalação e operação de postos de serviços e pela conservação.

Tais atividades podem induzir:

- Um moderado aumento de poluentes atmosféricos;
- Materiais particulados e gases (inclusive de animais);
- Alteração dos níveis de segurança para a população;
- Erosão e instabilidade estrutural do solo;
- Desmatamento em pequena escala;
- Introdução de espécies exóticas.

Deve-se considerar a poluição dos mananciais que poderá se causadas por operações de conservação ou por acidentes envolvendo cargas perigosas.

A operação da rodovia poderá desencadear, ainda, o surgimento de uma nova expectativa de crescimento econômico para a região pelo incremento às atividades agropecuária, com a melhoria do nível de vida da população, fomento da estrutura produtiva e de serviço, geração de impostos e tributos, em função da melhoria das condições de acessibilidade à região.

c) Plano de Monitoramento

O monitoramento ambiental da rodovia compreende os serviços técnicos voltados a garantir a execução dos Planos Básicos Ambientais - PBA's programados, envolvendo três atividades básicas, a saber:

- A supervisão de obras sob o ponto de vista ambiental (acompanhamento, controle e avaliações funcionais, qualitativas e quantitativas), estruturadas com atividades de supervisão ambiental;
- O gerenciamento da realização dos planos básicos ambientais nomeados como PBA não diretamente relacionados com a execução de obras (formulação e negociação de metas a atingir com as pessoas e

os organismos envolvidos na realização, sejam eles de caráter ambiental ou não, envolvendo os recursos necessários, os cronogramas de execução, os critérios de avaliação e o acompanhamento da execução, provendo as soluções para as deficiências detectadas), que são classificadas como Atividades de Gerenciamento de Planos Ambientais; bem como o desenvolvimento das relações com a comunidade, envolvendo as atividades de ouvidoria e de comunicações necessárias à garantia da qualidade ambiental da execução do empreendimento, compondo as Atividades de Comunicação Social.

- A Gestão Ambiental garantirá que os PBA'S relacionados a todos os grupos de atividades definidas acima serão desenvolvidos com estrita observância à legislação de qualquer nível (federal, estadual e municipal) aplicável às obras de pavimentação da GO-132. Caberá à gestão ambiental do empreendimento certificar que as salvaguardas ambientais e sociais sejam implementadas durante a construção, inclusive no que se refere aos programas compensatórios tais como, reabilitação de áreas degradadas, construção de aterros e outras infra-estruturas, especialmente as acordadas com as organizações comunitárias e proprietários diretamente atingidos pelas obras rodoviárias

4.8.3 - Levantamentos Ambientais

Levantamento do Passivo Ambiental

Uma das preocupações dos administradores rodoviários tem sido a acumulação de passivos ambientais. No caso particular da construção de rodovias, semelhante a qualquer outra obra contratada com terceiros, a responsabilidade civil sobre os passivos, inclusive ambiental, recai diretamente sobre o contratante e a responsabilidade criminal sobre os administradores da contratante. Dessa forma, a AGETOP, orientado pela necessidade de se resguardar das conseqüências da geração de passivos, somada à maior consciência da necessidade de proteger os recursos naturais tem buscado uma maior qualidade em todas as suas operações, seja de projetos, de obras, de conservação e de operação rodoviária.

Neste trecho não houve a necessidade de tratamento de passivo ambiental, uma vez que o mesmo é inexistente.

4.8.4 - Avaliação dos Impactos Ambientais

O diagnóstico ambiental mostra que a área de influência é uma região de fronteira econômica e como tal requer cuidado especial, visto que o sistema viário é o agente catalisador da ocupação de uma região e que esse sistema, com seu traçado, vai condicionar de forma significativa à qualidade e o funcionamento de grande parte dos segmentos envolvidos nas diretrizes de desenvolvimento local e regional.

Dos impactos analisados quanto aos aspectos sócio-econômicos, alguns apresentam características positivas e referem-se principalmente a possibilidade de aquecimento na economia local, pelo aumento de postos de

trabalho, diretos e indiretos, por uma maior demanda de bens e serviços, pelo aumento das arrecadações municipais, razões estas, que permitiriam novos investimentos por parte da prefeitura local, em função da melhoria da circulação de pessoas, bens e serviços.

4.8.5 - Levantamento dos Impactos e Ações Mitigadoras

No presente projeto foi previsto medidas para redução do impacto das obras sobre o meio ambiente. O aspecto mais importante destas medidas é o de evitar que as valas abertas para retirada de material para confecção do corpo estradal sejam causadoras de pontas de erosão ou geração de focos de enfermidade, e a eliminação dos efeitos causados na paisagem regional pelos terrenos desmatados para exploração de caixas de empréstimo, jazidas, execução de bota-fora, canteiros de obra, etc. Através da regeneração da natureza nestes locais.

Com o intuito de minimizar estes aspectos, são propostas algumas medidas para recompor os danos causados pela ação do homem. Tais medidas necessárias ao controle do impacto ambiental se relacionam com:

- Prevenção de danos ambientais;
- Proteção de áreas de taludes;
- Recuperação de danos físicos;
- Regeneração da natureza.

Proteção das Áreas de Taludes

Para as áreas a serem desmatadas ao longo do trecho, para a implantação de cortes e de aterros, foram previstos revestimentos vegetais, conforme quantitativos apresentados no projeto.

Para o revestimento vegetal foi escolhida grama comum compatível com a vegetação da região que apresenta compatibilidade com o tipo do solo local e possui boa capacidade de retenção no solo. Aliados ao revestimento foram projetados dispositivos de drenagem superficial como dissipadores de energia hidráulica nos deságües, para redução da possibilidade de erosões.

Recuperação dos Danos Físicos

Apesar dos cuidados tomados nos projetos não é possível executar-se a obra sem haver danos físicos à natureza. Isto ocorre principalmente nas caixas de empréstimo, nas jazidas de solos e no canteiro de obras, onde a ação do homem pode provocar erosão, geração de focos de enfermidades ou assoreamento/poluição de mananciais.

Para mitigar os danos físicos nestes locais, foram previstos no Quadro de Quantidades os serviços de estocagem de camada vegetal, conformação, drenagem e reposição de camada vegetal nas jazidas, além das medidas listadas a seguir.

Cuidados a serem tomados na exploração de jazidas de solo:

- Estocagem prévia da camada vegetal existente, para posterior reaproveitamento;
- Conformação dos taludes e do fundo das áreas exploradas, incluindo a execução de valetas de drenagem direcionadas para os cursos d'água mais próximos, e de eventuais barragens de contenção, para evitar-se o surgimento de erosão;
- Reposição de camada vegetal estocada, no fundo e nos taludes das jazidas;
- Utilização de terra vegetal e grama para revestimento dos locais em que o material estocado for insuficiente.

Cuidados a serem tomados nos bota-fora:

- Estocagem prévia da camada vegetal existente no local, para reaproveitamento;
- Execução do bota-fora, com camadas com espessura máxima de 15 cm, compactadas;
- Conformação dos taludes do bota-fora, evitando-se arestas vivas adotando-se taludes suaves;
- Reposição da camada vegetal estocada sobre o bota-fora, complementando por terra vegetal e grama, se o material estocado for insuficiente.

As outras áreas passíveis de movimentação tais como: áreas de canteiros de obras e caminhos de serviços deverão receber os seguintes tratamentos após utilização:

- Fechamento de fossas e outras depressões através de reaterro;
- Eliminação de áreas sujeita à estagnação de águas, através de drenagem feita com sistema de valetas;
- Implantação de revestimento vegetal.

Serviços de Preservação Ambiental

Os serviços de preservação e proteção ambiental a serem executados são:

- Revestimento vegetal por semeadura;
- Plantio de árvores e arbustos;
- Conformação de caixas de empréstimos e jazidas;
- Conformação e proteção de locais de bota-fora;
- Reposição de camada vegetal em caixas de empréstimo, jazidas e bota-foras.

Conclusões e ações a serem realizadas

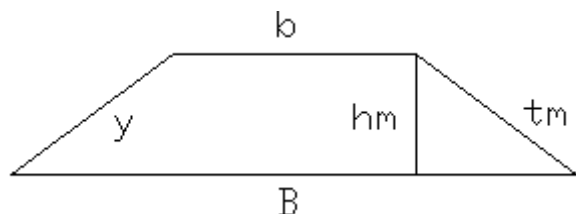
Optou-se pela adoção dos seguintes métodos de revegetação nos diversos pontos de recuperação da rodovia.

Taludes de Cortes e Aterro

Como forma de garantir a recuperação dos taludes de corte e aterro contíguos ao corpo estradal, definiu-se como método de recuperação o revestimento vegetal por hidrossemeadura.

Cálculo Áreas de Hidrossemeadura (Taludes de Cortes e Aterro)

Seção Transversal Média (STM)



Onde:

b = Largura da Plataforma (corte/aterro);

hm = Altura média (corte/aterro);

tm = talude médio (corte/aterro).

Caixas de Empréstimo

Os empréstimos têm fácil acesso aos seus pontos de localização. Utilizamos o processo de revestimento vegetal por **hidrossemeadura** para a recuperação destas áreas. Todas as ocorrências estudadas possuem o cerrado ralo como cobertura vegetal atual. De forma a garantir a perfeita reintegração destas áreas à paisagem nativa, foi efetuado um levantamento visando à determinação da densidade média de espécies vegetais existentes atualmente nas mesmas como formas de definir a taxa de plantio de mudas para efetiva revegetação.

A taxa definida foi de 400 mudas por hectare, já computadas aí possíveis perdas de mudas durante o processo de crescimento das mesmas.

Na sequência, apresentamos o método de cálculo das Áreas de Revegetação das Caixas de Empréstimos:

- No Fundo da Caixa, multiplicou-se o comprimento da caixa pela sua largura, obtendo-se a coluna Área do Fundo;
- Nos taludes, com a inclinação de 1 / 1 (45°), calculou-se a hipotenusa do triângulo a partir da altura necessária, multiplicando-se daí pelo perímetro externo da caixa, obtendo-se a coluna Área dos Taludes.

Áreas de Jazidas de Cascalho

Para as jazidas de cascalho fica garantida a viabilidade da utilização do processo de revestimento vegetal por **hidrossemeadura** destas áreas.

Já no que tange ao aspecto da vegetação nativa existente nestas áreas, todas as ocorrências estudadas possuem o cerrado ralo como cobertura vegetal atual. De forma a garantir a perfeita reintegração destas áreas à paisagem nativa, foi efetuado um levantamento visando à determinação da densidade média de espécies vegetais existentes atualmente nas mesmas como formas de definir a taxa de plantio de mudas para efetiva revegetação.

A taxa definida foi de 400 mudas por hectare, já computadas aí possíveis perdas de mudas durante o processo de crescimento das mesmas.

Interseção

Para esta área especificamente, optou-se pela adoção do método de **grama em placas** para o revestimento vegetal. Uma vez que os acessos exigem maior atenção dos usuários, a eficiência do revestimento faz com que rapidamente os acessos estejam revestidos e sabemos que a vegetação tem a função também de informar aos usuários à ocorrência de situações que exigem maior atenção.

Ponte

A arborização tem por finalidade, nas cabeceiras de pontes, chamarem a atenção dos motoristas para a presença de obras de arte. A sensação de afunilamento provocada pelo plantio de árvores em fileiras dispostas em diagonal em relação à direção do tráfego leva o motorista a reduzir a velocidade e evitar ultrapassagens. O espaçamento utilizado será de 3x3 m entre plantas. **A área de preservação foi calculada de acordo com o artigo 2º do código florestal.**

PONTES	ESTACA	SOLUÇÃO ADOTADA	QUANTIDADE(UN)
01	857+0,0/860+0,0	ARVORES E ARBUSTOS	(50x40)x2/9=444mudas (50x40)x2/9=444mudas 888

Caminhos de Serviço

Os acessos provisórios, após as obras, devem ser recompostos, envolvendo ações como, recuperação da vegetação nas áreas desmatadas e limpas, observando que deve-se utilizar solos orgânicos para recobrimento destas áreas e a remoção de aterros (se houver), buscando evitar erosões e danos ao meio biótico.

Neste trecho será necessário abrir caminhos de serviço com Largura de 3,50m e extensão da ocorrência até o eixo da rodovia, na estaca de referência (jazidas e canteiro de obras).

Para estas áreas especificamente, optou-se pela adoção do plantio de mudas de espécies nativas na mesma taxa já determinada para as jazidas, ou seja, 400 mudas / ha de área.

Quadro Resumo de Quantidades

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
Hidrossemeadura	683.139	m²
Gramma em placas	3.961	m²
Arvores e arbustos	14.325	un

5- QUANTITATIVOS

GO-132 – TRECHO: SANTO ANTONIO CANA BRAVA/ DIV. GO/TO

SUB-TRECHO: Trecho Iniciado (Estacas 0 – 427)

Código auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidades
100002	PAVIMENTAÇÃO		
40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m2	269.502,24
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m3	12.098,63
40320	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASALHO) dt=2,63 km	m3km	41.365,20
40335	ESTAB. GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.)	m3	12.098,63
40380	IMPRIMAÇÃO	m2	81.984,00
40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO- DT=16,36KM	TKM	7.002,49
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS-DT=16,36KM	m3km	106.406,49
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS-DT=89,7KM	m3km	583.414,54
40480	FORNECIMENTO DE CM-30	T	98,38
40490	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C	T	245,95
40511	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RC-1C COM POLÍMERO	t	83,69
40530	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO-DT=446,2KM	t	428,02
40609	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD (BC)	m2	81.984,00
40610	MICRORREVESTIMENTO À FRIO - 0,8cm C/ COMPACTAÇÃO (BC)	m2	59.780,00

GO-132 – TRECHO: SANTO ANTONIO CANA BRAVA/ DIV. GO/TO
SUB-TRECHO:ESTACA 427+0,95 A 1637+0,00

Código auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidades
100001	TERRAPLENAGEM		
40001	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m2	387.187,84
40002	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 15 CM	m2	96.796,96
40010	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	m3	6.826,07
40011	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 2ª CATEGORIA ATÉ 50M	m3	92,42
40015	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	9.254,14
40016	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	61.140,81
40017	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	68.963,71
40018	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m3	27.345,39
40019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	m3	6.757,31
40020	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.001 A 1.200M)	m3	2.788,28
40021	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.201 A 1.400M)	m3	9.546,35
40024	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2.000M)	m3	932,55
40025	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2.001 A 3.000M)	m3	2.274,35
40026	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5.000M)	m3	12.355,42
40035	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.001 A 1.200M)	m3	708,12
40075	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	432,73
40076	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	1.072,93
40077	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	284,87
40078	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m3	135,98
40079	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	m3	0,00
40080	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 1.001 A 1.200M)	m3	0,00
40090	ESCAV. E CARGA 1ª CATEG. - SEM TRANSPORTE	m3	682,00
40094	TRANSPORTE LOCAL SOLO MOLE C/ BASCULANTE 6M³ - DMT>1,0KM	m3km	10.472,00
40097	TRANSPORTE LOCAL MAT. 3ª CATEG. C/ BASCULANTE 10M³ - DMT>1,2KM	m3km	3.540,58
40098	TRANSPORTE LOCAL MAT. 1ª CATEG. C/ BASCULANTE 10M³ - DMT>10,0KM	m3km	925,00
40100	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m3	77.873,50
40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m3	132.595,43
40102	COMPACTAÇÃO MANUAL	m3	1.607,52
40120	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTIMO	m2	144.077,04
100002	PAVIMENTAÇÃO		
40300	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m2	241.992,40
40305	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m2	241.992,40
40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m2	276.123,14
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m3	91.038,38
40320	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASCALHO) dt=2,63 km	m3km	311.260,22
40335	ESTAB. GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.)	m3	88.104,78
40350	ESTABILIZAÇÃO SOLO-CIMENTO 2% PESO-PISTA	m3	2.933,60
40380	IMPRIMAÇÃO	m2	238.933,60
40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO-DT=16,36KM	TKM	20.446,98
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS-DT=16,36KM	m3km	130.081,72
40450	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER-DT=446,2KM	TKM	58.638,70
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS-DT=89,7KM	m3km	713.223,15
40480	FORNECIMENTO DE CM-30	T	286,72
40490	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C	T	716,80
40511	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RC-1C COM POLÍMERO	t	246,29
40530	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO-DT=446,2KM	t	1.249,82
40609	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD (BC)	m2	238.933,60
40610	MICRORREVESTIMENTO À FRIO - 0,8cm C/ COMPACTAÇÃO (BC)	m2	175.924,58
100004	DRENAGEM		
41301	COLCHÃO DRENANTE COM AREIA (AC)	m3	10.472,00
41302	COLCHÃO DRENANTE COM BRITA (BC)	m3	5.632,00
41305	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS11 (ANTIGO DPS03) (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	2.488,00
41313	DRENO CEGO, CORTE EM ROCHA - DPR03 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	1.490,00
41317	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC02 (AC/BC)	m	200,00
41319	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC04 (AC/BC)	m	6.440,00
41332	MEIO FIO COM SARJETA - MFC03 (AC/BC)	m	4.080,00
41334	MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05 (AC/BC)	m	2.237,32
41339	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC04 (AC/BC)	m	3.180,00
41341	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA04 (AC/BC)	m	3.560,00
41347	CAIXA COLETORA EM CONCRETO TUBO D=1,00M EXCETO ESCAVAÇÃO (AC/BC)	un	4,00
41367	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 01 (AC/BC)	un	64,00
41368	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 02 (AC/BC)	un	4,00
41371	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 01 (AC/BC)	un	106,00

41372	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 02 (AC/BC)	un	9,00
41375	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 05 (AC/BC)	un	23,00
41378	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 08 (AC/BC)	un	6,00
41414	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 02 (AC/BC)	m	795,07
41421	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 01 (AC/BC)	m	109,69
41454	BOCA P/ DRENO PROFUNDO - BSD 01 (AC/BC)	un	22,00
47023	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	m3	1.770,44
100005	OBRAS COMPLEMENTARES		
40800	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	M	37.331,64
40804	REMOÇÃO DE CERCA	m	65.271,65
40805	REMOÇÃO E RECOLOCAÇÃO DE CERCA	M	288,00
40810	DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES	M	13.317,06
40815	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM RESINA ACRÍLICA	m2	16.842,00
40855	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA PINTURA ELETR.	m2	172,89
40865	REVESTIMENTO VEGETAL EM PLACAS (GRAMA)	m2	3.961,00
40870	REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS	m2	343.911,50
40880	CONFORMAÇÃO DE TALUDE	m2	683.139,00
40885	FLORESTAMENTO	m2	683.139,00
100008	OBRAS DE ARTE CORRENTES		
41806	CORPO DE BSTC D=0,60M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	144,00
41816	CORPO DE BSTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	243,00
41831	CORPO DE BDTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	111,00
41846	BOCA DE BSTC D=0,60M (AC/BC)	un	48,00
41856	BOCA DE BSTC D=1,00M (AC/BC)	un	12,00
41876	BOCA DE BDTC D=1,00M (AC/BC)	un	6,00

Setor : DOR - DIRETORIA DE OBRAS RODOVIÁRIAS
 Contrato : 331/2013-AD-GEJUR - GO 132 - Santo Antônio da Cana Brava / Div. GO/TO - Pav
 Empresa :

Obra/Lote : 5 - PCA S/ O CÔRREGO RIBEIRÃO DOIS DE JUNHO
 Trecho : SANTO ANTÔNIO DA CANA BRAVA / DIVISA GO-TO

Grupo de Serviço : 45 - Serviços Preliminares OAE

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45610	Instalação do canteiro de obras/Mobilização (OAE/GAP)-2%	VB	
Subtotal			

Grupo de Serviço : 51 - Escavação

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45005	Escavação manual mat. 1ª cat.	m3	22,160
Subtotal			

Grupo de Serviço : 52 - Infra - Estrutura

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45035	Forma chapa comp. resinada 12mm	m2	312,270
45045	Aço CA50/60 aquisição, armação e colocação - infraestrutura	Kg	5.601,000
45052	Concreto Fck 20 Mpa	m3	121,780
Subtotal			

Grupo de Serviço : 53 - Tub. céu aberto TCA

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45070	(TCA) em pedra mat 2ª cat.	m3	31,780
Subtotal			

Grupo de Serviço : 54 - Tub. ar comprimido TAC

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45095	(TAC) em pedra mat. 2ª cat.	m3	31,780
45100	(TAC) alarg. base mat. 2ª cat.	m3	42,000
45105	(TAC) alarg. base mat. 3ª cat.	m3	12,660
Subtotal			

Grupo de Serviço : 55 - Meso -Estrutura

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45110	Forma chapa comp. resinada 12mm	m2	103,060
45120	Aço CA50/60 aquisição, armação e colocação - mesoestrutura	Kg	3.734,000
45125	Concreto fck->20 MPa	m3	22,860
Subtotal			

Grupo de Serviço : 56 - Escoramento

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45135	Escoramento para ponte	m3	4.431,060
Subtotal			

Grupo de Serviço : 57 - Super-Estrutura

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45145	Forma chapa comp. resinada 12mm	m2	1.520,490
45155	Aço CA50/60 aquisição, armação e colocação - superestrutura	Kg	45.650,000
45160	Concreto fck->20 MPa	m3	333,070
Subtotal			

Grupo de Serviço : 61 - Serviços Complementares

Código	Serviço	Unid.	Qtde. Contratada
45220	Pintura à cal	m2	206,400
103450	Pavimentação-Concreto fck-> 25 MPa	m3	41,820
45225	Sinalização-pintura fluorescente	m2	12,600
45230	Drenos 100mm	Un	18,000
45205	Transporte material básico	TKM	229.262,450
45210	Transporte de agregados	TKM	105.204,820
45235	Neoprene	Kg	123,200
45240	Desforma	m2	1.935,820
45245	Limpeza geral	m2	2.320,000
Subtotal			
Total Obra/Lote			