

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

RODOVIA: GO-139/225

TRECHO: Entr. GO-561 (Pov. Olhos D'água)/Corumbá de Goiás

EXTENSÃO: 31,77 km

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO



GOVERNO DE GOIÁS
SECRETARIA DA INFRA-ESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS



PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

RODOVIA: GO-139/225

TRECHO: Entr. GO-561 (Pov. Olhos D'água)/Corumbá de Goiás

EXTENSÃO: 31,77 km

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO

ELABORAÇÃO:



SUMÁRIO

SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO	4
1.1 - Dados	4
1.2 - Informações Sobre o Contrato	4
1.3 - Composição do Relatório	4
2 - MAPA DE SITUAÇÃO	7
3 - ESTUDOS	10
3.1 - Estudos Topográficos	10
3.2 - Estudo Hidrológico	21
3.3 - Estudos Geotécnicos	54
3.4 - Estudo de Tráfego	60
4 - PROJETOS	77
4.1 - Projeto Geométrico	77
4.2 - Projeto de Terraplenagem	103
4.3 - Projeto de Pavimentação	113
4.4 - Projeto de Drenagem	125
4.5 - Projeto de Obras Complementares	146
4.6 - Projeto de Sinalização	151
4.7 - Projeto de Obras de Arte Especiais	157
4.8 - Projeto Ambiental	159
5 - QUANTITATIVOS	173
6 - TERMO DE ENCERRAMENTO	183

1 - APRESENTAÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

Apresentamos o **Volume 1 - Relatório do Projeto**, que faz parte integrante do Projeto Executivo de Engenharia para as Obras de Implantação e Pavimentação da Rodovia: **GO-139 /225**, Trecho: **Entr. GO-561(Povoado Olhos D'água) / Corumbá de Goiás**, elaborado pela **RUDRA ENGENHARIA LTDA.**

O Projeto Executivo de Engenharia para as Obras de Implantação e Pavimentação, em seus diversos volumes, é apresentado com a seguinte composição:

- **Volume 1 - Relatório do Projeto:** editado em formato A-4, contém basicamente uma sinopse de cada estudo e projeto, as soluções, os resultados obtidos, os quantitativos, ele destina-se ao uso de técnicos que queiram ter um conhecimento geral do projeto e as firmas construtoras interessadas na licitação da obra, razão porquê ele reúne todos os elementos que sejam de interesse para a concorrência e construção.
- **Volume 3 - Projeto de Execução:** em formato A-3, apresenta os quantitativos dos serviços, as plantas, desenhos, croquis e listagens de serviços necessários para a implantação das obras e perfeita compreensão dos serviços a executar;
- **Volume 3B - Estudos Geotécnicos:** editado em formato A-4, contém os boletins de sondagem e os resultados dos ensaios de laboratório realizados com os materiais do subleito, dos cortes, dos empréstimos e das ocorrências de materiais para pavimentação, com suas respectivas análises;
- **Volume 3C - Notas de Serviço e Cálculo de Volumes:** editado em formato A-4; contém os dados planialtimétrico do terreno e de projeto necessárias a execução da obra, inclusive com a cubagem dos movimentos de terra;
- **Volume 4 - Projeto de Desapropriação:** editado em formato A-4, contém os levantamentos cadastral das propriedades e dos proprietários a serem desapropriadas bem como os Croquis.

1.1 - Dados

- Rodovia: **GO-139 /225**
- Trecho: **Entr. GO-561(Povoado Olhos D'água) / Corumbá de Goiás**
- Extensão: **31,77 km**

1.2 - Informações Sobre o Contrato

- Concorrência N°.: 185/13
- Contrato N°.: 029/2014-AD-GEJUR

1.3 - Composição do Relatório

O Volume em questão divide-se em três partes principais e distintas:

- Apresentação;
- Estudos;
- Projetos;

Seguindo esta estrutura básica, desenvolve-se o relatório englobando os seguintes capítulos:

1 - APRESENTAÇÃO

2 - MAPA DE SITUAÇÃO

3 - ESTUDOS

3.1 - Estudo Topográfico

3.2 - Estudo Hidrológico

3.3 - Estudo Geotécnico

3.4 - Estudo de Tráfego

3.5 - Estudo Ambiental

4 - PROJETOS

4.1 - Projeto Geométrico

4.2 - Projeto de Terraplenagem

4.3 - Projeto de Pavimentação

4.4 - Projeto de Drenagem

4.5 - Projeto de Obras Complementares

4.6 - Projeto de Sinalização

4.7 - Projeto de Obras de Arte Especiais

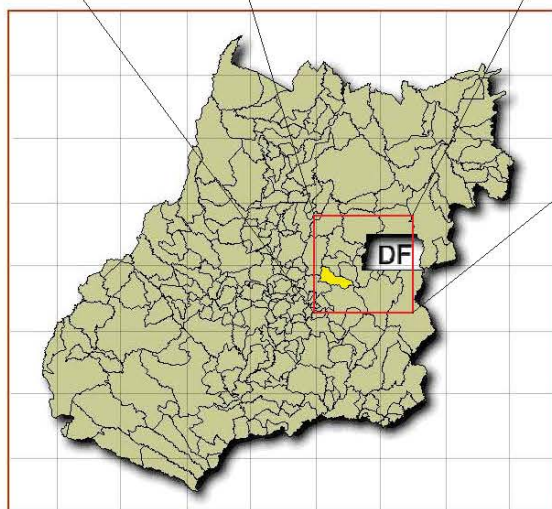
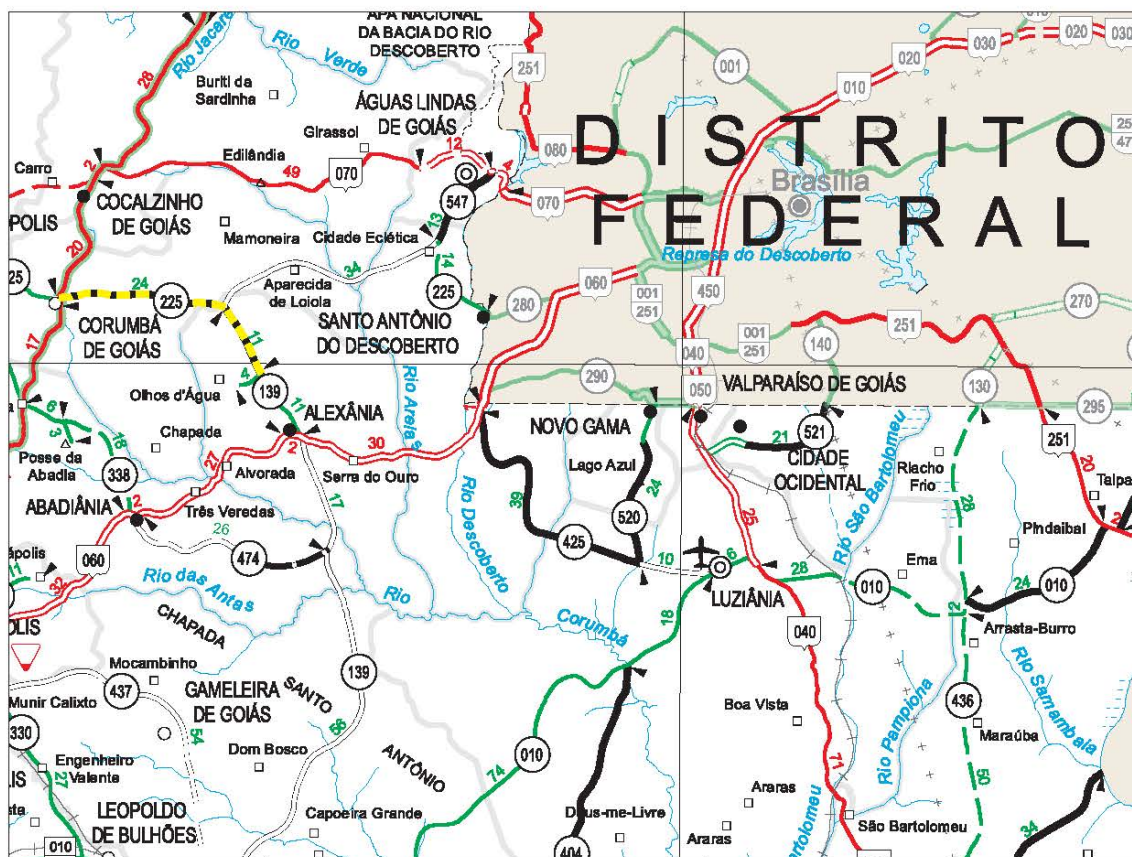
4.8 - Projeto Ambiental

5 - QUADRO DE QUANTIDADES

6 - TERMO DE ENCERRAMENTO

2 - MAPA DE SITUAÇÃO

2 - 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 Entroncamento da GO-561(Povoado de Olhos D’água) indo até a estaca 1555+6,724. Devido a solitação do corpo técnico da AGETOP para mudança de traçado foi feito uma variante iniciando na estaca 499(LT) = estaca 00(V) e finalizou na estaca 259+1,858(V) = estaca 725(LT), perfazendo um total de 31,77 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-DATUM SIRGAS 2000) 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 GPS (TOPICON RTK). 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 forão 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 forão piqueteadas de 10m em 10m. Todos os piquetes correspondentes aos PI, PC, PT, TS E ST, foram amarrados por "pontos de segurança", situados a mais de 20m do eixo da rodovia.

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

As curvas foram materializadas no campo, com utilização de GPS RTK 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- (DATUM SIRGAS 2000) de todas as estacas e dos pontos notáveis do projeto.

Características Técnicas e Operacionais do Projeto:

· Classe da rodovia.....	III
· Região.....	Plana
· Velocidade de projeto.....	80 km/h
· Distância mínima de visibilidade de parada.....	140 m
· Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem.....	560 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 INICIO- ENTR. GO-561											
LT	01	E	02+15,628		07+04,317	00°16'56"	18.000,00	-	44,344	88,689	
	02	E	247+13,46		273+04,598	11°42'52"	2.500,00	-	256,463	511,138	
	3(PI SECO)	E	436+15,384		436+15,384	65°33'19"	-	-	0,000		
	04	D	465+15,089		478+16,274	14°57'53"	1.000,00	-	131,340	261,185	
VARIANTE	INICIO DA VARIANTE ESTACA 499(LT) = ESTACA 00(V)										
	01	D	00+15,618		33+04,025	49°32'05"	750,00	-	346,030	648,407	
	02	E	73+14,239		94+11,023	31°50'24"	750,00	-	213,926	416,784	
	03	E	103+17,486		119+16,399	28°06'41"	650,00	-	162,734	318,914	
	04	E	125+03,261		141+10,379	28°50'05"	650,00	-	167,101	327,119	
	05	D	177+09,353		195+15,039	26°11'25"	800,00	-	186,095	365,686	
	06	D	209+19,684		254+13,882	34°09'21"	1.500,00	-	460,828	894,198	
LT	FINAL DA VARIANTE ESTACA 259+1,858(V) = ESTACA 725(LT)										
	05	E	762+09,674		774+11,681	09°14'38"	1.500,00	-	121,267	242,007	
	06	D	891+04,435		918+02,312	44°01'33"	700,00	-	283,002	537,877	
	07	E	948+17,188	953+17,188	975+13,242	980+13,242	76°47'03"	400,00	100	367,745	636,054
	08	D	1063+15,321			1080+10,129	12°47'19"	1.500,00	-	168,102	334,808
	09	D	1133+04,565			1143+17,907	08°08'57"	1.500,00	-	106,851	213,342
	10	E	1210+01,894			1222+08,991	20°13'30"	700,00	-	124,847	247,097
	11	D	1251+05,919			1274+03,353	37°26'29"	700,00	-	237,220	457,434
	12	E	1326+17,230			1341+11,141	16°50'24"	1.000,00	-	148,023	293,911
	13	D	1371+17,160			1390+03,993	30°01'33"	700,00	-	187,733	366,833
	14	E	1394+06,731			1410+04,509	18°12'26"	1.000,00	-	160,240	317,778
	15	E	1423+08,016	1428+08,016	1444+02,74	1449+02,740	52°48'15"	450,00	100	273,842	514,724
	16	E	1473+19,193	1477+19,193	1481+12,213	1485+12,213	19°28'59"	450,00	80	117,347	233,020
	17	D	1489+01,212	1494+01,212	1518+11,538	1523+11,538	75°09'45"	450,00	100	397,004	690,326
	18	D	1537+05,403	1542+05,403	1545+15,546	1550+15,546	21°39'48"	450,00	100	136,256	270,143
	19	E	1551+01,923	1552+01,923	1554+01,484	1555+01,484	42°39'26"	80,00	20	41,313	79,561
ESTACA FINAL 1555+6,724 -CORUMBÁ DE GOIÁS							-	-			
RODOVIA: GO-139/225 TRECHO: Entr. GO-561(Pov. Olhos D'água) / Corumbá de Goiás EXTENSÃO: 31,77 km LOTE: ÚNICO						PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA					
						CARACTERIZAÇÃO DAS CURVAS HORIZONTAIS					

QUADRO DE COORDENADAS

Estação	Distância (m)	Deflexão	Lado	Azimute	X	Y
PTO-01				336°17'57"	760.886,7850	8.228.700,0780
PI-01	99,97	00°16'56"	E	336°01'01"	760.846,6000	8.228.791,6190
PI-02	5.109,95	11°42'52"	E	324°18'09"	758.769,5820	8.233.460,4070
PI-03	3.527,25	65°33'19"	E	258°44'50"	756.711,4160	8.236.324,9220
PI-04	711,05	14°57'53"	D	273°42'43"	756.014,0400	8.236.186,1710
INICIO DA VARIANTE ESTACA 499(LT) = ESTACA 00(V)						
PI-01(V)	361,65	49°32'05"	D	323°14'48"	755.119,2082	8.236.244,2271
PI-02(V)	1.370,17	31°50'24"	E	291°24'24"	754.299,3400	8.237.342,0347
PI-03(V)	563,12	28°06'41"	E	263°17'43"	753.775,0655	8.237.547,5674
PI-04(V)	436,70	28°50'05"	E	234°27'39"	753.341,3548	8.237.496,5829
PI-05(V)	1.072,17	26°11'25"	D	294°48'25"	752.468,9113	8.236.873,3729
PI-06(V)	931,57	34°09'21"	D	260°39'04"	751.549,7180	8.236.722,0435
FINAL DA VARIANTE ESTACA 259+1,858(V) = ESTACA 725(LT)						
PI-05	1.337,94	09°14'38"	E	285°33'46"	750.260,9790	8.237.317,7140
PI-06	2.737,02	44°01'33"	D	329°35'19"	747.624,3060	8.238.052,0490
PI-07	1.265,62	76°47'03"	E	252°48'16"	746.983,6440	8.239.143,5400
PI-08	2.197,93	12°47'19"	D	265°35'35"	744.883,9600	8.238.493,7660
PI-09	1.329,39	08°08'57"	D	273°44'32"	743.558,5000	8.238.391,6230
PI-10	1.555,69	20°13'30"	E	253°31'02"	742.006,1320	8.238.493,1650
PI-11	938,99	37°26'29"	D	290°57'31"	741.105,7240	8.238.226,7480
PI-12	1.439,12	16°50'24"	E	274°07'07"	739.761,8210	8.238.741,5160
PI-13	941,77	30°01'33"	D	304°08'40"	738.822,4790	8.238.809,1610
PI-14	430,71	18°12'26"	E	285°56'14"	738.466,0130	8.239.050,9120
PI-15	697,59	52°48'15"	E	233°07'59"	737.795,2380	8.239.242,4600
PI-16	887,64	19°28'59"	E	213°39'00"	737.085,0970	8.238.709,9120
PI-17	583,35	75°09'45"	D	288°48'45"	736.761,8520	8.238.224,3080
PI-18	807,13	21°39'48"	D	310°28'33"	735.997,8440	8.238.484,5840
PI-19	183,95	42°39'26"	E	267°49'07"	735.857,9200	8.238.603,9880
PTO-02					735.811,4010	8.238.602,2160
PTO-01 = ESTACA 00PP INICIO (ENTR. GO-561)						
PTO-02 = ESTACA 1555+6,724 FINAL (CORUMBÁ DE GOIÁS)						
RODOVIA:	GO-139/225	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA				
TRECHO:	Entr. GO-561(Pov. Olhos D'água) / Corumbá de Goiás					
EXTENSÃO:	31,77 km					
LOTE:	ÚNICO					
					QUADRO DE COORDENADAS	

RELAÇÃO DE RN's e AMARRAÇÕES GEODESICAS

RN N°	Estaca	Lado	Distância	Cota	Observação
RN.00=MA.02	00PP	LE	5,13	1.103,686	PE DO MEIO FIO
RN.01	50	LE	13,55	1.104,917	BEIRA DA CERCA
RN.02	100	LE	33,00	1.092,150	BEIRA DA CERCA
RN.03	150	LD	13,50	1.090,147	BEIRA DA CERCA
RN.04	200	LD	22,00	1.089,362	BEIRA DA CERCA
RN.05=MA.03	250	LE	18,00	1.112,495	
RN.06	303	LE	30,00	1.120,465	BEIRA DA CERCA
RN.07	350	LE	18,00	1.120,839	BEIRA DA CERCA
RN.08	400	LE	18,00	1.127,032	BEIRA DA CERCA
RN.09	450	LD	28,00	1.119,889	BEIRA DA CERCA
RN.10=MA.05	500(LT)	LD	20,00	1.114,533	
RN.11	546(LT)	LD	35,75	1.103,873	
RN.12	600(LT)	LD	30,00	1.014,602	
RN.13	653(LT)	LD	30,00	1.101,161	
RN.14	700(LT)	LD	30,00	1.109,157	
RN.15=MA.08	747	LD	30,00	1.084,096	
RN.16	800	LD	30,00	1.030,466	
RN.17	850	LE	30,00	1.046,435	
RN.18	900	LD	30,00	1.085,668	BEIRA DA CERCA
RN.19	950	LE	20,00	1.088,038	
RN.20=MA.09	1009	LE	25,00	1.081,097	
RN.21	1059	LD	30,00	1.060,981	BEIRA DA CERCA
RN.22	1100	LE	20,00	1.023,536	BEIRA DA CERCA
RN.23	1150	LE	30,00	1.044,150	BEIRA DA CERCA
RN.24	1200	LE	30,00	1.074,703	
RN.25	1251	LE	30,00	1.111,403	
RN.26	1300	LD	30,00	1.117,887	
RN.27	1350	LD	30,00	1.117,370	
RN.28	1400	LD	30,00	1.112,399	
RN.29	1450	LD	30,00	1.062,447	
RN.30	1500	LE	30,00	1.046,034	
RN.31=MA.14	1555+1,48	LE	30,00	1.002,034	
RODOVIA: GO-139/225 TRECHO: Entr. GO-561(Pov. Olhos D'água) / Corumbá d EXTENSÃO: 31,77 km LOTE: ÚNICO			PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA RELAÇÃO DE RN's		

RODOVIA:	GO-139/225	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
TRECHO:	Entr. GO-561(Pov. Olhos D'água) / Corumbá de Goiás	
EXTENSÃO:	31,77 km	RELAÇÃO DE MARCOS GEODESICOS
LOTE:	ÚNICO	

Nivelamento e Contranivelamento

O nivelamento e contranivelamento do eixo foram realizados geometricamente.

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 1000m, ao longo da faixa de domínio da rodovia.

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 vôo 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-139 /225**, Trecho: **Entr. GO-561(Povoado Olhos D´água) / Corumbá de Goiás**.

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 Pirenópolis), com dados pluviométricos de 1979 a 2012(33anos).

3.2.2 - Características Físicas da Região

Clima

O clima da região é semi-úmido, de temperaturas elevadas, variando de 24°C a 36°C.

O espaço geográfico Goiano apresenta um regime térmico caracterizado por temperaturas elevadas no verão e amenas à fria no inverno, em decorrência principalmente da latitude, como também, encontra-se, ainda, sob a influencia do mEc (massa Equatorial continental), responsável pelo elevado índice de concentração pluviométrica no verão.

O clima da região, segundo a classificação de Wladimir Koppen pertence ao grupo A, tipo AW.

Neste tipo regional estão os mesoclimas úmido a subúmido, entretanto, no mesoclima local a média pluviométrica anual se encontra entre 800 e 1500 mm. O índice de umidade caracteriza-se com valores mais baixos (40 a 20). O excedente hídrico registra de 100 a 800mm anuais, durante 4 a 6 meses, e uma deficiência hídrica no solo variando de 100 a 500 mm por um período de 3 a 6 meses deficientes.

Referentes à temperatura, as médias verificadas nestes mesoclimas estão entre 20 - 28 graus, apresentando uma variação de 5 graus entre as diversas áreas dos planaltos e depressão.

Geologia

O trecho estudado se situa na porção nordeste do Estado de Goiás, ligando a cidade de Olhos D'água a Corumbá de Goiás. A geologia do trecho, a partir da cidade de Olhos d'água, se desenvolve sobre litologias do Grupo Canastra, Grupo Araxá e Coberturas Terciárias – Quaternárias detrítico lateríticas.

Serão descritas abaixo as variações litológicas encontradas no trecho:

Cobertura Sedimentar Terciária – Quaternária detrítico laterítica.

Esta unidade de idade supostamente terciária/quaternária corresponde a uma superfície desenvolvida a partir de um processo de aplainamento e laterização de toda uma região que engloba o centro-oeste brasileiro; sendo na região, mais expressiva sobre as rochas do complexo granito – gnaisse indiferenciado.

É caracterizada por latossolos vermelhos amarronzados, estrutura indefinida e textura areno-argilosa, com predominância de hidróxido de ferro (goethita) e subordinadamente caulinita e gibsitita, e mostra o desenvolvimento de perfis lateríticos maduros e imaturos, onde ocorrem níveis de linhas de pedras (stone lines), com predominância de fragmentos angulosos de quartzo, geralmente dispostos na porção superior dos mesmos.

Em Goiás estas coberturas são encontradas com variadas espessuras, na forma de perfis imaturos, caracterizados principalmente por um latossolo onde se desenvolvem níveis ferruginosos. Localmente, ocorrem perfis maduros, gerando horizontes bem definidos, evoluídos a partir da rocha original, para um saprólito, seguido dos

horizontes: mosqueado, ferruginoso com pisólitos, e culminando com a formação de uma crosta ferruginosa, como pode ser observado na região de Fazenda Nova.

Este processo de laterização proporcionou a formação de depósitos de enriquecimento supergênico (Ni, Mn).

Grupo Canastra

Corresponde a um conjunto de metamorfitos, definido por Barbosa (1955), constituído por quartzitos, filitos e xistos, que ocorrem desde o sul de Minas Gerais até o noroeste do Distrito Federal, ocupando o setor meridional da Faixa de Cavalgamentos e Dobramentos Brasília (Dardenne, 1978; Dardenne, 1981; Pereira, 1992).

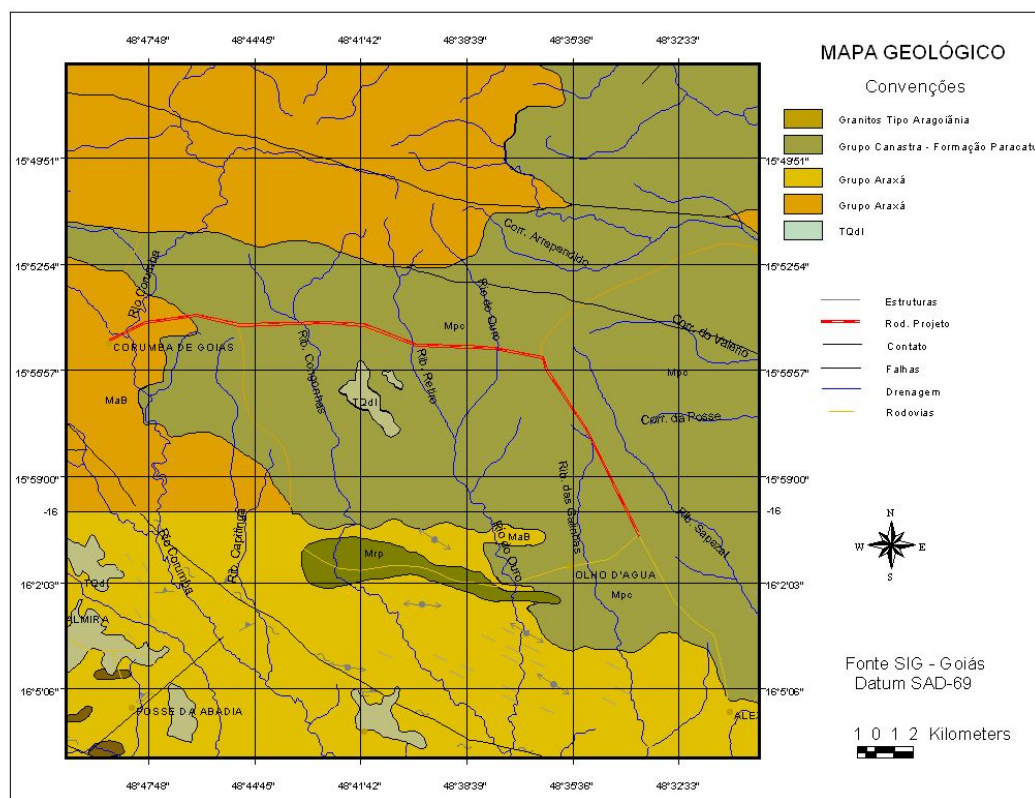
Os diversos trabalhos regionais posicionam-no acima do Grupo Araxá, ressaltando o contraste metamórfico entre essas duas unidades com o Grupo Canastra possuindo um grau metamórfico mais baixo, fácies xisto-verde, zona da clorita (Barbosa, 1963; Barbosa, 1970; Ferrari, 1989b) e condições metamórficas marcadas por temperaturas entre 250 e 300 C° e pressões de 1,5 a 2kbar (Freitas- Silva & Campos, 1998).

Freitas-Silva & Dardenne (1996) propuseram uma subdivisão formal para o Grupo Canastra, no oeste mineiro e sudeste de Goiás, em três formações denominadas: Serra do Landim, Paracatu (membros, Morro do Ouro e Serra da Anta) e Chapada dos Pilões(membros Serra da Urucânia e Hidroelétrica Batalha). No trecho este Grupo é representado pela Fm. Paracatu.

Grupo Araxá

A geologia local é a unidade B do Grupo Araxá.

Unidade B - MaB: Definida por uma sequência pelítica marinha, constituída por calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-biotita xistos feldspáticos, calci-granada-biotita-quartzo xistos feldspáticos, granada-clorita xistos, hornblenda-granada xistos feldspáticos, grafita xistos, lentes de metacalcários, quartzitos micáceos e subordinadamente, lentes de anfibolito. A idade do Grupo Araxá tem sido motivo de controvérsia, com os dados Sm-Nd e U-Pb obtidos por Pimentel (1992) sugerindo uma idade neoproterozóica (790Ma), questionada por Lacerda Filho et al.(1995). Estes autores caracterizaram a rocha datada como um granitóide cisalhado, sintectônico, intrusivo no Grupo Araxá, fato confirmado posteriormente por Pimentel et al. (1995), o que atribui ao grupo uma idade mais antiga.



Geomorfologia

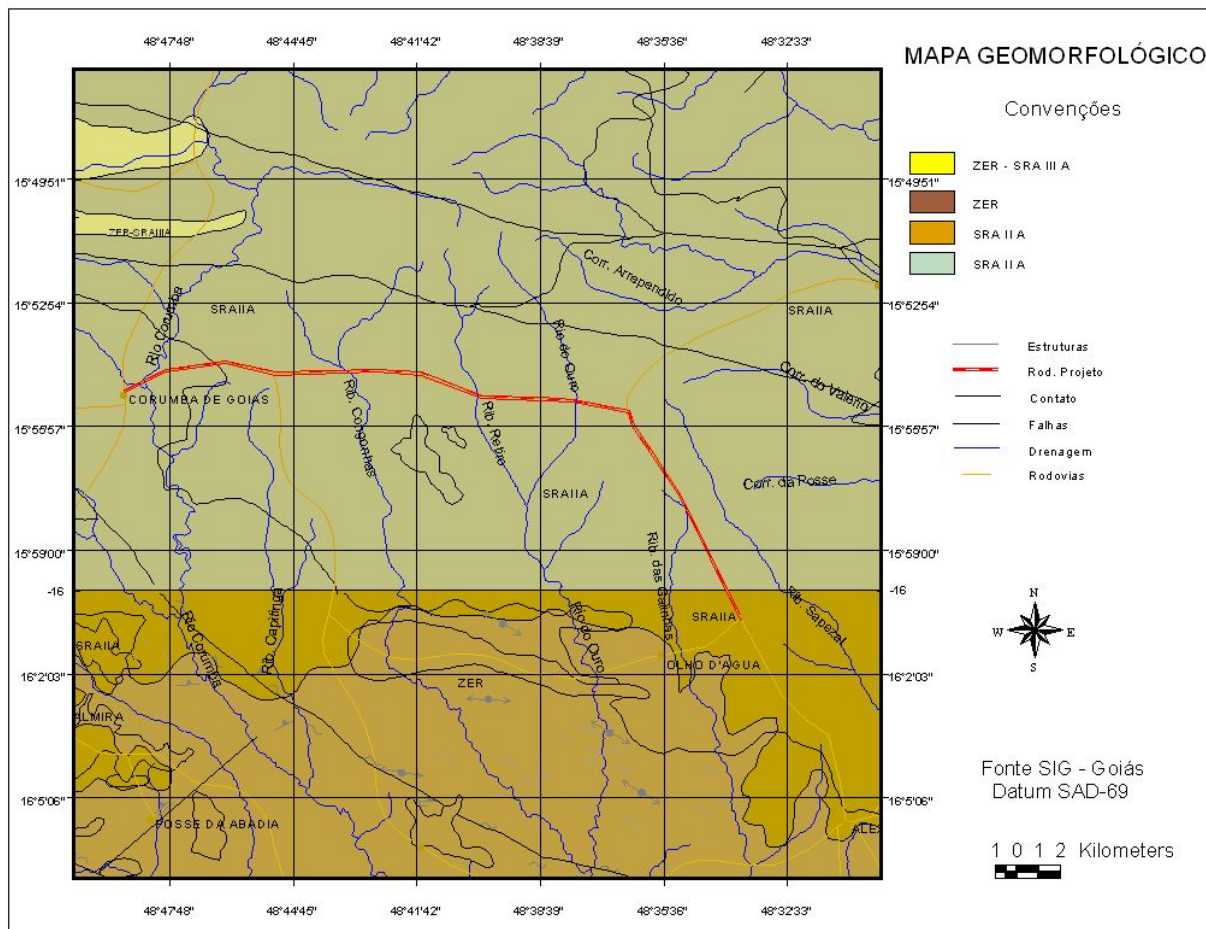
A Geomorfologia do trecho a partir da cidade de Olhos d'Água é constituída de um domínio denominado de Planalto Central Goiano.

O Planalto Central Goiano é representado na área pelo Planalto de Estruturas Dobradas.

Planalto de Estruturas Dobradas

Esta unidade possui um relevo com níveis de aplainamento diferenciados. A superfície plana situada na parte superior foi elaborada por outros planos mais baixos atuando a lixiviação oblíqua e as rampas mais baixas recebem o material lixiviado, os relevos dos níveis inferiores as do Planalto apresentam relevos residuais com camadas apresentando mergulho para NE, nas escarpas ocorrem cornijas rochosas que são entulhadas na base por sulcos e ravinas, posicionados em altitudes entre 800 e 1.200m. a área possui relevo plano tabular com residuais côncavos, os vales de fundo plano possuem áreas colmatadas por seixos na parte inferior do perfil, localizados nas partes inferiores das rampas com inclinação em torno de 8°, este Planalto está entremeado aos diversos relevos residuais que compõe o Planalto Central Goiano. Esculpida em litologias Mesozóicas diversas apresentam-se predominantemente dissecadas em formas tabulares relativamente amplas com drenagem de aprofundamento muito fraco.

No trecho o planalto está representado pelas superfícies de aplainamento residual II A.



Pedologia

Na região atravessada pelo trecho existe 3 classes pedológicas predominantes.

Partindo da cidade de Olhos D'água, atravessamos solos das classes dos Plintossolos, Cambissolos e Latossolos Vermelho-amarelo.

– Plintossolo

São assim denominados solos minerais, não hidromórficos, com conteúdo de concreções ferruginosas (petroplintita) na fração grosseira (calhaus e cascalhos) em quantidade igual ou superior a 50%, em volume, subjacente a horizonte A de qualquer tipo.

- 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 sequência 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. Como se desenvolvem a partir de litologias bastante diversificadas, apresenta grande variação nas características físicas, químicas e morfológicas. Assim, ocorrem solos álicos, distróficos ou eutróficos, profundos ou pouco profundos, às vezes rasos, pedregosos ou não, com horizonte A moderado, chernozêmico ou proeminente.

– Latossolo Vermelho - Amarelo

Esta classe apresentando textura argilosa, alto grau de intemperização, baixa suscetibilidade a erosão com granulometria areno argilosa, sendo encontrado em terrenos de relevo plano, em alguns locais apresenta pedregulhos laterizados.

Vegetação

A vegetação natural da região é basicamente cerrado, com a presença de florestas de galeria. Todavia, como uma das principais atividades econômicas é a agropecuária, 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 Savana pode ser definida como sendo uma vegetação xeromorfa, oligotrófica, com fisionomias variando do arbóreo denso ao gramíneo - lenhoso.

A região do trecho exibe variações de região de savana como Savana Arbórea aberta com mata de galeria que será descrita a seguir:

Savana Arbórea Aberta

É uma formação campestre, entremeada de arvoretas xeromorfas, geralmente raquíticas, com altura em torno de 5m, esparsamente distribuídas sobre um contínuo tapete gramíneo - lenhoso. De um modo geral, é submetida às queimadas anuais. Na área em questão constatou - se a ocorrências da subformação “com floresta de galeria”.

Mata de Galeria/ Mata Ciliar

A Mata Ciliar é definida como vegetação florestal que acompanha as margens dos rios de médio e grande porte. A Mata de Galeria é definida como vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos do planalto do Brasil Central, formando corredores fechados sobre os cursos d'água. Estas vegetações destacam-se por desempenhar importantes funções ecológicas e hidrológicas, protegendo as margens dos rios, evitando o assoreamento.

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: Pirenópolis

- 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.

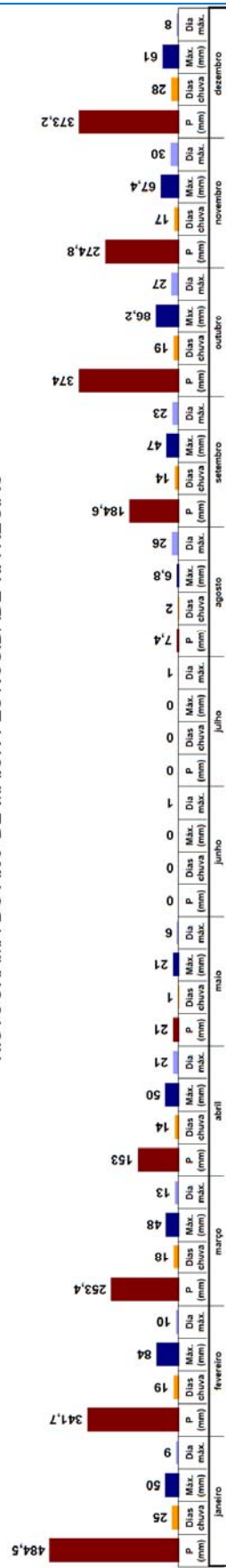
DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAL E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAL E ANUAIS

RODOLFO: GO-139/ GO-225 ESTACÃO : Pterópolis - (Sub-bacia Rio Tocantins/Maranhão/Almas, principal curso d'água Rio Das Águas) ANA: 30/01/2014
TRECHO: ENTR. GO-561(PV. OLHOS D'ÁGUA) / CORUMBÁ DE GOIÁS LATITUDE : 15°51'00" (UTM N = 8 240 577,04 m) 1979 A 2012 (25 ANOS)
SUB-TRECHO: 4857007 (UTM E = 719 536,32 m)
EXTENSÃO: 31,11 KM COORDENADA: 01548003

ANOS	MESES												DADOS ANUAIS			
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total	Diã de Máxima	Diã	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1979	479,3	29	52,8	10	220,5	22	39	21	212,4	17	48	14	102,6	2	75,2	
1980	329,3	28	50,4	14	572,3	26	64,8	16	141,9	12	50,4	14	0,8	2	0,6	
1981	339,4	24	28,8	23	71,4	10	22,2	12	345,4	19	57,6	8	29,6	5	12	
1982	451,4	28	60,8	9	167,2	18	39,4	27	271,2	21	48,6	6	92	13	115,8	
1983	491	27	66,8	11	412,8	18	99,6	21	159,6	23	24	17,3	14	43,8	14	15
1984	84	13	17,6	26	210,4	19	34,4	17	268,8	18	50	23	200,4	11	83	
1985	580,4	27	120	30	173,2	14	32	11	232,6	19	32	21	133,4	13	37,8	
1986	308,6	21	52	29	217,8	18	40,8	20	153,6	15	31,6	9	160,9	12	45	
1987	224	20	48	8	303,1	18	50,9	26	253,8	23	53	11	116,9	11	41,1	
1988	186,3	16	51,2	29	271,3	18	47,3	29	233,4	15	75,3	13	42,5	1	42,5	
1989	484,9	25	50	9	341,7	19	84	10	253,4	19	48	13	163	14	50	
1990	90,2	8	24,6	26	300	24	51	4	110,5	19	20	27	411,7	9	179	
1991	320,1	22	53	13	195,1	19	43	12	312,3	22	46,5	3	155,1	12	32,5	
1992	484,9	25	50	9	341,7	19	84	10	253,4	19	48	13	163	14	50	
1993	90,2	8	24,6	26	300	24	51	4	110,5	19	20	27	411,7	9	179	
1994	320,1	22	53	13	195,1	19	43	12	312,3	22	46,5	3	155,1	12	32,5	
1995	243,9	21	83	1	177,1	25	19	4	252,3	21	38,6	26	190,3	17	41	
1996	198,9	22	26	3	173,7	19	33,2	21	213,3	25	30,8	11	175,2	12	47	
1997	320,1	22	53	13	195,1	19	43	12	312,3	22	46,5	3	155,1	12	32,5	
1998	198,9	22	26	3	173,7	19	33,2	21	213,3	25	30,8	11	175,2	12	47	
1999	198,9	22	26	3	173,7	19	33,2	21	213,3	25	30,8	11	175,2	12	47	
2000	254	26	44,7	21	282,2	22	58,8	26	228,7	25	48,1	4	81,5	12	20,9	
2001	125,2	21	18,8	2	90,6	18	23,3	2	422,6	22	76,9	12	80,5	10	24,1	
2002	447,8	24	62	12	210,9	24	40	15	376,6	24	43,7	2	84,2	13	25,3	
2003	447,8	24	62	12	210,9	24	40	15	376,6	24	43,7	2	84,2	13	25,3	
2004	474,8	27	77,5	17	352,2	26	72,2	10	273,3	20	82,6	20	182,6	14	42,1	
2005	455,6	26	107	31	266,2	19	64,5	2	305,1	24	48,1	19	151,8	11	54,8	
2006	142,3	16	22,4	4	383,6	23	73,6	6	245,6	25	45,1	10	174,7	17	38,3	
2007	281,8	22	36,8	17	400	24	68,9	12	194	24	43,5	2	168,7	13	27,9	
2008	277,4	20	54,3	1	321,8	24	60,6	4	282,1	19	75,1	16	223,5	18	73,9	
2009	277,4	20	54,3	1	321,8	24	60,6	4	282,1	19	75,1	16	223,5	18	73,9	
2010	238,8	22	51,8	26	221,8	16	81,4	26	211,6	25	33,7	17	126	2	9,4	
2011	235,6	26	30,2	1	296,9	22	42,4	14	337,4	29	60,7	23	34,2	8	16,8	
2012	337,5	27	65,5	10	178,8	20	33,8	13	204,8	17	53,3	27	163,2	16	47,6	

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

HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



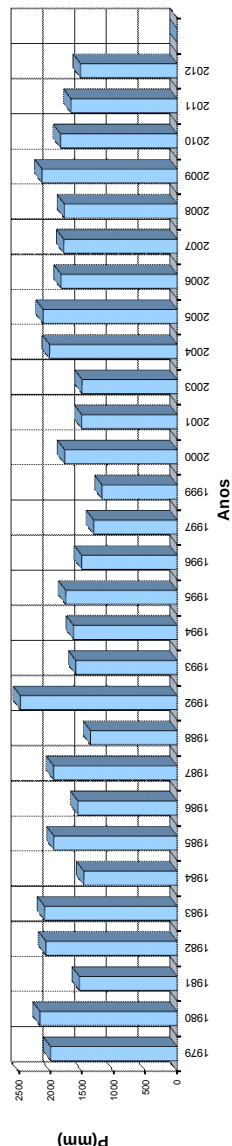
ANOS	DADOS GERAIS												DADOS ANUAIS		
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total	Diã de Máxima	Diã
	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)	Max. (mm)
1982	484,9	25	50	9	341,7	19	84	10	253,4	19	48	13	163	14	50
1983	491	27	66,8	11	412,8	18	99,6	21	159,6	23	24	17,3	14	43,8	14
1984	84	13	17,6	26	210,4	19	34,4	17	268,8	18	50	23	200,4	11	83
1985	580,4	27	120	30	173,2	14	32	11	232,6	19	32	21	133,4	13	37,8
1986	308,6	21	52	29	217,8	18	40,8	20	153,6	15	31,6	9	160,9	12	45
1987	224	20	48	8	303,1	18	50,9	26	253,8	23	53	11	116,9	11	41,1
1988	186,3	16	51,2	29	271,3	18	47,3	29	233,4	15	75,3	13	42,5	1	42,5
1989	484,9	25	50	9	341,7	19	84	10	253,4	19	48	13	163	14	50
1990	90,2	8	24,6	26	300	24	51	4	110,5	19	20	27	411,7	9	179
1991	320,1	22	53	13	195,1	19	43	12	312,3	22	46,5	3	155,1	12	32,5
1992	484,9	25	50	9	341,7	19	84	10	253,4	19	48	13	163	14	50
1993	90,2	8	24,6	26	300	24	51	4	110,5	19	20	27	411,7	9	179
1994	320,1	22	53	13	195,1	19	43	12	312,3	22	46,5	3	155,1	12	32,5
1995	243,9	21	83	1	177,1	25	19	4	252,3	21	38,6	26	190,3	17	41
1996	198,9	22	26	3	173,7	19	33,2	21	213,3	25	30,8	11	175,2	12	47
1997	320,1	22	53	13	195,1	19	43	12	312,3	22	46,5	3	155,1	12	32,5
1998	198,9	22	26	3	173,7	19	33,2	21	213,3	25	30,8	11	175,2	12	47
1999	198,9	22	26	3	173,7	19	33,2	21	213,3	25	30,8	11	175,2	12	47
2000	254	26	44,7	21	282,2	22	58,8	26	228,7	25	48,1	4	81,5	12	20,9
2001	125,2	21	18,8	2	90,6	18	23,3	2	422,6	22	76,9	12	80,5	10	24,1
2002	447,8	24	52	12	210,9	24	40	15	376,6	24	43,7	2	84,2	13	25,3
2003	447,8	24	52	12	210,9	24	40	15	376,6	24	43,7	2	84,2	13	25,3
2004	474,8	27	77,5	17	352,2	26	72,2	10	273,3	20	82,6	20	182,6	14	42,1
2005	455,6	26	107	31	266,2	19	64,5	2	305,1	24	48,1	19	151,8	11	54,8
2006	142,3	16	22,4	4	383,6	23	73,6	6	245,6	25	45,1	10	174,7	17	38,3
2007	281,8	22	36,8	17	400	24	68,9	12	194	24	43,5	2	168,7	13	27,9
2008	277,4	20	54,3	1	321,8	24	60,6	4	282,1	19	75,1	16	223,5	18	73,9
2009	277,4	20	54,3	1	321,8	24	60,6	4	282,1	19	75,1	16	223,5	18	73,9
2010	225,6	26	30,2	1	296,9	22	42,4	14	337,4	29	60,7	23	34,2	8	16,8
2011	225,6	26	30,2	1	296,9	22	42,4	14	337,4	29	60,7	23	34,2	8	16,8
2012	337,5	27	65,5	10	178,8	20	33,8	13	204,8	17	53,3	27	163,2	16	47,6

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

FONTE:

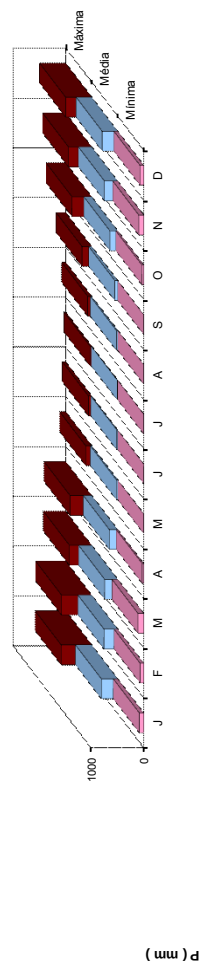
Estação: Pirenópolis Pluviograma												
PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)
Prec. Máx. Mensal	580,40	572,30	422,60	411,70	115,80	63,90	32,40	76,90	184,60	374,00	440,00	485,00
Prec. Méd. Mensal	310,03	261,67	249,14	154,47	27,03	9,37	3,11	14,69	50,11	149,47	243,47	285,98
Prec. Mín. Mensal	84,00	71,40	110,50	29,60	0,40	0,10	0,20	0,20	0,60	37,30	94,80	73,70
NDC Máx. Mensal	29	26	29	18	8	8	3	6	14	22	26	30
NDC Méd. Mensal	23	20	20	11	3	1	1	2	5	14	19	23
NDC Mín. Mensal	8	10	10	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Maranhão, Almas, principal curso d'água Rio das Almas / Carta topográfica do município de Pirenópolis: IBGE - folha SD-22-ZD-V - M-2213 - ESC. 1:100.000.												
Pmax = 2457,6 mm (Precip. Máxima Anual para o período).												
Pmed = 1758,53 mm (Precip. Média Anual para o período).												
Pmin = 1183,4 mm (Precip. Mínima Anual para o período).												
Nmax = 173 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período).												
Nmed = 143 (Média do núm. de dias de chuva por ano no período).												
Nmin = 110 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).												

Precipitações Totais Anuais



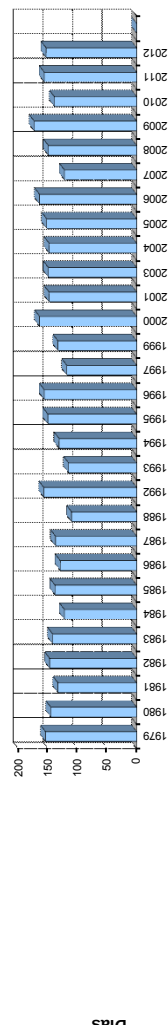
Estação : Pirenópolis

Precipitações Mensais



Estação : Pirenópolis

Número de Dias de Chuva por Ano



Anos

Anos

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 : PIRENÓPOLIS

CÓDIGO : 01548003

PERÍODO : 1979 A 2012

ENTIDADE : ANA

LATITUDE : 15°51'00"

LONGITUDE : 48°57'00"

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
8/11/1979	23	66,6	1	175,00	90,1	8.114,9	3,3	30,0
25/12/1980	20	69,2	2	153,40	68,5	4.689,9	6,7	15,0
6/11/1981	26	62,2	3	126,30	41,4	1.712,5	10,0	10,0
21/5/1982	8	96,4	4	120,00	35,1	1.230,8	13,3	7,5
11/2/1983	6	99,6	5	106,50	21,6	465,8	16,7	6,0
2/4/1984	10	83,0	6	99,60	14,7	215,6	20,0	5,0
30/1/1985	4	120,0	7	96,70	11,8	138,8	23,3	4,3
29/1/1986	28	52,0	8	96,40	11,5	131,9	26,7	3,8
7/11/1987	7	96,7	9	86,20	1,3	1,6	30,0	3,3
13/3/1988	19	75,3	10	83,00	-1,9	3,7	33,3	3,0
27/10/1992	9	86,2	11	83,00	-1,9	3,7	36,7	2,7
9/4/1993	1	175,0	12	81,00	-3,9	15,3	40,0	2,5
1/12/1994	17	76,0	13	78,50	-6,4	41,2	43,3	2,3
1/1/1995	10	83,0	14	77,50	-7,4	55,0	46,7	2,1
19/11/1996	13	78,5	15	77,10	-7,8	61,1	50,0	2,0
7/4/1997	25	63,5	16	76,90	-8,0	64,3	53,3	1,9
3/3/1999	29	44,5	17	76,00	-8,9	79,5	56,7	1,8
26/2/2000	27	59,8	18	75,60	-9,3	86,8	60,0	1,7
12/3/2001	16	76,9	19	75,30	-9,6	92,5	63,3	1,6
20/11/2003	22	66,7	20	69,20	-15,7	247,0	66,7	1,5
17/1/2004	14	77,5	21	67,60	-17,3	299,9	70,0	1,4
31/1/2005	5	106,5	22	66,70	-18,2	331,9	73,3	1,4
6/2/2006	18	75,6	23	66,60	-18,3	335,5	76,7	1,3
21/4/2007	2	153,4	24	66,50	-18,4	339,2	80,0	1,3
12/11/2008	12	81,0	25	63,50	-21,4	458,7	83,3	1,2
21/10/2009	15	77,1	26	62,20	-22,7	516,1	86,7	1,2
2/4/2010	3	126,3	27	59,80	-25,1	630,9	90,0	1,1
22/11/2011	21	67,6	28	52,00	-32,9	1.083,5	93,3	1,1
10/1/2012	24	66,5	29	44,50	-40,4	1.633,6	96,7	1,0

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

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

$$\text{MÉDIA } \bar{P} = \frac{\sum P}{29} = 84,92$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 28,71$$

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 VEM TE CHOW:

$$Pr = \bar{P} + \sigma \times K$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (*)	P (mm)
5 anos	0,87	109,90
10 anos	1,547	129,33
15 anos	1,924	140,16
20 anos	2,196	147,97
25 anos	2,402	153,88
50 anos	3,037	172,11
100 anos	3,667	190,20
1.000 anos	-	251,06
10.000 anos	-	311,93

$$\bar{P} = 84,92$$

$$\sum P = 2.462,60$$

$$\sum (\bar{P} - P)^2 = 23.081,20$$

$$m - 1 = 28$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1} = 824,3$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 28,7$$

$$Pr = 84,92 + K \times 28,71$$

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	2,533	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)

$$P5 = 84,92 + 0,87 \times 28,71 = 109,9 \text{ mm}$$

$$P10 = 84,92 + 1,547 \times 28,71 = 129,33 \text{ mm}$$

$$P15 = 84,92 + 1,924 \times 28,71 = 140,16 \text{ mm}$$

$$P20 = 84,92 + 2,196 \times 28,71 = 147,97 \text{ mm}$$

$$P25 = 84,92 + 2,402 \times 28,71 = 153,88 \text{ mm}$$

$$P50 = 84,92 + 3,037 \times 28,71 = 172,11 \text{ mm}$$

$$P100 = 84,92 + 3,667 \times 28,71 = 190,2 \text{ mm}$$

$$P1000 = P100 + (P100 - P10) = 251,06 \text{ mm}$$

$$P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 311,93 \text{ mm}$$

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.

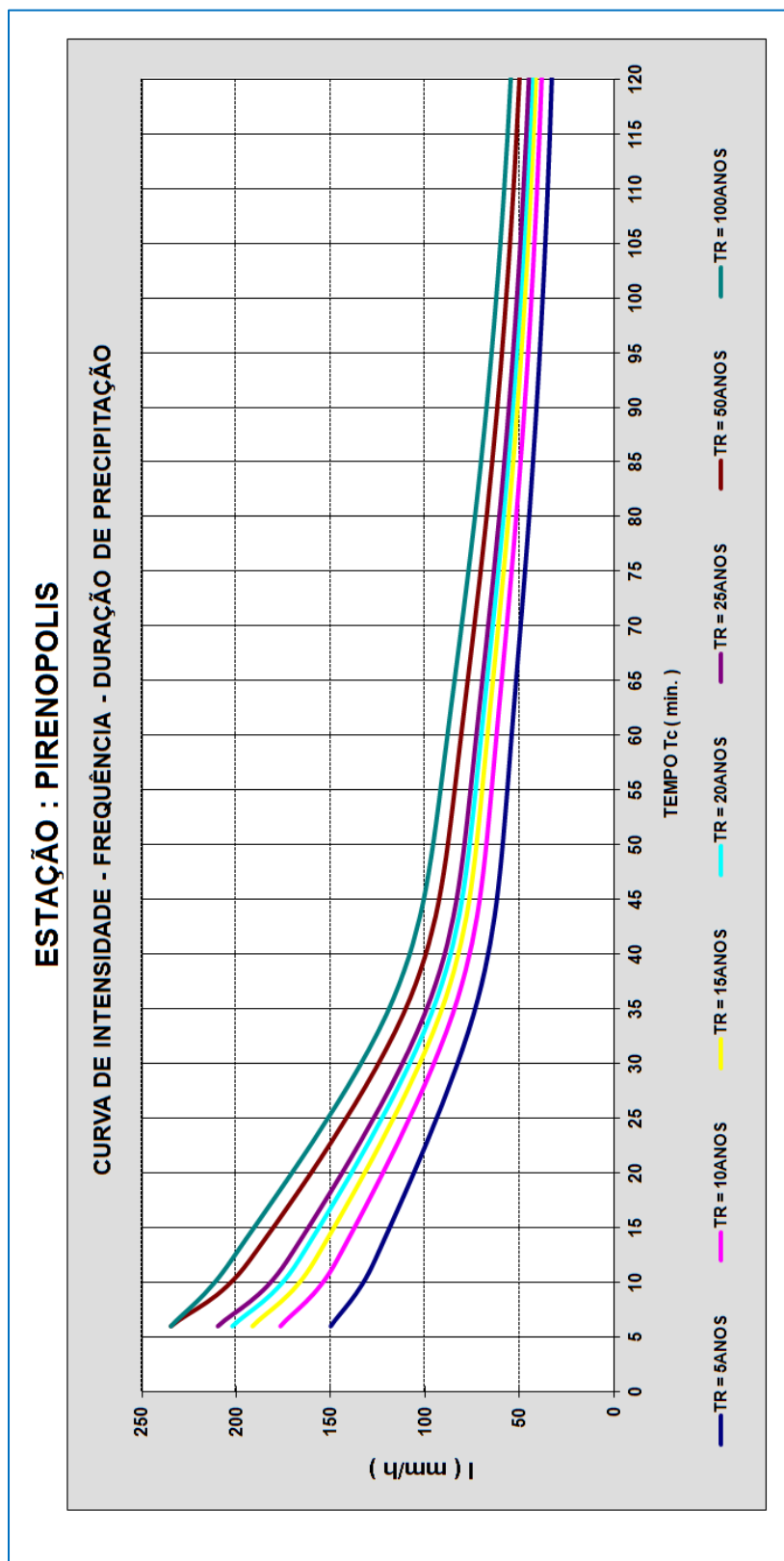
A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou um mapa, relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

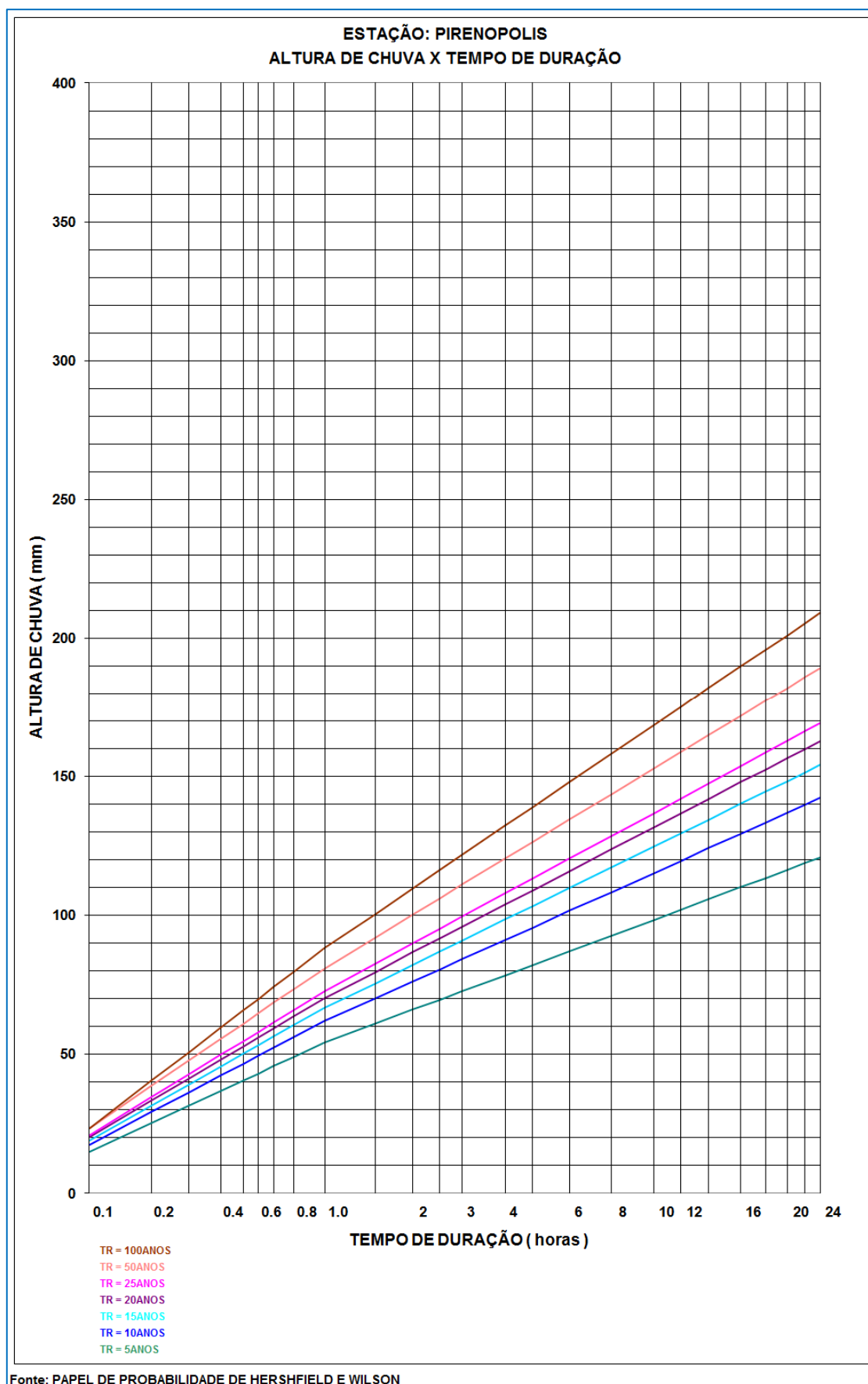
3.2.6.2 - Procedimento

Descrição da metodologia adotada:

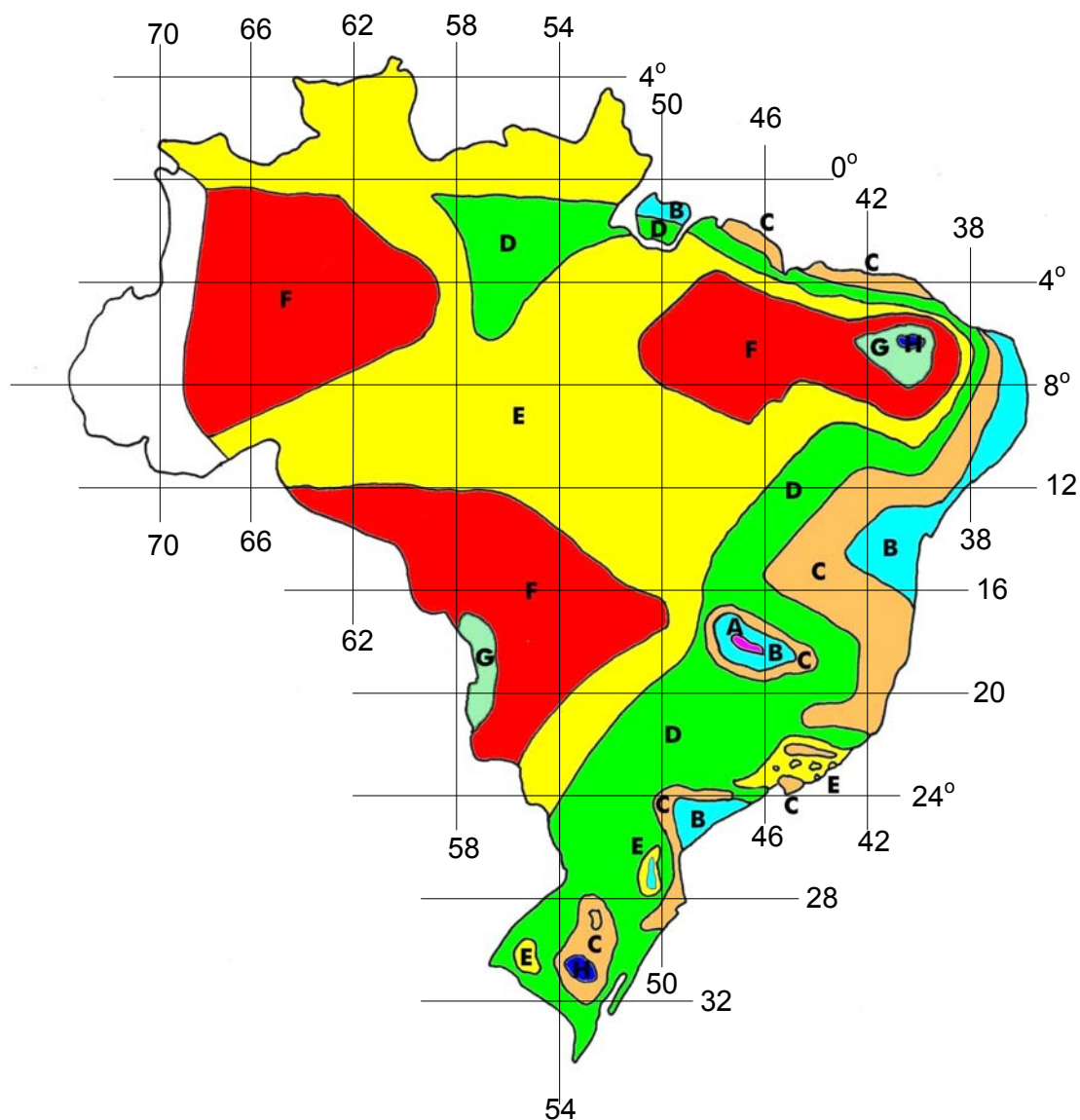
- A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou-se para o posto em estudo, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto;
- Converteu-se esta chuva de um dia, em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta, pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas / 1 dia;
- Determinou-se no 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

ESTACÃO : PIRENOPOLIS											
ISOZONA "E"											
Tempo de Recorrência em anos		1 hora / 24 horas chuva (A)					6 min / 24 horas (B)				
Porcentagem		5	10	15	20	25	50	100		5	100
As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.	24 horas (C)	120,89	142,27	154,17	162,76	169,27	189,32	209,22			
	1 hora (D)	54,28	62,03	66,76	70,31	72,79	81,03	88,29			
	6 minutos (E)	14,99	17,64	19,12	20,18	20,99	23,48	23,43			
Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = P _{1-h} (mm) x 1,10, onde P _{1-h} (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

ESTACÃO : PIRENOPOLIS - 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)	14,99	149,90	17,64	176,41	19,12	191,18	20,18	201,83	20,99	209,89	23,48	234,76	23,43	234,33
12 min. (0,2 h)	25,33	126,65	29,32	146,61	31,65	158,27	33,38	166,88	34,62	173,10	38,62	193,11	40,50	202,50
36 min. (0,6 h)	43,20	71,99	49,51	82,51	53,32	88,86	56,17	93,62	58,17	96,96	64,79	107,99	69,99	116,66
60 min. (1,0 h)	54,28	54,28	62,03	62,03	66,76	66,76	70,31	70,31	72,79	72,79	81,03	81,03	88,29	88,29
120 min. (2,0 h)	66,07	33,03	76,23	38,12	82,23	41,12	86,68	43,34	89,86	44,93	100,20	50,10	109,70	54,85
240 min. (4,0 h)	78,52	19,63	91,24	22,81	98,58	24,64	103,97	25,99	107,91	26,98	120,45	30,11	132,31	33,08
1440 min. (24,0 h)	120,89	5,04	142,27	5,93	154,17	6,42	162,76	6,78	169,27	7,05	189,32	7,89	209,22	8,72

Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Maranhão, Almas, principal curso d'água Rio Das Almas / Carta Topográfica: IBGE - folha SD-22-Z-D-V - MI-2213 - ESC. 1:100.000.

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfield 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 pela 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):

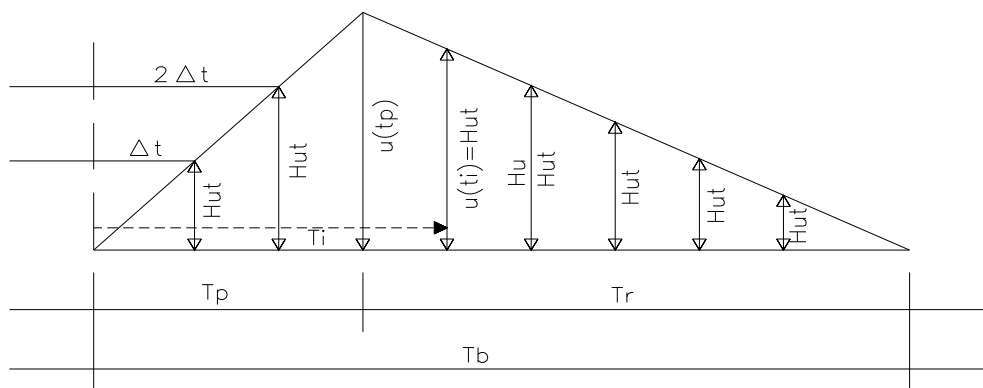
$T_r = 1,67 T_p$, em horas.

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);

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

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

P_i = precipitação em mm, $P = f(\Delta T)$ 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:

P_{ei} = chuva efetiva, em mm;

CN = complexo solo-vegetação ou número de deflúvio;

Pm = precipitação média, em mm.

Para o cálculo das chuvas efetivas parciais (q_i) nos tempos (t_i), 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 q_i e do HUT, procede-se a construção da tabela típica, para o cálculo dos valores de Q_i , 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 (m ²)	Vazão Crítica (m ³ /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 Engering" circular n° 06 do Bureaus of Public Roads.

Nº	ESTACA EIXO LOCADO	BACIA Ad (km ²)	MÉTODO	TALWEG L (km)	DESIV. H (m)	DECLIV. (%)	C	CN	Tc (h)	Tr	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
1	148+00,00	0,46	MR	0,60	7,0	1,17	0,40	0,25	15				35				140,00	7,16			(C)	8DTC Ø 1,00	RIO DO OURO
2	201+10,00	0,50	MR	0,59	2,0	0,34	0,40	0,39	15				45				115,38	6,42			(C)	8DTC Ø 1,00	
3	357+00,00	0,79	MR	1,34	9,0	0,67	0,40	0,57	15				52				91,23	8,01			(C)	8DTC Ø 1,00	
4	450+00,00	0,00	Amin																		(C)	8DTC Ø 1,00	
5	109+10,00(V)	37,73	HUT	11,09	212,0	1,91		60	1,94	25										62,74	(C)	BTCC 2,50 x 2,50	VAZ
6	180+00,00(V)	0,05	MR	0,37	15,0	4,05	0,40	0,11	15				20				181,82	1,01			(C)	8DTC Ø 1,00	
7	222+03,79(V)	0,13	MR	0,30	9,0	3,00	0,40	0,10	15				19				190,00	2,75			(C)	8DTC Ø 1,00	
8	256+07,86(V)	0,25	MR	0,69	15,0	2,17	0,40	0,22	15				33				150,00	4,17			(C)	8DTC Ø 1,00	
9	742+14,10	0,00	Amin																		(C)	8DTC Ø 1,00	RIBEIRÃO RETIRO
10	758+08,00	0,00	Amin																		(C)	8DTC Ø 1,00	
11	769+04,60	0,25	MR	0,55	54,0	9,82	0,40	0,10	15				19				190,00	5,28			(C)	8DTC Ø 1,00	
12	814+00,00	28,88	HUT	8,55	236,0	2,76		60	1,38	25									56,67		(C)	BTCC 2,50 x 2,50	
13	946+00,00	0,10	MR	0,47	39,0	8,30	0,40	0,10	15				19				190,00	2,11			(C)	8DTC Ø 1,00	RIBEIRÃO CONGONHAS
14	955+16,80	0,06	MR	0,44	32,0	7,27	0,40	0,10	15				19				190,00	1,27			(C)	8DTC Ø 1,00	
15	965+00,00	0,13	MR	0,59	47,0	7,97	0,40	0,12	15				22				183,33	2,65			(C)	8DTC Ø 1,00	
16	984+00,00	0,20	MR	0,57	49,0	8,60	0,40	0,11	15				20				181,82	4,04			(C)	8DTC Ø 1,00	
17	1012+00,00	0,15	MR	0,45	28,0	6,22	0,40	0,10	15				19				190,00	3,17			(C)	8DTC Ø 1,00	RIBEIRÃO CONGONHAS
18	1037+00,00	0,14	MR	0,39	4,0	1,03	0,40	0,19	15				30				157,89	2,46			(C)	8DTC Ø 1,00	
19	1102+00,00	0,00	Amin																		(C)	8DTC Ø 1,00	
20	1111+00,00	52,13	HUT	9,95	231,0	2,32		60	1,65	25									88,56		(C)	BTCC 3,00 x 3,00	
21	1317+00,00	0,44	MR	0,65	11,0	1,69	0,40	0,23	15				34				147,83	7,23			(C)	8DTC Ø 1,00	RIBEIRÃO CONGONHAS
22	1360+00,00	0,30	MR	0,71	21,0	2,96	0,40	0,20	15				32				160,00	5,34			(C)	8DTC Ø 1,00	
23	1408+05,00	0,55	MR	1,08	35,0	3,24	0,40	0,28	25					40							(C)	BSCC 1,50 x 1,50	
24	1429+00,00	0,18	MR	0,60	4,0	0,67	0,40	0,31	15				40				129,03	2,58			(C)	8DTC Ø 1,00	
25	1511+05,00	0,19	MR	0,29	9,0	3,10	0,40	0,10	15				19				190,00	4,01			(C)	8DTC Ø 1,00	

NOTA:

S - SUBSTITUIR P - PROLONGAR C - CONSTRUIR

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.

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

a) BACIA - 148+00,00

$$Ad = 0,46 \text{ km}^2$$

$$L = 0,6 \text{ km}$$

$$\Delta H = 7,00 \text{ m}$$

$$s = 7,00 / 600 = 1,17 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,6^2/1,17)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,25 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,25 \text{ h}$$

$$P = 35 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 35 / 0,25 = 140 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 140 \times 0,46 = 7,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

b) BACIA - 201+10,00

$$Ad = 0,5 \text{ km}^2$$

$$L = 0,59 \text{ km}$$

$$\Delta H = 2,00 \text{ m}$$

$$s = 2,00 / 590 = 0,34 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,59^2/0,34)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,39 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,39 \text{ h}$$

$$P = 45 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 45 / 0,39 = 115,38 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 115,38 \times 0,5 = 6,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

c) BACIA - 357+00,00

$$Ad = 0,79 \text{ km}^2$$

$$L = 1,34 \text{ km}$$

$$\Delta H = 9,00 \text{ m}$$

$$s = 9,00 / 1340 = 0,67 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (1,34^2/0,67)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,57 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,57 \text{ h}$$

$$P = 52 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 52 / 0,57 = 91,23 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 91,23 \times 0,79 = 8,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BTTC Ø 1,00

d) BACIA 180+00,00(V)

$$Ad = 0,05 \text{ km}^2$$

$$L = 0,37 \text{ km}$$

$$\Delta H = 15,00 \text{ m}$$

$$s = 15,00 / 370 = 4,05 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,37^2/4,05)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,11 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,11 \text{ h}$$

$$P = 20 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 20 / 0,11 = 181,82 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 181,82 \times 0,05 = 1,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

e) BACIA 222+03,79(V)

$$Ad = 0,13 \text{ km}^2$$

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

$$\Delta H = 9,00 \text{ m}$$

$$s = 9,00 / 300 = 3 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,3^2/3)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,1 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,1 = 190 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 190 \times 0,13 = 2,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

f) BACIA 256+7,86(V)

$$Ad = 0,25 \text{ km}^2$$

$$L = 0,69 \text{ km}$$

$$\Delta H = 15,00 \text{ m}$$

$$s = 15,00 / 690 = 2,17 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,69^2/2,17)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,22 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,22 \text{ h}$$

$$P = 33 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 33 / 0,22 = 150 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 150 \times 0,25 = 4,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

g) BACIA - 769+04,60

$$Ad = 0,25 \text{ km}^2$$

$$L = 0,55 \text{ km}$$

$$\Delta H = 54,00 \text{ m}$$

$$s = 54,00 / 550 = 9,82 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,55^2/9,82)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,1 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,1 = 190 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 190 \times 0,25 = 5,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

Obs:VAZ

h) BACIA - 946+00,00

$$Ad = 0,1 \text{ km}^2$$

$$L = 0,47 \text{ km}$$

$$\Delta H = 39,00 \text{ m}$$

$$s = 39,00 / 470 = 8,3 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,47^2/8,3)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,1 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,1 = 190 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 190 \times 0,1 = 2,11 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

i) BACIA - 955+16,80

$$Ad = 0,06 \text{ km}^2$$

$$L = 0,44 \text{ km}$$

$$\Delta H = 32,00 \text{ m}$$

$$s = 32,00 / 440 = 7,27 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,44^2/7,27)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,1 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,1 = 190 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 190 \times 0,06 = 1,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

j) BACIA - 965+00,00

$$Ad = 0,13 \text{ km}^2$$

$$L = 0,59 \text{ km}$$

$$\Delta H = 47,00 \text{ m}$$

$$s = 47,00 / 590 = 7,97 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,59^2/7,97)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,12 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,12 \text{ h}$$

$$P = 22 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 22 / 0,12 = 183,33 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 183,33 \times 0,13 = 2,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

k) BACIA - 984+00,00

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

$$L = 0,57 \text{ km}$$

$$\Delta H = 49,00 \text{ m}$$

$$s = 49,00 / 570 = 8,6 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,57^2/8,6)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,11 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,11 \text{ h}$$

$$P = 20 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 20 / 0,11 = 181,82 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 181,82 \times 0,2 = 4,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

l) BACIA - 1012+00,00

$$Ad = 0,15 \text{ km}^2$$

$$L = 0,45 \text{ km}$$

$$\Delta H = 28,00 \text{ m}$$

$$s = 28,00 / 450 = 6,22 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,45^2/6,22)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,1 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,1 = 190 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 190 \times 0,15 = 3,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

m) BACIA - 1037+00,00

$$Ad = 0,14 \text{ km}^2$$

$$L = 0,39 \text{ km}$$

$$\Delta H = 4,00 \text{ m}$$

$$s = 4,00 / 390 = 1,03 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,39^2/1,03)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,19 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,19 \text{ h}$$

$$P = 30 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 30 / 0,19 = 157,89 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 157,89 \times 0,14 = 2,46 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

n) BACIA - 1317+00,00

$$Ad = 0,44 \text{ km}^2$$

$$L = 0,65 \text{ km}$$

$$\Delta H = 11,00 \text{ m}$$

$$s = 11,00 / 650 = 1,69 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,65^2/1,69)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,23 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,23 \text{ h}$$

$$P = 34 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 34 / 0,23 = 147,83 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 147,83 \times 0,44 = 7,23 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

o) BACIA - 1360+00,00

$$Ad = 0,3 \text{ km}^2$$

$$L = 0,71 \text{ km}$$

$$\Delta H = 21,00 \text{ m}$$

$$s = 21,00 / 710 = 2,96 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,71^2/2,96)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,2 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,2 \text{ h}$$

$$P = 32 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 32 / 0,2 = 160 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 160 \times 0,3 = 5,34 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

p) BACIA - 1408+05,00

$$Ad = 0,55 \text{ km}^2$$

$$L = 1,08 \text{ km}$$

$$\Delta H = 35,00 \text{ m}$$

$$s = 35,00 / 1080 = 3,24 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (1,08^2/3,24)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,26 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,26 \text{ h}$$

$$P = 40 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 40 / 0,26 = 153,85 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 153,85 \times 0,55 = 9,41 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSCC 1,50 x 1,50**

OBRA EXISTENTE = (C)

q) BACIA - 1429+00,00

$$Ad = 0,18 \text{ km}^2$$

$$L = 0,6 \text{ km}$$

$$\Delta H = 4,00 \text{ m}$$

$$s = 4,00 / 600 = 0,67 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,6^2/0,67)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,31 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } T_c = 0,31 \text{ h}$$

$$P = 40 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 40 / 0,31 = 129,03 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 129,03 \times 0,18 = 2,58 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00**

OBRA EXISTENTE = (C)

r) BACIA - 1511+05,00

$$Ad = 0,19 \text{ km}^2$$

$$L = 0,29 \text{ km}$$

$$\Delta H = 9,00 \text{ m}$$

$$s = 9,00 / 290 = 3,1 \%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,29^2/3,1)^{0,385} \Rightarrow T_c = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,1 = 190 \text{ mm/h}$$

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Q_p = 0,278 \times 0,4 \times 190 \times 0,19 = 4,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00**

Método do Hidrograma Unitário - HUT

ESTAÇÃO: PIRENOPOLIS ESTACA: 109+10,00 (v) CURSO D'ÁGUA: Rio Do Ouro ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 37,73 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 11,09 km DESNÍVEL(DELTA H): 212,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 1,912 % VEGETAÇÃO: Cerrados, Pastagens e Matas Ralas											C.N.: 60 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,9821253 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 1,9378548 h TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,387571 h TEMPO DE PICO(Tp): 1,3564984 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 2,2653523 h TEMPO DE BASE(Tb): 3,6218506 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 25 anos φ(Tp): 57,853663 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
0,388	4,900	4,812	0,111	0,111	16,530	1,830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,830
0,775	6,480	6,364	0,445	0,335	33,059	3,660	5,530	-	-	-	-	-	-	-	-	9,190
1,163	7,600	7,464	0,791	0,346	49,589	5,491	11,060	5,720	-	-	-	-	-	-	-	22,270
1,550	8,340	8,191	1,062	0,270	52,905	5,858	16,589	11,440	4,471	-	-	-	-	-	-	38,358
1,938	8,900	8,741	1,286	0,224	43,007	4,762	17,699	17,160	8,942	3,711	-	-	-	-	-	52,273
2,325	9,330	9,163	1,469	0,183	33,109	3,666	14,387	18,307	13,414	7,421	3,026	-	-	-	-	60,221
2,713	9,700	9,527	1,634	0,165	23,211	2,570	11,076	14,882	14,310	11,132	6,052	2,720	-	-	-	62,742
3,101	10,040	9,861	1,791	0,157	13,313	1,474	7,765	11,457	11,633	11,876	9,078	5,439	2,59	-	-	61,312
3,488	10,360	10,175	1,943	0,152	3,415	0,378	4,454	8,032	8,956	9,654	9,685	8,159	5,18	2,512	-	54,496
3,622	10,470	10,283	1,996	0,053	0,000	0,000	1,142	4,607	6,278	7,432	7,873	8,705	7,77	5,024	0,880	49,709
BUEIRO PROJETADO : BTCC 2,50 x 2,50 VAZÃO MÁXIMA DE 75,94m ³ /s																
ESTAÇÃO: PIRENOPOLIS ESTACA: 814+00,00 CURSO D'ÁGUA: Ribeirão Retiro ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 28,88 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 8,55 km DESNÍVEL(DELTA H): 236,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 2,760 % VEGETAÇÃO: Cerrados, Pastagens e Matas Ralas											C.N.: 60 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,9937343 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 1,3769379 h TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,2753876 h TEMPO DE PICO(Tp): 0,9638565 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 1,6096404 h TEMPO DE BASE(Tb): 2,5734969 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 25 anos φ(Tp): 62,322969 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
0,275	4,080	4,054	0,025	0,025	17,807	0,451	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,451
0,551	5,650	5,615	0,259	0,234	35,613	0,902	4,162	-	-	-	-	-	-	-	-	5,064
0,826	6,680	6,638	0,524	0,265	53,420	1,353	8,323	4,714	-	-	-	-	-	-	-	14,390
1,102	7,480	7,433	0,780	0,257	56,992	1,444	12,485	9,427	4,571	-	-	-	-	-	-	27,927
1,377	8,020	7,970	0,976	0,196	46,329	1,174	13,320	14,141	9,142	3,486	-	-	-	-	-	41,262
1,652	8,480	8,427	1,156	0,180	35,666	0,904	10,828	15,087	13,713	6,971	3,203	-	-	-	-	50,705
1,928	8,880	8,824	1,322	0,166	25,004	0,633	8,336	12,264	14,629	10,457	6,406	2,949	-	-	-	55,676
2,203	9,200	9,142	1,460	0,138	14,341	0,363	5,844	9,442	11,892	11,156	9,609	5,899	2,46	-	-	56,669
2,478	9,490	9,431	1,590	0,130	3,679	0,093	3,352	6,619	9,155	9,069	10,252	8,848	4,93	2,309	-	52,316
2,573	9,580	9,520	1,631	0,041	0,000	0,000	0,860	3,796	6,418	6,982	8,334	9,440	7,39	4,618	0,731	48,570
BUEIRO PROJETADO : BTCC 2,50 x 2,50 VAZÃO MÁXIMA DE 75,94m ³ /s																
ESTAÇÃO: PIRENOPOLIS ESTACA: 1111+00,00 CURSO D'ÁGUA: Ribeirão Congonhas ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 52,13 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 9,95 km DESNÍVEL(DELTA H): 231,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 2,322 % VEGETAÇÃO: Cerrados, Pastagens e Matas Ralas											C.N.: 60 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,9680852 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 1,654092 h TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,3308184 h TEMPO DE PICO(Tp): 1,1578644 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 1,9336335 h TEMPO DE BASE(Tb): 3,0914979 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 25 anos φ(Tp): 93,646892 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
0,331	4,500	4,356	0,053	0,053	26,756	1,405	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,405
0,662	6,030	5,838	0,310	0,257	53,513	2,811	6,886	-	-	-	-	-	-	-	-	9,697
0,992	7,250	7,019	0,641	0,332	80,269	4,216	13,772	8,871	-	-	-	-	-	-	-	26,859
1,323	7,910	7,658	0,860	0,219	85,636	4,498	20,658	17,742	5,854	-	-	-	-	-	-	48,752
1,654	8,490	8,219	1,073	0,213	69,614	3,656	22,039	26,612	11,709	5,690	-	-	-	-	-	69,706
1,985	8,960	8,674	1,258	0,185	53,593	2,815	17,916	28,392	17,563	11,379	4,957	-	-	-	-	83,022
2,316	9,320	9,023	1,407	0,149	37,571	1,973	13,793	23,080	18,738	17,069	9,913	3,993	-	-	-	88,559
2,647	9,640	9,332	1,545	0,138	21,549	1,132	9,669	17,768	15,232	18,210	14,870	7,987	3,69	-	-	88,553
2,977	9,930	9,613	1,674	0,129	5,527	0,290	5,546	12,456	11,726	14,803	15,864	11,980	7,37	3,447	-	80,038
3,091	10,030	9,710	1,719	0,045	0,000	0,000	1,423	7,144	8,221	11,396	12,896	12,781	11,06	6,894	1,211	73,024
BUEIRO PROJETADO : BTCC 3,00 x 3,00 VAZÃO MÁXIMA DE 109,35m ³ /s																

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	257
Compactação	257
ISC	257
Expansão	257

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 foram 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. 452+00 LD a 0,3 Km do Eixo;
- J 02 - Est. 26+10,00(Variante) LE a 0,113 Km do Eixo;
- J 03 - Est. 922+ 0,00 LD a 0,05 Km do Eixo;
- J 04 - Est. 1235+0,00 LE a 0,02 km 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	138
Compactação	138
ISC	138
Expansão	138

3.3.2.4 - Estudo de Pedreiras

O reconhecimento da pedreira 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).

Existe apenas uma pedreira em atividade próxima ao trecho em estudo e que possui Licença de Instalação, é o Britador Goiás no município de Abadiânia-GO a 46,1 km do final do trecho.

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 estudado que possui licença de instalação é o **Areal Ouro Branco** que se encontra a 25,5 km do final do trecho (Corumbá de Goiás). Os croquis encontram-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 2016, adotando-se a contagem de tráfego realizada no ano de 2014 com taxa de crescimento anual de 0,5% até o ano de 2016 - 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 2016 como ano de abertura ao tráfego, encontramos:

$$\text{Posto 01} - N_{10} = 1,74 \times 10^5 - \text{Método USACE}$$

$$N_{15} = 2,64 \times 10^5 - \text{Método USACE}$$

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 Abril de 2014, 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-225 sentido Corumbá de Goiás, onde foi realizada pesquisa no período de 03 (três) dias (10/04/2014 a 12/04/2014) com duração de 24h00min 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.);

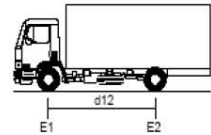
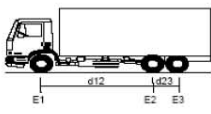
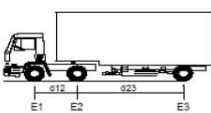
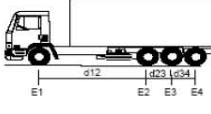
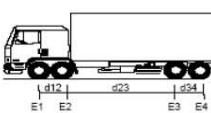
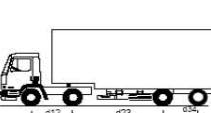
Caminhões Trucados: 3C - Caminhão médio, composto por um eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo “tandem” duplo de rodas duplas traseiro;

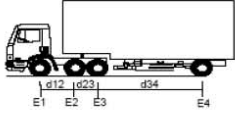
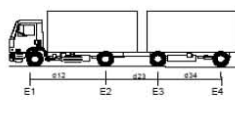
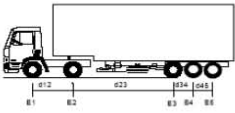
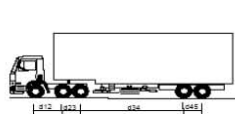
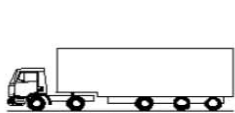
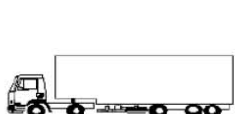
Semi-Reboques: 2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S2 / 3S3 - Veículos articulados compostos de um “cavalo mecânico” que traciona uma unidade (semi-reboque) com um eixo simples ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodas duplas traseiras (são as denominadas “carretas”, “jamantas”, “cegonheiras”, etc.) com diversas configurações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

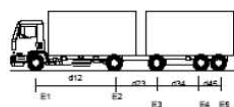
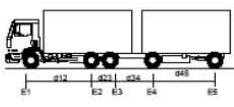
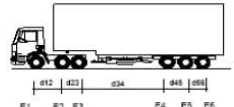
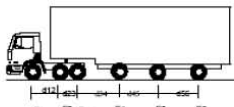
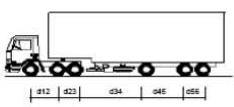
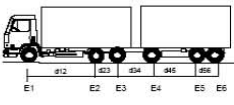
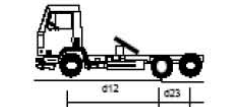
Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3D4 (Bitrem Articulado) / 3T6 (Rodotrem) - Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C ou 3C) que traciona um “reboque” com dois eixos, sendo um eixo simples de rodas simples ou duplas dianteiro e um eixo simples ou “tandem” (duplo ou 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 Classificatórias 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: 2014					
RODOVIA: GO-139/225					
TRECHO: Entr. GO-561(Pov.Olhos D'água) - Corumbá de Goiás					
VEÍCULO - TIPO	CLASSE	Contagem	Tráfego Gerado	Quantidades	%
PASSEIO / UTILITÁRIOS	P / U	307	0	307	95,05
ÔNIBUS	2CB	7	0	7	2,17
ÔNIBUS TRUCADO	3CB	0	0	0	0,00
CAMINHÃO	2C	7	0	7	2,17
CAMINHÃO TRUCADO	3C	2	0	2	0,62
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				323	100,00

ET.02 - TAXAS DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO ANUAL DO TRÁFEGO (i%)			
VEÍCULOS - TIPO	CLASSE	TAXAS DE CRESCIMENTO	
		ATÉ 2016 (ano a ano)	APÓS 2016 (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: 2016

VEÍCULOS / ANO	CLASSE	i %	QUANTIDADES									
			2014	2015	2016							
PASSEIO / UTILITÁRIOS	P / U	1,50%	307	312	316							
ÔNIBUS	2CB	1,50%	7	7	7							
ÔNIBUS TRUCADO	3CB	1,50%	0	0	0							
CAMINHÃO	2C	1,50%	7	7	7							
CAMINHÃO TRUCADO	3C	1,50%	2	2	2							
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							
BITREM ARTICULADO	3D4	1,50%	0	0	0							
RODOTREM	3T6	1,50%	0	0	0							
OUTROS	O	1,50%	0	0	0							

ET.04 - PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT)

Taxa % 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%	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		
	2016	316	7	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16
1	2017	321	7	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	32
2	2018	326	7	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	48
3	2019	330	7	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	64
4	2020	335	7	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	80
5	2021	340	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	98
6	2022	346	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	116
7	2023	351	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	134
8	2024	356	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	152
9	2025	361	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	170
10	2026	367	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	188
11	2027	372	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	206
12	2028	378	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	224
13	2029	383	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	242
14	2030	389	9	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	262
15	2031	395	9	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	283
Totais		5666	125	0	125	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	
%		-	44,17	0,00	44,17	11,66	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)

ET.05 - CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS GRUPADOS EM FROTAS E RESPECTIVAS CARGAS POR EIXO																							
Tipos de Veículos	Condição de Carga	Carga por Eixo sem Tolerância (t) (1)							PBT/PBTC (ton) (2)	PBT/PBTC MAX. (ton)	Tolerância Adotada	Detalhes dos Eixos	Carga por Eixo com Tolerância (t)							PBT/PBTC (ton)	PBT/PBTC MAX. (ton)		
		1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo					1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo				
Semi-Reboques	2CB	Vazio	3.10	5.00					8.10		0.00%	Eixos Simples		3.10	5.00							8.10	
	2CB	Carregado	6.00	10.00					16.00	16.00	5.00%	Eixos Simples		6.30	10.50							16.80	16.80
	3CB	Vazio	3.10	6.20					9.30		0.00%	2º Eixo em Tandem D		3.10	6.20							9.30	
	3CB	Carregado	6.00	13.50					19.50	19.50	5.00%	2º Eixo em Tandem D		6.30	14.18							20.48	20.48
	2C	Vazio	3.10	4.50					7.60		0.00%	Eixos Simples		3.10	4.50							7.60	
	2C	Carregado	6.00	10.00					16.00	16.00	5.00%	Eixos Simples		6.30	10.50							16.80	16.80
	3C	Vazio	3.10	6.20					9.30		0.00%	2º Eixo em Tandem D		3.10	6.20							9.30	
	3C	Carregado	6.00	17.00					23.00	23.00	5.00%	2º Eixo em Tandem D		6.30	17.85							24.15	24.15
	2S1	Vazio	3.10	4.50	4.50				12.10		0.00%	Eixos Simples		3.10	4.50	4.50						12.10	
	2S1	Carregado	6.00	10.00	10.00				26.00	26.00	5.00%	Eixos Simples		6.30	10.50	10.50						27.30	27.30
Semi-Reboques	2S2	Vazio	3.10	4.50	6.20				13.80		0.00%	3º Eixo em Tandem D		3.10	4.50	6.20						13.80	
	2S2	Carregado	6.00	10.00	17.00				33.00	33.00	5.00%	3º Eixo em Tandem D		6.30	10.50	17.85						34.65	34.65
	2S3	Vazio	3.10	4.50	7.50				15.10		0.00%	3º Eixo em Tandem T		3.10	4.50	7.50						15.10	
	2S3	Carregado	6.00	10.00	25.50				41.50	41.50	5.00%	3º Eixo em Tandem T		6.30	10.50	26.78						43.58	43.58
	3S2	Vazio	3.10	6.20	6.20				15.50		0.00%	2º, 3º Eixo em Tandem D		3.10	6.20	6.20						15.50	
	3S2	Carregado	6.00	17.00	17.00				40.00	40.00	5.00%	2º, 3º Eixo em Tandem D		6.30	17.85	17.85						42.00	42.00
	3S3	Vazio	3.10	6.20	7.50				16.80		0.00%	2º, 3º Eixo em Tandem D, T		3.10	6.20	7.50						16.80	
	3S3	Carregado	6.00	17.00	25.50				48.50	45.00	5.00%	2º, 3º Eixo em Tandem D, T		6.30	17.85	26.78						50.93	47.25
	2C2	Vazio	3.10	4.50	4.50				16.60		0.00%	Eixos Simples		3.10	4.50	4.50						16.60	
	2C2	Carregado	6.00	10.00	10.00	10.00			36.00	36.00	5.00%	Eixos Simples		6.30	10.50	10.50						37.80	37.80
Reboques	2C3	Vazio	3.10	4.50	4.50	6.20			18.30		0.00%	4º Eixo Tandem D		3.10	4.50	4.50	6.20					18.30	
	2C3	Carregado	6.00	10.00	10.00	17.00			43.00	43.00	5.00%	4º Eixo Tandem D		6.30	10.50	10.50	17.85					45.15	45.15
	3C2	Vazio	3.10	6.20	4.50	4.50			18.30		0.00%	2º Eixo em Tandem D		3.10	6.20	4.50	4.50					18.30	
	3C2	Carregado	6.00	17.00	10.00	10.00			43.00	43.00	5.00%	2º Eixo em Tandem D		6.30	17.85	10.50	10.50					45.15	45.15
	3C3	Vazio	3.10	6.20	4.50	6.20			20.00		0.00%	2º, 4º Eixo em Tandem D		3.10	6.20	4.50	6.20					20.00	
	3C3	Carregado	6.00	17.00	10.00	17.00			50.00	45.00	5.00%	2º, 4º Eixo em Tandem D		6.30	17.85	10.50	17.85					52.50	47.25
	3D4	Vazio	3.10	6.20	6.20	6.20			21.70		0.00%	2º, 3º, 4º Eixo em Tandem D		3.10	6.20	6.20	6.20					21.70	
	3D4	Carregado	6.00	17.00	17.00	17.00			57.00	57.00	5.00%	2º, 3º, 4º Eixo em Tandem D		6.30	17.85	17.85	17.85					59.85	59.85
	3Q4	Vazio	3.10	6.20	4.50	4.50	4.50			27.30		0.00%	2º Eixo em Tandem D		3.10	6.20	4.50	4.50				27.30	
	3Q4	Carregado	6.00	17.00	10.00	10.00	10.00			63.00	63.00	5.00%	2º Eixo em Tandem D		6.30	17.85	10.50	10.50				66.15	66.15
3T6	Vazio	3.10	6.20	6.20	6.20	6.20			27.90		0.00%	2º, 3º, 4º, 5º Eixo em Tandem D		3.10	6.20	6.20	6.20				27.90		
3T6	Carregado	6.00	17.00	17.00	17.00	17.00			74.00	74.00	5.00%	2º, 3º, 4º, 5º Eixo em Tandem D		6.30	17.85	17.85	17.85				77.70	77.70	
Notas:		(1) A Situação "Carregado" supõe os Veículos com as Cargas Máximas Legais em Vigor (Lei da Balança).																					
		(2) Quando o PBT/PBTC ultrapassar 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																										
Veic.	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	1	1	3,10	0,0196	0,9788	1	5,00	0,1336	6,6799								0,0766	2	0,1532	6,2500	0,0096			
2CB	Carregado	2	6	1	6,30	0,3381	16,9047	1	10,50	4,4632	223,1606								2,4007	2	4,8013	37,5000	1,8005			
3CB	Vazio	2	0	1	3,10	0,0196	0,9788												0,0547	2	0,1093	0,0000	0,0000			
3CB	Carregado	2	0	1	6,30	0,3381	16,9047												1,7468	2	3,4937	0,0000	0,0000			
2C	Vazio	2	1	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	6	1	6,30	0,3381	16,9047	1	10,50	4,4632	223,1606								2,4007	2	4,8013	37,5000	1,8005			
3C	Vazio	2	0	1	3,10	0,0196	0,9788												0,0547	2	0,1093	0,0000	0,0000			
3C	Carregado	2	2	1	6,30	0,3381	16,9047												5,7547	2	11,5095	12,5000	1,4387			
2S1	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			
2S1	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			
2S2	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,6525	1	4,50	0,0875	2,9164								0,0656	3	0,1968	0,0000	0,0000			
2S2	Carregado	3	0	1	6,30	0,3381	11,2698	1	10,50	4,4632	148,7738								5,3242	3	15,9727	0,0000	0,0000			
2S3	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,6525	1	4,50	0,0875	2,9164								1	7,50	0,0693	2,3102	0,0000			
2S3	Carregado	3	0	1	6,30	0,3381	11,2698	1	10,50	4,4632	148,7738								26,78	12,2032	406,9731	5,6702	3	17,0105	0,0000	0,0000
3S2	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,6525												0,0664	3	0,1991	0,0000	0,0000			
3S2	Carregado	3	0	1	6,30	0,3381	11,2698												7,5603	3	22,6809	0,0000	0,0000			
3S3	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,6525												0,0664	3	0,1991	0,0000	0,0000			
3S3	Carregado	3	0	1	6,30	0,3381	11,2698												7,5603	3	22,6809	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								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								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								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								5,1090	4	20,4359	0,0000	0,0000			
3C3	Vazio	4	0	1	3,10	0,0196	0,4894	1	4,50	0,0875	2,1873								0,0717	4	0,2866	0,0000	0,0000			
3C3	Carregado	4	0	1	6,30	0,3381	8,4524	1	10,50	4,4632	111,5803								6,7860	4	27,1441	0,0000	0,0000			
3D4	Vazio	4	0	1	3,10	0,0196	0,4894												0,0722	4	0,2889	0,0000	0,0000			
3D4	Carregado	4	0	1	6,30	0,3381	8,4524												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								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								4,8937	6	29,3623	0,0000	0,0000			
3T6	Vazio	5	0	1	3,10	0,0196	0,3915												0,0757	5	0,3787	0,0000	0,0000			
3T6	Carregado	5	0	1	6,30	0,3381	6,7619												9,0047	5	45,0237	0,0000	0,0000			
Totais				16																Σ		100,00	5,0559			
Notas:																										
(1) - Número Total de Eixos do Veículo				(15) - ETT: Eixo Tandem Triplo																						
(2) - Volume Médio Diário considerando 20% trafegando Vazio e 80% trafegando Carregado.				(16) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05																						
(3) - ESRS: Eixo Simples de Rodagem Simples				(17) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06																						
(4) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05				(18) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op. = [(15)/(1)] * 100 * (17)																						
(5) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06				(19) - Fator de Equivalência de Carga do Veículo = [(6) + (10) + (14) + (18)] / 100																						
(6) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op. = [(3)/(1)] * 100 * (5)				(20) - Fator de Eixos do Veículo = (1)																						
(7) - ESRS: Eixo Simples de Rodagem Dupla				(21) - Fator de Veículo = (19) * (20)																						
(8) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05				(22) - Percentagem do Veículo = (2) / Somatória do VMD																						
(9) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06				(23) - FVi x PI = [(21) * (22)] / 100																						
(10) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op. = [(7)/(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)																										
USACE																						FV: 5,0559				

ET.09 - Fator de Equivalência das Operações Ponderado - Lei da Balança com Sobrecarga (máximo 5% do PBT) - MÉTODO DA AASHTO																								
Veic.	Condição de Carga	Nº Eixos (1)	VMD (2)	EIXOS										MÉTODO AASHTO										
				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	1	1	3,10	0,0189	0,9441	1	5,00	0,1199	5,9941									0,0694	2	0,1388	6,2500	0,0087
2CB	Carregado	2	6	1	6,30	0,4041	20,2070	1	10,50	2,9562	147,8116									1,6802	2	3,3604	37,5000	1,2601
3CB	Vazio	2	0	1	3,10	0,0189	0,9441					1	6,20	0,0252	1,2615					0,0221	2	0,0441	0,0000	0,0000
3CB	Carregado	2	0	1	6,30	0,4041	20,2070					1	14,18	0,7740	38,6985					0,5891	2	1,1781	0,0000	0,0000
2C	Vazio	2	1	1	3,10	0,0189	0,9441	1	4,50	0,0760	3,8023									0,0475	2	0,0949	6,2500	0,0059
2C	Carregado	2	6	1	6,30	0,4041	20,2070	1	10,50	2,9562	147,8116									1,6802	2	3,3604	37,5000	1,2601
3C	Vazio	2	0	1	3,10	0,0189	0,9441					1	6,20	0,0252	1,2615					0,0221	2	0,0441	0,0000	0,0000
3C	Carregado	2	2	1	6,30	0,4041	20,2070					1	17,85	2,0100	100,5011					1,2071	2	2,4142	12,5000	0,3018
2S1	Vazio	3	0	1	3,10	0,0189	0,6294	2	4,50	0,0760	5,0698									0,0570	3	0,1710	0,0000	0,0000
2S1	Carregado	3	0	1	6,30	0,4041	13,4713	2	10,50	2,9562	197,0821									2,1055	3	6,3166	0,0000	0,0000
2S2	Vazio	3	0	1	3,10	0,0189	0,6294	1	4,50	0,0760	2,5349	1	6,20	0,0252	0,8410					0,0401	3	0,1202	0,0000	0,0000
2S2	Carregado	3	0	1	6,30	0,4041	13,4713	1	10,50	2,9562	98,5411	1	17,85	2,0100	67,0007					1,7901	3	5,3704	0,0000	0,0000
2S3	Vazio	3	0	1	3,10	0,0189	0,6294	1	4,50	0,0760	2,5349									0,0346	3	0,1038	0,0000	0,0000
2S3	Carregado	3	0	1	6,30	0,4041	13,4713	1	10,50	2,9562	98,5411									1,7590	3	5,2769	0,0000	0,0000
3S2	Vazio	3	0	1	3,10	0,0189	0,6294					2	6,20	0,0252	1,6820					0,0231	3	0,0693	0,0000	0,0000
3S2	Carregado	3	0	1	6,30	0,4041	13,4713					2	17,85	2,0100	134,0014					1,4747	3	4,4242	0,0000	0,0000
3S3	Vazio	3	0	1	3,10	0,0189	0,6294					1	6,20	0,0252	0,8410					0,0177	3	0,0530	0,0000	0,0000
3S3	Carregado	3	0	1	6,30	0,4041	13,4713					1	17,85	2,0100	67,0007	1	26,78	1,9165	63,8843	1,4436	3	4,3307	0,0000	0,0000
2C2	Vazio	4	0	1	3,10	0,0189	0,4721	3	4,50	0,0760	5,7035									0,0618	4	0,2470	0,0000	0,0000
2C2	Carregado	4	0	1	6,30	0,4041	10,1035	3	10,50	2,9562	221,7174									2,3182	4	9,2728	0,0000	0,0000
2C3	Vazio	4	0	1	3,10	0,0189	0,4721	2	4,50	0,0760	3,8023	1	6,20	0,0252	0,6308					0,0491	4	0,1962	0,0000	0,0000
2C3	Carregado	4	0	1	6,30	0,4041	10,1035	2	10,50	2,9562	147,8116	1	17,85	2,0100	50,2505					2,0817	4	8,3266	0,0000	0,0000
3C2	Vazio	4	0	1	3,10	0,0189	0,4721	2	4,50	0,0760	3,8023	1	6,20	0,0252	0,6308					0,0491	4	0,1962	0,0000	0,0000
3C2	Carregado	4	0	1	6,30	0,4041	10,1035	2	10,50	2,9562	147,8116	1	17,85	2,0100	50,2505					2,0817	4	8,3266	0,0000	0,0000
3C3	Vazio	4	1	1	3,10	0,0189	0,4721	1	4,50	0,0760	1,9012	2	6,20	0,0252	1,2615					0,0363	4	0,1454	0,0000	0,0000
3C3	Carregado	4	1	1	6,30	0,4041	10,1035	1	10,50	2,9562	73,9058	2	17,85	2,0100	100,5011					1,8451	4	7,3804	0,0000	0,0000
3C4	Vazio	4	0	1	3,10	0,0189	0,4721					3	6,20	0,0252	1,8923					0,0236	4	0,0946	0,0000	0,0000
3C4	Carregado	4	0	1	6,30	0,4041	10,1035					3	17,85	2,0100	150,7516					1,6086	4	6,4342	0,0000	0,0000
3Q4	Vazio	6		1	3,10	0,0189	0,3147	4	4,50	0,0760	5,0698	1	6,20	0,0252	0,4205					0,0580	6	0,3483	0,0000	0,0000
3Q4	Carregado	6		1	6,30	0,4041	6,7357	4	10,50	2,9562	197,0821	1	17,85	2,0100	33,5004					2,3732	6	14,2391	0,0000	0,0000
3T6	Vazio	5	0	1	3,10	0,0189	0,3777					4	6,20	0,0252	2,0184					0,0240	5	0,1198	0,0000	0,0000
3T6	Carregado	5	0	1	6,30	0,4041	8,0828					4	17,85	2,0100	160,8017					1,6888	5	8,4442	0,0000	0,0000
Totais			16																	Σ			100,00	2,8367
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 da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07																								
(6) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op = [(3)/(1)] * 100 * (5)																								
(7) - ESRD: Eixo Simples de Rodagem Dupla																								
(8) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05																								
(9) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07																								
(10) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op = [(7)/(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 da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07																								
(14) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op = [(11)/(1)] * 100 * (13)																								
AASHTO																						FV: 2,8367		

ET.10 - PROJEÇÃO DO "VMDAT" E DOS VALORES DE "N"

RODOVIA: GO-139/225

TRECHO: Entr. GO-561(Pov.Olhos D'água) - Corumbá de Goiás

ANO DA PESQUISA		TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO			PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	FATORES DE VEÍCULO - FV		FATOR CLIMÁTICO REGIONAL	FATOR DE PISTA		
						MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO				
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA						FR	FP
2.014		1,50%	1,50%	1,50%	10	5,05593	2,83666	1,00	0,50		
VMD		COMPOSIÇÃO DA FROTA			ANO DE ABERTURA AO TRÁFEGO	NÚMERO "N" ACUMULADO (COLETIVO E CARGA)		OBSERVAÇÕES			
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA							
332		95,18%	2,11%	2,71%	2.016						
ANO		VEÍCULO - TIPO			VMDAT Total	MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO				
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA							
	2.016	316	7	9	332	1,48E+04	8,28E+03	Abertura ao Tráfego			
1	2.017	321	7	9	337	2,95E+04	1,66E+04				
2	2.018	326	7	9	342	4,43E+04	2,48E+04				
3	2.019	330	7	9	346	5,91E+04	3,31E+04				
4	2.020	335	7	10	352	7,47E+04	4,19E+04				
5	2.021	340	8	10	358	9,13E+04	5,13E+04				
6	2.022	346	8	10	364	1,08E+05	6,06E+04				
7	2.023	351	8	10	369	1,25E+05	6,99E+04				
8	2.024	356	8	10	374	1,41E+05	7,92E+04				
9	2.025	361	8	10	379	1,58E+05	8,85E+04				
10	2.026	367	8	10	385	1,74E+05	9,78E+04				
11	2.027	372	8	11	391	1,92E+05	1,08E+05				
12	2.028	378	8	11	397	2,09E+05	1,18E+05				
13	2.029	383	8	11	402	2,27E+05	1,27E+05				
14	2.030	389	9	11	409	2,45E+05	1,38E+05				
15	2.031	395	9	11	415	2,64E+05	1,48E+05				

5

Adotamos o número $N_{10} = 1,74 \times 10^5$ - 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	140
Distância mínima de visibilidade de Ultrapassagem	m	560
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:

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

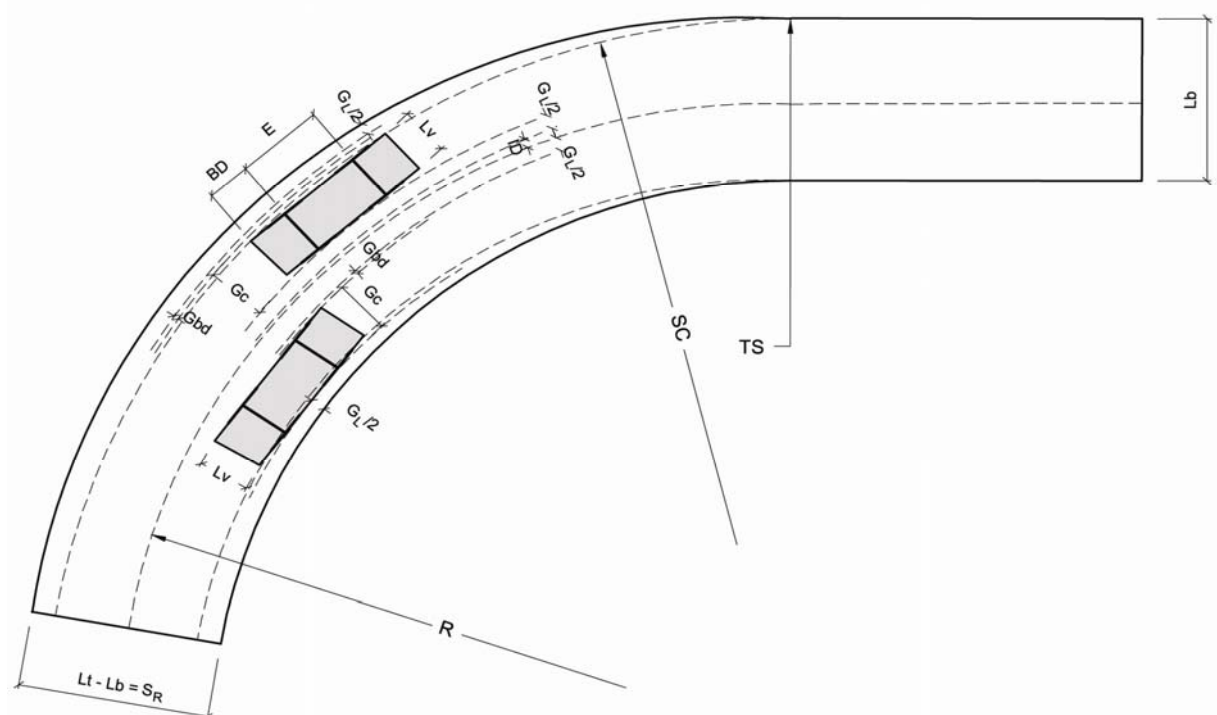
Onde:

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.

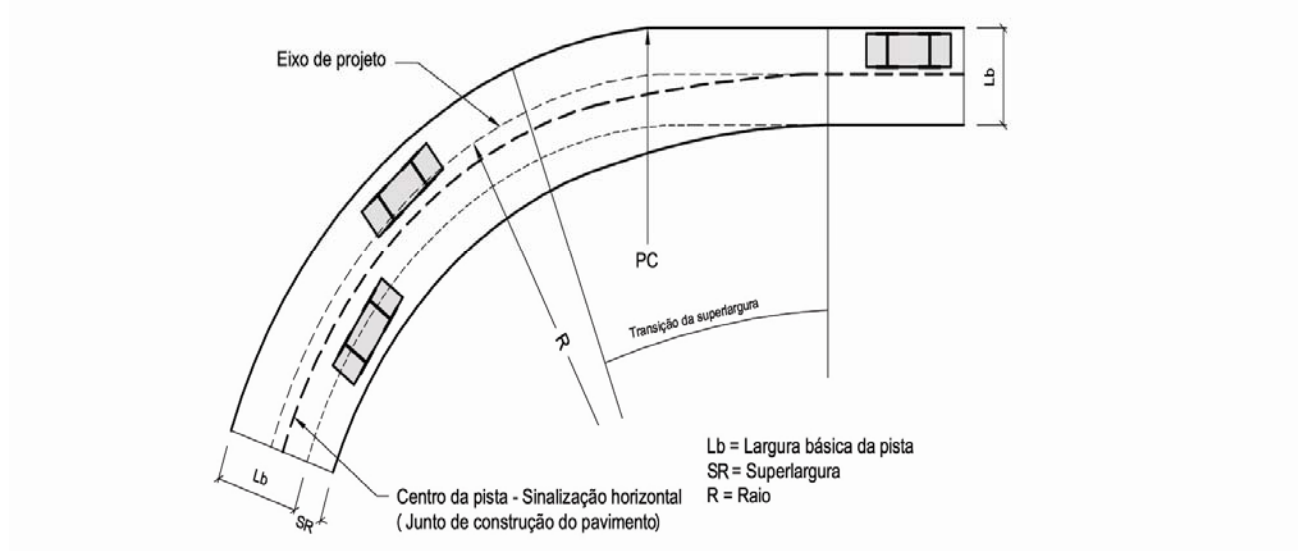
Se o eixo projetado se situa no centro da pista em tangente, continuará no centro da pista no trecho de transição e no trecho circular. Igual consideração se aplica à sinalização horizontal e mesmo, por motivos de condução ótica, à junta longitudinal de construção da pavimentação (especialmente de placas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

– Alargamento Assimétrico da Pista

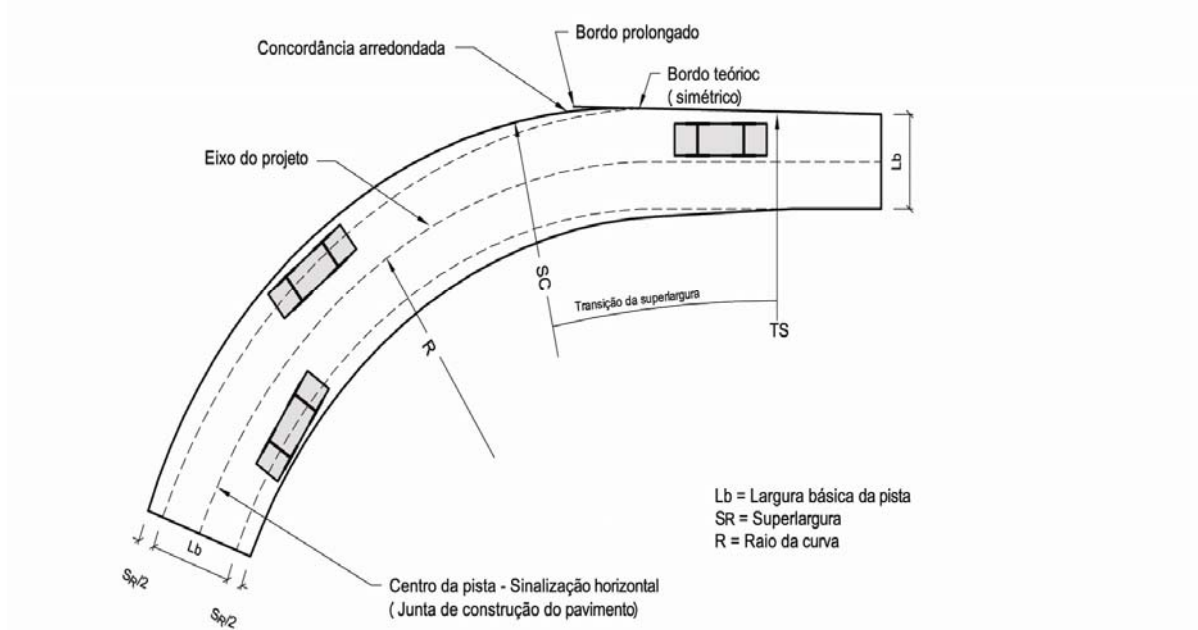
Em alguns casos, convirá alargar a pista para um só lado, desejavelmente correspondendo ao lado interno da curva. Esses casos sucederão condicionados por problemas executivos ou de aproveitamento da faixa de domínio, bem como por ocasião do emprego de curva circular simples sem transição.

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)	GBD (m)	Fd (m)	LT calc. (m)	SR calc. (m)	SR ^a adot. (m)
ESTACA 00PP INICIO- ENTR. GO-561													
LT	01	E	02+15,628		07+04,317	18.000,00	-	2,60	0,00	0,06	7,07	-	-
	02	E	247+13,46		273+04,598	2.500,00	-	2,62	0,00	0,16	7,21	0,40	0,40
	3 (PI SECO)		436+15,384		436+15,384	-	-	-	-	-	-	-	-
	04	D	465+15,089		478+16,274	1.000,00	-	2,66	0,01	0,25	7,38	0,40	0,40
INICIO DA VARIANTE ESTACA 499(LT) = ESTACA 00(V)													
VARIANTE	01	D	00+15,618		33+04,025	750,00	-	2,68	0,01	0,29	7,46	0,60	0,60
	02	E	73+14,239		94+11,023	750,00	-	2,68	0,01	0,29	7,46	0,60	0,60
	03	E	103+17,486		119+16,399	650,00	-	2,69	0,02	0,31	7,50	0,60	0,60
	04	E	125+03,261		141+10,379	650,00	-	2,69	0,02	0,31	7,50	0,60	0,60
	05	D	177+09,353		195+15,039	800,00	-	2,67	0,01	0,28	7,44	0,60	0,60
	06	D	209+19,684		254+13,882	1.500,00	-	2,64	0,01	0,21	7,29	0,40	0,40
FINAL DA VARIANTE ESTACA 259+1,858(V) = ESTACA 725(LT)													
LT	09	E	762+09,674		774+11,681	1.500,00	-	2,64	0,01	0,21	7,29	0,40	0,40
	10	D	891+04,435		918+02,312	700,00	-	2,68	0,01	0,30	7,48	0,60	0,60
	11	E	948+17,188	953+17,188	975+13,242	980+13,242	400,00	100	2,74	0,02	0,40	7,71	0,80
	12	D	1063+15,321		1080+10,129	1.500,00	-	2,64	0,01	0,21	7,29	0,40	0,40
	13	D	1133+04,565		1143+17,907	1.500,00	-	2,64	0,01	0,21	7,29	0,40	0,40
	14	E	1210+01,894		1222+08,991	700,00	-	2,68	0,01	0,30	7,48	0,60	0,60
	15	D	1251+05,919		1274+03,353	700,00	-	2,68	0,01	0,30	7,48	0,60	0,60
	16	E	1326+17,230		1341+11,141	1.000,00	-	2,66	0,01	0,25	7,38	0,40	0,40
	17	D	1371+17,160		1390+03,993	700,00	-	2,68	0,01	0,30	7,48	0,60	0,60
	18	E	1394+06,731		1410+04,509	1.000,00	-	2,66	0,01	0,25	7,38	0,40	0,40
	19	E	1423+08,016	1428+08,016	1444+02,74	1449+02,740	450,00	100	2,73	0,02	0,38	7,65	0,80
	20	E	1473+19,193	1477+19,193	1481+12,213	1485+12,213	450,00	80	2,73	0,02	0,38	7,65	0,80
	21	D	1489+01,212	1494+01,212	1518+11,538	1523+11,538	450,00	100	2,73	0,02	0,38	7,65	0,80
	22	D	1537+05,403	1542+05,403	1545+15,546	1550+15,546	450,00	100	2,73	0,02	0,38	7,65	0,80
	23	E	1551+01,923	1552+01,923	1554+01,484	1555+01,484	80,00	20	3,31	0,12	0,89	9,43	-
ESTACA FINAL		1555+6,724 -CORUMBÁ DE GOIÁS											

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.

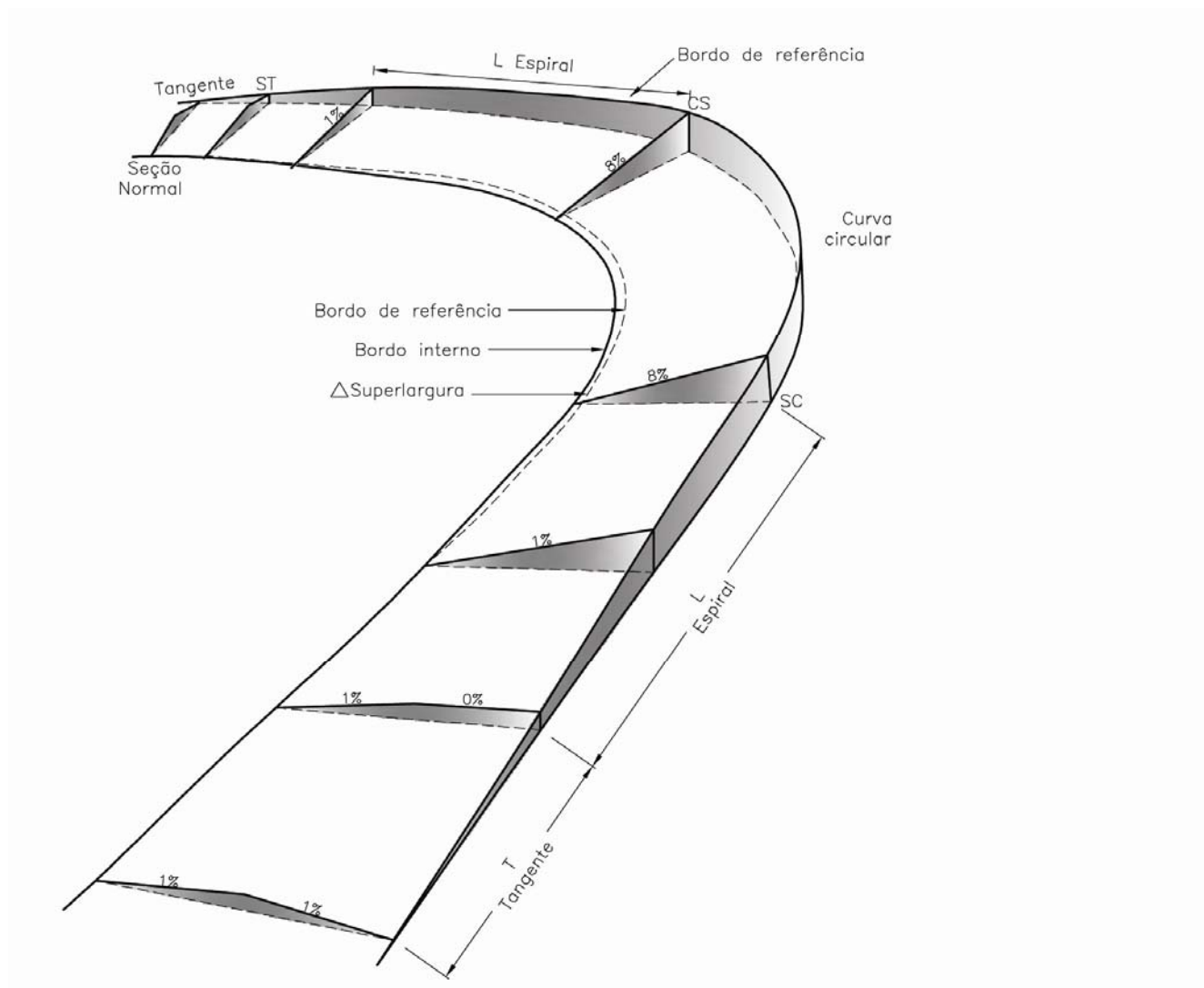
Nos trechos em curva a seção transversal da pista apresenta normalmente com declividade constante, inclinada para o bordo interno da curva no valor da superelevação.

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:

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

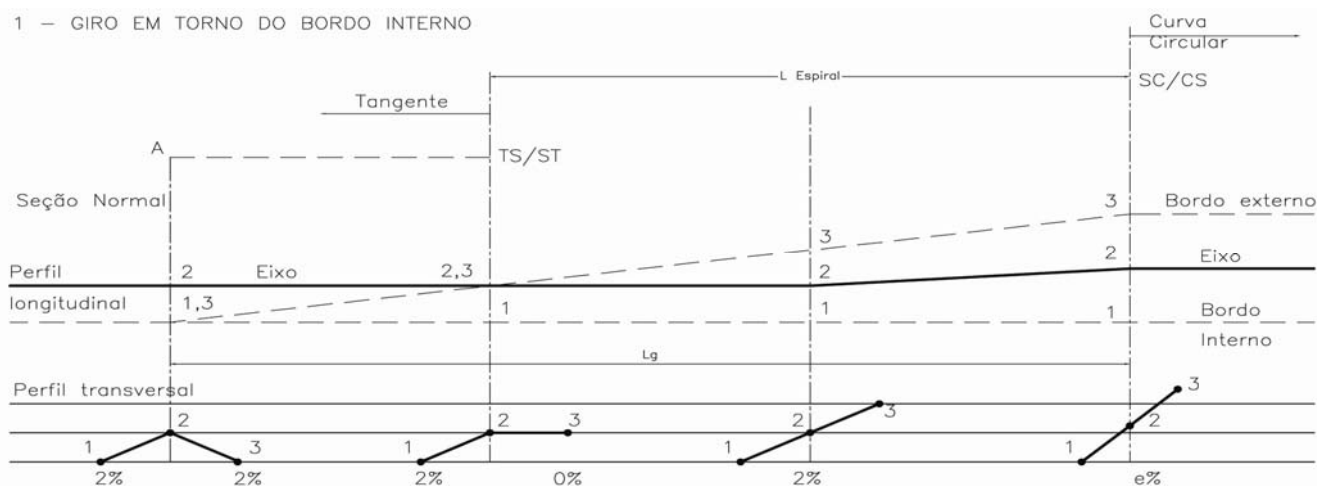
Nas rodovias em pista dupla é comum que nos trechos em tangente às pistas apresentem inclinação constante dt para o bordo externo a partir do bordo interno. A transição da superelevação nesse caso é semelhante ao caso de pista simples com a diferença que a pista gira por inteiro até atingir inclinação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

Posição do Eixo de Rotação

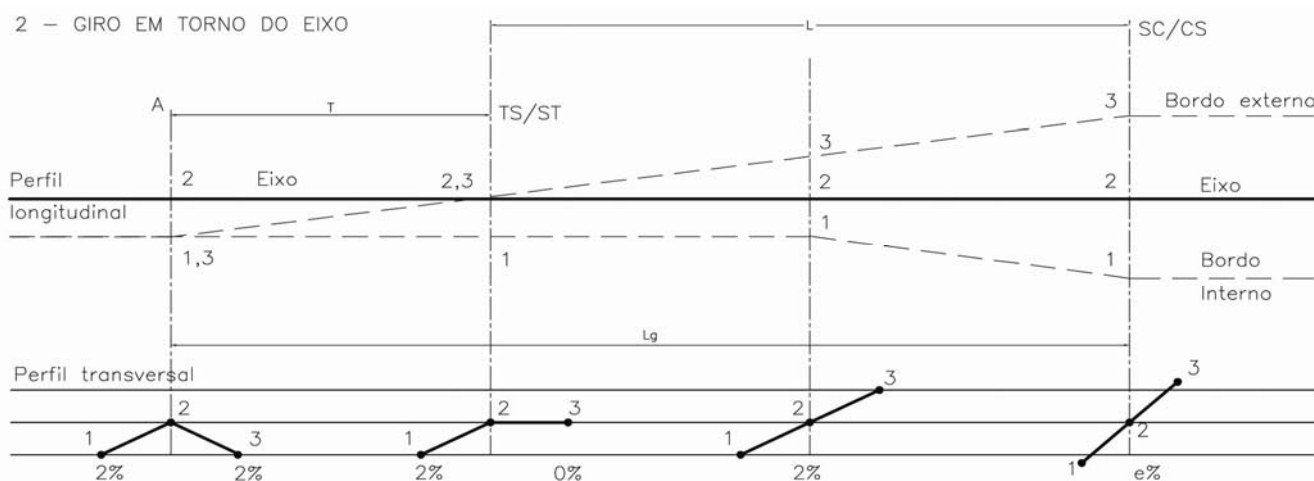
O eixo de rotação é uma linha fictícia longitudinal à pista, mantendo constante em cada trecho seu afastamento horizontal e vertical do eixo rodovia. Em torno dele a pista gira ao longo do comprimento de transição da superelevação.

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.

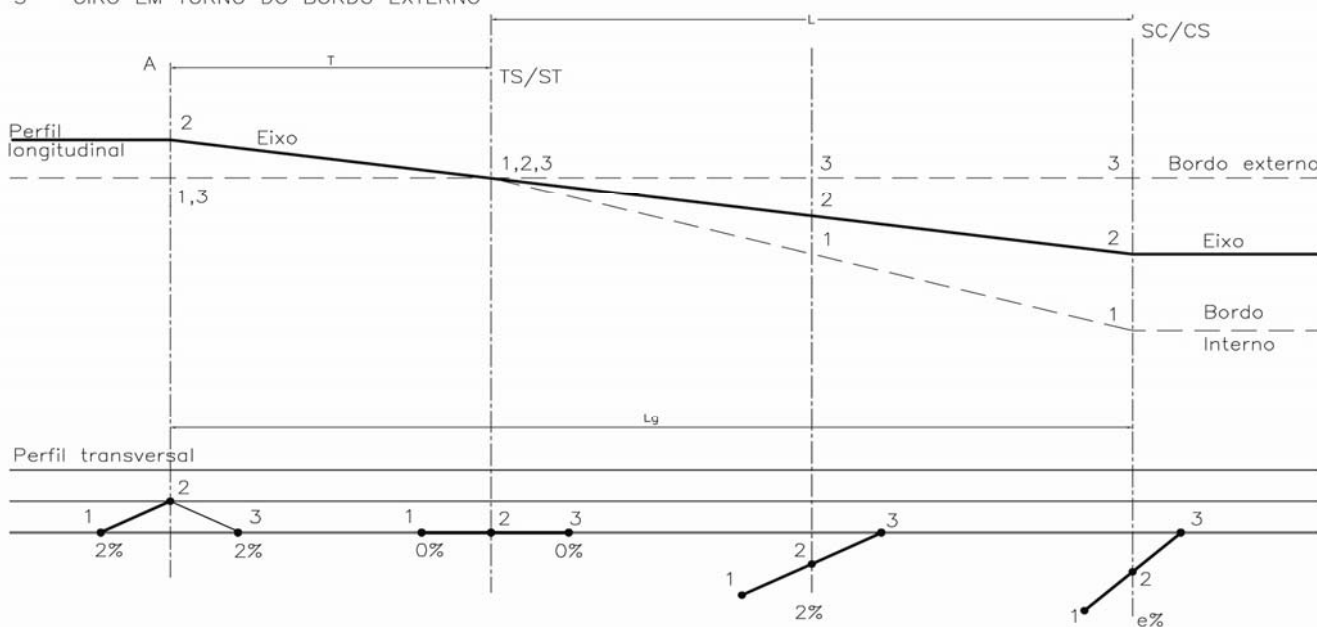
1 – GIRO EM TORNO DO BORDO INTERNO



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 interrupto. 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

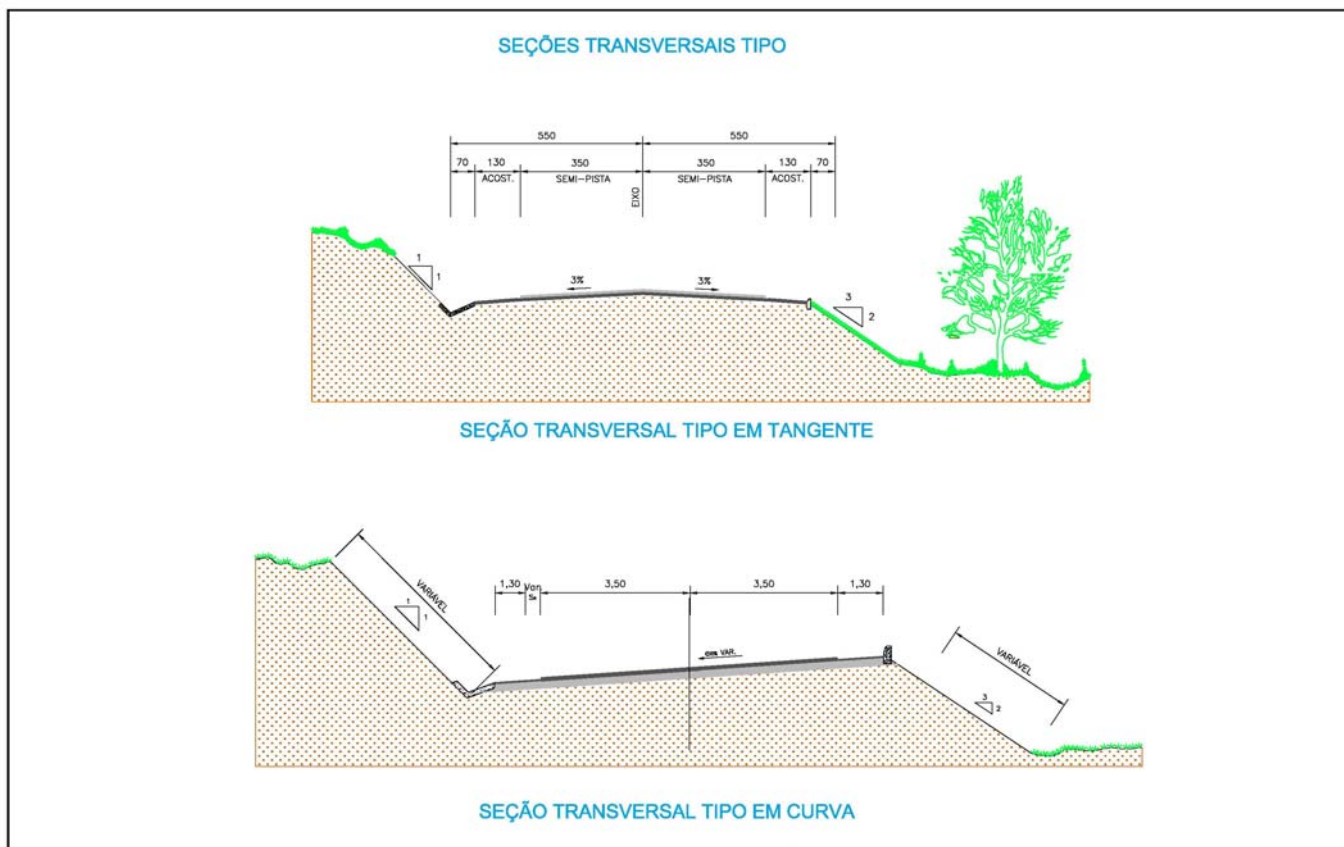
Nessa hipótese a transição da superelevação será procedida ao longo do comprimento de transição calculado, dispondo-se de 60% a 70% desse comprimento na tangente que procede ao PC. Se houver conveniência

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	ER (%) calculado	ER (%) adotado
ESTACA 00PP INICIO- ENTR. GO-561									
LT	01	E	02+15,628		07+04,317	18.000,00	-	-	-
	02	E	247+13,46		273+04,598	2.500,00	-	1,70	3,00
	3 (PI SECO)	E	436+15,384		436+15,384	-	-	-	-
	04	D	465+15,089		478+16,274	1.000,00	-	3,80	3,80
VARIANTE	INICIO DA VARIANTE ESTACA 499(LT) = ESTACA 00(V)								
	01	D	00+15,618		33+04,025	750,00	-	4,80	4,80
	02	E	73+14,239		94+11,023	750,00	-	4,80	4,80
	03	E	103+17,486		119+16,399	650,00	-	5,30	5,30
	04	E	125+03,261		141+10,379	650,00	-	5,30	5,30
	05	D	177+09,353		195+15,039	800,00	-	4,60	4,60
	06	D	209+19,684		254+13,882	1.500,00	-	2,70	3,00
LT	FINAL DA VARIANTE ESTACA 259+1,858(V) = ESTACA 725(LT)								
	05	E	762+09,674		774+11,681	1.500,00	-	2,70	3,00
	06	D	891+04,435		918+02,312	700,00	-	5,10	5,10
	07	E	948+17,188	953+17,188	975+13,242	980+13,242	400,00	100	7,20
	08	D	1063+15,321		1080+10,129	1.500,00	-	2,70	3,00
	09	D	1133+04,565		1143+17,907	1.500,00	-	2,70	3,00
	10	E	1210+01,894		1222+08,991	700,00	-	5,10	5,10
	11	D	1251+05,919		1274+03,353	700,00	-	5,10	5,10
	12	E	1326+17,230		1341+11,141	1.000,00	-	3,80	3,80
	13	D	1371+17,160		1390+03,993	700,00	-	5,10	5,10
	14	E	1394+06,731		1410+04,509	1.000,00	-	3,80	3,80
	15	E	1423+08,016	1428+08,016	1444+02,74	1449+02,740	450,00	100	6,80
	16	E	1473+19,193	1477+19,193	1481+12,213	1485+12,213	450,00	80	6,80
	17	D	1489+01,212	1494+01,212	1518+11,538	1523+11,538	450,00	100	6,80
	18	D	1537+05,403	1542+05,403	1545+15,546	1550+15,546	450,00	100	6,80
	19	E	1551+01,923	1552+01,923	1554+01,484	1555+01,484	80,00	20	-
ESTACA FINAL 1555+6,724 -CORUMBÁ DE GOIÁS									

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.

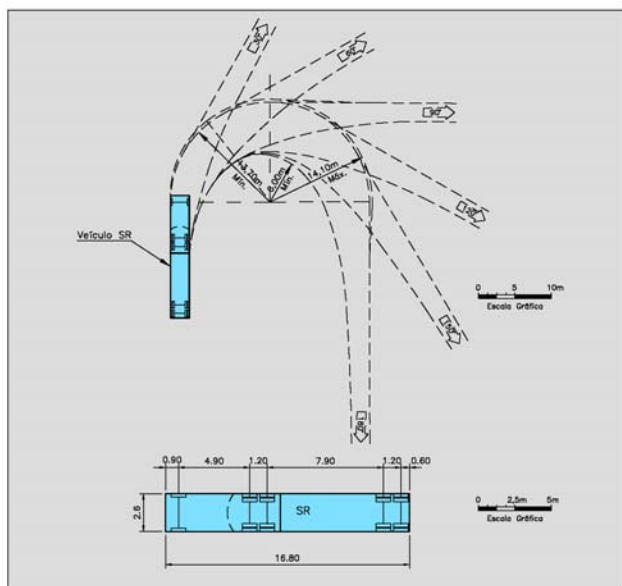
4.1.6.1 - Veículo Tipo

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 Características	Veículos leves (VP)	Cam.e ônibus convenc.(CO)	Cam. e ônibus longos (O)	Semi-Reboques (SR)	Reboques (RE)
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.

QUADRO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

CARACTERÍSTICAS 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 EQUIVALENCIA "N" PARA 10 ANOS	1.74x10 ⁵

CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL	
LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM	11,00 m
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO	3,50 m
LARGURA DO ACOMSTAMENTO	1,30 m
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO	80,00 m
ABALUAMENTO DA PLATAFORMA	3,00%
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H)	1/1
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H)	1/1,5

CARACTERÍSTICAS DO TRACADO EM PLANTA		
1 - PLANIMETRIA	QUANT.	UNID.
1.01 - EXTENSÃO TOTAL	31.768,58	m
1.02 - DESENVOLVIMENTO EM CURVA	9.267,03	m
1.03 - DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE	22.501,55	m
1.04 - EXTENSÃO EM ZONA URBANA	0,00	m
1.05 - NÚMERO DE CURVAS	24	un
1.05.1 - NÚMERO DE PIS SECOS	1	un
1.06 - RAO MÍNIMO	80,00	m
1.07 - FREQUÊNCIA DO RAO MÍNIMO	1	un
1.08 - NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m	6	un
1.09 - TAXA MÁXIMA DE SUPERELEVACÃO	7,20%	%

RAIOS	FREQUÊNCIA	DESENVOLVIMENTO	%
80,00	1,00	79,56	0,86%
400,00	1,00	636,05	6,86%
450,00	4,00	1.708,21	18,43%
650,00	2,00	646,03	6,97%
700,00	4,00	1.609,24	17,37%
750,00	2,00	1.065,19	11,49%
800,00	1,00	365,69	3,95%
1.000,00	3,00	872,87	9,42%
1.500,00	4,00	1.684,36	18,18%
2.500,00	1,00	511,14	5,52%
18.000,00	1,00	88,69	0,96%
TOTAIS	24,00	9.267,03	100,00%

CARACTERÍSTICAS DO TRACADO EM PERFIL	
2 - CARACTERÍSTICAS	EXTENSÃO %
2.1 - EXTENSÃO EM RAMPA	31.768,58 100,00%
2.2 - EXTENSÃO EM NÍVEL	0,00 0,00%
2.3 - EXTENSÃO TOTAL	31.768,58 100,00%
2.4 - DECLIVIDADE LONGITUDINAL MÁXIMA	Comprimeto Rampa 8,10%
2.5 - DECLIVIDADE LONGITUDINAL MÍNIMA	460,00 0,33%

VALOR MÍNIMO "K" PARA CURVAS VERTICAIS	
CURVAS CONVEXAS	48
CURVAS CÔNCAVAS	32

CONDIÇÕES	COTA MÁXIMA	ESTACA	COTA MÍNIMA	ESTACA
GREIDE	1.131,062	420,00000	1.003,230	1555+6,724
TERRENO	1.130,097	421,00000	996,628	110(v)

DECLIVES		ACLIVES	
INTERVALO	COMPRIMENTO %	INTERVALO	COMPRIMENTO %
0,1 1,0	4.846,80 15,46%	0,1 1,0	4.460,00 14,23%
1,1 2,0	2.740,00 8,74%	1,1 2,0	2.320,00 7,40%
2,1 3,0	1.281,78 4,09%	2,1 3,0	2.740,00 8,74%
3,1 4,0	1.560,00 4,98%	3,1 4,0	1.140,00 3,64%
4,1 5,0	2.160,00 6,89%	4,1 5,0	1.280,00 4,08%
5,1 6,0	1.440,00 4,59%	5,1 6,0	460,00 1,47%
6,1 7,0	300,00 0,96%	6,1 7,0	1.780,00 5,68%
7,1 8,0	1.900,00 6,06%	7,1 8,0	940,00 3,00%
8,1 9,5	0,00 0,00%	8,1 9,0	0,00 0,00%
9,5 11,0	0,00 0,00%	9,5 11,0	0,00 0,00%
TOTAL	16.228,58 51,77%	TOTAL	15.120,00 48,23%

4.2 - Projeto de Terraplenagem

4.2 - Projeto de Terraplenagem

4.2.1 - Introdução

O Projeto de Terraplenagem da Rodovia: GO-139 /225, Trecho: Entr. GO-561(Povoado Olhos D'água) / Corumbá de Goiás 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: +7,2%.

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, $ISC > 7\%$.

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.

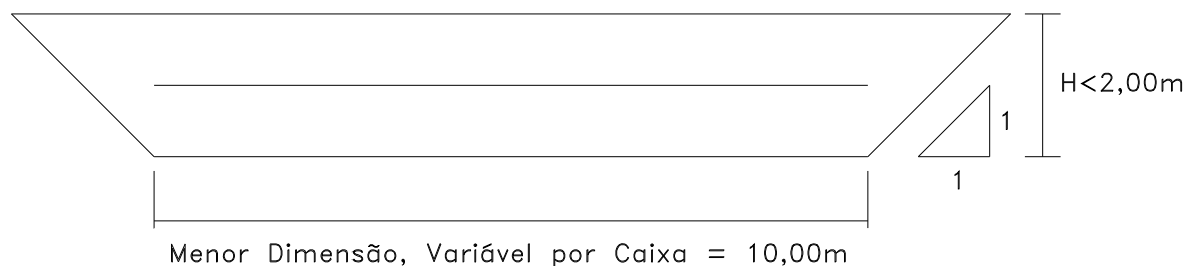
c) Empréstimos Laterais

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.

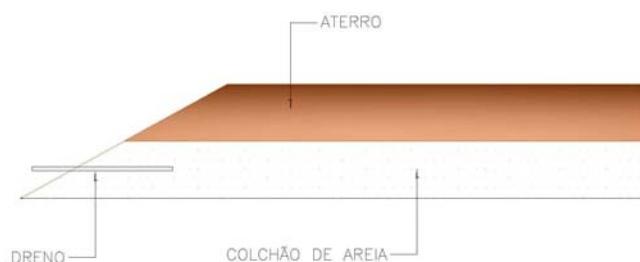
Neste estudo, foram analisados alguns pontos e identificados os locais de depósitos de solos moles, conforme se pode verificar nas Sondagens SPT, que encontram-se no *Volume 3A - Estudos Geotécnicos*. Em todos os casos, os locais apresentaram espessuras inferiores a 3 m, sendo nestes casos, ser economicamente 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	814 + 0,00	817 + 0,00	11,00	11	III	2,00	47,00	60	5.640,00
2	833 + 0,00	835 + 0,00	0,50	11	III	2,00	15,50	40	1.240,00
								Total	6.880,00

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)		Largura Média de Preench. (m) (2)	Extensão de Preench. (m) (3)	Volume (m3) (1 x 2 x 3)
1	814 + 0,00	817 + 0,00	11,00	11	III	(1) 2,00	47,00	60	5.640,00
2	833 + 0,00	835 + 0,00	0,50	11	III	(1) 2,00	15,50	40	1.240,00
								Total	6.880,00

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	1555+6,724	31.768,58	15,00	285.917,24
Desmatamento, dest. e limpeza (av. até 15cm) (Áreas de Empréstimo)	00+0,00	1555+6,724	-	-	475.441,06
Destocamento de Árvores D > 15cm	00+0,00	1555+6,724	31.768,58	15,00	190.611,49
TOTAL					951.969,79

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

OBS: Foi feita uma variante iniciando na estaca 499(LT)=Estaca 00(V) e finalizando na estaca 259+1,858 (V) = estaca 725(LT).

4.2.4 - Crítérios 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 o cálculo da área da superlargura nas curvas:

CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE TRANSIÇÃO (Lc e Lt)																			
Curva	Lado	PC+TS	SC	CS	PT-ST	Raio	Lc (m)	D (Circular)	Ea (%)	Sr (m)	Comp. Min. (Lc+Ls)	Lc (m)	Comp. Máx. (Lc+Ls)	Lc (m)	Lc (m)	Lc (m)	Lc (m)	Lc (m)	Área Sh (m²)
ESTACA 00P INCO - ENTR. GD-581																			
01	E	02+15,628			07+44,317	18.000,00	-	88,689	-	-	-	40,00	18.000,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	-
02	E	247+13,46			273+44,598	2.500,00	-	511,138	3,00	0,40	-2,76	40,00	2.500,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	210,88
3 (P/SECO)																			
04	D	439+15,384			439+15,384	-	-	-	-	-	-	40,00	-	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	-
4																			
04	D	465+15,689			478+16,274	1.000,00	-	261,165	3,80	0,40	3,45	40,00	1.000,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	110,87
VARIANTE																			
INICIO DA VARIANTE ESTACA 498(LT) = ESTACA 08(V)																			
01	D	00+15,618			33+44,025	750,00	-	648,407	4,80	0,60	5,34	40,00	-	39,07	750,00	176,00	40,00	176,00	398,64
02	E	73+14,239			94+11,023	750,00	-	416,784	4,80	0,60	5,34	40,00	-	39,07	750,00	176,00	40,00	176,00	259,67
03	E	103+17,886			119+16,399	650,00	-	316,914	5,30	0,60	6,83	40,00	-	43,14	650,00	176,00	43,14	176,00	203,35
04	E	125+03,261			141+10,379	650,00	-	327,119	5,30	0,60	6,83	40,00	-	43,14	650,00	176,00	43,14	176,00	203,27
05	D	177+09,553			195+15,039	800,00	-	365,686	4,60	0,60	4,73	40,00	-	37,44	800,00	176,00	40,00	176,00	229,01
06	D	209+19,684			254+13,892	1.500,00	-	894,198	3,00	0,40	1,03	40,00	1.500,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	384,08
FINAL DA VARIANTE ESTACA 298+1,889(V) = ESTACA 728(LT)																			
05	E	762+09,674			774+11,681	1.500,00	-	242,007	3,00	0,40	1,03	40,00	1.500,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	103,20
06	D	891+04,435			918+02,312	700,00	-	537,877	5,10	0,60	5,85	40,00	-	41,51	700,00	176,00	41,51	176,00	334,73
07	E	949+17,188	953+17,188	975+13,242	980+13,242	400,00	100	638,054	7,20	0,80	15,15	40,00	-	58,60	400,00	176,00	58,60	176,00	540,84
08	D	1063+15,321			1080+10,129	1.500,00	-	334,806	3,00	0,40	1,03	40,00	1.500,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	140,32
09	D	1133+04,565			1143+17,907	1.500,00	-	213,342	3,00	0,40	1,03	40,00	1.500,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	191,74
10	E	1210+01,894			1222+08,991	700,00	-	247,097	5,10	0,60	5,85	40,00	-	41,51	700,00	176,00	41,51	176,00	160,26
11	D	1251+05,919			1274+03,353	700,00	-	457,434	5,10	0,60	5,85	40,00	-	41,51	700,00	176,00	41,51	176,00	298,46
12	E	1328+17,230			1341+11,141	1.000,00	-	293,911	3,80	0,40	3,45	40,00	1.000,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	123,96
13	D	1371+17,660			1390+03,993	700,00	-	366,833	5,10	0,60	5,85	40,00	-	41,51	700,00	176,00	41,51	176,00	232,10
14	E	1384+06,731			1410+04,509	1.000,00	-	317,778	3,80	0,40	3,45	40,00	1.000,00	176,00	40,00	176,00	40,00	176,00	133,51
15	E	1423+08,016	1428+08,016	1444+02,74	1449+02,740	450,00	100	514,724	6,80	0,80	12,26	40,00	-	55,35	450,00	176,00	55,35	176,00	443,78
16	E	1473+19,193	1477+19,193	1481+12,213	1485+12,213	450,00	80	233,020	6,80	0,80	12,26	40,00	-	55,35	450,00	176,00	55,35	176,00	212,02
17	D	1489+01,212	1494+01,212	1518+11,538	1523+11,538	450,00	100	680,326	6,80	0,80	12,26	40,00	-	55,35	450,00	176,00	55,35	176,00	584,26
18	D	1537+05,403	1542+05,403	1545+15,546	1550+15,546	450,00	100	270,143	6,80	0,80	12,26	40,00	-	55,35	450,00	176,00	55,35	176,00	248,11
19	E	1551+01,923	1552+01,923	1554+01,484	1555+01,484	80,00	20	79,561	-	-	-	40,00	-	80,00	176,00	40,00	80,00	40,00	-
ESTACA FINAL 1555+5,724 CORUBA DE GOIÁS																			5,20,05
Área Total de Superfícies:																			5,20,05

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:

DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO	VOLUME	UND
Volume de Aterro (Bruckner):	VA	782.844,00	m³
Volume de Aterro nas Interseções:	VAIN	11.290,13	m³
Volume de Corte (Bruckner):	VC	208.305,00	m³
Volume de Corte (Interseção):	VC	3.017,36	m³
Volume Alargamento de Corte:	VAC	1.556,00	m³
Volume de Rebaixo nos Cortes:	VRC	25.678,40	m³
Volume de Emprestimo:	VE	585.079,77	m³
Volume de Compensação Lateral (Bruckner):	VCL	5.087,99	m³
Volume de Bota Fora	VBF	3.824,00	m³
Volume de substituição de solo mole	VSM	6.880,00	m³
Volume de substituição de solo ISC<11	Vsubst	4.367,00	m³
VTE = VA + VAIN + VREB.CORTES + VCL +Vsubs solo+VBF	VTE	839.971,52	m³
Volume de Aterro Compactado a 95% e a 100%			
VAC95%=(VTE/Empolamento) x Porcentagem de Aterro > 0,60 m		398.778,05	m³
VAC 100%=(VTE /Empolamento) x Porcentagem de Aterro < 0,60 m		244.412,35	m³
Volume Medio Escavado p/ Km (EXT=31,77Km)		26.439,14	m³/km

QUADRO RESUMO DE TERRAPLENAGEM

REF.	DESCRIÇÃO	VOLUMES (m³)			VOLUMES (m³)	OBSERVAÇÃO
		1ª Categoria	2ª Categoria	3ª Categoria		
1	VOLUME DE ATERRO (BRUCKNER)				782.844,00	
2	VOLUME DE ATERRO DA IN-01				11.290,13	
3	VOLUME DE BOTA FORA				3.824,00	
					797.958,13	
4	VOLUME DE CORTE (BRUCKNER)				208.305,00	
5	VOLUME DE CORTE (INTERSEÇÕES)				3.017,36	
6	VOLUME DE ALARGAMENTO DE CORTE				1.556,00	
7	VOLUME DE EMPRÉSTIMO				585.079,77	
					797.958,13	
8	VOLUME DE COMPENSAÇÃO LATERAL (BRUCKNER)				5.087,99	
9	VOLUME DE REBAIXO CORTES				25.678,40	
10	VOLUME DE SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS(Solo Mole e ISC<11)				11.247,00	
11	VOLUME ESCAVADO MAT 1ª CAT ATÉ 50M	33.050,12				
12	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 51 <= 200	62.894,40				
13	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 201 <= 400	190.534,00				
14	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 401 <= 600	75.490,00				
15	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 601 <= 800	100.178,00				
16	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 801 <= 1000	152.223,00				
17	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 1001 <= 1200	167.520,00				
18	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 1201 <= 1400	964,00				
19	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 1801 <= 2000	25.000,00				
20	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. até 50m					
21	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 401 <= 600		4.000,00			
22	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 801 <= 1000		5.000,00			
23	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 3ªDt. até 50m			118,00		
24	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 3ªDt. (m) > 401 <= 600			8.000,00		
25	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 3ªDt. (m) > 801 <= 1000			15.000,00		
	VOLUME TOTAL ESCAVADO (11 ao 25)	807.853,52	9.000,00	23.118,00	839.971,52	
26	VOLUME MÉDIO ESCAVADO P/ km	-	-	-	26.439,14	
27	VOLUME COMPACTADO A 95% DO PROCTOR NORMAL				398.778,05	
28	VOLUME COMPACTADO A 100% DO PROCTOR NORMAL				244.412,35	
29	VOLUME COMPACTADO DE BOTA FORA				2.941,54	
30	VOLUME DE ATERRO COMPACTADO (27 + 28 + 29)				646.131,94	

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 1,5 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 (Estaca 00 - 1555+6,724).

Sub-base

É a camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnico-econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do Subleito.

A solução adotada para a Sub- Base (Pista e Acostamento) Ficou da seguinte forma:

- Estabilização Granulométrica com mistura. (Estaca 00 -1555+6,724).

4.3.3 - Método de Dimensionamento

O método de dimensionamento a ser usado é o “Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis - DNER/1981”, método este, do Engenheiro Murilo Lopes de Souza.

Número "N"

Como os cálculos demonstrados no item 3.4.3, o número "N" adotado para o dimensionamento do pavimento será igual $N_{10(USACE)} = 1,74 \times 10^5$, considerando o ano de abertura em 2016.

4.3.4 - Determinação do Índice de Suporte do Subleito

O I.S.C. foi determinado para o trecho pela fórmula preconizada pelo DNIT em seu “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis”, edição DNER-1981, a saber:

$$ISp = \overline{CBR} - \frac{1,29 \times \sigma}{\sqrt{N}}$$

Onde:

CBR = é o CBR médio dos valores considerados do sub leito;

σ = desvio padrão dos valores considerados;

N = número de valores considerados.

Obtivemos os seguintes resultados:

ISC = 11,89

Adotado $IS_{proj} = 11\%$

4.3.5 - Concepção do Pavimento

Entende-se como Concepção do Pavimento, a definição das camadas do pavimento, compatíveis estruturalmente entre si de modo a tirar o máximo proveito do poder de suporte do subleito. Ficando implícita a condição de todas as camadas resistirem aos esforços oriundos dos veículos durante o período de projeto, considerado como 10 anos.

A fixação da espessura mínima do revestimento betuminoso possui a finalidade, na presente metodologia, de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego e evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão.

Para adoção do tipo de revestimento betuminoso, e sua espessura mínima, que dependem do tráfego, recorrendo-se às Especificações Gerais para Obras Rodoviárias da AGETOP e ao Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER tem-se as espessuras mínimas apresentadas no Quadro a seguir.

Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso	
Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso em função de “N” - AGETOP	
N	Revestimento / Espessura Mínima
$N < 2,5 \times 10^6$	Tratamentos Superficiais Simples - AGETOP ES-P 09/98
$N < 5 \times 10^6$	Tratamentos Superficiais Duplos - AGETOP-ES-P 10/98
Mais de 5×10^6	Concreto Betuminoso - AGETOP-ES-P 11/98
Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso em função de “N” - DNIT	
N	Revestimento / Espessura Mínima
$N < 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos
$10^6 < N < 5 \times 10^6$	Revestimentos Betuminosos com 5cm
$5 \times 10^6 < N < 10^7$	Concreto Betuminoso com 7,5 cm
$10^7 < N < 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 10,0 cm
Mais de 5×10^7	Concreto Betuminoso com 12,5 cm

Fontes: Especificações Gerais para Obras Rodoviárias – AGETOP e Manual de Pavimentação – DNER/1996

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

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

SOLUÇÕES SUB-BASE

DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	MISTURA	INDICES
JAZIDA 01-26 Golpes	LATERITA ARENOSA AMARELA	C/ MISTURA 10%AREIA+2%CIMENTO	LL =32,38 LL≤ 45 IP =10,20 IP≤ 15 ISC=95,73 % ISC min ≥40%
JAZIDA 02-55 Golpes	LATERITA ARENOSA AMARELA	S/ MISTURA	LL= 35,10 LL≤ 45 IP = 12,77 IP≤ 15 ISC=46,72% ISC min ≥40%
JAZIDA 03-55 Golpes	LATERITA ARGILOSA AMARELA	S/ MISTURA	LL= 44,77 LL≤ 45 IP = 13,62 IP≤ 15 ISC=47,84% ISC min ≥40%
JAZIDA 04-55 Golpes	LATERITA ARENOSA AMARELA	S/ MISTURA	LL= 35,41 LL≤ 45 IP = 12, 46 IP≤ 15 ISC=45,65% ISC min ≥40%

SOLUÇÕES BASE

DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	MISTURA	INDICES
JAZIDA 01-26 Golpes	LATERITA ARENOSA AMARELA	C/ MISTURA 10%AREIA+2%CIMENTO	32,38 LL≤ 45 10,20 IP≤ 15 ISC=95,73 % ISC min ≥40%
JAZIDA 02-26 Golpes	LATERITA ARENOSA AMARELA	C/ MISTURA 10%AREIA+2%CIMENTO	LL= 30,93 LL≤ 45 IP = 9,70 IP≤ 15 ISC=90,42 % ISC min ≥40%
JAZIDA 03-26 Golpes	LATERITA ARGILOSA AMARELA	C/ MISTURA 10%AREIA+2%CIMENTO	LL= 31,88 LL≤ 45 IP = 10,09 IP≤ 15 ISC=91,29% ISC min ≥40%
JAZIDA 04-26 Golpes	LATERITA ARENOSA AMARELA	C/ MISTURA 10%AREIA+2%CIMENTO	LL= 31,56 LL≤ 45 IP = 9,58 IP≤ 15 ISC=93,55% ISC min ≥40%

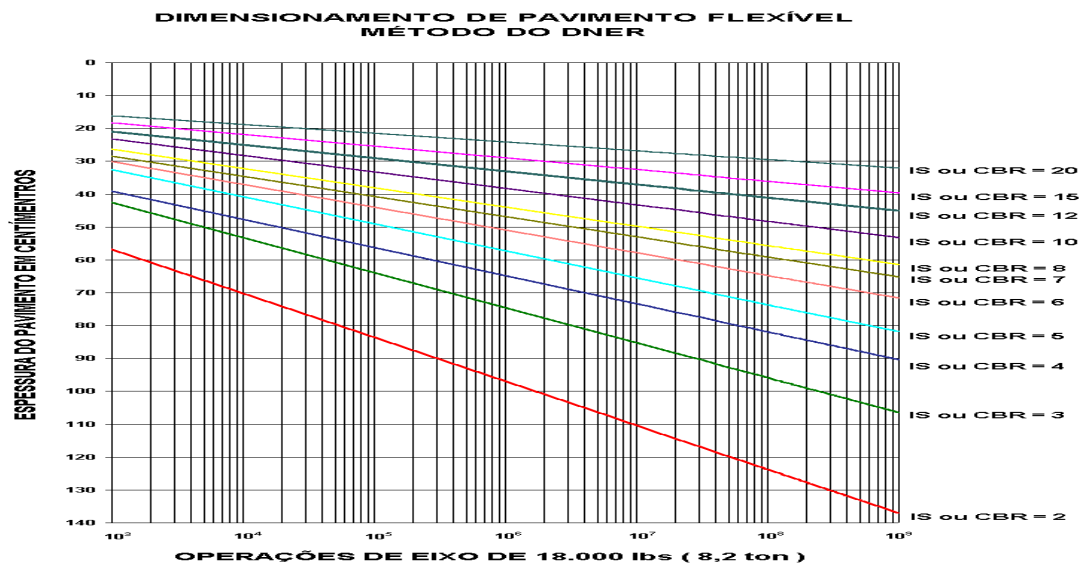
4.3.6.3 - Espessuras das Camadas

1 - Concepção das Camadas e Coeficientes de Equivalência Estrutural

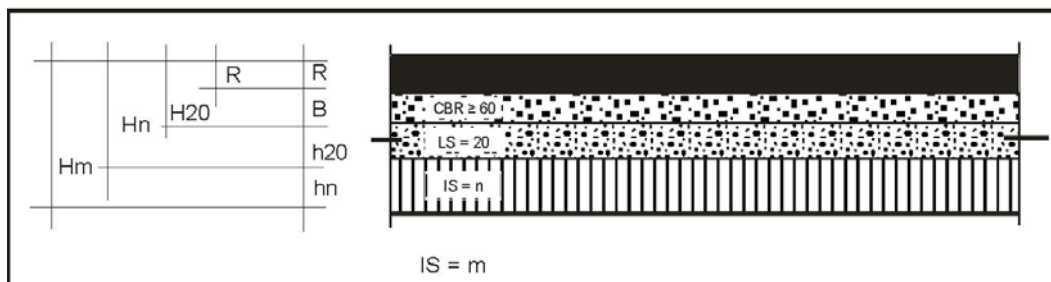
Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipulados os seus coeficientes de equivalência estrutural, sendo:

- 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:

$$R \times KR + B \times KB \geq H20$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times KSB \geq Hn$$

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 = **11%**.

Dados:

$$\begin{aligned} N &= 1,74 \times 10^5 & R &= 3,3(2,5+0,8) \\ ISC &= 11 & K_R &= 1,2 \\ H_9 &= 33,1 & K_B &= 1,0 \\ H_{20} &= 23,20 & K_{SB} &= 1,0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R \times K_R + B \times K_B &\geq H_{20} \\ 3,3 \times 1,2 + B \times 1, &\geq 23,20 \\ B &\geq 19,24 \\ \text{Adotado} \rightarrow B &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_{SB} &\geq H_n \\ 3,3 \times 1,2 + 20 \times 1,0 + SB \times 1,0 &\geq 33,10 \\ SB &\geq 9,14 \\ \text{Adotado} \rightarrow SB &= 15,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

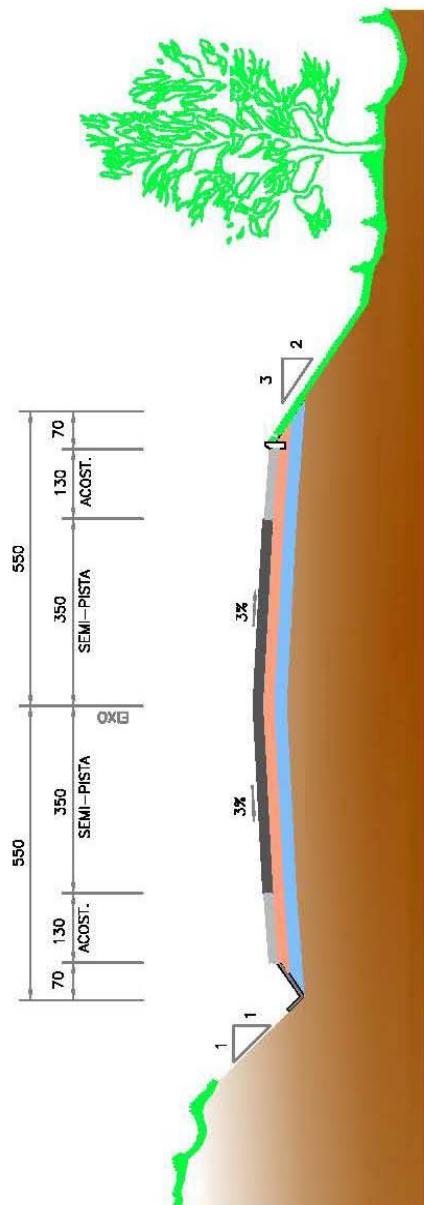
Camada	Espessura (cm)
Revestimento(TSD)	2,50
Base	20,00
Sub-base	15,00
Total	37,50

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

SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DE PAVIMENTAÇÃO

PISTA PROJETADA



LEGENDA

- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO
(TSO) ESPESSURA = 2,50 cm |  | BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE
ESPESSURA = 20 cm |
|  | MICROREVESTIMENTO A FRIO
ESPESSURA = 0,8 cm |  | SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE
ESPESSURA = 15 cm |
|  | TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO
(TSO) ESPESSURA = 2,50 cm | | |

4.3.7- Quadro Demonstrativo dos Serviços de Pavimentação

Discriminação	Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m2)	Área de Interseção(m2)	Área de Superfaguam2)	Volume (m3)	Massa (t)	D.M.T. (Km)	Densidades ou Taxas de Aplicação	Unidade
REG E COMP SUBLEITO	31.768,58	11,00	-	349.454,40	15.925,00		-	-	-	-	m2
CM-4-30	31.768,58	9,60	-	304.978,39	15.925,00	5.620,05	-	391,83	110,20	1,20	Kg/m2
RR-2C/TSD (PISTA)	31.768,58	7,00	0,025	222.380,07	15.925,00	5.620,05	6.098,13	658,60	110,20	2,70	Kg/m2
RR-2C/TSD (ACOST.)	31.768,58	2,60	0,025	82.598,31			2.064,96	223,02	110,20	2,70	t/m3
MICROREVESTIMENTO 8mm(Pista)	31.768,58	7,00	0,008	222.380,07	15.925,00	5.620,05	1.951,40	341,50	110,20	1,40	Kg/m2
CASCALHO/BASE	31.768,58	10,25	0,20	325.627,97	15.925,00	5.620,05	90.264,98	-	3,02	-	-
CASCO SUB-BASE	31.768,58	10,78	0,15	342.306,47	15.925,00	5.620,05	70.951,05	-	3,02	-	-
RODOVIA:	GO-139/225	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA									
TRECHO:	Entroncamento GO-561(Por. Olhos D'água) / Corumbá de Goiás										
EXTENSÃO:	31,77 Km										
LOTE:	UNICO	QUADRO DEMONSTRATIVO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO									
OBS: Foi feito uma variante iniciando na estaca 499(LT)-Estaca 00(V) e finalizando na estaca 259+1.888 (V) = estaca 725(LT). Foi considerado um empolamento de 30% para o cascalho da base e subbase											

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 (GOIANA)	CANTEIRO	-	-	-	0,13	110,20	110,33
	ASFALTO DILUIDO CM-30	CANTEIRO	PISTA	15,89	-	15,89	-	-	-
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	GOIANA/GO	CANTEIRO	-	-	-	0,13	110,20	110,33
	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	CANTEIRO	PISTA	15,89	-	15,89	-	-	-
	BRITA	PEDREIRA 01	CANTEIRO	-	-	-	0,13	46,10	46,23
	BRITA	CANTEIRO	PISTA	15,89	-	15,89	-	-	-
MICROREVESTIMENTO 8MM	EMULSÃO POL RR-2C	GOIANA/GO	CANTEIRO	-	-	-	0,13	110,20	110,33
	BRITA	PEDREIRA 01	CANTEIRO	-	-	-	0,13	46,10	46,23
	BRITA	CANTEIRO	PISTA	15,89	-	15,89	-	-	-
	FILLER	GOIANA/GO	CANTEIRO	-	-	-	0,13	110,20	110,33
	FILLER	CANTEIRO	PISTA	15,89	-	15,89	-	-	-
SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	SOLO	Jazidas: J1 - J2 - J3 - J4	PISTA / ACOSTAMENTO	3,02	-	3,02	-	-	-
BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	SOLO	Jazidas: J1 - J2 - J3 - J4	PISTA / ACOSTAMENTO	3,02	-	3,02	-	-	-
NP = RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		P = RODOVIA PAVIMENTADA							
RODOVIA: GO-139/225		PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA							
TRECHO: Entroncamento GO-561(Pov. Olhos D'água) / Corumbá de Goiás		QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE							
EXTENSÃO: 31,77 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 deságue, 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, (grotas 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, grotas 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.

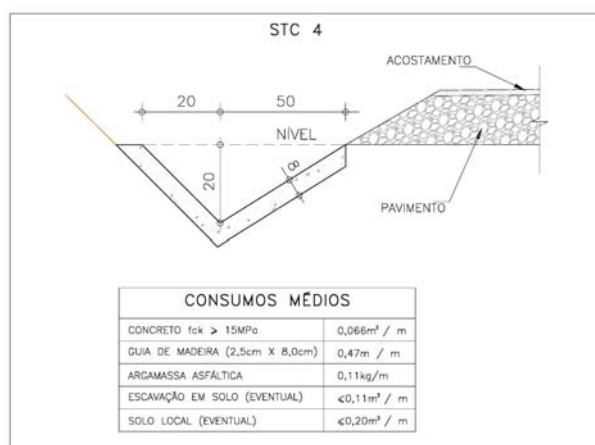
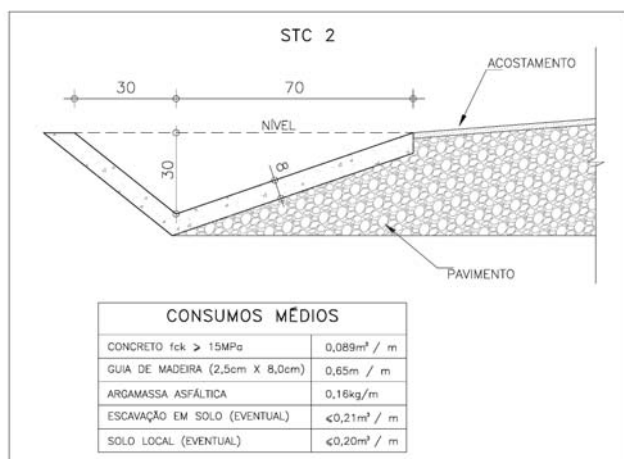
A sarjeta triangular é um tipo bem aceito, pois, além de apresentar uma razoável capacidade de vazão, conta a seu favor com o importante fato da redução dos riscos de acidentes.

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);

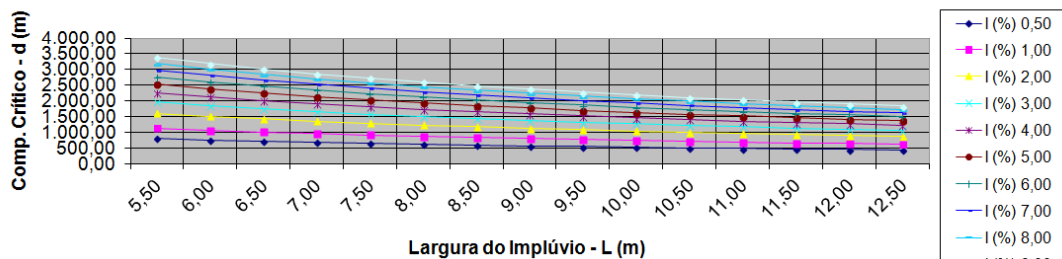
V = velocidade de escoamento, (m/s).

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

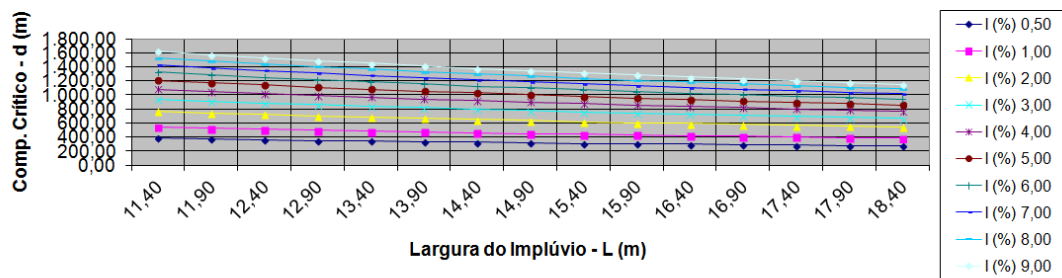
Fixada a seção prévia da sarjeta passa-se à determinação do seu comprimento crítico para as diversas declividades, do greide, correspondentes aos cortes existentes, conforme tabelas abaixo:

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) 16,3800	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	791,12	1.118,82	1.582,25	1.937,85	2.237,64	2.501,76	2.740,54	2.960,12	3.164,50	3.356,46
	5,50	0,50	0,88	6,00	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
	5,50	1,00	0,85	6,50	705,60	997,87	1.411,20	1.728,35	1.995,73	2.231,30	2.444,26	2.640,10	2.822,39	2.993,60
	5,50	1,50	0,84	7,00	669,41	946,69	1.338,83	1.639,72	1.893,39	2.116,87	2.318,91	2.504,71	2.677,65	2.840,08
	5,50	2,00	0,82	7,50	636,76	900,51	1.273,52	1.559,73	1.801,03	2.013,61	2.205,80	2.382,53	2.547,04	2.701,54
	5,50	2,50	0,81	8,00	607,14	858,63	1.214,28	1.487,19	1.717,26	1.919,95	2.103,20	2.271,72	2.428,57	2.575,89
	5,50	3,00	0,79	8,50	580,16	820,47	1.160,32	1.421,09	1.640,93	1.834,62	2.009,73	2.170,75	2.320,63	2.461,40
	5,50	3,50	0,78	9,00	555,47	785,55	1.110,94	1.360,62	1.571,11	1.756,55	1.924,21	2.078,38	2.221,88	2.356,66
	5,50	4,00	0,77	9,50	532,80	753,49	1.065,60	1.305,08	1.506,98	1.684,86	1.845,67	1.993,55	2.131,19	2.260,47
	5,50	4,50	0,77	10,00	511,90	723,94	1.023,81	1.253,90	1.447,88	1.618,78	1.773,29	1.915,37	2.047,62	2.171,83
	5,50	5,00	0,76	10,50	492,59	696,62	985,17	1.206,59	1.393,25	1.557,70	1.706,37	1.843,09	1.970,35	2.089,87
	5,50	5,50	0,75	11,00	474,67	671,29	949,35	1.162,71	1.342,58	1.501,05	1.644,32	1.776,07	1.898,70	2.013,87
	5,50	6,00	0,74	11,50	458,02	647,74	916,04	1.121,91	1.295,47	1.448,38	1.586,63	1.713,75	1.832,08	1.943,21
	5,50	6,50	0,74	12,00	442,49	625,78	884,99	1.083,88	1.251,56	1.399,29	1.532,84	1.655,66	1.769,97	1.877,34
	5,50	7,00	0,73	12,50	427,99	605,26	855,97	1.048,35	1.210,53	1.353,41	1.482,58	1.601,37	1.711,94	1.815,79
LADO INTERNO DA CURVA	11,40	0,00	0,90	11,40	381,68	539,78	763,37	934,93	1.079,56	1.206,99	1.322,19	1.428,13	1.526,73	1.619,34
	11,40	0,50	0,89	11,90	370,84	524,45	741,68	908,37	1.048,89	1.172,70	1.284,63	1.387,55	1.483,36	1.573,34
	11,40	1,00	0,88	12,40	360,60	509,96	721,19	883,27	1.019,92	1.140,30	1.249,14	1.349,22	1.442,38	1.529,88
	11,40	1,50	0,87	12,90	350,90	496,25	701,80	859,53	992,50	1.109,65	1.215,56	1.312,96	1.403,61	1.488,75
	11,40	2,00	0,86	13,40	341,72	483,26	683,43	837,03	966,52	1.080,60	1.183,74	1.278,58	1.366,86	1.449,78
	11,40	2,50	0,85	13,90	333,00	470,93	666,00	815,68	941,86	1.053,03	1.153,54	1.245,97	1.332,00	1.412,79
	11,40	3,00	0,84	14,40	324,72	459,22	649,43	795,39	918,43	1.026,84	1.124,85	1.214,97	1.298,86	1.377,65
	11,40	3,50	0,83	14,90	316,83	448,07	633,67	776,08	896,14	1.001,92	1.097,54	1.185,48	1.267,34	1.344,21
	11,40	4,00	0,82	15,40	309,33	437,45	618,65	757,69	874,91	978,17	1.071,54	1.157,39	1.237,30	1.312,36
	11,40	4,50	0,82	15,90	302,17	427,33	604,33	740,15	854,65	955,53	1.046,73	1.130,60	1.208,66	1.281,98
	11,40	5,00	0,81	16,40	295,33	417,66	590,66	723,41	835,32	933,91	1.023,05	1.105,02	1.181,32	1.252,98
	11,40	5,50	0,80	16,90	288,80	408,42	577,59	707,40	816,84	913,25	1.000,42	1.080,57	1.155,18	1.225,26
	11,40	6,00	0,80	17,40	282,54	399,58	565,09	692,09	799,16	893,48	978,76	1.057,18	1.130,18	1.198,73
	11,40	6,50	0,79	17,90	276,56	391,11	553,12	677,43	782,23	874,55	958,03	1.034,79	1.106,23	1.173,34
	11,40	7,00	0,79	18,40	270,82	383,00	541,64	663,37	766,00	856,41	938,15	1.013,32	1.083,28	1.148,99
LADO EXTERNO DA CURVA	0,00	0,50	0,60	0,50	13.053,55	18.460,51	26.107,11	31.974,55	36.921,03	41.278,96	45.218,84	48.841,93	52.214,22	55.381,54
	0,00	1,00	0,60	1,00	6.526,78	9.230,26	13.053,55	15.987,27	18.460,51	20.639,48	22.609,42	24.420,96	26.107,11	27.690,77
	0,00	1,50	0,60	1,50	4.351,18	6.153,50	8.702,37	10.658,18	12.307,01	13.759,65	15.072,95	16.280,64	17.404,74	18.460,51
	0,00	2,00	0,60	2,00	3.263,39	4.615,13	6.526,78	7.993,64	9.230,26	10.319,74	11.304,71	12.210,48	13.053,55	13.845,39
	0,00	2,50	0,60	2,50	2.610,71	3.692,10	5.221,42	6.394,91	7.384,21	8.255,79	9.043,77	9.768,39	10.442,84	11.076,31
	0,00	3,00	0,60	3,00	2.175,59	3.076,75	4.351,18	5.329,09	6.153,50	6.879,83	7.536,47	8.140,32	8.702,37	9.230,26
	0,00	3,50	0,60	3,50	1.864,79	2.637,22	3.729,59	4.567,79	5.274,43	5.896,99	6.459,83	6.977,42	7.459,17	7.911,65
	0,00	4,00	0,60	4,00	1.631,69	2.307,56	3.263,39	3.996,82	4.615,13	5.159,87	5.652,35	6.105,24	6.526,78	6.922,69
	0,00	4,50	0,60	4,50	1.450,39	2.051,17	2.900,79	3.552,73	4.102,34	4.586,55	5.024,32	5.426,88	5.801,58	6.153,50
	0,00	5,00	0,60	5,00	1.305,36	1.846,05	2.610,71	3.197,45	3.692,10	4.127,90	4.521,88	4.884,19	5.221,42	5.538,15
	0,00	5,50	0,60	5,50	1.186,69	1.678,23	2.373,37	2.906,78	3.356,46	3.752,63	4.110,80	4.440,18	4.746,75	5.034,69
	0,00	6,00	0,60	6,00	1.087,80	1.538,38	2.175,59	2.664,55	3.076,75	3.439,91	3.768,24	4.070,16	4.351,18	4.615,13
	0,00	6,50	0,60	6,50	1.004,12	1.420,04	2.008,24	2.459,58	2.840,08	3.175,30	3.478,37	3.757,07	4.016,48	4.260,12
	0,00	7,00	0,60	7,00	932,40	1.318,61	1.864,79	2.283,90	2.637,22	2.948,50	3.229,92	3.486,71	3.729,59	3.955,82

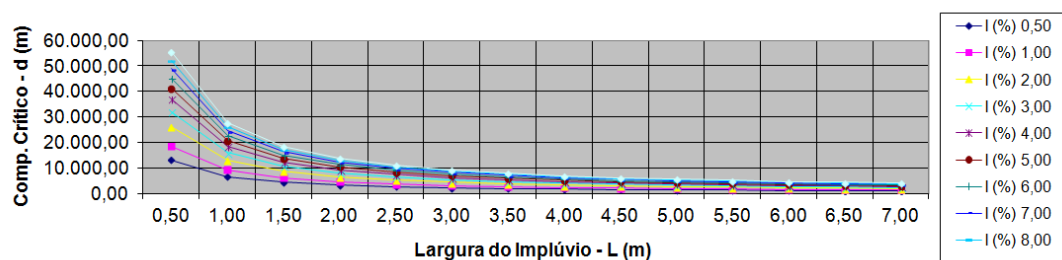
STC-02 - TANGENTE



STC-02 - LADO INTERNO DA CURVA

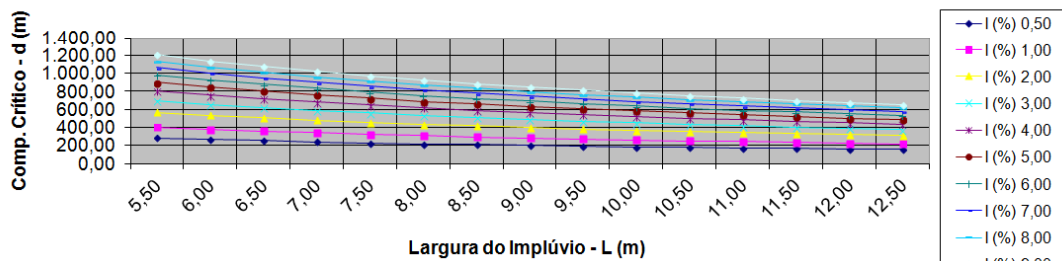


STC-02 - LADO EXTERNO DA CURVA

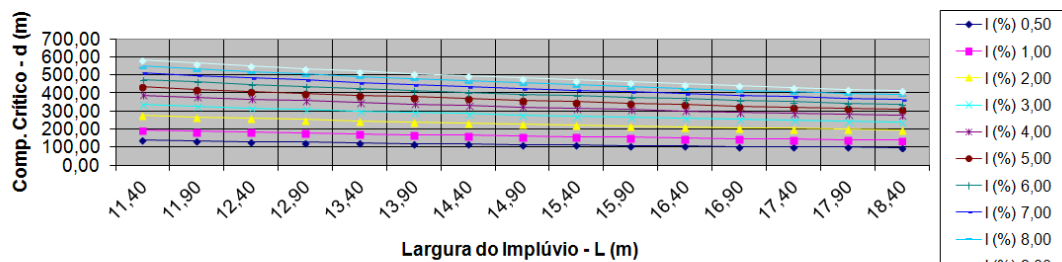


STC-04	L1 (m) 0,50	L2 (m) 0,20	h (m) 0,20	A (m2) 0,0700	Pmol (m) 0,8214	Rhid (m) 0,0852	n 0,0150	i (cm/h) 16,3800	C1 0,90	C2 0,60	Plataform. 5,50	Faixas 2,00	Plat. Tot. 11,00	SR ref. 0,40
	L plataf. (m)	L talude (m)	C	L implúvio (m)	Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes 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	283,74	401,27	567,48	695,01	802,53	897,26	982,90	1.061,65	1.134,95	1.203,80
	5,50	0,50	0,88	6,00	267,52	378,34	535,05	655,30	756,67	845,99	926,73	1.000,99	1.070,10	1.135,01
	5,50	1,00	0,85	6,50	253,06	357,89	506,13	619,88	715,77	800,26	876,64	946,88	1.012,26	1.073,66
	5,50	1,50	0,84	7,00	240,09	339,53	480,17	588,09	679,07	759,22	831,68	898,32	960,35	1.018,60
	5,50	2,00	0,82	7,50	228,37	322,97	456,75	559,40	645,94	722,19	791,11	854,50	913,50	968,91
	5,50	2,50	0,81	8,00	217,75	307,95	435,51	533,38	615,90	688,60	754,32	814,76	871,01	923,85
	5,50	3,00	0,79	8,50	208,07	294,26	416,15	509,68	588,52	657,99	720,79	778,55	832,30	882,79
	5,50	3,50	0,78	9,00	199,22	281,74	398,44	487,99	563,48	629,99	690,12	745,42	796,88	845,22
	5,50	4,00	0,77	9,50	191,09	270,24	382,18	468,07	540,48	604,28	661,95	714,99	764,36	810,72
	5,50	4,50	0,77	10,00	183,60	259,64	367,19	449,72	519,29	580,58	635,99	686,95	734,38	778,93
	5,50	5,00	0,76	10,50	176,67	249,85	353,33	432,75	499,69	558,67	611,99	661,03	706,67	749,54
	5,50	5,50	0,75	11,00	170,24	240,76	340,49	417,01	481,52	538,36	589,74	636,99	680,97	722,28
	5,50	6,00	0,74	11,50	164,27	232,31	328,54	402,38	464,62	519,47	569,05	614,64	657,08	696,94
	5,50	6,50	0,74	12,00	158,70	224,44	317,40	388,74	448,87	501,86	549,76	593,81	634,81	673,31
	5,50	7,00	0,73	12,50	153,50	217,08	307,00	375,99	434,16	485,40	531,73	574,34	613,99	651,24
LADO INTERNO DA CURVA	11,40	0,00	0,90	11,40	136,89	193,59	273,78	335,31	387,19	432,89	474,21	512,20	547,57	580,78
	11,40	0,50	0,89	11,90	133,00	188,09	266,00	325,79	376,19	420,59	460,73	497,65	532,01	564,28
	11,40	1,00	0,88	12,40	129,33	182,90	258,66	316,79	365,80	408,97	448,01	483,90	517,31	548,69
	11,40	1,50	0,87	12,90	125,85	177,98	251,70	308,27	355,96	397,98	435,96	470,89	503,41	533,94
	11,40	2,00	0,86	13,40	122,56	173,32	245,11	300,20	346,64	387,56	424,55	458,57	490,23	519,97
	11,40	2,50	0,85	13,90	119,43	168,90	238,86	292,54	337,80	377,67	413,72	446,87	477,72	506,70
	11,40	3,00	0,84	14,40	116,46	164,70	232,92	285,27	329,40	368,28	403,43	435,75	465,84	494,10
	11,40	3,50	0,83	14,90	113,63	160,70	227,27	278,34	321,40	359,34	393,64	425,18	454,53	482,10
	11,40	4,00	0,82	15,40	110,94	156,89	221,88	271,75	313,79	350,82	384,31	415,10	443,76	470,68
	11,40	4,50	0,82	15,90	108,37	153,26	216,74	265,46	306,52	342,70	375,41	405,49	433,49	459,79
	11,40	5,00	0,81	16,40	105,92	149,79	211,84	259,45	299,59	334,95	366,92	396,32	423,68	449,38
	11,40	5,50	0,80	16,90	103,58	146,48	207,15	253,71	292,96	327,54	358,80	387,55	414,31	439,44
	11,40	6,00	0,80	17,40	101,34	143,31	202,67	248,22	286,62	320,45	351,04	379,16	405,34	429,93
	11,40	6,50	0,79	17,90	99,19	140,27	198,38	242,96	280,55	313,66	343,60	371,13	396,75	420,82
	11,40	7,00	0,79	18,40	97,13	137,36	194,26	237,92	274,73	307,15	336,47	363,43	388,52	412,09
LADO EXTERNO DA CURVA	0,00	0,50	0,60	0,50	4.681,69	6.620,91	9.363,37	11.467,75	13.241,81	14.804,80	16.217,84	17.517,27	18.726,75	19.862,72
	0,00	1,00	0,60	1,00	2.340,84	3.310,45	4.681,69	5.733,87	6.620,91	7.402,40	8.108,92	8.758,64	9.363,37	9.931,36
	0,00	1,50	0,60	1,50	1.560,56	2.206,97	3.121,12	3.822,58	4.413,94	4.934,93	5.405,95	5.839,09	6.242,25	6.620,91
	0,00	2,00	0,60	2,00	1.170,42	1.655,23	2.340,84	2.866,94	3.310,45	3.701,20	4.054,46	4.379,32	4.681,69	4.965,68
	0,00	2,50	0,60	2,50	936,34	1.324,18	1.872,67	2.293,55	2.648,36	2.960,96	3.243,57	3.503,45	3.745,35	3.972,54
	0,00	3,00	0,60	3,00	780,28	1.103,48	1.560,56	1.911,29	2.206,97	2.467,47	2.702,97	2.919,55	3.121,12	3.310,45
	0,00	3,50	0,60	3,50	668,81	945,84	1.337,62	1.638,25	1.891,69	2.114,97	2.316,83	2.502,47	2.675,25	2.837,53
	0,00	4,00	0,60	4,00	585,21	827,61	1.170,42	1.433,47	1.655,23	1.850,60	2.027,23	2.189,66	2.340,84	2.482,84
	0,00	4,50	0,60	4,50	520,19	735,66	1.040,37	1.274,19	1.471,31	1.644,98	1.801,98	1.946,36	2.080,75	2.206,97
	0,00	5,00	0,60	5,00	468,17	662,09	936,34	1.146,77	1.324,18	1.480,48	1.621,78	1.751,73	1.872,67	1.986,27
	0,00	5,50	0,60	5,50	425,61	601,90	851,22	1.042,52	1.203,80	1.345,89	1.474,35	1.592,48	1.702,43	1.805,70
	0,00	6,00	0,60	6,00	390,14	551,74	780,28	955,65	1.103,48	1.233,73	1.351,49	1.459,77	1.560,56	1.655,23
	0,00	6,50	0,60	6,50	360,13	509,30	720,26	882,13	1.018,60	1.138,83	1.247,53	1.347,48	1.440,52	1.527,90
	0,00	7,00	0,60	7,00	334,41	472,92	668,81	819,12	945,84	1.057,49	1.158,42	1.251,23	1.337,62	1.418,77

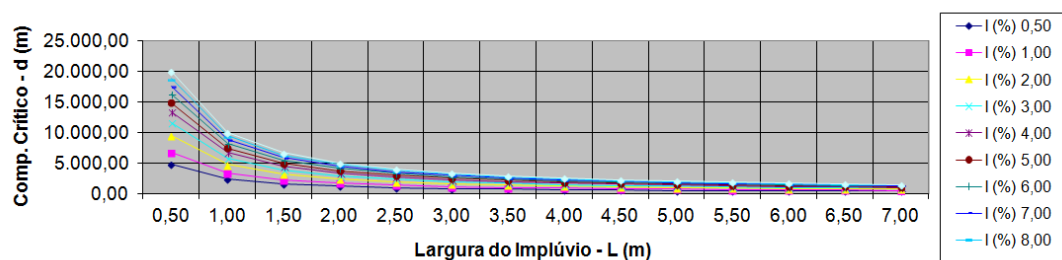
STC-04 - TANGENTE



STC-04 - LADO INTERNO DA CURVA



STC-04 - LADO EXTERNO DA CURVA

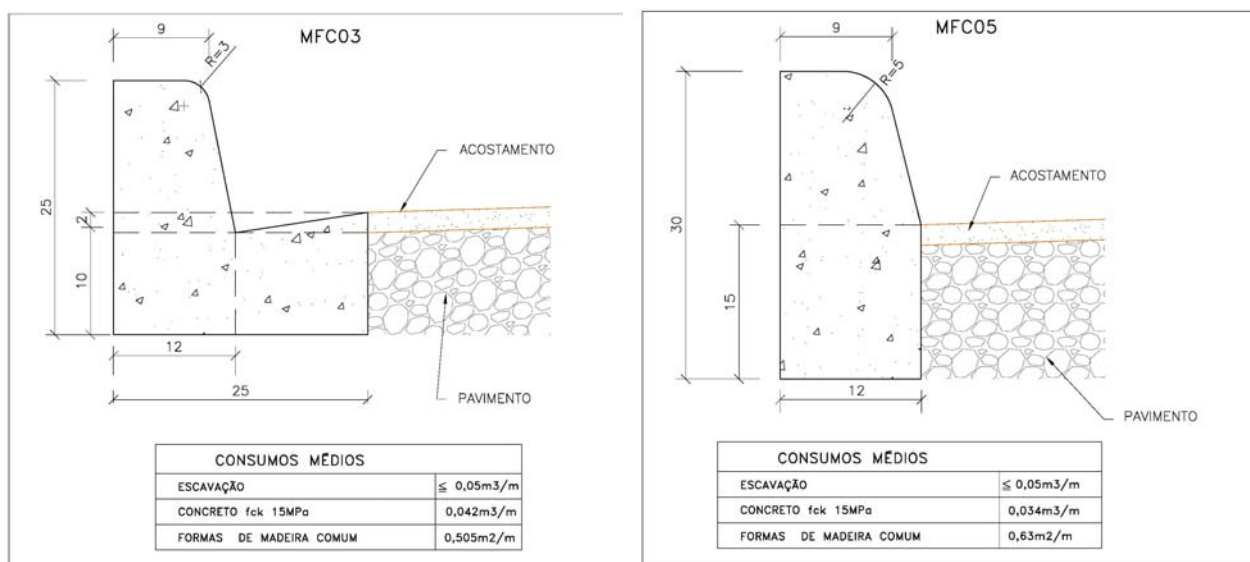


c) Projeto de Meio-Fio

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

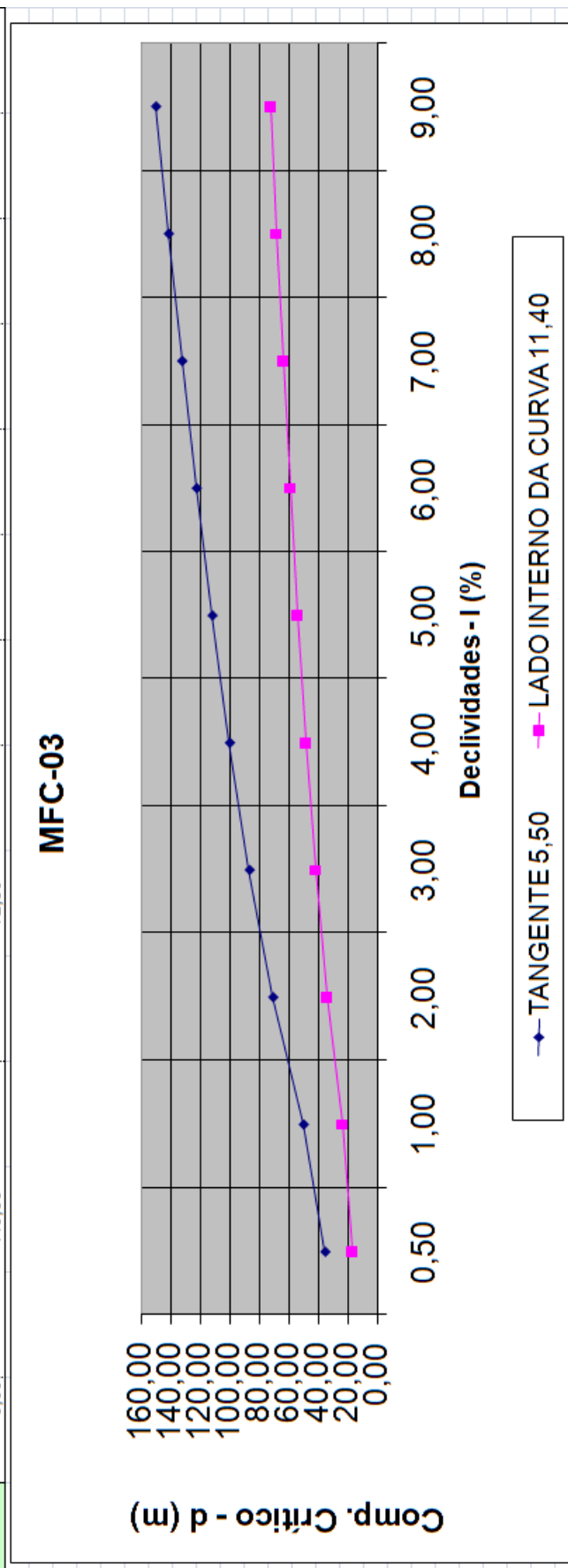
O projeto consiste na determinação do comprimento máximo do meio-fio a ser executada no caso de aterro.

O projeto em estudo apresenta os seguintes casos:

- Trechos em tangente; e
- Trechos em curva

L1 (m)	L2 (m)	h (m)	A (m ²)	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 (%)	LADO INTERNO DA CURVA											
	TANGENTE											
	5,50											
0,50	11,40											
1,00	17,04											
2,00	24,10											
3,00	34,08											
4,00	41,74											
5,00	48,20											
6,00	53,89											
7,00	59,03											
8,00	63,76											
9,00	68,16											
	72,30											

MFC-03



d) Projeto de Valetas

– Projeto de Valetas de Proteção dos Cortes

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

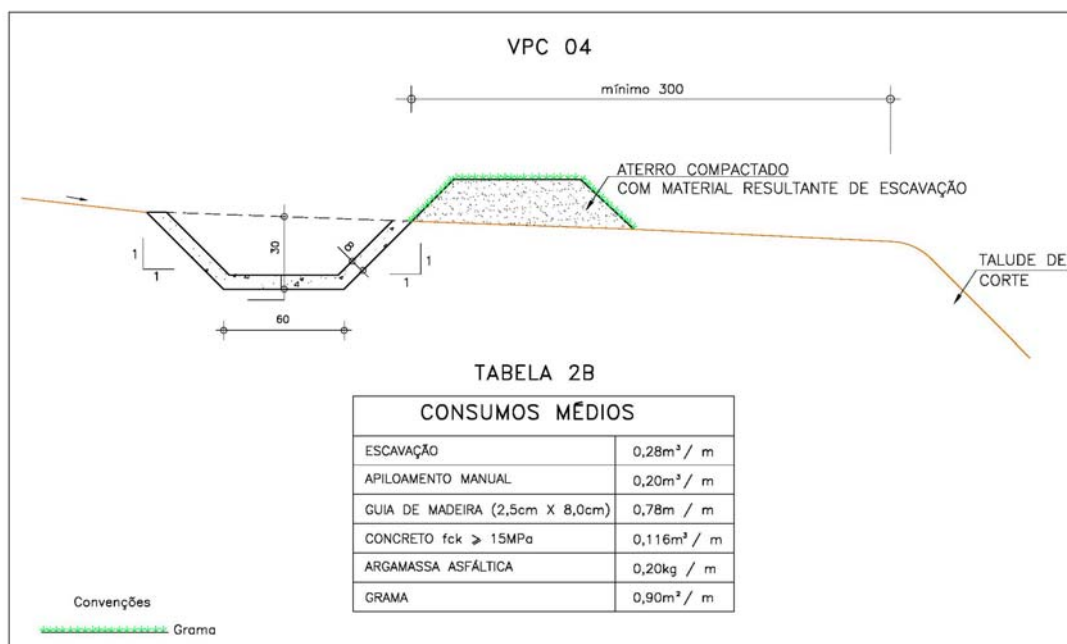
Será aberta a montante de crista dos cortes com traçados aproximadamente paralelos ao eixo da estrada, destinadas ao escoamento total ou parcial do fluxo superficial proveniente da área contribuinte.

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.



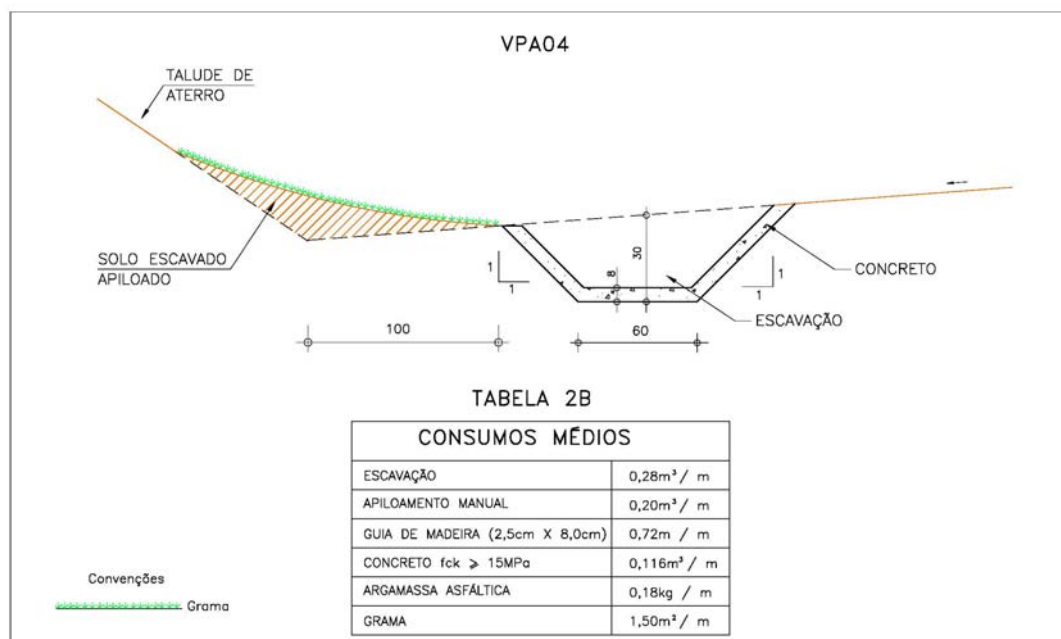
– Projeto das Valetas de Proteção dos Aterros

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 7%. 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

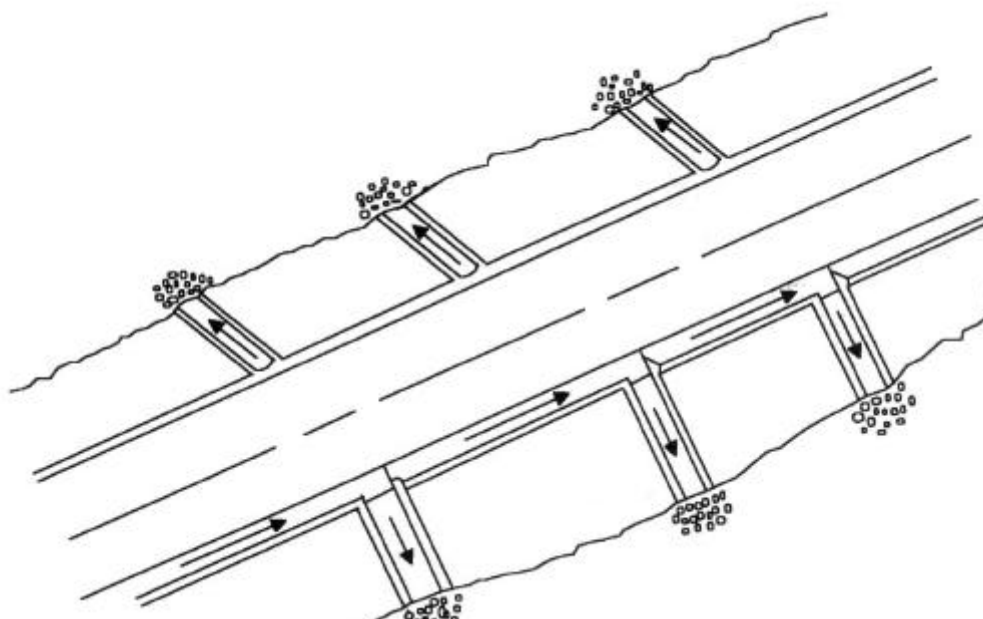
A finalidade dos sangradouros é a de conduzir a água superficial ao longo de um talude (de corte ou aterro) até os escoadouros naturais. O posicionamento destes dispositivos de drenagem foi determinado após análises do projeto geométrico.

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:

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

Onde:

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

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

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

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

$Z_n = 0$;

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

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

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

Neste trecho não houve a necessidade de nenhuma Ponte de Concreto Armado.

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 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: +7,2%;
- Velocidade diretriz: 80 km/h;
- Raio mínimo adotado: 80,0 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

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-139 /225. 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

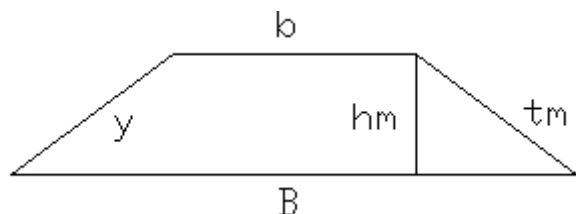
Optou-se pela adoção dos seguintes métodos de revegetação nos diversos pontos de recuperação da rodovia.

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.

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	814.862,06	m²
Grama em placas	6.569,23	m²
Arvores e arbustos	9.370,00	un

5- QUANTITATIVOS

5 - QUANTITATIVOS

QUANTITATIVOS			
Extensão: 31,77km			
Largura Plataforma: 11,0 m			
Código	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
100001	TERRAPLENAGEM		
40001	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15CM	m2	761.358,30
40002	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 15 CM	m2	190.731,49
40010	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M - C/ TRATOR DE ESTEIRAS	m3	33.050,12
40015	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	62.894,40
40016	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	190.534,00
40017	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	75.490,00
40018	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m3	100.178,00
40019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1000M)	m3	152.223,00
40020	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1001 A 1200M)	m3	167.520,00
40021	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1201 A 1400M)	m3	964,00
40024	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1800 A 2000M)	m3	25.000,00
40032	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	4.000,00
40034	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1000M)	m3	5.000,00
40012	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA ATÉ 50M - C/ TRATOR DE ESTEIRAS	m3	118,00
40077	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	8.000,00
40079	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 801 A 1000M)	m3	15.000,00
40086	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE SOLO MOLE - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	6.880,00
40100	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m3	405.640,15
40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m3	248.618,15
40102	COMPACTAÇÃO MANUAL	m3	1.361,69
40120	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTIMO	m2	475.441,06
100002	PAVIMENTAÇÃO		
40300	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m2	192.240,00
40305	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m2	192.240,00
40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m2	365.379,40
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m3	161.216,03
40320	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASALHO) (DMT=3,02 KM)	m3km	486.872,41
40337	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA (100% P.M.)	m3	42.292,32
	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA COM MISTURA 10% DE AREIA +2% DE CIMENTO	m3	94.121,25
40380	IMPRIMAÇÃO	m2	326.523,44
40609	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO (BC)	m2	326.523,44
40611	MICROREVESTIMENTO A FRIO - 0,8 CM S/COMPACTAÇÃO(BC)	m2	243.925,12
40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO (DT=15,89)	TKm	25.661,34
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS (DMT=15,89 KM)	m3km	147.717,31
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS(DT=61,65 km)	m3km	573.113,41
40480	FORNECIMENTO DE CM-30	T	391,83
40490	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C	T	881,61
40495	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C COM POLIMERO	T	341,50
40535	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO (DT=110,2km)	TKm	177.966,01

QUANTITATIVOS			
Extensão: 31,77 km			
Largura Plataforma: 11,0 m			
Código	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
100004	DRENAGEM		
41301	COLCHÃO DRENANTE COM AREIA (AC)	m3	6.880,00
41302	COLCHÃO DRENANTE COM BRITA (BC)	m3	3.168,00
47023	ESCAV. MEC. DE VALAS DE 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	m3	1.813,20
41305	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS03 (AC/BC)	m	6.280,00
41313	DRENO CEGO, CORTE EM ROCHA - DPR03 (BC)	m	810,00
41317	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC02 (AC/BC)	m	365,00
41319	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC04 (AC/BC)	m	7.742,04
41332	MEIO FIO COM SARJETA - MFC03 (AC/BC)	m	9.320,00
41334	MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05 (AC/BC)	m	5.584,11
41339	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC04 (AC/BC)	m	2.320,00
41341	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA04 (AC/BC)	m	2.400,00
41342	DRENO PROFUNDO BOCA DE CONCRETO (AC/BC)	un	29,00
41343	SAIDA E DESCIDA D'ÁGUA LISA-VC=0,164M3/M (AC/BC)	m	688,62
41344	SAIDA E DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS-VC=0,198M3/M (AC/BC)	m	413,39
41347	CAIXA COLETORA EM CONCRETO TUBO D=1,00M EXCETO ESCAVAÇÃO (AC/BC)	un	1,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 01	un	52,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 02	un	1,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 01	un	184,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 02	un	24,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 05	un	12,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 08	un	8,00
	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 11	un	1,00
100005	OBRAS COMPLEMENTARES		
40800	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	m	63.576,00
40810	DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES	m	-
40815	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM RESINA ACRÍLICA	m2	9.493,27
40835	TACHA REFLETIVA BIDIRECIONAL	un	17.820,00
40855	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA PINTURA ELETR.	m2	176,20
40865	REVESTIMENTO VEGETAL EM PLACAS (GRAMA)	m2	6.569,23
40870	REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS	m2	215.880,00
40880	CONFORMAÇÃO DE TALUDE	m2	814.862,00
40890	REVESTIMENTO VEGETAL POR HIDROSSEMEADURA	m2	814.862,00
100008	OBRAS DE ARTE CORRENTES		
41805	CORPO DE BSTC D=0,60m (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	198,00
41816	CORPO DE BSTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	221,00
41831	CORPO DE BDTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	152,00
41841	CORPO DE BTTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	15,00
41845	BOCA DE BSTC D=0,60m (AC/BC)	un	66
41856	BOCA DE BSTC D=1,00M (AC/BC)	un	24,00
41876	BOCA DE BDTC D=1,00M (AC/BC)	un	16,00
41881	BOCA DE BTTC D=1,00M (AC/BC)	un	2,00

QUANTITATIVOS (OAE)			
Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	0105+00,00(V)
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BSCC (2,50 x 2,50)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	31,57 m
Lote:	ÚNICO	Esc:	0º
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	6.112,01
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	30,94
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	309,39
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m³	159,22
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	15,92
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m³	268,92
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	441,92
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	6.112,01
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	4,28
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	74,23
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	441,92
5.6	Desforma	m²	441,92
5.7	Limpeza	m²	1.180,95
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	6.627,42
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	12.630,59
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	74,48
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	49,65

QUANTITATIVOS (OAE)			
Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	0109+10,00(V)
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BTCC (2,50 x 2,50)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	45,53 m
Lote:	ÚNICO	Esc:	0º
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	19.842,45
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	93,79
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	937,92
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m³	446,16
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	44,62
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m³	853,27
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	1.174,92
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	19.842,45
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	16,52
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	241,78
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	1.174,92
5.6	Desforma	m²	1.174,92
5.7	Limpeza	m²	1.854,50
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	20.470,33
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	38.944,04
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	230,14
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	153,43

QUANTITATIVOS (OAE)			
Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	0184+00,00(V)
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BSCC (2,50 x 2,50)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	23,95 m
Lote:	ÚNICO	Esc.:	0°
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	3.849,00
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	23,47
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	234,71
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m²	134,84
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	13,48
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m²	199,19
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	341,34
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	3.849,00
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	3,29
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	57,39
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	341,34
5.6	Desforma	m²	341,34
5.7	Limpeza	m²	1.006,46
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	5.066,63
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	9.350,07
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	49,34
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	32,89

QUANTITATIVOS (OAE)			
Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	0257+00,00(V)
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BSCC (2,50 x 2,50)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	35,04 m
Lote:	ÚNICO	Esc.:	0º
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	7.172,32
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	34,34
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	343,39
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m³	172,93
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	17,29
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m³	300,67
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	492,94
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	7.172,32
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	4,74
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	97,26
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	492,94
5.6	Desforma	m²	492,94
5.7	Limpeza	m²	1.260,42
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	8.048,21
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	14.935,94
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	85,93
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	57,29

QUANTITATIVOS (OAE)			
Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	0814+00,00
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BTCC (2,50 x 2,50)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	65,22 m
Lote:	ÚNICO	Esc.:	15°
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	35.489,50
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	134,35
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	1.343,53
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m³	596,34
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	59,63
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m³	1.279,56
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	1.740,45
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	35.489,50
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	24,41
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	436,03
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	1.740,45
5.6	Desforma	m²	1.740,45
5.7	Limpeza	m²	2.411,73
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	34.163,59
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	61.352,63
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	354,16
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	236,11

QUANTITATIVOS (OAE)			
Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	1111+00,00
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BSCC (3,00 x 3,00)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	34,30 m
Lote:	ÚNICO	Esc.:	30°
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	23.520,40
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	37,04
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	463,05
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m³	406,90
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	40,69
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m³	379,96
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	1.047,64
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	23.520,40
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	15,41
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	313,66
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	1.047,64
5.6	Desforma	m²	1.047,64
5.7	Limpeza	m²	1.270,62
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	22.836,79
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	54.557,36
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	396,82
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	264,55

QUANTITATIVOS (OAE)

Rodovia:	GO-139 / GO-225	Estaca:	1408+05,00
Trecho:	OLHOS D'AGUA / CORUMBÁ DE GOIÁS	Obra:	BSCC (1,50 x 1,50)
Extensão:	31,77 km	Comprim.	25,89 m
Lote:	ÚNICO	Esc.:	0°
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Instalação de canteiro	%	2,00%
1.2	Placa da obra	m²	
1.3	Ferragem depositada	kg	2.413,31
1.4	Demolição de concreto simples	m³	
1.5	Demolição de concreto armado	m³	
2	INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Escavação manual em mat. 1ª categoria	m³	20,19
2.2	Escavação manual em mat. 1ª categoria com esgot.	m³	
2.7	Escavação mecânica em mat. 1ª categoria	m³	100,97
2.8	Estaca de madeira	m	
2.9	Lastro de pedra	m³	87,37
2.14	Concreto Fck= 15 MPa	m³	8,74
4	SUPER-ESTRUTURA		
4.2	Escoramento convencional para bueiro	m³	114,37
4.3	Forma chapa comp. resinada 12mm	m²	252,71
4.5	Armação CA-50 e/ou CA-60	kg	2.413,31
4.6	Concreto Fck = 15 Mpa	m³	2,22
4.7	Concreto Fck = 18 Mpa	m³	31,95
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
5.2	Pintura com nata de cimento	m²	252,71
5.6	Desforma	m²	252,71
5.7	Limpeza	m²	1.004,99
6	TRANSPORTE		
6.1	Transporte de material básico - DT=110,33 Km	t x Km	3.133,52
6.2	Transporte de agregados	m³ x Km	
6.3	Transporte comercial de agregados	m³ x Km	7.685,64
6.4	Transporte de equipamentos em geral - DT=110,33 Km	t x Km	1.654,95
7	SERVIÇOS DIVERSOS		
7.1	Enrocamento de pedra arrumada	m³	56,40
7.2	Enrocamento de pedra jogada	m³	37,60

6- TERMO DE ENCERRAMENTO

6 - TERMO DE ENCERRAMENTO

Este volume encerra-se nesta página e contém **183** folhas, numeradas de **1** até **183**.