

ÍNDICE

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	05
1.1. INTRODUÇÃO	06
1.2. COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO	06
1.3. DADOS CONTRATUAIS	08
1.4. MAPA DE SITUAÇÃO	09
1.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO	11
2. ESTUDOS	14
2.1. ESTUDO TOPOGRÁFICO	15
2.1.1. INTRODUÇÃO	16
2.1.2. FASES DO ESTUDO	16
2.1.3. FASE DE ANTEPROJETO - RECONHECIMENTO	16
2.1.4. FASE DE PROJETO - EXPLORAÇÃO LOCADA	17
2.1.5. LOCAÇÃO E AMARRAÇÃO DO EIXO	17
2.2. ESTUDO HIDROLÓGICO	24
2.2.1. INTRODUÇÃO	25
2.2.2. DADOS UTILIZADOS	25
2.2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA REGIÃO	26
2.2.4. PLUVIOMETRIA E PLUVIOGRAFIA	28
2.2.5. TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR)	37
2.2.6. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	41
2.2.7. CÁLCULO DAS VAZÕES AFLUENTES	42
2.3. ESTUDO GEOTÉCNICO	48

2.3.1. INTRODUÇÃO	49
2.3.2. ESTUDO DO SUB-LEITO	49
2.3.3. ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS LATERAIS	50
2.3.4. ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS CONCENTRADOS	50
2.3.5. ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO	50
2.5.4 ESTUDO DO TRÁFEGO	53
2.5.1. INTRODUÇÃO	54
3. PROJETOS	64
3.1. PROJETO GEOMÉTRICO	65
3.1.1. INTRODUÇÃO	66
3.1.2. ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS	66
3.1.3. EXECUÇÃO DO PROJETO	67
3.1.4. PROJETO PLANI-ALTIMÉTRICO	67
3.1.5. SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO	69
3.1.6. APRESENTAÇÃO DO PROJETO	69
3.1.7. ELEMENTOS DO PROJETO	69
3.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM	70
3.2.1. INTRODUÇÃO	71
3.2.2. CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	73
3.2.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	76
3.2.4. ESPECIFICAÇÕES	86
3.3. PROJETO DE DRENAGEM	87
3.3.1. INTRODUÇÃO	88
3.3.2. PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL E BUEIROS	89

3.4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	106
3.4.1. INTRODUÇÃO	107
3.4.2. ELEMENTOS CONSTITUINTES DO PAVIMENTO	108
3.4.3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	109
3.5. PROJETO DE INTERSEÇÃO E ACESSO	127
3.6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO	129
3.6.1. INTRODUÇÃO	130
3.6.2. SINALIZAÇÃO	130
3.6.3. ESPECIFICAÇÕES	136
3.7. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	138
3.7.1. CERCAS	139
3.7.2. DEFENSAS	140
3.7.3. CONTROLE DE EROSÃO	142
4. QUADRO DE QUANTIDADES	143

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

Volume 1 - RELATÓRIO DO PROJETO compõe o Projeto Executivo de Engenharia para a Pavimentação da Rodovia GO-110 - Trecho: Iaciara –Água Quente, com extensão de 18,06 Km.

O conjunto completo de volumes que integram este Projeto Execução de Engenharia, são os seguintes:

- Volume 1 - Relatório do Projeto;
- Volume 2 – Documentos para Concorrência;
- Volume 3 – Projeto de Execução (Formato:A-3);
- Volume 3A – Estudos Geotécnicos;
- Volume 3B – Notas de Serviço – Cálculo de Volumes;

1.2 COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO

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

- Apresentação;
- Estudos e Projetos; e
- Quantitativo.

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

1. APRESENTAÇÃO

Na Apresentação é desenvolvido o Estudo de Traçado. É a partir do Estudo do Traçado que são formadas as bases para a concepção de estradas seguras e adequadas a função a que se destinam. Nestes estudos são documentados o nível técnico atual de conhecimento da região e do traçado existente e suas conclusões são obtidas a partir de especificações técnicas baseadas em fundamentos teóricos, resultados de pesquisas e na experiência.

2. ESTUDOS E PROJETOS

Estudos e Projetos contêm a metodologia e os resultados obtidos com:

- Introdução: No capítulo de Introdução é feita a caracterização da região atravessada pela rodovia em projeto, estando incluído os seguintes aspectos:
- Históricos;
- Perfil Socioeconômico;
- Aspectos Geológicos;
- Aspectos Geomorfológicos;
- Aspectos Climáticos; e
- Aspectos Pedológicos.

Assim neste capítulo a região atravessada pela rodovia é caracterizada sob o ponto de vista climatológico, geológico, geomorfológico e pedológico, permitindo a identificação de problemas que possam influenciar de maneira significativa os custos da futura obra.

Fornecendo ao projetista informação sobre: o tipo de terreno a ser afetado pela estrada (solos e rochas); existência de fraturas, planos de clivagem, etc. existente no alinhamento da estrada; classificação das diversas camadas do terreno afetadas pela escavação; a existência de solos moles, etc. São apresentados os seguintes itens:

2.1. ESTUDOS

2.1.1 Estudo Topográfico

2.1.2 Estudo Hidrológico

2.1.3 Estudo Geológico

2.1.4 Estudo Geotécnico

2.1.5 Estudo de Tráfego

2.2. PROJETOS

2.2.1 Projeto Geométrico

2.2.2 Projeto de Terraplenagem

2.2.3 Projeto de Pavimentação

2.2.4 Projeto de Drenagem e de Obras-de-Arte Correntes

2.2.5 Projeto de Obras Complementares

2.2.6 Projeto de Sinalização

3. QUANTITATIVOS

Nos Quantitativos são apresentadas as quantidades dos serviços necessárias à execução dos projetos.

1.3 DADOS CONTRATUAIS

O Projeto Geométrico Rodoviário da Rodovia GO-110 - Trecho: Iaciara - Água Quente, com extensão de 18,06 Km, foi adjudicado a Geoserv – Serviços de Geotecnia e Construção Ltda, pela AGETOP, conforme contrato, objeto de concorrência pública, cujos dados são apresentados a seguir:

Processo de Origem	047789/2013
No. Concorrência	287/2013 – PR – NELIC
No. Contrato	049/2014 – AD – GEJUR
Extensão Projetada	18,06 Km.

1.4 MAPA DE SITUAÇÃO

Apresenta-se à seguir o Mapa de Situação do trecho em questão, incluindo a Malha Rodoviária da Região.



1.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
CARACTERÍSTICAS		VALORES
CLASSIFICAÇÃO PELAS NORMAS EM VIGOR :		
CLASSE		III
REGIÃO		Plana
VELOCIDADE DIRETRIZ		80Km/h
DIST. DE VISIBILIDADE :	PARADA	140,00
	DE ULTRAPASSAGEM	560,00
NÚMERO EQUIVALENTE "N" PARA 10 ANOS		5,60 x 10 ⁵

CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL	
CARACTERÍSTICAS	VALORES
LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM	11,65
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO	3,50
LARGURA DO ACOSTAMENTO	1,30
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO	40,00
ABAUAMENTO DA PLATAFORMA	3,00
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE	1,0/1,0
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO	1,0/1,5

CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA			
CARACTERÍSTICAS			VALORES
RAIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL			240,00
NÚMERO TOTAL DE CURVAS HORIZONTAIS			13,00
NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m			3,00
RAIOS (m)	FREQUÊNCIA	DESENVOLVIMENTO (m)	(%)
240,00	1	129,84	4,78
465,00	1	400,48	14,76
550,00	1	413,32	15,23
600,00	1	343,34	12,65
800,00	2	720,24	26,54
10000,00	1	45,11	1,66
20000,00	2	289,28	10,66
40000,00	1	58,11	2,14
50000,00	1	180,08	6,64
100000,00	1	79,34	2,92
200000,00	1	54,51	2,01
TOTAL	13	2.713,64	100,00

CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PERFIL		
CARACTERÍSTICAS	EXTENSÃO	(%)
EXTENSÃO EM RAMPA	18.060,770	100,00
EXTENSÃO EM NÍVEL	0,000	0,00
EXTENSÃO TOTAL	18.060,770	100,00
DECLIVIDADE LONGITUDINAL MÁXIMA	390,000	3,63
DECLIVIDADE LONGITUDINAL MÍNIMA	2.920,000	0,35

CONDIÇÕES	COTA MÁXIMA	ESTACA	COTA MÍNIMA	ESTACA
TERRENO	554,297	0,00	441,235	894,00
GREIDE	553,900	0,00	440,786	894,00

DECLIVES (%)	EXTENSÃO (m)	(%)
0,0 — 0,5	1.410,000	7,81
0,5 — 1,0	4.730,000	26,19
1,0 — 1,5	940,000	5,20
1,5 — 2,0	2.010,000	11,13
2,0 — 2,5	1.010,000	5,59
2,5 — 3,0	1.040,000	5,76
3,0 — 3,5	0,000	0,00
3,5 — 4,0	930,000	5,15
4,0 — 4,5	0,000	0,00
4,5 — 5,0	0,000	0,00
5,0 — 5,5	0,000	0,00
5,5 — 6,0	0,000	0,00
6,0 — 6,5	0,000	0,00
6,5 — 7,0	0,000	0,00
7,0 — 7,5	0,000	0,00
7,5 — 8,0	0,000	0,00
8,0 — 8,5	0,000	0,00
8,5 — 9,0	0,000	0,00
9,0 — 9,5	0,000	0,00
9,5 — 10,0	0,000	0,00
TOTAL	12.070,000	66,83

ACLIVES (%)	EXTENSÃO (m)	(%)
0,0 — 0,5	2.900,000	16,06
0,5 — 1,0	840,000	4,65
1,0 — 1,5	810,778	4,49
1,5 — 2,0	620,000	3,43
2,0 — 2,5	820,000	4,54
2,5 — 3,0	0,000	0,00
3,0 — 3,5	0,000	0,00
3,5 — 4,0	0,000	0,00
4,0 — 4,5	0,000	0,00
4,5 — 5,0	0,000	0,00
5,0 — 5,5	0,000	0,00
5,5 — 6,0	0,000	0,00
6,0 — 6,5	0,000	0,00
6,5 — 7,0	0,000	0,00
7,0 — 7,5	0,000	0,00
7,5 — 8,0	0,000	0,00
8,0 — 8,5	0,000	0,00
8,5 — 9,0	0,000	0,00
9,0 — 9,5	0,000	0,00
9,5 — 10,0	0,000	0,00
TOTAL	5.990,778	33,17

2. ESTUDOS

2.1 ESTUDO TOPOGRÁFICO

2. ESTUDOS

2.1 ESTUDO TOPOGRÁFICO

INTRODUÇÃO

O Estudo Topográfico para elaboração de Projeto Executivo de Engenharia para a Pavimentação da Rodovia GO-110 Trecho: Iaciara – Água Quente, com extensão de 18,06 km, foi executado, segundo um plano de Trabalho preestabelecido, após visitas de técnicos da projetista e a fiscalização da AGETOP, considerando dois fatores principais: o técnico e o econômico.

Neste primeiro fator foram examinadas e aprimoradas as condições de segurança e de operacionalização da atual ligação existente. O segundo ponto foi abordado visando minimizar os custos de construção, em especial aqueles referentes a terraplenagem e obras de arte especiais.

FASES DO ESTUDO

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

- Fase de Anteprojeto e
- Fase de Projeto.

FASE DE ANTEPROJETO - RECONHECIMENTO

Constitui no reconhecimento do trecho com base nos seguintes estudos:

- Aerofotogramétrico;
- Aero fotográfico; e
- Terrestre.

O reconhecimento foi iniciado pela inspeção terrestre da atual ligação existente. Desta forma, o engenheiro fiscal da AGETOP e técnicos da equipe da projetista, percorreram o trecho fazendo uma análise crítica, dos aspectos de operação, comodidade e segurança da via. O traçado por percorrer uma diretriz relativamente bem escolhida, oferece poucas possibilidades de alteração.

Examinou-se o mosaico aerofotogramétrico da região e as cartas topográficas do IBGE. A análise das informações confirmou plenamente o veredicto obtido pelas visitas de campo.

A fiscalização da AGETOP e o seu pessoal técnico especialista, também foram ouvidos, estabelecendo-se finalmente o seguinte critério:

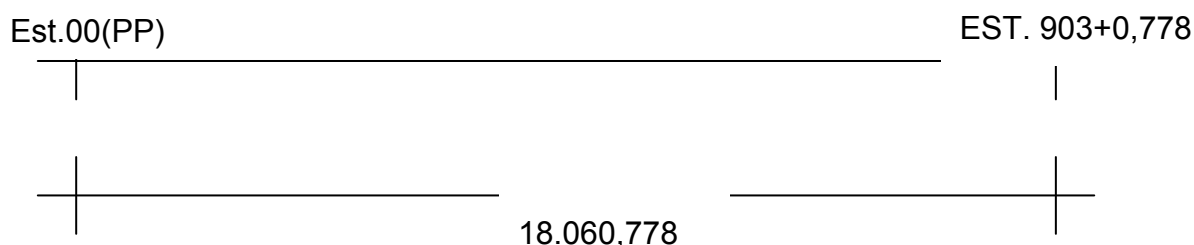
O início do projeto deu-se na estaca de nº 00, na saída do perímetro urbano de Iaciara e o seu término na estaca de número 903 + 0,778 em Água Quente.

FASE DE PROJETO - EXPLORAÇÃO LOCADA

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

LEVANTAMENTO PLANI-ALTIMÉTRICO CADASTRAL

A locação do eixo seguiu praticamente a diretriz estudada e definida. A sua definição foi estudada juntamente com a fiscalização da AGETOP e técnicos da projetista.



O levantamento plani-altimétrico cadastral foi executado com a utilização de Estação Total dotada das precisões mínimas exigidas pelas normas técnicas, utilizando-se Trena de aço de 20,00m de comprimento. A materialização de todos os pontos do eixo foi feita no escritório em cima deste cadastro levantado em campo.

A implantação do eixo obedeceu a duas etapas, materializando-se inicialmente as tangentes básicas de PI a PI, para em seguida implantar-se as curvas, executando-se simultaneamente o estaqueamento definitivo do eixo.

As amarrações dos pontos de segurança foram efetuadas com marcos de concreto situados em um dos lados do eixo da estrada.

Estes marcos situaram-se a uma distância mínima de 40,0 metros do eixo, visando à sua preservação inclusive na época da execução das obras.

Todos os pontos notáveis de curvas, pontos de tangentes longas, lombadas e as estacas inicial e final do trecho foram também amarrados por este processo.

Todas as informações referentes à locação do eixo e das amarrações foram anotadas em cadernetas próprias e distintas onde foram registrados todos os dados pertinentes aos serviços.

Características Técnicas e Operacionais do Projeto:

Rodovia	Classe III
Região	Plana
Velocidade de projeto	80,0 Km/h
Distância Mínima de Visibilidade de Parada	140,0m
Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem	560,0 m
Largura da faixa de rolamento	3,50 m
Largura do acostamento	1,30 m
Largura da Plataforma Terraplenagem	11,65 m
Faixa de Domínio	40,0 m

Obs.: A faixa de domínio é simétrica, logo 20,0 m para cada um dos lados.

Ao longo de todo o trecho foram locadas 10 curvas circulares simples e 03 curvas espiral, com os seguintes dados:

Trecho: Iaciara - Água Quente									
OBRA: GO-110									
ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTAIS (GO-110)									
ID Curva	Nome	Estaca	Norte	Este	Linha	Raio	Parâmetro	AC/AZ	Extensão
	PI-0	0,00	8.441.944,55	323.771,29					
					TANG	-	-	3°31'54"	192,95
CURVA 01	TE1	9+12,946	8.442.137,13	323.783,17					
					ESP	800	252,98	2°51'53"	80,00
	EC1	13+12,946	8.442.217,04	323.786,77					
					CIRC	800	-	16°47'31"	234,46
	CE1	25+7,407	8.442.448,54	323.755,35					
					ESP	800	252,98	2°51'53"	80,00
	ET1	29+7,407	8.442.524,60	323.730,58					
					TANG	-	-	341°00'37"	392,97
CURVA 02	PC2	49+0,374	8.442.896,18	323.602,71					
					CIRC	20000	-	0°24'19"	141,51
	PT2	56+1,880	8.443.030,14	323.557,14					
					TANG	-	-	341°24'56"	1.754,71
CURVA 03	PC3	143+16,593	8.444.693,36	322.997,91					
					CIRC	40000	-	0°05'00"	58,11
	PT3	146+14,702	8.444.748,45	322.979,43					
					TANG	-	-	341°29'56"	792,39
CURVA 04	PC4	186+7,095	8.445.499,89	322.727,99					
					CIRC	20000	-	0°25'24"	147,77
	PT4	193+14,870	8.445.639,85	322.680,58					
					TANG	-	-	341°04'32"	801,87
CURVA 05	PC5	233+16,739	8.446.398,38	322.420,51					
					CIRC	200000	-	0°00'56"	54,50
	PT5	236+11,244	8.446.449,94	322.402,84					
					TANG	-	-	341°05'28"	887,26
CURVA 06	PC6	280+18,507	8.447.289,32	322.115,31					
					CIRC	10000	-	0°15'30"	45,10
	PT6	283+3,606	8.447.331,95	322.100,60					
					TANG	-	-	340°49'58"	1.644,16
CURVA 07	TE7	365+7,768	8.448.884,97	321.560,78					
					ESP	800	252,98	2°51'53"	80,00
	EC7	369+7,768	8.448.960,95	321.535,78					
					CIRC	800	-	11°52'23"	165,78
	CE7	377+13,549	8.449.123,74	321.506,00					
					ESP	800	252,98	2°51'53"	80,00
	ET7	381+13,549	8.449.203,65	321.502,48					
					TANG	-	-	358°26'07"	3.726,38
CURVA 08	PC8	567+19,930	8.452.928,64	321.400,74					
					CIRC	50000	-	0°12'23"	180,08
	PT8	577+0,009	8.453.108,65	321.395,50					
					TANG	-	-	358°13'45"	998,59
CURVA 09	TE9	626+18,597	8.454.106,76	321.364,64					
					ESP	600	219,09	3°49'11"	80,00
	EC9	630+18,597	8.454.186,74	321.363,94					
					CIRC	600	-	17°30'29"	183,34
	CE9	640+1,941	8.454.366,13	321.398,17					
					ESP	600	219,09	3°49'11"	80,00
	ET9	644+1,941	8.454.440,24	321.428,27					
					TANG	-	-	23°22'36"	1.275,83
CURVA 10	PC10	707+17,774	8.455.611,35	321.934,49					
					CIRC	100000	-	0°02'44"	79,34
	PT10	711+17,117	8.455.684,19	321.965,94					
					TANG	-	-	23°19'52"	2.037,47
CURVA 11	TE11	813+14,586	8.457.555,06	322.772,87					
					ESP	550	209,76	4°10'01"	80,00
	EC11	817+14,586	8.457.629,24	322.802,75					
					CIRC	550	-	26°23'22"	253,32
	CE11	830+7,905	8.457.878,97	322.828,87					
					ESP	550	209,76	4°10'01"	80,00
	ET11	834+7,905	8.457.957,73	322.814,97					
					TANG	-	-	348°36'28"	254,69
	PI12	847+2,596	8.458.207,41	322.764,67					
					TANG	-	-	348°00'27"	323,70
CURVA 12	TE13	863+6,291	8.458.524,04	322.697,41					
					ESP	465	109,95	1°36'07"	26,00
	EC13	864+12,291	8.458.549,52	322.692,24					
					CIRC	465	-	42°56'19"	348,48
	CE13	882+0,771	8.458.883,56	322.757,65					
					ESP	465	109,95	1°36'07"	26,00
	ET13	883+6,771	8.458.905,21	322.772,04					
					TANG	-	-	34°08'58"	1,10
CURVA 13	TE14	883+7,872	8.458.906,12	322.772,66					
					ESP	240	77,46	2°59'03"	25,00
	EC14	884+12,872	8.458.926,56	322.787,05					
					CIRC	240	-	17°52'03"	74,84
	CE14	888+7,716	8.458.978,28	322.840,73					
					ESP	240	84,85	3°34'52"	30,00
	ET14	889+17,716	8.458.994,44	322.866,00					
					TANG	-	-	58°34'56"	263,06
	PI-15	903+0,778	8.459.131,57	323.090,49					

Extensão do trecho em Área:

Rural	17.160,000 m
Urbana	900,778 m
Extensão total do Trecho	18.060,778 m
Raio mínimo	240,000 m
Tangente máxima	3.726,380 m

Outros Índices Planimétricos:

Desenvolvimento em tangente	15.347,138 m
Desenvolvimento em curva	2.713,640 m

Índices Altimétricos:

Região	Plana
Rampa máxima	3,93 %
Extensão total em rampa máxima	390,00 m
Extensão contínua em rampa máxima	390,00 m

NIVELAMENTO E CONTRANIVELAMENTO

O controle deste levantamento altimétrico foi estabelecido através de uma rede básica de referência de nível (RN) composta por marcos cravados a cada 500,0 m ao longo do eixo e colocados no mínimo a 40,0 m afastados do eixo.

Os RNs principais situados a cada 500,0 m foram dotados de plaquetas metálicas recebendo a inscrição de identificação e cota. Todos os RNs são constituídos de um marco de concreto de formato tronco de pirâmide com dimensões mínimas de 12,0 x 12,0 cm na base menor, 25,0 x 25,0 cm na base maior e altura de 50,0 cm, tendo sempre inscrito o respectivo número.

Após a implantação foi feita uma poligonal amarrando todos estes RN's realizando o nivelamento e contranivelamento. Estes RN's serviram para realizar o levantamento plani-altimétrico cadastral.

Todos os pontos notáveis do eixo foram objeto do mesmo procedimento. Adotou-se especial cuidado nas travessias dos cursos d'água. Foi levantado também o perfil do terreno natural de cada travessia, incluindo o fundo dos cursos d'água para posterior análise de vazão e consequente utilização no projeto das obras de arte. Foram anotadas

ainda as cotas do nível d'água (NA) e a de máxima cheia, através de sinais e informações de moradores antigos residentes da região.

Os serviços foram desenvolvidos com utilização de níveis de precisão juntamente com miras dotadas de níveis de bolha.

O nivelamento geométrico efetuado foi fechado mediante a comparação do nivelamento e contranivelamento em cada RN. Foram adotados os seguintes erros admissíveis:

Tolerância simples: 2,0 cm por quilômetro

Tolerância Acumulada: $e_{\max} = 12 \sqrt{N}$

Onde:

N corresponde a extensão nivelada em Km.

$e_{\max}$ tolerância acumulada, em milímetro.

Os resultados obtidos em campo foram devidamente anotados em cadernetas próprias.

SEÇÕES TRANSVERSAIS

Efetuada o nivelamento do eixo, foram levantadas seções transversais em todos os piquetes implantados. As referidas seções foram efetuadas pelo levantamento cadastral que é realizado através do estação total a cada 20,0m. Executadas de forma simétrica em relação ao eixo abrangeram no mínimo 40,0 m para cada lado.

Foram anotados todos os detalhes atingidos pelas Seções transversais tais como: casas, fundo de grotas, margens de rios, cercas divisórias e demais acidentes notáveis, bem como tipo de cobertura vegetal existente.

LEVANTAMENTO DE INTERSEÇÃO E ACESSO

O traçado atual da GO-110, além de ligar Iaciara a Água Quente, atende diversas propriedades rurais, sendo portanto alimentado por algumas estradas locais, também em leito natural.

LEVANTAMENTO DE BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Procedeu-se o levantamento das áreas de contribuição de cada bacia através do uso de estereoscópio com fotografias aéreas existentes na escala 1:60.000, do voo AST - 10 da USAF de 24 de agosto de 1969 e Cartas do IBGE/DSG na escala 1:100.000, Cartas Geográficas de: (folha SE-23-V-C).

Levantamento das Obras de Arte Existentes e a Serem Construídas

As obras de arte existentes foram cadastradas, abrangendo o levantamento dos elementos topográficos e avaliação do seu estado para os estudos da viabilidade de aproveitamento.

CADASTRO DA FAIXA DE DOMÍNIO

Como a obra se dá em região com rodovia já implantada, faixa de domínio já delimitada e a pista a ser construída está inserida nesta faixa, não foi necessário o cadastro de todas as propriedades adjacentes à rodovia. As edificações, quando atingidas, tiveram observadas a sua natureza, estado de conservação e área de construção e área de construção sendo suas características anotadas em formulários próprios da AGETOP.

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 DE 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

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

Calculadas as cadernetas e processados os dados procedeu-se a execução do desenho, que representou o produto final do Estudo Topográfico realizado. São apresentados no Volume 3 – Projeto de Execução os elementos que compõem este estudo:

Planta do eixo locado: na escala 1:2000, com curvas de nível espaçadas de 1,0 metro, indicando todos os acidentes e ocorrências levantadas, com o eixo da rodovia estaqueado de 20,0 m em 20,0 m, incluindo todos os pontos notáveis.

Perfil do eixo locado nas escalas 1:2000, horizontal e 1:200, vertical, com o greide lançado indicando as rampas, contrarrampas e pontos notáveis.

2.2. ESTUDO HIDROLÓGICO

2.1 ESTUDO HIDROLÓGICO

INTRODUÇÃO

O presente Estudo, realizado na rodovia em projeto, de acordo com as normas técnicas vigentes, constará dos serviços de coleta de dados, processamento dos Dados Coletados e Análise dos Dados Processados. Desenvolveu-se em duas fases:

Fase Preliminar e
Fase Definitiva.

A fase preliminar tem 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 realiza-se coleta de dados hidrológicos nos órgãos oficiais, procede-se a coleta de dados bibliográficos disponíveis, informações de enchentes ocorridas junto aos moradores mais antigos da região; que possibilitem a caracterização climática, pluviométrica, pluviográfica e geomorfológica do trecho em estudo. Realizou-se também a coleta de elementos para a definição das dimensões das bacias, utilizando-se levantamentos aero fotográficos, aerofotogramétricos e cartas geográficas.

A fase definitiva que consistirá do processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidrológico, possibilitará o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes e especiais, assim como das obras de drenagem superficial e profunda relativa ao Projeto Executivo de Engenharia para Pavimentação da Rodovia: GO-110, trecho: Iaciara – Água Quente, com extensão de 18,06 km.

DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados para a realização do Estudo Hidrológico estão abaixo relacionados:

Locação do trecho: Iaciara - Água Quente, em escala 1:100.000;

Dados pluviométricos fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA, sendo que a estação escolhida é a mais representativa:

Estação POSSE 83332, Município Posse, Capital de Goiás, Sub-Bacia Rio Tocantins, Paranã, Palma, dados pluviométricos de 1977 a 1998 (21 anos);

CADASTRO POSTO PLUVIOMÉTRICO - ANA	
Nome da Estação	Posse 83332
Estado	Goiás
Município	Posse
Sub-bacia	Rio Tocantins, Parana, Palma
Código de Identificação (ANEEL)	01446002
Latitude	14 ° 05 ' 03 "
Longitude	46 ° 22 ' 16,00 "
Carta topográfica	IBGE - folha SD-23-Y-B-I - MI-2085 - ESC. 1:100.000.
Região hidrográfica	Sub-bacia Rio Tocantins, Parana, Palma, principal curso d'água Rio Água Quente
Dados Fornecidos	Alturas diárias
Entidade	ANA (EM 20/02/2014)
Equipamento	Pluviômetro

Bibliografia Consultada:

Site da ANA – Agência Nacional de Águas.

Anexo III - Instrução de Serviços DNER.

Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL Volume 22.

Levantamentos de Recursos Naturais; Artes Gráficas e Editora LTDA.

M.T Publicação DNER - Classificação Climática de Wladimir Koppen.

Torrico, José Jaime Taborga. PRÁTICAS HIDROLÓGICAS.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA REGIÃO

RELEVO

O trecho: Iaciara – Água Quente, com extensão de 18,06 km, tem como características um relevo apresentado sob a forma de superfícies dissecadas apresentando uma seção oriental contínua e uma seção ocidental descontínua e fragmentada, abrangendo conjuntos de relevos menores, de caráter residual, geralmente dissecados e eventualmente conservados, dispersos em meio à superfície mais rebaixada dos relevos vizinhos.

SOLOS

Os solos dessa área foram agrupados nos seguintes tipos:

Latossolo Vermelho – Escuro distrófico

São solos apresentando textura média, friável e alto grau de intemperização, baixa suscetibilidade a erosão com granulometria areno - argilosa sendo encontrado em terrenos de relevo plano e suave ondulado associado a Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Solos Litólicos álico. São solos não hidromórficos, profundos bem drenados, friáveis verificados em níveis altimétricos diferentes, refletindo baixa suscetibilidade à erosão. Variam em teor de argila entre 43% e 90%, localmente atinge estágios de

intemperismo onde predominam óxidos e hidróxidos de Fe/Al na fração coloidal, transformando principalmente as frações mais arenosas em solos lateríticos. Estas ocorrências de solos do tipo latossolo estão bem representados ao longo de todo o trecho.

VEGETAÇÃO

A vegetação predominante na área é característica de região de Savana Arbórea Aberta com floresta de galeria, que na região, devido ao antropismo foram descaracterizadas para pastagens e culturas cíclicas, restando pouco da vegetação original.

HIDROGRAFIA

O trecho é drenado por diversos cursos d'água de pequeno porte. Estes cursos d'água são pertencentes à bacia do Rio Paranã. O Mapa das Bacias é apresentado no Volume 3 – Projeto de Execução.

CLIMA

O clima da região atravessada pela rodovia em estudo, segundo a classificação de Wladimir Koppen enquadra no tipo Aw, quente e úmido com chuvas de verão, cujas principais características são:

Clima tropical quente e úmido com estação seca bem acentuada coincidindo com o inverno e estação úmida correspondendo a primavera e verão; a temperatura média dos meses quentes mantém-se acima de 18°C, limite abaixo do qual não se podem desenvolver certas plantas tropicais.

O clima do tipo Aw tem pelo menos, um mês com altura de chuva inferior a 60,0mm. Corresponde a savana tropical.

Os histogramas de precipitações médias mensais das estações Meteorológicas estrategicamente escolhidas para a rodovia em projeto, mostram que as chuvas iniciam no mês de setembro, geralmente intensificando-se em outubro, atingindo pluviosidade nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, declinando nos meses de abril e maio, atingindo valores de precipitações quase nulos nos meses de junho, julho e agosto.

De um modo geral no Centro Oeste do Brasil predominam temperaturas elevadas na primavera, verão, porém, no inverno embora sujeito a máximas diárias elevadas, é uma

estação mais caracterizada por temperaturas amenas e frias, principalmente no Centro Sul da região, pelo efeito da latitude, altitude e maior participação de massa polar.

PLUVIOMETRIA E PLUVIOGRAFIA

CONSIDERAÇÕES

Para o estudo das precipitações pluviométricas, utilizamos os dados da estação Meteorológica mais representativa para o trecho, sendo que os dados foram obtidos junto a ANA (Agência Nacional de Água) e a estação de coleta é:

Estação Posse, Município de Posse, Sub-Bacia 60, Bacia Rio Paranã, dados pluviométricos de 1977 a 1998 (21 anos), localizada na latitude 14°05'03" e longitude 46°22'16".

Das informações retiradas da estação de observação estudada, obtivemos os seguintes dados:

Estação: POSSE 83332

Sub-Bacia: 60

Período de observação: 1977/1998 (21 anos)

Precipitação média anual: 1.568,34 mm

Número Médio de dias de chuva por ano: 130 dias.

A seguir relações das Observações, Quadros e Pluviogramas elaborados com os dados obtidos das Estações Meteorológicas:

Quadro 01

Dados mensais e anuais de precipitações, precipitação máxima anual com o dia e mês e número de dias de chuva por ano, Estação POSSE 83332.

Pluviograma 01

Estação POSSE 83332.

Diagrama climatológico representando os valores de:

Precipitações Totais e Anuais;

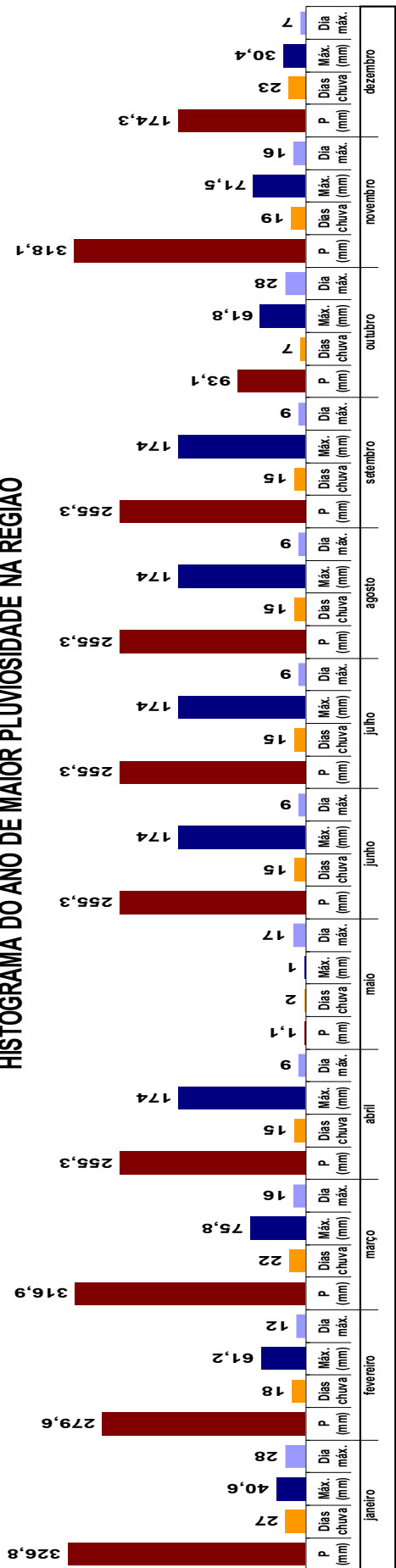
Precipitações Mensais - Máximas, Médias e Mínimas;

Número de dias de chuva por ano, para o período considerado da estação meteorológica.

RODovia:	GO-110	Estação:	Posse: 83332 - (Sub-bacia Rio Tocantins, Parana Palma, principal curso d'água Rio Água Quente)		
Trecho:	IAÇARA - ÁGUA QUENTE	Latitude:	14°05'03" (UTM N = 8.442.528,81 m)	Longitude:	48°22'16" (UTM E = 351.973,62 m)
		Código:	01446002		
		Entidade:	ANPA 05/11/2015		
		Período:	1969 A 1998 (25 ANOS)		
		UF:	Goiás		
		Município:	Posse		

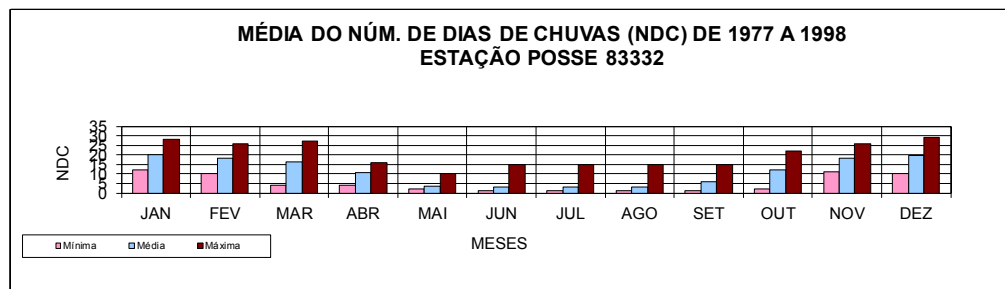
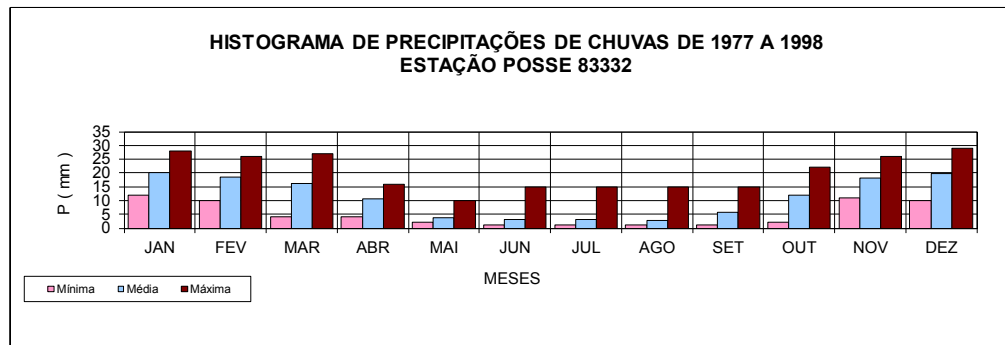
ANOS		MESES																								DADOS ANUAIS																										
		janeiro		fevereiro		março		abril		maio		junho		julho		agosto		setembro		outubro		novembro		dezembro		Total (mm)	Das de chuva (mm)	Dia máxima																								
		P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)	P (mm)	Máx (mm)																											
1977	267,6	21	44,2	29	66,1	15	19,5	21	63,9	7	26	30	119,3	13	45,5	23	16,6	4	10	18	17,6	3	15,4	8	1	1	1	31	35,8	10	8,4	27	75	14	21,1	5	20,56	18	34,2	19	320,3	23	72	25	1.898,3	130	72	25/12/1977				
1978	185,8	15	48,4	13	27,1	25	36,1	11	236	17	90,4	6	263,3	13	80,2	3	36,7	10	19,9	30	58,4	5	21,2	6	20,4	2	0	0	1	3,3	2	2,3	12	120,1	11	34,8	18	27,98	19	40,9	17	283,4	20	60,7	14	1.759,2	139	90,4	6/3/1978			
1979	332,4	26	94,4	27	237,8	23	61,4	17	240,5	17	91	7	170,4	11	83	2	45,4	4	23	27	2	2	1	30	0	0	0	1	3,6	4	2,7	30	44,9	5	27,8	18	126,6	8	50	20	241,3	21	37,1	3	268	19	70,2	21	1.714,9	140	94,4	27/1/1979
1980	375,8	27	44,5	3	412,7	26	61	15	100,1	8	73,1	15	173	16	53	14	1,5	2	0,9	3	1,6	2	1	31	0	0	0	1	0	0	1	29	6	16,2	30	42,5	3	26,7	14	411,9	26	57,4	22	281	18	56,2	31	1.829,1	134	73,1	15/3/1980	
1981	395,8	21	54,7	24	170,2	10	37,6	11	280,6	26	49,8	5	69	9	21,3	1	22,9	3	21,5	2	49,8	3	28,6	8	1	1	1	31	20,1	2	15,9	19	2	2	30	234,2	18	86,4	3	366,7	24	58,2	5	21,6	18	65	31	1.846,3	137	86,4	3/10/1981	
1982	437,1	25	81,4	22	167,7	17	32,5	7	319,3	23	37,4	6	136	11	77,2	17	33,6	2	28	23	1	1	1	31	0	0	0	1	0,1	1	0,1	2	19,6	4	18	20	56,1	13	14,2	12	97	16	21,8	8	155,6	18	36,5	24	1.423,1	131	81,4	22/1/1982
1983	328	22	40,5	22	216,4	17	42,2	10	401,6	27	46,3	30	126,5	12	48,6	11	18,7	4	12	22	2	2	1	30	0	0	1	1	1	1	31	8,3	5	6,1	12	99,5	16	14,6	24	330,2	26	83,4	26	325	26	48,3	30	1.857,2	158	83,4	26/1/1983	
1984	307,8	19	51	1	148,3	19	33,4	25	258,1	17	51,4	14	79	10	32,3	1	15,2	2	9,8	5	1	1	1	31	0	0	0	1	27	2	26	28	116,7	11	38,6	29	137,7	12	51,3	26	162,9	14	36,7	29	96,1	14	33,6	31	1.349,8	121	51,4	14/3/1984
1985	393,1	28	59,2	3	290,9	19	136	23	665,9	13	32,6	18	121	13	48,2	12	22,6	4	11,9	16	1	1	1	31	12,2	1	0	0	0	0	1	42,8	5	22,1	27	245,8	16	56	21	188,2	16	67,8	3	451,8	25	53,4	22	1.966,3	141	136	23/2/1985	
1986	202	22	40,7	4	499,6	18	47,1	16	214,3	16	36,3	3	935,5	13	44	26	2,7	3	1,4	6	1	1	1	31	6,6	2	4	24	76,5	3	75,4	27	6,7	3	4,9	30	114,8	9	64,9	15	162,2	11	54,2	12	290,9	15	59,5	12	1.412,9	116	75,4	27/8/1986
1987	445,7	52	28	151,5	16	282,2	14	279,7	19	77	23	132	12	29,7	4	22,5	4	15,8	7	2,3	3	1	30	1	1	1	31	1	1	1	31	63,2	8	35,2	21	102,1	8	75	22	293,9	23	51,4	19	319,3	25	51	18	1.577,0	137	77	23/3/1987	
1988	185,8	16	29,9	10	295,6	24	60,8	10	354,7	16	57	15	37,7	10	14,2	19	0	0	1	3,6	2	2,6	3	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	31	106,2	15	26	27	180,5	17	54	7	370,9	20	101	5	1.536,0	121	100,5	5/12/1988		
1989	98	14	20,2	6	185	19	76,4	12	99,4	16	13,6	12	99,4	16	13,6	12	24,1	7	10,3	22	5,1	2	4,1	8	20	8	8,8	22	10	2	6,9	22	11,1	4	6,3	3	120,2	11	38	18	169,1	16	46,8	16	577,9	29	76,2	17	1.287,8	130	76,4	12/2/1989
1990	112,1	12	33,7	11	191,7	15	35,3	26	82,5	10	25,5	16	81,1	7	46,2	12	38,8	6	27	5	0	0	0	1	7,1	4	3,6	12	29	2	27,1	30	58,4	9	25,7	11	115,1	12	43	22	131	13	32,3	23	195,8	16	55,5	22	1.042,6	106	55,5	22/12/1990
1991	326,8	27	40,6	28	279,6	18	61,2	12	186,2	16	44,8	17	163	10	82,6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	49,9	6	26,5	21	21,8	2	19,1	2	163,1	16	47	11	235,9	20	54,2	30	1.426,3	115	82,6	11/4/1991		
1992	260,8	21	47	30	319,1	19	62,8	6	68	10	16,9	2	41,7	4	19	19	14	5	5,6	6	2,5	1	2,5	4	0	0	1	19	1	19	27	7,4	5	3,7	27	216,9	17	51	30	306,8	20	50,1	5	514,9	23	71,2	20	1.771,1	126	71,2	20/12/1992	
1993	83	13	23,9	23	219,9	21	53,4	9	27,7	4	22,5	16	134,3	9	94,4	10	86,4	3	83,6	4	0,1	1	0,1	1	0	0	1	22,8	1	22,8	21	32,2	8	15	24	316,9	22	76,8	16	255,3	15	174	9	514,9	23	71,2	20	1.682,5	120	174	9/11/1993	
1994	326,8	27	40,6	28	279,6	18	61,2	12	316,9	22	75,8	16	253,3	15	174	9	1,1	2	1	17	255,3	15	174	9	255,3	15	174	9	93,1	7	61,8	28	318,1	19	71,5	16	174,3	23	30,4	7	2.786,4	193	174	9/4/1994								
1995	105,9	17	15,8	2	240,1	17	50,6	8	299,3	14	90,9	30	156,9	14	42,7	8	59,9	5	29	6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	63,4	9	38	30	203,9	19	63,4	29	82,5	16	24,9	28	1.219,1	111	90,9	30/3/1995	
1996	77,5	12	29,1	11	75,1	10	33,3	23	299,1	21	80,2	26	141,6	13	86,4	19	38,6	3	20,1	21	17,4	1	17,4	6	0	0	1	12	5	5,6	16	7,5	1	7,5	18	140,8	14	37	30	250	19	39,5	19	168,1	20	34,2	1	1.227,7	119	86,4	19/4/1996	
1997	305,4	21	64,6	18	154,7	15	58,8	2	329	23	62,9	1	109,6	11	22,6	20	15,3	3	9,8	14	7	4	3,6	12	0	0	1	0	0	1	29,9	6	12	23	94,8	12	32,6	29	161,5	13	49,8	29	177,2	14	48,6	18	1.373,4	122	64,6	18/1/1997		
1998	174	20	42,9	20	319	22	45,7	23	487,5	14	78,9	15	26,8	4	17,9	10	19,1	2	19	6	0,3	1	0,3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	33,4	11	11	10	257	19	80,6	7	324,2	21	48	17	1.343,3	114	80,6	7/11/1998			

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

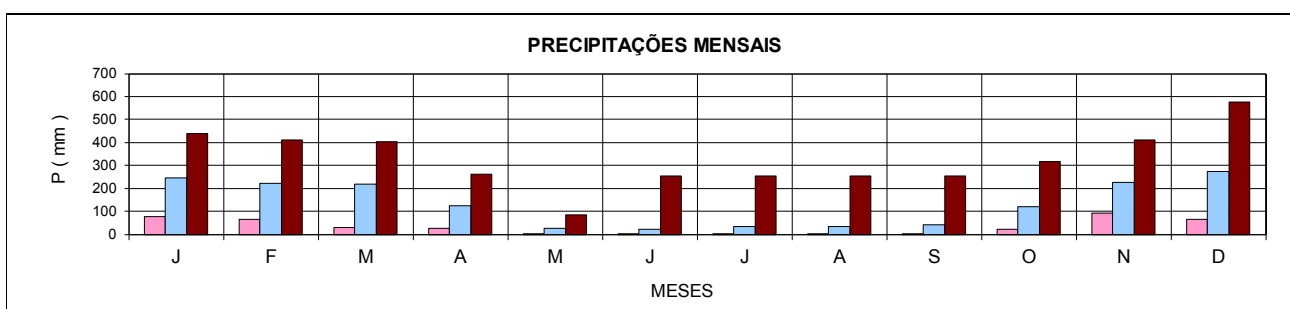
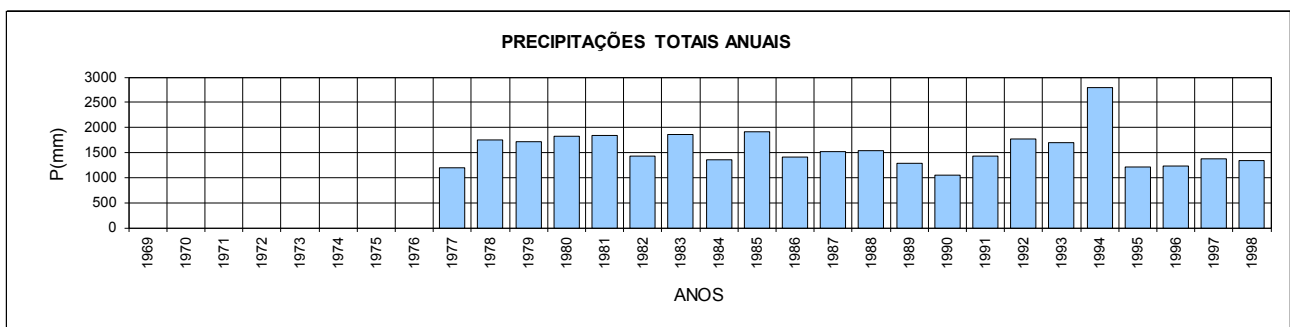


ANO	janeiro		fevereiro		março		abril		maio		junho		julho		agosto		setembro		outubro		novembro		dezembro		Total	Dias de chuva (mm)	Máxima dia (mm)					
	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)	P	Máx. (mm)								
1994	338,8	27	406,8	28	279,6	18	61,2	12	316,9	22	75,8	16	253,3	15	174	9	1,1	2	1	47	255,3	15	174	9	253,3	15	174	9	30,4	23	174	94/1994

FONTES: ANA SIHANA - Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO - versão Web: <http://hidroweb.ana.gov.br/>) registro em 25/2/2014



HISTOGRAMAS ESTAÇÃO: POSSE 83332



TOTAIS PLUVIOMÉTRICOS MENSIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA POR ANO

ENTIDADE : ANA-11/2015
PERÍODO : 1969 A 1998
Uf. : Goiás

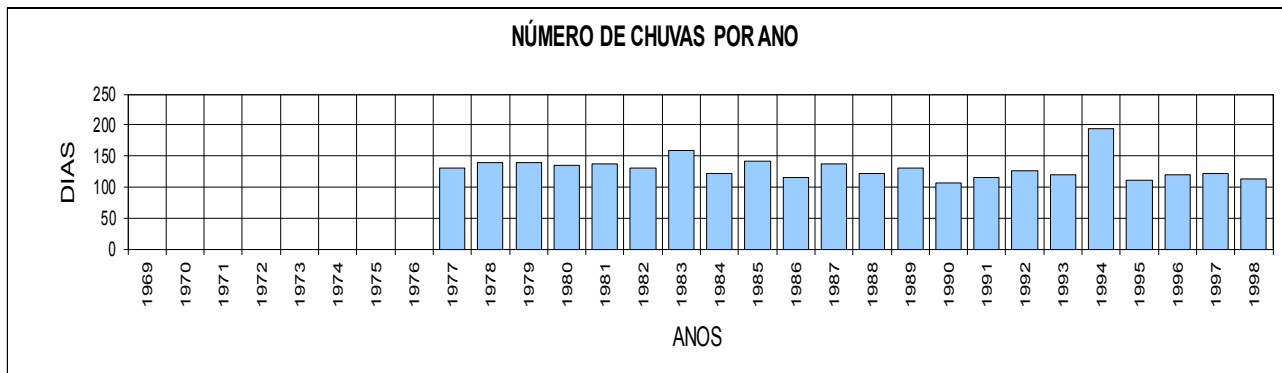
LATITUDE : 14°05'03" (UTM N = 8.442.528,81 m)
LONGITUDE : 46°22'16" (UTM E = 351.973,62 m)
CÓDIGO : 01445002

RODOVIA: GO-110
TRECHO: IACIARA - ÁGUA QUENTE
ESTAÇÃO: Posse 83332

Anos	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Características Anuais			
	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P. Máx. (*)	Data dia / mês	NDC	P. Total (mm)
1969																									0,00			
1970																									0,00			
1971																									0,00			
1972																									0,00			
1973																									0,00			
1974																									0,00			
1975																									0,00	4/11/1975		
1976																			119,80	13	92,10	12	63,80	10	25,00	4/11/1975		
1977	267,60	21	66,10	15	63,90	7	119,30	13	16,60	4	17,60	3	1,00	1	1,00	1	35,80	10	75,00	14	205,60	18	320,30	23	72,00	25/12/1977	130	1189,80
1978	185,80	15	271,00	25	236,00	17	263,30	13	36,70	10	58,40	5	20,40	2	0,00	0	3,30	2	120,10	11	279,80	19	283,40	20	90,40	6/3/1978	139	1758,20
1979	332,40	26	237,80	23	240,50	17	170,40	11	45,40	4	2,00	2	0,00	0	3,60	4	44,90	5	128,60	8	241,30	21	268,00	19	94,40	27/1/1979	140	1714,90
1980	375,80	27	412,70	26	100,10	8	173,00	16	1,50	2	1,60	2	0,00	0	0,00	0	29,00	6	42,50	3	411,90	26	281,00	18	73,10	15/3/1980	134	1829,10
1981	395,80	21	170,20	10	280,60	26	69,00	9	22,90	3	49,80	3	1,00	1	20,10	2	2,00	2	234,20	18	386,70	24	216,00	18	85,40	3/10/1981	137	1848,30
1982	437,10	25	167,70	17	319,30	23	136,00	11	33,60	2	1,00	1	0,00	0	0,10	1	19,60	4	56,10	13	97,00	16	155,60	18	81,40	22/1/1982	131	1423,10
1983	328,00	22	216,40	17	401,60	27	126,50	12	18,70	4	2,00	2	0,00	0	1,00	1	8,30	5	99,50	16	330,20	26	325,00	26	83,40	26/11/1983	158	1857,20
1984	307,80	19	148,30	19	268,10	17	79,00	10	15,20	2	1,00	1	0,00	0	27,00	2	116,70	11	137,70	12	152,90	14	96,10	14	51,40	14/3/1984	121	1349,80
1985	393,10	28	290,90	19	166,90	13	121,00	13	22,60	4	1,00	1	12,20	1	0,00	0	42,80	5	245,80	16	158,20	16	451,80	25	136,00	23/2/1985	141	1906,30
1986	202,00	22	199,60	18	214,30	16	135,50	13	2,70	3	1,00	1	6,60	2	76,50	3	6,70	3	114,80	9	162,20	11	290,90	15	75,40	27/8/1986	116	1412,80
1987	148,50	17	151,50	16	279,70	19	132,00	12	22,50	4	2,30	3	1,00	1	1,00	1	63,20	8	102,10	8	283,90	23	319,30	25	77,00	23/3/1987	137	1517,00
1988	185,80	16	295,60	24	354,70	16	37,70	10	0,00	0	3,60	2	0,00	0	0,00	0	1,00	1	106,20	15	180,50	17	370,90	20	100,50	5/12/1988	121	1536,00
1989	98,00	14	185,00	19	59,40	16	24,10	7	5,10	2	20,00	8	10,00	2	7,90	2	11,10	4	120,20	11	169,10	16	577,90	29	76,40	12/2/1989	130	1287,80
1990	112,10	12	191,70	15	82,50	10	81,10	7	38,80	6	0,00	0	7,10	4	29,00	2	58,40	9	115,10	12	131,00	13	195,80	16	55,50	22/12/1990	106	1042,60
1991	326,80	27	279,60	18	186,20	16	163,00	10	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	49,90	6	21,80	2	163,10	16	235,90	20	82,60	1/4/1991	115	1426,30
1992	260,80	21	319,10	19	68,00	10	41,70	4	14,00	5	2,50	1	0,00	0	19,00	1	7,40	5	216,90	17	306,80	20	514,90	23	71,20	20/12/1992	126	1771,10
1993	83,00	13	218,90	21	27,70	4	134,30	9	86,40	3	0,10	1	0,00	0	22,80	1	32,20	8	316,90	22	255,30	15	514,90	23	174,00	9/11/1993	120	1692,50
1994	326,80	27	279,60	18	316,90	22	255,30	15	1,10	2	255,30	15	255,30	15	255,30	15	255,30	15	93,10	7	318,10	19	174,30	23	174,00	9/4/1994	193	2786,40
1995	105,90	17	240,10	17	299,30	14	156,90	14	59,90	5	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	63,40	9	203,90	19	82,50	16	90,90	30/3/1995	111	1211,90
1996	77,50	12	75,10	10	299,10	21	141,60	13	38,60	3	17,40	1	0,00	0	12,00	5	7,50	1	140,80	14	250,00	19	168,10	20	86,40	19/4/1996	119	1227,70
1997	305,40	21	154,70	15	329,00	23	109,60	11	15,30	3	7,00	4	0,00	0	0,00	0	28,90	6	94,80	12	151,50	13	177,20	14	64,60	18/1/1997	122	1373,40
1998	174,00	20	319,00	22	187,50	14	26,80	4	19,10	2	0,30	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	33,40	11	257,00	19	324,20	21	80,60	7/11/1998	114	1341,30

(*) Máximas chuvas diárias.

Obs.: Utilizou-se os dados dos últimos 30 anos de observação mais representativos.



Estação: Posse 83332 - Pluviograma												
PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	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	437,10	412,70	401,60	263,30	86,40	255,30	255,30	255,30	255,30	316,90	411,90	577,90
Prec. Méd. Mensal	246,82	222,30	217,33	122,60	23,49	20,18	14,30	21,65	37,45	121,69	227,89	274,63
Prec. Min. Mensal	12,00	10,00	4,00	4,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	11,00	10,00
NDC Máx. Mensal	28	26	27	16	10	15	15	15	15	22	26	29
NDC Méd. Mensal	20	18	16	11	3	3	1	2	5	12	18	20
NDC Min. Mensal	12	10	4	4	0	0	0	0	0	2	11	10
Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Parana, Palma, principal curso d'água Rio Água Quente / Carta topográfica do município de posse: IBGE - folha SD-23-Y-B-I - MI-2085 - ESC. 1:100.000.												

Diagrama Climatológico
Pmáx = 2786,4 mm (Precip. Máxima Anual para o período).
Pméd = 1568,34 mm (Precip. Média Anual para o período).
Pmín = 1042,6 mm (Precip. Mínima Anual para o período).
Nmáx = 193 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período).
Nméd = 130 (Média do núm. de dias de chuva por ano no período).
Nmín = 106 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).

Estação: Posse 83332 Pluviograma

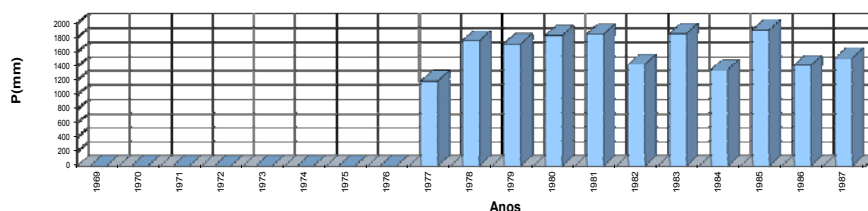
PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Diagrama Climatológico
	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	
Prec. Máx. Mensal	437,10	412,70	401,60	263,30	86,40	255,30	255,30	255,30	255,30	316,90	411,90	577,90	Pmáx = 2786,4 mm (Precip. Máxima Anual para o período).
Prec. Méd. Mensal	246,82	222,30	217,33	122,60	23,49	20,18	14,30	21,65	37,45	121,69	227,89	274,63	Pméd = 1568,34 mm (Precip. Média Anual para o período).
Prec. Min. Mensal	77,50	66,10	27,70	24,10	1,10	0,10	1,00	0,10	1,00	21,80	92,10	63,80	Pmín = 1042,6 mm (Precip. Mínima Anual para o período).
NDC Máx. Mensal	28	26	27	16	10	15	15	15	15	22	26	29	Nmáx = 193 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período).
NDC Méd. Mensal	20	18	16	11	3	3	1	2	5	12	18	20	Nméd = 130 (Média do núm. de dias de chuva por ano no período).
NDC Min. Mensal	12	10	4	4	0	0	0	0	0	2	11	10	Nmín = 106 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).

Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Parana, Palma, principal curso d'água Rio Água Quente / Carta topográfica do município de posse: IBGE - folha SD-23-Y-B4 - MI-2085 - ESC. 1:100.000.

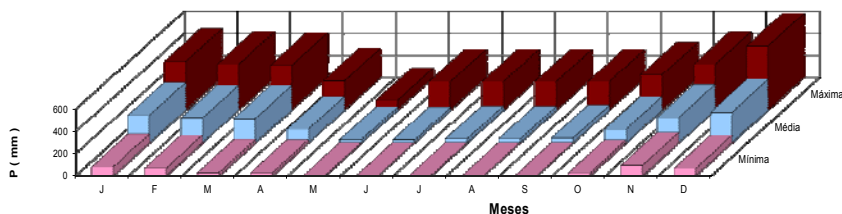
Estação : Posse 83332

Precipitações Totais Anuais



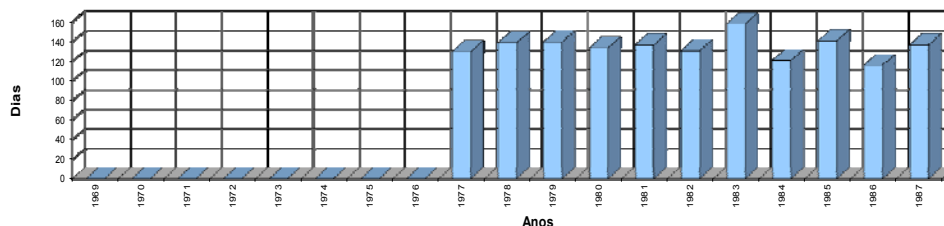
Estação : Posse 83332

Precipitações Mensais



Estação : Posse 83332

Número de Dias de Chuva por Ano



METODOLOGIA UTILIZADA NA DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE PRECIPITAÇÃO, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DE CHUVAS.

Considerações:

Com os dados coletados de chuva 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" - maiores detalhes, ver publicação do DNER 478/26-1975 "Vazão de Dimensionamento de Bueiros". Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para o posto escolhido. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

Procedimento:

A seguir apresentamos as Tabelas de Cálculos que fornecem as relações entre as precipitações máxima, período de retorno e a probabilidade de ocorrência, para a Estação estudada: POSSE 83332. Os índices utilizados nas tabelas a seguir são:

P... Valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano.

P... Precipitação média.

m... Números de anos observados.

F... Frequência de vazões de enchentes observadas.

Tr.. Tempo de recorrência.

n... Número de ordem, variável de 1 a n.

K... Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do período de recorrência. Valor tabelado por Weise e Reid.

Pr.. Fórmula devida a Vem de Chow, onde Pr é a precipitação à um cento período de recorrência.

Pr.. $P + S \times K$

MÉTODO DAS ISOZONAS

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 Eng.^o 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 o 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.

PROCEDIMENTO:

Descrição da metodologia adotada

A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou-se para as estações 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 apresentado a seguir, a isozona correspondente a região do projeto.

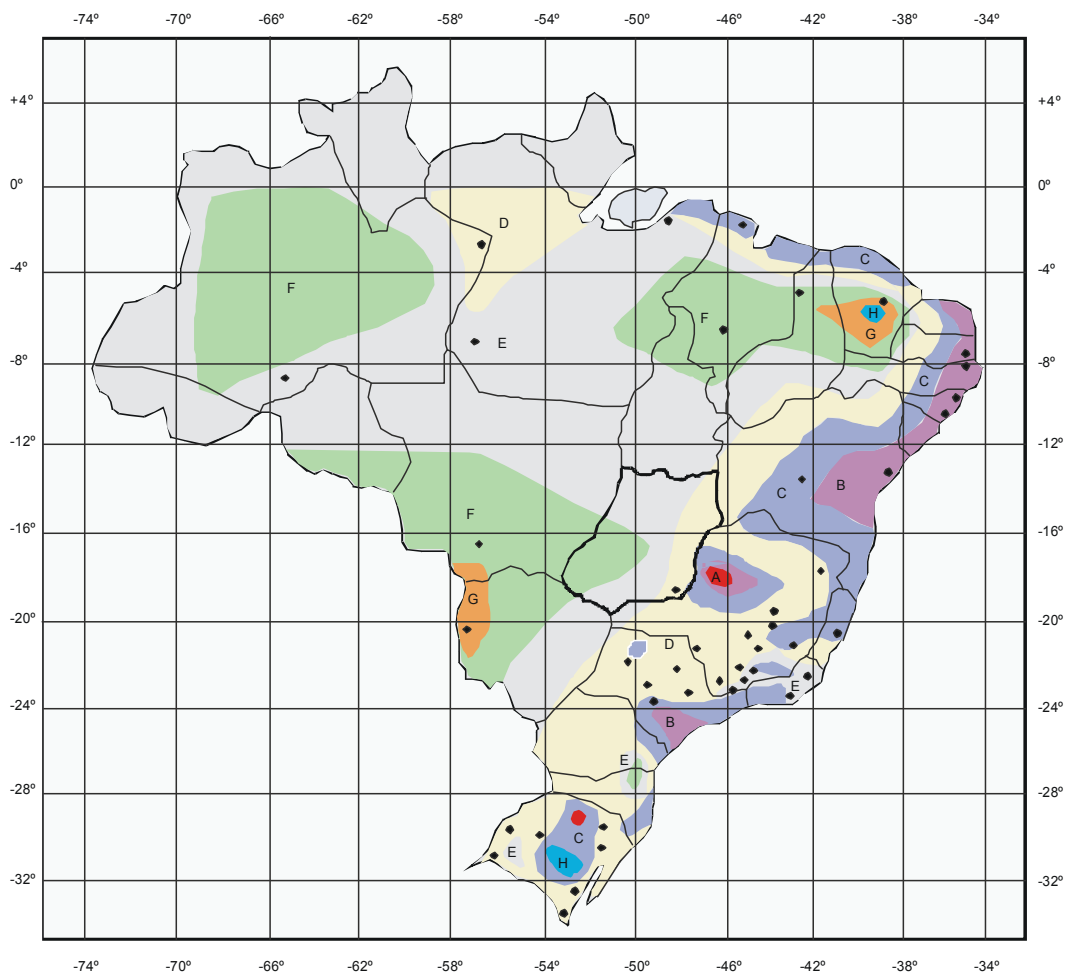
Em nosso estudo a isozona utilizada foi a isozona E, típica das zonas continental e do noroeste, com coeficientes de índices altos.

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, marcou-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 mapa das isozonas, quadro com os valores característicos, os gráficos contendo as relações entre altura de chuva, tempo de duração e tempo de recorrência, para a distribuição de chuvas para o trecho em estudo, para a estação POSSE 83332.

Mapa de Isozonas



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS													
ZONA	1 HORA / 24 HORAS DE CHUVA										6MIN. 24hCHUVA		
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100	
A		36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,5
B		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D		42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E		44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F		46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G		47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H		49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,5	44,6	16,7	14,9

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 instrução do DNER:

a - Bueiros de grotas e Drenagem Superficial	05 anos.
b - Bueiros em bacias até 1,0 Km ²	10 anos.
c - Bueiros em bacias entre 1,0 km ² e 5,0 km ²	5 anos.
d - Item "b" calculado como orifício	25 anos.
e - Bueiros ou galerias em que 5,0 km ² < a < 10,0 km ²	50 anos.
f - Item "c" calculado com orifício	50 anos.
g - Pontes até 100,0 m.	50 anos.
h - Pontes maiores que 100,0 m.	100 anos.

A seguir apresentamos os quadros com os valores de "Frequência-Intensidade-Duração", para a estação de POSSE 83332.

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ESTAÇÃO : POSSE 83332

ENTIDADE : ANA

CÓDIGO : 01446002

LATITUDE : 14°05'03"

PERÍODO : 1969 A 1998

LONGITUDE : 46°22'16"

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
	25	0,0	1	174,00	105,8	11.189,4	3,2	31,0
	25	0,0	2	174,00	105,8	11.189,4	6,5	15,5
	25	0,0	3	136,00	67,8	4.594,1	9,7	10,3
	25	0,0	4	100,50	32,3	1.042,0	12,9	7,8
	25	0,0	5	94,40	26,2	685,4	16,1	6,2
	25	0,0	6	90,90	22,7	514,4	19,4	5,2
4/11/1975	24	25,0	7	90,40	22,2	492,0	22,6	4,4
2/11/1976	23	45,0	8	86,40	18,2	330,5	25,8	3,9
25/12/1977	18	72,0	9	85,40	17,2	295,2	29,0	3,4
6/3/1978	7	90,4	10	83,40	15,2	230,4	32,3	3,1
27/1/1979	5	94,4	11	82,60	14,4	206,8	35,5	2,8
15/3/1980	17	73,1	12	81,40	13,2	173,7	38,7	2,6
3/10/1981	9	85,4	13	80,60	12,4	153,3	41,9	2,4
22/1/1982	12	81,4	14	77,00	8,8	77,1	45,2	2,2
26/11/1983	10	83,4	15	76,40	8,2	66,9	48,4	2,1
14/3/1984	22	51,4	16	75,40	7,2	51,6	51,6	1,9
23/2/1985	3	136,0	17	73,10	4,9	23,8	54,8	1,8
27/8/1986	16	75,4	18	72,00	3,8	14,3	58,1	1,7
23/3/1987	14	77,0	19	71,20	3,0	8,9	61,3	1,6
5/12/1988	4	100,5	20	64,60	-3,6	13,1	64,5	1,6
12/2/1989	15	76,4	21	55,50	-12,7	161,8	67,7	1,5
22/12/1990	21	55,5	22	51,40	-16,8	282,9	71,0	1,4
1/4/1991	11	82,6	23	45,00	-23,2	539,2	74,2	1,3
20/12/1992	19	71,2	24	25,00	-43,2	1.868,0	77,4	1,3
9/11/1993	1	174,0	25	0,00	-68,2	4.654,0	80,6	1,2
9/4/1994	1	174,0	26	0,00	-68,2	4.654,0	83,9	1,2
30/3/1995	6	90,9	27	0,00	-68,2	4.654,0	87,1	1,1
19/4/1996	8	86,4	28	0,00	-68,2	4.654,0	90,3	1,1
18/1/1997	20	64,6	29	0,00	-68,2	4.654,0	93,5	1,1
7/11/1998	13	80,6	30	0,00	-68,2	4.654,0	96,8	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

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{30} = 68,22$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1}} = 46,29$$

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

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

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (*)	P (mm)
5 anos	0,866	108,31
10 anos	1,541	139,55
15 anos	1,917	156,96
20 anos	2,188	169,50
25 anos	2,393	178,99
50 anos	3,026	208,29
100 anos	3,653	237,32
1.000 anos	-	335,08
10.000 anos	-	432,85

$$\bar{P} = 68,22$$

$$\sum P = 2.046,60$$

$$\sum (\bar{P} - P)^2 = 62.127,83$$

$$m - 1 = 29$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1} = 2142,3$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1}} = 46,3$$

$$Pr = 68,22 + K \times 46,29$$

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)

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

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

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

$$P5 = 68,22 + 0,866 \times 46,29 = 108,31 \text{ mm}$$

$$P10 = 68,22 + 1,541 \times 46,29 = 139,55 \text{ mm}$$

$$P15 = 68,22 + 1,917 \times 46,29 = 156,96 \text{ mm}$$

$$P20 = 68,22 + 2,188 \times 46,29 = 169,50 \text{ mm}$$

$$P25 = 68,22 + 2,393 \times 46,29 = 178,99 \text{ mm}$$

$$P50 = 68,22 + 3,026 \times 46,29 = 208,29 \text{ mm}$$

$$P100 = 68,22 + 3,653 \times 46,29 = 237,32 \text{ mm}$$

$$P1000 = P100 + (P100 - P10) = 335,08 \text{ mm}$$

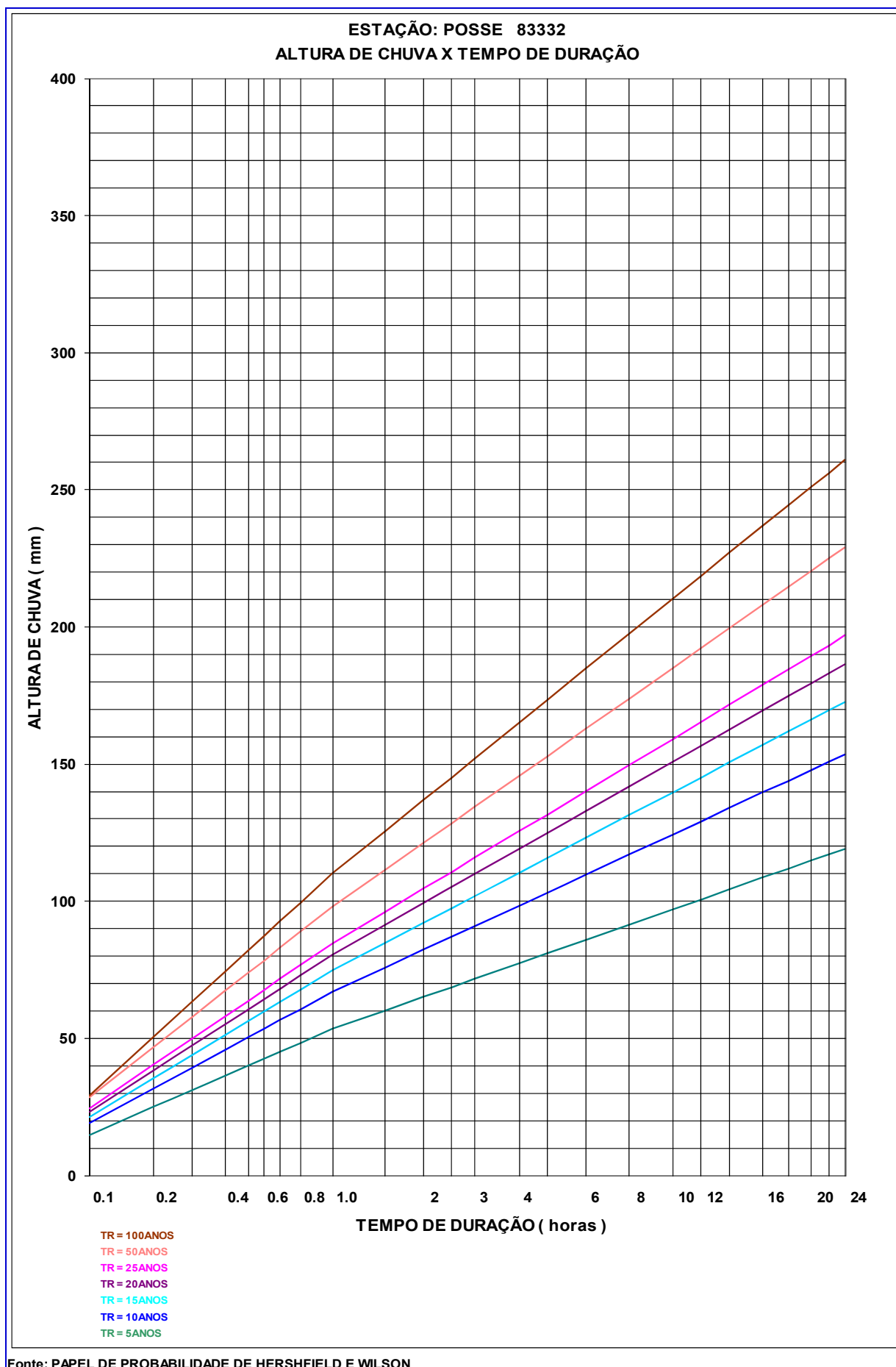
$$P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 432,85 \text{ mm}$$

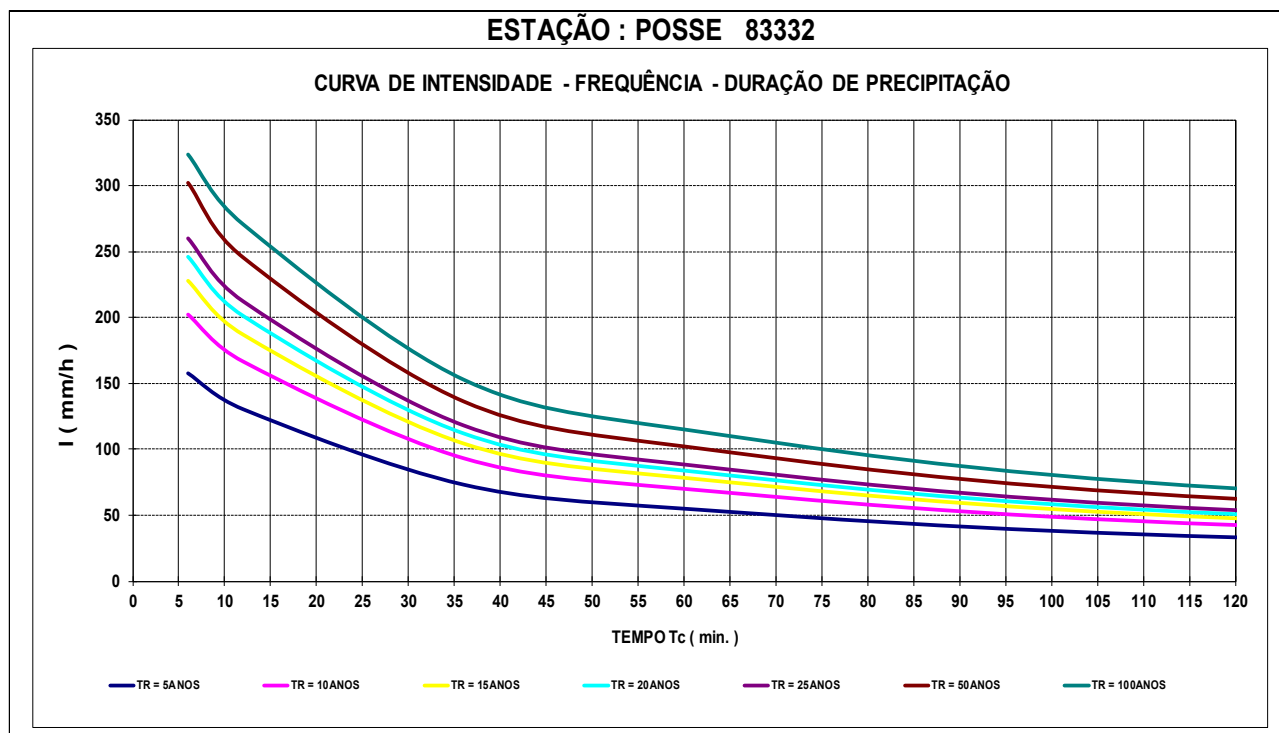
ESTACÃO : POSSE 83332										
ISOZONA "E"										
Tempo de Recorrência em anos		1 hora / 24 horas chuva (A)					6 min / 24 horas (B)			
		5	10	15	20	25	50	100	100	
Porcentagem		44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,8	42,2	11,2	
As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.										
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das isozonas										
Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = P_{Tn} (mm) x 1,10, onde P_{Tn} (mm) é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)										
		Duração		Tempo de Recorrência						
				5	10	15	20	25	50	100
		24 horas (C)		119,14	153,51	172,65	186,45	196,89	229,12	261,05
		1 hora (D)		52,42	66,93	74,76	80,55	84,66	98,06	110,16
		6 minutos (E)		14,77	19,04	21,41	23,12	24,41	28,41	29,24

ESTACÃO : POSSE 83332 - 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)	14,77	147,73	19,04	190,35	21,41	214,09	23,12	231,20	24,41	244,15	28,41	284,11	29,24	292,37	
12 min. (0,2 h)	24,68	123,40	31,64	158,19	35,45	177,24	38,23	191,16	40,27	201,35	46,74	233,71	50,53	252,67	
36 min. (0,6 h)	41,80	69,67	53,42	89,03	59,71	99,51	64,35	107,25	67,67	112,78	78,42	130,69	87,33	145,56	
60 min. (1,0 h)	52,42	52,42	66,93	66,93	74,76	74,76	80,55	80,55	84,66	84,66	98,06	98,06	110,16	110,16	
120 min. (2,0 h)	64,23	32,11	82,25	41,13	92,09	46,04	99,29	49,65	104,53	52,26	121,26	60,63	136,87	68,43	
240 min. (4,0 h)	76,71	19,18	98,44	24,61	110,39	27,60	119,10	29,77	125,51	31,38	145,77	36,44	165,09	41,27	
1440 min. (24,0 h)	119,14	4,96	153,51	6,40	172,65	7,19	186,45	7,77	196,89	8,20	229,12	9,55	261,05	10,88	

Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Tocantins, Parana, Palma, principal curso d'água Rio Água Quente / Carta Topográfica: IBGE - folha SD-23-Y-B-I - M-2085 - 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.





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.

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

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Onde:

- Tc - Tempo de concentração em horas;
- L - Comprimento do talvegue em Km; e
- S - Declividade média ponderada do talvegue em %.

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 determinados com suficiente precisão por meio de cartas topográficas em escala 1:100.000-IBGE e dos levantamentos aerofotogramétricos em escala 1:60.000.

CÁLCULO DAS VAZÕES AFLUENTES

INTRODUÇÃO

Consideram-se pequenas bacias hidrográficas aquelas com área de drenagem até 5,0 km² (são drenadas por bueiros tubulares ou celulares).

Bacias Intermediárias - Aquelas com área de drenagem entre 5,0 e 10,0 km² (são drenadas por bueiros tubulares ou 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 da Instrução de Serviço - IS-03, da Agencia Goiana de Transportes e Obras - AGETOP.

Para as bacias hidrográficas com áreas até 5,0 km² (500 ha), foi usado para o cálculo das vazões afluentes o Método Racional.

Para as bacias com áreas entre 5,0 e 10,0 km² (500-1000 ha) calculou-se as vazões pelo o Método racional corrigido por um coeficiente de retardamento.

Para as bacias com áreas entre 10,0 e 2.500,0 km² (1.000,0 - 250.000,00 ha) usa-se o Método do Hidrograma Unitário Triangular - HUT.

Bacias com áreas acima de 2.500,0 km² (250.000 ha) deverão ser decompostas em Sub-Bacia menores, fazendo-se o estudo específico para cada uma.

Nota: Para cada método Racional e método HUT os coeficientes de drenagem Superficial ou de escoamento e o do complexo solo-vegetação foram adotadas da Tabela abaixo.

Condições de Superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos estéreis e áreas urbanizadas	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	D	0,60-0,80	70	0,60-0,90	75	0,60-1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	60	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

A = Superfície muito permeável ("LOESS" em camadas espessas);

B = Superfície permeável ("LOESS" em camadas rasas e areias);

C = Superfície semipermeável (Solos Siltosos e Argilosos) e

D = Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).

MÉTODOS DE CÁLCULO

Método Racional

Os limites de aplicação do chamado Método Racional, segundo os hidrólogos, são muito variáveis, Vamos adotar o seguinte procedimento:

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 5,0 km², vamos adotar o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d,$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial e

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

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

Onde:

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

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

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO

Usado para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas entre 5,0 e 10,00 km².

A fórmula do Método Racional, geralmente leva ao superdimensionamento 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 (ψ), que visa a correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área, adotando-se a seguinte expressão:

$$\Psi = 4,38/A^{0,20} \cdot L$$

Sendo:

A = área da bacia em km²; e

L = Comprimento do talvegue em km.

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

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d \times \psi$$

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:

$$T_p = \frac{\Delta T}{2} + 0,6 T_c,$$

sendo:

Δt = duração de chuva unitária, antes estabelecido em horas.

T_c = tempo de concentração, em horas.

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

$$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

Onde:

L = comprimento do talvegue em km e

S = declividade média ponderada do talvegue em %.

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

$$\Delta t = T_c/5, \text{ em horas.}$$

2 - Cálculo do tempo de descida (Tr):

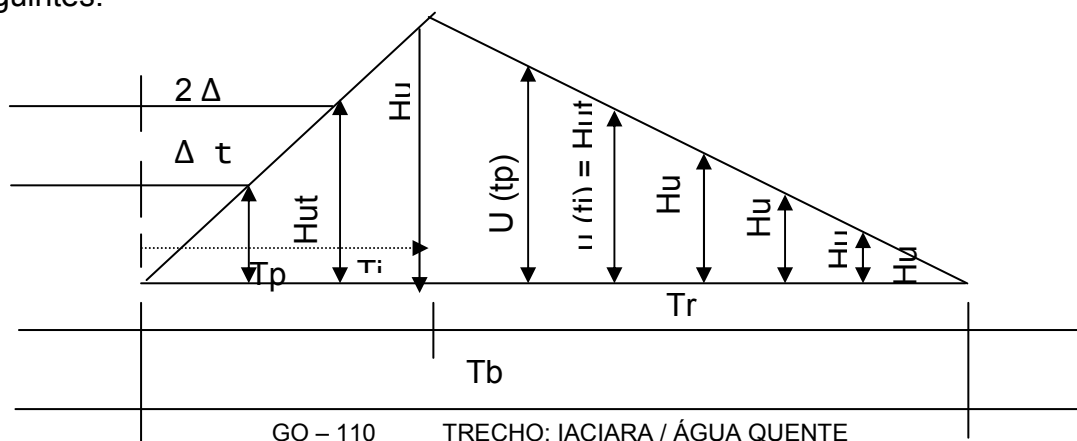
$$T_r = 1,67 T_p, \text{ em horas.}$$

3 - Cálculo do tempo de base (Tb):

$$T_b = 2,67 T_p, \text{ em horas.}$$

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:

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

Onde:

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

A = área da bacia, em km² e

Tp = 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) e

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

A = área da bacia em km² e

P_i = precipitação em mm, $P = f(DT)$ obtido no gráfico de precipitações.

$$P_{ei} = \frac{[P_m - (\frac{5080}{C_n} - 50,8)]^2}{P_m + \frac{20320}{C_n} - 203,2}, \text{ sendo:}$$

P_{ei} = chuva efetiva, em mm;

C_n = complexo solo - vegetação ou número de deflúvio e

P_m = precipitação média, em mm.

Para cálculo das chuvas efetivas (q_i) parciais os 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:

$$HUT = \frac{\phi(Tp) \times T_i}{Tp}, T_i \leq Tp$$

$$HUT = \frac{\phi(Tp) \times (T_b - T_i)}{T_r}, T_i \geq Tp$$

Após 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:

$$Q_i = q_i \times \phi_1 + q_{i-1} \times \phi_2 + q_{i-2} \times \phi_3 + \dots + q_i \times \phi_i.$$

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

A fórmula de Kirpich foi utilizada para o cálculo do tempo de concentração no projeto. Esta fórmula, em unidades métricas, escreve-se assim:

$$T_c = 0,39 \cdot \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

onde: T_c = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talveg, em Km;

H = diferença de nível entre o divisor de água e a obra, em metros.

Dimensões Mínimas

Adotaremos o diâmetro mínimo de 1,0 m para bueiros de concreto ou aço tendo em vista a facilidade de limpeza da obra. Nos bueiros celulares adotaremos a altura e largura mínimas de 1,50m.

No caso de pontes prevemos no mínimo a altura de 1,50 m entre o nível da máxima cheia e a face inferior da longarina.

Prevemos o uso de dissipadores de energia a jusante dos bueiros tubulares caso se verifique a possibilidade de erosões que possam danificar a obra.

Apresentamos a seguir memória de cálculo das obras.

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

a) Bacia da Estaca 40

$$Ad = 0,64 \text{ km}^2$$

$$L = 0,73 \text{ km}$$

$$\Delta H = 20,00 \text{ m}$$

$$s = 20,00 / 730 = 2,74 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,73^2/2,74)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,21 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,21 \text{ h}$$

$$P = 32 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 32 / 0,21 = 152,38 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 152,380952380952 \times 0,64 = 6,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

b) Bacia da Estaca 89

$$Ad = 0,52 \text{ km}^2$$

$$L = 0,9 \text{ km}$$

$$\Delta H = 25,00 \text{ m}$$

$$s = 25,00 / 900 = 2,78 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,9^2/2,78)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,24 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,24 \text{ h}$$

$$P = 35 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 35 / 0,24 = 145,83 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 145,83 \times 0,52 = 5,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

c) Bacia da Estaca 238

$$Ad = 4,36 \text{ km}^2$$

$$L = 2,47 \text{ km}$$

$$\Delta H = 40,00 \text{ m}$$

$$s = 40,00 / 2470 = 1,62 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (2,47^2/1,62)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,65 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,65 \text{ h}$$

$$P = 70 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 70 / 0,65 = 107,69 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 107,69 \times 4,36 = 32,63 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSCC 3,00 x 3,00**

OBRA EXISTENTE = (c)

d) Bacia da Estaca 277

$$Ad = 0,98 \text{ km}^2$$

$$L = 1,63 \text{ km}$$

$$\Delta H = 40,00 \text{ m}$$

$$s = 40,00 / 1630 = 2,45 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (1,63^2/2,45)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,4 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,4 \text{ h}$$

$$P = 46 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 46 / 0,4 = 115 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 115 \times 0,98 = 7,83 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

e) Bacia da Estaca 280

$$Ad = 0,69 \text{ km}^2$$

$$L = 2,00 \text{ km}$$

$$\Delta H = 40,00 \text{ m}$$

$$s = 40,00 / 2000 = 2 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (2,00^2/2)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,51 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,51 \text{ h}$$

$$P = 64 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 64 / 0,51 = 125,49 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 125,49 \times 0,69 = 6,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

f) Bacia da Estaca 332

$$Ad = 0,71 \text{ km}^2$$

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

$$\Delta H = 20,00 \text{ m}$$

$$s = 20,00 / 1100 = 1,82 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (1,1^2/1,82)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,33 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,33 \text{ h}$$

$$P = 52 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 52 / 0,33 = 157,58 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 157,58 \times 0,71 = 7,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

g) Bacia da Estaca 396

$$Ad = 1,98 \text{ km}^2$$

$$L = 1,48 \text{ km}$$

$$\Delta H = 20,00 \text{ m}$$

$$s = 20,00 / 1480 = 1,35 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (1,48^2/1,35)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,47 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,47 \text{ h}$$

$$P = 62 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 62 / 0,47 = 131,91 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 131,91 \times 1,98 = 18,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BTTC Ø 1,50**

OBRA EXISTENTE = (c)

h) Bacia da Estaca 503

$$Ad = 0,83 \text{ km}^2$$

$$L = 1,04 \text{ km}$$

$$\Delta H = 25,00 \text{ m}$$

$$s = 25,00 / 1040 = 2,4 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (1,04^2/2,4)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,29 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,29 \text{ h}$$

$$P = 38 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 38 / 0,29 = 131,03 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 131,03 \times 0,83 = 7,56 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

i) Bacia da Estaca 597

$$Ad = 0,85 \text{ km}^2$$

$$L = 0,98 \text{ km}$$

$$\Delta H = 20,00 \text{ m}$$

$$s = 20,00 / 980 = 2,04 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,98^2/2,04)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,29 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,29 \text{ h}$$

$$P = 38 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 38 / 0,29 = 131,03 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 131,03 \times 0,85 = 7,74 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

j) **Bacia da Estaca 664**

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

$$L = 0,12 \text{ km}$$

$$\Delta H = 5,00 \text{ m}$$

$$s = 5,00 / 120 = 4,17 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,12^2/4,17)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,04 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,04 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 19 / 0,04 = 475 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 475 \times 0,02 = 0,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

k) **Bacia da Estaca 836**

$$Ad = 0,45 \text{ km}^2$$

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

$$\Delta H = 30,00 \text{ m}$$

$$s = 30,00 / 710 = 4,23 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,71^2/4,23)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,17 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,17 \text{ h}$$

$$P = 28 \text{ mm (Tr = 10 anos)}$$

$$I = 28 / 0,17 = 164,71 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,25 \times 164,71 \times 0,45 = 5,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

OBRA EXISTENTE = (c)

Método do Hidrograma Unitário - HUT

ESTACÃO: POSSE															C.N.: 50	
ESTACA: 107															0,9944928	
CURSO D'ÁGUA: 0															1,471892 h	
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 28,38 km2															0,2943784 h	
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 5,40 km															1,0303244 h	
DESNÍVEL(DELTA H): 50,00 m															1,7206418 h	
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 0,926 %															2,7509662 h	
VEGETAÇÃO: Florestas tropicais densas e regiões alagadiças															50 anos	
q(Tp): 57,293023 mts/cm																
Ti(h)	PI(cm)	Pm(cm)	Pei(cm)	ΔPei(cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,294	5,710	5,679	0,014	0,014	16,369	0,226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,226
0,589	7,790	7,747	0,253	0,240	32,739	0,451	3,923	-	-	-	-	-	-	-	-	4,374
0,883	9,270	9,219	0,580	0,326	49,108	0,677	7,846	5,345	-	-	-	-	-	-	-	13,868
1,178	10,280	10,223	0,866	0,286	52,392	0,722	11,769	10,689	4,685	-	-	-	-	-	-	27,865
1,472	11,070	11,009	1,122	0,256	42,590	0,587	12,556	16,034	9,369	4,190	-	-	-	-	-	42,736
1,766	11,670	11,606	1,334	0,212	32,788	0,452	10,207	17,106	14,054	8,379	3,467	-	-	-	-	53,666
2,061	12,210	12,143	1,537	0,203	22,986	0,317	7,858	13,906	14,994	12,569	6,934	3,319	-	-	-	59,896
2,355	12,640	12,570	1,706	0,169	13,184	0,182	5,509	10,705	12,189	13,410	10,402	6,637	2,77	-	-	61,803
2,649	13,020	12,948	1,861	0,155	3,382	0,047	3,160	7,505	9,383	10,901	11,097	9,956	5,54	2,539	-	57,589
2,751	13,140	13,068	1,911	0,050	0,000	0,000	0,810	4,304	6,578	8,392	9,021	10,621	8,31	5,077	0,819	53,934
BUERO PROJETADO : BTCC 2,50 x 2,50 VAZÃO MÁXIMA DE 75,94m³/s																

ORGÃO :	AGETOP
FORMA ECONOMICA S/N:	N
BUEIRO TRABAL. COMO ORIFÍCIO OU CANAL	CANAL
UTILIZAR TUBULAR DIFERENTE DE METRO S / N	N

BUEIROS CELULARES AGETOP - OAE COMO CANAL

n	Q (m3/s)	Ab (m2)	Ve (m/s)	Vc (m/s)	Qc (m3/s)	Ic (m/m)	BUEIRO B x H
0,014	10,13	2,25	3,91	4,50	10,13	0,009	BSCC 1,50 x 1,50
0,014	18,00	4,00	0,00	4,50	18,00	0,008	BSCC 2,00 x 2,00
0,014	28,13	6,25	5,88	4,50	28,13	0,007	BSCC 2,50 x 2,50
0,014	40,50	9,00	0,00	4,50	40,50	0,006	BSCC 3,00 x 3,00
0,014	19,24	4,50	1,93	4,50	19,24	0,012	BDCC 1,50 x 1,50
0,014	34,20	8,00	0,00	4,50	34,20	0,010	BDCC 2,00 x 2,00
0,014	53,44	12,50	1,67	4,50	53,44	0,009	BDCC 2,50 x 2,50
0,014	76,95	18,00	0,00	4,50	76,95	0,008	BDCC 3,00 x 3,00
0,014	27,34	6,75	2,10	4,50	27,34	0,014	BTCC 1,50 x 1,50
0,014	48,60	12,00	0,00	4,50	48,60	0,012	BTCC 2,00 x 2,00
0,014	75,94	18,75	1,81	4,50	75,94	0,010	BTCC 2,50 x 2,50
0,014	109,35	27,00	0,00	4,50	109,35	0,009	BTCC 3,00 x 3,00

TABELA DE BUEIROS TUBULARES AGETOP - OAC - COMO CANAL

n	Q (m3/s)	Ab (m2)	Ve (m/s)	Vc (m/s)	Qc (m3/s)	Ic (%)	BUEIRO Ø
0,010	3,12	0,79	3,97	4,50	3,12	1,0	BSTC Ø 1,00
0,010	5,07	1,13	4,48	4,50	5,07	1,0	BSTC Ø 1,20
0,010	9,19	1,77	5,20	4,50	9,19	1,0	BSTC Ø 1,50
0,010	5,92	1,57	3,97	4,50	5,92	1,0	BDTC Ø 1,00
0,010	9,63	2,26	4,48	4,50	9,63	1,0	BDTC Ø 1,20
0,010	17,46	3,53	5,20	4,50	17,46	1,0	BDTC Ø 1,50
0,010	8,42	2,36	3,97	4,50	8,42	1,0	BTTC Ø 1,00
0,010	13,68	3,39	4,48	4,50	13,68	1,0	BTTC Ø 1,20
0,010	20,76	5,30	4,35	4,50	20,76	0,7	BTTC Ø 1,50

2.3 ESTUDO GEOTÉCNICO

2.2 ESTUDO GEOTÉCNICO

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos trabalhos referentes ao Estudo Geotécnico realizado na Rodovia GO-110 no Trecho: Iaciara – Água Quente, com extensão de 18,06Km, constaram de estudos de campo, laboratório e de escritório, do sub-leito, de empréstimos para terraplenagem, de ocorrência de solos para pavimentação, estudo de areal e pedreira, analisando-se os seus aspectos qualitativos e quantitativos visando o aproveitamento possível de cada um.

ESTUDO DO SUB-LEITO

Foi executado tendo em mãos o perfil do terreno contendo o greide definitivo de terraplenagem.

Os estudos do sub-leito foram realizados em duas fases:

- Inspeção expedita e coleta de amostras e
- Ensaio de laboratório.

INSPEÇÃO EXPEDITA E COLETA DE AMOSTRAS

Para identificação das diversas camadas de solos, através da inspeção expedita no campo, foram feitos furos de sondagem, com indicação feita pelos técnicos da AGETOP.

Foram coletadas amostras, nos trechos implantados procurando sempre atingir uma profundidade de 1,00m abaixo do greide de terraplenagem.

Em cada furo e para cada horizonte ou mistura de horizonte foi coletada uma amostra de 60,0kg e identificada com uma etiqueta contendo: Rodovia; Trecho; natureza da obra; origem; estaca; posição; natureza do material; profundidade do furo e outros elementos que identifiquem e caracterizem a amostra.

ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Todos os ensaios realizados obedeceram às especificações constantes no "Método de Ensaio", adotado pela AGETOP e os resultados encontram-se no Volume 3C-Estudos Geotécnicos.

Além da classificação tátil-visual foram realizados os seguintes ensaios de laboratório para o sub-leito:

- Granulometria;
- Compactação;
- ISC e
- Expansão.

ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS LATERAIS

Foi realizado o estudo de empréstimos laterais, pois como o trecho será praticamente em aterro, haverá a necessidade de uma grande quantidade de materiais.

ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS CONCENTRADOS

Foi realizado o estudo de empréstimos concentrados, visto que o material proveniente dos empréstimos laterais não será suficiente para suprir a demanda dos aterros.

ESTUDOS DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO

Estes estudos tiveram a finalidade de localizar, quantificar e conhecer a qualidade dos materiais disponíveis na região, objetivando seu emprego na pavimentação.

JAZIDAS DE SOLOS

Foram realizadas pesquisas em toda área de influência da rodovia em estudo, conseguindo-se localizar 01 (um) jazida de material granular, denominadas J-1.

Coleta de Amostras

Verificada a possibilidade de aproveitamento técnico-econômico das ocorrências, com base nas prospecções preliminares das jazidas, foram então, feitos os estudos definitivos das mesmas e sua cubagem.

Foi lançado um reticulado de malha de 30,0m de cada lado, em cujos vértices foram feitos os furos de sondagem.

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

A seguir, apresentamos as indicações gerais da jazida.

INDICAÇÕES GERAIS		Jazida J-1
CARACTERÍSTICAS:		
MATERIAL	LATERITA ARENOSA AMARELA	
LOCALIZAÇÃO	Estaca - 0	
DIST. AO EIXO	9,20 Km	
TIPO DE VEGETAÇÃO	Capim braquiara	
PROPRIETÁRIO	LUIZ CARLOS RIBEIRO	
END. DO PROPRIETÁRIO	FAZENDA ASSA PEIXE	
ÁREA	73.800,0 m²	
VOLUME DO EXPURGO	14.760,00 m³	
VOLUME UTILIZÁVEL	88.560,0 m³	
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	1,20 m	
UTILIZAÇÃO	Camadas do Pavimento	
MALHAS	30 x 30 m	

Ensaaios

Os ensaios das jazidas foram feitos seguindo as normas da AGETOP e as orientações de seus técnicos.

Em cada uma das jazidas, além da classificação táctil-visual, foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria;
- Compactação;
- ISC;
- Expansão.
- Limite de liquidez (LL);
- Limite de plasticidade (LP);
- IG Modal e
- Classificação H.R.B. Modal.

Os resultados dos ensaios encontram-se no Volume 3C - Estudo Geotécnico.

PEDREIRA

Para o projeto de pavimentação do trecho em questão, foi localizado 1 (uma) pedreira em condições de exploração a cerca de 2,20 km da estaca 903+0,778.

O material proveniente da pedreira apresentou resultado satisfatório em todos os aspectos estudados.

Coleta de Amostras e Ensaios

Foram coletadas as amostras e levadas ao laboratório para os seguintes ensaios:

Adesividade e
Resistência Abrasão Los Angeles.

Os resultados dos ensaios encontram-se no Volume 3C - Estudos Geotécnicos.

AREAL

A ocorrência de areia mais próxima encontra-se a cerca de 16,73 km a esquerda da estaca 903+0,778. São depósitos de areias de granulação média a fina, cujos resultados de ensaios se mostraram satisfatórios para uso na drenagem e pavimentação. Os resultados dos ensaios da Pedreira e do Areal encontram-se no Volume 3C - Estudos Geotécnicos.

2.4 ESTUDO DO TRÁFEGO

2.3 ESTUDO DE TRÁFEGO

INTRODUÇÃO

O Estudo do Tráfego objetiva conhecer os fluxos de tráfego ao longo do horizonte de projeto para fins de análise da capacidade do trecho de interesse, determinação do número “N”, elaboração dos fluxogramas das interseções principais e sucinta análise econômica do projeto.

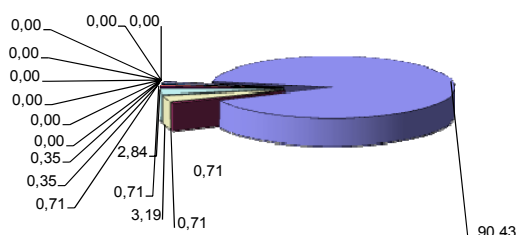
Para desenho e definição da solução de pavimento, consideramos os automóveis e utilitários conforme demonstram as planilhas a seguir.

RODOVIA	=	RODOVIA: GO-110	
TRECHO	=	IACIARA / ÁGUA QUENTE	
ANO DE ABERTURA PARA O TRÁFEGO	=		2015
ANO DO FIM DO PERÍODO DE PROJETO	=		2024
ANO DA CONTAGEM DO TRÁFEGO	=		2013
DATA DO 1o. DIA DE CONTAGEM	=		
ANO COM TAXAS DISTINTAS DE CRESCIMENTOS SE EXISTIR, SENÃO DEIXE VAZIO	=		
% DE DEMANDA REPRIMIDA APÓS PAVIMENTAÇÃO OU DEVIDO A SAZONALIDADE	=		3%
NÚMERO DE FAIXAS DE TRÁFEGO	=		2

2.4.2 - Resultado das Contagens de Tráfego

A contagem de tráfego realizada no trecho apresentou os seguintes resultados:

TF.01 – VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT) - ANO BASE 2013			
RODOVIA: RODOVIA: GO-110			
TRECHO: IACIARA / ÁGUA QUENTE			
Veículo – Tipo		Quantidade	%
PAS/UTIL.		255	90,43
ÔNIBUS S/D		2	0,71
C. SIMP. 2C		9	3,19
C. DUP. 3C/4C		8	2,84
Semi-Reboque	2S1	2	0,71
	2S2	2	0,71
	2S3	1	0,35
	3S2	2	0,71
	3S3	1	0,35
Reboque	3D4		
	2I2		
	3I3		
	3T6		
	3C2		
	XXXXX		
	XXXXX		
OUTROS			
Total		282	100,0



PAS/UTIL.	ÔNIBUS S/D	C. SIMP. 2C
C. DUP. 3C/4C	2S1	2S2
2S3	3S2	3S3
3D4	2I2	3I3
3T6	3C2	XXXXX
XXXXX	OUTROS	

O ano a considerar para abertura da rodovia é o de 2015, tornando-se portanto necessária a atualização dos dados acima.

2.4.3- Taxas de Crescimento do Tráfego - "i"

Por não dispor de dados consistentes que indicassem a taxa de crescimento do tráfego da rodovia, e considerando-se o potencial de expansão econômica da região, em termos agropecuários, estabeleceram-se as seguintes taxas de crescimento geométrico anual para a frota, antes e após o ano de abertura de 2015 ao longo dos próximos 10 anos:

TF.02 – TAXAS DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO ANUAL DO TRÁFEGO (i %)			
VEÍCULOS		TAXA DE CRESCIMENTO	
ÔNIBUS S/D		3,0%	3,0%
C. SIMP. 2C		3,0%	3,0%
C. DUP. 3C/4C		3,0%	3,0%
Semi-Reboque	2S1	3,0%	3,0%
	2S2	3,0%	3,0%
	2S3	3,0%	3,0%
	3S2	3,0%	3,0%
	3S3	3,0%	3,0%
Reboque	3D4	3,0%	3,0%
	2I2	3,0%	3,0%
	3I3	3,0%	3,0%
	3T6	3,0%	3,0%
	3C2	3,0%	3,0%
	XXXXX	3,0%	3,0%
	XXXXX	3,0%	3,0%

As taxas de crescimento geométrico anual para a frota acima são consideradas adequadas à evolução futura prevista para a economia do país e estão dentro dos valores recomendados pelas instruções da AGETOP.

2.4.4 - Projeção do Volume Médio Diário Anual de Tráfego - VMDAT

Para a Projeção do "VMDAT" aplicaram-se as taxas de crescimento geométrico estabelecidas no quadro TF.02, para a frota apurada na pesquisa realizada no ponto nº. 01.

Considerou-se 2015 como ano de abertura da rodovia ao tráfego, após as etapas de elaboração do projeto e execução dos trabalhos de pavimentação e um período de projeção de 10 anos.

A projeção geométrica do volume de tráfego foi, então, obtida com a aplicação da seguinte fórmula:

$$V_n = VMDAT_0 (1 + i)^n$$

, onde:

- VMDAT_n = volume médio diário anual de tráfego nos dois sentidos, para o ano "n";
- VMDAT₀ = volume médio diário anual de tráfego nos dois sentidos, para o ano inicial "0";
- i = taxa de crescimento geométrico por período; e
- n = número de anos considerados no período.

Na tabela abaixo têm-se os resultados da projeção até o ano de abertura considerado 2015 e o acréscimo de tráfego devido à pavimentação (3% do VMDAT em termos de demanda reprimida).

TF.03 – PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT) ATE O ANO DE ABETURA 2015													
Veículos/Ano		2013	2014	2015									
ÔNIBUS S/D		2	2	2									
C. SIMP. 2C		9	9	10									
C. DUP. 3C/4C		8	8	8									
Semi-Reboque	2S1	2	2	2									
	2S2	2	2	2									
	2S3	1	1	1									
	3S2	2	2	2									
	3S3	1	1	1									
Reboque	3D4												
	2I2												
	3I3												
	3T6												
	3C2												
	XXXXX												
	XXXXX												
Total		27	27	28									

Na tabela abaixo têm-se os resultados da projeção do volume médio diário anual de tráfego do ano de abertura 2015 até o fim do período de projeto .

-		2015		2	10	8	2	2	1	2	1							28	28
TF.04 – PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDAT)																			
Núm. de Anos	Ano	ÔNIBUS S/D	VEICULO-TIPO															VMDATc Total (°)	VMDAT Total Acumula- dos
			Caminhão		Semi-Reboque					Reboque									
			2C	3C/4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3D4	2I2	3I3	3T6	3C2	XXXXX	XXXXX			
1	2015	2	10	8	2	2	1	2	1									28	28
2	2016	2	10	8	2	2	1	2	1									28	56
3	2017	2	11	8	2	2	1	2	1									29	85
4	2018	2	11	9	2	2	1	2	1									30	115
5	2019	2	11	9	2	2	1	2	1									30	145
6	2020	2	12	9	2	2	1	2	1									31	176
7	2021	2	12	10	2	2	1	2	1									32	208
8	2022	2	12	10	2	2	1	2	1									32	240
9	2023	3	13	10	3	3	1	3	1									37	277
10	2024	3	13	10	3	3	1	3	1									37	314
Totais		22	115	91	22	22	10	22	10									314	-
%		7,0	36,6	29,0	7,0	7,0	3,2	7,0	3,2									100,0	-
Obs.:																			
(1) Foram totalizados somente os veículos comerciais (ônibus+caminhões+reboques+semi-reboques)																			
(2) Resultado de Contagem Volumétrica e Classificatória realizada no Posto nº 1.																			

2.4.5 - Fator Climático Regional - "FR"

Para levar em conta as variações de umidades dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano (o que se traduz em variações de capacidade de suporte dos materiais), o número equivalente de operações do eixo-padrão ou parâmetro de tráfego, N, deve ser multiplicado por um coeficiente (F.R.).

Parece mais apropriado a adoção de um coeficiente, quando se toma, para projeto, um valor de C.B.R. compreendido entre o que se obtém antes e o de equilíbrio. Adotou-se um FR=1,0 face aos resultados de pesquisas desenvolvidas no IPR/DNIT.

2.4.6 - Classificação dos Veículos e Respectivas Cargas por Eixo

A partir das especificações técnicas fornecidas pelos fabricantes dos veículos nacionais e estatísticas de pesagem de veículos, compatibilizadas conforme a "Lei da balança", classificaram-se os veículos segundo suas cargas por eixo, conforme quadro apresentado a seguir.

TF.05 – CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS GRUPADOS EM FROTAS E RESPECTIVAS CARGAS POR EIXO								
Tipo de Veículo	Carga por eixo (t)							Obs.:
	1º eixo	2º eixo	3º eixo	4º eixo	5º eixo	6º eixo	7º eixo	
ÔNIBUS S/D - Vazio	2,10	5,70						Eixos Simples
ÔNIBUS S/D - C. Legal	6,30	10,50						Eixos Simples
C. SIMP. 2C - Vazio	3,10	4,50						Eixos Simples
C. SIMP. 2C - C. Legal	6,30	10,50						Eixos Simples
C. DUP. 3C/4C - Vazio	3,10	8,20						2º Eixo em Tandem D
C. DUP. 3C/4C - C. Legal	6,30	17,85						2º Eixo em Tandem D
Semi-Reboques	2S1 - Vazio	2,10	3,20	5,70				Eixos Simples
	2S1 - C. Legal	6,30	10,50	10,50				Eixos Simples
	2S2 - Vazio	2,10	3,20	6,70				3º Eixo em Tandem D
	2S2 - C. Legal	6,30	10,50	17,85				3º Eixo em Tandem D
	2S3 - Vazio	2,10	3,20	6,20				3º Eixo em Tandem T
	2S3 - C. Legal	6,30	10,50	26,78				3º Eixo em Tandem T
	3S2 - Vazio	2,10	5,70	6,70				2º, 3º eixo Tandem D
	3S2 - C. Legal	6,30	17,85	17,85				2º, 3º eixo Tandem D
	3S3 - Vazio	2,10	6,20	6,70				2º, 3º eixo Tandem D, T
	3S3 - C. Legal	6,30	17,85	26,78				2º, 3º eixo Tandem D, T
	2C2 - Vazio	2,10	3,20	3,20	3,20			Eixos Simples
	2C2 - C. Legal	6,30	10,50	10,50	10,50			Eixos Simples
Reboque	2I2 - Vazio	3,10	4,50	4,50	6,20			Eixos Simples
	2I2 - C. Legal	6,30	10,50	10,50	10,50			Eixos Simples
	2C3 - Vazio	3,10	4,50	2,10	3,10			4º Eixo em Tandem D
	2C3 - C. Legal	6,30	10,50	10,50	17,85			4º Eixo em Tandem D
	3C3 - Vazio	2,60	2,10	5,70	3,10			2º e 4º eixo Tandem D
	3C3 - C. Legal	6,30	17,85	10,50	17,85			2º e 4º eixo Tandem D
	3D4 - Vazio	3,10	6,20	6,20	6,20			2º, 3º, 4º eixo Tandem D
	3D4 - C. Legal	6,30	17,85	17,85	17,85			2º, 3º, 4º eixo Tandem D

Obs.: C. Legal - Supondo os veículos com as cargas máximas legais (carregados), obedecendo o limite de PBT de 5%

2.4.7 - Distribuição das Cargas por Eixo: Matriz carga x eixo

Adotou-se para estatística de cargas os mesmos quantitativos da contagem de tráfego, e foram precedidas considerando-se:

- apenas o tráfego comercial constituído de ônibus, caminhões simples, duplos, semi-reboques e reboques;
- que 80% dos veículos de carga trafegam totalmente carregados nos limites da "Lei da Balança"; e
- que 20% dos veículos de carga trafegam vazios;

Em função dos critérios acima mencionado e baseando-se na tabela TF.05 - classificação dos veículos agrupados em frotas juntamente com a projeção de tráfego apresentada na tabela TF.04, montou-se a matriz de carga x eixo.

TF.06.1 – MATRIZ – CARGA X EIXO VEÍCULOS 20% VAZIOS (PESAGEM: QUADRO DE FREQUÊNCIA)															
Tipo de veículo		Tipo de eixo	Toneladas por eixo (Frequência)												
			2,1	2,6	3,1	3,2	4,0	4,5	5,7	6,2	6,7	8,2	10,5	17,85	26,78
ÔNIBUS 2CB (2 eixos)		Simples	0						0						
C. SIMP. 2C (2 eixos)		Simples			2			2							
C. DUP. 3C (2 eixos)		Simples			2										
C. DUP. 3C (2 eixos)		Tandem Duplo										2			
SemiReboques	2S1 (3 eixos)	Simples	0			0			0						
	2S2/3S1 (3 eixos)	Simples	0			0									
	2S2/3S1 (3 eixos)	Tandem Duplo									0				
	2S3 (3 eixos)	Simples	0			0									
	2S3 (3 eixos)	Tandem Triplo								0					
	3S2 (3 eixos)	Simples	0												
	3S2 (3 eixos)	Tandem Duplo							0		0				
	3S3 (3 eixos)	Simples	0												
	3S3 (3 eixos)	Tandem Duplo								0					
3S3 (3 eixos)	Tandem Triplo									0					
Reboque	2C2/2I2 (4 eixos)	Simples													
	2C3/2J3 (4 eixos)	Simples													
	2C3/2J3 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3C2 (4 eixos)	Simples													
	3C2 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3C3 (4 eixos)	Simples													
	3C3 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3D4 (4 eixos)	Simples													
	3D4 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3Q4 (6 eixos)	Simples													
	3Q4 (6 eixos)	Tandem Duplo													
3T6 (5 eixos)	Simples														
3T6 (5 eixos)	Tandem Duplo														
TOTAIS		Simples	0		4	0		2	0						
		Tandem Duplo							0	0	0	2			
		Tandem Triplo								0	0				

TF.06.2 – MATRIZ – CARGA X EIXO VEÍCULOS 80% CARGA LEGAL (PESAGEM: QUADRO DE FREQUÊNCIA)															
Tipo de veículo		Tipo de eixo	Toneladas por eixo (Frequência)												
			2,1	2,6	3,1	3,2	4,0	4,5	5,7	6,2	6,3	8,2	10,5	17,85	26,78
ÔNIBUS S/D (2 eixos)		Simples									2		2		
C. SIMP. 2C (2 eixos)		Simples									8		8		
C. DUP. 3C/4C (2 eixos)		Simples									6				
C. DUP. 3C/4C (2 eixos)		Tandem Duplo												6	
SemiReboques	2S1 (3 eixos)	Simples									2		4		
	2S2 (3 eixos)	Simples									2		2		
	2S2 (3 eixos)	Tandem Duplo												2	
	2S3 (3 eixos)	Simples									1		1		
	2S3 (3 eixos)	Tandem Triplo													1
	3S2 (3 eixos)	Simples									2				
	3S2 (3 eixos)	Tandem Duplo												4	
	3S3 (3 eixos)	Simples									1				
3S3 (3 eixos)		Tandem Duplo												1	
3S3 (3 eixos)		Tandem Triplo													1
Reboque	2C2 (4 eixos)	Simples													
	2C3 (4 eixos)	Simples													
	2C3 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3C2 (4 eixos)	Simples													
	3C2 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3C3 (4 eixos)	Simples													
	3C3 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3D4 (4 eixos)	Simples													
	3D4 (4 eixos)	Tandem Duplo													
	3Q4 (6 eixos)	Simples													
3Q4 (6 eixos)	Tandem Duplo														
3T6 (5 eixos)		Simples													
3T6 (5 eixos)		Tandem Duplo													
TOTAIS		Simples									24		17		
		Tandem Duplo												13	
		Tandem Triplo													2

2.4.8 - Determinação do Número de Eixos Equivalentes - "N"

O número equivalente de operações do eixo padrão 8,2t - é representado pelo Número "N" - foi calculado utilizando-se a fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT/1966, desenvolvida pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, a saber:

$$\text{onde: } N_i = 365 \times FR \times FP \times FV \times (t_i \times VMDAT_{C_{mi}})$$

- N_i = Número total de repetições do eixo simples padrão de 8,2 toneladas, ao longo de "i" anos;
- FR = Fator climático regional (FR = 1,0 DNIT Manual de Pavimentação, 2006);
- FP = Fator de pista (FP = 0,5, considerando-se a distribuição do tráfego para cada faixa de rolamento);
- FV = FC x FE, o fator de Veículos foi determinado em função da composição e da configuração de eixos da frota de veículos comerciais que demandam o trecho considerando os dois métodos usuais de dimensionamento de pavimentos recomendados pelo DNIT, a saber "pavimentos novos - Método do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE)" e "restauração - Método da American Association of Highway and Transportation Officials (AASHTO)", sendo:

⇒ FC = Fator de carga; e

⇒ FE = Fator de Eixos.

- t_i = Número de anos desde o ano de abertura até o ano "i" de projeção da frota de veículos;
- $VMDAT_{C_{mi}}$ = Média do volume médio diário total de tráfego comerciais (ônibus + caminhões + semi-reboques + reboques) em 2 (dois) sentido, entre o ano de abertura e o fim de "i" anos.

Desta forma, a partir da composição da frota de veículos comerciais apurada nas pesquisas de campo, foram calculados os "Fatores de Veículos", considerando-se os veículos de carga trafegando nos limites máximos de peso da "Lei da Balança" (Lei nº 7.408 de 25/11/85). Os semi-reboques foram todos considerados equivalentes ao veículo "2S3".

Sendo:

- $VMDAT_{C0}$ = Volume médio diário anual de tráfego no ano de abertura em 2 (dois) sentido; vide tabela de projeção de tráfego;
- $VMDAT_{Ci}$ = Volume médio diário anual de tráfego em 2 (dois) sentido do trecho no ano "i", vide tabela de projeção de tráfego;
- $VMDAT_{C_{mi}}$ = Média do volume médio diário anual de tráfego comerciais (ônibus + caminhões + semi-reboques + reboques) em 2 (dois) sentido, entre o ano de abertura e o fim de "i" anos.
- Para o período de 1 ano, será: $VMDAT_{C_{m1}} = VMDAT_{C0} = 28$
- Para o período de 10 anos, será: $VMDAT_{C_{m10}} = \frac{(VMDAT_{C0} + VMDAT_{C_{10}})}{2} = 33$

Os volumes totais de tráfego durante o período de "i" anos ($VT_i = 365 \times t_i \times VMDAT_{C_{mi}}$) serão:

- $VT_1 = 365 \times t_1 \times VMDAT_{C_{m1}} = 365 \times 1 \times 28 = 10.220,00$
- $VT_{10} = 365 \times t_1 \times VMDAT_{C_{m1}} = 365 \times 10 \times 33 = 120.450,00$

Conhecido "VT_i" calcula-se "N", número de eixos no período de projeto, sendo esse parâmetro utilizado no dimensionamento do pavimento.

A metodologia aplicada para o cálculo dos fatores de carga e eixo será apresentada a seguir.

2.4.9 - Cálculo do Fator de Carga - "FC"

A partir da tabela TF.06.1 e TF.06.2 - matriz de Carga x Eixo e da tabela TF.07 - Fator de Equivalência de Carga mostrada a seguir, pode-se calcular o Fator de Carga (FC), conforme desenvolvimento.

TF. 07 - MÉTODO DA USACE			
TABELA 05 - FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DNIT - 2006			
FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO USACE			
Tipo de eixo	Faixa de Carga (t)	Equações (P em tf)	
Dianteiro simples e traseiro simples	-	8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	>=	8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	-	11	$FC = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	>=	11	$FC = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	-	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

Fonte:Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos - DNER - 1999, pág. 96 tabelas 3.9 e 3.10.

Carga por Eixo			Fator de Equivalência			
Eixo		(t) (1)	Frequência na Amostra		Fator de Equivalência (4)	Operações Equivalência (5)
			Absoluta (2)	Percentual (Pj) (3)		
Simples	Roda Simples e dupla	2,1	4	6,25	0,00409	0,1224
		2,6			0,00966	
		3,1			0,01958	
		3,2			0,02224	
		4,0			0,05451	
		4,5	2	3,12	0,08749	0,2734
		5,7			0,22616	
		6,3			0,33809	
		8,2	24	37,50	0,95082	12,6795
		10,5	17	26,57	4,46321	118,6060
Tandem	Duplo	5,7	2	3,11	0,06704	0,7369
		6,2			0,08977	
		6,3			0,09490	
		8,2			0,23698	
		10,5			0,55913	
		17,85			11,17139	
		26,78			103,22665	
	Triplo	5,7	2	3,11	0,02760	37,9662
		6,2			0,03660	
		6,3			0,03861	
		8,2			0,09350	
		10,5			0,21430	
		17,85			1,27103	
		26,78			12,20919	
Totais			64	100,00	-	397,4143

NOTAS:

- (1) Transcrito o valor médio de intervalo de carga de eixo considerado na tabela TF.06;
 (2) Valor de frequência absoluta fornecida na tabela TF.06;
 (3) Frequência em porcentagem, calculada em relação ao total de frequência absoluta;
 (4) Fator extraído das expressões da USACE tabela TF.07; e
 (5) Resultado do produto (3) x (4).

$$FC = \frac{\text{Total de Operações Equivalentes}}{100} = \frac{397,4143}{100} = 3,974143$$

TF. 08 - MÉTODO DA AASHTO	
TABELA 06 - FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS	
FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO (DNER-PRO 159/85)	
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

Fonte:Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos - DNER - 1999, pág. 96 tabelas 3.9 e 3.10.

Carga por Eixo			Fator de Equivalência			
Eixo		(t) (1)	Frequência		Fator de	Operações
			Absoluta (2)	Percentual (3)	Equivalência (4)	Equivalência (5)
Simples	Roda Simples e dupla	2,1	4	6,25	0,00351	0,1181
		2,6			0,00883	
		3,1			0,01888	
		3,2			0,02166	
		4,0	2	3,12	0,05679	0,2376
		4,5			0,07605	
		5,7	24	37,50	0,21114	15,1564
		6,3			0,40414	
8,2	17	26,57	1,01596	78,5593		
10,5			2,95623			
Tandem	Duplo	5,7	2	3,11	0,01781	0,2496
		6,2			0,02523	
		6,3			0,02696	
		8,2			0,08028	
		10,5	13	20,32	0,22343	40,8485
		17,9			2,01002	
	26,8	2	3,11	10,77007	5,9597	
	5,7			0,00280		
	6,2			0,00399		
	6,3			0,00427		
	8,2			0,01300		
	10,5			0,03689		
17,9	2	3,11	0,34627	5,9597		
26,8			1,91653			
Totais			64	100,00	-	141,1293

NOTAS:
(1) Transcrito o valor médio de intervalo de carga de eixo considerado na tabela TF.06;
(2) Valor de frequência absoluta fornecida na tabela TF.06;
(3) Frequência em porcentagem, calculada em relação ao total de frequência absoluta;
(4) Fator extraído das expressões da AASHTO da tabela TF.08; e
(5) Resultado do produto (3) x (4).

$$FC = \frac{\text{Total de Operações Equivalentes}}{100} = \frac{141,1293}{100} = 1,411293$$

2.4.10 - Cálculo do Fator de Eixo - "FE"

Fator de Eixos é definido com sendo o número que multiplicado pelo número de veículos, dá o número de eixos correspondentes, que nada mais é a média ponderada das quantidades percentuais dos diversos tipos de eixos que atuam no pavimento.

- X_2 = Porcentagem de veículos comerciais com 2 (dois) eixos, em números decimais = 0,7143
- X_3 = Porcentagem de veículos comerciais com 3 (três) eixos, em números decimais = 0,2921
- X_4 = Porcentagem de veículos comerciais com 4 (quatro) eixos, em números decimais =
- X_5 = Porcentagem de veículos comerciais com 5 (cinco) eixos, em números decimais =
- X_6 = Porcentagem de veículos comerciais com 6 (seis) eixos, em números decimais =

Segundo a fórmula $FE = X_2 \times 2 + X_3 \times 3 + X_4 \times 4 + X_5 \times 5 + X_6 \times 6$

$$FE = 0,7143 \times 2 + 0,2921 \times 3 + 0 \times 4 + 0 \times 5 + 0 \times 6 = 2,305000$$

ou seja, para fim de verificação temos: $FE = \frac{64}{28} = 2,286000$

2.4.11 - Cálculo do Fator de Veículo - "FV":

- Método USACE:

$$FV = FC \times FE = 3,974143 \times 2,305 = 9,1604$$

- Método AASHTO:

$$FV = FC \times FE = 1,411293 \times 2,305 = 3,25303$$

2.4.12 - Números "N" para o Ano de Abertura ao tráfego

- Método USACE:

$$N_1 = VT1 \times FC \times FE \times FR \times FP = 10220 \times 3,974143 \times 2,305 \times 1,00 \times 0,5$$

$$N_{p1} = 4,68 \times 10^4$$

- Método AASHTO:

$$N_1 = VT1 \times FC \times FE \times FR \times FP = 10220 \times 1,411293 \times 2,305 \times 1,00 \times 0,5$$

$$N_{p1} = 1,66 \times 10^4$$

2.4.13 - Números "N" para o fim do horizonte de projeto 10 anos após abertura

- Método USACE:

$$N_{10} = VT10 \times FC \times FE \times FR \times FP = 120450 \times 3,974143 \times 2,305 \times 1,00 \times 0,5$$

$$N_{10} = 5,52 \times 10^5$$

- Método AASHTO:

$$N_{10} = VT10 \times FC \times FE \times FR \times FP = 120450 \times 1,411293 \times 2,305 \times 1,00 \times 0,5$$

$$N_{10} = 1,96 \times 10^5$$

2.4.14 - Classe da Rodovia

Os volumes médios diários anuais de tráfego (VMDAT) apresentam-se os seguintes valores, respectivamente, para o 1º ano (2015) e 10º ano (2024): 300 veículos/dia e 391 veículos/dia. Com este VMDAT calculado a rodovia enquadra-se na classe de projeto III.

RESUMO DOS CRITÉRIOS PARA O PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS EM ÁREAS RURAIS

CLASSE DE PROJETO		CARACTERÍSTICA	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA
0		Via Expressa - Controle total de acesso	Decisão administrativa
I	A	Pista Dupla	Quando os Valores de tráfego previstos ocasionarem níveis de serviço em uma rodovia de pista simples inferiores aos aceitáveis VMD > 1400 Volume horário de projeto VHP > 200 Volume médio diário VMD > 1400
	B	Pista Simples	
		controle parcial de acesso	
II		Pista Simples	Volume médio diário VMD 700 - 1400
III		Pista Simples	Volume médio diário VMD 300 - 700
IV	A	Pista Simples	Volume médio diário (abertura) VMD 50 - 300
	B	Pista Simples	Volume médio diário (abertura) VMD < 50

Bibliografia: Normas para projeto geométrico de estradas de rodagem; Departamento Nacional de Estradas e Rodagem.
Elaboração: Direção de planejamento

PROJEÇÃO DO "VMD" E DOS VALORES DE "N"								
RODOVIA: RODOVIA: GO-110					TRECHO: IACIARA / ÁGUA QUENTE			
ANOS PARA CÁLCULO DE "N"	TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO (%)			PERÍODO DE PROJETO (Período de estimativa)	FATORES DE VEÍCULO "FV"		FATOR CLIMÁTICO REGIONAL "FR"	FATOR DE PISTA "FP"
	PASSEIO	COLETIVO	CARGA		MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO		
2013 a 2024	3,00	3,00	3,00	-	9,160400	3,25303	1,00	0,50
	COMPOSIÇÃO DA FROTA (%)							
VMD TOTAL	PASSEIO	COLETIVO	CARGA	FROTA TOTAL (%)	NÚMERO "N" (Valor acumulado e Referência apenas à frota comercial)		OBSERVAÇÕES	
	90,43%	0,71%	8,87%	100,00%				
0	VEÍCULO-TIPO			VMD TOTAL	MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO		
ANO	PASSEIO	COLETIVO	CARGA					
2013	255	2	25	282			Ano da Contagem	
2015 (1 °)	271	2	27	300	4,85E+04	1,72E+04	Abertura ao Tráfego	
2016 (2 °)	279	2	27	308	9,70E+04	3,44E+04	Abertura ao Tráfego	
2017 (3 °)	287	2	28	317	1,48E+05	5,25E+04	Abertura ao Tráfego	
2018 (4 °)	296	2	29	327	2,01E+05	7,12E+04	Abertura ao Tráfego	
2019 (5 °)	304	2	30	336	2,55E+05	9,05E+04	Abertura ao Tráfego	
2020 (6 °)	314	2	31	347	3,11E+05	1,10E+05	Abertura ao Tráfego	
2021 (7 °)	323	3	32	358	3,74E+05	1,33E+05	Abertura ao Tráfego	
2022 (8 °)	333	3	33	369	4,35E+05	1,54E+05	Abertura ao Tráfego	
2023 (9 °)	343	3	34	380	4,97E+05	1,76E+05	Abertura ao Tráfego	
2024 (10 °)	353	3	35	391	5,60E+05	1,99E+05	Abertura ao Tráfego	

PROJETOS

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

3 PROJETOS

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

INTRODUÇÃO

O início do projeto deu-se na estaca de número 00+0,00 no perímetro urbano do município de Iaciara e término na estaca de número 903+0,778. No projeto procurou-se harmonizar os traçados planimétricos e altimétricos, estudando-os em conjunto e adequando a rodovia ao terreno, com o máximo aproveitamento da implantação existente, com algumas modificações de traçado em planta, de forma adequá-lo as normas de projeto, para região plana.

No projeto em perfil, foi feito o uso de curvas verticais de concordâncias parabólicas, tanto côncavas como convexas, dimensionadas para assegurarem a visibilidade de parada diurna recomendada pelas normas.

A faixa de domínio fixada é de 40 m, simétrica em relação ao eixo.

Nos trechos em curva a plataforma foi acrescida de superlargura e provida de superelevação, seguindo-se as normas estabelecidas pela AGETOP.

O projeto geométrico em planta apresenta 18,06 km de extensão, compreendidos entre a estaca inicial de locação - Est. 0+0,00 e a estaca final, estaca 903+0,778.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS LIMITES ADOTADAS

O Projeto Geométrico foi executado segundo as Especificações Gerais e Normas de Procedimento da AGETOP, e obedeceu as seguintes Características Técnicas e Operacionais para região plana. No trecho todas as curvas têm raio superiores a 200 m. As superelevação e as superlargura foram convenientemente calculadas permitindo adotar uma velocidade diretriz de 80 Km/h.

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 e

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 a Fiscalização e Técnicos da Agência Goiana de Transportes e Obras - 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 à seguir.

PROJETO PLANI-ALTIMÉTRICO

O projeto plani-altimétrico foi totalmente executado segundo o programa TOPOGRAPH – GEOSERV, onde se desenhou todo o alinhamento analiticamente calculado por coordenadas. A parte altimétrica em perfil foi desenvolvida de igual modo. Finalmente os elementos se somaram dando feição à folha padrão adotada.

Cada uma das partes componente do projeto plani-altimétrico encontra-se devidamente explanadas na sequência deste capítulo.

EM PLANTA

O projeto em planta foi executado na escala 1:2000, sendo o eixo estaqueado a cada 20,0 m conforme o serviço topográfico, assinalando-se as estacas correspondentes aos quilômetros inteiros, bem como as estacas correspondentes a todos os pontos notáveis das curvas. Os alinhamentos estão acompanhados dos rumos, todas as curvas enumeradas, sendo seus elementos explicitados em tabela própria. Indicam-se ainda as amarrações executadas mostrando-se o posicionamento dos respectivos marcos. Os RNs implantados também constam na planta.

As linhas do projeto dos offsets estão representadas através de convenções próprias para cortes e aterros. A cerca delimitadora da faixa de domínio aparece, assim como todos os detalhes contidos no seu interior tais como: linhas de transmissão, construções etc. É indicada também a localização dos bueiros com nomes dos rios e escondidades.

Outros dispositivos tais como: Valetas de Proteção e caixas de empréstimos, estão representados, indicando-se o local onde se encontra e seus detalhes construtivos.

EM PERFIL

Estão marcadas em perfil a linha do terreno natural e o greide de terraplenagem projetado através da linha do eixo da plataforma. Indica-se ainda o estaqueamento, utilizando-se das escalas 1:2000 e 1:200 nos planos horizontal e vertical respectivamente.

Todos os elementos do greide foram indicados, aparecendo rampas em percentagens e suas extensões, os comprimentos das projeções horizontais das curvas de concordância vertical, estacas e cotas dos PIV, PCV e PTV de cada curva vertical e comprimento da flecha máxima "emax" dessas curvas. A obra de arte especial e os bueiros estão representados pelas suas convenções, indicando inclusive o seu tipo e seção.

O perfil é acompanhado pelo ISC dos solos, obtido no Estudo Geotécnico.

SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO

Adotou-se uma seção transversal tipo de terraplenagem de 11,65 m de largura conforme instruções no projeto básico. Os taludes de corte foram projetados na sua totalidade com inclinação de 1V:1H e os de aterros 1V:1,5H compatíveis com a estabilidade necessária aos taludes existentes conforme descrito no Estudo Geológico. As pequenas dimensões dos cortes e aterros deste projeto tornaram dispensáveis os estudos de estabilidade dos taludes.

Previu-se superlargura e superelevação nas curvas projetadas. As seções adotadas encontram-se detalhadas no Volume 3 – Projeto de Execução.

APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto Geométrico com todos os elementos constantes dos itens anteriores encontra-se apresentado no Volume 3 – Projeto de Execução, (Formato A-3);

ELEMENTOS DO PROJETO

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

ÍNDICES PLANIMÉTRICOS

Desenvolvimento em tangente	15.347,138 m
Desenvolvimento em curva	2.713,640 m
Raio mínimo	240,000 m
Classe	III
Faixa de domínio	40,0 m (Simétrica)
Extensão total	18.060,778 m

3.2
PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem da Rodovia GO-110, Trecho: Iaciara – Água Quente, com extensão de 18,06 km, foi desenvolvido de acordo com as instruções da AGETOP, ao lado das Normas e Especificações do DNIT.

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 – 11,65 m Declividade - 3%
Em curva:	Largura - Variável Declividade-até 8%

Os taludes de cortes e aterro da rodovia foram definidos da seguinte forma:

Considerando que os cortes e os aterros projetados para esta obra possuem geralmente pequenas alturas (até 5.0m), e levando-se em conta o tipo de solo e principalmente os aspectos relativos à proteção contra a erosão e a segurança do tráfego na rodovia e por outras séries de razões, advindas dos aspectos levantados na definição dos taludes, propusemos as seguintes inclinações a serem adotadas nos taludes:

De corte: 1: 1

De aterro: 1: 1,5 (V, H)

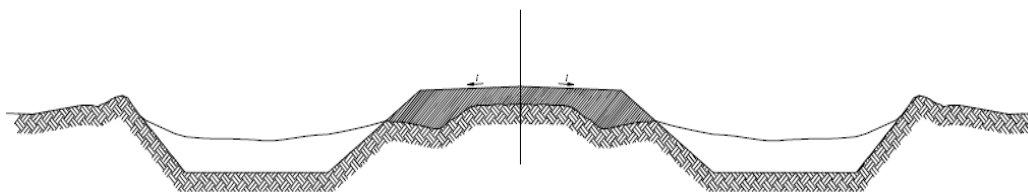
Na construção dos aterros foram previstos graus de compactação de 95% do Proctor Normal para o corpo do aterro e 100% do Proctor Normal para as camadas "CAMADA FINAL" (último 0,60m).

A rodovia encontra-se em leito natural, acompanhando o terreno, e conta com uma plataforma média de 9,0 m. Devido aos constantes serviços de conserva, hoje a plataforma encontra-se enterrada em média de 0,30 a 0,50 m de profundidade.

Este tipo de plataforma (greide em caixão) apresenta alguns inconvenientes, como:

1. Dificuldade de escoamento das águas pluviais, com represamentos em pontos baixos;
2. Necessidade da adoção de grandes extensões de sarjetas de corte;
3. As camadas do pavimento ficam mais expostas às ações das águas subterrâneas.

A solução sugerida na simulação de projeto prevê nos aterros a elevação do greide natural em média de 1,00 m, sendo os primeiros 0,50 m destinados a eliminar corte existente e os outros 0,50 m para proporcionar uma elevação em relação ao terreno natural (Ver seção a seguir). A grande vantagem deste tipo de plataforma, é que a drenagem superficial e profunda é eliminada em quase toda a sua totalidade.



A análise dos materiais ocorrentes ao longo do trecho evidenciou que a sua maioria será trabalhada sobre materiais de primeira categoria.

Na visita ao trecho, ficou definido o tipo de plataforma (corte/aterro) a ser implantada em cada segmento.

Foi considerada uma plataforma de terraplanagem acabada de 11,65 m de largura.

Para o projeto de terraplenagem, foi feito o levantamento da diretriz existente com estação total, complementado com dados obtidos em imagem de satélite DEM obtida pela NASA, sensor SRTM, resolução 90m.

Os estudos geotécnicos indicaram a predominância de materiais de 1ª categoria, e a inexistência de materiais de 2ª e 3ª categorias. Não foi

constatada a existência de materiais com baixo valor de ISC que deverão ser substituídos. Não ocorreram solos expansivos, até o nível do subleito de cortes e aterros.

CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Estando o eixo do projeto estaqueado, calculou-se a área de cada uma das seções situadas de 20 em 20 metros ou de 10 em 10 metros, conforme conveniência, e fez-se a cubação que é o cálculo do movimento da terra.

SISTEMÁTICA DE CÁLCULO

Nos cálculos de cubação levados em conta os dados preliminares do projeto geométrico, aplicando o processo da média das áreas, que fornece, também, os volumes de compensação lateral nas seções mistas. A compensação longitudinal e as distâncias de transporte, foram obtidas através do Diagrama de Bruckner.

Foram utilizados os fatores de empolamento dos materiais a serem empregados na construção dos aterros, para permitir o cálculo dos volumes de escavação destinados a esse fim, bem como, fixados os graus de compactação a serem exigidos.

No cálculo dos volumes excedentes levamos em consideração um fator de homogeneização, o que significa admitir que os volumes de corte e de aterro se compensam depois de efetuadas as necessárias correções de volume, mediante aplicação dos fatores de empolamento e de rebaixamento. Este procedimento conduz à homogeneização das parcelas aditivas e subtrativas que são integradas no diagrama de Bruckner.

Fizemos as seguintes considerações nos volumes de terraplenagem:

a. Empolamento: Será feito sobre o volume total de aterros (V_a):

Solo predominantemente argiloso: $V'a = V_a \times 0,40$

Solo predominantemente siltoso: $V'a = V_a \times 0,30$

Solo predominantemente arenoso: $V'a = V_a \times 0,20$

No caso de haver predominância de mais de um tipo de solo usamos a média ponderada.

b. Rebaixamento: Acréscimo devido ao rebaixamento durante a limpeza, conformação e compactação:

$$\text{Em leito existente: } V2a = Va1 \times 0,24$$

$$\text{Em leito virgem: } V2b = Va2 \times 0,38$$

Onde: $Va1$ = Volume de aterro em leito existente;

$Va2$ = Volume de aterro em leito virgem.

$$Va1 + Va2 = Va$$

c. Volumes de Empréstimos: Acréscimos sobre os Volumes de Empréstimos (VE):

$$\text{Compactação natural das caixas: } V3a = VE \times 0,08$$

$$\text{Perdas durante o transporte: } V3b = VE \times 0,02$$

$$\text{Onde: } VE = VA - (Vc - Vb)$$

VA = Volume de aterro;

VC = Volume de corte;

Vb = Volume de bota-fora.

d. Volume total de terraplenagem:

Sem correção: $VA + Vb$

Com correção: $VA + Vb + (V'a + V2a + V2b + V3a + V3b)$

Além dos volumes essencialmente destinados à construção, foram, também consideradas as escavações adicionais necessárias à remoção dos materiais impróprios para fundação de aterros, dos solos inadequados para subleito, em cortes, bem como aqueles destinados a sua reposição.

ATERROS E EMPRÉSTIMOS

ATERRO

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes de Empréstimos. Foram feitas as coletas de amostras conforme a instrução de serviço para Estudo Geotécnico e os resultados são apresentados no Volume 3C - Estudos Geotécnicos.

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.

Foi prevista a remoção da camada vegetal, o rebaixamento de cortes nos trechos de solos "I" ou de rocha, e a execução de camada final de terraplenagem com solos "S".

A espessura adotada de material com qualificação "S", que constituirá a camada final dos aterros é de 80 cm. A espessura do rebaixamento e posterior recomposição, com material "S", nos trechos em corte com solos "I", será de 40 cm. Deve-se ter cuidado especial na seleção dos materiais destinados à execução destas camadas, porquanto no projeto de pavimentação admitiu-se que toda a camada final de terraplenagem, com materiais "S", funcionasse como um reforço do subleito, para efeito de dimensionamento do pavimento.

Nas camadas finais devem ser utilizados somente materiais de 1ª categoria, entre os melhores existentes nas proximidades.

Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas, na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente seca do ensaio DNER-ME-47-64, para o corpo dos aterros, e 100% para as camadas finais. Seções Transversais dos Taludes, Arredondamento das Cristas dos Cortes e Saias dos Aterros As seções transversais dos taludes dos cortes e dos aterros foram concebidas com base nos subsídios propiciados pelos estudos geológicos e geotécnicos, de forma a serem atendidos os requisitos de estabilidade.

Intervindo, ainda, na sua definição, o aspecto estético, bem como a obtenção de declividade compatível com a fixação de gramíneas e a possibilidade de sua conservação mecanizada.

As seções transversais das jazidas de material foram projetadas de tal forma que o terreno escavado tenha sua forma adequada à conformação natural.

Procedimentos adequados devem ser obedecidos durante a execução da terraplenagem no sentido do aproveitamento da flora nativa e da camada de terra vegetal no capeamento das áreas cortadas e aterradas.

Depois de exploradas e concluídos todos os serviços na caixa de empréstimo, seus taludes serão reconformados na proporção de 1:4 (vertical:horizontal), distribuindo-se sobre os mesmos o resto de material orgânico removido por ocasião do desmatamento e da limpeza da faixa da estrada e das próprias caixas de empréstimo. O mesmo cuidado deverá ser tomado nos acessos.

A declividade longitudinal destas caixas será em função da profundidade de exploração, das condições de drenagem e da declividade do terreno existente.

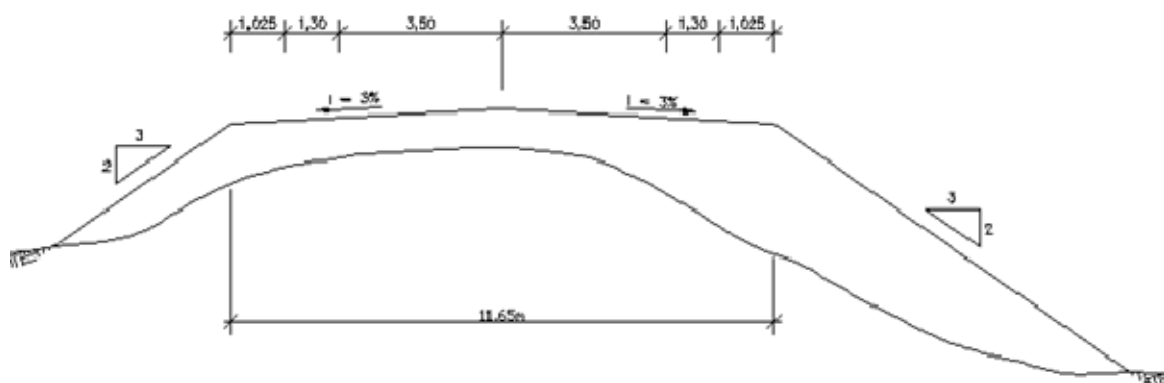
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O Projeto de Terraplenagem é constituído basicamente, além desta memória, dos seguintes elementos:

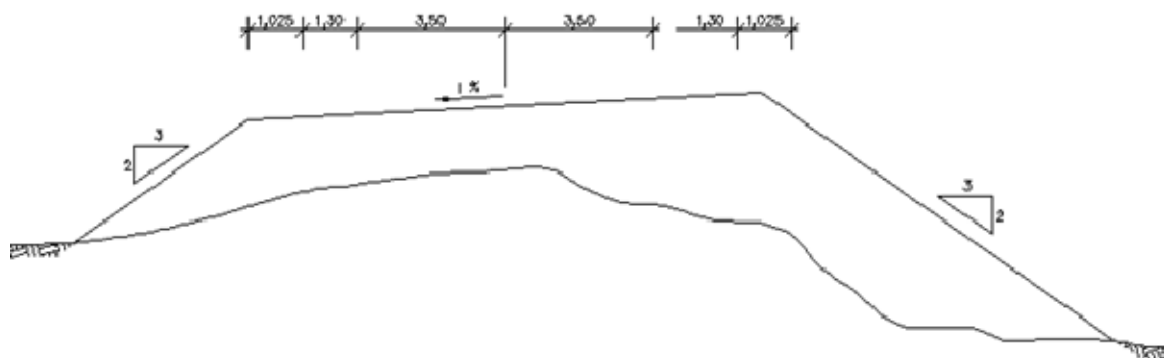
1. Seções Transversais Tipo;

SEÇÃO TIPO DE TERRAPLENAGEM

EM TANGENTE



EM CURVA



2. Resumo de Volumes;

QUADRO RESUMO DE TERRAPLANAGEM					
REF.	DISCRIMINAÇÃO	PARCIAIS			VOLUME (m³)
		1º CAT.	2º CAT.	3º CAT.	
1	ESCAVAÇÃO DA PLATAFORMA	608.058			608.058
2	VOLUME COMPACTADO A 95% PN	196.185	-	-	196.185
3	VOLUME COMPACTADO A 100% PN	271.497	-	-	271.497
4	VOLUME MÉDIO ESCAVADO P/Km	33.669	-	-	33.669
5	VOLUME TOTAL ESCAVADO	608.058	-	-	608.058
6	VOLUME DE COMPENSAÇÃO LATERAL	318	-	-	318
7	VOLUME DE EMPRÉSTIMO	601.492	-	-	601.492
8	VOLUME ATERRO COMPACTADO	467.682	-	-	467.682
9	VOLUME DE CORTE	6.248			6.248

3. Notas de Serviço de Terraplenagem.

As notas de serviço e o cálculo de volumes de terraplenagem são apresentados nos volumes 3B -Notas de Serviço e Cálculos de Volumes. No Volumes 3 – Projeto de Execução, são apresentadas as planilhas de distribuição dos materiais e o esquema de movimentação de terras.

4. ESPECIFICAÇÕES

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	AGETOP-ES-T 03/98	Cortes
AGETOP	AGETOP-ES-T 04/98	Empréstimos
AGETOP	AGETOP-ES-T 05/98	Aterros
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

3.3 PROJETO DE DRENAGEM

3.3 PROJETO DE DRENAGEM

INTRODUÇÃO

Consiste o Projeto de Drenagem no estudo e dimensionamento dos diversos dispositivos capazes de executar o controle das águas segundo um plano de escoamento, a fim de evitar os danos que possam causar ao corpo estradal.

Assim sendo, as obras de drenagem têm por objetivo:

Interceptar e captar as águas que chegam e se precipitam no corpo estradal e conduzi-las para local de deságue seguro, resguardando 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.

Segundo a sua função os dispositivos de drenagem podem ser divididos nos seguintes grupos:

1. Drenagem de Transposição de Talvegues:

1.1 Bueiros e

1.2 Pontes.

2. Drenagem Superficial:

2.1 Valetas de proteção de corte;

2.2 Valetas de proteção de aterro;

2.3 Sarjetas de corte;

2.4 Sarjetas de aterro, meio fio ;

2.5 Valeta do canteiro central;

2.6 Descidas d'água;

2.7 Saídas d'água;

2.8 Caixas coletoras;

2.9 Bueiros de greide;

2.10 Dissipadores de energia;

2.11 Escalonamento dos taludes;

2.12 Corta-rios e

2.13 Drenagem de alívio de muros de arrimo.

3. Drenagem do Pavimento:

- 3.1 Camada drenante;
- 3.2 Drenos rasos longitudinais;
- 3.3 Drenos laterais de base e
- 3.4 Drenos transversais.

Para se alcançar o objetivo proposto acima, foi seguido o roteiro metodológico que se descreve a seguir:

3.3.2 PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL E BUEIROS

A drenagem superficial de uma rodovia tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságue seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade.

O projeto de drenagem superficial se baseia em dados fornecidos pelo Estudo Hidrológico e pelo Projeto Geométrico.

Neste capítulo, tratou-se de expor a metodologia adotada e os resultados obtidos.

3.3.2.1 PROJETO DAS SARJETAS DE CONCRETO

A sarjeta é o elemento que tem a função de captar e conduzir as águas que precipitam sobre a plataforma e sobre o talude de corte, paralelamente ao eixo da 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 5,0 m, ou para a valeta do aterro, ou até uma caixa coletora.

Para o projeto em questão foram estudados dois tipos de sarjetas, uma triangular e uma trapezoidal, escolhidos entre os tipos indicados no Caderno de Projetos Tipo adotado pela AGETOP.

Os tipos que mais se aproximam das necessidades do projeto têm seus estudos apresentados a seguir:

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. Deve ter do lado do acostamento a declividade de 25% , ou seja, 1:4, e do lado do talude a declividade deste.

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 será de 5%, toda vez que não conseguir esta declividade máxima, serão utilizados degraus para manter esta declividade.

DIMENSIONAMENTO DAS SARJETAS DE CONCRETO

O dimensionamento das sarjetas consiste na determinação de sua capacidade de vazão em função da inclinação do greide da rodovia, expressando esta capacidade em forma de comprimento crítico.

DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE E VAZÃO CRÍTICA

A velocidade é obtida pela equação da Manning, associada à equação da continuidade

$$V = \frac{(R^{2/3} \times I^{1/2})}{n} \quad R = A / P$$

onde:

V = velocidade de escoamento (m/s),

R = raio hidráulico (m),

I = declividade longitudinal da valeta (m/m),

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

A = área da seção transversal (m²)

P = perímetro molhado (m).

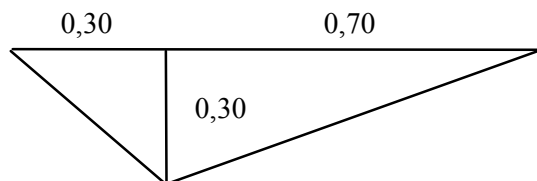
Q = vazão máxima admissível (m³/s)

A vazão é dada pela fórmula da continuidade, assim temos:

$$Q = A \times V$$

Então para as sarjetas em estudo temos:

Sarjeta Triangular tipo – STC02



$$A = (1,00 \times 0,30) / 2 = 0,15 \text{ m}^2$$

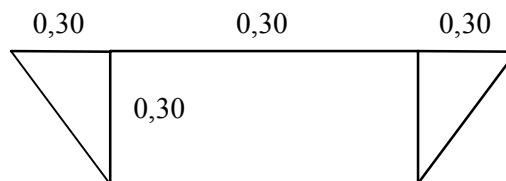
$$P = 0,42 + 0,76 = 1,18 \text{ m}$$

$$R = A / P = 0,15 / 1,18 = 0,127 \text{ m}$$

$$V = \frac{(0,127)^{2/3}}{0,015} \times \sqrt{i}$$

$$Q = 0,15 \times V$$

Sarjeta Trapezoidal tipo - SZC01



$$A = (0,90 + 0,30) \times 0,30 / 2 = 0,18 \text{ m}^2$$

$$P = 0,42 + 0,30 + 0,42 = 1,14 \text{ m}$$

$$R = A / P = 0,18 / 1,14 = 0,157 \text{ m}$$

$$V = \frac{(0,157)^{2/3}}{0,015} \times \sqrt{i}$$

$$Q = 0,18 \times V$$

Sarjeta Triangular			Sarjeta Trapezoidal		
GREIDE (i) %	VELOCIDADE M³/s	Q = 0,15 x V m³/s	GREIDE (i) %	VELOCIDADE m³/s	Q = 0,18xV m³/s
1	1,684	0,253	1	1,940	0,349
2	2,382	0,357	2	2,744	0,494
3	2,917	0,438	3	3,360	0,605
4	3,369	0,505	4	3,880	0,698
5	3,766	0,565	5	4,338	0,781
6	4,126	0,619	6	4,752	0,855

CÁLCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO DAS SARJETAS

Fixada a seção prévia da sarjeta passa-se à determinação de seu comprimento crítico para as diversas declividades, do greide, correspondente aos cortes existentes.

Este por sua vez foi subdividido de acordo com a seguinte classificação:

- ♦ trechos em tangente;

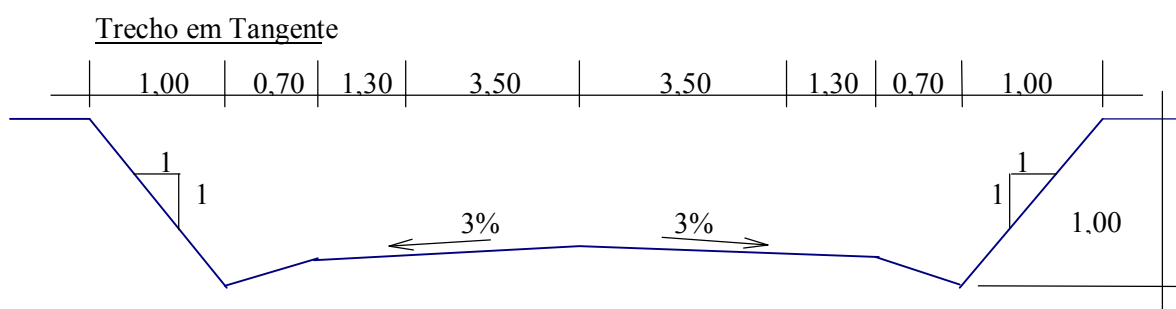
♦ trechos em curva

- sarjetas internas
- sarjetas externas

Para região plana o dimensionamento da sarjeta de corte adotado foi considerado para uma altura, de corte, máxima de 1,00 m e todos os cortes com altura de talude inferior, ficam dimensionados com maior segurança, isso não significa que o projeto fica anti-econômico, pois os resultados pouco diferem.

O projeto em estudo apresenta os seguintes casos:

- ♦ Trechos em tangente e
- ♦ Trechos curvos:
 - Sarjetas Internas
 - Sarjetas Externas



Coefficiente de Escoamento (run-off)

A (há)	C	C x A
$1,00 \times L \times 10^{-4}$	0,60	$0,60 \times L \times 10^{-4}$
$5,50 \times L \times 10^{-4}$	0,90	$4,95 \times L \times 10^{-4}$
$6,50 \times L \times 10^{-4}$	-	$5,55 \times L \times 10^{-4}$

Cálculo da Vazão Superficial

Utilizando a fórmula do Método Racional e um tempo de concentração igual a 6 min., conforme recomendação da AGETOP e considerado um período de recorrência de 10 anos, temos a fórmula abaixo para o cálculo do comprimento crítico, em metros.

$$Q = 2,78 \times C \times A \times I$$

$$I = 0,15 \text{ m/h}$$

$$Q = 2,78 \times 10^{-4} \times 5,55 \times L \times 0,15$$

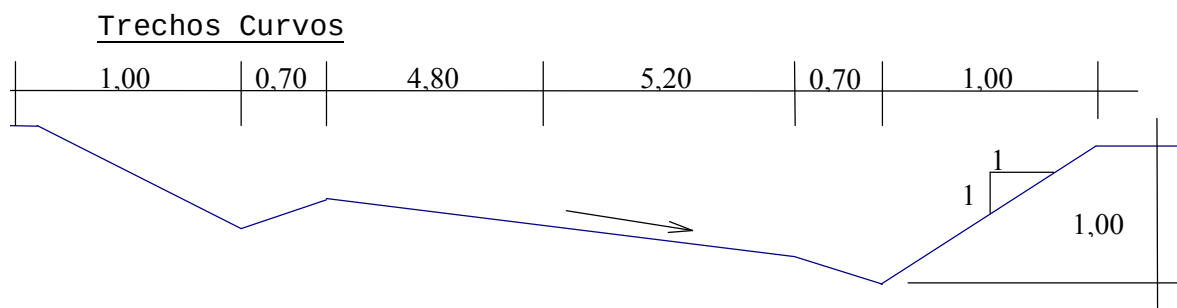
$$Q = 2,31 \times 10^{-4} \times L$$

$$L = 4329 \times Q$$

Sarjeta Triangular		
GREIDE (i) %	VAZÃO M³/s	L = 4329 x Q
1	0,253	1095
2	0,357	1545
3	0,438	1896
4	0,505	2186
5	0,565	2446
6	0,619	2680

Sarjeta Trapezoidal		
GREIDE (i) %	VAZÃO m³/s	L = 4329 x Q
1	0,349	1511
2	0,494	2139
3	0,605	2619
4	0,698	3022
5	0,781	3381
6	0,855	3701

SARJETAS INTERNAS



Coeficiente de Escoamento (run-off)

A (ha)	C	C x A
$1,00 \times L \times 10^{-4}$	0,60	$0,6 \times L \times 10^{-4}$
$10,70 \times L \times 10^{-4}$	0,90	$9,63 \times L \times 10^{-4}$
$11,70 \times L \times 10^{-4}$	-	$10,23 \times L \times 10^{-4}$

Utilizando a fórmula do Método Racional e um tempo de concentração igual a 6 min., conforme recomendação da AGETOP e considerado um período de recorrência de 10 anos, temos a fórmula abaixo para o cálculo do comprimento crítico, em metros.

$$Q = 2,78 \times C \times A \times I$$

$$I = 0,15 \text{ m/h}$$

$$Q = 2,78 \times 10,23 \times 10^{-4} \times 0,15 \times L$$

$$Q = 4,26 \times 10^{-4} \times L$$

$$L = 2347 \times Q$$

A) Sarjeta Triangular		
GREIDE (i) %	VAZÃO m³/s	L = 2347 x Q
1	0,253	594
2	0,357	838
3	0,438	1028
4	0,505	1185
5	0,565	1326
6	0,619	1453

B) Sarjeta Trapezoidal		
GREIDE (i) %	VAZÃO m³/s	L = 2347 x Q
1	0,349	819
2	0,494	1159
3	0,605	1420
4	0,698	1638
5	0,781	1833
6	0,855	2007

SARJETAS EXTERNAS

Coeficiente de Escoamento (run-off)

A (ha)	C	C x A
$1,00 \times L \times 10^{-4}$	0,60	$0,60 \times L \times 10^{-4}$
$0,7 \times L \times 10^{-4}$	0,90	$0,63 \times L \times 10^{-4}$
$1,70 \times L \times 10^{-4}$	-	$1,23 \times L \times 10^{-4}$

Utilizando a fórmula do Método Racional e um tempo de concentração igual a 6 min., conforme recomendação da AGETOP e

considerado um período de recorrência de 10 anos, temos a fórmula abaixo para o cálculo do comprimento crítico, em metros.

$$Q = 2,78 \times C \times A \times I$$

$$I = 0,15 \text{ m/h}$$

$$Q = 2,78 \times 1,23 \times 10^{-4} \times 0,15 \times L$$

$$Q = 0,51 \times 10^{-4} \times L$$

$$L = 19.607 \times Q$$

Sarjeta Triangular		
GREIDE (i) %	VAZÃO M³/s	L = 19607 x Q
1	0,253	4961
2	0,357	7000
3	0,438	8588
4	0,505	9902
5	0,565	11078
6	0,619	12137

Sarjeta Trapezoidal		
GREIDE (i) %	VAZÃO m³/s	L = 19607 x Q
1	0,349	6843
2	0,494	9686
3	0,605	11862
4	0,698	13686
5	0,781	15313
6	0,855	16764

Obs.: No volume 03 – projeto de execução apresentamos o quadro de quantidade de materiais para as sarjetas, bem as suas localizações.

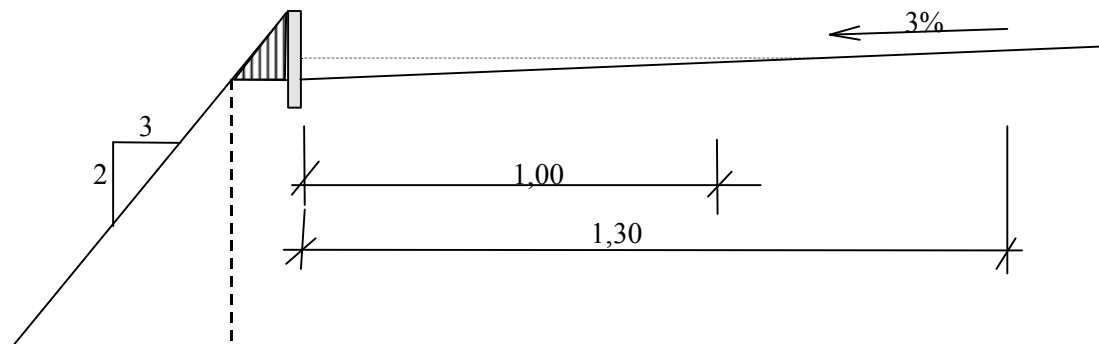
3.3.2.2 SARJETAS DE ATERRO - MEIO FIO

O meio fio tem por função evitar que as águas que precipitam sobre a plataforma provoquem erosões nos taludes de aterro e nos bordos do acostamento, coletando e conduzindo essas águas até as descidas d'água que a partir daí se encarregam de promover o deságue apropriado.

Os meios-fios adotados serão empregados nos bordos dos aterros com altura superior a 1,50m nos bordos internos das curvas horizontais, e nas interseções para coletar e conduzir as águas provenientes dos ramos, ilhas, etc..

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento dos meios-fios consiste na determinação da velocidade e da vazão crítica e consequentemente do seu comprimento crítico.



DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE E VAZÃO CRÍTICA

A capacidade teórica de descarga das sarjetas pode ser calculada usando-se a fórmula de Manning modificada por Izzard, ou seja:

$$Q = 0,375 \times z/n \times i^{1/2} \times y^{8/3}$$

onde :

Q é a descarga em m³/seg;

z é o inverso da declividade transversal;

i é a declividade longitudinal;

y é a profundidade junto a linha de fundo em m; e

n é o coeficiente de rugosidade. Adotamos $n = 0,015$

Obs. : O valor de y foi calculado considerando a largura de escoamento (base) da sarjeta com meio-fio igual a 100 cm e (t = 100 cm).

$$y = 3 \text{ cm}$$

$$z = 33,33 = (100 \text{ cm} / 3 \text{ cm})$$

$$n = 0,015$$

$$Q = 0,375 \times (33,33 / 0,015) \times i^{1/2} \times 0,03^{8/3}$$

$$Q = 0,072 \times \sqrt{i} \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo :

$$A = (1,00 \times 0,03)/2 = 0,015 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = 4,827 \sqrt{i}$$

Onde:

Q = vazão em m³/s;

A = área da sarjeta em m²; e

V = velocidade da água em m/s.

Greide (i) %	Vazão (m ³ /s)	Velocidade m/s
1	0,00720	0,483
2	0,01018	0,683
3	0,01247	0,836
4	0,01440	0,965
5	0,01610	1,079
6	0,01764	1,182

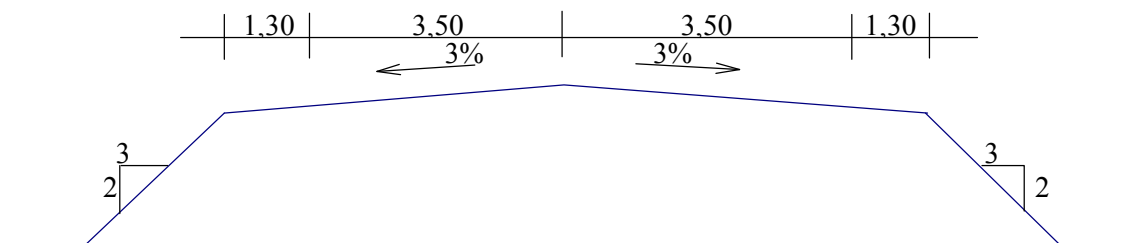
DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO DOS MEIO-FIOS

O projeto consiste na determinação do comprimento máximo de distancias de saídas d'água no meio-fio a ser executado no aterro.

O projeto em estudo apresenta os seguintes casos:

- ♦ Trecho em tangente e
- ♦ Trecho em curva

Trecho em Tangente



Coeficiente de Escoamento (run-off)

A (m ²)	C	C x A
4,8 x L	0,90	4,32 x L

CÁLCULO DA VAZÃO SUPERFICIAL

Utilizando a fórmula do Método Racional e um tempo de concentração igual a 6 min., conforme recomendação da AGETOP e considerando um período de recorrência de 10 anos, temos a fórmula abaixo para o cálculo do comprimento crítico em metros.

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

Onde:

Q = vazão em l /seg;

C = coeficiente de escoamento;

I = intensidade de chuvas = m/h;

A = área da bacia = L x 1 = m²

L = comprimento crítico da sarjeta = m

I = largura do impluvium = m

temos:

Tr = 10 anos

tc = 6 minutos

I = 0,15 m/h

Q = 0,278 x 4,32 x 0,15 x L

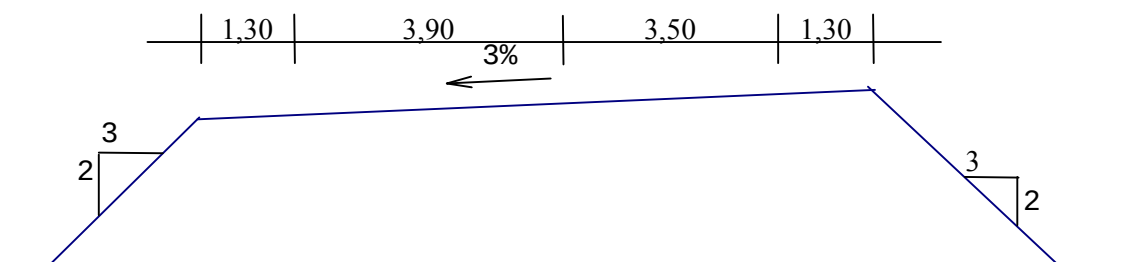
Q = 0,18 x L

L = 5,556 x Q

Tabela do Comprimento Crítico, para as várias Declividades, Sarjetas de Aterro – Meio-Fio

Greide (i) %	Vazão (Q) l/s	$L = 5,556 \times Q$ m
1	7,20	40
2	10,20	57
3	12,50	69
4	14,40	80
5	16,10	89
6	17,60	98

Trecho em Curva



Coefficiente de Escoamento (run-off)

A (m²)	C	C x A
10,00 x L	0,90	9,00 x L

Tr = 10 anos

tc = 6 minutos

I = 0,15 m/h

$Q = 0,278 \times 9,00 \times L \times 0,15$

$Q = 0,375 \times L$

$L = 2,667 \times Q$

Tabela do Comprimento Crítico, para as várias Declividades,
Sarjetas de Aterro – Meio-Fio

Greide (i) %	Q L/s	$L = 2,667 \times Q$ (m)
1	7,20	19
2	10,20	27
3	12,50	33
4	14,40	38
5	16,10	43
6	17,60	47

Os trechos com greide de pequena declividade provocam a sedimentação de materiais em suspensão nas águas, devido a baixa velocidade da mesma, podendo inclusive aumentar a largura de escoamento do fluxo. Não podemos permitir é a inundação das faixas de trânsito. Para sarjetas em declividade abaixo de 0,4 % não é possível efetuar uma drenagem adequada.

Para sarjetas com baixas declividades devemos aplicar um fator de redução de capacidade teórica, de acordo com a inclinação do greide, para se obter a capacidade admissível da mesma.

Recomenda-se espaçar os rápidos (descidas d'água) no máximo em 100,00 m dependendo das vazões a serem captados e das dimensões do rápido.

Os quadros com a localização dos meio-fios encontram-se no Volume 3 – Projeto de Execução.

PROJETO DE DESCIDA D'ÁGUA (SANGRADOURO)

São canais normais ou inclinados em relação ao eixo da estrada destinados à condução rápida da água superficial ao longo de um talude (corte ou aterro) até os escoadouros naturais. O posicionamento destes dispositivos de drenagem foi determinado após análise do projeto geométrico.

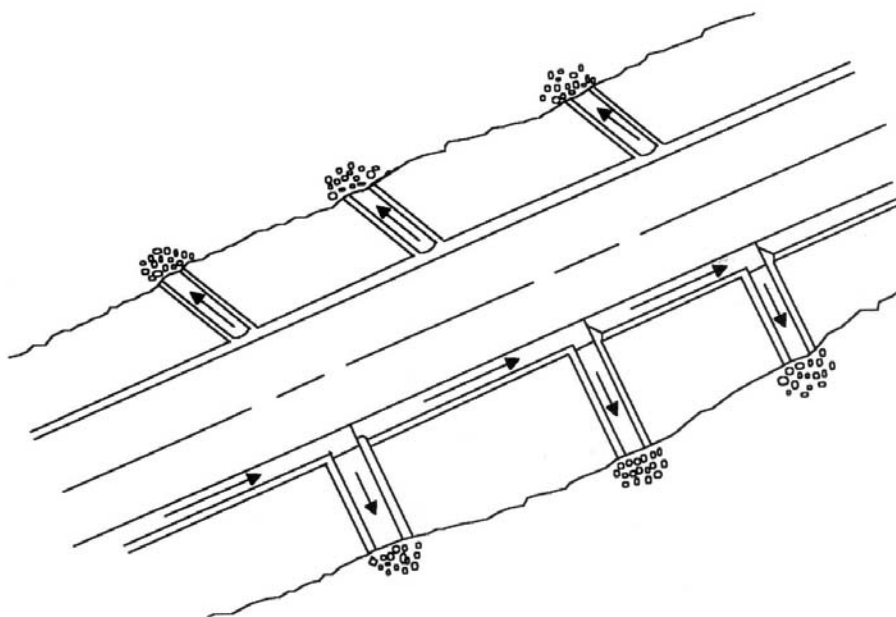
Neste estudo os sangradouros serão de dois tipos:

Tipo A - calhas retangulares de concreto e

Tipo B - escadas de concreto

A) DESCIDA D'ÁGUA EM CALHA RANGULAR DE CONCRETO - TIPO A

Este tipo de descida d'água será usado para conduzir a água das sarjetas ou bueiros de greide ao pé dos taludes de aterro.



Para o dimensionamento deste tipo de descida d'água foram utilizadas as expressões e os ábacos recomendados pelo manual de Drenagem das Forças Aéreas Americanas (TMS - 886-4, cap, 22), que recomendam a seguinte expressão:

$$Q = 3,75 W^{0,9} H^{1,6}$$

onde:

Q = descarga em pés por segundo;

W = largura da calha em pés e

H = altura da calha em pés.

Pé = 0,333 m

Admitindo-se uma declividade de 33,69o (3:2) no talude: uma extensão de queda de 10,0 m (30%); uma largura de calha de 0,50m (~2') e uma vazão afluyente máxima de $Q = 0,619 \text{ m}^3/\text{s}$ (O valor de Q adotado foi levando em consideração a condição mais desfavorável de geometria para a sarjeta, no caso a triangular o que pode ser constatado nas tabelas desse estudo, e ainda a pior condição de inclinação do greide 6% - vide tabela no item 3.3.3.2 desse capítulo), $i = 6\%$ Vágua = 4,13 m/s e $Q = 0,619$

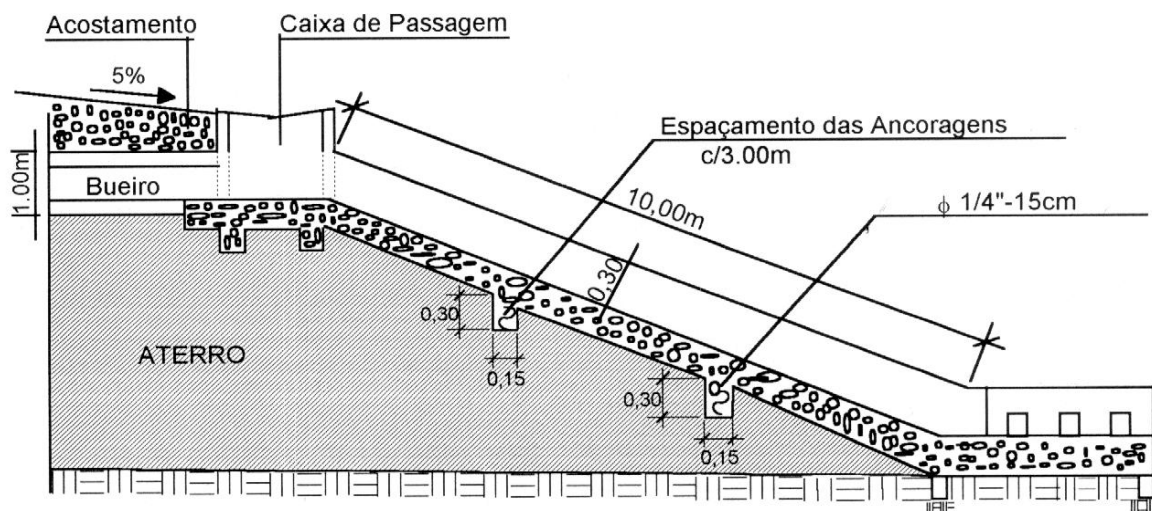
m^3/s determinou-se a altura da calha.

$$H = \sqrt[1,6]{\frac{Q}{3,75W^{0,9}}} = \sqrt[1,6]{\frac{0,619/0,333^3}{3,752 \times 2^{0,9}}} = 45 \text{ cm}$$

Para o dimensionamento das descidas d'água, as vazões afluentes às descidas foram verificadas para cada caso específico, em função das descargas dos bueiros de greide e das sarjetas.

Através deste estudo, fica ratificada a suficiência da capacidade hidráulica da descida d'água tipo DAR do livro de projetos da AGETOP.

CÁLCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO DA DESCIDA D'ÁGUA DO TIPO A, ÁGUA AFLUENTE PELO BUEIRO DE GREIDE.



Vindo pelo bueiro de greide a água atinge o início da descida com a seguinte velocidade:

$$V_0 = \frac{R^{2/3} \times \sqrt{i}}{n}$$

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 0,50 = 0,7854 \text{ m}^2$$

$$P = 2\pi R = 2\pi \times 0,50 = 3,1415 \text{ m}$$

$$R = 0,50 \text{ m}$$

$$i = 0,005 \text{ (inclinação do bueiro de greide)}$$

$n = 0,016$, substituindo os valores na equação acima, temos:

$$V_0 = 1,75 \text{ m/seg.}$$

A velocidade final máxima permitida é de 6,6 m/s (20 pés/seg - máxima permitida pelo Manual da Força Aérea Norte - Americana).

Utilizando a equação de Bernoulli, vamos verificar a extensão de queda 1.

$$\frac{V_0^2}{2g} = Z_0 + P_0 = \frac{V_n^2}{2g} + Z_n + P_n + H_f$$

$P_0 = P_n$, pois a água em ambos os pontos está sob a pressão atmosférica, onde:

$$V_0 = 1,75 \text{ m/s}$$

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

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

$$Z_n = 0$$

$$H_f = J \times L \text{ sendo: } J = \frac{V_f}{0,605 \times C \times R^{0,625}} = \frac{6,6}{0,6405 \times 90 \times 0,16^{0,625}} = 0,360$$

Onde:

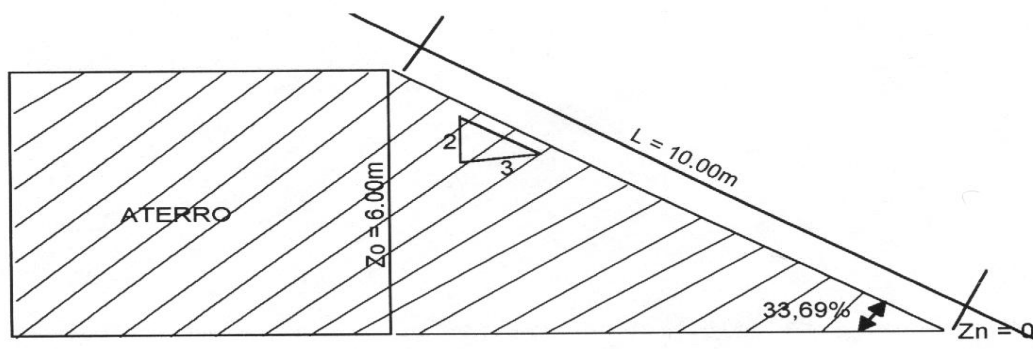
C - coeficiente de Hazen (C = 90-120)

R - raio hidráulico da calha = 0,16

$$H_f = 0,360 \times 10 = 3,60$$

Temos:

$$\frac{1,75}{2 \times 9,81} + Z_0 = \frac{6,6^2}{2 \times 9,81} + 3,60 : Z_0 = 5,66m$$



Sendo l o comprimento crítico temos:

$$l = \frac{5,66}{\sin 33,69^\circ} = 10,20 \text{ m}$$

Este tipo de descida d'água, para conduzir a água dos bueiros de greide, deverá ser utilizada para comprimentos de calha inferiores a 10.0 m. Para comprimentos superiores, utilizaremos descidas em degraus.

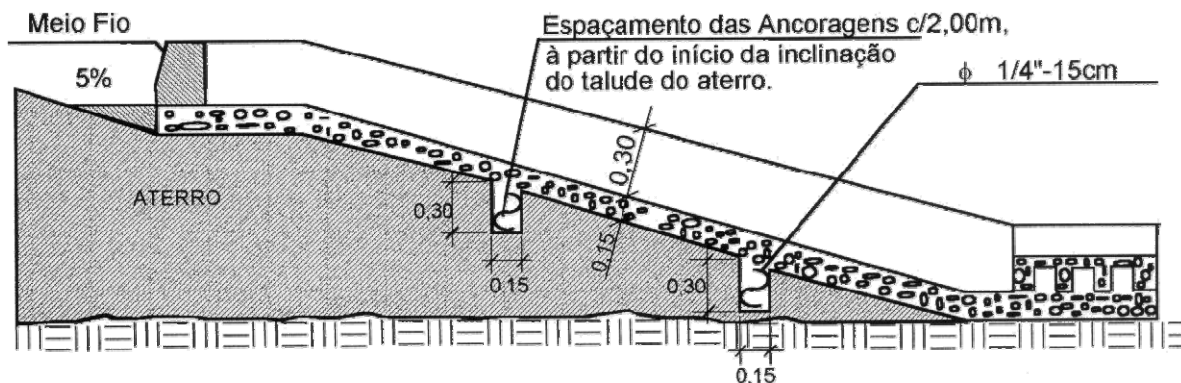
DIMENSIONAMENTO DAS DESCIDAS D'ÁGUA

As vazões afluentes às descidas d'água foram verificadas para cada caso específico, em função das descargas dos bueiros de greide e das sarjetas.

CÁLCULO DE COMPRIMENTO CRÍTICO DA DESCIDA D'ÁGUA DO TIPO A, ÁGUA AFLUENTE PELA SARJETA.

Vindo pela sarjeta de meio fio a água atinge o início da calha com a velocidade $V_0 = 1,296$ m/seg, vide tabela do presente estudo, considerando a pior situação de rampa adotada 6%.

Sendo a velocidade final máxima permitida 6,6 m/seg, vamos verificar a



extensão de queda 1, utilizando a equação de Bernoulli:

$$\frac{V_0^2}{2g} = Z_0 + P_0 = \frac{V_n^2}{2g} + Z_n + P_n + H_f$$

Onde:

$P_0 = P_n$, ambos os pontos na mesma pressão atmosférica;

$V_0 = 1,296$ m/s

$g = 9,81$ m/s²

$V_n = 6,6$ m/s

$Z_n = 0$

$H_f = 3,75$ m

$Z_0 \sim 5,8$ m

$$\frac{1,296^2}{2 \times 9,81} + Z_0 = \frac{6,6^2}{2 \times 9,81} + 3,60 : Z_0 \cong 5,8m$$

Como estamos na mesma situação estudada para bueiros de greide fica aqui demonstrado que este tipo de descida d'água, nas dimensões adotadas para a calha, é utilizada para comprimentos de calha de até 10,0 metros.

Descida D'Água em Escada de Concreto Tipo B

As descidas d'água em escadas de concreto 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 os comprimentos das calhas ultrapassarem a 10,00m, como demonstrado em nosso estudo.

As dimensões deste tipo de descida d'água estão apresentadas no volume 3 - 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.

No Volume 3 – Projeto de Execução estão apresentadas as notas de serviço para a drenagem superficial no item Projeto de Drenagem.

PROJETO DOS BUEIROS TUBULARES E CELULARES

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 foi estudado um tipo de obra de arte corrente:

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

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

Os elementos constituintes de um bueiro tubular são:

A - Tubos de Concreto Armado - os tubos de concreto deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto, serão de encaixe tipo ponta e bolsa e deverão obedecer às exigências da EB-6, MB-227, EB - 103 e MB-228 da ABNT.

B - 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.

C - Bocas - As bocas dos bueiros serão Bocas em nível do terreno - localizadas na entrada dos bueiros de grota e na maior parte das vezes na saída dos bueiros de grota e de greide.

3.3.2.2.1 METODOLOGIA PARA O 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 6,0 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.

3.3.4 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 observadas as seções transversais de assentamento dos mesmos.

Suas vazões foram praticamente limitadas pela capacidade de captação das bocas o que conduziu a uma verificação de seus dimensionamentos, considerando-os como crítico, para isto, adotou-se um afogamento máximo de 1,00m.

Foi ainda feita a verificação entre a altura de carga hidráulica adotada e a altura da terra sobre a obra, verificando-se suas compatibilidades, não pondo em risco o maciço nem o pavimento projetado.

Os bueiros foram dimensionados para atender a uma vazão com os seguintes tempos de recorrência:

Bueiros - de Grotas - 5 anos

Bueiros - pequenos cursos d'água - 10/25 anos.

Os dimensionamentos e as notas de serviços dos bueiros tubulares e celulares foram apresentados nos ESTUDOS HIDROLÓGICOS, neste volume.

3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.4.1 INTRODUÇÃO

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

- Do Sub-leito;
- Dos materiais servíveis para pavimentação, além dos elementos de tráfego
- Das áreas de empréstimos.

Estudo do Sub-leito

O sub-leito 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 1,00m. As sondagens foram realizadas com espaçamento básico de 200 m, atingindo uma profundidade de 1,00m 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 da mesma forma das jazidas, ou seja, por *visitas* expeditas.

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

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

Os princípios fundamentais que foram considerados para a elaboração do projeto foram:

Técnico e o
Econômico.

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.

Desta forma, o dimensionamento do pavimento foi executado conforme os Métodos do Engenheiro Murilo Lopes de Souza - Pavimentos flexíveis, versão 2006, abrangendo um período inicial de 10 anos, por outro lado diante do elevado custo atual dos transportes de materiais, otimizou-se o projeto procurando-se tirar o máximo proveito dos materiais ocorrentes "in natura".

3.4.2 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 as condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste (durabilidade). Em todos os métodos de dimensionamento, a espessura do revestimento é adotada.

O revestimento do pavimento que constituirá a capa da pista de rolamento e acostamento, serão executados com TSD (Tratamento Superficial Duplo) através do método de penetração invertida resultando em uma espessura total de 2,5cm .

- Base

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

A solução adotada para a Base (Pista e Acostamento) é a estabilização granulométrica sem mistura com espessura de 20,0 cm.

A Base de solo granular consiste na utilização de solos naturais, rochas alteradas, ou misturas artificiais de solos ou rochas alteradas que apresentam boas condições de estabilidade.

A utilização, como base e sub-base, de solo estabilizado exige muito cuidado, quer na localização das jazidas, quer no controle dos materiais aplicados, visto que estes produtos estão sujeitos a enormes variações de qualidade.

- 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 Sub-leito.

A solução adotada para a sub-base (Pista e Acostamento) é a estabilização Granulométrica sem mistura com espessura de 15,0 cm.

A especificação DNIT139/2010 – ES se aplica à execução de Sub-bases granulares constituídas de camadas de solos, misturas de solo e materiais britados, ou produtos totais de britagem.

3.4.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Os métodos de dimensionamento a serem usados são: o "Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis" do Engenheiro Murilo Lopes de Souza e o Método da resiliência.

CÁLCULO DO NÚMERO N

Através da contagem de tráfego do presente trecho de rodovia e seus respectivos cálculos estimativos, chegamos ao número “n” igual a $5,52 \times 10^5$, considerando o ano de abertura 2015.

CBR DO SUB-LEITO

Dimensionar um pavimento significa definir a forma e constituição de uma estrutura capaz de minimizar os esforços advindos do tráfego, que ocorreu na superfície de rolamento, a nível que o subleito (fundação) seja capaz de suportar. Para tanto é necessário que se conheça a capacidade de suporte do subleito, caracterizado através do CBR.

DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS CAMADAS

Pelo Método:

- "Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis" - DNIT / 2006

Com base no IS de projeto adotado, foram desenvolvidos os cálculos das diversas camadas constituintes do pavimento dentro dos critérios previstos pelo Método de Pavimentos Flexíveis 2006.

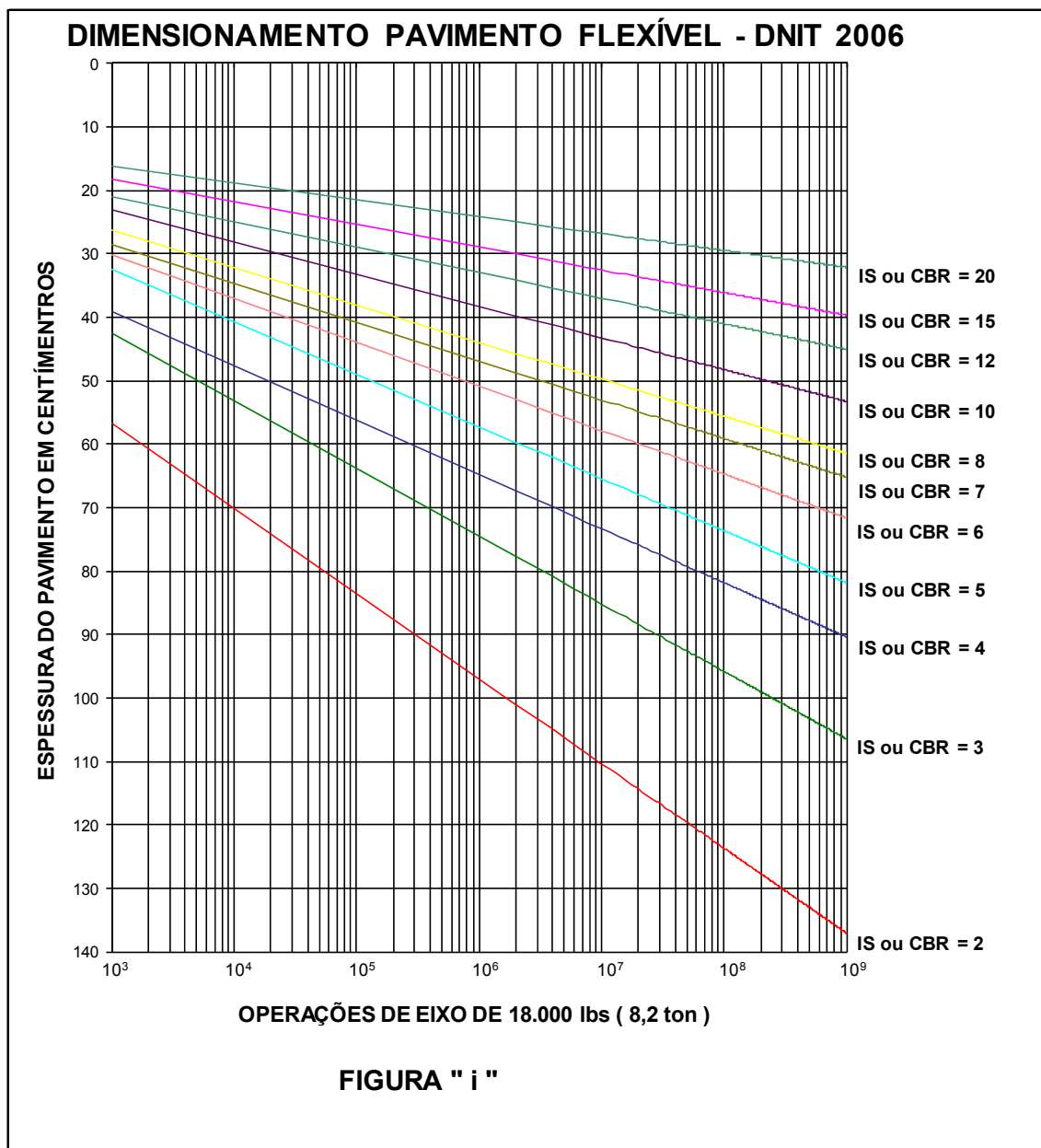
O dimensionamento por este método baseia-se em dois parâmetros:

- Para o DNIT / 2006, temos os parâmetros:
 - Número N e o
 - CBR do sub-leito

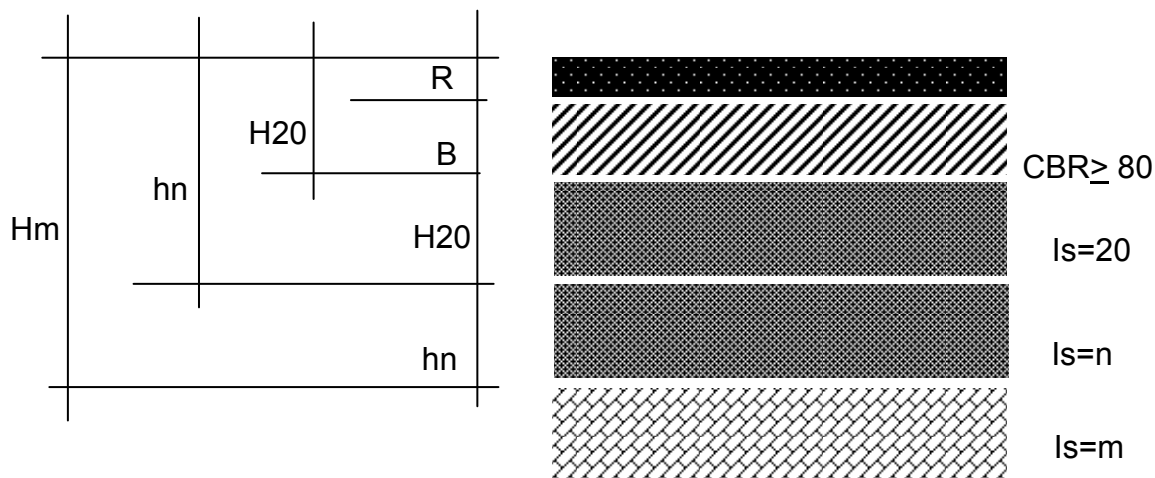
Em função destes parâmetros, obtém-se as espessuras totais necessárias à proteção do sub-leito, sub-base e base.3.4.4.1 método de projetos de pavimentos flexíveis - DNIT/2006.

O gráfico constante da figura "i" dá a espessura total do pavimento, em função de N e de IS ou CBR; a espessura fornecida por este gráfico é em termos de material com $k=1,00$, isto é, em termos de base granular. Entrando-se em abscissas, com o valor de N, procede-se verticalmente até encontrar a reta representativa da capacidade de suporte (IS ou CBR) em curva e, procedendo-se horizontalmente, então, encontra-se em ordenadas, a espessura total do pavimento.

Supõe-se, sempre, que há uma drenagem adequada e que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado a, pelo menos, 1,50m em relação ao greide de regularização.



A seguir apresentamos a simbologia utilizada na designação, das diferentes camadas do pavimento.



REVESTIMENTO



SUB-BASE



BASE



REFORÇO DO SUB-LEITO



SUB-LEITO

H_m - designa a espessura total de pavimento necessário para proteger um material com CBR ou $IS = n$ ($=10, 21$) ou seja proteger o sub-leito.

H_n - designa a espessura da camada do pavimento com CBR ou $IS = n$ ou seja espessura do reforço do sub-leito. Nesta projeto não teremos a camada de reforço.

Mesmo que o CBR ou IS da sub-base seja superior a 20, a espessura do pavimento necessário para protegê-la é determinada como se este valor fosse 20 e, por essa razão, usam-se sempre os símbolos H_{20} e h_{20} para designar as espessuras de pavimento sobre a sub-base e leito respectivamente.

Os símbolos B e R designam, respectivamente, as espessuras de base e de revestimento em centímetros.

Uma vez determinada as espessuras H_m , H_n , H_{20} e R , no gráfico constante da figura 1 (com exceção de R , que constitui recomendação à parte), as espessuras de base (B), sub-base (h_{20}) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R.K.R + B.K.B > H_{20} \quad (1)$$

$$R.K.R + B.K.B + h_{20}.K_S > H_n \quad (2)$$

$$R.K.R + B.K.B + h_{20}.K_S + h_n.K_{ref} > H_m$$

Sendo:

K_R - coeficiente estrutural do revestimento

K_B - coeficiente estrutural da base

K_S - coeficiente estrutural da sub-base

K_{ref} - coeficiente estrutural do reforço do sub-leito

No caso em questão, temos os seguintes dados:

- CBR:
- Projeto (%) = 10,21
- Base = 20 (para efeito de dimensionamento)
- Sub-base = 15 (para efeito de dimensionamento)
- Coeficientes:

Conforme estudo do Tráfego no presente volume item 2.5 temos $N = 5,52 \times 10^5$. Como vimos anteriormente, todos os métodos de dimensionamento, a espessura do revestimento é adotada. Via de regra, entre nós, em rodovias com $N < 1 \times 10^6$, o revestimento é executado com Tratamento Superficial Duplo. Vamos adotar TSD com $R = 2,50$ cm e sobre este TSD uma camada de microrevestimento à frio de 1,0 cm.

Os coeficientes K_R , K_B e K_S foram obtidos do Quadro de Coeficiente de Equivalência Estrutural - Tabela 2, para os diferentes materiais constituintes do pavimento:

TABELA 2

Coeficiente de Equivalência Estrutural

Componente do Pavimento	Coeficiente K
-Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
-Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa.	1,70
-Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa.	1,40
-Base ou revestimento betuminosos por penetração	1,20
Camadas Granulares	1,00
-Solo cimento c/resistência a compressão 7 dias superior a 45kg/cm.	-
-Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 45 e 28kg/cm.	1,70
	1,40
-Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 28 e 21.	1,20
-Bases de Solo - Cal	1,20

Logo temos:

KR = 1,2 - Base ou revestimento betuminoso por penetração

KB = 1,0 - Material granular

KS = 1,0 - Material granular

Kref = 1,0 - Material granular

DETERMINAÇÃO DO ISC PROJETO

DETERMINAÇÃO DO ISC ATRAVÉS DA MÉDIA ARITMÉTICA

Com os valores estatísticos $\bar{X}$ médio, sigma e $X_{\min}$ referentes ao subleito e o valor obtido através do gráfico referente a 80% do ISC maior que 8,71 obtém-se o ISC de projeto, como vemos a seguir :

$$ISC_g = 8,71$$

$$ISC_{\text{projeto}} = (ISC_g + X_{\min}) / 2$$

$$X_{\min} = 11,71$$

$$ISC_{\text{projeto}} = (8,71 + 11,71) / 2$$

$$ISC_{\text{projeto}} = 10,21$$

$$\sum X = 1.122,49$$

$$\sigma = 6,58$$

$$N - 1 = 88,00$$

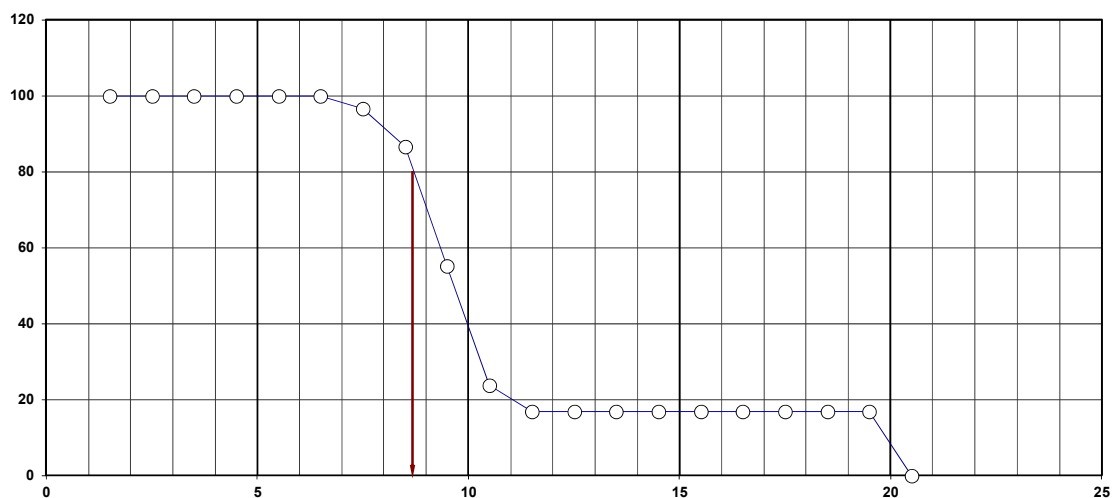
$$X_{\min} = 11,71$$

$$\bar{X} = 12,61$$

INTERVALOS	NÚM. DE ISC NO INTERVALO	NÚM. DE VALORES ACUMULADOS	PORC. DE VALORES DOS ISC	
			PARCIAL	TOTAL
1,00 < ISC < 2,00	0	0	0,00	100,00
2,00 < ISC < 3,00	0	0	0,00	100,00
3,00 < ISC < 4,00	0	0	0,00	100,00
4,00 < ISC < 5,00	0	0	0,00	100,00
5,00 < ISC < 6,00	0	0	0,00	100,00
6,00 < ISC < 7,00	0	0	0,00	100,00
7,00 < ISC < 8,00	3	3	3,37	96,63
8,00 < ISC < 9,00	9	12	13,48	86,52
9,00 < ISC < 10,0	28	40	44,94	55,06
10,0 < ISC < 11,0	28	68	76,40	23,60

INTERVALOS	NÚM. DE ISC NO INTERVALO	NÚM. DE VALORES ACUMULADOS	PORC. DE VALORES DOS ISC	
			PARCIAL	TOTAL
11,0 < ISC < 12,0	6	74	83,15	16,85
12,0 < ISC < 13,0	0	74	83,15	16,85
13,0 < ISC < 14,0	0	74	83,15	16,85
14,0 < ISC < 15,0	0	74	83,15	16,85
15,0 < ISC < 16,0	0	74	83,15	16,85
16,0 < ISC < 17,0	0	74	83,15	16,85
17,0 < ISC < 18,0	0	74	83,15	16,85
18,0 < ISC < 19,0	0	74	83,15	16,85
19,0 < ISC < 20,0	0	74	83,15	16,85
20,0 < ISC < 21,0	15	89	100,00	0,00

CÁLCULO DO ISCg DE PROJETO



3.4.4 - CARACTERIZAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO - DNIT 2006

Dimensionamento do Pavimento: Adotou-se a metodologia do Engº. Murillo Lopes de Souza para dimensionamento de pavimentos flexíveis, em sua versão de 2006 do "Manual de Pavimentação" do DNIT.

1º - SEGMENTO HOMOGÊNEO: ESTACA 0 A ESTACA 903 + 0,778

3.4.4.5.1 - DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS Hn E H20

- Hn - Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com CBR ou ISC = n:

Para IS projeto = 10,21% e $N = 5,6 \times 10^5$

Do gráfico da Figura "i", temos $H_n = 38,0\text{cm}$

- H20 - Espessura da camada do pavimento necessária para proteger a sub-base:

Para IS sub-base = 20% (convencionado mesmo que seja superior), $N = 5,6 \times 10^5$

Do gráfico da Figura "i", temos $H_{20} = 23,2\text{cm}$

3.4.4.5.2 - ESPESSURA DO REVESTIMENTO - (R)

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N < 1 \times 10^5$	Tratamento superficiais betuminosos
$1 \times 10^5 < N < 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N < 1 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$1 \times 10^7 < N < 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

Obs.: espessuras recomendadas pelo "Manual de Pavimentação" 1996 - DNIT.

Portanto a espessura do revestimento betuminoso para o $N=5,60 \times 10^5$ será de 2,5cm (TSD)

3.4.4.5.3 - ESPESSURA DA BASE - (B)

Coefficiente de Equivalência Estrutural - São os seguintes os coeficientes de equivalência estrutural para os diferentes materiais constitutivos do pavimento.

Componentes do Pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares (materiais arenosos, solo-brita, brita graduada, macadame, solo estabilizado granulometricamente)	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm²	1,70
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre a 45 kg/cm² e 28 kg/cm²	1,40
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre a 28 kg/cm² e 21 kg/cm²	1,20

Os coeficientes estruturais são designados, genericamente por: K_R (Revestimento), K_B (Base), K_S (Sub-base) e K_{Ref} (Reforço).

A espessura da base foi determinada através da resolução da seguinte inequação :

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

$$2,5 \times 1,2 + B \times 1 \geq 23,2 \quad \Rightarrow \quad B \geq 20,0 \quad \therefore \quad \text{Adotou-se } B = 20,0 \text{ cm}$$

Obs. A espessura mínima a adotar para compactação de camadas granulares é de 10,0 cm, a espessura total mínima para estas camadas, quando utilizadas, é de 15 cm e a espessura máxima para compactação é de 20 cm.

3.4.4.5.4 - ESPESSURA DA SUB-BASE - (h20)

A espessura da sub-base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

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

$$2,5 \times 1,2 + 20 \times 1 + h_{20} \times 1 \geq 38 \quad \Rightarrow \quad h_{20} \geq 15,0 \quad \therefore \quad \text{Adotou-se } h_{20} = 15,0 \text{ cm}$$

CARACTERIZAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO - DNIT - MÉTODO DA RESILIÊNCIA

Dimensionamento do Pavimento: Adotou-se no dimensionamento o método da Resiliência para pavimentos flexíveis do DNIT, em sua versão de 1994.

1º. - SEGMENTO HOMOGÊNEO: ESTACA 0 A ESTACA 903 + 0,778

1 - Número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 tf, $N = 5,6 \times 10^5$

2 - Valor do CBR do subleito de projeto = 10,21 %

3 - Classificação do solo do Subleito quanto a resiliência: Solo tipo I

CBR (%)	S (%)		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

4 - Determinar a espessura equivalente do pavimento (Ht), em termos de material granular com coeficiente $K = 1,00$:

$$Ht = 77,67 N^{0,0482} CBR^{-0,598} \Rightarrow Ht = 37 \text{ cm}$$

5 - Calcular a deflexão prevista na superfície do revestimento:

$$\log Dp = 3,148 - 0,188 \log N \quad Dp = 10^{3,148 - 0,188 \log N} \quad Dp = 116,77 \text{ mm}$$

6 - Espessura mínima do revestimento betuminoso:

$$HCB = -5,737 + \frac{807,961}{Dp} + 0,972 \times I_1 + 4,101 \times I_2$$

I_1, I_2 - Constantes relacionados às características resilientes do subleito:

Tipo I	$I_1 = 0$	$I_2 = 0$
Tipo II	$I_1 = 1$	$I_2 = 1$
Tipo III	$I_1 = 0$	$I_2 = 1$

$$HCB \geq -5,737 + \frac{807,961}{116,77} + 0,972 \times 0 + 4,101 \times 0 \Rightarrow HCB \geq 1,2 \text{ cm} \quad (\text{Espessura do pavimento projetado})$$

$$HCB = 2,5 \text{ cm} \quad (\text{Espessura adotada, atende o mínimo projetado})$$

7 - Valor estrutural do revestimento betuminoso TSD: $VE = 2,4$

Tipo de Subleito	N				
	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
I	4,0	4,0	3,4	2,8	2,8
II	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8
III	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

8 - Espessura da camada granular (Base, Sub-base e/ou reforço do sub-leito):

$$HCB \times VE + HCG = Ht \Rightarrow 2,5 \times 2,4 + HCG = 37 \Rightarrow HCG = 31 \quad (\text{máximo 35,0 cm de espessura})$$

9 - Espessuras de Base e Sub-base:

$$HB = \frac{HCG}{2} \geq 16,00 \Rightarrow HB = 20 \quad HSB = \frac{HCG}{2} \geq 16,00 \Rightarrow HSB = 15$$

Obs. A espessura mínima a adotar para compactação de camadas granulares é de 10,0 cm, a espessura total mínima para estas camadas, quando utilizadas, é de 15 cm e a espessura máxima para compactação é de 20 cm.

Em função do dimensionamento efetuado, foi elaborado uma criteriosa distribuição dos materiais estudados, visando à obtenção da melhor solução técnico-econômica.

MATERIAL DE REVESTIMENTO:

- Revestimento
 - Pista - Tratamento Superficial Duplo → TSD - RR- 2C
 - Acostamento – Tratamento Superficial Duplo → TSD - RR-2C

As taxas empregadas serão as seguintes:

Brita: 1ª Camada: 19 Kgf/m²

2ª Camada: 9 Kgf/m²

pó: 4 Kgf/m²

CM-30: 1,2 Kgf/m²

RR-2C: 1º banho: 1,3 Kg/m²

2º banho: 1,0 Kg/m²

3º banho: 0,7 Kg/m²

OBS.: Todas estas taxas deverão ser acompanhadas e ajustadas na época da execução.

Imprimação 173.383,47 m²

Tratamento Superficial Duplo 173.383,47 m²

Sobre o TSD indicamos a aplicação de uma camada de micro revestimento com 1,0 cm de espessura sobre o tratamento superficial duplo previsto em projeto, o que trará vantagens em termos funcionais, superficiais e de impermeabilidade da pista de rolamento. O micro revestimento consiste num acabamento delgado para superfícies, sendo uma mistura de agregados pétreos com por cento triturados e com granulometria bem definida, emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros, finos minerais, água e aditivos para controle de ruptura em campo. Adequadamente dosado e aplicado como superfície de rolamento das vias urbanas e rodovias, tem mostrado ótimos resultados no aumento da vida útil de revestimentos na melhoria das características de aderência e de selagem das superfícies, o que é fundamental na melhora funcional de revestimentos do tipo penetração invertida como o executado nos segmentos de reciclagem de base do presente empreendimento. É ainda bastante satisfatório no preenchimento dos sulcos

das rodas dos veículos e pequenas irregularidades de acabamento das pistas em rodovias de alto e baixo volume de tráfego. Dentre as finalidades de sua aplicação, destacam-se as seguintes:

Impermeabilizar revestimentos antigos com desgaste superficial;

Proteção de revestimentos recentes de graduação aberta (caso aplicável aos tratamentos de penetração invertida);

Selar fissuras (<3mm) e melhoria estética de pavimentos antigos;

Elevar o coeficiente de atrito (pneu/pavimento/rugosidade);

Revestimento delgado sobre pavimento / preservação do greide da pista;

Camada auto aderente ao pavimento subjacente, salvo necessidade de pintura ligação quando recomendada;

Enchimento (nivelamento de trilhas de rodas / <2cm);

Prolongar período de vida útil dos pavimentos asfálticos.

Nota-se portanto, a perfeita adequação da solução proposta à situação observada na rodovia em questão. As aplicações em negrito acima encaixam-se perfeitamente às demandas observadas no segmento, proporcionando o acréscimo de vida útil e o upgrade perseguido em termos de qualidade superficial do pavimento do trecho.

Cálculo de Quantidades do micro revestimento:

$Q = \text{Comprimento} \times \text{Largura}$

$Q = 18.060 \times 7,00$

$Q = 126.425,45 \text{ m}^2$

QUADRO DE RESUMO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NO REVESTIMENTO									
Discriminação	Extensão (m)	Largura (m)	Utilização	Área (m ²)	Volume (t)	Massa (t)	DMT (km)	Densidades ou Taxas de Aplicação	Unid.
RR-2C - Pista/ Acostamento/Interseção	18.060,00	9,60	TSD	173.383,47	520,15	-	314,03	3,00	l/m ³
CM-30 – Pista/ Acostamento/Interseção	18.060,00	9,60	Imprimação	173.383,47	208,06	-	314,03	1,20	l/m ²
Brita – Pista/ Acostamento/Interseção	18.060,00	9,60	TSD	173.383,47	5.548,18	-	11,23	32,00	kg/m ²
RC-1C-E	18.060,00	7,00	TSD	126.425,45	177,00	-	314,03	1,40	l/m ²
Brita (Micro-revestimento) - Pista	18.060,00	7,00	TSD	126.425,45	1.264,25	-	11,23	1,50	kg/m ²
Rodovia: GO-110 Trecho: Iaciara / Água Quente, com extensão de 18,06 km.				DEMONSTRATIVO DOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS					

MATERIAIS DE SUB-BASE

Analisando os resultados da jazida J-1, conclui-se que apresenta características satisfatórias para a construção da camada de sub-base. Os resultados dos ensaios encontram-se apresentados no volume 3C – Estudos Geotécnicos.

a) Volume de cascalho:

QUADRO DEMONSTRATIVO DOS QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS												
SUB-BASE SOLO ESTABILIZADO GRANUL. S/ MISTURA												
SERVIÇOS CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIA												
Intervalo de estaca		Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Material		DMT (km)	Momento de Transporte m³ x km	Unidade	Quantidade Escavação e Carga
Estaca Inicial	Estaca Final						Origem / Est. Entrada	Destino				
0 + 0,00	903 + 778	18.060,78	11,42	0,150	206.254,08	30.938,11	J-1	Pista	18,66	721.646,52	m³	38.672,64
		TOTAL :			206.254,08	30.938,11			18,66	721.646,52	m³	38.672,64

MATERIAIS DE BASE

Analisando o resultado da jazida J-1, conclui-se que apresenta características satisfatórias para a construção da camada base desde que adicionado 2 % de cimento. O resultado do ensaio encontra-se apresentado no volume 3C – Estudos Geotécnicos.

a) Volume de cascalho:

QUADRO DEMONSTRATIVO DOS QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS													
BASE SOLO ESTABILIZADO GRANUL. S/ MISTURA													
SERVIÇOS : CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIA													
Intervalo de estaca		Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Massa (t/m³)	Material		DMT (km)	Momento de Transporte	Unidade	Quantidade Escavação e Carga
Estaca Inicial	Estaca Final							Origem / Est. Entrada	Destino				
0 + 0,00	903+778	18.060,78	10,90	0,200	196.862,48	39.372,50	2,082	J-1	Pista	18,66039	918.382,62 m³ x km	m³	49.215,62
		TOTAL :			196.862,48	39.372,50	2,060			18,66039	918.382,62 m³ x km	m³	49.215,62

Resumo Total

Nos quadros a seguir, apresenta-se um resumo geral de todos os materiais para pavimentação:

Escavação e carga mat. De jazida-com indenização = $38.672,64 + 49.215,62 = 87.888,26 \text{ m}^3$

Transporte de mat. De jazida (cascalho) DT- 18,66 Km = $87.888,26 \times 18,66 = 1.640.029,14 \text{ m}^3 \times \text{km}$

Estabilização Granulométrica sem mistura – Proctor: 26 golpes 100% PI= $30.938,11 \text{ m}^3$

Estabilização Granulométrica sem mistura – Proctor: 55 golpes 100%PM= $39.372,50 \text{ m}^3$

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																													
Rodovia: GO-110										Trecho: IACIARA / ÁGUA QUENTE				Lote: 01				EXTENSÃO: 18,06 Km											
CAMADA OU SERVIÇO	MATERIAL		PISTA	ENTRE ESTACAS (LINHA BASE)		EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREAS DE SUPERLARGURA (m²)	ÁREAS DE INTERS. (m²)	ÁREA TOTAL (m²)	ESPESS (m)	VOLUME (m³)	DENSIDADE OU TAXA	PESO (t)	DATA FONTE AO SEG. (2)	DMT (km)			MOMENTO DE TRANSPORTE										
	ORIGEM	ACESSO EST. (1)		INICIAL	FINAL											INT. + FRAÇ.	INT. + FRAÇ.	Local (3)	NO SEG. (4)	DMT. TOTAL. (5)	COMERCIAL	LOCAL							
Microvestimento à frio da Pista (1,0 cm)	Pedreira	903 + 0,78	Simplex	0 + 0,00	903 + 0,778	18.060,78	7,00			126.425	0,01	1.264,25																	
	TOTAL do Microvestimento																												
	Brita	903 + 0,8	-	Pedreira P-1		18.060,78	-					1.264,25																	
	Emulsão RC-1C-E	903 + 0,78	-	Fornecedor Brasília		18.060,78	4,80					177,00	0,0014	1.896,38	2,2	9,03	11,23	2.781,36											
Revestimento da Pista e dos Acostamentos TSD (Lado direito e esquerdo)	Pedreira	903 + 0,78	Simplex	0 + 0,00	903 + 0,778	18.060,78	4,80			173.383	2,5	3.698,79	0,021333	5.548,18															
	TOTAL do TSD - acostamentos																												
	Brita	903 + 0,78	-	Pedreira P-1		18.060,78	-					3.698,79																	
	Emulsão RR-2C	0 + 0,0	-	Fornecedor Brasília		18.060,78	-					3.698,79	0,0213	5.548,18	2,2	9,03	11,23	8.137,34	33.401,51										
																		520,15	0,003	Trm2					314,03	165.645,87	4.697,16		
Imprimação	Canteiro	0 + 0,00	Simplex	0 + 0,00	903 + 0,778	18.060,78	9,60			173.383,47		208,06	0,0012	208,06			9,03	314,03		65.337,21									
	TOTAL de Imprimação																												
	ADP CM-30	0 + 0,0	-	Fornecedor Brasília		18.060,78						208,06								65.337,21									
	Jazida - 1	0 + 0,00	Simplex	0 + 0,00	903 + 0,778	18.060,78	9,60					208,06	0,0012	Trm2	305,00	9,03	314,03	63.458,35	1.878,86										
Base de solo estabilizado granulomet. sem mistura										173.383,47	0,2	34.676,69	2,082	Trm3	90.246,10	9,63	9,03	-	18,66	808.833,88									
	TOTAL de Base																												
	Jazidas de solo																											808.833,88	
											173.383,47		34.676,69																
Sub-base de solo estabilizado granulomet. sem mistura	Jazida - 1	0 + 0,00	Simplex	0 + 0,00	903 + 0,778	18.060,78	9,60			173.383,47	0,15	26.007,52	2,082	Trm3	67.684,57	9,63	9,03		18,66	606.638,06									
	TOTAL de Sub-Base de Sag																												
	Jazidas de solo																												
											173.383,47		26.007,52																
Regularização do subleito	-		Simplex	0 + 0,00	903 + 0,778	18.060,78	9,60			173.383,47																			
	TOTAL de regularização do subleito																												
	Jazidas de solo																												
											173.383,47																		
NOTAS:																													
OBS:																													
1 - ACESSO EST.: ESTACA DE ENTRADA DO MATERIAL NO TRECHO.																													
2 - FINAL LOCAL: DISTÂNCIA FIXADO CANT. DE OBRAS, ARMAZEN, JAZIDA AEST. DE ACESSO (0) AO TRECHO.																													
3 - DA FONTE AO SEG.: AQUISIÇÃO COMERCIAL A EST. DE ACESSO (0)																													
4 - NO SEGMENTO, DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO TRECHO.																													
DMT. SEG.: DISTÂNCIA MÉDIA FINAL NO SEGMENTO																													
A - DENSIDADE DO MATERIAL DE BASE																													
B - DENSIDADE DO MATERIAL DE SUB-BASE																													
C - EMPOLAMENTO																													
D - AS TAXAS ADOPTADAS FORMEXTRADAS DAS COMPOSIÇÕES DA AGETOP																													
Variável t/m3 =																													
Variável t/m3 =																													
25 %																													

3.4.1 ESPECIFICAÇÕES

2.3.6.5 ESPECIFICAÇÕES

Camada Final de Terraplenagem

As técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição deverão seguir a especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	AGETOP-ES-P 01/98	Regularização do Subleito
AGETOP	AGETOP-ES-T 05/98	Aterros
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

Regularização do Subleito

As técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição deverão seguir a especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	AGETOP-ES-P 01/98	Regularização de Subleito
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

Sub-base

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	AGETOP-ES-P 03/98	Sub-base Estabilizada Granulometricamente
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

Base

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
AGETOP	AGETOP-ES-P 04/98	Base Estabilizada Granulometricamente
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

Imprimação

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
DNER	DNER-EM-363/97	Asfalto Diluído Tipo Cura Média
AGETOP	AGETOP-ES-P 07/98	Imprimação
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

Tratamento Superficial Duplo

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
DNER	DNER-EM-369/97	Emulsões Asfálticas Catiônicas
AGETOP	AGETOP-ES-P 10/98	Tratamento Superficial Duplo
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação
DNER	PRO-277/97	Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços

3.5 PROJETO DE INTERSECÇÃO E ACESSO

3.5 PROJETO DE INTERSECÇÃO E ACESSO

Compreenderam este estudo a escolha do local onde serão implantadas as interseções e os acessos.

A eficiência de uma rodovia depende primordialmente da adequada operação de suas interseções. O número de conflitos em uma interseção de mesmo nível é alto e apresentam alta potencialidade de acidentes. Em consequência, a finalidade do projeto de uma rodovia quanto a sua eficiência, segurança, custo de operação, capacidade, etc. será sempre avaliada pela finalidade de suas interseções e acessos.

Basicamente duas categorias de interseções são definidas a priori, ou seja, interseção a mesmo nível e interseção a níveis diferentes.

No caso específico deste trecho não foi necessário a implantação de intersecção.

3.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

3.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

3.6.1 INTRODUÇÃO

A sinalização a ser implantada no trecho obedecerá aos modernos requisitos de engenharia de trânsito, de forma a regulamentar o uso da via, advertir sobre perigos potenciais e orientar os usuários através de informações necessárias durante seu deslocamento. Supletivamente, em benefício de segurança, poderão ser instalados dispositivos de contenção e de balizamento. Portanto o projeto de sinalização constitui-se no dimensionamento de dispositivos de segurança que determinarão o uso adequado da rodovia e para ser eficiente a sinalização deverá preencher seus requisitos básicos, tais como visibilidade e legibilidade diurna e noturnos, adotando-se símbolos e legendas dimensionadas em função da velocidade diretriz.

Para o projeto foram utilizados o Código Nacional de Trânsito, Normas e Especificações do DNIT e AGETOP, Manual de Sinalização do DNER e Normas da ABNT.

3.6.2 SINALIZAÇÃO

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 sub-divisão:

Projeto de sinalização horizontal e
Projeto de sinalização vertical.

O projeto de sinalização foi executado em conformidade com o "Manual de Sinalização de Trânsito" do Conselho Nacional de Trânsito edição 1993 e resolução no 559/82.

Frente aos altos custos atuais destes serviços optou-se por uma solução que sem afetar a segurança do usuário fosse a mais econômica possível.

3.6.2.1 PROJETO DE 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.

3.6.2.2 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, inclusive Zebras ("Jiggle - bars") e Dispositivos refletores.

LINHAS LATERAIS DEMARCADORAS DOS BORDOS DAS PISTAS DE ROLAMENTO

Estas linhas serão contínuas e/ou interrompidas, em cor branca com 0,12m 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 150,0m 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 branca com 0,12m 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 200,0 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 0,12m 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 descontínuas. Em qualquer caso terão a largura de 0,12m.

DISPOSITIVOS REFLETORES

Os balizadores constituem-se de um suporte contendo unidades capazes de refletir de maneira visível em condições atmosféricas normais, a luz dos faróis altos de um veículo, a uma distância de 300,00 m.

No projeto de sinalização será prevista a colocação de balizadores afastados dos bordos da pista de rolamento. Os balizadores serão colocados em suportes adequados, de modo que a unidade refletora fique a uma altura de 0,60m acima do bordo mais próximo da pista. A distância horizontal dos balizadores ao bordo da pista variará de 0,60 m a 3,60 m, aconselhando-se, no caso da existência de acostamento, a distância de 1,10 m do bordo do acostamento. Quando houver qualquer impedimento para colocação de um balizador no ponto previsto, o mesmo pode ser deslocado num ou noutro sentido no máximo da quarta parte do espaçamento normal.

Se após o deslocamento o balizador cair dentro da área impedida elimina-se o mesmo.

O espaçamento dos balizadores nas curvas é dado pela fórmula:

onde: $D = 2\sqrt{R}$

D e R - unidade- metro

O espaçamento do primeiro balizador antes e depois da curva é de 1,8D, o segundo de 3D e o terceiro de 6D. O espaçamento ficará sempre compreendido entre os limites de 6,0 m e 60,0m. Valores menores do que 6,0 m serão apenas usados quando necessário para indicar os limites de canteiros de entroncamento.

Tendo em vista a suavidade do traçado, o espaçamento dos balizadores será de 60,0 m ao longo das tangentes e de 20,0 metros ao longo das interseções.

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 microesferas de vidro retro refletivo.

DISPOSITIVOS REFLETORES

As unidades refletoras serão catadióptricos de 0,056 m de diâmetro ou outros elementos refletores dentro dos quais possa ser inscrito um círculo com diâmetro de 0,056 m. Essas unidades terão cor branca.

O projeto de sinalização horizontal está apresentado no Volume 3 - Projeto de Execução, juntamente com o projeto de sinalização vertical. Foi desenhado na escala de 1:2000 em pranchas de tamanho A-3.

Juntamente com as folhas de apresentação do projeto em si estão também apresentados os desenhos gerais indicativos da pintura das faixas, etc., bem como uma nota de serviço que especifica e quantifica os diversos serviços a serem executados.

3.6.2.3 PROJETO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL (AÉREA)

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.

3.6.2.4 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 e

Sinais educativos.

Projetou-se todos esses sinais seguindo as recomendações do "Manual de Sinalização" do D.N.E.R, no que diz respeito à sua localização e tamanho e do Decreto de no 73.696, no que se refere à sua forma.

SINAIS DE ADVERTÊNCIA

São aqueles usados para advertir o usuário da existência, na rodovia, de condições potencialmente perigosas, indicam, portanto, a necessidade de um cuidado especial por parte do usuário, e 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 descondicionando o usuário de um real perigo.

São 58 (cinquenta e oito) as placas de advertência existentes, em conformidade com o Decreto 73.696, de 28 de fevereiro de 1974.

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	1,0 m x 1,0 m
Sinais de regulamentação	diâmetro de 1,0 m
Sinais de indicação	tamanho variável (Veja Volume 3 – Projeto de Execução)
Sinais Educativos	2,0 m x 1,0 m

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 0,60 m.

Os sinais deverão ser colocados a uma altura de 1,20 m 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.

No Volume 3 - Projeto de Execução, no item 3.7, Projeto de Obras Complementares, está apresentado um desenho mostrando a posição das placas em relação à rodovia.

MATERIAIS DAS PLACAS

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

A pintura das placas deverá ser feita com tinta termoplástica, obedecendo a 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 0,08x0,08m 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 e
- Sinais de regulamentação.

3.6.2.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto de sinalização vertical está apresentado conjuntamente com o projeto de sinalização horizontal no Volume 3 - Projeto de Execução.

3.6.3 ESPECIFICAÇÕES

Sinalização Horizontal e Vertical

Sinalização Horizontal: Em função do volume de tráfego recomenda-se a pintura refletiva com material termoplástico, tipo spray para as faixas longitudinais.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
DNER	-	Manual de Sinalização Rodoviária - 1999
AGETOP	AGETOP-ES-OC 03/98	Sinalização

Sinalização Vertical: No projeto foi definida a posição dos sinais, dentro do cone de visão do usuário normal, e a distância necessária entre estes sinais, para uma reação adequada. Competirá à conservação assegurar as condições de manutenção sob o ponto de vista de colocação e legibilidade.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
DNER	-	Manual de Sinalização Rodoviária - 1999
AGETOP	AGETOP-ES-OC 03/98	Sinalização

Sinalização para Construção

A sinalização para construção não será objeto de medição. As características dos materiais a serem empregados e as técnicas de execução deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
DNER	-	Manual de Sinalização de Obras e Emergências - 1996
AGETOP	AGETOP-ES-OC 03/98	Sinalização

3.7 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

3.7 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

3.7.1 CERCAS

O Projeto de cercas procurou delimitar a faixa de domínio, preservando-se da invasão de terceiros, bem como de animais.

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

Evitar o acesso de animais, cujo porte ameacem a segurança do usuário.

Preservar os limites da propriedade da AGETOP.

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 madeira e colocação de 4 fios de arame farpado.

Os detalhes e os locais de colocação das cercas estão apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução no item Projeto de Obras Complementares.

MOURÕES DE SUPORTE

As cercas adotadas são de mourão, suporte de madeira, seção circular, com 0,09 m de diâmetro e 2,15 m de altura, dispostos a cada 2,50 m.

MOURÕES ESTICADORES

Mourão esticador de madeira, seção circular, com 0,12 m de diâmetro e 2,50 m de altura, colocados a cada 50,0 m e nos pontos de mudança do alinhamento horizontal e vertical, distribuídos 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 aterro 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 03 - Projeto de Execução. Os arames serão fixados por meio de braçadeiras de arame liso de aço zincado no 14.

Em terreno impenetrável ou afloramento de rocha, os mourões serão cortados e engastados numa sapata superficial de concreto.

No volume 3 - Projeto de Execução, no item 3.7 Projeto de Obras Complementares, encontra-se detalhado o projeto da cerca.

3.7.2 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 consequências 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 ela se choquem.

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

Em segmentos em aterro alto e/ou com taludes íngremes e
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 e
- 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". Este índice para rodovias principais foi estabelecido ser igual a 50, valor que foi usado neste projeto.

A seguir é apresentado o ábaco antes citado, a partir do qual foram feitas as determinações da necessidade de defesa.

Vale frisar que, de acordo com os métodos aqui apresentados, não foi detectada a necessidade de implantação de defensas em nenhum trecho da rodovia em questão. Entretanto, foi adicionada ao orçamento uma pequena quantidade deste dispositivo de forma a permitir a sua implantação em pontos localizados que por acaso sejam julgados necessários durante o período de obras.

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.

Os detalhes de colocação das defensas estão apresentados no Volume 3 - Projeto de Execução no item 3.7, Projeto de Obras Complementares.

3.7.3 CONTROLE DE EROSÃO

3.7.3.1 PROTEÇÃO VEGETAL

Consiste a proteção vegetal na utilização de vegetais diversos com o fim de preservar as áreas expostas do corpo estradal, dando-lhes condições de resistência à erosão. Deverá ser realizada de acordo com a especificação de Serviço DNIT 102/2009 – ES.

Embora há dificuldade de especificar o processo de plantio, quando e como, pode-se em linhas gerais estabelecer o seguinte:

Leivas - nos casos de facilidade de aquisição, proximidade do canteiro de serviços e de cobertura de terrenos friáveis, não consolidados.

Mudas - em caso de terrenos planos ou de pouca declividade.

Semeadura - em qualquer tipo de terreno, desde que devidamente preparado.

Sugerimos o último processo - Semeadura, para o projeto em estudo.

4. QUADRO DE QUANTIDADES

Rodovia: GO-110

Trecho: IACIARA / ÁGUA QUENTE

SubTrecho:

Lote:

Extensão: 18,06 km

CONCORRÊNCIA

SERVIÇOS PRELIMINARES

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
42000	Mobilização de equipamentos (terrap./paviment.)-2%	R\$	1,00
42002	Instalação do canteiro de obras (terrap./paviment.)-1%	R\$	1,00
45611	Placa de obra	m²	36,00

TOTAL DE TERRAPLENAGEM

TERRAPLANAGEM

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
40001	Desmatamento, dest. e limpeza (arv. até 15cm)	m²	520.128,00
40002	Desmatamento, dest. e limpeza (arv. D > 15cm)	m²	57.792,00
40010	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. até 50m - c/ trator de esteiras	m³	60.346,00
40015	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 51 A 200M)	m³	145.900,30
40016	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 201 A 400M)	m³	80.334,80
40017	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 401 A 600M)	m³	21.582,60
40018	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 601 A 800M)	m³	42.706,30
40019	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 801 A 1000M)	m³	6.723,60
40021	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 1201 A 1400M)	m³	64.298,00
40022	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 1401 A 1600M)	m³	54.977,00
40023	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 1601 A 1800M)	m³	43.417,40
40025	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 2001 A 3000M)	m³	46.192,90
40027	Escav., carga e transp. de mat. de 1ª categ. - c/ escavadeira - (DT: 5001 A 10000M)	m³	41.579,20
40100	Compactação a 95% do P.N.	m³	271.496,84
40101	Compactação a 100% P. N.	m³	196.184,45
40120	Acabamento e recomposição de empréstimo	m²	348.940,00
42860	Patrolamento	are	7.980,72
45585	Lastro de pedra marroada (GAP) (BC)	m³	3.965,00
40455	Transporte comercial de Agregados - DT 2,2 km (Brita/pedra)	m³km	8.723,12
40445	Transporte local de agregados - DT = 9,03 km (Brita/pedra)	m³km	35.804,42

TOTAL DE TERRAPLENAGEM

OBRAS DE ARTE CORRENTES E DRENAGEM PROFUNDA

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
41800	Remoção de bueiros tubulares	m	150,00
41816	Corpo de bstc d=1,00m (exceto escavação) (AC/BC)	m	21,00
41831	Corpo de bdtc d=1,00m (exceto escavação) (AC/BC)	m	39,00
41841	Corpo de btcc d=1,00m (exceto escavação) (AC/BC)	m	121,00
	Corpo de btcc d=1,50m (exceto escavação) (AC/BC)	m	16,00
41856	Boca de bstc d=1,00m (AC/BC)	un	2,00
41876	Boca de bdtc d=1,00m (AC/BC)	un	4,00
41881	Boca de btcc d=1,00m (AC/BC)	un	14,00
	Boca de btcc d=1,50m (AC/BC)	un	2,00
47023	Escav. mec. De valas de 1ª cat. (incl. transporte) (Bueiros)	m³	2.331,59
	Transporte materiais Drenagem		
40450	Transporte comercial de cimento / cal / filler - DT 310 km	tkm	21.232,35
40455	Transporte comercial de Agregados - DT 2,2 km (Brita/pedra)	m³km	637,22
40455	Transporte comercial de Agregados - DT 16,73 km (Areia)	m³km	3.235,55
40449	Transporte local de cimento / cal / filler - DT 9,03 km	tkm	618,48
40445	Transporte local de agregados - DT = 9,03 km (Brita/pedra)	m³km	2.615,51
40445	Transporte local de agregados - DT = 9,03 km (Areia)	m³km	1.746,38

TOTAL DE O. A. C. E DRENAGEM PROFUNDA

Rodovia: GO-110 Trecho: IACIARA / ÁGUA QUENTE SubTrecho: Lote: Extensão: 18,06 km CONCORRÊNCIA			
			
SERVIÇOS PRELIMINARES			
SUB-BASE E BASE			
Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
40300	Desmatamento, limpeza e expurgo de jazida	m²	73.240,22
40305	Acabamento e recomposição de jazidas	m²	73.240,22
40310	Regularização e compactação do sub-leito	m²	210.408,06
40316	Escavação e carga mat. de jazida-com indenização	m³	87.888,26
40335	Estabilização granulométrica sem mistura - ref. Proctor: 26 golpes (100% P.I.)	m³	30.938,11
40337	Estabilização granulométrica sem mistura - ref. Proctor: 55 golpes (100% P.M.)	m³	39.372,50
	Transporte materiais pavimentação - Base e Sub-base		
40320	Transporte de mat. de jazida (cascalho) - DT 18,66 Km	m³km	1.640.014,09
TOTAL DE SUB-BASE E BASE			
CAPA			
Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
40380	Imprimação	m²	173.383,47
40609	Tratamento superficial duplo (BC)	m²	173.383,47
40613	Microrrevestimento à frio - 1,0cm s/ compactação (BC)	m²	126.425,45
40480	Fornecimento de CM-30 (Brasília)	t	208,06
40490	Fornecimento de emulsão RR-2C(Brasília)	t	520,15
40511	Fornecimento de emulsãoRC-1C com polímero (Brasília)	t	177,00
	Transporte materiais pavimentação - Capa		
40435	Transporte local de material betuminoso - DT = 9,03 km	t.km	6.575,74
40445	Transporte local de agregados - DT = 9,03 km	m³km	33.401,51
40455	Transporte comercial de agregados - DT = 2,2 km	m³km	10.918,70
40535	Transporte comercial de material betuminoso - frio	t	905,21
TOTAL CAPA			
DRENAGEM SUPERFICIAL			
Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
41334	Meio fio sem sarjeta MFC-05 (AC/BC)	m	18.912,00
41414	Descida d'água de aterro tipo rápido - DAR 02 (AC/BC)	m	3.927,18
41385	Entrada d'água - EDA-01 (AC/BC)	m	397,00
41386	Entrada d'água - EDA-02 (AC/BC)	m	15,00
41317	Sarjeta triangular de concreto STC-02 (AC/BC)	m	960,00
41296	Valeta de proteção de aterro - VPA-01	m	1.080,00
	Transporte materiais Drenagem		
40450	Transporte comercial de cimento / cal / filler - DT 310 km	tkm	134.422,10
40455	Transporte comercial de Agregados - DT 2,2 km (Brita/pedra)	m³km	4.442,20
40455	Transporte comercial de Agregados - DT 16,73 km (Areia)	m³km	23.364,06
40449	Transporte local de cimento / cal / filler - DT 9,03 km	tkm	3.915,59
40445	Transporte local de agregados - DT = 9,03 km (Brita/pedra)	m³km	18.233,22
40445	Transporte local de agregados - DT = 9,03 km (Areia)	m³km	12.610,73
TOTAL DE DRENAGEM			

OBRAS COMPLEMENTARES			
Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quantidade
40805	Remoção e recolocação de cerca	m	36.120,00
40810	Defensa metálica semi-maleável simples	m	80,00
40820	Sinalização horizontal com termoplástico p/ aspersão - hot spray (1,50mm)	m²	1.360,56
40835	Tacha refletiva bidirecional	un	7.524,00
40855	Sinalização vertical totalmente refletiva c/pintura eletr.	m²	60,36
40890	Revestimento vegetal por hidrosemeadura	m²	498.150,69
40880	Conformação de talude	m²	72.974,29
TOTAL DE OBRAS COMPLEMENTARES			

GEOSERV SERVIÇOS DE GEOTECNIA E CONSTRUÇÃO LTDA		Quadro Resumo de Quantidade		
		RODOVIA: GO-110		
		TRECHO: IACIARA / ÁGUA QUENTE LOTE:		
		EXTENSÃO: 14,00 m		
		SERVIÇOS: BTCC 2,50 x 2,50 Estaca: 107		
CÓDIGO	SERVIÇOS	Unid.	Quant.	D.T.M (km)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES			
45610	Instalação do canteiro de obras/Mobilização (OAE/GAP)-2%	vb	2,00%	
45611	Placa de obra	m²	18,00	
2	ESCAVAÇÃO			
45020	Escavação Mecanizada	m³	216,85	
3	INFRA-ESTRUTURA			
45025	Estaca de madeira	m		
45030	Lastro de pedra	m³	252,40	
45050	Concreto fck=15Mpa	m³	24,96	
45055	Ensecadeira	m²	25,00	
4	MESO-ESTRUTURA			
45035	Forma chapa comp. Resinada 12 mm	m²	554,80	
45120	Aço CA 50/60 aquisição, armação e colocação - mesoestrutura	kg	7.014,00	
45125	Concreto fck=20 Mpa	m³	95,25	
5	Escoramento			
45140	Escoramento para bueiro	m³	253,87	
6	Transportes			
40455	Transporte comercial de agregados	tkm	13.105,43	
7	Serviços Complementares			
45240	Desforma	m2	554,80	
45245	Limpeza geral	m2	120,40	
	TOTAL GERAL			

GEOSERV SERVIÇOS DE GEOTECNIA E CONSTRUÇÃO LTDA		Quadro Resumo de Quantidade		
		RODOVIA: GO-110		
		TRECHO: IACIARA / ÁGUA QUENTE		LOTE:
		EXTENSÃO: 19,50 m		
		SERVIÇOS: BSCC 3,00 x 3,00		Estaca: 238
CÓDIGO	SERVIÇOS	Unid.	Quant.	D.T.M (km)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES			
45610	Instalação do canteiro de obras/Mobilização (OAE/GAP)-2%	vb	2,00%	
45611	Placa de obra	m²	18,00	
2	ESCAVAÇÃO			
45020	Escavação Mecanizada	m³	195,00	
3	INFRA-ESTRUTURA			
45030	Lastro de pedra	m³	193,50	
45050	Concreto fck=15Mpa	m³	18,96	
45055	Ensecadeira	m²	9,00	
4	MESO-ESTRUTURA			
45035	Forma chapa comp. Resinada 12 mm	m²	491,05	
45120	Aço CA 50/60 aquisição, armação e colocação - mesoestrutura	kg	6.211,50	
45125	Concreto fck=20 Mpa	m³	100,88	
5	Escoramento			
45140	Escoramento para bueiro	m³	206,70	
6	Transportes			
40455	Transporte comercial de agregados	tkm	10.071,66	
7	Serviços Complementares			
45240	Desforma	m²	491,05	
45245	Limpeza geral	m²	78,00	
	TOTAL GERAL			