



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTE E OBRAS

PROJETO DE ENGENHARIA PARA
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Rodovia : GO-480
Trecho : CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL
Extensão : 7,54 km

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO

FEVEREIRO / 2013



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTE E OBRAS

PROJETO DE ENGENHARIA PARA
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Rodovia : GO-480
Trecho : CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL
Extensão : 7,54 km

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO

ELABORAÇÃO:



FEVEREIRO / 2013

ÍNDICE

ÍNDICE

1 - Introdução	5
1.1 - Apresentação	6
1.2 - Declarações de Profissionais da Equipe Técnica	8
 2 - Mapa de Situação	 11
 3 - Resumos dos Estudos e Projetos	 13
3.1 - Estudos Topográficos	14
3.2 - Estudos Hidrológicos	22
3.3 - Estudos Geológicos	44
3.4 - Estudos de Tráfego	52
3.5 - Estudos Geotécnicos	84
3.6 - Projeto Geométrico	87
3.7 - Projetos de Terraplenagem.....	89
3.8 - Projeto de Pavimentação.....	90
3.9 - Projeto de Drenagem	113
3.10 - Projeto de Sinalização	116
3.11 - Projeto de Obras Complementares	116
 4 - Orçamentos	 118

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – APRESENTAÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A empresa **DELANO CAVALCANTI CALIXTO** apresenta à **AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP**, o Projeto de Engenharia para Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia: GO-480, Trecho: Cirilândia / Santa Isabel, numa extensão total de 7,54 km.

Para tanto, o presente projeto é constituído pelos seguintes Volumes:

- Volume 1 – Relatório do Projeto;
 - Volume 2 – Projeto de Execução;
 - Volume 3A – Estudos Geotécnicos;
 - Volume 3C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes;
 - Volume 4 – Orçamento.
-
- **Volume 1 – Relatório do Projeto** – apresentado em formato A-4 contém: Resumo dos Estudos e Projetos realizados, Quadro de Quantidades dos Serviços e Especificações construtivas a serem empregadas nas obras.
 - **Volume 2 – Projeto de Execução** – apresentado em formato A-3, contém: Mapa de Situação, Quadro de Características Técnicas e Operacionais, Quadro Resumo de Quantidades, Listagens e Projetos: Geométrico, Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem, Obras de Arte Correntes, Obras de Arte Especiais, Sinalização, Obras Complementares.
 - **Volume 3A – Estudos Geotécnicos** – apresentado em formato A-4, contém os Boletins de Sondagem, Resultados de Ensaios, Folhas de Resumo dos Estudos Estatísticos do Subleito, Empréstimos e Materiais para a Pavimentação.
 - **Volume 3C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes** – apresentado em formato A-4 contém todas as Notas de Serviço e Cálculo de Volumes do trecho, necessários à execução da obra.
 - **Volume 4 – Orçamento** – apresentado em formato A-4, contém o custo de todas as obras necessárias à execução do projeto, o resumo dos preços e as composições unitárias.

1.2 – DECLARAÇÕES DOS PROFISSIONAIS DA EQUIPE TÉCNICA

1.2 – DECLARAÇÕES DOS PROFISSIONAIS DA EQUIPE TÉCNICA

1.2.1 – INTRODUÇÃO

Apresentamos as declarações dos Profissionais da Equipe Técnica responsáveis pela elaboração dos quantitativos dos projetos.

1.2.2 – DECLARAÇÕES

- Engº DELANO CAVALCANTI CALIXTO, responsável pela **supervisão, coordenação e elaboração de Todos os Relatórios, Estudos e Projetos, tais como: Diretriz / Traçado, Projeto Geométrico, de Terraplenagem, Hidrologia, de Pavimentação, de Drenagem, de Geologia, Ambiental, de Interseções, de Obras Complementares, de Sinalização, de O.A.E., Segurança, Desapropriação e Orçamento**, além da intermediação com a fiscalização da AGETOP, componentes do Projeto para Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia: GO-480, Trecho: Cirilândia / Santa Isabel, Extensão: 7,54 km declara que calculou e verificou os quantitativos relativos a todos os projetos pelos quais assume total responsabilidade.

Goiânia-GO, 30 de Abril de 2013.

Delano Cavalcanti Calixto – CREA 4119/D-DF

- Eng^a THEONICE GOMES DE JESUS, responsável pela **coordenação e elaboração dos Estudos Topográficos, Estudos Geotécnicos e de Sondagens, Projeto de Terraplenagem e Projeto Geométrico do Projeto para Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia: GO-480, Trecho: Cirilândia / Santa Isabel, Extensão: 7,54 km** declara que calculou e verificou os quantitativos relativos a todos os projetos pelos quais assume total responsabilidade.

Goiânia-GO, 30 de Abril de 2013.

Theonice Gomes de Jesus – CREA 5340/D-ES

- Engº VALDECIR DA CRUZ FERRAZ, responsável pela **coordenação e elaboração dos Estudos de Tráfego, Estudos Geotécnicos, Projeto de Pavimentação, Sinalização e Obras Complementares do Projeto para Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia: GO-480, Trecho: Cirilândia / Santa Isabel, Extensão: 7,54 km** declara que calculou e verificou os quantitativos relativos a todos os projetos pelos quais assume total responsabilidade.

Goiânia-GO, 30 de Abril de 2013.

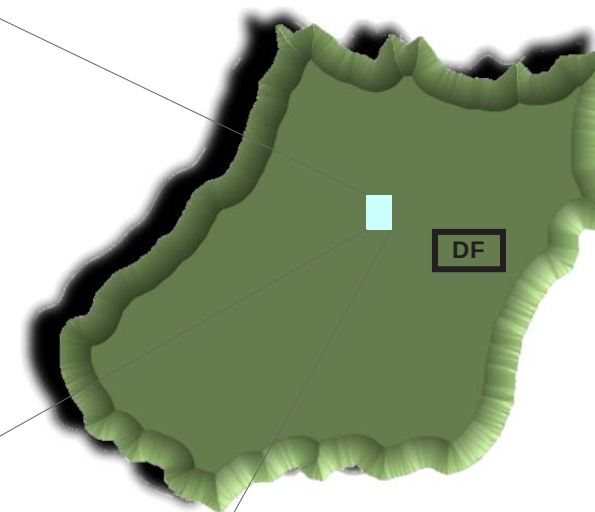
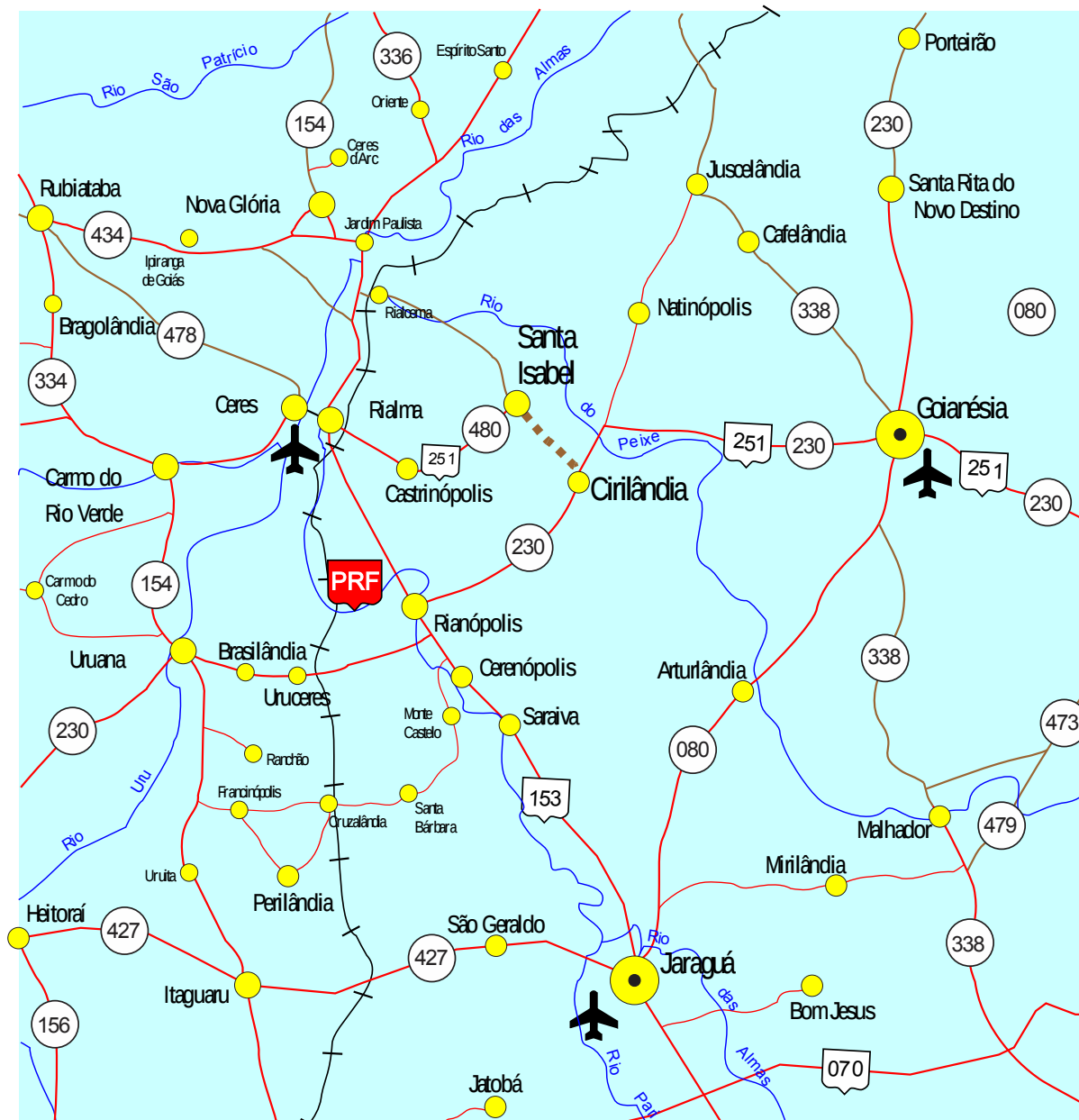
Valdecir da Cruz Ferraz – CREA 026/D-TO

- Engº MÁRCIO DE JESUS GUIMARÃES RESENDE, responsável pela **coordenação e elaboração dos Estudos Hidrológicos, Projeto de Drenagem, Estudos e Projeto Ambiental do Projeto para Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia: GO-480, Trecho: Cirilândia / Santa Isabel, Extensão: 7,54 km** declara que calculou e verificou os quantitativos relativos a todos os projetos pelos quais assume total responsabilidade.

Goiânia-GO, 30 de Abril de 2013.

Márcio de Jesus Guimarães Resende – CREA 1893/D-GO

2 – MAPA DE SITUAÇÃO



CONVENÇÕES

Rodovia: GO-480
Trecho: Cirilândia / Santa Isabel

..... **Trecho Objeto do Contrato**

— Vias Pavimentadas

Vias Não Pavimentadas

== Vias Projetadas

Cursos D'Água

++ Ferrovía Planejada

Localidades

3 – RESUMO DOS ESTUDOS E PROJETOS

3 – RESUMO DOS ESTUDOS E PROJETOS

3.1 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os Estudos Topográficos foram executados atendendo às recomendações da AGETOP e das Instruções de Serviço do DNIT.

Os serviços topográficos realizados objetivaram basicamente a obtenção das plantas planialtimétricas, sobre as quais foi desenvolvido o Projeto Geométrico.

Os serviços em questão iniciaram-se com a implantação de um alinhamento que procurou seguir basicamente o eixo da estrada existente. A estaca inicial do trecho foi cravada próxima ao eixo da GO-230, e segue rumo à cidade de Santa Isabel. Na maior parte do trecho, o alinhamento de projeto procurou seguir o traçado existente da GO-480, fazendo as necessárias correções nas curvas e tangentes, para atender as normas quando estas se faziam necessárias, o que fazia com que o alinhamento de projeto em alguns casos caminhasse por algumas vezes em terreno ainda virgem. A última estaca deste trecho está dentro do perímetro urbano de Santa Isabel na estaca 377+3,221.

O levantamento topográfico foi estaqueamento de 20 m em 20 m incluindo o procedimento de locação de pontos notáveis.

Paralelamente foram sendo efetuados, ao longo do trecho, o transporte e a implantação de RNs para controle dos levantamentos altimétricos. Esses RNs foram implantados a cada 25 estacas, ou seja 500 m de distância e, na maioria das vezes, a 40 m do eixo de locação.

Na sequência dos trabalhos, efetuou-se a locação, o nivelamento, e o contra nivelamento de uma linha base estaqueada ao longo da diretriz básica, a qual, serviu de referência a todos os levantamentos e locações realizadas.

O nivelamento e o contra nivelamento de todos os piquetes foi feito com nível de precisão, sendo que o erro máximo admissível esteve sempre de acordo com os critérios contidos nas instruções de projeto do DNIT e da AGETOP.

As seções transversais foram feitas a nível em todos os pontos do eixo locado.

Nas cadernetas, estão mencionadas grotas, cercas, pastagem, mato, plantação, interseções com outras rodovias, casas, benfeitorias, ruas existentes, postes, árvores, bueiros e demais elementos considerados significativos para o projeto.

Nos locais onde estão previstas obras de arte especiais e correntes foram executados levantamentos complementares. Para as obras de arte corrente foram efetuados levantamentos estadimétricos, a montante e a jusante, de modo a permitir a caracterização do talvegue e a locação da obra.

Para a definição das bacias de contribuição dos cursos d'água foram utilizadas cartas do IBGE, na escala 1:100.000, o levantamento aerofotogramétrico – USAF, na escala 1:60.000 e imagens de satélite com precisão submétrica. Essas plantas, de excelente precisão, forneceram elementos necessários e confiáveis aos estudos hidrológicos.

Através do programa AUTODESK CIVIL 3D, processaram-se os dados levantados, gerando assim todos os elementos necessários à elaboração dos desenhos finais e subsídios aos demais estudos e projetos deste trabalho.

São apresentados a seguir quadros com os dados referentes as curvas e retas (tangentes) e pontos notáveis da rodovia em estudo.

RELATÓRIO DE CURVAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL									
CURVA									TANGENTE
REFERÊNCIA	TRANSIÇÃO			CIRCULAR					COMPRI- MENTO
	ÂNGULO ESPIRAL		LC	RAIO	TANGENTE	DEFLEXÃO		DESENVOL- VIMENTO	
	ENTRADA	SAÍDA				ÂNGULO	LADO		
									186
1				700	42	06° 47' 15.8132"	DIREITO	83	
									115
2	05° 20' 51.3819"	05° 20' 51.3819"	70	375	71	21° 24' 42.9374"	ESQUERDO	280	
									248
3	08° 35' 39.7209"	08° 35' 39.7209"	120	400	187	50° 13' 27.3646"	DIREITO	591	
									413
4				800	138	19° 36' 50.0422"	ESQUERDO	274	
									1.107
5				1200	126	12° 01' 57.0440"	ESQUERDO	252	
									1.286
6				1500	159	12° 08' 10.3905"	ESQUERDO	318	
									84
7				1200	121	11° 30' 17.4164"	DIREITO	241	
									510
8				1000	170	19° 16' 26.1041"	ESQUERDO	336	
									522
9				1000	218	24° 38' 15.9996"	DIREITO	430	
									267
TOTAL PARCIAL								2.805	4.739
TOTAL GERAL								7.543	

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL								
RETAS					CURVAS			
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 1					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 1 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	0+00.000	8.301.433.554	674.185.446		PC:	1+85.825	8.301.547.006	674.038.274
FIM	1+85.825	8.301.547.006	674.038.274	185.825	CC:		8.302.101.401	674.465.645
					PT:	2+68.752	8.301.601.403	673.975.745
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	06° 47' 15.8132"	TIPO:	DIREITO
					RAIO:	700.000	TANGENTE:	41.512
					DESENVOLVIMENTO:	82.928	AFASTAMENTO:	1.230
					FLECHA:	1.228	CORDA:	82.879
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 2					PONTOS NOTÁVEIS DA ESPIRAL			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	2+68.752	8.301.601.403	673.975.745		TE:	3+84.184	8.301.682.189	673.893.294
FIM	3+84.184	8.301.682.189	673.893.294	115.432	EPI:		8.301.714.864	673.859.945
					EC:	4+54.184	8.301.729.582	673.841.814
					CURVA ESPIRAL: clothoid			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					COMPRIMENTO:	70.000	TI:	46.688
					RAIO:	375.000	TC:	23.353
					ÂNGULO ESPIRAL:	05° 20' 51.3819"	P:	0.544
					XC:	69.939	K:	34.990
					YC:	2.176	A:	162.019
							CORDA:	69.973
					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 2 CIRCULAR			
					DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL								
RETAS					CURVAS			
					EC:	4+54.184	8.301.729.582	673.841.814
					CC:		8.301.438.432	673.605.474
					CE:	5+94.325	8.301.795.767	673.719.212
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	21° 24' 42.9374"	TIPO:	ESQUERDO
					RAIO:	375.000	TANGENTE:	70.897
					DESENVOLVIMENTO:	140.141	AFASTAMENTO:	6.643
					FLECHA:	6.527	CORDA:	139.327
					PONTOS NOTÁVEIS DA ESPIRAL			
					DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
					CE:	5+94.325	8.301.795.767	673.719.212
					EPI:		8.301.802.850	673.696.959
					ET:	6+64.325	8.301.812.803	673.651.344
					CURVA ESPIRAL: clothoid			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					COMPRIMENTO:	70.000	TI:	46.688
					RAIO:	375.000	TC:	23.353
					ÂNGULO ESPIRAL:	05° 20' 51.3819"	P:	0.544
					XC:	69.939	K:	34.990
					YC:	2.176	A:	162.019
							CORDA:	69.973
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 3					PONTOS NOTÁVEIS DA ESPIRAL			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	6+64.325	8.301.812.803	673.651.344		TE:	9+12.533	8.301.865.714	673.408.841
FIM	9+12.533	8.301.865.714	673.408.841	248.208	EPI:		8.301.882.788	673.330.588
					EC:	10+32.533	8.301.897.090	673.293.140
					CURVA ESPIRAL: clothoid			

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL				
RETAS		CURVAS		
	PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
	COMPRIMENTO:	120.000	TI:	80.094
	RAIO:	400.000	TC:	40.086
	ÂNGULO ESPIRAL:	08° 35' 39.7209"	P:	1.499
	XC:	119.730	K:	59.955
	YC:	5.990	A:	219.089
			CORDA:	119.880
	PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 3 CIRCULAR			
	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
	EC:	10+32.533	8.301.897.090	673.293.140
	CC:		8.302.270.765	673.435.853
	CE:	13+83.165	8.302.141.376	673.057.358
	CURVA CIRCULAR			
	PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
	AC:	50° 13' 27.3646"	TIPO:	DIREITO
	RAIO:	400.000	TANGENTE:	187.477
	DESENVOLVIMENTO:	350.632	AFASTAMENTO:	41.755
	FLECHA:	37.808	CORDA:	339.513
	PONTOS NOTÁVEIS DA ESPIRAL			
	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
	CE:	13+83.165	8.302.141.376	673.057.358
	EPI:		8.302.179.307	673.044.391
	ET:	15+03.165	8.302.258.116	673.030.100
	CURVA ESPIRAL: clothoid			
	PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
	COMPRIMENTO:	120.000	TI:	80.094
	RAIO:	400.000	TC:	40.086
	ÂNGULO ESPIRAL:	08° 35' 39.7209"	P:	1.499

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL								
RETAS					CURVAS			
					XC:	119.730	K:	59.955
					YC:	5.990	A:	219.089
							CORDA:	119.880
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 4					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 4 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	15+03.165	8.302.258.116	673.030.100		PC:	19+16.185	8.302.664.508	672.956.402
FIM	19+16.185	8.302.664.508	672.956.402	413.020	CC:		8.302.521.760	672.169.241
					PT:	21+90.046	8.302.920.459	672.862.810
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	19° 36' 50.0422"	TIPO:	ESQUERDO
					RAIO:	800.000	TANGENTE:	138.284
					DESENVOLVIMENTO:	273.862	AFASTAMENTO:	11.864
					FLECHA:	11.690	CORDA:	272.526
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 5					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 5 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	21+90.046	8.302.920.459	672.862.810		PC:	32+96.960	8.303.880.111	672.311.153
FIM	32+96.960	8.303.880.111	672.311.153	1.106.914	CC:		8.303.282.062	671.270.798
					PT:	35+48.968	8.304.083.851	672.163.622
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	12° 01' 57.0440"	TIPO:	ESQUERDO
					RAIO:	1.200.000	TANGENTE:	126.469
					DESENVOLVIMENTO:	252.008	AFASTAMENTO:	6.646
					FLECHA:	6.609	CORDA:	251.546
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 6					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 6 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	35+48.968	8.304.083.851	672.163.622		PC:	48+34.853	8.305.040.574	671.304.448

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL								
RETAS					CURVAS			
FIM	48+34.853	8.305.040.574	671.304.448	1.285.884	CC:		8.304.038.337	670.188.419
					PT:	51+52.578	8.305.252.805	671.068.799
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	12° 08' 10.3905"	TIPO:	ESQUERDO
					RAIO:	1.500.000	TANGENTE:	159.459
					DESENVOLVIMENTO:	317.725	AFASTAMENTO:	8.452
					FLECHA:	8.405	CORDA:	317.132
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 7					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 7 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	51+52.578	8.305.252.805	671.068.799		PC:	52+36.735	8.305.302.198	671.000.662
FIM	52+36.735	8.305.302.198	671.000.662	84.157	CC:		8.306.273.772	671.704.966
					PT:	54+77.692	8.305.462.193	670.821.032
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	11° 30' 17.4164"	TIPO:	DIREITO
					RAIO:	1.200.000	TANGENTE:	120.885
					DESENVOLVIMENTO:	240.957	AFASTAMENTO:	6.073
					FLECHA:	6.043	CORDA:	240.552
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 8					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 8 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	54+77.692	8.305.462.193	670.821.032		PC:	59+87.314	8.305.837.587	670.476.366
FIM	59+87.314	8.305.837.587	670.476.366	509.622	CC:		8.305.161.271	669.739.754
					PT:	63+23.707	8.306.042.824	670.211.838
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	19° 16' 26.1041"	TIPO:	ESQUERDO
					RAIO:	1.000.000	TANGENTE:	169.801

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMENTO HORIZONTAL								
RETAS					CURVAS			
					DESENVOLVIMENTO:	336.393	AFASTAMENTO:	14.314
					FLECHA:	14.112	CORDA:	334.809
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 9					PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA 9 CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
INÍCIO	63+23.707	8.306.042.824	670.211.838		PC:	68+45.850	8.306.289.320	669.751.541
FIM	68+45.850	8.306.289.320	669.751.541	522.143	CC:		8.307.170.873	670.223.625
					PT:	72+75.861	8.306.566.378	669.427.017
					CURVA CIRCULAR			
					PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
					AC:	24° 38' 15.9996"	TIPO:	DIREITO
					RAIO:	1.000.000	TANGENTE:	218.381
					DESENVOLVIMENTO:	430.010	AFASTAMENTO:	23.567
					FLECHA:	23.025	CORDA:	426.705
PONTOS NOTÁVEIS DA RETA 10								
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE	COMPRIMENTO				
INÍCIO	72+75.861	8.306.566.378	669.427.017					
FIM	75+43.221	8.306.779.359	669.265.399	267.360				

Os resultados obtidos nos estudos topográficos são apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

3.2 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

É feita uma breve referência aos métodos aplicados e os trabalhos desenvolvidos para os estudos hidrológicos e dimensionamentos hidráulicos para os dispositivos de macrodrenagem da rodovia GO-480, trecho Cirilândia / Santa Isabel.

Na Fase Preliminar dos trabalhos de dimensionamentos, a consultora realizou a delimitação das bacias com dados de radar orbital obtidos pelo SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission*, da Agência Espacial Americana – NASA, disponibilizados pelo Sistema Geológico Americano (USGS). Os resultados obtidos foram aprimorados utilizando-se fotografias aéreas do local e cartas topográficas do DSG. A consultora realizou também visita na região de implantação da rodovia.

Na Fase de Anteprojeto a consultora realizou estudos hidrológicos para as bacias contribuintes orientando-se nas DNIT - IS-203 (Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos) e no DNIT - Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (Versão preliminar 2005). Os dimensionamentos hidráulicos orientaram-se no DNIT - Manual de Drenagem de rodovias e na DNIT – IS-210 (Instrução de Serviço para Projeto de Drenagem de Rodovia).

3.2.1 – GENERALIDADES

A definição de obra hidráulica baseada em cálculos hidrológicos deve, sempre que possível e respeitando-se os critérios técnicos cabíveis, se encaixar no critério de Custo-Benefício. O super dimensionamento da obra para atender uma máxima vazão pouco frequente leva à condição de obra muito cara que vai trabalhar ao longo de sua vida útil com certa ociosidade.

Por isso pode se correr o risco de que a rede venha a falhar durante seu uso, assumindo-o após considerações de ordem econômica e social. Para tanto, analisa-se estatisticamente as observações realizadas no posto pluviométrico adotado, verificando-se com que frequência as mesmas assumem dada magnitude para, em seguida se avaliar as probabilidades teóricas de ocorrências dos fenômenos meteorológicos, de acordo com a recorrência normalizada.

3.2.1.1 – ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

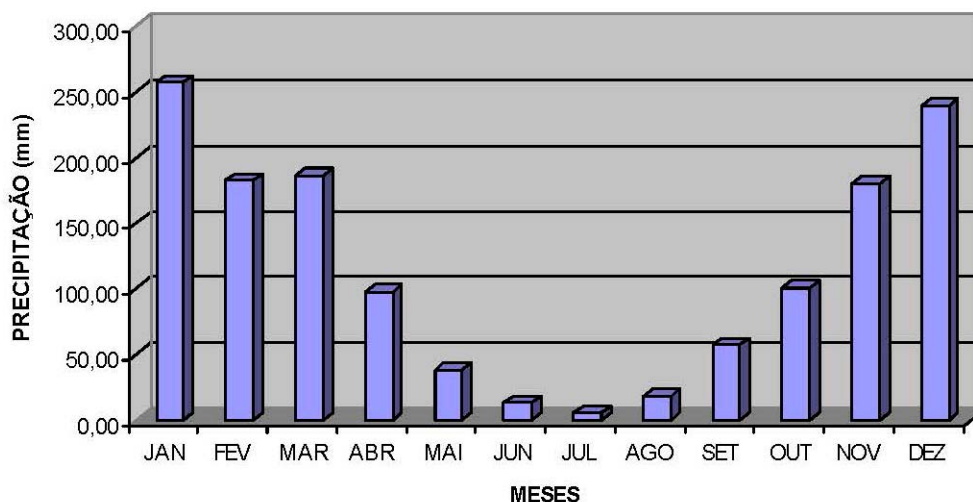
O trecho em estudo está localizado numa região que é normalmente bem regada por chuvas. Entretanto, essas precipitações não se distribuem igualmente durante o ano. Seu regime tem característica tropical, com máxima no verão e mínima no inverno.

Mais de 75% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso o trimestre novembro - dezembro - janeiro, conforme é mostrado no histograma (figura 1). Durante esse trimestre chove em média 48% do total anual.

Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são muito raras havendo em média, 2 a 3 dias de ocorrências deste fenômeno por mês, sendo que em muitos anos não são registrados sequer 1 dia de chuva.

Além de as ocorrências de chuvas durante o inverno serem muito reduzidas, estas são pouco copiosas, razão pela qual os totais mensais de precipitações nesta época são pouco significativos. No inverno, a média de chuva não chega a acumular mais de 10 mm. É assinalado ainda que, não apenas o trimestre de inverno é seco, mas também o mês que o antecede (maio) e o mês que o sucede (setembro) são muito pouco chuvosos.

MÉDIA DAS PRECIPITAÇÕES MENSAIS



Histograma com as precipitações médias referentes aos dados fornecidos pela estação de Porto Uruaçu.

O tipo climático do trecho segundo a classificação de Köppen é Aw, tropical quente e úmido, com chuvas de verão e inverno seco. O clima regional, segundo os estudos de Köppen e Goussen - Bagnouls, se enquadra no grupo dos climas controlados por massa de ar equatoriais e tropicais e no subgrupo dos climas tropicais alternadamente secos e úmidos.

TEMPERATURA

Considerando os valores mensais de insolação, radiação global de onda curta e radiação líquida disponível para a região, pode-se observar que:

- O inverno é ameno, com o frio ocorrendo apenas em ondas espasmódicas por ocasiões das invasões do anticiclone polar. A temperatura média anual varia entre 20°C e 26°C;
- As oscilações de temperatura, de amenas a elevadas, constituem o caráter predominante do regime térmico da região. A diferença entre as condições térmicas da primavera (sua estação mais quente) e do inverno (sua estação mais fria) é de pouca significância, tratando-se de condições médias. Entretanto, se observarmos a ocorrência das máximas e mínimas diárias verificamos que entre essas duas estações existe uma profunda diferença, enquanto na primavera as máximas e mínimas diárias mantêm-se quase sempre elevadas, no inverno as mínimas diárias mantêm-se muito baixas, tratando-se de região tropical, e as máximas sofrem acentuada queda, embora o declínio de temperatura não seja muito raro, sua frequência não é suficiente para determinar grande declínio das médias térmicas;
- As médias térmicas tem o seguinte comportamento na cidade de Porto Uruaçu (onde está localizada a estação meteorológica com dados mais consistentes) :
 - média anual das temperaturas máximas: 31,2° C
 - média anual das temperaturas mínimas: 15,4° C
 - média compensada anual: 21,8° C
 - temperatura mínima absoluta: 2,3° C
 - temperatura máxima absoluta: 38,6° C

UMIDADE

A umidade relativa do ar apresenta estreita relação com o sistema de circulação atmosférica: maior umidade no período das chuvas, quando a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) assume maior expressão, correspondendo ao período de novembro a abril, quando a média mensal encontra-se próxima aos 80%, e expansão do centro anticiclônico do Atlântico Sul no período de estiagem, com estabilidade atmosférica, como nos meses de junho a setembro, quando a umidade encontra-se em torno dos 65%. Os maiores índices de umidade relativa registrada na região em estudo ocorrem nos meses de dezembro e janeiro, com valores superiores a 80%, enquanto os menores nos meses de julho e agosto, com valores inferiores a 50%.

A evaporação na região indica correlação inversa com a variação da umidade relativa do ar: o ar mais seco entre os meses de maio a agosto, associado aos ventos mais frequentes do Anticiclone do Atlântico Sul, provocam maior demanda evaporativa da atmosfera junto ao solo. O aumento da temperatura do ar influi favoravelmente na intensidade de evaporação, determinando maior quantidade de vapor de água presente no mesmo volume de ar, quando é atingido seu grau de saturação. Para que ocorra a mudança de estado físico da água é consumida 585 cal.g⁻¹ à 25°C, razão pela qual a evaporação depende fundamentalmente da energia disponível proveniente da radiação solar.

Esta característica indica que cuidados especiais devem ser tomados nos serviços de compactação visto a grande variação de umidade característica da região. Sobre este aspecto deve ser lembrado que solos siltosos têm bons resultados nos serviços de terraplenagem quando compactados com umidade um pouco abaixo da umidade ótima (aproximadamente 3% abaixo). Este exemplo mostra com que cuidado e controle de qualidade devem ser executados estes serviços em ambientes como o da região estudada.

PLUVIOMETRIA

Para o estudo das chuvas precipitadas sobre a região obteve-se dados junto a ANA, referentes ao posto de Porto Uruaçu, no município de Uruaçu.

O posto de Porto Uruaçu foi escolhido por ser mais representativo para o nosso estudo. As leituras das chuvas precipitadas no local foram feitas através de pluviômetros, fornecendo dados referentes ao período de 1964 a 2011.

Estação Porto Uruaçu, código 01449001, Município de Uruaçu, em Goiás, latitude 14°33'19", longitude 49°08'22", bacia Rio Tocantins, sub-bacias Rio Tocantins, Maranhão, Palmas (20) principal curso d'água Rio Tocantins, dados pluviométricos de 1964 a 2011 (47 anos de série histórica).

A seguir apresenta-se o quadro com os dados mensais de precipitação, total precipitado, valor máximo precipitado do ano e o histograma com os valores médios, máximo e mínimo dos totais mensais das precipitações.

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-480

ESTAÇÃO: PORTO URUAÇU (01449001)

TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
1969	NDC	51	35	50	50	0	0	0	0	20	41	73	53	1608,2
	TOTAL	229,8	145,4	170,2	83,6	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2	136,6	444,4	378,0	
	MAXIMA	18	10	12	4	0	0	0	0	1	8	21	19	
1970	NDC	35	34	36	27	3	0	0	0	22	50	46	17	1628,2
	TOTAL	311,0	251,2	188,2	89,8	3,2	0,0	0,0	0,0	55,6	269,0	342,6	117,6	
	MAXIMA	23	16	10	6	1	0	0	0	4	12	18	13	
1971	NDC	29	52	29	88	0	0	0	16	7	21	8	9	942,1
	TOTAL	129,4	296,5	159,6	161,7	0,0	0,0	0,0	30,0	18,2	56,9	33,5	56,3	
	MAXIMA	9	17	16	10	0	0	0	2	5	13	12	13	
1972	NDC	31	30	6	6	18	0	3	0	4	50	36	42	850,8
	TOTAL	83,2	51,6	22,9	17,3	20,2	0,0	8,9	0,0	7,0	105,6	175,6	358,5	
	MAXIMA	8	8	12	4	2	0	3	0	3	7	8	17	
1973	NDC	14	16	35	70	7	8	0	0	12	12	16	21	1078,0
	TOTAL	56,7	50,8	373,2	193,6	7,2	10,4	0,0	0,0	19,9	88,9	78,4	198,9	
	MAXIMA	12	10	20	8	1	2	0	0	3	13	11	17	
1974	NDC	39	44	79	19	16	0	0	0	5	35	37	47	1329,0
	TOTAL	162,4	169,4	441,2	85,2	35,8	0,0	0,0	0,0	5,4	109,4	161,8	158,4	
	MAXIMA	19	21	20	9	3	0	0	0	1	7	9	14	
1975	NDC	46	71	21	78	8	0	0	0	6	66	36	68	1382,0
	TOTAL	159,0	230,4	133,2	168,4	7,8	0,0	0,0	0,0	6,2	285,0	172,6	219,4	
	MAXIMA	11	13	14	8	1	0	0	0	1	12	14	12	
1976	NDC	33,4	32,1	21,6	11,6	37,8	0,0	0,0	1,4	53,0	35,6	46,1	45,1	1370,7
	TOTAL	116,6	267,9	126,3	43,8	63,1	0,0	0,0	1,4	123,0	130,3	260,4	237,9	
	MAXIMA	13	20	13	7	5	0	0	1	9	9	21	17	
1977	NDC	62,3	75,7	44,3	48,7	8,2	12,2	0,0	0,0	16,1	40,1	80,0	46,0	1589,9
	TOTAL	453,3	221,1	83,7	86,1	25,7	12,2	0,0	0,0	27,7	176,8	182,5	320,8	
	MAXIMA	20	11	7	7	5	1	0	0	5	9	13	26	
1978	NDC	92,4	95,8	43,2	50,3	89,2	0,0	3,8	0,0	5,7	43,2	21,6		1788,9
	TOTAL	364,8	323,1	282,8	149,5	106,4	0,0	3,8	0,0	13,1	182,4	118,0	245,0	
	MAXIMA	14	13	12	7	3	0	1	0	3	11	9		
1979	NDC		22	13	7	3	0	0	3	3	9	16	17	1681,7
	TOTAL	507,0	314,0	103,1	44,9	7,0	0,0	0,0	54,3	35,4	145,6	278,0	192,4	
	MAXIMA		50,8	20,4	40,2	4,6	0,0	0,0	50,4	23,2	40,0	47,8	29,6	
1980	NDC	24		10	11	3	1	0	0	10	1	22	22	2080,1

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-480

ESTAÇÃO: PORTO URUAÇU (01449001)

TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
1981	TOTAL	414,6	599,0	141,2	117,0	17,4	7,6	0,0	0,0	91,2	4,8	304,8	382,5	1553,3
	MAXIMA	51,8		29,4	24,6	9,6	7,6	0,0	0,0	15,4	4,8	32,6	29,4	
	NDC	20	9	23	9	2	2	2	1	1	10	18	11	
	TOTAL	356,1	86,8	348,1	57,4	3,6	31,4	3,8	8,4	1,4	149,1	280,8	226,4	
	MAXIMA	60,9	33,8	34,6	16,4	2,4	28,6	2,6	8,4	1,4	41,2	60,8	56,4	
1982	NDC	29	8	16	6	5	0	0	2	5	12	6	15	1596,4
	TOTAL	616,8	101,8	296,4	50,8	31,2	0,0	0,0	21,6	34,0	212,0	80,0	151,8	
	MAXIMA	68,8	37,8	86,8	16,8	15,2	0,0	0,0	19,4	16,2	46,2	24,4	32,4	
1983	NDC	20	16	19	6	1	0	1	0	3	15	19		2014,2
	TOTAL	510,6	353,8	290,6	104,2	7,2	0,0	2,2	0,0	30,6	155,0	220,0	340,0	
	MAXIMA	75,2	55,6	57,8	26,6	7,2	0,0	2,2	0,0	14,8	36,4	93,4		
1984	NDC	14	13	19	11	1	0	0	1	9	10	12	13	1166,4
	TOTAL	145,8	143,6	162,2	105,6	4,2	0,0	0,0	3,6	108,6	166,8	156,0	170,0	
	MAXIMA	42,2	36,6	41,2	19,8	4,2	0,0	0,0	3,6	34,8	44,8	25,8	44,6	
1985	NDC	28	14	17	9	3	0	1	1	3	12	15	20	2191,5
	TOTAL	602,8	195,2	248,0	119,6	24,4	0,0	1,4	3,8	71,2	162,4	215,6	547,1	
	MAXIMA	95,8	53,4	52,8	24,8	13,4	0,0	1,4	3,8	65,2	54,4	96,6	140,4	
1986	NDC	22	15	17	5	3	0	2	4	2	8	11		1184,6
	TOTAL	238,6	208,6	119,8	16,0	45,0	0,0	6,4	48,8	25,2	54,0	126,2	296,0	
	MAXIMA	50,6	45,0	30,8	4,6	24,2	0,0	5,2	34,4	22,4	28,2	32,8		
1987	NDC			12	3	1	0	0	0	2	2		10	1394,2
	TOTAL	177,0	127,0	305,4	55,6	5,2	0,0	0,0	0,0	40,6	73,4	240,0	370,0	
	MAXIMA			73,2	28,2	5,2	0,0	0,0	0,0	20,4	37,2		98,2	
1988	NDC	7	11	10	3	0	1	0	0		8	5	8	1167,4
	TOTAL	181,0	266,2	240,4	45,6	0,0	6,2	0,0	0,0	15,0	161,2	81,2	170,6	
	MAXIMA	54,6	43,2	56,0	20,8	0,0	6,2	0,0	0,0		34,6	25,6	33,4	
1989	NDC	13	7	9	3	1	1	1	2	3	8	16	27	1805,8
	TOTAL	295,0	76,5	158,8	46,4	48,4	13,0	15,6	13,0	42,6	79,6	292,5	724,4	
	MAXIMA	33,8	16,0	52,6	25,4	48,4	13,0	15,6	6,8	15,4	18,4	74,8	110,0	
1990	NDC	14	19	6	5	4	0	1	1	5	6	9	13	1295,6
	TOTAL	270,8	270,8	47,2	58,6	78,4	0,0	6,2	11,2	50,4	60,4	171,2	270,4	
	MAXIMA	59,8	39,2	10,0	16,8	32,8	0,0	6,2	11,2	24,6	23,8	53,4	40,8	
1991	NDC	19	14	15	6	1	0	0	0	4	4	13	16	1421,4
	TOTAL	282,6	172,8	386,4	103,0	5,8	0,0	0,0	0,0	23,2	101,4	171,4	174,8	

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-480

ESTAÇÃO: PORTO URUAÇU (01449001)

TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
	MAXIMA	55,2	31,6	64,2	46,0	5,8	0,0	0,0	0,0	9,0	54,2	44,2	44,6	
1992	NDC	22	16	19	11	2	0	0	2	7	15	21	21	1947,0
	TOTAL	452,2	294,6	191,0	111,8	18,4	0,0	0,0	13,2	127,6	113,6	267,8	356,8	
	MAXIMA	92,4	56,8	59,0	45,2	13,6	0,0	0,0	12,0	53,4	20,8	55,4	46,4	
1993	NDC	11	19	7	5	3	2	0	0	5	7	8	22	1057,3
	TOTAL	93,6	244,0	85,4	34,5	54,0	15,6	0,0	0,0	62,6	30,0	61,4	376,2	
	MAXIMA	24,8	44,2	52,2	13,2	27,6	10,8	0,0	0,0	44,2	8,8	16,8	54,0	
1994	NDC	18	16	15	13	1	2	0	0	0	9	15	19	1506,0
	TOTAL	201,2	142,6	321,5	151,1	10,4	12,2	0,0	0,0	0,0	175,2	306,4	185,4	
	MAXIMA	35,6	29,4	93,6	30,8	10,4	9,4	0,0	0,0	0,0	54,8	73,4	45,2	
1995	NDC	15	20	16	13	6	0	0	0	2	7	15	18	1615,8
	TOTAL	229,0	291,2	154,6	215,2	30,6	0,0	0,0	0,0	27,2	64,6	204,6	398,8	
	MAXIMA	34,6	40,6	48,4	54,8	14,4	0,0	0,0	0,0	21,8	28,2	38,6	48,6	
1996	NDC	13	10	20	10	1	0	0	5	2	11	17	11	1353,0
	TOTAL	145,2	138,6	271,6	151,8	3,8	0,0	0,0	33,8	31,6	187,2	256,2	133,2	
	MAXIMA	40,4	39,4	43,4	89,4	3,8	0,0	0,0	16,8	30,8	44,2	59,4	31,8	
1997	NDC	22	14	18	13	2	4	0	0	4	12	8	19	1665,0
	TOTAL	353,8	178,8	382,2	110,0	10,6	12,6	0,0	0,0	47,4	156,2	183,0	230,4	
	MAXIMA	55,8	50,6	58,4	31,2	7,2	6,8	0,0	0,0	20,6	48,6	47,2	49,2	
1998	NDC	16	12	9	2	0	1	0	0	1	12	16	12	1082,4
	TOTAL	189,8	245,0	82,0	44,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,6	132,0	275,2	108,0	
	MAXIMA	33,2	61,4	27,8	33,2	0,0	5,8	0,0	0,0	0,6	24,4	83,4	25,2	
1999	NDC	10	9	11	1	2	0	0	0	4	11	16	19	1119,0
	TOTAL	144,6	87,0	141,0	2,2	4,4	0,0	0,0	0,0	57,4	106,4	125,0	451,0	
	MAXIMA	38,8	19,8	56,8	2,2	2,8	0,0	0,0	0,0	27,6	35,2	27,8	76,4	
2000	NDC	19	21	16	3	0	0	0	3	6	6	19	21	1462,4
	TOTAL	279,6	218,2	260,4	24,0	0,0	0,0	0,0	7,8	27,4	63,0	291,6	290,4	
	MAXIMA	51,8	31,8	52,2	18,2	0,0	0,0	0,0	5,2	13,2	21,8	50,8	58,4	
2001	NDC	9	9	11	6	0	0	0	0	3	14	12	15	1295,9
	TOTAL	109,0	141,0	137,4	49,6	0,0	0,0	0,0	0,0	37,6	264,0	262,7	294,6	
	MAXIMA	32,6	46,4	58,2	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	49,4	65,9	63,6	
2002	NDC	16	10	10	2	2	0	0	0	3	6	12	18	1375,1
	TOTAL	411,5	184,8	90,7	3,3	4,1	0,0	0,0	0,0	55,4	96,2	135,1	397,3	
	MAXIMA	56,8	52,4	60,6	2,3	3,4	0,0	0,0	0,0	30,1	47,7	40,6	90,4	

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-480

ESTAÇÃO: PORTO URUAÇU (01449001)

TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
2003	NDC	21	10	17	8	1	0	0	1	1	9	15	11	1109,7
	TOTAL	323,8	56,6	234,7	98,8	16,3	0,0	0,0	0,8	5,3	112,4	101,7	159,3	
	MAXIMA	46,8	27,6	50,2	29,2	16,3	0,0	0,0	0,8	5,3	40,5	22,1	43,1	
2004	NDC	23	23	9	10	0	0	0	0	1	11	12	15	1640,9
	TOTAL	485,5	525,2	54,7	79,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	138,1	160,3	195,0	
	MAXIMA	66,5	70,4	15,4	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	33,2	53,4	34,5	
2005	NDC	21	13	19	2	2	1	0	0	5	4	14	16	1351,7
	TOTAL	225,1	200,3	204,9	19,4	10,8	0,1	0,0	0,0	62,7	50,5	260,2	317,7	
	MAXIMA	33,4	47,3	61,2	17,1	6,5	0,1	0,0	0,0	29,1	30,5	59,2	74,2	
2006	NDC	8	12	19	7	3	0	0	1	4	14	12	16	1634,6
	TOTAL	93,5	136,8	510,4	37,9	14,5	0,0	0,0	16,3	20,4	258,8	211,1	334,9	
	MAXIMA	28,3	39,5	182,4	10,2	11,3	0,0	0,0	16,3	6,5	53,2	42,5	67,1	
2007	NDC	13	19	6	3	0	0	0	0	0	8	10	12	1278,3
	TOTAL	279,2	362,1	52,2	43,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	115,6	231,6	193,9	
	MAXIMA	43,1	85,3	21,4	29,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,5	51,4	35,1	
2008	NDC	16	17	17	10	0	0	0	0	3	2	15	21	1897,1
	TOTAL	357,3	326,7	350,3	244,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	24,8	182,2	408,4	
	MAXIMA	91,2	71,1	76,4	126,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	16,4	31,1	57,5	
2009	NDC	14	8	13	10	2	0	0	3	3	19	14	22	2074,1
	TOTAL	287,4	159,6	224,0	139,1	25,5	0,0	0,0	59,7	68,1	457,4	166,9	486,4	
	MAXIMA	95,2	48,3	65,4	32,1	15,3	0,0	0,0	41,1	45,1	97,3	21,2	78,3	
2010	NDC	12	8	16	3	0	0	0	0	1	11	17	18	1969,9
	TOTAL	243,4	126,6	365,4	132,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	166,8	463,2	461,5	
	MAXIMA	50,0	50,0	91,1	74,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	34,3	96,3	74,3	
2011	NDC	16	21	17	5	1	1	0	0	1	10	14	17	2484,4
	TOTAL	508,4	368,0	550,7	152,0	21,5	27,1	0,0	0,0	0,1	298,8	227,3	330,5	
	MAXIMA	82,1	51,3	86,0	89,5	21,5	27,1	0,0	0,0	0,1	95,0	54,2	75,4	
MÉDIA	NDC	16	14	14	7	2	0	0	1	3	10	14	17	1502,7
	TOTAL	281,6	214,5	216,5	89,7	17,9	3,5	1,1	7,3	33,9	144,4	207,1	285,2	
	MAXIMA	51,1	45,6	51,2	35,6	12,2	3,1	0,9	5,5	18,1	40,1	47,8	53,7	

Estudo Estatístico das Chuvas

Com os dados coletados por este posto, foi elaborado o estudo estatístico das chuvas usando a determinação das alturas para diferentes períodos de recorrência e diferentes durações. A metodologia empregada foi o método da "Probabilidade Extrema de Gumbel". Para isto foi escolhida a maior altura de chuva em cada ano de série de máximas anuais.

Para tempos de duração menores que um dia, fizeram-se correlações com o Método das Isozonas, adiante descrito.

A seguir são apresentados os cálculos que fornecem as relações entre a precipitação máxima, período de retorno e probabilidade de ocorrência, para os postos em estudo.

- P - Precipitação máxima anual no intervalo de 1974 a 2011.
- Pm - Precipitação média.
- F - Frequência de vazões de enchentes observadas.
- Tr - Período de Recorrência.
- n - Número de ordem, variável de 1 a n.
- σ - Desvio-padrão das "n" vazões máximas.

$$Pr = P + \sigma K \quad (\text{fórmula devida a Ven Te Chow})$$

Onde:

- Pr - a precipitação para um certo período de recorrência.
- K - Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do período de recorrências. Valor tabelado por Weise e Reid.

Método das Isozonas

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores há 24 horas e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolações destes postos distantes até o local de projeto. O MÉTODO DAS ISOZONAS, desenvolvido para o Brasil pelo Eng. José Jaime Taborga Torrico, correlaciona os dados de postos pluviográficos.

Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários, inferiores há 24 horas.

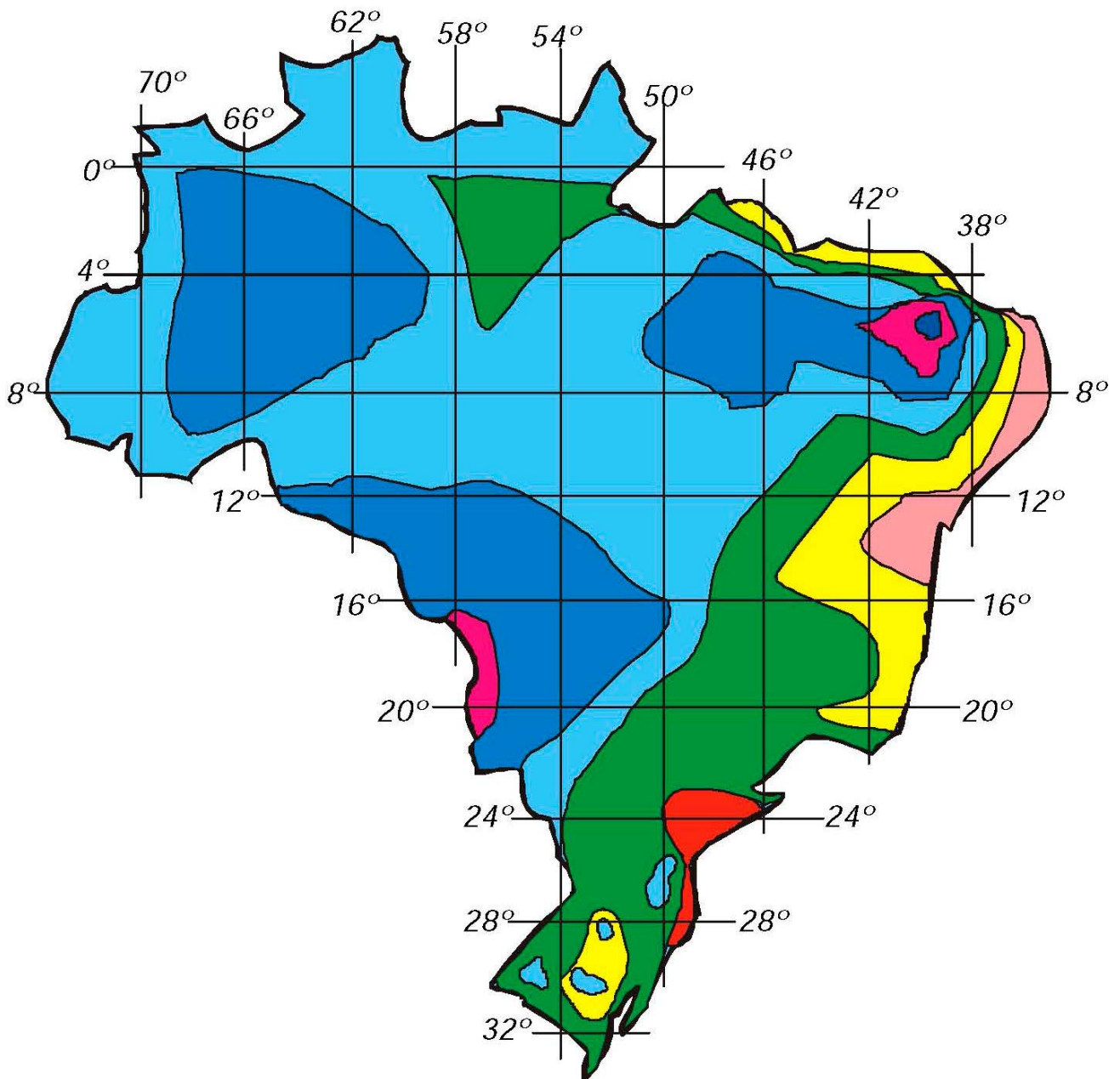
A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calcula-se para o posto em estudo a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto. Converte-se esta chuva de um dia em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta pelo coeficiente 1,10; que é a relação 24 horas / 1 dia.

Determina-se no mapa apresentado a seguir, a isozona correspondente à região de projeto.

Em nosso estudo a isozona utilizada foi a isozona "E". Fixam-se para a mesma, as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora.

Pode-se assim, obter valores de precipitação (em mm) para 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração para os tempos de recorrência considerados.

MAPA DE ISOZONAS



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

3.2.2 – CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O trecho em estudo se desenvolve na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, é drenado por diversos cursos d'água entre eles, Córrego Limoeiro e Ribeirão Iguaçu.

Na fixação do tempo de recorrência, mereceram cuidados especiais os seguintes fatores:

- periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que possam ocasionar as cheias às populações ribeirinhas e às propriedades;
- interrupção de tráfego, os perigos econômicos;
- prejuízos a propriedades vizinhas;
- danos às obras de drenagem;
- estimativa de custos de restauração na hipótese de destruição
- fatores econômicos.

Em face disso, foram usados os seguintes tempos de recorrência, recomendados pelo DNIT e pela AGETOP:

- Bueiro de grotta e drenagem superficial 5 anos
- Bueiro em bacia até 1,0 km² 10 anos
- Bueiro em bacias entre 1,0 km² e 5,0 km² 25 anos
- Bueiros ou galerias em que A > 5,0 km² 50 anos
- Pontes maiores que 100 m 100 anos

Tempo de Concentração (TC)

Para o cálculo do tempo de concentração utilizar-se-à a fórmula de Kirpich (segundo recomendação das especificações técnicas para estudos hidrológicos):

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

Onde:

T_c = tempo de concentração em horas.

L = comprimento do talvegue em km.

S = declividade média ponderada do talvegue em %.

Cálculo das Vazões Afluentes

Estudo das Vazões

O estudo das vazões das bacias de contribuição, para efeito de dimensionamento das obras de drenagem, foi feito, separadamente, considerando o exposto nas especificações do DNER, no que tange às áreas das bacias hidrográficas.

Métodos de Cálculo

Método Racional

Usado para o cálculo das vazões afluentes para bacias hidrográficas com áreas inferiores a 500 ha, cuja fórmula é:

$$(Q_p = 0,278 C * I * A_d)$$

Onde:

- Qp - Descarga de projeto, em m³/s.
 C - Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial.
 I - Intensidade de precipitação sobre toda a área drenada, dada pela relação:
 $I = P / T_c$, em mm/h.
 onde:
 P = Precipitação, em mm.
 Tc = Tempo de concentração, em horas.
 Ad - Área da bacia, em km².

Observações:

Para micro-bacias (A < 100ha):

As descargas serão obtidas segundo a aplicação da expressão:

$$Q = 0,278 * C * I * A.$$

Para pequenas bacias (100 < A < 500 ha):

É acrescido na expressão acima, um coeficiente de retardo (v):

$$Q = 0,278 * C * I * A * v$$

$$\psi = 4,38 / A^{0,20} * L$$

sendo que: $v = 1 / ((100 * A)^{(1/n)})$

Onde:

- n - 4, para bacias de declividade < 0,5%
 n - 5, para bacias com declividade entre 0,5% e 1%
 n - 6, para bacias com declividade > 1,00%

Para bacias médias (500 < A < 1000ha):

Aplica-se a expressão:

$$Q = (0,280 * A * P_e) / T_p$$

Para a obtenção da descarga, onde:

- Pe - precipitação efetiva, em mm
 Tp - tempo de pico, em horas (Tp = Tc + (0,6 * Tc))
 Tc - tempo de concentração

Para bacias grandes (A > 1000ha):

As descargas de pico são obtidas através do emprego do Método do Hidrograma Unitário Triangular (MHUT), desenvolvido para bacias até o limite de 250.000 ha (2.500 km²)

Método do Hidrograma Unitário Triangular - HUT

Corresponde ao cálculo de vazões afluentes em bacias hidrográficas, com áreas entre 500 e 250.000ha. Bacias com áreas acima de 250.000ha serão decompostas em sub-bacias menores fazendo-se o estudo específico para cada uma.

Descrição do Método

Quando o tempo de concentração da bacia for inferior a 24 horas, a descarga do projeto será calculada com a composição de hidrogramas resultante da adoção de 05 hidrogramas parciais com duração:

$$\Delta t = T_c/5$$

Quando o tempo de concentração da bacia for superior a 24 horas, serão definidos hidrogramas parciais com duração unitária de 6 horas, considerando-se na definição da descarga o número inteiro de hidrogramas, tal que:

$$n = T_c/6$$

Na utilização do método serão adotadas as seguintes expressões:

$$T_p = (\Delta t / 2) + T_L$$

T_p = Tempo de ascensão do hidrograma, em horas.

Δt = Duração da chuva unitária antes estabelecida, em horas.

T_L = Tempo de reação fluvial ("Lag-Teme"), em horas.

$T_L = 0,6 T_c$, sendo: T_c = Tempo de concentração, em horas.

$T_b = 2,67 T_p$ onde:

T_b = Tempo de base do hidrograma

$T_r = T_b - T_p$ onde:

T_r = Tempo de retorno, em horas.

$P_m = P (1 - 0,10 \log A/25)$ onde,

P_m = Precipitação média (mm).

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

$p/ A > 25 \text{ km}^2$.

A = Área da bacia, em km^2 .

P = Precipitação em mm;

$P = f (A_t) \Rightarrow$ obtida do gráfico de precipitações.

$$P_{ei} = ((P_m - (5080 / CN) - 50,8)^2 / ((P_m + (20320 / CN) - 203,2))$$

P_{ei} = Chuva efetiva, em mm.

CN = Complexo solo-vegetação ou número de deflúvio.

P_m = Precipitação média, em mm.

Construção do Hidrograma Unitário Triangular.

$$\mu(Tp) = (2,08 * A) / Tp$$

A = Área da bacia em km²

Tp = Tempo de pico em horas

$$HUT = (\mu(Tp) * Ti) / Tp \text{ para } Ti < Tp$$

$$HUT = (\mu(Tp) * (Tb - Ti)) / Tr \text{ para } Ti > Tp$$

Coeficiente de Escoamento (C) e do Complexo Solo-Vegetação (CN)

Fixação do coeficiente de escoamento (C), para o Método Racional, e o coeficiente do complexo solo-vegetação (CN), para o Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

Este estudo consiste em verificar-se de todas as maneiras possíveis, a conduta do solo sob a chuva, a retenção de água pela cobertura vegetal e pelo solo, e as características físicas da bacia contribuinte (como a forma, declividade, comprimento do talvegue principal, rede de drenagem, etc.). A fixação destes coeficientes é de óbvia importância na estimativa das vazões e é aquela que menos se presta a uma avaliação exata. A avaliação criteriosa depende de uma análise de todos os fatores intervenientes.

			1		2		3	
OROGRAFIA			PLANA		ONDULADA		MONTANHOSA	
CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE			C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos Estéreis e Área Urbanizadas	Muito Permeáveis	A	0,10	50	0,2	55	0,3	65
	Permeáveis	B	0,20	55	0,3	60	0,4	70
	Semi-Permeáveis	C	0,40	60	0,5	65	0,6	75
	Pouco Permeáveis	D	0,60 - 0,80	70	0,60 - 0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, Pastagens e Matas Ralas	Muito Permeáveis	A	0,20	45	0,3	50	0,4	60
	Permeáveis	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	Semi-Permeáveis	C	0,30	60	0,4	60	0,5	70
	Pouco Permeáveis	D	0,40	65	0,5	70	0,6	75
Culturas e Pastagens Terraceados	Muito Permeáveis	A	0,10	35	0,3	45	0,4	50
	Permeáveis	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	Semi-Permeáveis	C	0,30	50	0,4	60	0,5	60
	Pouco Permeáveis	D	0,40	60	0,5	65	0,6	70
Culturas Terraceados	Muito Permeáveis	A	0,10	30	0,2	40	0,3	50
	Permeáveis	B	0,15	40	0,3	50	0,4	55
	Semi-Permeáveis	C	0,20	50	0,4	55	0,5	60
	Pouco Permeáveis	D	0,40	60	0,5	65	0,6	70

A – “Loess” em camadas espessas

B – “Loess” em camadas rasas e areias

C – Solos Siltosos e Argilosos

D – Solos com argilas expansivas e pavimento

CN	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
τ	23,33	18,57	15,00	12,22	10,00	8,18	6,66	5,38	4,28	3,33	2,50

Os elementos disponíveis para a determinação das bacias hidrográficas são os dados de radar orbital obtidos pelo SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission*, da Agência Espacial Americana – NASA, disponibilizados pelo Sistema Geológico Americano (USGS). Os resultados obtidos foram

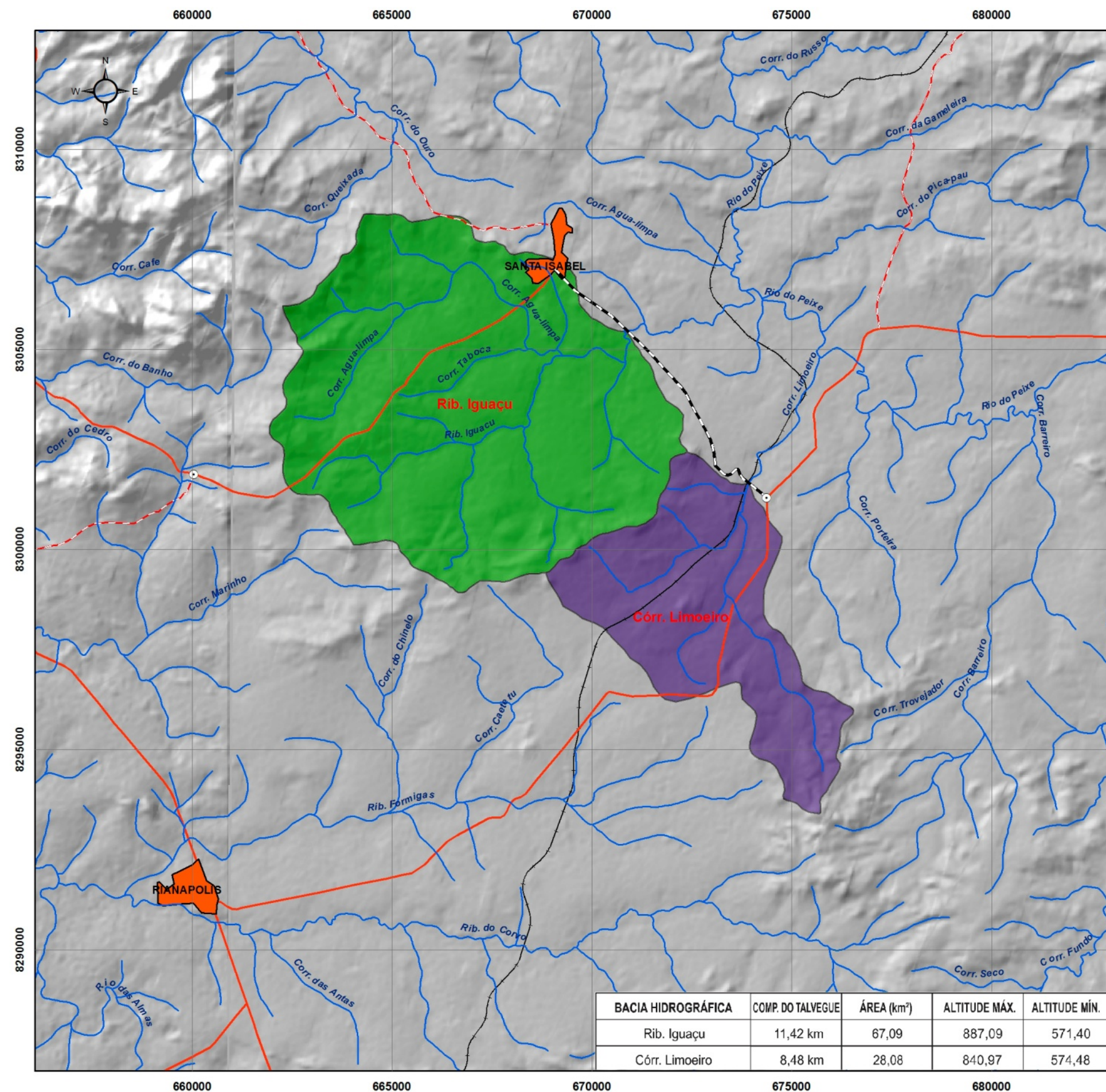
aprimorados utilizando-se fotografias aéreas do local e cartas topográficas do DSG. Através destes elementos foram determinadas características das bacias hidrográficas tais como:

- A = área de drenagem em m^2 ;
- L = comprimento do talvegue principal;
- Δh = desnível entre o ponto mais alto na cabeceira e a seção de drenagem;
- S = declividade média do talvegue principal.

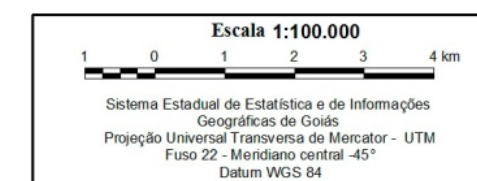
Foram observados, ao longo do trecho, o tipo de solo e a utilização da terra. Desta forma, definiu-se os parâmetros compatíveis com a região para determinação das descargas prováveis, e com isso, estruturou-se o possível modelo regional de cheias.

O maior objetivo do estudo das bacias hidrológicas é a predição satisfatória do comportamento hidráulico das obras de arte projetadas. Isto é conseguido através da ordenação e análise das informações obtidas dos estudos realizados e listados anteriormente.

Apresentamos a seguir o Mapa das Bacias Hidrográficas que cruzam a rodovia GO-480.



GO - 480
SANTA ISABEL - CIRILÂNDIA
BACIAS HIDROGRÁFICAS



DELANO CAVALCANTI CALIXTO
ENGENHARIA CONSULTIVA

Av. T4 1.478, sala A171/A176
CEP: 74.230-030
Telefone: 62 3921-6606 / 3921-6808
www.delanocalixto.com.br

3.2.3 – DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Será adotado o diâmetro mínimo de 1,0 m para bueiros tubulares de concreto ou aço, tendo em vista a facilidade de limpeza da obra.

Será previsto o uso de dispersores de energia a jusante caso se verifique a possibilidade de erosões que possam danificar a obra ou a superfície à jusante.

A definição das O.A.E. passa pelo uso da fórmula de Manning para canais abertos, aliada à Equação de Continuidade.

Fórmula de Manning

$$V = (R^{2/3} * i^{1/2}) / \eta$$

Em que:

V – Velocidade de escoamento (em m/s)

R - Raio Hidráulico - $R = a/p$ (em m)

A - Área da lâmina de vazão (em m²)

p - Perímetro da seção molhada (em m)

η - Coeficiente de rugosidade (adimensional)

i - Declividade da obra (m/m)

Equação de Continuidade

$$Q = A * V$$

Onde:

Q = Vazão em m³/s

A = Área da lâmina de vazão em m².

V = Velocidade do Escoamento em m/s.

Considerações Gerais

Há relativa concordância entre os hidrologistas de que o valor de V deve estar entre 0,5 e 6 m/s, por um lado evitando o assoreamento da obra e por outro, a erosão das paredes da obra pelo processo de cavitação.

A Tabela abaixo correlaciona as condições de superfície e velocidades críticas em diversos tipos de canais.

SUPERFÍCIE	η	Vmin (m/s)	Vmax (m/s)
Concreto Liso	0,010	0,50	6,00
Concreto Rústico	0,014	0,50	6,00
Aço Corrugado	0,015	0,50	10,00
Pedra Arrumada, Rip Rap	0,020	0,50	4,50
Revestimento Vegetal	0,030	0,50	1,00
Canais Irregulares em Terra	0,033	0,50	1,00

Apresentação dos Resultados

Apresenta-se a seguir, planilhas com o cálculo das vazões de projeto para as características das bacias apresentadas. As obras foram dimensionadas atendendo as descargas calculadas, visando-se na metodologia de dimensionamento hidráulico indicado nas especificações.

Bueiros Tubulares

A metodologia utilizada para o dimensionamento hidráulico dos bueiros foi seguir os monogramas e ábacos contidos na publicação "Hydraulic Charts for the Selection of Highway Culverts - Hydraulic Engineering", circular nº 5, do Bureau of Public Roads e a Norma para Projeto de Drenagem, contido no Manual de Drenagem do DNER.

Bueiros Celulares de Concreto

Estes bueiros foram dimensionados para atender a uma vazão para tempo de recorrência de 50 anos de acordo com as Especificações do DNER.

Apresentamos a seguir a relação das Obras de Arte Especiais com suas respectivas características, como área da bacia, comprimento do talvegue, localização do curso d'água em relação ao estaqueamento do trecho, entre outros.

MÉTODO RACIONAL**RESUMO DOS CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E DEFINIÇÃO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES E ESPECIAIS**

Curso d'água	Estaca	Comprimento do talvegue (km)	Área (km ²)	Cota máxima	Cota mínima	Desnível (m)	Declividade (%)	Precipitação - Tempo de concentração (mm)	Tempo de concentração (h) = $0,39 * (L^2 / S)^{0,385}$	Intensidade (mm/h) = P/Tc	Coefficiente de deflúvio - C	Coefficiente de retardo (ψ)	Método de cálculo	Vazão (m ³ /seg)	Obra indicada
Córrego Limoeiro	14	8,48	28,08	841,0	574,5	266	3,14	99	1,30	76	0,4	0,3	HUT	74	BTCC 2,50 x 2,50
Passagem de Água - Seco	47	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Passagem de Água - Seco	99	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Passagem de Água - Seco	111	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Passagem de Água - Seco	142	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Passagem de Água - Seco	181	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Passagem de Água - Seco	215	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Ribeirão Iguaçu	269	11,42	67,09	887,1	571,4	316	2,76	222	1,72	129	0,4	0,2	HUT	115	BTCC 3,00 x 3,00
Passagem de Água - Seco	294	BACIA MÍNIMA													BSTC DN 1000
Passagem de Água - Seco	369	BACIA MÍNIMA - CUIDADO ADICIONAL													BDTC DN 1000

Tipo	1,50			2,00			2,50			3,00		
	Área	Veloc.	Vazão	Área	Veloc.	Vazão	Área	Veloc.	Vazão	Área	Veloc.	Vazão
BSCC	2,3	3,42	7,69	4,0	3,95	15,79	6,3	4,41	27,58	9,0	4,83	43,51
BDCC	4,5	3,42	15,38	8,0	3,95	31,58	12,5	4,41	55,16	18,0	4,83	87,01
BTCC	6,8	3,42	23,07	12,0	3,95	47,36	18,8	4,41	82,74	27,0	4,83	130,52

MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR**MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR - HUT**

ESTAÇÃO: PORTO URUAÇU		RODOVIA: GO-480		TRECHO: Cirilândia / Santa Isabel		ESTACA:			
CURSO D'ÁGUA: Córrego Limoeiro				VEGETAÇÃO: Cerrado, pasto, canavial, matas ralas		CN: 60		S: 169,33	
A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (km ²): 28,08				CR - COEFICIENTE DE REDUÇÃO: 1,03		Tp - TEMPO DE PICO (h): 0,91			
L - COMPRIMENTO DE TALVEGUE (km): 8,48				Ø (Tp): 64,10		Tr - TEMPO DE DESCIDA (h): 1,52			
ΔH - DESNÍVEL (m): 266				Tc - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h): 1,30		Tb - TEMPO DE BASE (h): 2,43			
D - DECLIVIDADE (%): 3,14				dT - TEMPO UNITÁRIO (h): 0,24		TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA (anos): 50			

Ti(h)	P(cm)	Pm(cm)	Pe(cm)	dPe(cm)	HUT	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,24	3,97	3,95	0,02	0,02	17,12	0,33										0,33
0,49	5,92	5,89	0,33	0,31	34,23	0,67	5,31									5,97
0,73	7,06	7,02	0,65	0,33	51,35	1,00	10,61	5,56								17,18
0,97	7,87	7,83	0,94	0,28	61,49	1,20	15,92	11,13	4,85							33,10
1,22	8,50	8,45	1,18	0,25	51,25	1,00	19,07	16,69	9,70	4,21						50,67
1,46	9,01	8,96	1,40	0,22	41,00	0,80	15,89	19,99	14,54	8,43	3,71					63,36
1,70	9,44	9,39	1,59	0,19	30,75	0,60	12,71	16,66	17,42	12,64	7,43	3,32				70,77
1,95	9,82	9,77	1,77	0,17	20,50	0,40	9,53	13,33	14,51	15,14	11,14	6,63	2,99			73,68
2,19	10,15	10,10	1,93	0,16	10,25	0,20	6,36	9,99	11,61	12,62	13,34	9,95	5,99	2,73		72,79
2,43	10,44	10,39	2,08	0,15	0,00	0,00	3,18	6,66	8,71	10,10	11,12	11,91	8,98	5,46	2,51	68,63

DIMENSIONAMENTO DA OBRA DE ARTE (MÉTODO DNIT)

Qp (m ³ /s)	Células			D (%)	η (tab.)	Raio hidráulico	V (m/s)	Qr (m ³ /s)	OBRA EXISTENTE	OBRA PROJETADA
	Número	Largura	Altura						PONTE DE MADEIRA	BTCC 2,50 x 2,50
73,68	3	2,50	2,50	1,00	0,015	1,05	4,41	82,74		

MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR - HUT

ESTAÇÃO: PORTO URUAÇU	RODOVIA: GO-480	TRECHO: Cirilândia / Santa Isabel	ESTACA:
CURSO D'ÁGUA: Ribeirão Iguaçu	VEGETAÇÃO: Cerrado, pasto, canavial, matas ralas	CN: 55	S: 207,82
A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (km ²): 67,09	CR - COEFICIENTE DE REDUÇÃO: 0,91	Tp - TEMPO DE PICO (h): 1,20	
L - COMPRIMENTO DE TALVEGUE (km): 11,42	Ø (Tp): 115,92	Tr - TEMPO DE DESCIDA (h): 2,01	
ΔH - DESNÍVEL (m): 316	Tc - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h): 1,72	Tb - TEMPO DE BASE (h): 3,21	
D - DECLIVIDADE (%): 2,76	dT - TEMPO UNITÁRIO (h): 0,32	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA (anos): 50	

Ti(h)	P(cm)	Pm(cm)	Pe(cm)	dPe(cm)	HUT	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,32	4,75	4,55	0,02	0,02	30,95	0,52										0,52
0,64	6,70	6,42	0,28	0,26	61,90	1,03	8,09									9,12
0,96	7,84	7,51	0,56	0,28	92,86	1,55	16,17	8,59								26,31
1,29	8,65	8,28	0,80	0,24	111,20	1,86	24,26	17,17	7,55							50,84
1,61	9,28	8,88	1,01	0,21	92,67	1,55	29,05	25,76	15,10	6,61						78,07
1,93	9,79	9,37	1,20	0,19	74,14	1,24	24,21	30,85	22,66	13,22	5,85					98,02
2,25	10,22	9,79	1,37	0,17	55,60	0,93	19,37	25,71	27,13	19,83	11,70	5,25				109,91
2,57	10,60	10,15	1,53	0,15	37,07	0,62	14,52	20,57	22,61	23,75	17,56	10,49	4,75			114,87
2,89	10,93	10,46	1,67	0,14	18,53	0,31	9,68	15,42	18,09	19,79	21,02	15,74	9,51	4,35		113,92
3,21	11,23	10,75	1,80	0,13	0,00	0,00	4,84	10,28	13,57	15,83	17,52	18,85	14,26	8,70	4,01	107,86

DIMENSIONAMENTO DA OBRA DE ARTE (MÉTODO DNIT)

Qp (m ³ /s)	Células			D (%)	η (tab.)	Raio hidráulico	V (m/s)	Qr (m ³ /s)	OBRA EXISTENTE	OBRA PROJETADA
	Número	Largura	Altura						PONTE DE MADEIRA	BTCC 3,00 x 3,00
114,87	3	3,00	3,00	1,00	0,015	1,05	4,83	130,52		

3.2.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contratada realizou visitas técnicas e levantamentos finais em campo visando checar respostas de cálculos deparando-os com as atualidades naturais. Colheu informações com moradores da região sobre relatos históricos de enchentes dos Córregos Limoeiro e Ribeirão Iguaçu e como resultado verificou-se que as obras projetadas atendem as máximas vazões dos relatos históricos. Conclui-se que as obras projetadas pelo Método do Hidrograma Unitário Triangular – HUT com dados pluviométricos do Posto de Porto Uruaçu cód. 01449001 da Agência Nacional das Águas – ANA, com ocorrência dos últimos 47 anos atendem perfeitamente os fluxos de máximas vazões calculadas e de relatos históricos.

3.2.5 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Ponto inicial				
Estaca	Esting	Northing	Obra existente	Obra projetada
00	674181.1717	8301441.4864		
				

Córrego Limoeiro				
Estaca	Esting	Northing	Obra existente	Obra projetada
14,00	673988,286	8301587,703	Ponte de Madeira	BTTC 2,50x2,50
				

Passagem Ferrovia 4,3 x 11,0				
Estaca	Eting	Northing	Obra existente	Obra projetada
17,00	673911.0351	8301666.8451		
				

Entrada Assentamento				
Estaca	Eting	Northing	Obra existente	Obra projetada
178	672156.1909	8304098.9474		
				

Ribeirão Iguaçu				
Estaca	Eting	Northing	Obra existente	Obra projetada
269	670888,229	8305393,691	Ponte de Madeira	BTTC 3,00x3,00
				

Ponto final				
Estaca	Esting	Northing	Obra existente	Obra projetada
277	669266.396	8306779.6289		
				

3.3 – ESTUDOS GEOLÓGICOS

3.3.1 – INTRODUÇÃO

Os estudos geológicos do trecho Cirilândia / Santa Isabel visam fornecer subsídios aos estudos geotécnicos e ao projeto do mesmo.

Os estudos foram elaborados com base em dados coletados em publicações e mapas da região, principalmente do Projeto RADAMBRASIL e visita de inspeção ao trecho.

Visando uma melhor utilização destas informações geológicas, no presente estudo procurou-se dar uma visão geológica e geomorfológica, atendo-se mais especificamente aos aspectos geológicos voltados aos problemas geotécnicos.

3.3.2 – PEDOLOGIA

O trecho exhibe na sua totalidade quatro domínios típicos de solo:

a) LE - LATOSSOLO VERMELHO + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO

São solos minerais, não-hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), horizontes B muito espesso (> 50 cm) com seqüência de horizontes A, B e C pouco diferenciados; as cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C. A sílica (SiO₂) e as bases trocáveis (em particular Ca, Mg e K) são removidas do sistema, levando ao enriquecimento com óxidos de ferro e de alumínio que são agentes agregantes, dando à massa do solo aspecto maciço poroso; apresentam estrutura granular muito pequena; são macios quando secos e altamente friáveis quando úmidos.

Apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando entre 15% e 80%. São solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade.

Os latossolos apresentam tendência a formar crostas superficiais, possivelmente, devido à flocculação das argilas que passam a comportar-se funcionalmente como silte e areia fina. A fração silte desempenha papel importante no encrostamento, o que pode ser evitado, mantendo-se o terreno com cobertura vegetal a maior parte do tempo, em especial, em áreas com pastagens.

A fração argila dos latossolos é composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gibbsita). Alguns latossolos, formados de rochas ricas em ferro,

apresentam, na fração argila, a maghemita e , na fração areia, a magnetita e a ilmenita. A esses últimos, estão associados os elementos-traço como o cobre e o zinco.

b) Cd - CAMBISSOLO + NEOSSOLOS LITÓLICOS

Os Cambissolos e Neossolos Litólicos ocupam 10% da área do Cerrado. Os Neossolos Litólicos eram anteriormente chamados de Solos Litólicos.. Esses tipos de solo, estão amplamente distribuídos por todo o território brasileiro.

Uma das principais características dos Cambissolos e Neossolos Litólicos é serem pouco profundos e, muitas vezes, cascalhentos. Estes são solos "jovens" que possuem minerais primários e altos teores de silte até mesmo nos horizontes superficiais (os latossolos, por exemplo, podem ter muita areia ou argila, mas nunca têm teores altos de silte). O alto teor de silte e a pouca profundidade fazem com que estes solos tenham permeabilidade muito baixa. Cambissolos diferenciam-se dos Neossolos Litólicos por apresentarem um horizonte B incipiente que tenha pelo menos 10 cm de espessura. Os Cambissolos também tendem a ser mais profundos que os Neossolos Litólicos.

Os Cambissolos e Neossolos Litólicos estão espalhados por todo o Cerrado, mas eles só aparecem em áreas onde o relevo é movimentado como em morros, serras e sopés de chapadas. Embora existam Cambissolos e Neossolos Litólicos muito férteis em outras regiões do Brasil, no Cerrado estes solos são distróficos e quase sempre muito ácidos. A baixa profundidade, a grande quantidade de cascalho e o relevo inclinado são impedimentos sérios à mecanização. O maior problema, no entanto, é o risco de erosão. Devido à baixa permeabilidade, sulcos são facilmente formados nestes solos pela enxurrada, mesmo quando eles são usados com pastagens. Acredita-se que os Cambissolos e Neossolos Litólicos do Cerrado devam ser deixados como área de preservação natural.

c) LR – LATOSSOLO ROXO

Solos vermelho-escuros de tonalidades arroxeadas, derivados de rochas básicas (basaltos e diabásios) e tufitos. Apresenta atração magnética forte, que pode ser comprovada no campo com um pedaço de imã. A textura é predominantemente argilosa ou muito argilosa (maior que 35% de argila).

São solos bastante porosos. Em áreas intensamente mecanizadas é frequente a formação de camadas adensadas a 20-30 cm, dificultando o enraizamento das plantas e a penetração de água de chuva ou de irrigação. Podem ser eutróficos ou distróficos.

Os solos desta classe apresentam grande importância agrícola, situando-se geralmente em relevo plano e suave ondulado, são profundos, porosos, bem permeáveis, friáveis e de fácil preparo. Os eutróficos estão entre os melhores solos brasileiros e os distróficos respondem bem às aplicações adequadas de fertilizantes. Em geral, exigem doses mais elevadas de fósforo, em função de suas quantidades de óxidos de ferro ou de ferro e alumínio e de sua textura argilosa.

Apresentam boa resistência à erosão, requerendo, entretanto, tratamentos conservacionistas adequados, de acordo com a declividade e o uso.

Os Latossolos Roxos tem sua distribuição associada, principalmente, à presença de algumas rochas ricas em ferro e magnésio (basaltos, diabásio) e de tufitos. Por isto, são encontrados em grandes áreas que se estendem desde o Sudoeste Goiano, passando pelo Triângulo Mineiro e continuando por São Paulo e estados do Sul.

d) LV – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO

No antigo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, os Latossolos Amarelos e os Vermelho-Amarelos do Cerrado estavam agrupados sob um único nome: Latossolo Vermelho-Amarelo. O novo Sistema dividiu-os em duas classes. O nome Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ficou reservado para os latossolos que possuem cor laranjada, com matiz Munsell entre 2,5YR e 5YR. Os Latossolos Amarelos (LA) ficaram sendo os solos que possuem cor nitidamente amarela, mais que 5YR. O matiz

amarelado é causada por um mineral chamado goethita, um óxido de ferro. Juntos, LA e LVA ocupam 22% da área do Cerrado.

O teor de óxidos de ferro extraídos pelo ataque sulfúrico é geralmente, mas nem sempre, menor que em outros latossolos. Isso acontece ou porque o material de origem era pobre em ferro ou porque o ferro foi removido do solo pela água de percolação. Os LA e LVA podem apresentar todo o tipo de textura, desde média até muito argilosa. Graças à cor amarela, é relativamente fácil separar os horizontes.

Embora os LA e LVA geralmente tenham vários metros de profundidade, eles não são tão profundos quantos os Latossolos Vermelhos. Outra característica interessante é a presença, em alguns LA, de nódulos e concreções avermelhadas. Alguns pedólogos dizem que isso indica que os LA já foram mais vermelhos, ou seja no passado eles tinham características semelhantes aos Latossolos Vermelhos.

Os LA e LVA, assim como os Latossolos Vermelhos não-férricos, encontram-se espalhados por todo o Cerrado. Existem LA e LVA tanto em áreas planas no alto das chapadas (~1000 m) como em áreas suavemente onduladas em altitudes mais baixas. Todos ou praticamente todos os LVA e LA do Cerrado são bastante ácidos e pobres em nutrientes. Contudo, quando corrigidos e adubados tornam-se muito produtivos. Em situações semelhantes, os LVA e LA tendem a "fixar" menos fósforo e serem um pouco mais úmidos que os Latossolos Vermelhos.

GO - 480
SANTA ISABEL - CIRILÂNDIA
GEOMORFOLOGIA

Legenda

- Drenagem
- Diretriz GO-480
- Localidades**
 - Sede municipal
 - Distrito
- Malha viária**
 - Rodovia pavimentada
 - Rodovia não Pavimentada
 - Ferrovia
- Pedologia**
 - BV
 - Cd
 - HGHe
 - LEd
 - LRd
 - LVd
 - TRe

Escala 1:40.000

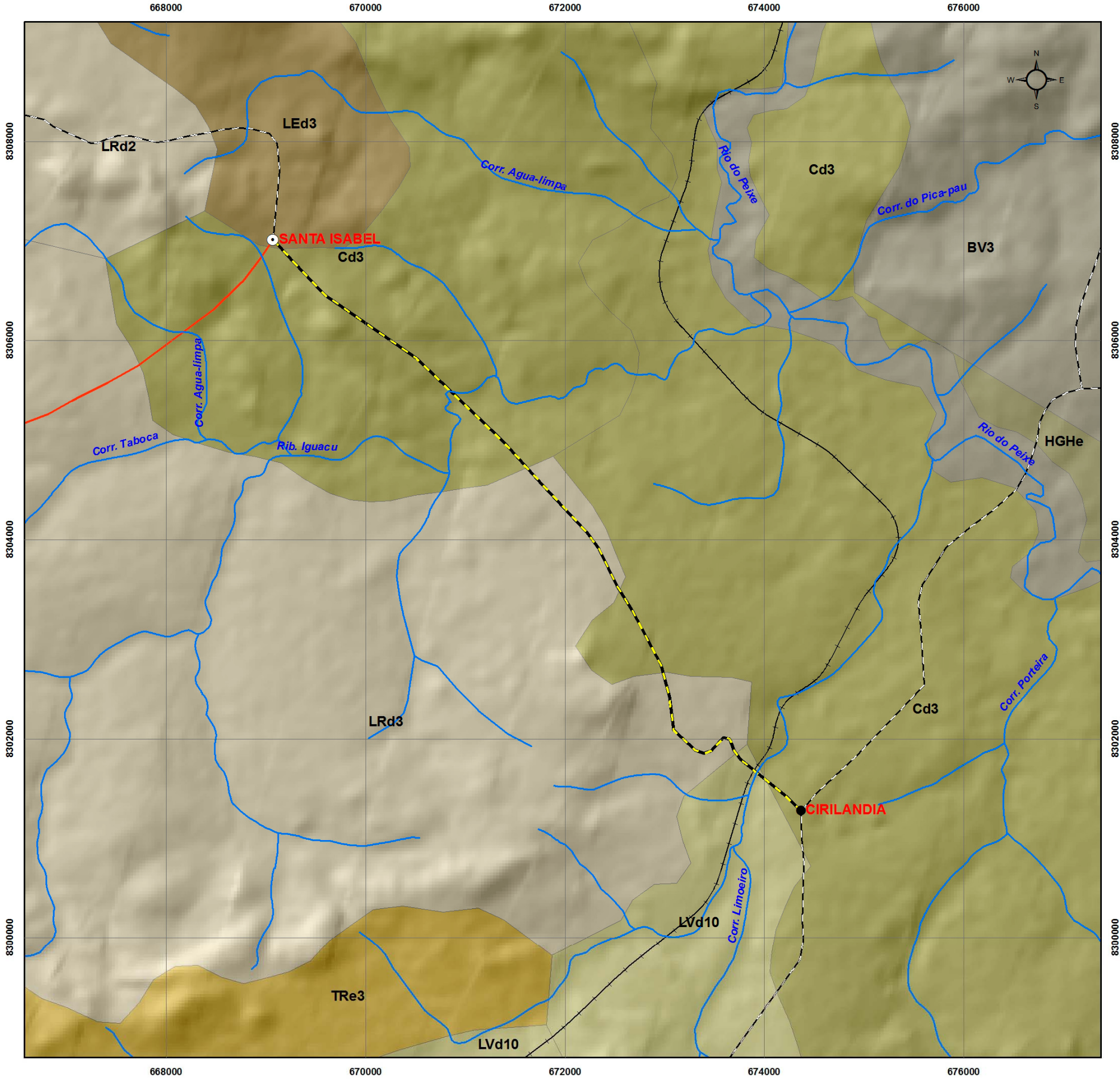
400 0 400 800 1.200 1.600 m

Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Fuso 22 - Meridiano central -45°
Datum WGS 84

SITUAÇÃO


DELANO CAVALCANTI CALIXTO
ENGENHARIA CONSULTIVA

Av. T4 1.478, sala A171/A176
CEP: 74.230-030
Telefone: 62 3921-6606 / 3921-6808
www.delanocalixto.com.br



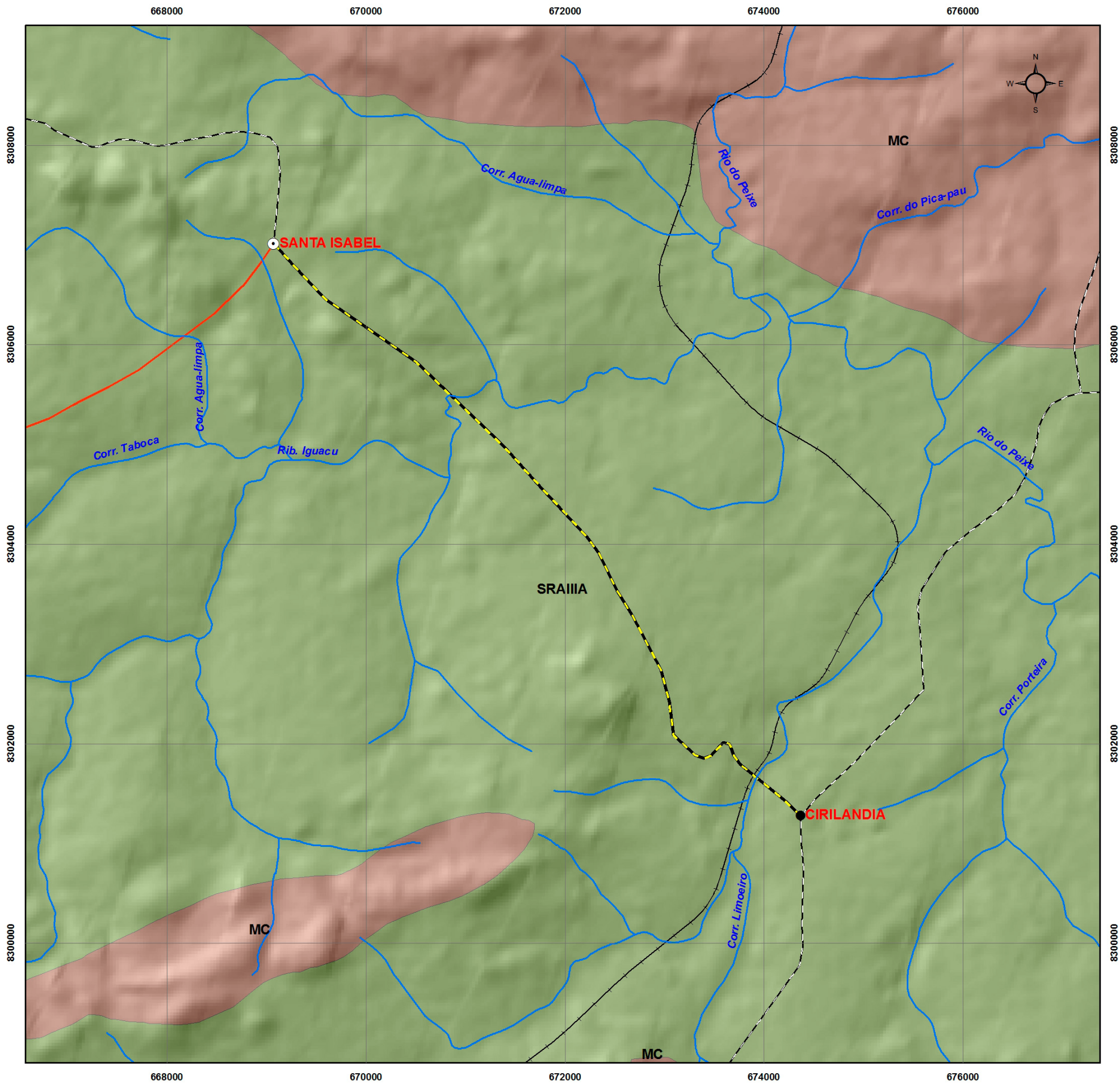
3.3.3 – GEOMORFOLOGIA

A geomorfologia ao longo da rodovia está representada por apenas uma classe, descrita a seguir:

a) Superfície Regional de Aplainamento III-A – SRAIIIA

Ocorre em uma faixa de direção SO-NE na porção central do Estado de Goiás e borda noroeste da Bacia do Paraná, penetrando como reentrâncias erosivas dentro da Superfície Regional de Aplainamento II, produzindo escarpas que atingem várias centenas de metros de altura, ocupando uma área de 33.467 km² entre as cotas de 550 a 850 m.

Feições positivas na forma de serras, colinas e domos são formados por granitos paleoproterozóicos da Sub-Província Paraná, e rochas dobradas paleoproterozóicas do Grupo Araí - metaconglomerados da Formação Arraias e metassiltitos, mármores e filitos paleoproterozóicos da Formação Traíras, ambas da unidade geotectônica Rift Intracontinental. Na porção sudoeste esta superfície desenvolve-se sobre os arenitos das Formações Ponta Grossa e Furnas.



GO - 480
SANTA ISABEL - CIRILÂNDIA
GEOMORFOLOGIA

Legenda

- Drenagem
- Diretriz GO-480
- Localidades**
 - Sede municipal
 - Distrito
- Malha viária**
 - Rodovia pavimentada
 - Rodovia não Pavimentada
 - Ferrovia
- Geomorfologia**
 - Superfície Regional de Aplainamento IIIA
 - Morros e colinas

Escala 1:40.000

400 0 400 800 1.200 1.600 m

Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Fuso 22 - Meridiano central -45°
Datum WGS 84



**DELANO
CAVALCANTI
CALIXTO**
ENGENHARIA CONSULTIVA

Av. T4 1.478, sala A171/A176
CEP: 74.230-030
Telefone: 62 3921-6606 / 3921-6808
www.delanocalixto.com.br

3.3.4 – GEOLOGIA DO EIXO DO PROJETO

A geologia ao longo da rodovia apresenta variações que estão caracterizadas como:

a) Grupo Araxá

O Grupo Araxá foi definido originalmente como um conjunto de metamorfitos (essencialmente micaxistos e quartzitos) aflorantes próximo da cidade de Araxá (Minas Gerais). Esta designação foi estendida aos litótipos assemelhados do estado de Goiás, os quais, foram subdivididos em duas unidades: A Unidade “A” representada por micaxistos a duas micas, finos a grosseiros, com granada, estaurolita, cianita, cordierita e intercalações de quartzitos micáceos finos a grosseiros, xistos grafitosos e anfibolitos; e a Unidade “B”, constituída por calcixistos com intercalações de calcários.

b) Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas

Os sedimentos detrito-lateríticos, são constituídos de sedimentos areno-argilosos com areia fina a média, argila siltosa amarelada e marrom avermelhada, localmente com cascalho, depositados sobre uma superfície de aplainamento. Podem alcançar dezenas de metros de espessura. Estes depósitos de origem coluvial e eluvial, possuem níveis de cascalhos, seixos e fragmentos de quartzo, ora cimentados por óxidos e hidróxidos de ferro formando ferricretes, inconsistentes ou parcialmente laterizados, e podem alcançar dezenas de metros de espessura.

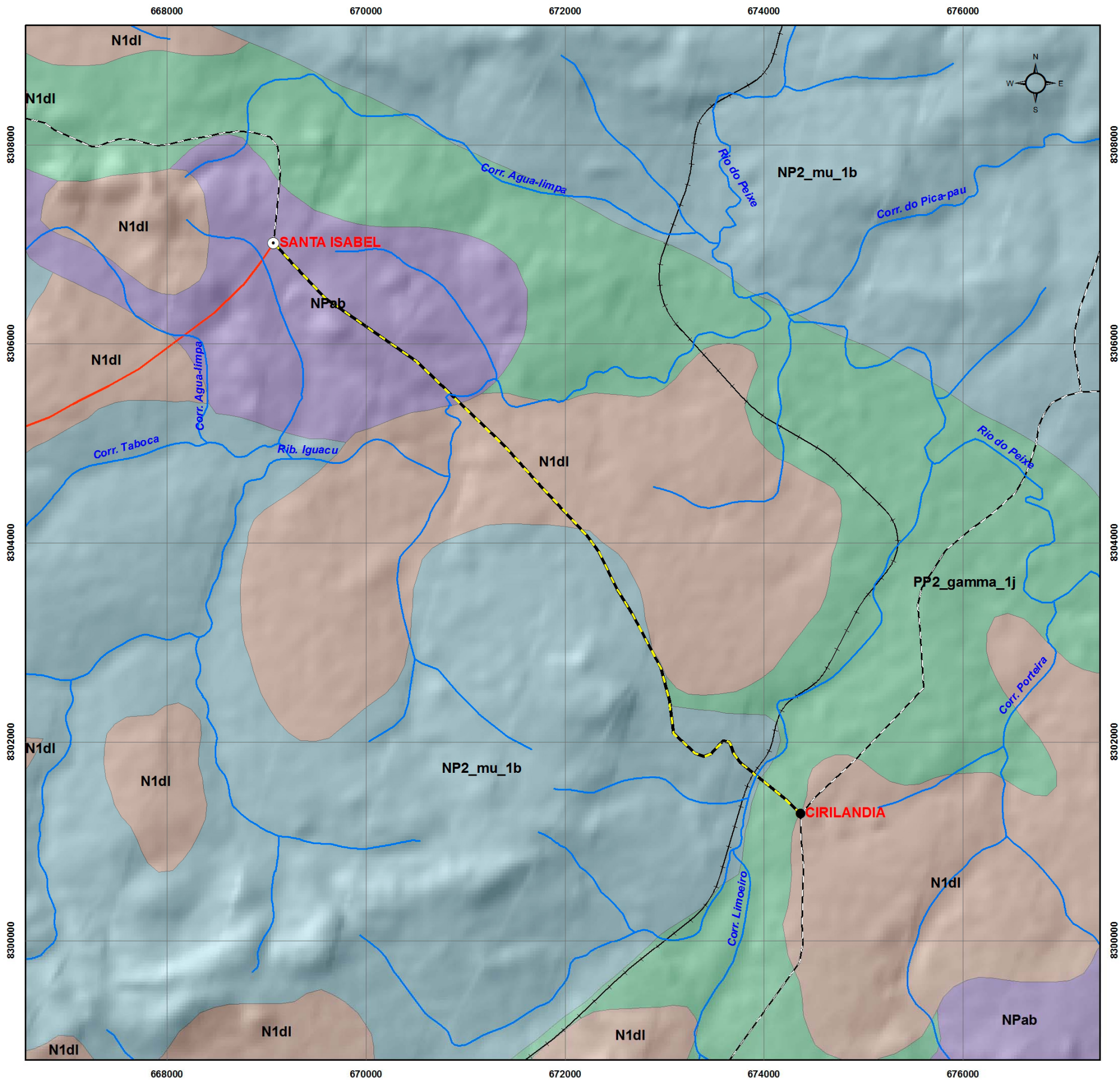
c) Complexo Máfico-Ultramáfico Barro Alto

Os complexos máfico-ultramáficos de Niquelândia, Barro Alto e Cana Brava formam uma importante estrutura linear de direção NNE com cerca de 350 km de extensão. A similaridade geológica, estratigráfica e petrológica indica a existência de processos magmáticos comuns aos três complexos.

Os três complexos estão inseridos em faixas dobradas proterozóicas com vergência para leste expostas entre os crátons Amazônico e São Francisco. As faixas dobradas associadas compreendem sequências de rochas metassedimentares de baixo grau e sequências vulcano-sedimentares metamorfisadas em fácies xisto verde a anfibolito.

d) Suíte Jurubatuba

São ortognaisses de composição granítica, granodiorítica e tonalítica. A litoestatigrafia é formada por metagranito e metatonalito, o grau metamorfismo é definido por Fácies de anfibolitos. Ocorrem desde o leste de Minas Gerais até o centro-norte do estado de Goiás.



GO - 480
SANTA ISABEL - CIRILÂNDIA
GEOLOGIA

Legenda

- Drenagem
- Diretriz GO-480
- Localidades**
 - Sede municipal
 - Distrito
- Malha viária**
 - Rodovia pavimentada
 - Rodovia não Pavimentada
 - Ferrovia
- Geologia**
 - Grupo Araxá
 - Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
 - Complexo máfico-ultramáfico Barro Alto
 - Suíte Jurubatuba

Escala 1:40.000

400 0 400 800 1.200 1.600 m

Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Fuso 22 - Meridiano central -45°
Datum WGS 84



DELANO CAVALCANTI CALIXTO
ENGENHARIA CONSULTIVA

Av. T4 1.478, sala A171/A176
CEP: 74.230-030
Telefone: 62 3921-6606 / 3921-6808
www.delanocalixto.com.br

3.4 – ESTUDOS DE TRÁFEGO

3.4.1 – INTRODUÇÃO

O objetivo dos estudos de tráfego é obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos aos cinco elementos fundamentais do tráfego (motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente) e seu inter-relacionamento. Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circula por uma via em um determinado período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

Em resumo, os estudos de tráfego se constituem no instrumento de que se serve a Engenharia de Tráfego para atender às suas finalidades, definidas como sendo o planejamento de vias, de sua geometria e da capacidade de circulação do trânsito, além da definição de sua estrutura de suporte, com vistas ao seu emprego para transportar pessoas e bens de produção de forma eficiente, confortável, econômica e segura.

Os Estudos de Tráfego para a rodovia GO-480, entre Cirilândia e Santa Isabel, é definido pelo seguinte seguimento rodoviário:

SRE 480EGO0010 - Entr. BR.251(A)/GO.230 - Entr. GO.483 (Santa Isabel).

Estes Estudos foram elaborados para avaliar seu volume e tráfego visando subsidiar a elaboração dos Projetos de Engenharia necessários a sua materialização.

Foram obedecidas as recomendações da AGETOP e as seguintes instruções de serviço do DNIT:

- IS-201 - Estudos de Tráfego em Rodovias;
- IS-230 - Estudos de Tráfego em Áreas Urbanas;

As projeções de tráfego foram procedidas com base nas taxas de crescimento consideradas adequadas para avaliar as tendências de evolução da demanda de veículos automotores no trecho em estudo.

Os resultados dos Estudos de Tráfego forneceram subsídios para diversas decisões de interesse do projeto, a saber:

- Características geométricas das seções transversais, interseções etc.;
- Dimensionamento do pavimento e demais parâmetros de projeto.

Para a elaboração dos Estudos de Tráfego, foram adotados dados históricos da AGETOP e procedidas “Contagens Volumétricas e Classificatórias”, para caracterização do tráfego atual do segmento discriminado abaixo:

- Posto P-01 – Saída de Cirilândia, KM 03.

Os resultados obtidos forneceram os parâmetros necessários para avaliar as características técnicas da rodovia e o seu comportamento operacional após a implantação dos melhoramentos previstos no projeto.

O estudo do tráfego visou detectar propriedades e características do fluxo de veículos no segmento em estudo, que determinam os indicadores dos níveis de serventia, condições operacionais e funcionais, bem como elementos necessários ao projeto do pavimento.

3.4.2 - PROCEDIMENTO BÁSICOS

3.4.2.1 - DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Área de Estudo de um projeto viário compreende o espaço geográfico ocupado pelas vias do projeto e as áreas que direta ou indiretamente o afetam.

Em primeira aproximação, a área de estudo foi delimitada com base no conhecimento dos indicadores econômicos disponíveis, no comportamento do tráfego e nos objetivos da análise a ser procedida.

A área de estudo foi tratada considerando a:

- Área de Influência Direta: é a área servida pelo trecho viário objeto do estudo e por trechos das vias de acesso de maior influência. Nessa área foram realizadas as pesquisas de tráfego necessárias, envolvendo contagens volumétricas.

3.4.2.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

A rodovia GO-480 em projeto é coincidente com a BR-251 e portanto considerada rodovia tronco no Sistema Nacional de Viação.

CONHECIMENTO DOS INDICADORES ECONÔMICOS

O fator de maior interesse e influência direta está ligado à Indústria Agropecuária e de Etanol desde o recebimento de insumos e nutrientes visando a plantação e colheita de cana de açúcar até a produção de Etanol e sua exportação.

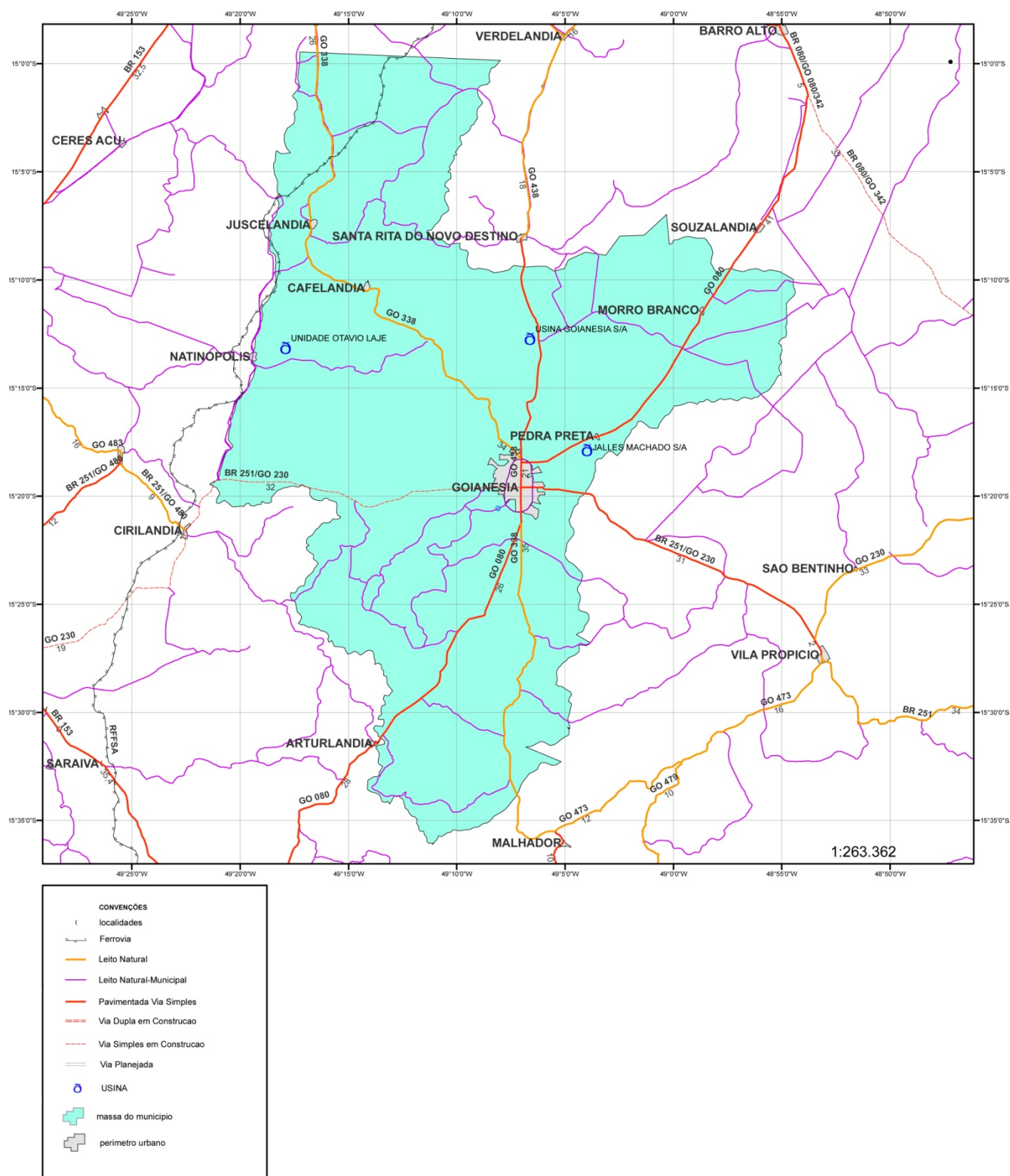
Existe a previsão/operação de três Usinas de Produção de Etanol na região:

- Unidade Otávio Laje
- Usina Goianésia S.A. e
- Usina Jales Machado S.A.

É importante notar que cada usina de produção de Etanol esmaga aproximadamente dois milhões de toneladas de cana visando à produção de duzentas mil toneladas de Etanol anualmente.

Apresentamos a seguir um mapa com a localização das principais usinas no município de Goianésia, que influencia diretamente a região de Cirilândia e Santa Isabel.

MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA



Fonte: AGETOP – Departamento de Planejamento e Projetos – Gerência de Estudos – Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (Lêda Maria, Neli de Paula, Paulo Henrique) - 2008

3.4.3 - DEFINIÇÕES DE PROJETO

3.4.3.1 - METODOLOGIAS ADOTADAS NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

Foram utilizados registros semiautomáticos e critérios detalhados no item 3.4.4.

PESQUISAS - DATA, PERÍODO E DURAÇÃO

Os períodos e a duração das Contagens Volumétricas e Classificatórias foram estabelecidos de maneira a permitir a caracterização nítida dos volumes, assim como o comportamento geral do tráfego da região de interesse direto do projeto.

As contagens foram realizadas no posto P-01, situado há três quilômetros de Cirilândia, sobre a GO-480 em estudo. Os serviços foram realizados durante três dias, vinte e quatro horas por dia.

CLASSIFICAÇÃO ADOTADA

Os Estudos de Tráfego têm por princípio dotar o Projetista do conhecimento do fluxo de veículos, permitindo que este avalie e modele a melhor solução geométrica para o problema apresentado. Além das considerações geométricas, os Estudos de Tráfego permitem o dimensionamento estrutural do pavimento e seu revestimento, fazendo com que o Projeto executado propicie segurança, conforto e o melhor desempenho, seja para os veículos leves, seja para os pesados.

É preciso ter em mente que o Projetista conceberá uma solução que mesclará veículos com inércias baixas e altas, que trafegam em velocidades distintas, possuem padrões de frenagem e aceleração muito diferentes. Então, com estas premissas em mente é que este estudo é executado.

As contagens foram realizadas levando em consideração dados históricos disponíveis na AGETOP e também realizadas por processo semiautomático utilizando-se sistema próprio.

Quando se trata de previsão de solicitação para cálculos estruturais do pavimento, a unidade adotada neste trabalho é o EIXO. Os veículos são analisados quanto a sua contribuição à degradação do pavimento relativa a cada eixo que possuem. As Definições e Tipos de EIXOS foram adotados como se segue:

a) Eixos Simples

Conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais distantes de 100 cm, que se estendem por toda a largura do veículo e podem ser de dois tipos:

- EIXOS SIMPLES DE RODAS SIMPLES (ESRS) - com duas rodas, uma em cada extremidade (dois pneus);
- EIXOS SIMPLES DE RODAS DUPLAS (ESRD) - com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (quatro pneus).

b) Eixos Tandem (Rodas Duplas)

Constituem os conjuntos de dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de mais de 100 cm e menos de 200 cm, ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos e podem ser:

- EIXO TANDEM DUPLO (ETD) - com dois eixos, espaçados entre 1,00 m e 2,00 m, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (oito pneus), sendo que nos fabricantes nacionais o espaçamento médio de 1,36 m;

- EIXO TANDEM TRIPLO (ETT) - com três eixos, espaçados entre 1,00 m e 2,00 m, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (doze pneus).

c) Outros Eixos

- EIXO DUPLO NÃO EM TANDEM - com dois eixos, rodas duplas (oito pneus), mas com espaçamento entre eixos superior a 2,00 m;
- EIXO DUPLO ESPECIAL - Típico dos TRIBUS, compreendendo conjunto de dois eixos, sendo um com rodas duplas e outro com rodas simples (seis pneus).

Caracterização dos Veículos

Os veículos analisados são caracterizados sob os aspectos de pesos e unidades:

a) Veículos Leves – motocicletas, automóveis e utilitários, todos com dois eixos e apenas rodas simples com dois pneumáticos por eixo (total de quatro pneus). Divididos em três subclasses:

Motos - Todos os tipos de motociclos (motocicletas, Lambretas, Vespas etc.).

Passeio - Automóveis diversos (pequenos, médios e grandes).

Utilitários - Caminhonetes, Furgões, Pick-ups, Kombi, Besta, Vans e outros veículos leves, com capacidade de carga inferior a 3,0 tf.

b) Veículos Comerciais - Uma única unidade

As diversas classes de veículos pesados (comerciais) são representadas por um código alfanumérico, por exemplo, 2S3. No código adotado, o primeiro algarismo representa o número de eixos do veículo simples ou da unidade tratora, enquanto que o segundo algarismo, caso exista, indica a quantidade de eixos da(s) unidade(s) rebocada(s). As letras significam:

C = veículo simples (caminhão ou ônibus) ou veículo trator + reboque;

S = veículo trator (cavalo mecânico) + semirreboque;

I = veículo trator + semirreboque com distância entre eixos > 2,40 m (eixos isolados);

J = veículo trator + semirreboque com um eixo isolado e um eixo em tandem;

D = combinação dotada de 2 (duas) articulações;

T = combinação dotada de 3 (três) articulações;

Q = combinação dotada de 4 (quatro) articulações;

X = veículos especiais;

B = ônibus.

Os ônibus e os veículos de carga (veículos comerciais) foram classificados de acordo com o número, tipo e disposição dos eixos, conforme a *Classificação de Veículos pela Configuração de Eixos* adotada pelo DNIT.

Ônibus Urbano e Ônibus de Viagem, com dois eixos - o dianteiro de rodas simples e o traseiro de rodas duplas (seis pneus); Tribus, ônibus com três eixos, com eixo dianteiro de rodas simples e traseiro especial, compreendendo conjunto de um eixo de rodas duplas e outro de rodas simples (oito pneus); Duplo Direcional Trucado, ônibus com eixo dianteiro duplo de rodagem simples e um eixo tandem traseiro duplo de rodas duplas (dez pneus) e Micro-ônibus.

Ônibus: 2CB / 3CB / 4CB / 2SB1/ 2IB2

Caminhão Leve - inclui caminhonetes e caminhões leves com dois eixos, sendo o dianteiro de rodas simples e o traseiro de rodas duplas (seis pneus), conhecido como caminhão “toco”. Foram incluídos nesta categoria o F-4000 da Ford, o MB-600 da Mercedes Benz e outros caminhões pequenos (conhecidos como “três quartos”) semelhantes (Agrale, Volkswagen etc.).

Caminhão de dois eixos, em uma só unidade - esta categoria inclui os caminhões basculantes, de carroceria, baú e tanque, veículos de camping e de recreação, veículos moradia, etc., tendo dois eixos com rodas simples no dianteiro e rodas duplas na traseira (seis pneus).

Caminhões Simples: 2C

Caminhão de três eixos, em uma só unidade - todos os veículos que, em um mesmo chassi, tenham três eixos. Esta categoria inclui caminhões betoneira, caminhões basculantes pesados, caminhões de carroceria e baús longos, etc., tendo três eixos: dianteiro simples de rodas simples e traseiros (tandem duplo ou não) de rodas duplas (dez pneus).

Caminhão de quatro eixos, em uma só unidade - todos os veículos que, em um mesmo chassi, tenham quatro eixos (geralmente basculantes de minérios): eixo dianteiro duplo de rodas simples e traseiro (tandem) de rodas duplas (doze pneus). Raro.

Caminhão Duplo: 3C / 4CD

c) Veículos Comerciais - Unidade tratora (Cavalo Mecânico) + Reboque

Veículos articulados compostos por um “Cavalo Mecânico” que traciona uma unidade (semirreboque) com um eixo traseiro simples ou tandem (duplo ou triplo) de rodas duplas (são as denominadas carretas, jamantas, cegonheiras etc.), com diversas configurações de eixo.

Caminhão com semirreboque com três eixos - veículos com três eixos, formados por duas unidades, sendo que uma das quais é um cavalo motor (com dois eixos) e o reboque com um eixo (dez pneus).

Caminhão com semirreboque, com quatro eixos - veículos com quatro eixos, consistindo de duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com dois eixos) e o reboque com dois eixos (tandem duplo), com quatorze pneus.

Caminhão com semirreboque, com cinco eixos - veículos com cinco eixos, constituídos por duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com dois eixos), e o reboque com três eixos (tandem triplo), com dezoito pneus.

Caminhão com semirreboque, com cinco eixos - veículos com cinco eixos, constituídos por duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com três eixos, sendo o traseiro duplo), e o reboque com dois eixos (tandem duplo), com dezoito pneus.

Caminhão com semirreboque, com seis eixos - veículos com seis eixos, constituídos de duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com três eixos, sendo o traseiro tandem duplo), e o reboque com três eixos (tandem triplo), com vinte e dois pneus.

Semirreboques: 4C / 2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S1 / 3S2 / 3S3 / 2I2 / 2I3 / 3I2 / 3I3 / 2J3 / 3J3

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C, 3C) que traciona um reboque com dois eixos, sendo um eixo dianteiro simples de rodas simples ou dupla, e um eixo traseiro simples ou tandem (duplo ou triplo) de rodas duplas.

Caminhão tracionando unidades múltiplas, com cinco eixos ou menos - veículos com cinco eixos ou menos, constituídos por duas unidades, uma das quais é a unidade motora, com várias configurações.

Caminhão tracionando unidades múltiplas, com seis eixos - veículos de seis eixos, constituídos por duas unidades, uma das quais é a motora, em várias configurações.

Caminhão tracionando unidades múltiplas, com sete eixos ou mais - veículos com sete ou mais eixos, constituídos por duas unidades ou mais, uma das quais é a motora.

Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3C3 / 3D3

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um semirreboque 3S2) que traciona de um a três reboques com um ou dois eixos traseiros tandem duplo de rodagem dupla.

Bitrem - unidade tratora e dois semirreboques, com quatro conjuntos de eixos (sete eixos individuais).

Tritrem - unidade tratora e três semirreboques, com cinco conjuntos de eixos (nove eixos individuais).

Rodo-trem - unidade tratora e um semirreboque, e um reboque, com total de cinco conjuntos de eixos (nove eixos individuais).

Caminhões com semirreboque de vários eixos - para grandes cargas.

Caminhões com reboques - “Romeu e Julieta” ou “TREMINHÃO”.

Reboques com sete ou mais eixos - transporte de Cana da plantação para Usina (Tráfego Local).

Composições: 3D4 / 3Q4 / 3T6

No Brasil de forma geral não é feita uma análise sistemática e contínua do fluxo de veículos com suas características e comportamentos. Outro fator importante no dimensionamento estrutural do pavimento é a carga a ser considerada para cada eixo analisado, portanto é necessário o conhecimento das cargas máximas admissíveis para cada eixo.

É sabido que o não monitoramento do tráfego e dos veículos propicia terreno fértil para os excessos, principalmente o de carga. Cargas acima das máximas legais (excesso de cargas por eixo ou sobrecarga por eixo) causam degradação prematura e acelerada dos pavimentos. Cuidados especiais devem ser tomados na operação com referência ao monitoramento dos veículos e valores de cargas, mas isto é tema para a Diretoria responsável pelas Operações e Manutenção na AGETOP.

Configuração das Cargas

As Cargas dos veículos são transmitidas ao pavimento pelos pneus.

Parâmetros físicos envolvidos:

- Carga por roda Simples: P (t)
- Carga por roda Dupla: $2 \cdot P$ (t)
- Pressão de Enchimento dos Pneus: q (Kgf/cm²)
- Pressão de Contato entre Pneu e Pavimento: p (Kgf/cm²) - Considera-se $p = q$
- Área do Contato do Pneu no Pavimento: A (cm²) - Verdadeira = Elíptica variável
Simplificação = Circular com: $A = P/2p$

- Raio da Área de Contato Circular: R (cm) - $R = (P / 2\pi p)^{1/2}$
- Afastamento entre pneus: S (cm) - entre 30 e 35 cm
- Tempo de Aplicação da Carga: TW (s) - Para V=60 Km/h, TW=0,01 s
- Frequência da Aplicação de Carga: F (Hz) - $F = 1 / TW$

Cargas Máximas Legais - Lei da Balança

São as cargas máximas permitidas para trânsito de veículos comerciais (caminhões), definidas pela Lei da Balança (original 5.105 de 21/09/66 do CNT - Código Nacional de Trânsito), depois alteradas pelo Decreto 62.127 de 16/10/68; modificada pelo Decreto 98.933 de 07/02/90 e fixada tolerância máxima de 5% pela Lei 7.408 de 25/01/85. Agora a carga máxima legal no Brasil foi regulamentada pelo Código de Trânsito Brasileiro na Lei 9.043 de 23/09/97 e pela Resolução 12 de 6/12/98 do CONTRAN.

Eixo	Carga Máxima Legal	Com Tolerância de 7,5 %
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simples de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,43 t
Duplo de Tribus	13,5 t	

Os pavimentos serão dimensionados para Cargas Máximas Legais

Como curiosidade, são citados a seguir, como exemplos, os valores de cargas máximas adotados internacionalmente:

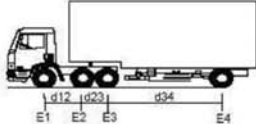
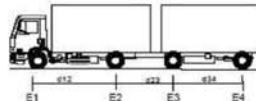
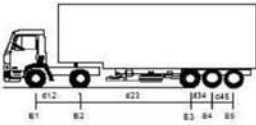
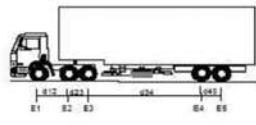
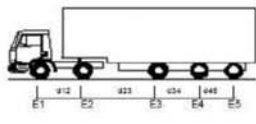
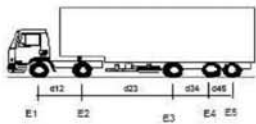
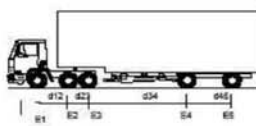
EUA (AASHTO):

- EIXOS SIMPLES = 9,1 tf
- EIXOS DUPLOS TANDEM = 14,5 tf

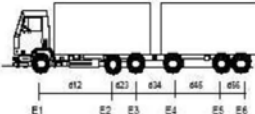
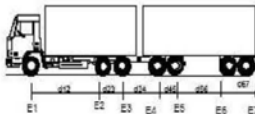
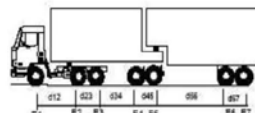
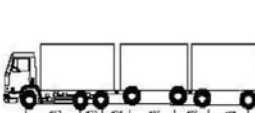
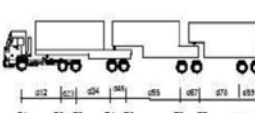
FRANÇA:

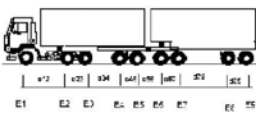
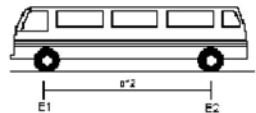
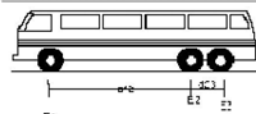
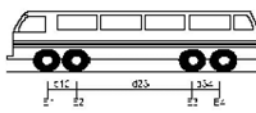
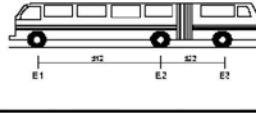
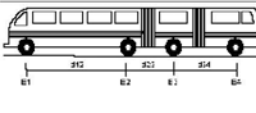
- EIXOS SIMPLES = 13 tf

A seguir é apresentada planilha com a classificação de veículos pela configuração dos eixos. Nesta planilha é apresentada a silhueta do veículo, o número de eixos, a carga máxima admissível, sua caracterização básica e a sua classe conforme adotado pelo DNIT.

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

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

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

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

3.4.4 - PESQUISAS DE TRÁFEGO

Para fins de projeto é necessário examinar todos os tipos de veículos em circulação, selecionando-os em classes e estabelecendo a representatividade dos tamanhos dos veículos dentro de cada classe. A grande variedade de veículos existentes conduz à escolha, para fins práticos, de tipos representativos, que em dimensões e limitações de manobra, excedam a maioria dos de sua classe. A estes veículos é dada a designação de veículos de projeto, os quais são definidos como veículos cujas dimensões e características de operação servirão de base para estabelecer os parâmetros de controles dos Projetos Geométricos da rodovia, suas interseções e serviços complementares.

ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os Estudos de Tráfego têm por objetivo obter dados relativos às Séries Históricas dos tráfegos nos trechos; Tráfegos locais originados pela execução da obra projetada; Tráfegos de passagem originados pela execução da obra projetada; Volume Médio Diário Anual (VMDA); Percentagens de caminhões pesados; Distribuição do tráfego por classes de veículos; Distribuição das cargas por eixos simples, duplos e triplos; Levantamento da magnitude das cargas através de pesagens ou outras considerações; Cálculo do Número "N"; Estudos de Capacidade e de Níveis de Serviço e Estudo de Acidentes nos Pontos Críticos.

Na análise de campo, os Registros podem ser feitos de forma Manual, Semiautomática ou Automática:

Registros Manuais - Compreendem contagens em que os volumes dos fluxos de tráfego são observados visualmente e registrados em formulário apropriado manualmente, por operadores treinados.

Registros Semiautomáticos – Compreendem contagens em que os volumes de fluxo são registrados por um único tipo de inserção de informações em aparelhos tipo "tablet" onde seu software já considera o local e hora e a inserção do tipo de veículo é feita com "clique" em ícones na tela.

Registros Automáticos - Compreendem contagens em que os volumes dos fluxos são registrados automaticamente por sensores de equipamentos apropriados, denominados contadores automáticos de tráfego (para pistas simples e duplas).

METODOLOGIA ADOTADA NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

Classificação Adotada

As "Contagens Volumétricas e Classificatórias" foram realizadas por processo Semiautomático, sendo utilizados padrões próprios e apurando todos os movimentos de tráfego permitidos nos dois sentidos pesquisados.

Os veículos pesquisados foram classificados de acordo com a recomendação do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT.

Data, Período e Duração das Pesquisas de Campo

O período e a duração das "Contagens Volumétricas e Classificatórias" foram estabelecidos de maneira a permitir a caracterização nítida dos volumes, assim como o comportamento geral do tráfego da região de interesse direto do projeto.

As contagens foram realizadas no posto P-01 com duração de três dias e 24 horas por dia.

3.4.4.1 - RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

O resultado diário e o resumo final das Contagens Volumétricas Classificatórias por Eixo estão apresentados a seguir nove quadros intitulados "Contagem Volumétrica e Classificatória de

Veículos”, em sequência é apresentado o quadro “Resumo das Contagens Volumétricas Classificatórias de Veículos”, e por último é apresentado o quadro “Projeção do Tráfego e Cálculo do Número N”.

3.4.4.2 - DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO

DETERMINAÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDA)

Cabe ressaltar que o comportamento do tráfego é normalmente influenciado por variações sazonais, o que torna equivocado o uso de resultados de contagens de curta duração sem a prévia correção sazonal. Assim, resultados de uma pesquisa efetuada, por exemplo, ao longo de uma semana no mês de setembro, não representam bem a média anual de certo trecho que se presta ao escoamento de safra agrícola, pois o período de colheita se estende, neste caso, de abril a junho. Parte expressiva da atuação da frota de carga não estaria sendo detectada na contagem de setembro.

Ajuste Sazonal dos Fluxos

Para a correção de sazonalidade dos volumes de tráfego apurados nas pesquisas de campo, foram calculados os respectivos “Fatores de Correção”:

Fator de Expansão Diária - FD

Fator que corrige os volumes contados em n (n<24) horas para a referência do dia de 24 horas.

O cálculo do “FD” é procedido aplicando-se, para cada movimento de tráfego, a expressão:

- $FD = \text{Volume de 24 horas do Posto} / \text{Volume de n horas do Posto}$

Para o presente estudo, não houve necessidade de utilização deste fator, uma vez que as pesquisas foram realizadas com duração de 24 horas. Desta forma foi adotado $FD = 1,000$.

Fator de Correção Semanal - FS

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o dia da semana do mês em que estas foram realizadas. Neste Projeto adotou-se os seguintes “Fatores de Correção Semanal”:

- $FS = 1,100$ (para moto, passeio e utilitários) e,
- $FS = 1,050$ (para coletivos e veículos de carga).

Fator de Correção Mensal - FM

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o mês em que estas foram realizadas. Por não se dispor de dados de Contagens Volumétricas Contínuas realizadas pela AGETOP, para o trecho em estudo foi adotado $FM = 1,015$ (para todos os tipos de veículo).

Fator de Expansão Anual - FA

Fator final que corrige o efeito da sazonalidade e permite a expansão dos dados obtidos, sendo o resultado do produto dos fatores FD, FS e FM. Este fator é chamado de FA e é expresso pela fórmula:

$$FA = FD \times FS \times FM$$

Os valores de “FA” constam dos quadros apresentados adiante, que mostram o “Resultado Diário” e o “Resumo da Contagem Volumétrica e Classificatória por Eixo” do posto de pesquisa instalado no trecho em estudo.

DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO FUTURO

Taxa de Crescimento do Tráfego

A evolução do tráfego ao longo dos anos é decorrente, principalmente, do desempenho da economia local. A atração e a geração de tráfego estão intimamente relacionadas com as atividades industriais e comerciais da região na qual está inserida a rodovia.

Um dos critérios utilizados na obtenção de um número compatível com o crescimento anual do tráfego consiste na consideração de séries históricas de pesquisas rotineiras, a partir das quais se obtém um número estatisticamente representativo, especialmente se associado a uma política conhecida de investimentos planejados e concretizados pelas administrações públicas ao longo do tempo. Como os produtos agropecuários têm tido peso preponderante na carga que é transportada pelas rodovias, foi analisada a curva de crescimento da produção de grãos.

Outro critério simplificado é o de considerar uma taxa média de crescimento anual igual à média de variação do Produto Interno Bruto do Estado. A média anual de crescimento nos últimos 10 anos do PIB de Goiás foi de aproximadamente 5,01% ao ano (fonte: Instituto Mauro Borges).

Um último critério simplificado é o de considerar uma taxa média de crescimento anual igual à média de variação da arrecadação do Estado. A média anual de arrecadação nos últimos 10 anos em Goiás foi de aproximadamente 7,19% ao ano (fonte: Instituto Mauro Borges).

A AGETOP tem recomendado, de modo geral, em função da pequena possibilidade de obtenção de dados confiáveis de projeção, utilizar-se uma taxa máxima constante, para todos os modais da frota, de 3% de crescimento anual. Esse valor pode ser adotado no presente caso, tendo em vista que a sistemática usual recomenda um período não muito extenso para a vida útil do projeto, considerado como sendo de 10 anos.

As rodovias devem ser projetadas para que proporcionem um nível de serviço aceitável durante sua vida útil, e para isso deve ser determinado com o maior grau de exatidão possível qual será o volume e a distribuição do tráfego para este período.

Para fins de análise econômica é necessário que se faça distinção entre os vários tipos de tráfego, uma vez que os benefícios resultantes da implantação do projeto serão diferentes conforme a ocorrência de cada um deles. Tem-se assim:

- Tráfego Existente (Normal) - definido como sendo aquele que já se utiliza de um determinado trecho, independente da realização ou não do investimento.
- Tráfego Gerado - que surge pelo estímulo da pavimentação / restauração / duplicação da Rodovia em estudo. Gerado por: Empreendimentos novos atraídos pelas boas condições de transporte.

Análises foram feitas no intuito de prever o tráfego local a ser gerado devido e após a execução da obra projetada. É de grande importância o volume de carga gerado pela operação das Usinas de Etanol instaladas e em instalação na região.

De acordo com a associação de produtores de álcool cada Usina esmaga em média dois milhões de toneladas de cana anualmente para produzir duzentos mil toneladas de álcool. A região possui duas Usinas em instalação o que impacta o pavimento a ser construído em 44 caminhões tipo 3Q4 e 44 caminhões tipo 3T6 diariamente durante todo o ano.

- Tráfego Induzido - definido como sendo aquele criado por modificações socioeconômicas e/ou estruturais da região de influência do trecho, é o tráfego atraído de outras rodovias existentes, face à pavimentação / restauração / duplicação da Rodovia em estudo.

Análises foram feitas no intuito de prever o tráfego de passagem gerado devido e após a execução da obra projetada. Foi concluído que o impacto a ser gerado por tráfego desviado para este novo

Desta forma a Projeção Total de Tráfego é assumida como o somatório dos Tráfegos Existente, Gerado e Induzido.

3.4.4.3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

RESULTADOS DAS PESQUISAS DE CAMPO

Resultados das Contagens Volumétricas e Classificatórias

Os resultados das contagens volumétricas corrigidos pelos fatores de sazonalidade, a estimativa de crescimento do tráfego de veículos e a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego – VMDA são apresentados a seguir no quadro "RESUMO DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS DE VEÍCULOS".

* Fonte: Projeto Básico – AGETOP / Ratificado por DELANO

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS *																																				
RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL														POSTO: 01						DATA DA PESQUISA: 12/11/2012												
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							TOTAL			
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4		3D4	3Q4	3T6
00:00	00:15																																			
00:15	00:30																																			
00:30	00:45																																			
00:45	01:00																																			
01:00	01:15																																			
01:15	01:30																																			
01:30	01:45																																			
01:45	02:00																																			
02:00	02:15																																			
02:15	02:30																																			
02:30	02:45																																			
02:45	03:00																																			
03:00	03:15																																			
03:15	03:30																																			
03:30	03:45																																			
03:45	04:00																																			
04:00	04:15																																			
04:15	04:30																																			
04:30	04:45																																			
04:45	05:00																																			
05:00	05:15																																			
05:15	05:30																																			
05:30	05:45																																			
05:45	06:00																																			
06:00	06:15																																			
06:15	06:30																																			
06:30	06:45																																			
06:45	07:00																																			
07:00	07:15																																			
07:15	07:30																																			
07:30	07:45																																			
07:45	08:00																																			
08:00	08:15																																			
08:15	08:30																										</									

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS *																																							
RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL																POSTO: 01				DATA DA PESQUISA: 12/11/2012															
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILITÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																										TOTAL			
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4	3D4	3Q4	3T6		3T6		
10:15	10:30																																						
10:30	10:45																																						
10:45	11:00																																						
11:00	11:15																																						
11:15	11:30																																						
11:30	11:45																																						
11:45	12:00																																						
12:00	12:15																																						
12:15	12:30																																						
12:30	12:45																																						
12:45	13:00																																						
13:00	13:15																																						
13:15	13:30																																						
13:30	13:45																																						
13:45	14:00																																						
14:00	14:15																																						
14:15	14:30																																						
14:30	14:45																																						
14:45	15:00																																						
15:00	15:15																																						
15:15	15:30																																						
15:30	15:45																																						
15:45	16:00																																						
16:00	16:15																																						
16:15	16:30																																						
16:30	16:45																																						
16:45	17:00																																						
17:00	17:15																																						
17:15	17:30																																						
17:30	17:45																																						
17:45	18:00																																						
18:00	18:15																																						
18:15	18:30																																						

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS *

RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL														POSTO: 01				DATA DA PESQUISA: 12/11/2012														
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILITÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							TOTAL			
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4		3D4	3Q4	3T6
20:30	20:45																																			
20:45	21:00																																			
21:00	21:15																																			
21:15	21:30																																			
21:30	21:45																																			
21:45	22:00																																			
22:00	22:15																																			
22:15	22:30																																			
22:30	22:45																																			
22:45	23:00																																			
23:00	23:15																																			
23:15	23:30																																			
23:30	23:45																																			
23:45	00:00				15	10				39	18	7	3	3							3		3			3									104	
TOTAL		0	0	0	15	10	0	0	0	39	18	7	3	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
PERÍDO DA CONTAGEM: 00:00 AS 24:00		COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE TRÁFEGO																																		
		VEÍCULO		MOTO		PASS. + UTILIT.		COLETIVO		CARGA		TOTAL																								
		VOLUME		0		0		25		79		104																								
		(%)		0,00		0,00		24,04		75,96		100,00																								

RODOVIA GO-480 – TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - 71

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS *

RODOVIA: GO-480

TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL

POSTO: 01

DATA DA PESQUISA:

13/11/2012

[illegible]

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS *																																			
RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL														POSTO: 01				DATA DA PESQUISA:				13/11/2012									
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							TOTAL		
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4		3D4	3Q4
19:30	19:45																																		
19:45	20:00																																		
20:00	20:15																																		
20:15	20:30																																		
20:30	20:45																																		
20:45	21:00																																		
21:00	21:15																																		
21:15	21:30																																		
21:30	21:45																																		
21:45	22:00																																		
22:00	22:15																																		
22:15	22:30																																		
22:30	22:45																																		
22:45	23:00																																		
23:00	23:15																																		
23:15	23:30																																		
23:30	23:45																																		
23:45	00:00				13	9				30	15	7	3	3						2		1			2									85	
TOTAL		0	0	0	13	9	0	0	0	30	15	7	3	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
PERÍDO DA CONTAGEM: 00:00 AS 24:00		COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE TRÁFEGO																																	
		VEÍCULO		MOTO		PASS. + UTILIT.		COLETIVO		CARGA		TOTAL																							
		VOLUME		0		0		22		63		85																							
		(%)		0,00		0,00		25,88		74,12		100,00																							

* Fonte: Projeto Básico – AGETOP / Ratificado por DELANO

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																				
RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL														POSTO: 01						DATA DA PESQUISA:						14/11/2012						
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							TOTAL			
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2I3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4		3D4	3Q4	3T6
00:00	00:15																																			
00:15	00:30																																			
00:30	00:45																																			
00:45	01:00																																			
01:00	01:15																																			
01:15	01:30																																			
01:30	01:45																																			
01:45	02:00																																			
02:00	02:15																																			
02:15	02:30																																			
02:30	02:45																																			
02:45	03:00																																			
03:00	03:15																																			
03:15	03:30																																			
03:30	03:45																																			
03:45	04:00																																			
04:00	04:15																																			
04:15	04:30																																			
04:30	04:45																																			
04:45	05:00																																			
05:00	05:15																																			
05:15	05:30																																			
05:30	05:45																																			
05:45	06:00																																			
06:00	06:15																																			
06:15	06:30																																			
06:30	06:45																																			
06:45	07:00																																			
07:00	07:15																																			
07:15	07:30																																			
07:30	07:45																																			
07:45	08:00																																			
08:00	08:15																																			
08:15	08:30																																			
08:30	08:45																																			
08:45	09:00																																			
09:00	09:15																																			
09:15	09:30																																			
09:30	09:45																																			
09:45	10:00																																			
10:00	10:15																																			
10:15	10:30																																			

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*

[illegible]

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*

RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL														POSTO: 01						DATA DA PESQUISA:										14/11/2012		
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILITÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																						TOTAL				
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3		3D4	3D4	3Q4	3T6
21:00	21:15																																			
21:15	21:30																																			
21:30	21:45																																			
21:45	22:00																																			
22:00	22:15																																			
22:15	22:30																																			
22:30	22:45																																			
22:45	23:00																																			
23:00	23:15																																			
23:15	23:30																																			
23:30	23:45																																			
23:45	00:00				12	14				9	9	4	2	4						1		3			5										63	
TOTAL		0	0	0	12	14	0	0	0	9	9	4	2	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
PERÍODO DA CONTAGEM: 00:00 AS 24:00		COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE TRÁFEGO																																		
		VEÍCULO		MOTO		PASS. + UTILIT.		COLETIVO		CARGA		TOTAL																								
		VOLUME		0		0		26		37		63																								
		(%)		0,00		0,00		41,27		58,73		100,00																								

As correções pelos fatores de sazonalidade, a estimativa de crescimento do tráfego de veículos e a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego – VMDA são apresentados a seguir no quadro "RESUMO DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS DE VEÍCULOS".

RESUMO DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS DE VEÍCULOS																																				
RODOVIA: GO-480				TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL																POSTO: 1				DATA DA PESQUISA: 12/11/2012												
DATA/FATOR	MOTO	PAS-SEIO	UTIL-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																											TOTAL
				2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4	3D4	3Q4	3T6	3T6	
12/11/2012	0	0	0	15	10	0	0	0	39	18	7	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	-	
FM	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	-	
FA	1,117	1,117	1,117	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	-	
13/11/2012	0	0	0	13	9	0	0	0	30	15	7	3	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-		
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	-		
FM	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	-	
FA	1,117	1,117	1,117	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	-		
14/11/2012	0	0	0	12	14	0	0	0	9	9	4	2	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-		
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	-		
FM	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	-		
FA	1,117	1,117	1,117	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	-		
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS) - TRÁFEGO EXISTENTE																																				
12/11/2012	0	0	0	15	10	0	0	0	39	18	7	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	
13/11/2012	0	0	0	13	9	0	0	0	30	15	7	3	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	
14/11/2012	0	0	0	12	14	0	0	0	9	9	4	2	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	
TOTAL	0	0	0	40	33	0	0	0	78	42	18	8	10	0	0	0	0	0	6	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252	
MÉDIA	0	0	0	13	11	0	0	0	26	14	6	3	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMDA" (FA=FDxFSxFM) - TRÁFEGO EXISTENTE																																				
12/11/2012	0	0	0	15	10	0	0	0	39	18	7	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	
13/11/2012	0	0	0	14	9	0	0	0	32	16	7	3	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	
14/11/2012	0	0	0	12	14	0	0	0	9	9	4	2	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	
TOTAL VMDAT	0	0	0	41	34	0	0	0	80	43	18	8	10	0	0	0	0	0	6	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257	
VMDA	0	0	0	14	11	0	0	0	27	14	6	3	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	
TRÁFEGO GERADO																																				
VMDA																																12	12		24	
TRÁFEGO INDUZIDO																																				
VMDA									3	2																									5	
TRÁFEGO TOTAL																																				
VMDA	0	0	0	14	11	0	0	0	30	16	6	3	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0	115	
COMPOSIÇÃO FINAL DO "VMDA"																																				
(%)	0,0	0,0	0,0	15,9	13,1	0,0	0,0	0,0	31,0	16,7	7,2	3,2	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,8	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0		

3.4.5 - DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

3.4.5.1 - GENERALIDADES

Numa rodovia trafegam vários tipos de veículos diferentes com cargas variadas em cada eixo (2 tf, 4 tf, 6 tf, ..., 35 tf). Nos primeiros métodos de dimensionamento (IG e CBR) a espessura do pavimento era dada em função dos valores de CBR do subleito e da carga, mas como as cargas são extremamente variáveis, foi preciso Introduzir um eixo padrão rodoviário.

O **USACE** (*US ARMY CORPS OF ENGINEERS*), a **AASHTO** (*AMERICAN ASSOCIATION OF STANDARD HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS*) e o **“THE ASPHALT INSTITUTE”** adotaram o seguinte padrão:

- Eixo Simples de Rodas Duplas:
 - Carga por eixo: $p = 18 \text{ kips} = 18.000 \text{ lb} = 8.165 \text{ kgf} = 8,2 \text{ tf} = 80 \text{ kn}$
 - Carga por roda: $p / 4 = 4,5 \text{ kips} = 4.500 \text{ lb} = 2.041 \text{ kgf} = 2,04 \text{ tf}$
 - Pressão de enchimento dos pneus: $p = 4,92 \text{ kgf/cm}^2$
 - Pressão de contato pneu / pavimento: $q = p = 4,92 \text{ kgf/cm}^2$
 - Raio da área de contato pneu / pavimento: $R = 11,5 \text{ cm}$
 - Afastamento entre pneus por roda: $S = 34,3 \text{ cm}$

A intenção deste estudo é trazer todos os valores dos diversos tipos de eixos para um valor padrão comum, o eixo padrão de 8,2 tf. Ao Número Equivalente de Operações do Eixo Padrão durante o período de Projeto é dado o nome de “N”.

Os Números “N” de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, para um Ano qualquer, são calculados pela expressão (Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT/1996 desenvolvida pelo Engº. Murillo Lopes de Souza):

$$N = 365 \times VMDA \times FD \times FR \times FV$$

Onde:

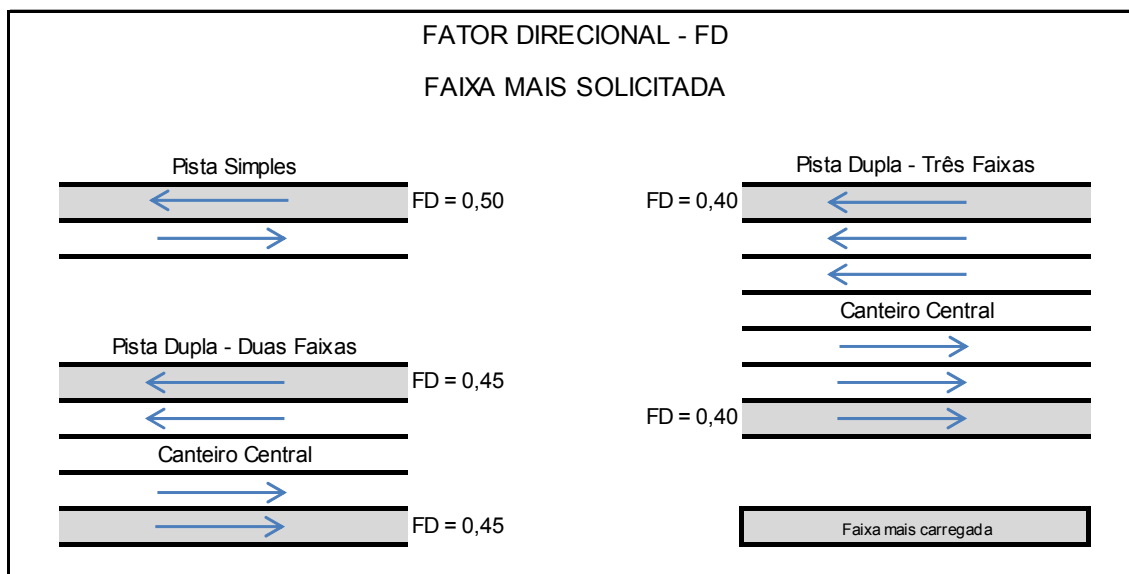
VMDA = Volume Médio Diário Anual de tráfego na rodovia, considerando os veículos comerciais (ônibus e caminhões)

FD = Fator Direcional (dependente do número de pistas e de faixas)

Os Números “N” são calculados para a faixa de tráfego mais solicitada das Vias (onde trafegam os Veículos Comerciais). As faixas mais solicitadas podem ser obtidas nas Pesquisas de Tráfego e o DNIT recomenda os seguintes fatores:

FATOR DIRECIONAL - FD			
Número de Faixas	2 Faixas	4 Faixas	6 ou mais
Fator Direcional FD	0,5	0,35 a 0,48	0,25 a 0,48

Podem ser adotados, para os Veículos Comerciais (Ônibus e Caminhões) os seguintes valores:



✓ Valor adotado - FD = 0,5

FR = Fator Climático Regional;

O Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT, de 1966, e revisão de 1971, recomendavam empregar:

FATOR CLIMÁTICO REGIONAL - FR			
Pluviometria Anual	< 800 mm	800 a 1500 mm	> 1500 mm
Fator FR	1,0	1,4	1,8

Ou seja, para regiões com chuvas intensas, aumenta-se o Número “N” em 80 %, obtém-se maior espessura para o pavimento.

Como espessura maior não dá ao pavimento resistência ao efeito das águas e como no dimensionamento adota-se ISC para ensaios após imersão em água por quatro dias, a Consultora adota:

✓ Valor adotado - FR = 1,0.

FV = Fator de Veículos da Frota Comercial;

Para o cálculo dos Fatores de Veículo - FV foram considerados:

- Os “Fatores Equivalentes Operacionais - FEO”, para cada tipo de eixo, foram calculados adotando-se as fórmulas preconizadas pelas metodologias do “USACE” e da “AASHTO”.

Quadro de Fórmulas - USACE e AASHTO

Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (USACE) - Fórmulas		
Tipos de eixos	Peso (tf)	Fórmulas
Eixo dianteiro simples, de rodagem simples ou dupla	$0 < P < 8$	$FEO = 2,0782 * 10^{-4} * P^{4,0175}$
	$P \geq 8$	$FEO = 1,8320 * 10^{-6} * P^{6,2542}$
Eixo traseiro Tandem duplo, de rodagem dupla	$0 < P < 11$	$FEO = 1,5920 * 10^{-4} * P^{3,4720}$

Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (USACE) - Fórmulas		
Tipos de eixos	Peso (tf)	Fórmulas
	$P \geq 11$	$FEO = 1,5280 * 10^{-6} * P^{5,4840}$
Eixo traseiro Tandem triplo, de rodagem dupla	$0 < P < 18$	$FEO = 8,0359 * 10^{-5} * P^{3,3549}$
	$P \geq 18$	$FEO = 1,3229 * 10^{-7} * P^{5,5789}$

Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (AASHTO) - Fórmulas	
Tipos de eixos	Fórmulas
Eixo dianteiro simples, de rodagem simples	$FEO = (P / 7,77)^{4,32}$
Eixo dianteiro simples, de rodagem dupla	$FEO = (P / 8,17)^{4,32}$
Eixo traseiro Tandem duplo, de rodagem dupla	$FEO = (P / 15,08)^{4,14}$
Eixo traseiro Tandem triplo, de rodagem dupla	$FEO = (P / 22,95)^{4,22}$

Como não estão disponíveis os dados de pesagem para a frequência de cargas, relativos ao trecho em estudo, os valores dos Fatores de Veículo Individuais - FVI foram determinados considerando-se 100% da frota de veículos de carga trafegando nos limites máximos de peso permitidos pela Lei da Balança (Lei Federal 7.408 de 25/11/85), sem a tolerância de 7,5% (Resolução 104/99 de 21/12/1999 do CONTRAN), respeitando-se o limite máximo de 5,0% para o Peso Bruto Total - PBT de cada veículo (Resolução 258 de 30/11/2007 do CONTRAN).

Os pesos máximos admitidos pela Lei da Balança, sem tolerância, são os apresentados nas DEFINIÇÕES DE PROJETO, para cada tipo de eixo.

O “Cálculo dos Fatores de Veículos Individuais e Finais - Metodologias da USACE e da AASHTO” é apresentado para a condição de carregamento adotada para o trecho em estudo.

- Projeção do “VMDA” e do Número “N”

A projeção do “VMDA” foi obtida pela aplicação da fórmula de crescimento geométrico.

$$VMDA_n = VMDA_0 \times (1 + i)^n$$

Onde os parâmetros intervenientes são:

$VMDA_0$ = Volume de tráfego inicial;

$VMDA_n$ = Volume de tráfego no ano “n”;

Onde:

i = Taxa de crescimento geométrico médio anual e,

n = Número de anos do Período de Projeto.

Foram consideradas as seguintes condições para a determinação dos parâmetros intervenientes:

Ano de abertura da rodovia ao tráfego após a conclusão dos melhoramentos previstos: 2013;

Período de Projeto: 10 anos; e,

Ano final de vida útil: 2022.

Os Fatores de Veículos - FV finais obtidos foram:

✓ FVUSACE = 13,955;

✓ FVAASHTO = 6,314.

A Projeção do Número "N" foi efetuada considerando-se a projeção do "VMDA" e os fatores intervenientes (FP, FR e FV), conforme descrito.

A Projeção do "VMDA" e do Número "N" para o trecho em estudo está apresentada, a seguir no quadro PROJEÇÃO DO TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO "N".

Foram encontrados valores de Número N de $2,89 \times 10^6$ pelo método USACE e $6,88 \times 10^6$ pelo método da AASHTO.

O valor de Número "N" adotado para os cálculos no Projeto de Pavimentação foi $6,88 \times 10^6$.

OBSERVAÇÃO: Carregamento da frota comercial obedecendo ao limite de 5% do PBTC (Resolução nº 258 de 30/11/2007)

3.5 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3.5.1 – INTRODUÇÃO

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos objetivando fornecer elementos para os Projetos de Pavimentação, Drenagem e Terraplenagem.

Os estudos consistiram de coletas de informações de projetos elaborados anteriormente para subsidiar as pesquisas de campo, complementadas por sondagens, coletas de amostras, ensaios de laboratório, análise dos resultados obtidos e recomendações para os projetos.

3.5.2 – ESTUDOS DO SUBLEITO E CORTES

Para reconhecimento dos materiais ocorrentes no subleito e cortes da pista a ser implantada, foram realizados furos de sondagem a pá e picareta ao longo do eixo de projeto, com espaçamento máximo de 100 metros e profundidade mínima de 1,00 metro abaixo do greide do projeto geométrico, com a finalidade de definir a posição do lençol freático e classificar os materiais a serem escavados.

Para todos os furos de sondagem realizados para estudos do subleito e cortes foram elaborados boletins de sondagens, onde constam as classificações expeditas dos materiais quanto à textura, a cor, posição do lençol freático (quando interceptado) e presença de rochas. Foram coletadas amostras de cada horizonte atravessado que, devidamente etiquetadas e embaladas, foram enviadas ao laboratório, onde foram procedidos os seguintes ensaios:

- Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento;
- Limite de Plasticidade de Solos;
- Limite de Liquidez;
- Índice de Suporte Califórnia de Solos, com corpos de prova moldados com a energia do Proctor Normal (12 golpes por camada).

Após a conclusão dos estudos de campo e laboratório, os materiais foram classificados segundo a HRB, sendo ainda calculados os Índices de Grupo.

Inicialmente os resultados foram plotados em gráfico e analisados, concluindo-se que o subleito do trecho em estudo é bastante heterogêneo, constituído por segmentos de solos argilosos, com boas qualidades geotécnicas, intercalados com segmentos com solos que apresentam baixos valores de ISC.

Verificou-se também a ocorrência de materiais de 2ª e 3ª categoria, em alguns cortes.

Face à variação do solo e valores de ISC encontrados ao longo do trecho, o mesmo foi dividido em 12 (doze) segmentos considerados homogêneos para efeito de estudos estatísticos e determinação dos valores de ISC a serem utilizados no dimensionamento do pavimento.

Nos segmentos onde ocorreu predominância de solos com baixos valores de ISC, optou-se pela indicação na terraplenagem, de materiais com melhores características de ISC para execução das camadas finais dos aterros, e substituição dos solos do subleito nos cortes em detrimento da indicação de camada de Reforço do Pavimento nestes intervalos.

Assim, conforme pode ser verificado no quadro seguinte, foi adotado para todo o trecho o valor de ISC igual a 7% para ser utilizado no dimensionamento do pavimento.

Os resultados obtidos nos estudos do subleito são apresentados no **Volume 3A - Estudos Geotécnicos**.

3.5.3 – PESQUISA DO LENÇOL FREÁTICO

As sondagens efetuadas para o subleito foram aproveitadas para identificação dos locais de ocorrência do lençol freático, com vistas a detectar os locais necessários a utilização de drenos profundos.

3.5.4 – ESTUDO DE FUNDAÇÃO DE ATERRO E DE ESTABILIDADE DE TALUDES

Todos os locais que poderiam apresentar problemas para fundação de aterro foram objetos de sondagens, visando conhecer as características dos terrenos e a capacidade de carga dos mesmos. Em função das sondagens foram definidas as espessuras necessárias de remoção dos solos compressíveis, cujos resultados são apresentados no **Volume 3A - Estudos Geotécnicos**.

3.5.5 – ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO

De acordo com as características Geológicas da região, o solo pode ser considerado bom para os serviços de terraplenagem necessários para este tipo de obra desde que tomadas as devidas precauções com suas características coesivas e consequentes técnicas de compactação.

a) Jazidas de Solo

O estudo de jazidas de solos para execução das camadas de base e sub-base foi iniciado com intensiva pesquisa de campo, na região do projeto, com base nas indicações geológicas e no projeto básico de implantação e pavimentação da rodovia. No estudo de jazidas, procurou-se sempre a menor distância de transporte possível e facilidade de acesso e exploração.

A equipe de campo identificou 01 (uma) jazida de solos (cascalho) com características que, se tratadas, são adequadas às camadas de suporte do pavimento. Está situada aproximadamente a 3 km da Estaca 00, na cidade de Cirilândia. Localiza-se na propriedade dos Sr. Adelino Pereira da Silva. Esse material é classificado como A-1-A e não necessita de correção granulométrica ou adição de cimento para cumprir suas funções quando utilizado em camadas de base.

Para todos os furos de sondagem foram realizados Boletins de Sondagem, contendo a profundidade da capa e do material útil, e a classificação expedita do material quanto à textura e cor, tendo sido coletadas amostras que foram etiquetadas e enviadas ao laboratório, onde foram procedidos os seguintes ensaios:

- Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento;
- Limite de Plasticidade de Solos;
- Limite de Liquidez de Solos;
- Índice de Suporte Califórnia de Solos, com corpos de prova moldados com a energia do Proctor Intermediário (26 golpes por camada), e com a energia do Proctor Modificado (55 golpes por camada) nas jazidas que apresentaram características satisfatórias para utilização em base de pavimento.

Concluídos os estudos de campo e de laboratório, foram os materiais classificados segundo a HRB e o SUCS e calculados os Índices de Grupo. Procedeu-se então a determinação da área utilizável da ocorrência, bem como a determinação do volume de capa e do volume utilizável.

Os resultados de ensaios foram tratados estatisticamente, obedecendo à metodologia da AGETOP e DNIT.

Os resultados das jazidas estudadas foram então comparados com os limites estabelecidos pela Especificação de Base DNIT-ES 303/97, e Sub-base DNIT-ES 301/97, concluindo-se que:

- Os materiais de todas as jazidas atendem integralmente às exigências destas especificações, quanto aos limites físicos e granulometria, e ISC, podendo ser indicadas para confecção da sub-base do pavimento projetado e também da base quando procedidas as correções citadas anteriormente;

b) Pedreira e Areal

O estudo de pedreira e areal foi realizado visando à definição de ocorrências para fornecimento de agregados graúdos e miúdos para as obras projetadas.

Para fornecimento de agregados graúdos para as obras projetadas, foi estudada uma pedreira comercial Calcário Goianésia localizada a 47 km da implantação do canteiro de obras, na cidade de Santa Isabel.

Na pedreira foram coletadas amostras para realização dos seguintes ensaios de laboratório:

- Determinação da Massa Específica Aparente e Massa Específica Real de Agregado Graúdo;
- Avaliação da Durabilidade de Agregados pelo Emprego de Solução de Sulfato de Sódio;
- Desgaste de Agregado por Abrasão;
- Adesividade de Agregado Graúdo a Ligante Betuminoso.

Para fornecimento de agregados miúdos para as obras, foi estudado um areal para futura utilização. O areal comercial localiza-se às margens do Rio do Peixe, à 5,1 km do povoado de Cirilândia.

Com as amostras coletadas no areal foram feitos os seguintes ensaios de laboratório:

- Massa Específica Aparente;
- Massa Específica Real;
- Material Pulverulento;
- Módulo de Finura;
- Impureza Orgânica;
- Equivalente de Areia, método DNIT-ME 54-63;
- Análise Granulométrica, método DNIT-ME 83-63.

Os resultados dos estudos efetuados na pedreira e no areal são apresentados no **Volume 3A - Estudos Geotécnicos**.

3.5.6 – ORIENTAÇÃO PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Através dos elementos do Perfil Geotécnico do trecho foram elaboradas recomendações para o Projeto de Terraplenagem.

Os materiais dos cortes foram classificados em primeira, segunda e terceira categoria, com base nas sondagens efetuadas.

Nos cortes em materiais de 2ª categoria (Rocha alterada) e 3ª categoria (Rocha sã) recomenda-se a execução de rebaixo em rocha ou "Remoção de Material Rochoso do Subleito", na espessura de 80 cm abaixo do greide de terraplenagem. O preenchimento destes locais será procedido com lançamento de colchão drenante, especificado no Projeto de Drenagem.

Os materiais de terceira categoria poderão ser transportados para o fundo de aterros.

Nos cortes em que ocorrem solos de qualidade inferior ao nível do subleito (com Expansão $\geq 2\%$ e ISC < ISC utilizado no dimensionamento do pavimento) recomendou-se a substituição destes materiais por outros de melhor qualidade, numa espessura de 80 cm abaixo do greide de terraplenagem, através das seguintes operações:

- Executar "Remoção de Material do Subleito";

- Executar "Acabamento de terraplenagem", com materiais que apresentem expansão < 2% e ISC $\geq$ ISC utilizado no dimensionamento do pavimento.

Os aterros deverão ser executados com:

- No corpo do aterro, materiais de 1ª categoria que apresentem ISC > 4% e expansão < 4%, compactados a 95% do Proctor Normal;
- Nas últimas camadas de aterro, deverão ser compactadas em espessuras de 20 cm e utilizados solos provenientes de empréstimos ou alargamentos de cortes, com expansão < 2% e ISC $\geq$ 7%, compactados a 100% do Proctor Normal.
- Materiais com ISC $\leq$ 4% e Expansão $\geq$ 4% são inadequados para execução de aterros, devendo ser destinados a bota-fora.

Nos cortes em que ocorrem solos de qualidade compatível com as de características usadas nos cálculos de pavimentação, recomendou-se o rebaixamento de 80 cm e o retorno do material escavado através de compactação controlada seguindo as seguintes operações:

- Executar a "Remoção de Material do Subleito" até 80 cm de profundidade depositando-o próximo para futura utilização;
- Tratar o leito rebaixado, compactando-o a 100% do Proctor Normal e regularizando-o;
- Voltar o material escavado anteriormente compactando-o em camadas de 20 cm a 100% do Proctor Normal e
- Complementar as 3 camadas de 20 cm com material proveniente de empréstimos com características de expansão < 2% e ISC $\geq$ 7%.

O empolamento dos materiais foi calculado considerando os resultados dos ensaios efetuados no subleito. Ao empolamento calculado foi acrescida uma porcentagem devida a perdas no transporte, resultando num valor de 30% para todo o trecho.

3.5.7 – RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE DRENAGEM

Recomenda-se que, para proteção do leito estradal frente à ação nociva das águas subterrâneas, sejam projetados:

- Drenos profundos longitudinais nos cortes onde as sondagens detectaram a interceptação do lençol freático ou a existência de materiais com excesso de umidade;
- Colchão Drenante com drenos profundos longitudinais coletores nos cortes em rocha sã ou alterada.

3.6 – PROJETO GEOMÉTRICO

3.6.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto Geométrico foi elaborado com base nos levantamentos topográficos, Estudos Hidrológicos, Geológicos e Geotécnicos, tendo em vista o atendimento dos parâmetros básicos para projeto de rodovias.

Consistiu da representação do projeto detalhado sobre a faixa topográfica levantada, abrangendo:

- Planimetria da pista existente;
- Greide projetado;
- Lançamento em planta e perfil das obras de arte existentes e projetadas;
- Seções transversais em tangente e curva.

O trecho projetado apresenta extensão aproximada 8 km, tendo seu início na Estaca: 0+0,00, no final do perímetro urbano de Cirilândia e seu final na Estaca: 377+3,221 no perímetro urbano de Santa Isabel. A extensão total prevista é de 7543,221 m.

3.6.2 – METODOLOGIA E PARÂMETROS ADOTADOS

As atividades foram realizadas de acordo com a fiscalização da AGETOP e o especificado nas Instruções de Serviço para Projeto Geométrico do DNIT.

Para a elaboração deste projeto foram utilizados, entre outros, os seguintes elementos:

- Elementos oriundos dos serviços de campo (locação, nivelamento, seções transversais do terreno, etc.), após a definição da diretriz final;
- Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem da AGETOP e do DNIT;
- Instruções para Superlargura e Superelevação em Projetos Rodoviários – DNIT;
- Sugestões da Fiscalização da AGETOP e;
- Observações locais.

3.6.3 – APRESENTAÇÃO

O Projeto Geométrico é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução** em formato padrão A3.

Os desenhos incluem:

- Planta desenhada para apresentação final na escala 1:2000, contendo:
 - Eixo de projeto, estaqueado de 20 em 20 metros;
 - Representação hipsométrica do terreno, com indicação das projeções das curvas de nível a cada 1,00 m, abrangendo toda a faixa levantada;
 - Representação das linhas de bordo da plataforma da pista atual (tracejadas) e da pista projetada (linhas contínuas);
 - Linhas de off-sets de cortes (contínuas) e de aterros (tracejadas);
 - Representação dos pontos notáveis das curvas horizontais;
 - Quadros contendo elementos definidores das curvas horizontais;
 - Cadastro de propriedades e cercas de divisas interferentes com a faixa de domínio;
 - Obras de Arte Correntes (bueiros) existentes e projetados;
 - Acidentes topográficos, como cursos d'água, brejos, lagoas, etc.;
 - Representação das interseções projetadas;
 - Representação dos furos de sondagens do subleito;
 - Malha de coordenadas com representação do norte verdadeiro.
- Perfil longitudinal desenhado para apresentação final em escala 1:2000 (H) e 1:200 (V), contendo:
 - Perfil do terreno natural correspondente ao eixo do projeto;
 - O greide projetado, de pavimento acabado, com indicação dos principais elementos definidores das curvas parabólicas e rampas.

3.6.4 – ELEMENTOS DO PROJETO

As notas de serviço com os valores das cotas de terraplenagem do eixo do projeto e dos bordos e os valores das inclinações transversais são apresentados no **Volume 3C – Notas de Serviços e Cálculo de Volumes**.

3.6.5 – VIADUTO FERROVIÁRIO DA VALEC

No início do trecho projetado, próximo a Cirilândia, estaca 22, há um cruzamento com a ferrovia Norte-Sul e a obra que permite esta transposição é um viaduto construído pela VALEC que possui deficiências geométricas na sua altura e comprimento. Esta característica da obra limita uma possível necessidade de duplicação desta rodovia, lembrando se tratar de rodovia coincidente com rodovia federal (BR-251). Há evidente limitação no gabarito quanto a sua altura (4,30m) e dificilmente será conseguida a altura livre de 5,50m.

A Empresa Projetista entrou em contato com a VALEC e solicitou dados da fundação executada na construção do Viaduto e também um laudo sobre indicação de rebaixamento do “greide” da rodovia em projeto visando alcançar o gabarito de norma. Infelizmente não tivemos sucesso, por isso o greide adotado (de terraplenagem) segue o nível existente, pois qualquer corte executado sem os cuidados necessários pode provocar o abalo estrutural do Viaduto.

Cuidado especial deve ser tomado durante a execução das obras de terraplenagem e pavimentação visando ampliar ao máximo o vão atual. Este serviço deve ser feito de forma manual e com preocupação suficiente visando não abalar a fundação desta OAE. Ver relatório fotográfico, item 3.2.5.

3.7 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem objetivou a definição das escavações e aterros necessários à implantação do trecho e foi elaborado de acordo com os elementos fornecidos pelos Estudos Topográficos e definições do Projeto Geométrico, além das recomendações dos Estudos Geotécnicos.

3.7.1 – METODOLOGIA APLICADA

A geometria dos taludes foi definida com base nos estudos geológicos, em função dos materiais decorrentes e da observação dos taludes implantados, tendo sido adotados:

- Taludes de Cortes:
 - Inclinação: 1:1 (H/V);
 - Banquetas a cada 8,00 m de altura, com largura de 3,00 m.
- Taludes de Aterros:
 - Inclinação: 3:2 (H/V);
 - Banquetas a cada 10,00 m de altura, com largura de 3,00 m.

Os estudos geotécnicos forneceram indicações sobre a qualidade geotécnica, classificação (1ª, 2ª e 3ª categorias) e destinação dos materiais escavados.

3.7.2 – CÁLCULO DE VOLUMES E NOTAS DE SERVIÇO

Os volumes e notas de serviço foram calculados por microcomputação e manualmente, e, forneceram todos os elementos necessários à configuração geométrica da rodovia e os quantitativos necessários à sua execução.

Os dados de entrada para a execução do cálculo de volumes foram:

- Cotas do eixo de projetos;

- Elementos do alinhamento (projeto em planta);
- Elementos do projeto vertical (greide projetado);
- Elementos planimétricos da seção transversal do projeto;
- Inclinação dos taludes de corte e aterro; e
- Classificação dos materiais.

Os volumes escavados foram majorados em 30%, com vistas a suprir diferenças de densidades entre o material a escavar e a compactar, conforme citado no item 3.5.6.

3.7.3 – APRESENTAÇÃO

O Projeto de Terraplenagem é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, compreendendo:

- Offsets lançados nas pranchas dos projetos geométricos e de interseções;
- Seções transversais-tipo de terraplenagem;
- Planilhas de distribuição de materiais;
- Resumo geral da distribuição de materiais.

3.8 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.8.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Pavimentação visa à definição e o detalhamento de uma estrutura que possa, economicamente, suportar as solicitações impostas pelo tráfego, em condições de conforto e segurança para usuário, num período de projeto de 10 anos.

3.8.2 – DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O pavimento foi dimensionado pelo “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis” de autoria do Eng.º Murilo Lopes de Souza (DER/1966), equalizado pela Delano Cavalcanti Calixto.

CÁLCULO DE ESPESSURAS EQUIVALENTES

Método de Murilo Lopes de Souza Equalizado pela Delano Cavalcanti Calixto

CBR	Cálculo de H (cm) - calculado negativo para inclusão no ábaco										
	N = 10 ^(x-1) --- x										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	-5	-8,0073402	-11,01468	-14,022021	-17,029361	-20,036701	-23,044041	-26,051382	-29,058722	-32,066062	-35,073402
15	-5	-8,633016	-12,266032	-15,899048	-19,532064	-23,16508	-26,798096	-30,431112	-34,064128	-37,697144	-41,33016
12	-5	-9,2066579	-13,413316	-17,619974	-21,826631	-26,033289	-30,239947	-34,446605	-38,653263	-42,859921	-47,066579
10	-5	-9,7419751	-14,48395	-19,225925	-23,9679	-28,709876	-33,451851	-38,193826	-42,935801	-47,677776	-52,419751
8	-5	-10,490718	-15,981436	-21,472154	-26,962872	-32,453591	-37,944309	-43,435027	-48,925745	-54,416463	-59,907181
7	-5	-10,994181	-16,988362	-22,982543	-28,976724	-34,970905	-40,965086	-46,959267	-52,953449	-58,94763	-64,941811
6	-5	-11,63306	-18,266119	-24,899179	-31,532238	-38,165298	-44,798358	-51,431417	-58,064477	-64,697536	-71,330596
5	-5	-12,477148	-19,954296	-27,431444	-34,908592	-42,38574	-49,862888	-57,340036	-64,817184	-72,294332	-79,77148
4	-5	-13,657766	-22,315532	-30,973299	-39,631065	-48,288831	-56,946597	-65,604364	-74,26213	-82,919896	-91,577662
3	-5	-15,459011	-25,918021	-36,377032	-46,836043	-57,295053	-67,754064	-78,213075	-88,672085	-99,131096	-109,59011
2	-5	-18,651569	-32,303138	-45,954706	-59,606275	-73,257844	-86,909413	-100,56098	-114,21255	-127,86412	-141,51569
Calibrador											

a) Cálculo do Número “N”

O cálculo do Número “N” de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foi elaborado conforme descrito no Capítulo de Estudos de Tráfego, tendo-se chegado ao número “N” de $6,88 \times 10^6$, a ser utilizado no dimensionamento do pavimento.

b) ISC do Subleito

O ISC do subleito foi definido no âmbito dos estudos Geotécnicos, a partir das análises dos valores de ISC do subleito, e das considerações quanto à indicação dos materiais a serem utilizados na terraplenagem. Conforme descrito no capítulo de Estudos Geotécnicos o valor do ISC considerado no dimensionamento do pavimento foi de 7%.

c) Concepção das Camadas e Coeficientes de Equivalência Estrutural

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

Tipo de Material	K
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,0
Base ou Revestimento Pré-misturado a Quente de Graduação Densa	1,7
Base ou Revestimento Pré-misturado a Frio de Graduação Densa	1,4
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,2
Camadas Granulares	1,0
Solo-cimento com resistência aos 7 dias superior a 4,5 Mpa (compressão)	1,7
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,8 e 4,5 Mpa (compressão)	1,4
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,1 e 2,8 Mpa (compressão)	1,2
Bases de Solo-cal	1,2

d) Dimensionamento

A memória de cálculo do dimensionamento do pavimento projetado é apresentada a seguir onde se obteve:

MÉTODO DNIT 1966 / AGETOP

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

$$R * K_R + B * K_B + SB * K_{SB} \geq H_{ISC}$$

Entradas			Saídas	
ISC	7		a	6,0
N	$6,88 \times 10^6$	6,688	H _{ISC}	45,1
K _R	1,2		H ₂₀	25,1
K _B	1		B	22,1
K _{SB}	1		SB	20,0
R	2,5			

Espessura do Revestimento - R

Espessura da Base - B

Espessura da Sub-Base - SB

Coeficiente Estrutural do Revestimento - K_R

Coeficiente Estrutural da Base - K_B

Coeficiente Estrutural da Sub-Base - K_{SB}

Espessura necessária para proteger a Sub-Base - H_{20}

Espessura necessária para proteger o Subleito - H_{ISC}

Espessuras Mínimas de Revestimentos Asfálticos		
N (repetições do ESRD de 80 kN)	Tipo de Revestimento	Espessura (mm)
$\leq 10^6$	Tratamentos Superficiais	15 a 30
$10^6 < N \leq 5 \cdot 10^6$	CA, PMQ, PMF	50
$5 \cdot 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto Asfáltico	75
$10^7 < N \leq 5 \cdot 10^7$	Concreto Asfáltico	100
$N > 5 \cdot 10^7$	Concreto Asfáltico	125

MÉTODO DE SERVIENTIA DESEMPENHO DA AASHTO - 1993

Equação de desempenho:

$$\log_{10}(N) = (Z_r \times S_0) + (9,36 \times \log_{10}(SN + 1)) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{p_0 - p_t}{p_0 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1) \times 5,19}} + (2,32 \times \log_{10}(M_r)) - 8,07 \quad (Eq.1)$$

$$SN = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2 \times m_2) + (a_3 \times D_3 \times m_3)$$

a_i - coeficiente estrutural da i-ésima camada;

D_i - espessura (em polegadas) da i-ésima camada;

m_i - coeficiente de drenagem da i-ésima camada;

p_0 - servientia inicial (após construção) do pavimento asfáltico, cujo valor é definido por meio da qualidade construtiva; na AASHO Road Test, o valor médio resultou em 4,2;

p_t - servientia terminal (no final do período de projeto) desejada para o pavimento asfáltico, com valor definido em função do tipo de via e por recomendações das agências viárias; na AASHO Road Test, o valor de 1,5 para servientia foi considerado "ponto de limite trafegável", ou seja, condição limite de uso dos pavimentos. Os níveis finais de servientia sugeridos pela AASHTO são:

para vias principais, p_t = de 3,0 a 2,5 e

para vias secundárias, p_t = 2,0;

M_r - módulo de resiliência efetivo do subleito (em libras por polegada quadrada), calculado conforme critérios apresentados;

Z_r - nível de confiança embutido no processo de dimensionamento para assegurar que a alternativa de projeto atente para o período de vida útil estipulado, levando em conta simultaneamente possíveis variações nas condições de tráfego e na previsão de desempenho:

Nível de Confiança de Projeto (valores para Z_r)		
Classificação funcional da via	Urbana	Rural
Interestaduais e autoestradas	85 - 99,9	80 - 99,9

Arteriais principais	80 - 99	75 - 95
Coletoras	80 - 95	75 - 95
Locais	50 - 80	50 - 80

S_0 – Desvio-padrão associado, para pavimentos flexíveis, adotado 0,35;

Coeficientes de Equivalência Estrutural dos Materiais		
Material	Parâmetro de Controle	a_i
CBUQ, PMQ a 20°C	$M_r = 3.160 \text{ MPa}$	0,44
	$M_r = 2.110 \text{ MPa}$	0,37
	$M_r = 1.406 \text{ MPa}$	0,30
Bases granulares	CBR = 100%	0,14
	CBR = 33%	0,10
Sub-bases granulares	CBR = 100%	0,14
	CBR = 23%	0,10
Materiais cimentados (aos sete dias)	$R_{c,7} = 5,6 \text{ MPa}$	0,22
	$R_{c,7} = 3,1 \text{ MPa}$	0,16
	$R_{c,7} = 1,4 \text{ MPa}$	0,13

AASHTO 1993

Coeficientes de Drenagem (multiplicadores dos coeficientes de equivalência estrutural)				
Qualidade de drenagem	Porcentagem de tempo a que o pavimento estará sujeito a condições e umidade próximas da saturação			
	< 1%	1% a 5%	5% a 25%	> 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Boa	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muito pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Espessuras Mínimas de Camadas de Pavimentos		
N (repetições do ESRD de 80 kN)	Revestimentos em Concreto Asfáltico (mm)	Bases granulares (mm)
$\leq 5,0 * 10^4$	25*	100
$5,0 * 10^4 < N \leq 1,5 * 10^5$	50	100
$1,5 * 10^5 < N \leq 5,0 * 10^5$	65	100
$5,0 * 10^5 < N \leq 2,0 * 10^6$	75	150
$2,0 * 10^6 < N \leq 7,0 * 10^6$	90	150
$N > 7,0 * 10^6$	100	150

* possível o emprego de tratamentos superficiais

AASHTO 1993

Determinação das espessuras das camadas do pavimento

$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$	Espessura do revestimento	Respeitando a tabela de espessuras mínimas de camadas de pavimentos, recalculando quando necessário
$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 \times m_2}$	Espessura da base	
$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2}{a_3 \times m_3}$	Espessura da sub-base	

As espessuras das camadas são obtidas através da Determinação dos Números Estruturais (SN) necessários:

SN ₃	subleito	Utilizar a Equação Eq.1 e realizar os cálculos dos Números Estruturais com a utilização do módulo de resiliência (M _r) representativo de cada uma das camadas
SN ₂	sub-base	
SN ₁	base	

Equação de desempenho:

$$\log_{10}(N) = (0,9 \times 0,35) + (9,36 \times \log_{10}(SN + 1)) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{4,2 - 2,5}{4,2 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1) \times 5,19}} + (2,32 \times \log_{10}(M_r)) - 8,07$$

SN: Número estrutural
 $\log_{10}(N)$: **6,83759**
 N: 6.880.000 6,88*10⁶

Subleito M_r: 3.500
 CAUQ M_r: 500.000
 BGS CBR: 70 M_r: 27.500
 Sub-base granular CBR: 30 M_r: 15.000

Cálculo de SN₁ (base) - AASHTO

Comparador	SN	Comparador	SN	Comparador	SN	
5,15999	1,00	6,80726	2,00	6,80726	2,00	SN₁
6,80726	2,00	6,94046	2,10	6,82078	2,01	
7,97575	3,00	7,06942	2,20	6,83425	2,02	
8,88189	4,00	7,19442	2,30	6,84768	2,03	
9,62209	5,00	7,31567	2,40	6,86107	2,04	
10,24778	6,00	7,43341	2,50	6,87441	2,05	
10,78966	7,00	7,54784	2,60	6,88770	2,06	
11,26753	8,00	7,65912	2,70	6,90096	2,07	
11,69490	9,00	7,76743	2,80	6,91417	2,08	
12,08142	10,00	7,87293	2,90	6,92734	2,09	
		7,97575	3,00	6,94046	2,10	

Cálculo de SN₂ (sub-base) - AASHTO

Comparador	SN	Comparador	SN	Comparador	SN	
4,54927	1,00	6,19654	2,00	6,82269	2,50	SN₂
6,19654	2,00	6,32974	2,10	6,83428	2,51	
7,36503	3,00	6,45870	2,20	6,84584	2,52	
8,27117	4,00	6,58370	2,30	6,85736	2,53	
9,01137	5,00	6,70495	2,40	6,86885	2,54	
9,63706	6,00	6,82269	2,50	6,88031	2,55	
10,17894	7,00	6,93712	2,60	6,89173	2,56	
10,65681	8,00	7,04840	2,70	6,90313	2,57	
11,08418	9,00	7,15671	2,80	6,91449	2,58	

11,47070	10,00	7,26221	2,90	6,92582	2,59
		7,36503	3,00	6,93712	2,60

$$\text{Novo SN}_2 = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2 \times m_2)$$

a_1 : 0,46 a_2 : 0,13
 D_1 : 4,39 D_2 : 5,91
 m_2 : 1,35 coeficiente de drenagem

Novo SN_2 : 2,666339

Cálculo de SN_3 (subleito) - AASHTO

Comparador	SN	Comparador	SN	Comparador	SN
3,08298	1,00	6,80488	4,00	6,80488	4,00
4,73025	2,00	6,88528	4,10	6,81299	4,01
5,89874	3,00	6,96412	4,20	6,82108	4,02
6,80488	4,00	7,04146	4,30	6,82917	4,03
7,54508	5,00	7,11735	4,40	6,83723	4,04
8,17077	6,00	7,19184	4,50	6,84528	4,05
8,71265	7,00	7,26500	4,60	6,85331	4,06
9,19051	8,00	7,33685	4,70	6,86133	4,07
9,61788	9,00	7,40746	4,80	6,86933	4,08
10,00440	10,00	7,47685	4,90	6,87731	4,09
		7,54508	5,00	6,88528	4,10

SN_3

Camada	Espessura		Cálculo de espessuras							
	mm	pol.	Coeficiente Estrutural		Espessura	1º ciclo		2º ciclo		Adotada (cm)
Capa-CAUQ	100	3,9	a_1	0,46	D_1	4,4	ok	3,5	ok	9
Base-BGS	150	5,9	a_2	0,13	D_2	2,8	n	5,9	ok	15
Sub-base	150	5,9	a_3	0,11	D_3	-	-	9,3	n	23

e) Resumo dos Cálculos de Dimensionamento de Camadas

CÁLCULO DE ESPESSURAS DE CAMADAS - RESUMO									
Camada	DNIT-ANT		DNIT-AT		AASHTO		Sugerido		
Revestimento	TSD	2,5	TSD	7,5	CAUQ	9	CAUQ	7,5	
Base	MG	22	MG	16	BSG	15	BSG	20	
Sub-base	MG	20	MG	20	MG	23	MG	22	
Reforço	-	0	-	0	-	0	-	0	
Espessura equivalente	45		45		59		Inicial	Efetivo	
							45	51	

É adotada a solução com base mais robusta sendo que inicialmente será revestida com TSD e Microrrevestimento. No futuro, com o efetivo aumento do tráfego, a AGETOP procederá ao recapeamento com CAUQ de 7,5 cm e seu respectivo aporte estrutural. Esta ação promoverá uma economia ao Projeto da AGETOP visto que no início da vida útil os usuários gastam um tempo para acostumar com a nova disponibilidade de infraestrutura.

3.8.3 – COMENTÁRIOS

O Projeto de Pavimentação abriu espaço para discussões atuais relativas aos acontecimentos recentes na Manutenção e Operação das Rodovias de Goiás. As cargas por eixo têm aumentado significativamente nos últimos anos, e junto com este aumento de carga os caminhoneiros têm aumentado a pressão de enchimento dos pneus causando um efeito de degradação precoce no pavimento. Não existe a expectativa de que esses procedimentos voltem aos padrões antigos, portanto cuidado absoluto deve ser considerado na execução das camadas de Base e Sub Base e também na consideração da solução de revestimento, visto a necessidade de utilização de sistema que absorva a energia direta dos pneus.

A boa técnica indica claramente a necessidade de utilização do Concreto Asfáltico Usinado a Quente para o revestimento, lembrando que os cálculos indicam 75mm de espessura. Para um sistema bem montado e equilibrado do gradiente de absorção de energia é preciso que a camada de Base (20cm) seja executada preferencialmente em Brita Graduada Simples (BGS) e caso esta solução não atenda as disponibilidades financeiras para o empreendimento, pode ser adotada a solução de Solo Brita ou Solo Cimento, desde que possuam Índice de Suporte mínimo de 80%.

Solo-cimento – Recomendações especiais para a utilização pela AGETOP

“Solo-cimento é o produto endurecido resultante da mistura íntima compactada de solo, cimento e água em proporções estabelecidas através de dosagem racional, executada de acordo com as normas aplicáveis ao solo em estudo”.

Mistura de solo-cimento

Produto obtido pela compactação e cura de uma mistura íntima de solo, cimento e água, de modo a satisfazer a critérios de estabilidade e durabilidade exigidos.

Solo melhorado com cimento (modificado com cimento)

Quando um solo mostrar-se economicamente inviável de ser estabilizado com cimento, ainda poderá ser utilizado para fins de pavimentação através da adição de pequenas quantidades de cimento (1 a 5%), que visam modificar algumas de suas propriedades físicas, por exemplo, baixar o índice de plasticidade através do aumento do LP e da diminuição do LL ou diminuir as mudanças de volume e inchamento do solo.

Solo-cimento plástico

Material endurecido formado pela cura de uma mistura íntima de solo, cimento e quantidade suficiente de água para produzir uma consistência de argamassa. A quantidade de água no solo-cimento é apenas para permitir uma boa compactação e completa hidratação do cimento. No solo-cimento plástico a quantidade de cimento é aproximadamente 4% a mais para satisfazer os critérios de durabilidade e estabilidade exigidos e também devido a maior quantidade de água necessária para deixar a mistura na consistência de argamassa.

Fatores que influenciam na estabilização solo-cimento

Por envolver aspectos físicos e químicos tanto do cimento quanto do solo, este tipo de estabilização é influenciada por inúmeros fatores:

- Tipo de solo – Todo solo pode ser estabilizado com cimento, porém os solos arenosos (granulares) são mais eficientes que os argilosos por exigirem baixos teores de cimento;

- Presença no solo de materiais nocivos ao cimento – A presença de matéria orgânica no solo afeta a hidratação do cimento devido à absorção dos íons de cálcio gerados, resultando uma queda no PH da mistura. Os sulfatos geralmente encontrados nas águas do solo combinam com o aluminato tricálcico do cimento hidratado formando o sulfo aluminato de cálcio que ocupa grande volume, provocando quebra de ligações cimentícias;
- Teor de cimento – A resistência da mistura solo-cimento aumenta linearmente com o teor de cimento, para um mesmo tipo de solo. O teor de cimento depende do tipo de solo, quanto maior a porcentagem de silte e argila, maior será o teor de cimento exigido. Para alcançar o valor ideal do teor de cimento para um tipo de solo, deve-se recorrer aos procedimentos de dosagem;
- Teor de umidade da mistura – Assim como nos solos naturais, as misturas solo-cimento exigirão um teor de umidade que conduza a uma massa específica seca máxima, para uma dada energia de compactação. O acréscimo de cimento ao solo tende a produzir um acréscimo no teor de umidade e um decréscimo na massa específica seca máxima, devido a ação floclante do cimento. O teor de umidade ótimo que conduz à máxima massa específica seca não é necessariamente o mesmo para a máxima resistência. Este último está localizado no ramo seco para os solos arenosos e no ramo úmido para os solos argilosos;
- Operações de mistura e compactação – A demora de mais de duas horas entre a mistura e a compactação pode trazer significantes decréscimos tanto na massa específica seca máxima quanto na resistência do produto final. O decréscimo na massa específica seca máxima é causado pelo aumento do PH da água quando esta entra em contato com o cimento, causando floclação das partículas de argila. Se o tempo mistura-compactação for grande, são produzidos grandes quantidades de argila floclada, que irá absorver da compactação. É recomendado que a compactação deva iniciar-se logo após a mistura e complementada dentro de duas horas;
- Tempo e condições de cura – Como no concreto, a mistura solo-cimento ganha resistência por processo de cimentação das partículas durante vários meses ou anos, sendo maior até os 28 dias iniciais. Neste período deve ser garantido um teor de umidade adequado à mistura compactada. Diferente do concreto, a temperatura de cura deve ser elevada para propiciar elevadas resistências. Durante as reações pozolânicas, a temperatura tende a elevar-se. Nos países de clima quente pode-se empregar um teor de cimento menor para atingir a mesma resistência à compressão que seria alcançada em um país de clima frio;

Execução na pista

A mistura solo-cimento pode ser executada:

- Usinas Fixas Centrais com grandes Betoneiras e
- Usinas Móveis através de equipamentos do tipo pulvimixers;

As misturas feitas em usinas fixas (centrais de usinagem) constituem um processo mais eficiente, uma vez que o produto final é praticamente perfeito e muito mais rápido que o processo de mistura na pista. A utilização de usina fixa de solo-cimento é justificada em função da quantidade do serviço a ser executado, não sendo utilizada para pequenas quantidades. As instalações de uma usina fixa de solo-cimento é praticamente a mesma de uma usina de solos convencional, podendo-se destacar os seguintes componentes principais:

- Silos de solos – Depósitos destinados a receber o solo (ou solos) que serão utilizados na mistura, construídos de madeira ou chapa metálica, normalmente em forma de tronco de pirâmide. A calibração é feita pelo processo usual onde a comporta de saída é aberta com diversas alturas, anotando-se a quantidade que se escoar em um determinado tempo. Com os

pares de valores “Abertura da comporta x Produção horária pretendida”, traçados em um gráfico, obtém-se a abertura necessária do silo. Esta calibração também pode ser feita em função da quantidade de material que cai em um espaço linear de um metro da esteira transportadora. Neste caso varia-se a abertura da comporta ou a velocidade de transporte das correias.

- Silo de cimento – Geralmente em formato cilíndrico, tem a função de armazenar o cimento a ser usado na mistura. Para grandes volumes de mistura, o carregamento do cimento é feito diretamente dos caminhões transportadores por meio de sucção. Nestes casos é recomendada a utilização de cimento a granel. O processo de calibração deste silo é similar ao de solo.
- Correias transportadoras – São as responsáveis pelo transporte dos solos e do cimento dos silos até o misturador. Devem ter uma inclinação suficiente para levar os materiais desde as comportas dos silos até a boca do misturador.
- Depósito de água – Reservatório destinado a fornecer água para que a mistura solo-cimento já saia da usina com o teor ótimo de umidade. Dependendo da distância até o local da obra este teor pode ser majorado, para haver uma compensação devido às perdas por evaporação.
- Misturador – É o compartimento destinado a execução da mistura propriamente dita do solo com o cimento e água. Normalmente é constituído por eixos dotados de pás (paletas) que giram em sentidos contrários, jogando os materiais contra as paredes do compartimento. A mistura da água pode ser feita continuamente (junto com o solo e o cimento) ou logo após a mistura “seca” (solo e cimento).

Operações básicas para solo-cimento in situ

Nas misturas de solo-cimento feitas no local (mistura in situ) destacam-se as seguintes operações básicas:

- Pulverização e homogeneização do solo – O material vindo da jazida (ou já escarificado) deve ser pulverizado e homogeneizado até que 80% do material miúdo esteja reduzido a partículas de diâmetro inferior a 4,8mm. Deve ser utilizado equipamento do tipo pulvimixer.
- Distribuição e espalhamento do cimento – Após a regularização do solo pulverizado em toda a seção transversal espalha-se o cimento (em sacos) nas quantidades projetadas, distribuindo-os uniformemente perto da superfície de modo a assegurar posterior espalhamento por processo mecânico.
- Mistura do cimento com o solo pulverizado – Executada através de escarificadores, pela lâmina da motoniveladora e equipamentos tipo pulvimixer. A mistura do solo com o cimento deverá ocorrer em toda a espessura da camada, repetidas vezes até se conseguir uma tonalidade uniforme em toda a espessura. Em seguida a mistura deve ser nivelada obedecendo ao greide e a seção transversal.
- Adição de água a mistura – Deverá ser feita progressivamente. É aconselhável que a umidade não aumente mais de 2% em cada passada do caminhão pipa que deve ser equipado, quando possível, com dispositivo de controle de água por pressão. Desta forma é possível calcular a quantidade de água a ser distribuída (função também do teor de umidade do solo) em cada passada.
- Mistura do solo-cimento umedecida – Feita por pulvimixer. Na fase final a umidade deve ser controlada de 40 em 40 m. Qualquer deficiência deve ser corrigida.
- Compactação e acabamento – Para solos arenosos devem ser empregados rolos pneumáticos ou lisos e para solos argilosos rolos pés de carneiro devem ser usado no início e os pneumáticos ou lisos usados ao final. A espessura de compactação não deve ser menor

que cinco centímetros. A camada superficial deve ser mantida na umidade ótima ou ligeiramente acima e feita a conformação (através de cortes) do trecho ao greide e abaulamento desejados. Após a conclusão da compactação deve ser feito um acerto final na superfície para eliminação de saliências, não podendo fazer correções de depressão através de adição de material. Pode-se usar grades de dentes ou escova metálica.

- Cura – Após a compactação o trecho deverá ser protegido por um período de sete dias. Usa-se cobrir o trecho com uma camada de solo de mais ou menos 5 cm que deverão ser mantidos unidos para conservação da umidade. Também pode ser usado material betuminoso para proteção.
- Controles de Execução – Sendo feitas as misturas na pista ou em usinas, são realizados os seguintes controles tecnológicos:
 - o Granulometria;
 - o Ensaio de finura do cimento;
 - o Grau de pulverização;
 - o Teor de cimento;
 - o Teor de umidade;
 - o Massa específica aparente “In situ”;
 - o Ensaio de compactação;
 - o Ensaio de resistência à compressão.

Também são feitos os controles Geométricos necessários em relação à largura da plataforma, flecha de abaulamento e espessura média.



A solução de Solo Cimento, apesar da impressão inicial de maior simplicidade executiva, carrega com si dificuldades operacionais na sua execução e sua compreensão.

O solo estudado em laboratório trabalha no limite aceitável com taxa de 2% de cimento, mas a prática operacional não permite a mesma consideração. Devem ser consideradas as seguintes premissas:

- Composição de preços da AGETOP indica 40kg de cimento por metro cúbico de solo, o que indica que somente material com aproximadamente 2000kg o metro cúbico estaria satisfazendo a conceituação básica;
- O preço considerado para o saco de cimento é de R\$ 17, mas o valor de mercado está em R\$22;

- O trabalho do solo cimento é comumente feito na pista espalhando os sacos de cimento, rasgando-os com o “ripper” da motoniveladora e misturando-os com a lâmina deste mesmo equipamento;
- Nos últimos anos as empresas não têm utilizado os equipamentos “pulvimixer”, que aliás nem são previstos na composição de preços da AGETOP;
- Têm acontecido alguns insucessos na execução de solo cimento e as pessoas envolvidas culpam o fato de estar havendo reação química inesperada na Imprimação, mas é crível que o problema seja outro;

Tudo isto leva a crer que as construtoras tenham resistência em trabalhar tão próximo ao limite e com isto dificilmente haverá solo homogêneo com 2% de cimento. Portanto o Projetista recomenda:

A adoção de 4% de cimento ao material, caso este seja usinado na pista;

A utilização de equipamentos específicos de usinagem do material no canteiro ou na pista;

Com a taxa de 4%, as providências citadas anteriormente devem ser obrigatoriamente seguidas na execução e na cura antes da imprimação;

Existe chance razoável de que as fissuras por retração ocorram em maiores frequências em solos melhorados com cimento em taxas de 4%, portanto cuidado especial deve ser tomado na imprimação para que todos os espaços sejam ocupados pelo material asfáltico resultante, portanto cumprindo uma de suas funções que é a de impermeabilizar o subleito.

A solução a ser adotada para a execução da obra passa por dividi-la em duas etapas:

A primeira etapa consiste em executar os serviços de Drenagem Sub Superficial e Profunda, Terraplenagem, Sub Base, Base escolhida (Brita Graduada Simples-BGS, Solo Brita-SB e Solo Cimento-SC), revestimento inicial com Tratamento Superficial Duplo (TSD) + Microrrevestimento (8mm), além da Sinalização Vertical e Horizontal e dos serviços complementares. O valor esperado destes serviços variam de R\$ 12,605 milhões para base em BGS, R\$ 11,819 milhões para base em SB e R\$ 11,821 milhões para base em SC, já consideradas as Sinalizações Verticais e Horizontais.

A segunda etapa deve ser executada quando os tráfegos Induzido e Gerado estiverem efetivamente acontecendo. Nessa hora serão executados os serviços de CAUQ (75mm) e nova Sinalização Vertical e Horizontal. Para estes serviços é esperado um valor de R\$ 2,308 milhões.

O procedimento por etapas visa à economicidade do Projeto, visto que cada etapa será executada quando realmente for necessária, não consumindo recursos com antecedência.

Grande parte do excesso de preço da BGS vem do fato de que o Estado de Goiás não está habituado ao seu uso e isto trás como consequência que as pedreiras comerciais não estão preparadas para oferecerem este material em grande quantidade, resultando em grandes distâncias de transportes. A Empresa Projetista continua a pesquisar novas pedreiras na esperança de encontrar uma mais próxima, já com capacidade instalada. Como esta situação de solução de pavimento não acontece apenas neste trecho, mas em todos os trechos com mais movimento em Goiás, a Empresa Projetista sugere que a AGETOP divulgue esta nova necessidade de demanda para que as pedreiras possam se preparar para atender essas novas solicitações.

De qualquer maneira é certo que chegou ao fim o reinado absoluto da utilização de “Lateritas” para as Bases com maiores solicitações. Durante um longo período o Estado de Goiás usufruiu das boas características deste material, mas agora as solicitações são outras e Goiás deve mudar de fase.

Em reunião com engenheiros da AGETOP ficou acertado, depois de análise das opções que a melhor solução atual é a de solo melhorado com cimento.

3.8.4 – DETALHES DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

a) Regularização do Subleito

Deverá compreender uma escarificação geral em toda extensão e largura da plataforma, seguida de compactação com a energia do Proctor Normal (12 golpes por camada), na faixa de variação de umidade de -1,5% a + 1,0%, em torno da umidade ótima.

b) Sub-base de Solo Estabilizado Granulometricamente sem Mistura

A sub-base deverá ser de do tipo estabilizada granulometricamente sem mistura, devendo ser executada em duas camadas com espessura total de 22 cm, empregando-se os materiais provenientes de qualquer uma das jazidas estudadas, com as seguintes localizações:

- Jazida J-1, a 12 km da cidade de Santa Isabel;

A sub-base deverá ser compactada com a energia do Proctor Intermediário (26 golpes por camada), na faixa de variação de umidade de -1,0% a + 1,0% em torno da umidade ótima.

c) Base de Brita Graduada ou Solo Brita ou Solo Melhorado com Cimento

A base a ser utilizada deverá atender ao suporte mínimo de 80%, sendo indicada como Brita Graduada Simples, Solo Brita ou Solo Cimento (solução adotada neste projeto), nesta ordem de prioridade de acordo com o Projetista, devendo ser executada em camada única ou dupla com espessura total de 24 cm, empregando-se os materiais provenientes de qualquer uma das jazidas estudadas, com as seguintes localizações:

- Pedreira P-1, a 47 km da cidade de Santa Isabel;
- Jazida J-1, a 12 km da cidade de Santa Isabel;

A base deverá ser compactada com a energia do ensaio AASHTO modificado (26 golpes por camada), na faixa de variação de umidade de -1,0% a + 1,0% em torno da umidade ótima.

d) Imprimação

Para imprimação da superfície da base indica-se a utilização de asfalto diluído tipo CM-30.

Este asfalto poderá ser adquirido na cidade de Aparecida de Goiânia ou Goiânia e estocado em tanques localizados no canteiro de obras em Cirilândia.

e) Revestimento

TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

A primeira etapa desse serviço de revestimento da pista de rolamento será executado em Tratamento Superficial Duplo com, com espessura aproximada de 2,5 cm.

A faixa granulométrica indicada para o caso de tráfego médio é:

1ª camada: 3/4" (19 mm).....	5/8" (16 mm)
2ª camada: 3/8" (10 mm)	1/4" (6,3 mm)

As taxas empregadas serão as seguintes:

Brita:	1ª camada	21 kgf/m ²
	2ª camada	10 kgf/m ²
CM-30.....		1,4 l/m ²
RR-2C:	1º banho	1,4 l/m ²

2º banho 1,4 l/m²

Obs.: todas estas taxas deverão ser acompanhadas e ajustadas na época da execução.

Após a execução do TSD o tráfego deve ser aberto aos usuários para o perfeito assentamento das camadas e consequente expulsão do material pétreo não aderido. É executado o serviço de varrição, coleta e transporte do excesso de material e então executa-se sobre o TSD uma camada de Microrrevestimento (8mm) sobre toda a largura da pista.

MICRO REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO COM O EMPREGO DE EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMERO

DNIT-ES – 035/2004 / DNER-ES – 389/99 / DNER-ES – 320/97

GENERALIDADES

Moderna tecnologia de revestimento asfáltico, desenvolvida e consagrada em países da Europa e nos Estados Unidos, a partir dos anos 90, tecnologia esta, oriunda das lamas asfálticas selantes, para a proteção, impermeabilização e rejuvenescimento superficial e estético dos pavimentos asfálticos em início de desgaste pela ação do tráfego e envelhecimento (oxidação do betume) pelo intemperismo climático, provocando fissuras e perda de materiais da camada asfáltica existente, quando se torna necessário uma conservação mais atuante e onerosa (início de buracos) através de serviços de tapa buracos e remendos, comprometendo sensivelmente a estética do pavimento.

No Brasil, com o advento das concessões de rodovias, inicialmente no sul e sudeste do país, à partir de meados de 1995, novas tecnologias tem sido adotadas com sucesso para a conservação ou melhoramentos dos pavimentos asfálticos, através de superposição com novas camadas, objetivando a reabilitação da superfície de rolamento, implementando fatores para a segurança do tráfego, com o emprego de materiais pétreos de melhor qualidade e de granulometrias diferenciadas, nas composições de misturas asfálticas com o emprego de asfaltos modificados (melhorados) por polímeros (borracha sintética), resultando em maior vida útil dos pavimentos executados com estes materiais.

Entre as novas tecnologias implantadas, normatizadas em especificações brasileiras com o emprego de asfaltos/polímeros, a de micro revestimento a frio, tem sido adotada usualmente nos serviços de microrrevestimento das rodovias concessionadas e em franca implantação, em rodovias federais, estaduais, vias urbanas e aeroportuárias.

A tecnologia do microrrevestimento asfáltico a frio, com o emprego de emulsões asfálticas modificadas por polímeros, contemplada por especificações brasileiras e ISSA/Internacional onde são determinadas as características dos materiais empregados e procedimentos de execução, visam garantir a qualidade do serviço a ser realizado.

DEFINIÇÃO – DNER-ES – 389/99 (DNIT-ES – 035/2004)

Consiste na associação de agregado, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica modificada por polímero SBS, água, aditivos se necessário, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada.

DEFINIÇÃO – ISSA-A – 143/96 (a guide quality construction)

Microrrevestimento é uma mistura asfáltica aplicada a frio, constituída de agregados de graduação contínua, filler, água, aditivos se necessário, emulsão asfáltica modificada por polímeros elastoméricos, de ruptura rápida (quick setting), projetada para ser aplicada em consistência fluida, com o uso de equipamento especializado (usina móvel).

Um processo preponderantemente químico modifica o estado da mistura asfáltica em consistência semilíquida, para uma mistura densa/ coesa, proporcionando a abertura (normalização) ao tráfego ao período de 1 hora (de cura ao sol) após a sua aplicação.

CONCEITOS

O microrrevestimento é um revestimento betuminoso modificado por polímeros, de espessuras delgadas, constituídos de elementos minerais (agregados) de dimensões reduzidas, de elevada superfície específica, necessitando de relativo teor de ligante asfáltico (aglutinante) para o envolvimento de todas as partículas minerais, resultando um composto de alta resistência ao desgaste por abrasão, de baixa permeabilidade e antiderrapante.

Possui as seguintes características práticas:

- É uma mistura de agregado britado, emulsão catiônica com polímeros, água e aditivos misturados e aplicados numa superfície apropriadamente preparada;
- Podem ser aplicados em múltiplas camadas;
- Utiliza-se para projetos de rodovias e selagem de fissuras e trincas.

EMPREGO

Por que utilizar o Microrrevestimento sobre o Tratamento Superficial Duplo?

Os métodos tradicionais de tratamento de superfície falham em não apresentar:

- Durabilidade adequada
- Características antiderrapantes apropriadas.

O microrrevestimento é também utilizado em projetos de reabilitação de superfície de pavimentos, sendo normalmente projetado para rodovias ou vias urbanas com aplicação em dupla camada: (regularização/impermeabilização e rugosidade/rolamento) ou sobre tratamentos superficiais com finalidade de diminuir as microfissuras deste serviço, causa de sua degradação precoce.

Apresentam características de excelente aderência ao pavimento a ser tratado, elevada coesão de seus componentes, pela qualidade dos materiais empregados neste serviço, em atendimento às especificações, espessura regular, uniforme e alto desempenho, de suas características em longo prazo. Também é projetado como revestimento asfáltico em camada de rolamento, constituindo a capa asfáltica sobre base imprimada, na implantação de pavimentos em vias urbanas e em rodovias de 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;
- 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.

Onde aplicar?

- Rodovias
- Vias urbanas de tráfego pesado
- Aeroportos
- Zonas residenciais
- Preenchimento de trilhas de rodas.

Onde não aplicar?

- Sobre rodovias com fissuras ativas ou com mais de 3 mm de largura
- Rodovias sem base asfáltica ou concreto de cimento (*)
- Rodovias com buracos ou onde falhas da superfície já tenham ocorrido com muita intensidade.

CARACTERÍSTICAS

Espessuras

- 6 a 20 mm por camada para aplicações regulares;
- 38 mm para operações de preenchimento de trilhas de rodas.

No micro revestimento o tamanho maior do agregado não é parâmetro determinante das taxas de aplicação / espessura das camadas.

Agregado tendendo a granulometria grossa deve ser aplicado em camada mais espessa, caso contrário não haverá suficiente imersão da fração de agregado maior dentro da argamassa, causando desprendimento do mesmo pela borracha da caixa espalhadora ou rejeição pelo tráfego.

Para camadas regulares ou reperfilamento, admite-se a espessura por camada de até 1,5 x a dimensão do maior agregado componente do traço.

Para preenchimento de trilhas de rodas, admite-se a espessura da camada de até 38 mm, utilizando-se de traço grosso.

Do ponto de vista da aplicação

- 2 a 3 minutos de tempo de mistura;
- 1 hora máxima para abertura ao tráfego;
- 1/2 hora máxima para a cura.

Desempenho a longo prazo

- Aderência;
- Resistência ao trincamento;
- Espessura consistente.

COMPONENTES DO MICROREVESTIMENTO

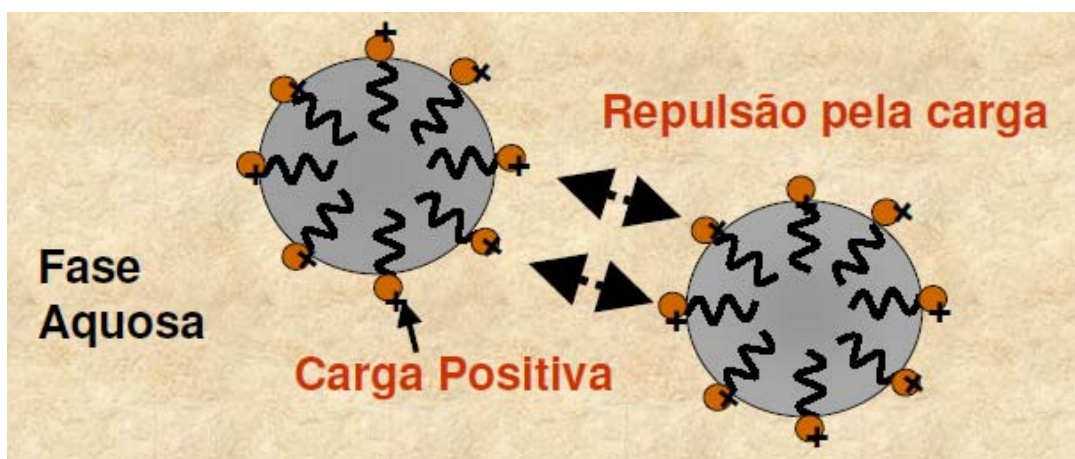
- Asfalto;
- Água;
- Emulsificante (emulsão);
- Polímero;
- Agregado mineral;

- Aditivo sólido (Filler mineral);
- Aditivo líquido.

Asfalto

- Penetração, viscosidade e ponto de amolecimento são propriedades básicas;
- Representa de 60 a 64% do peso da emulsão;
- Pode ser pesado (40/90 dmm) ou leve (>90 dmm).

Emulsões Catiônicas



Grupos positivos do emulsificante repelem-se em solução.

As partículas do asfalto são protegidas de coalescer pela presença do emulsificante.

Polímero

Utilidades dos polímeros:

- O asfalto é um material com uma flexibilidade limitada;
- Algumas características do asfalto podem ser modificadas para ser mais compatíveis com os agregados e temperatura ambiente e sua variabilidade.

Os polímeros modificam as seguintes propriedades do asfalto:

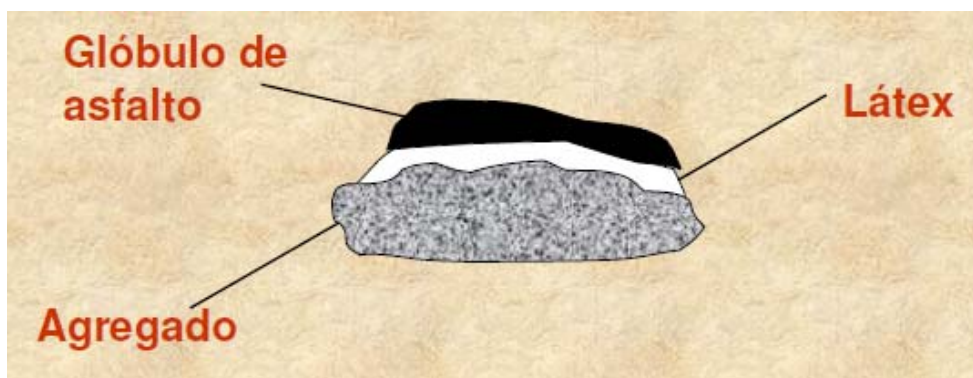
- Penetração (redução);
- Ponto de amolecimento (aumento);
- Ductilidade a temperaturas baixas (aumento);
- Tenacidade (aumento);
- Viscosidade a altas temperaturas (aumento).

Os polímeros modificam as seguintes propriedades da mistura asfáltica:

- Adesividade (aumenta);
- Velocidade de adesividade (aumenta);
- Exsudação (diminui).

Polímero - Utilidade do Látex

Melhorar a aderência entre o asfalto e o agregado



Melhorar a elasticidade do asfalto no novo pavimento

Outros Polímeros

SBS (Estireno Butadieno Estireno)

- Mistura-se diretamente com o asfalto;
- É sólido e em forma de pó;
- Requer um moinho de maior capacidade.

E.V.A. (plastomero)

Emulsão Asfáltica (RL1C-E)

Características tecnológicas: emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros elastoméricos (SBS, SBR) de microrrevestimento asfáltico a frio, de ruptura rápida controlada, com coesão e cura rápida (ao sol).

Agregado Mineral

Os agregados empregados em microrrevestimento devem apresentar características tecnológicas em conformidade com as especificações técnicas projetadas ao serviço a ser realizado. A qualidade destes materiais é fundamental à durabilidade do serviço, sendo indicadas nas especificações as faixas granulométricas a serem adotadas ao tipo de camada.

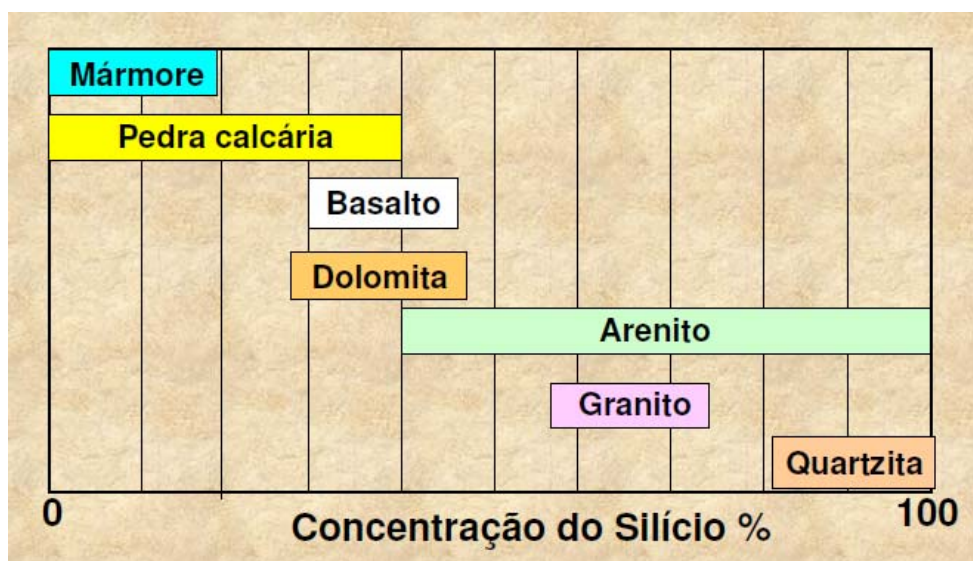
Os agregados individualmente ou a mistura de agregados (composição granulométrica do traço com o emprego de 1, 2, 3, e até 4 materiais pétreos) deverão ser peneirados em malha na dimensão definida pelo projeto, para expurgar elementos graúdos e promover à mistura (entrosamento) do material final à ser utilizado.

As dimensões granulométricas dos traços (misturas) de agregados normalmente são referidas como: mistura de agregados 0/4mm, 0/6mm, 0/9mm e 0/12mm.

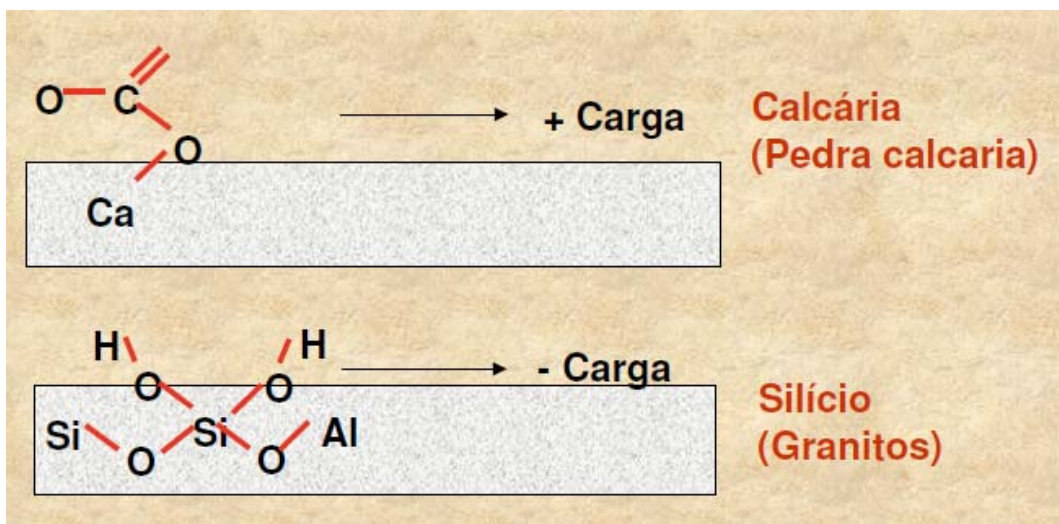
Na composição destes traços, empregam-se agregados 100% britados, tipos: pó de pedra 3/16" (4mm), pó de pedra grosso ou granilha 1/4" (6mm), brita ou gravilhão 3/8" (9,5mm) e brita de 1/2" (12mm).

Os elementos fillerizados (<#200) destes agregados, submetidos a ensaio de reatividade com solução de azul de metileno, poderá determinar a presença de inorgânicos prejudiciais à qualidade, inviabilizando o emprego do material.

Conteúdo de Sílica varia significativamente com o tipo de material.



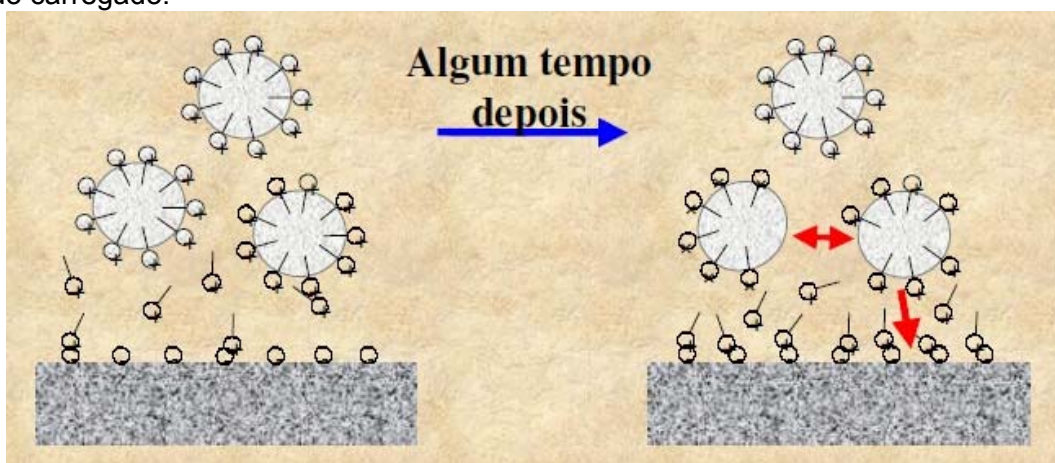
Superfície do Agregado.



A reatividade do agregado varia dependendo da química da superfície e do teor de finos.

Mistura de Emulsão-Agregado

O equilíbrio entre a concentração do emulsificante interfacial e a solução se perturba pela introdução do agregado carregado.



A aderência do emulsificante à superfície do agregado causa uma diminuição das concentrações do emulsificante. Os glóbulos de asfalto começam a flocular.

Características do Agregado.

O agregado deve ser 100% triturado.

Partículas arredondadas e grandes promovem o desprendimento das mesmas no pavimento.

O agregado deve ser duro e limpo para assegurar vínculo forte entre ele e o asfalto.

Equivalente areia (DNER ME 054) deve ser maior ou igual a 60%.

Resistência a abrasão (DNER ME 035) deve ser menor que 40%.

Material 100% britado (angularidade).

Granulometria do Agregado.

Utilizam-se duas granulometrias:

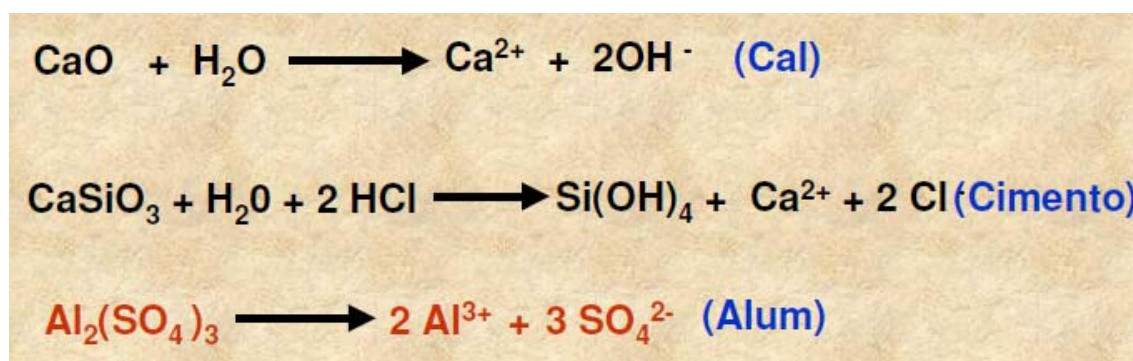
ISSA Faixa II

- Média, usado em superfícies que requerem este tamanho para preencher vazios capilares, corrigir trincas ou condições superficiais.
- Cria uma camada de tração para tráfego médio e pesado.
- Ex: Aeroportos, etc.

ISSA Faixa III:

- Mais grossa, dá o máximo coeficiente de fricção e durabilidade.
- Este tipo é apropriado para uso em rodovias e vias urbanas de tráfego pesado

Aditivo Sólido (Filler Mineral)



Filler (Aditivo sólido)

Os filleres geralmente incorporados ao traço de agregados têm caráter reativo (ex: cimento Portland, cal hidratada etc..) para promover processo tixotrópico da mistura asfáltica fluida.

São também (os filleres ativos) denominados de aditivo sólido, pois apresentam reações de aceleração ou retardamento de ruptura e cura da emulsão asfáltica no seio da argamassa asfáltica (microrrevestimento), em função da natureza mineralógica do agregado empregado.

(Nota: O consumo destes filleres ativos ou aditivos sólidos é indicado no projeto da massa asfáltica, geralmente em 1,0% em peso dos agregados, podendo sofrer variação do teor, em função das condições climáticas do local da obra e da temperatura da pista no ato da aplicação, ou seja,

temperaturas elevadas implicam maior consumo para o equilíbrio tixotrópico da mistura asfáltica fluida, independente de especificações de serviços que determinam variação permitida em $\pm 0,3\%$ em relação ao projeto, pois a função principal destes elementos é a de estabilidade do tempo de mistura para possibilitar a aplicação do microrrevestimento, não tendo função específica de granulometria no traço de agregados, evitando-se o seu consumo em teores superiores à 2,0%, podendo ocorrer reação de coloração diferenciada da massa asfáltica durante o processo de ruptura/cura, em condição climática de alta incidência solar ou ainda em tempo nublado).

Aditivo Líquido

Aditivos líquidos, quando necessário, deverão ser incorporados na mistura asfáltica, durante o ato de usinagem para adequação dos tempos necessários às operações de mistura, espalhamento e de ruptura da emulsão no seio da argamassa de microrrevestimento (acelerar ou retardar).

As características mineralógicas dos agregados indicam já no projeto da mistura a necessidade do emprego destes materiais, ou ainda, se necessária a sua adição no ato da aplicação (condição climática de temperatura alta/calor). Exemplo de Aditivo Líquido: Petrodope – WV50.

Água

Á água a ser empregada na usinagem da mistura asfáltica, cujo teor é variável, a depender das condições de umidade dos agregados para proporcionar a consistência fluida adequada à aplicação (espalhamento) do microrrevestimento, deverá ser limpa, isentos de materiais orgânicos ou argila em suspensão, isenta de sais minerais dissolvidos ou de produtos químicos de tratamento.

À presença de sais solubilizados (não visíveis) na água de mistura, acarretam reação de desestabilização da emulsão asfáltica, tornando impraticável a operação de usinagem do microrrevestimento, sendo importante o encaminhamento da amostra da mesma, que será utilizada na realização dos serviços, juntamente com os materiais britados que serão transportados para o canteiro de obras (“britagens recentes”), para o laboratório de projeto da mistura asfáltica, para a comprovação de suas características técnicas.

Nota: Estudos realizados em épocas anteriores (remotas), sobre os materiais, não caracterizam as reais condições dos mesmos, no momento de realização dos serviços.

Poderá ser utilizado na mistura de micro quando:

- Agregados de alta reatividade não permitirem tempo de misturação (até 3 minutos) necessário para a operação de espalhamento, ou;
- Agregados de baixa reatividade prolongarem o tempo de ruptura / cura da mistura.

Atua como retardador ou acelerador do tempo de ruptura da emulsão asfáltica. Pode ser incorporado na emulsão asfáltica ou na água de misturação. Apresenta-se em estado líquido, alcalino ou ácido.

Especificações, Materiais e Faixas granulométricas.

Emulsões Asfálticas Poliméricas

ESPECIFICAÇÕES	DNER-EM 396/99	ISSA-A 143/96
Viscosidade SSF, 25°C, S	20-100	-
Sedimentação, 5 dias, % em peso, max.	5	5
Peneiramento # 0,84mm, % max	0,1	-
Carga da Partícula	+	+
Residual Asfalto + Polímero, % min.	62	62
Teste de Cimento	-	-

ESPECIFICAÇÕES	DNER-EM 396/99	ISSA-A 143/96
Ensaio Sobre o Residual	-	-
Penetração, 100g, 5A, 25°C, 0,1mm	50-100	40-90
Ponto de Amolecimento, °C, min.	55	57
Viscosidade Cinemática, 135°C, Cst	≥650 SBS	-
Viscosidade Cinemática, 135°C, Cst	≥550 SBR	-
Recuperação Elástica, 20Cm, 25°C, % min.	75 SBS	-
Recuperação Elástica, 20Cm, 25°C, % min.	60 SBR	-
Ductibilidade, 25°C, 5Cm/min, Cm, min.	60	-

Microrrevestimento a Frio

ESPECIFICAÇÕES		DNER-ES 389/99		
		ISSA-A 134/96		-
#	Mm	II	III	IV
1/2"	12	-	-	100
3/8"	9,5	100	100	85 – 100
Nº 4	4,75	90 – 100	70 – 90	60 – 87
Nº 8	2,36	65 – 90	45 – 70	40 – 60
Nº 16	1,18	45 – 70	28 – 50	28 – 45
Nº 30	0,6	30 – 50	19 – 34	19 – 34
Nº 50	0,33	18 – 30	12 – 25	14 – 25
Nº 100	0,15	10 – 21	07 – 18	08 – 17
Nº 200	0,075	05 – 15	05 – 15	04 – 08

ESPECIFICAÇÕES		DNER-ES 389/99		
		ISSA-A 134/96		-
#	Mm	II	III	IV
Asfalto Residual	% em peso do Agregado	5,5 – 9,5	5,5 – 9,5	5,0 – 9,0
Filler	% em peso do Agregado	0 – 3	0 – 3	0 – 3
Polímero	% em peso do Asfalto	Min 3,0	Min 3,0	Min 3,0
Taxa Aplicação	Kg/m ²	5 – 11	8 – 16	15 – 30
Espessura	mm	4 – 15	6 – 20	10 – 30

ESPECIFICAÇÕES		DNER-ES 389/99		
		ISSA-A 134/96		-
#	Mm	II	III	IV
Agregados	Los Angeles (max)	30	30	40
Agregados	Equiv.Areia (min)	65	65	60
Agregados	Azul Metileno	0,8mx	0,8mx	-
Classificação	Traço	Médio	Grosso	Grosso
Tipo	Tráfego	Médio Pesado	Pesado	Pesado
Obra	Local	Urbano Rodovia Aeroporto	Urbano Rodovia	Urbano Rodovia

MÉTODO	ENSAIO SOBRE A MISTURA	DNER	ISSA
		ES-389/99	A-143/96
TB-100	Wet track abrasion test (1,0h, max)	500g/m ²	538g/m ²
TB-100	Wet track abrasion test (6d, max)	-	807g/m ²
TB-109	Load well test and sand adhesion, max.	538g/m ²	538g/m ²
TB-113	Tempo de misturação, 25°C, min.	-	120"
TB-114	Wet stripping test, min.	-	90%

MÉTODO	ENSAIO SOBRE A MISTURA	DNER	ISSA
		ES-389/99	A-143/96
TB-139	Wet cohesion, 30' (set), min	-	12kg/cm
TB-139	Wet cohesion, 60' (traffic), min	-	20kg/cm
TB-147	Lwt – deslocamento lateral, max	-	5%
TB-147	Lwt – deslocamento vertical, max	-	10%
TB-144	Classif. Compatib (lig/agreg)	-	(AAA-BAA) > 11 pontos
-	Densidade aparente compac. Após 1.000 ciclos / 57 kg, max. Obs. Schulte	-	2,1

Aspectos Técnicos, Ensaios laboratoriais e Aprovação da Mistura Asfáltica.

DNER-ES - 389/99 (DNIT 035/2004 - ES)

Controle de qualidade (no campo)

Emulsão asfáltica modificada por polímero:

- Viscosidade SSF (ABNT MB 581)
- Ensaio de resíduo (ABNT NBR 6568)
- Ensaio de peneiramento (DNER ME 005)
- Ensaio de carga partícula (DNER ME 002)
- Ensaio de recuperação elástica (DNER ME 382) (no resíduo asfáltico)
- Ensaio de sedimentação (DNER ME 006)
- Ensaio de infravermelho no resíduo asfáltico para determinação do teor de polímero.

Agregados:

- Granulometria do traço (DNER ME 083)
- Adesividade (DNER ME 059)
- Equivalente de areia (DNER ME 054)
- Teor de umidade do agregado.

Mistura asfáltica

Por amostragem:

- Extração de betume / teor de ligante ($\pm 0,3\%$)
- Granulometria após extração de betume

Em escala:

- Verificar o consumo de agregado, de emulsão asfáltica e “filler” por carga de usina em relação à área aplicada: taxas de materiais e espessura média obtida / m².

Verificação final da qualidade

Acabamento da superfície

- Verificada visualmente, devendo se apresentar desempenada com aspecto e textura uniforme.

Alinhamentos de eixo e bordo

- É verificada com a trena. Desvios detectados não devem exceder 5 cm.

Critérios de aceitação ou rejeição

Materiais inspecionados

Quantidade de ligante e granulometria dos agregados aplicados

Os serviços rejeitados devem ser corrigidos, complementados ou refeitos

Os resultados de controle estatístico e relatórios devem ser associados à medição dos serviços.

EQUIPAMENTO / APLICAÇÃO:

O microrrevestimento asfáltico a frio é aplicado com um equipamento específico, denominado de usina móvel de micro, constituído de silos de agregados, de filler, de fibras, tanques de emulsão, de água e de aditivo líquido, um misturador de eixo duplo e paletas (pug-mill), montados sobre chassi, e uma caixa distribuidora dotada de eixos helicoidais para promover a constante homogeneidade da mistura asfáltica em seu estado fluido.

A ausência desta mistura (complementar) junto à caixa distribuidora pode promover a ruptura da emulsão asfáltica (fenômeno denominado “ruptura por inércia”), impossibilitando a aplicação da mistura asfáltica.

CURA E ABERTURA AO TRÁFEGO

Após a aplicação da camada de microrrevestimento, é necessário aguardar período de ruptura total e cura, para a evaporação da umidade constituinte do sistema e estabilidade (coesividade) da mistura asfáltica, ao período de uma (01) hora (exposição ao sol) e abertura ao tráfego.

Para as obras viárias, a ação do tráfego é suficiente para garantir a compactação da camada (delgada) de microrrevestimento. No caso de pistas de aeroportos, de alta velocidade (automobilismo) e em pátios de estacionamento, a compactação (rolagem) com equipamento de pneus se faz obrigatória.

RESTRIÇÕES AO EMPREGO

À realização dos serviços em período chuvoso, anterior à execução (umidade infiltrada no pavimento) ou eminência de chuva após a aplicação ou na fase de compactação pelo tráfego.

Pavimento asfáltico apresentando deficiência estrutural, trincas >3mm (ativas), defeito por fadiga (couro-de-jacaré) não constitui substrato a ser tratado com microrrevestimento.

Sobre revestimentos asfálticos lisos (ou polidos), vias de alta velocidade ou tráfego pesado, ou apresentando oxidação excessiva superficial, recomenda-se a execução de pintura de ligação (convencional ou polimérica) para evitar descolamentos (em placas) da camada de microrrevestimento.

Para execução do revestimento da pista indica-se a utilização dos seguintes materiais:

- Material Betuminoso: Emulsão RR-2C, a ser adquirida em Goiânia;

- Material Betuminoso: Emulsão RL-1C-E, a ser adquirida em Goiânia;
- Material Betuminoso: Asfalto Diluído CM-30, a ser adquirido em Goiânia;
- Agregado Graúdo: produtos de britagem proveniente da Pedreira Comercial, localizada em Jandaia a 371,0 km da estaca 00.

Por ser muito estreito, o revestimento dos acostamentos deverá ser executado da mesma forma que a pista de rolamento.

CONCLUSÃO

Em reuniões com a AGETOP ficou decidido pelo uso da base em solo melhorado com cimento, portanto a primeira etapa será executada com todos os serviços básicos e de terraplenagem além da sub-base compactada com material laterítico e também com os serviços de base em solo melhorado com cimento, capa em TSD + 8mm de Microrrevestimento, será procedida também as sinalizações horizontal e vertical. A segunda etapa será executada apenas quando o tráfego assim o exigir e consistirá de recapeamento com CAUQ e novas Sinalizações Horizontal e Vertical.

3.8.5 – QUANTITATIVOS

A memória de cálculo dos quantitativos de pavimentação com as soluções indicadas anteriormente, o quadro resumo das distancias de transportes e de consumo de materiais são apresentados neste volume, no capítulo de quantitativos e quadros de quantidades.

3.9 – PROJETO DE DRENAGEM

3.9.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Projeto de Drenagem teve por objetivo a identificação do sistema de drenagem existente, bem como o dimensionamento das novas estruturas de drenagem, baseando-se nos estudos hidrológicos elaborados.

O sistema compõe-se de:

- Drenagem de Talvegues
- Obras de Arte Correntes
- Drenagem Superficial
- Drenagem Profunda

Os principais elementos usados na execução do projeto de drenagem e na avaliação dos elementos de drenagem existentes foram os seguintes:

- Equação das chuvas com diversos tempos de recorrência e descarga máxima das bacias de contribuição, obtidas na fase de estudos hidrológicos;
- Cadastro dos elementos de drenagem existentes;
- Desenhos dos projetos padronizados da AGETOP e DNIT.

3.9.2 – OBRAS DE ARTE CORRENTES

São consideradas obras de arte correntes ou bueiros, obras tubulares ou celulares construídas transversalmente à rodovia, com objetivo de fazer a transposição dos talvegues.

O dimensionamento foi efetuado levando-se em consideração as vazões máximas prováveis de 15/25 anos de período de recorrência. Para as vazões assim definidas, o binômio “economia – segurança” será obtido quando se puder dimensionar uma seção que conduza a vazão dessa recorrência, admitindo-se uma pequena carga hidráulica HW a montante. Essa carga HW deverá se limitar aos seguintes valores:

- Bueiros Tubulares: $HW \leq 2,00$
- Bueiros Celulares: $HW \leq 1,20$

Isto é, um metro de carga acima da altura interna H dos bueiros.

Nas situações em que a altura de aterro sobre o bueiro for pequena, o mesmo deverá ter o seu dimensionamento supondo-se o seu funcionamento como canal. Nesses casos, é útil o conhecimento da vazão crítica dos bueiros. A vazão crítica, máxima vazão a ser conduzida pelo bueiro em regime livre, supondo-se que ocorra controle hidráulico de entrada, é expressa por:

- Bueiros Tubulares de Concreto
 - Bueiro simples: $Q_1 = 1,533 D^{2,5}$
 - Bueiro duplo: $Q_2 = 0,95 \times 2 \times Q_1$
 - Bueiro triplo: $Q_3 = 0,90 \times 3 \times Q_1$
- Bueiros Celulares
 - Bueiro simples: $Q_1 = 1,705 BH^{1,5}$
 - Bueiro duplo: $Q_2 = 0,95 \times 2 \times Q_1$
 - Bueiro triplo: $Q_3 = 0,90 \times 3 \times Q_1$

Pela vistoria técnica todas as pontes e bueiros existentes apresentam-se em bom estado de conservação e ocorrem em apenas alguns locais, problemas de insuficiência hidráulica de obra, que possa comprometer o corpo estradal. Nestes locais foram previstas as substituições ou complementações dessas obras. O coeficiente de Manning (n) adotado foi de 0,014 para o revestimento em concreto.

O emprego dos bueiros tubulares de concreto foi limitado pelo dimensionamento hidráulico e pela altura máxima de aterro suportada pelos tubos. Foram projetados tubos de classe CA-1, limitando-se a altura de aterro sobre o tubo e recobrimento mínimo de 1,00m acima de geratriz dos tubos.

3.9.3 – DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto de drenagem superficial visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem diretamente ou não na plataforma, conduzindo-as convenientemente para fora do corpo estradal.

Para as sarjetas, dispositivos projetados com a finalidade de captar as águas, o dimensionamento adota a metodologia que consiste na determinação dos comprimentos críticos obtidos pela equivalência de vazão no condutor e a decorrente das precipitações pluviais (calculado pelo método racional) na área de “impluvium” drenada pela sarjeta.

Essa área é considerada como a de um retângulo cuja largura “ ℓ ” é a largura de “impluvium” e cujo comprimento “ L_c ” é o comprimento crítico da sarjeta (máximo comprimento sem que ocorra transbordamento).

Para a determinação desse comprimento, considerou-se a precipitação de 10 minutos de duração de máxima intensidade, para um período de recorrência de 10 anos que, é de 125,20 mm/h.

Para o cálculo do comprimento de acordo com a equivalência de vazão, tem-se:

$$\frac{C.I.A}{3,6} = \frac{C.I.L_c \cdot \ell}{3,6} = \frac{AR_H^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

$$LC = \frac{3,6 \times 10^6 \times A \times R_H^{2/3} \times i^{1/2}}{C \times I \times n \times \ell}$$

Onde:

- A = área da sarjeta em m²
- R_H = raio hidráulico determinado em função da geometria da sarjeta
- I = intensidade de chuva de projeto
- C = coeficiente de deflúvio igual a 0,70 para corte e 0,90 para aterro
- N = coeficiente de rugosidade igual a 0,014 para sarjetas de concreto
- I = declividade do greide em m/m
- ℓ = largura de “impluvium” em m

Os meios-fios foram indicados nos aterros com alturas superiores á 2,50m, ilhas e canteiros das interseções, de maneira a conformá-los e protegê-los, adotando-se o padrão DNIT-MFC-01 e DNIT - MFC-05.

O posicionamento das Entradas D'Águas, canais normais ou inclinados em relação ao eixo da estrada destinados à condução rápida da água superficial ao longo do talude (corte ou aterro) até os escoadouros naturais, foi determinado após análise do projeto geométrico.

Neste estudo as entradas padronizadas pelo DNIT serão de dois tipos:

- EDA-01 = Greide Contínuo
- EDA-02 = Ponto Baixo

Foram previstos bueiros de greide sempre que se mostrou necessária a transposição de um lado para outro da plataforma das águas providas das sarjetas (cujo comprimento crítico tenha sido atingido) ou providas de talvegues interceptados por cortes, captando-se as águas por meio das descidas d'água de corte.

Os bueiros de greide foram projetados com diâmetros de 0,80 m e com 1% como declividade mínima recomendável no intuito de facilitar eventuais transportes sólidos.

As caixas coletoras adotadas deverão receber grelha de concreto aplicando-se a qualquer tipo de sarjeta especificada. Adotou-se para o projeto as caixas padronizadas pelo DNIT do tipo CCS-02, CCS-03.

As valetas de proteção serão construídas em todos os trechos em cortes onde escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude comprometendo a estabilidade do corpo estradal. Deverão ser locadas aproximadamente paralelas às cristas dos cortes, a uma distância entre 2.0 a 3.0 metros. O material resultante da escavação deve ser colocado entre a valeta e a crista do corte e apiloado manualmente. No projeto estão sendo indicadas as valetas VPC-02, VPC-03 e VPA-02, com revestimento em concreto, de padrão DNIT.

Descidas D'Água são dispositivos que captam as águas que fluem por talvegues interceptados pelos taludes dos cortes ou que conduzem as águas pluviais que, em vista do posicionamento forçado de outros dispositivos de drenagem, tenderiam a emergir no talude dos aterros.

Seu perfil longitudinal em degrau visa dissipar energia das águas ao longo de seu curso, minimizando possíveis efeitos erosivos nos pés dos taludes. As seções-tipo adotadas para estas descidas padrão DNIT foram: DAR-03, DAD-02, DAD-06.

Os dissipadores de energia foram indicados nas saídas de sarjetas com o objetivo de evitar erosão no terreno natural. Adotou-se dispositivo padrão DNIT do tipo: DES-02, DES-04, DEB-01, DEB-03 e DEB-04.

3.9.4 – DRENAGEM PROFUNDA

A drenagem profunda foi projetada visando proteger a infraestrutura da rodovia contra os efeitos nocivos das águas subterrâneas. A necessidade de sua implantação foi definida em função da situação do lençol freático e da existência de estratos impermeáveis, obtidos através de sondagens realizadas nos cortes.

Foram projetados para remover o rebaixamento do lençol freático Drenos Profundos Longitudinais em Solo do tipo: DNIT-DPS-02 e DNIT-DPR-02.

O terminal de drenos profundos para proteção das saídas dos drenos foram projetados com muros de testa de concreto do tipo BSD-02.

Foram projetados colchões drenantes e drenos profundos longitudinais em rocha para escoar as águas de infiltração no pavimento que viessem a percolar a camada de sub-base no contato com a rocha, prejudicando o pavimento.

Os desenhos e as planilhas de notas de serviços das obras de arte correntes e dispositivos de drenagem são apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

3.10 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO

3.10.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Sinalização e dispositivos de segurança foi elaborado com base no Manual de Sinalização do DNIT, edição de 1999 e na resolução nº 340, de 25 de fevereiro de 2010 que aprovou o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro, adotando-se o valor de 110 Km/h para a velocidade de projeto, ficando a distância mínima de visibilidade de ultrapassagem fixada em 250,00 m.

Procurando obter uma comunicação eficiente com o usuário, o projeto de sinalização horizontal compreendido pelas marcações viárias, teve como função regulamentar, advertir e/ou indicar aos condutores de veículos e pedestres, atendendo aos aspectos de segurança.

Cuidados especiais foram tomados, na indicação dos materiais a serem empregados, para proporcionar visibilidade diurna e noturna de forma a tornar mais eficiente, clara e segura a operação da via.

3.10.2 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Os dispositivos do Projeto de Sinalização e listagens são apresentados em detalhes no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

3.11 – PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares objetivou o detalhamento de obras, tais como: Cercas, Barreiras de Concreto e Defensas Metálicas, necessárias à proteção do corpo estradal e da faixa de domínio.

- CERCAS

As cercas utilizadas na vedação da faixa de domínio objetivaram evitar o acesso de animais na pista, que ameaçam a segurança do usuário, e preservar os limites da faixa de domínio.

- DEFENSAS METÁLICAS SEMIMALEÁVEIS

São dispositivos ou sistemas de proteção contínua, constituídos por perfis metálicos implantados ao longo das vias com circulação de veículos, projetados na sua forma resistência e dimensões, para absorver energia cinética de veículos desgovernados, pela deformação do dispositivo.

- **PORTEIRAS E MATA BURRO**

Para a vedação dos acessos existentes às propriedades marginais que foram deslocadas para implantação da rodovia serão construídos porteiras e mata-burro.

As Obras Complementares utilizadas no projeto são detalhadas no **Volume 2 – Projeto de Execução** são apresentados os desenhos referentes a cada dispositivo.

4 – ORÇAMENTOS

ORÇAMENTO - RESUMO
AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP

TABELA DE PREÇOS DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES
Valores com BDI - BDI: 28,00%

RODOVIA: GO-480 - TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - SUBTRECHO 1 - EXTENSÃO: 7,54KM SETEMBRO DE 2013 Data Base: 01/06/2013

ITENS DE SERVIÇO	PREÇO	PREÇO/KM
TERRAPLENAGEM	3.572.858,51	473.853,91
PAVIMENTAÇÃO	4.354.969,98	577.582,23
DRENAGEM	1.785.550,10	236.810,36
OBRAS COMPLEMENTARES	373.274,50	49.505,90
MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	306.937,90	40.707,94
OBRAS DE ARTE CORRENTES	144.610,19	19.179,07
TOTAL PARCIAL	10.538.201,18	1.397.639,41
BTCC 2,5 X 2,5 - ESTACA 14 - Córrego Limoeiro	252.496,32	
BTCC 3,0 X 3,0 - ESTACA 269 - Córrego Iguaçu	293.348,42	
TOTAL OAE	545.844,74	
TOTAL GERAL	11.084.045,92	

ORÇAMENTO**AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP****TABELA DE PREÇOS DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES****Valores com BDI - BDI: 28,00%****RODOVIA: GO-480 - TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - SUBTRECHO 1 - EXTENSÃO: 7,54KM****SETEMBRO DE 2013 Data Base: 01/06/2013**

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
1	100001	TERRAPLENAGEM				
10.001	40001	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m ²	301.728	0,23	69.397,44
10.002	40002	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 15 CM	m ²	15.086	0,32	4.827,52
10.003	40005	CARGA DE ENTULHOS	m ³	95.044	1,35	128.309,40
10.004	40006	TRANSPORTE DE ENTULHOS	m ³ km	95.044	1,26	119.755,44
10.008	40015	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m ³	941	4,94	4.648,54
10.009	40016	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m ³	1.882	5,60	10.539,20
10.010	40017	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m ³	3.920	5,86	22.971,20
10.011	40018	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m ³	7.841	6,48	50.809,68
10.012	40019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1000M)	m ³	11.762	6,78	79.746,36
10.013	40020	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1001 A 1200M)	m ³	15.683	7,04	110.408,32
10.014	40021	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1201 A 1400M)	m ³	19.604	7,60	148.990,40
10.015	40022	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1401 A 1600M)	m ³	23.525	7,79	183.259,75
10.016	40023	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1601 A 1800M)	m ³	27.446	7,96	218.470,16
10.017	40024	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1801 A 2000M)	m ³	31.367	8,58	269.128,86
10.018	40025	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2001 A 3000M)	m ³	35.287	9,70	342.283,90
10.019	40026	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3001 A 5000M)	m ³	39.208	13,20	517.545,60
10.020	40030	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m ³	20	6,98	139,60
10.021	40031	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m ³	224	7,43	1.664,32
10.022	40032	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m ³	428	7,74	3.312,72

ORÇAMENTO

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP

TABELA DE PREÇOS DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Valores com BDI - BDI: 28,00%

RODOVIA: GO-480 - TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - SUBTRECHO 1 - EXTENSÃO: 7,54KM

SETEMBRO DE 2013 Data Base: 01/06/2013

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
10.023	40033	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m ³	633	8,64	5.469,12
10.024	40034	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1000M)	m ³	837	8,99	7.524,63
10.025	40035	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1001 A 1200M)	m ³	1.041	9,31	9.691,71
10.026	40036	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1201 A 1400M)	m ³	1.245	10,08	12.549,60
10.027	40037	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1401 A 1600M)	m ³	1.449	10,32	14.953,68
10.028	40038	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1601 A 1800M)	m ³	1.654	10,49	17.350,46
10.029	40039	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1801 A 2000M)	m ³	1.858	11,41	21.199,78
10.030	40040	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2001 A 3000M)	m ³	2.062	12,81	26.414,22
10.031	40041	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3001 A 5000M)	m ³	2.266	16,52	37.434,32
10.061	40080	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 1001 A 1200M)	m ³	6.779	28,37	192.320,23
10.073	40100	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m ³	177.467	3,04	539.499,68
10.074	40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m ³	83.277	3,76	313.121,52
10.075	40102	COMPACTAÇÃO MANUAL	m ³	887	17,61	15.620,07
10.076	40120	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTIMO	m ²	253.452	0,29	73.501,08
SUBTOTAL TERRAPLENAGEM					3.572.858,51	
2	100002	PAVIMENTAÇÃO				
20.001	40300	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m ²	57.600	0,35	20.160,00
20.002	40305	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m ²	57.600	0,32	18.432,00
20.003	40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m ²	92.440	1,84	170.089,60
20.005	40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m ³	49.075	9,19	450.999,25
20.006	40320	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASALHO)	m ³ km	690.110	1,40	966.154,00

ORÇAMENTO

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP

TABELA DE PREÇOS DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Valores com BDI - BDI: 28,00%

RODOVIA: GO-480 - TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - SUBTRECHO 1 - EXTENSÃO: 7,54KM

SETEMBRO DE 2013 Data Base: 01/06/2013

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
20.007	40325	TRANSPORTE DA MISTURA	m ³ km	83.810	1,40	117.334,00
20.015	40336	ESTAB. GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 39 GOLPES (100% P.IM.)	m ³	21.475	16,12	346.177,00
20.027	40375	ESTABILIZAÇÃO SOLO-CIMENTO 3% PESO-PISTA	m ³	18.525	53,86	997.756,50
20.028	40380	IMPRIMAÇÃO	m ²	73.892	0,26	19.211,92
20.054	40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO	tkm	1.727	1,63	2.815,01
20.056	40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	m ³ km	8.585	1,30	11.160,50
20.058	40450	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	tkm	125.975	0,43	54.169,25
20.059	40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS	m ³ km	91.490	0,88	80.511,20
20.061	40480	FORNECIMENTO DE CM-30	t	103	2293,55	236.235,65
20.063	40490	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C	t	206	1377,84	283.835,04
20.066	40501	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RL-1C COM POLÍMERO	t	74	1652,03	122.250,22
20.074	40535	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO - FRIO DT=180,65KM	t	384	98,14	37.685,76
20.033	40609	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO (BC)	m ²	73.892	3,95	291.873,40
20.040	40610	MICRORREVESTIMENTO À FRIO - 0,8cm C/ COMPACTAÇÃO (BC)	m ²	54.288	2,36	128.119,68
SUBTOTAL PAVIMENTAÇÃO					4.354.969,98	
4	100004	DRENAGEM				
40.062	41286	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC01	m	1.040	87,76	91.270,40
40.066	41290	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	m ³	235	45,47	10.685,45
40.068	41292	OBTENÇÃO DE GRAMA PARA REPLANTIO	m ²	7.540	1,90	14.326,00
40.071	41295	CORTA-RIO	m ³	250	5,64	1.410,00
40.072	41296	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA01	m	840	90,56	76.070,40

ORÇAMENTO

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP

TABELA DE PREÇOS DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Valores com BDI - BDI: 28,00%

RODOVIA: GO-480 - TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - SUBTRECHO 1 - EXTENSÃO: 7,54KM

SETEMBRO DE 2013 Data Base: 01/06/2013

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
40.018	41302	COLCHÃO DRENANTE COM BRITA (BC)	m ³	2.117	187,73	397.424,41
40.093	41310	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS08 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	4.240	103,30	437.992,00
40.095	41312	DRENO PROFUNDO, CORTE EM ROCHA PEAD - DPR02 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	1.040	58,00	60.320,00
40.100	41317	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC02 (AC/BC)	m	2.100	64,62	135.702,00
40.107	41324	SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO - SZC01 (AC/BC)	m	2.540	64,92	164.896,80
40.113	41330	MEIO FIO COM SARJETA - MFC01 (AC/BC)	m	3.380	85,99	290.646,20
40.130	41347	CAIXA COLETORA EM CONCRETO TUBO D=1,00M EXCETO ESCAVAÇÃO (AC/BC)	un	1	2.275,85	2.275,85
40.187	41414	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 02 (AC/BC)	m	500	107,50	53.750,00
40.193	41421	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 01 (AC/BC)	m	120	187,41	22.489,20
40.226	41454	BOCA P/ DRENO PROFUNDO - BSD 01 (AC/BC)	un	44	210,53	9.263,32
40.083	47022	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 3ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	m ³	25	113,35	2.833,75
40.084	47023	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	m ³	1.176	12,07	14.194,32
SUBTOTAL DRENAGEM					1.785.550,10	
5	100005	OBRAS COMPLEMENTARES				
50.001	40800	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	m	15.086	10,63	160.364,18
50.004	40815	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM RESINA ACRÍLICA	m ²	2.610	11,71	30.563,10
50.008	40835	TACHA REFLETIVA BIDIRECIONAL	un.	3.758	12,65	47.538,70
50.010	40845	TACHÃO REFLETIVO BIDIRECIONAL	un.	150	30,15	4.522,50
50.012	40855	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA PINTURA ELETR.	m ²	46	520,15	23.926,90
50.018	40880	CONFORMAÇÃO DE TALUDE	m ²	75.432	0,34	25.646,88
50.020	40890	REVESTIMENTO VEGETAL POR HIDROSSEMEADURA	m ²	75.432	1,07	80.712,24

ORÇAMENTO

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP

TABELA DE PREÇOS DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Valores com BDI - BDI: 28,00%

RODOVIA: GO-480 - TRECHO: CIRILÂNDIA / SANTA ISABEL - SUBTRECHO 1 - EXTENSÃO: 7,54KM

SETEMBRO DE 2013 Data Base: 01/06/2013

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARES					373.274,50	
7	100007	MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS				
70.001	42000	MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS (TERRAP./PAVIMENT.)-2%	vb	10.231.263	0,02	204.625,27
70.002	42002	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS (TERRAP./PAVIMENT.)-1%	vb	10.231.263	0,01	102.312,63
SUBTOTAL MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS					306.937,90	
8	100008	OBRAS DE ARTE CORRENTES				
80.007	41816	CORPO DE BSTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	158	631,92	99.843,36
80.013	41831	CORPO DE BDTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) (AC/BC)	m	19	1.315,45	24.993,55
80.023	41856	BOCA DE BSTC D=1,00M (AC/BC)	un.	14	1.171,59	16.402,26
80.031	41876	BOCA DE BDTC D=1,00M (AC/BC)	un.	2	1.685,51	3.371,02
SUBTOTAL OBRAS DE ARTE CORRENTES					144.610,19	
TOTAL - SOLUÇÃO COM BASE EM SOLO CIMENTO					10.538.201,18	

CÓRREGO LIMOEIRO - BTCC 2,5 x 2,5 - ESTACA 14 - 18,04m

Tabela de Preços: TABELA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SETEMBRO DE 2012 Data Base: 28/08/2012

Valores com BDI - BDI: 28,00%

Referência Código Auxiliar Serviço Unidade Custo Unitário

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
21	45	SERVIÇOS PRELIMINARES				
210.001	45610	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS (OAE/GAP)-2%	vb	247.545	0,02	4.950,91
210.002	45611	PLACA DE OBRA	m ²	0	115,20	0,00
22	51	ESCAVAÇÃO - OAE				
220.001	45005	ESCAVAÇÃO MANUAL MAT. 1ª CAT.	m ³	234	45,77	10.710,18
23	52	INFRAESTRUTURA				
230.004	45025	ESTACA DE MADEIRA	m	144	49,66	7.151,04
230.005	45030	LASTRO DE PEDRA	m ³	28	111,75	3.129,00
27	56	ESCORAMENTO				
270.002	45140	ESCORAMENTO PARA BUEIRO	m ³	36	36,46	1.312,56
28	57	SUPERESTRUTURA				
280.001	45145	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m ²	664	49,03	32.555,92
280.003	45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - SU	m ³	8.213	7,88	64.718,44
280.006	45165	CONCRETO FCK=25 MPA (AC/BC)	m ³	112	510,36	57.160,32
29	58	TRANSPORTES				
290.006	40451	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO	tkm	159.785	0,43	68.707,55
31	61	SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
310.002	45220	PINTURA À CAL (3 DEMÃOS)	m ²	664	1,81	1.201,84
310.007	45245	LIMPEZA GERAL	m ²	432	2,08	898,56
PREÇO TOTAL						252.496,32

RIBEIRÃO IGUAÇÚ - BTCC 3,0 x 3,0 - ESTACA 269 - 16,46m

Tabela de Preços: TABELA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SETEMBRO DE 2012 Data Base: 28/08/2012

Valores com BDI - BDI: 28,00%

Referência Código Auxiliar Serviço Unidade Custo Unitário

Referência	Código Auxiliar	Serviço	Unidade	Quantidade	Preço	
					Unitário	Total
21	45	SERVIÇOS PRELIMINARES				
210.001	45610	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS (OAE/GAP)-2%	vb	287.596	0,02	5.751,93
210.002	45611	PLACA DE OBRA	m ²		115,20	0,00
22	51	ESCAVAÇÃO - OAE				
220.001	45005	ESCAVAÇÃO MANUAL MAT. 1ª CAT.	m ³	364	45,77	16.660,28
23	52	INFRAESTRUTURA				
230.004	45025	ESTACA DE MADEIRA	m	165	49,66	8.193,90
230.005	45030	LASTRO DE PEDRA	m ³	30	111,75	3.352,50
27	56	ESCORAMENTO				
270.002	45140	ESCORAMENTO PARA BUEIRO	m ³	33	36,46	1.203,18
28	57	SUPERESTRUTURA				
280.001	45145	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m ²	716	49,03	35.105,48
280.003	45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - SU	m ³	8.848	7,88	69.722,24
280.006	45165	CONCRETO FCK=25 MPA (AC/BC)	m ³	146	510,36	74.512,56
29	58	TRANSPORTES				
290.006	40451	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO	tkm	177.965	0,43	76.524,95
31	61	SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
310.002	45220	PINTURA À CAL (3 DEMÃOS)	m ²	716	1,81	1.295,96
310.007	45245	LIMPEZA GERAL	m ²	493	2,08	1.025,44
PREÇO TOTAL						293.348,42