

PREFEITURA MUNICIPAL DE CATALÃO
SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES

Implantação do Arco Viário de Catalão

Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

VOLUME 01 - RELATÓRIO DE PROJETO

ESTADO DE GOIÁS

PREFEITURA MUNICIPAL DE CATALÃO

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES

Implantação do Arco Viário de Catalão

Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

VOLUME 01 - RELATÓRIO DE PROJETO

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	4
1.1	Introdução	5
1.2	Mapa de Localização	6
1.3	Cadastro da Situação Atual.....	8
2	ESTUDOS	10
2.1	Estudos Topográficos.....	11
2.2	Estudos Hidrológicos	16
2.3	Estudos Geotécnicos	44
2.4	Estudos de Tráfego.....	88
3	PROJETOS	94
3.1	Projeto Geométrico	95
3.2	Projeto de Terraplenagem.....	104
3.3	Projeto de Pavimentação	116
3.4	Projeto de Drenagem	123
3.5	Projeto de Obras de Arte Correntes	139
3.6	Projeto de Sinalização	143
3.7	Projeto de Obras Complementares	151
4	MEMÓRIAS DE CÁLCULOS DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇO.....	161
4.1	Projeto de Terraplenagem.....	162
4.2	Projeto de Pavimentação	166
4.3	Projeto de Drenagem	169
4.4	Projeto de Obras de Arte Correntes	176
4.5	Projeto de Obras Complementares	178
4.6	Projeto de Sinalização	181
5	ORÇAMENTO	187
6	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO.....	191

1 APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

Basitec Projetos e Construções LTDA apresenta o Projeto Executivo de Engenharia para Implantação do Arco Viário de Catalão no trecho compreendido entre o entroncamento com rodovia GO-330 e a Rodovia BR-050, perfazendo cerca de 8,8 km de extensão.

Este trabalho é composto pelos seguintes volumes:

- *Volume 01 - Relatório de Projeto: neste volume são apresentados os estudos realizados, as soluções propostas, as características do projeto, e demais informações necessárias para a execução do projeto;*
- *Volume 02 – Projeto de Execução: neste volume são apresentados os desenhos dos projetos desenvolvidos e os respectivos quantitativos de serviço necessários para execução das obras;*
- *Volume 03A – Estudos Geotécnicos: neste volume são apresentados os boletins de sondagem e os resultados dos ensaios realizados com os materiais do subleito, dos cortes, dos empréstimos, jazidas de material granular, areais e pedreiras;*
- *Volume 03C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes: neste volume são apresentadas as notas de serviço de pavimentação e terraplenagem e os cálculos de volumes de terraplenagem.*

O presente trabalho foi integralmente elaborado obedecendo as orientações contidas na publicação IPR-727 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, ano de publicação 2006 e as diretrizes da Agência Goiana de Transportes e Obras - AGETOP. O Escopo Básico dos trabalhos foi orientado pela EB-107: Projeto Executivo de Engenharia para Melhoramentos em Rodovias para Adequação de Capacidade e Segurança.

1.2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

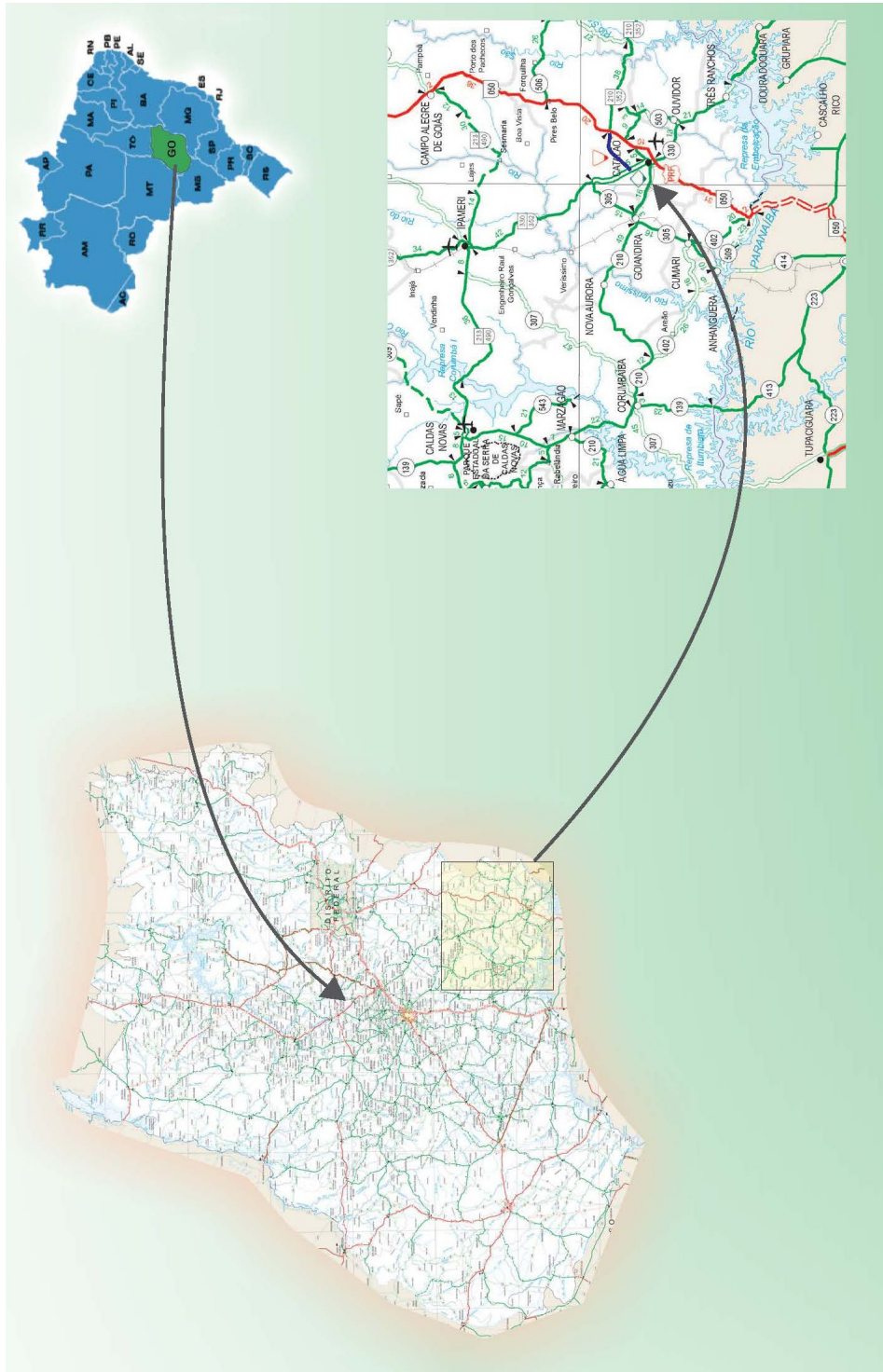


Figura 1: Mapa de Localização

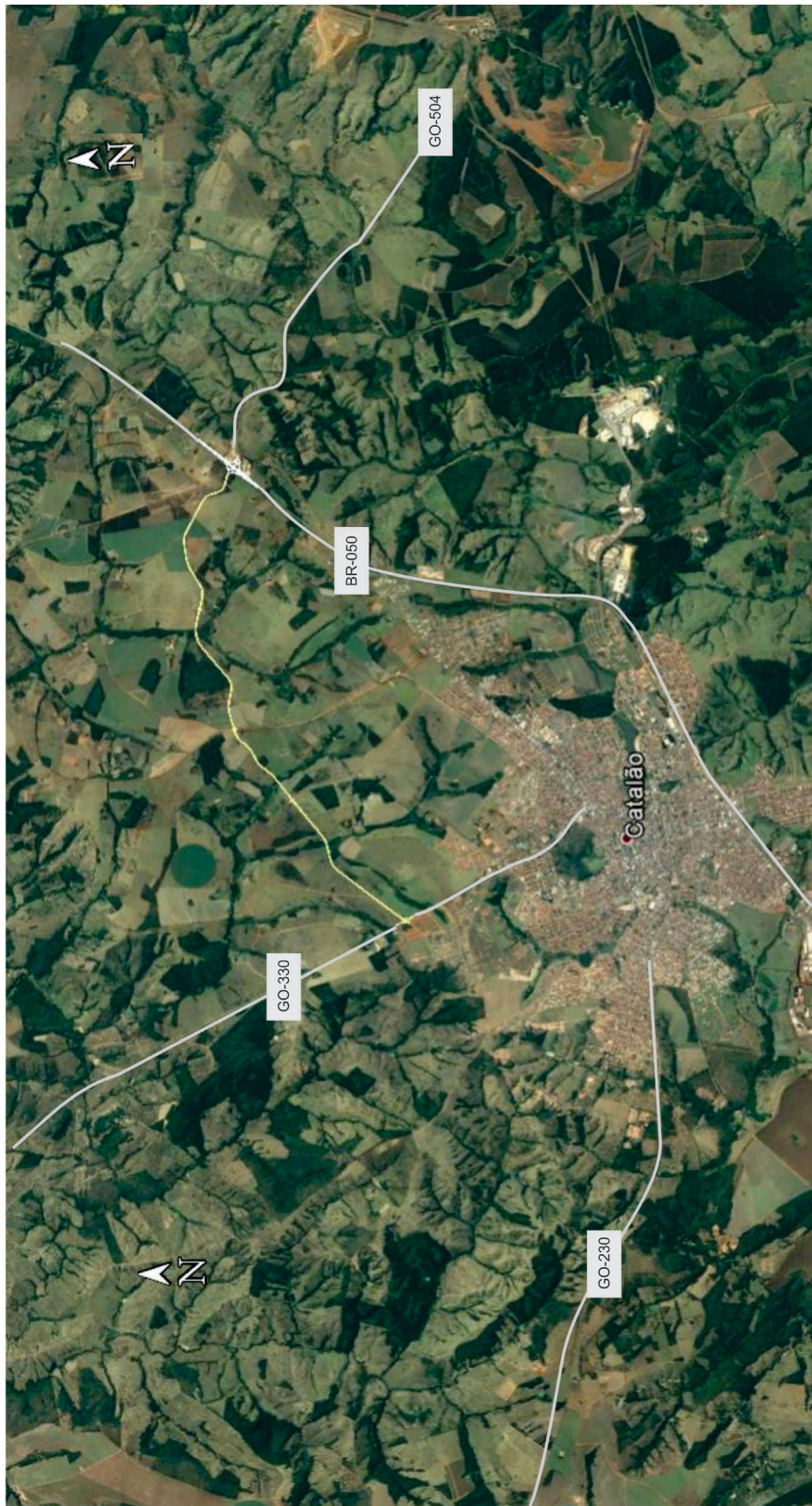


Figura 2: Diretriz do Traçado

1.3 CADASTRO DA SITUAÇÃO ATUAL

O trecho em projeto tem cerca de 8,8 km de extensão. O seu início está na GO-330, a cerca de 500 metros antes do posto da Polícia Rodoviária Estadual. O local escolhido apresenta excelentes condições planialtimétricas para a implantação de uma interseção.



O final do segmento foi projetado na BR-050, junto a uma interseção em desnível projetado pela Concessionária da rodovia MGO, que permitirá acesso à GO-502. O local apresenta boas condições planialtimétricas.





O trecho em projeto desenvolve-se numa região de pastagens e culturas cíclicas. Na diretriz de projeto não existem matas nativas, exceto nas três travessias de cursos d'água existentes no trecho.

2 ESTUDOS

2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos foram desenvolvidos através de processos convencionais, efetuando-se as amarrações às referências oficiais locais.

Além dos levantamentos de campo, também foi utilizado neste projeto fotografias de satélite.

Os estudos topográficos foram efetuados com base nos seguintes itens de serviço:

a) Transporte e Implantação de referenciais de nível (RNs)

A partir da linha básica de RNs existentes, foram implantados, ao longo do trecho, em locais que não venham a ser atingidos pelas obras futuras, marcos de referência de nível, de acordo com as seguintes prescrições:

- ↗ Os RNs implantados foram materializados no campo através de marcos de concreto e indicados na folha de projeto geométrico;
- ↗ O nivelamento foi objeto de verificação, mediante operação de contra-nivelamento, sendo que a precisão de nivelamento geométrico subordinou ao erro máximo, para fechamento, e à precisão apresentada pela rede básica de origem. O erro máximo, expresso em mm, não pode ser superior a $e = 12\text{mm} \times \text{raiz}(K)$, onde K corresponde à extensão nivelada em quilômetros.
- ↗ Foram implantados oito marcos de concreto em locais protegidos e de fácil acesso. Nestes marcos estão descritas as suas coordenadas X, Y e Z, de modo a permitir a materialização do projeto em campo.
- ↗ Os marcos são apresentados na planta baixa do projeto geométrico, no Volume 02 – Projeto de Execução.

b) Implantação de Poligonal Básica de Apoio

Ao longo do trecho do projeto foi implantada uma poligonal básica para apoio e controle dos levantamentos a serem realizados, apresentando as seguintes características:

- ↗ Foi amarrada ao sistema topográfico a partir dos marcos de apoio existentes;
- ↗ A distância entre os vértices foi de até 1 (um) quilômetro e medidas com equipamentos eletrônicos;
- ↗ Os ângulos da poligonal foram medidos com instrumentos de reconhecida qualidade, permitiu a leitura direta de 1 “(um segundo);
- ↗ Os vértices da poligonal foram materializados no campo através de marcos de concreto com chapa de metal e pinos de ferro, em cuja superfície foram cravados os dados necessários para a clara identificação da estação. Esses marcos foram convenientemente protegidos a fim de se procurar evitar a sua destruição e estão indicados nas folhas do projeto geométrico;
- ↗ As tolerâncias admissíveis para o fechamento da poligonal foram as seguintes:
 - Erro linear - 1:30.000
 - Erro angular- $10'' \times \text{raiz}(n)$, onde n é o n.º de vértices da poligonal;

c) Levantamentos Planialtimétricos

Sempre a partir da poligonal, ou de outras referências foram feitos os levantamentos do terreno natural, talvegues, cursos d'água, prédios, vias, muros, cercas, meios-fios, árvores, postes, locais de

interseções, acessos, obras-de-arte, redes de serviços públicos, obras de arte correntes e complementares, enfim, quaisquer outros elementos que requeiram dados do terreno para ser detalhados.

O cadastro foi efetuado por meio de varredura de pontos com o uso de estação total. As edificações lindeiras a faixa de domínio foram cadastradas nos seus limites, sendo levantadas as suas cotas de soleira.

d) Elaboração de Plantas Topográficas

Com dados decorrentes dos levantamentos planialtimétricos foram elaboradas, com auxílio de software específico para projetos rodoviários, plantas cartográficas em arquivos eletrônicos, onde foi restituída a superfície levantada e foram representados todos os elementos de interesse para o projeto.

Nestas plantas foi desenvolvido o projeto geométrico analítico da via em estudo. Todos os pontos notáveis do eixo, como PI, PC, PT, TS, SC, CS, e ST, foram apresentados com suas três coordenadas, (x, y, z) de modo a permitir a sua materialização em campo.


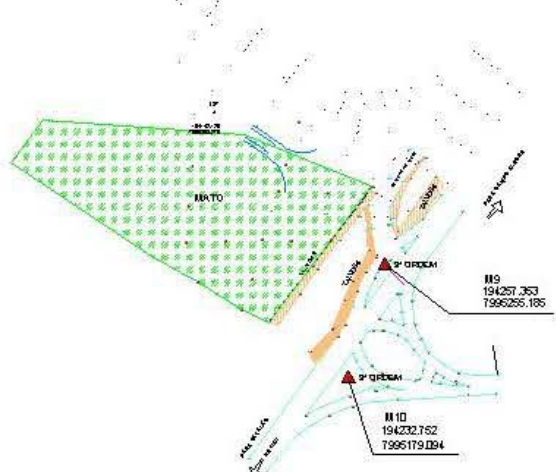

e) Monografia dos Marcos

A seguir são apresentadas as monografias dos 4 marcos de referência implantados no trecho e que servirão de base para a materialização do projeto em questão. Nestas monografias são apresentadas todas as características geodésicas dos marcos implantados.

		MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO TRANSP. DE COORDENADAS-M-01		BASITEC
IDENTIFICAÇÃO		LOCALIZAÇÃO		
M-01		Localizado junto a cerca da Go 330, 600 m antes da PRE		
COORDENADAS - MC = -51°				
Plano Retangulares				
SIRGAS 2000 (UTM)		córrego Alegre		Topográficas
N =	7.992.512,129	N =		Y
E =	187.086,947	E =		X
Z =	887,131	Z =		Z
Geodésicas				
SIRGAS 2000		Córrego Alegre		SAD 69
-18°08'01,1728" S				
-47°57'25,2407" W				
Z-Ortométrica = 887,131 / Ond. Geoidal = -11,31 (Calculado pelo PPP - IBGE)				

		MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO TRANSP. DE COORDENADAS-M-02		BASITEC	
IDENTIFICAÇÃO M-02		LOCALIZAÇÃO Localizado junto ao acostamento da Go 330 e uma estrada Rural, 670 m antes da PRE			
COORDENADAS - MC = -51°					
Plano Retangulares					
SIRGAS 2000 (UTM)		córrego Alegre	Topográficas		
N = 7.992.454,366		N =	Y		
E = 187.100,908		E =	X		
Z = 888,690		Z =	Z		
Geodésicas					
SIRGAS 2000		Córrego Alegre	SAD 69		
-18°08'03,0571" S					
-47°57'24,7978" W					
Z-Ortométrica = 888,690/ Ond. Geoidal = -11,31 (Calculado pelo PPP - IBGE)					
					

		MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO TRANSP. DE COORDENADAS-M-09		BASITEC
IDENTIFICAÇÃO M-09		LOCALIZAÇÃO Localizado no canteiro do trevo da BR 050, acesso a uma estrada Vicinal		
COORDENADAS - MC = -51°				
Plano Retangulares				
SIRGAS 2000 (UTM)		Córrego Alegre		Topográficas
N =	7.995.255,185	N =		Y
E =	194.257,353	E =		X
Z =	920,860	Z =		Z
Geodésicas				
SIRGAS 2000		Córrego Alegre		SAD 69
	-18°06'35,7347" S			
	-47°53'20,0721" W			
Z-Ortométrica = 920,860/ Ond. Geoidal = -11,15 (Calculado pelo PPP - IBGE)				
				
				

 <i>Serviços Técnicos e Locações</i>		MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO TRANSP. DE COORDENADAS-M-10		BASITEC
IDENTIFICAÇÃO		LOCALIZAÇÃO		
M-10		Localizado no carteiro do trevo da BR050, acesso a uma Fábrica de Alimentos		
COORDENADAS - MC = 51°				
Plano Retangulares				
SIRGAS 2000 (UTM)		córrego Alegre		Topográficas
N =	7.995.179,094	N =		Y
E =	194.232,752	E =		X
Z =	917,170	Z =		Z
Geodésicas				
SIRGAS 2000		Córrego Alegre		SAD 69
-18°06'38,1949" S				
-47°53'20,9487" W				
Z-Ortométrica = 917,170/ Ond. Geoidal = -11,15 (Calculado pelo PPP - IBGE)				
				

2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos visam caracterizar as condições de vazão máxima afluente às obras de arte ou drenagem superficial compreendida na área de estudo do projeto.

Também devem ser previstas cheias excepcionais, capazes de ocasionar inundações perigosas, e suas consequências devem ser ponderadas no projeto das obras de arte.

Para o presente estudo visa-se conhecer a pluviometria e transformá-la em vazão para assim fundamentar as intervenções de engenharia necessárias para o projeto de transposição de talvegues a ser implantado no Arco Viário de Catalão/GO.

Em engenharia, nem sempre interessa construir uma obra que seja adequada para escoar qualquer vazão possível de ocorrer, há necessidade de dimensionamento mais econômico que atenda as vazões obtidas no estudo hidrológico.

Usualmente, pode-se correr o risco, assumido após considerações de ordem econômica, de que a estrutura venha a falhar durante a sua vida útil. Faz-se necessário, então, conhecer tal risco.

Para tanto, analisam-se estatisticamente as observações de pluviometria regional, verificando-se com que frequência as mesmas assumiram dada magnitude, para em seguida, podermos avaliar as probabilidades teóricas de ocorrência dos fenômenos meteorológicos.

Parte integrante do estudo preliminar de projeto, os estudos hidrológicos visam caracterizar as condições de vazão máxima afluente às obras de arte ou drenagem superficial compreendida nas vias.

Também devem ser previstas cheias excepcionais, capazes de ocasionar inundações perigosas, e suas consequências devem ser ponderadas no projeto das obras de arte.

1.1.1 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.

Tabela 1 - Histograma

RESUMO						
Mês	Precipitação média mensal	Precipitação máxima registrada no mês	Precipitação mínima registrada no mês	Dias de chuva (média)	Dias de chuva (máximo)	Dias de chuva (mínimo)
Janeiro	282,04	132,40	0,00	20	28	0
Fevereiro	212,04	95,60	0,00	16	26	0
Março	186,48	92,40	12,50	15	26	5
Abril	74,64	74,00	0,00	8	15	0
Maio	35,98	71,20	0,00	4	12	0
Junho	11,31	31,30	0,00	2	7	0
Julho	8,22	35,50	0,00	1	6	0
Agosto	9,92	50,20	0,00	1	8	0
Setembro	35,99	49,00	0,00	5	13	0
Outubro	144,88	88,30	6,20	12	19	3
Novembro	212,43	107,60	21,00	16	27	7
Dezembro	277,72	116,90	15,50	21	31	11
Total	1491,65	132,40mm (26/01/1970)	0,00 mm	121	31	0

Aproximadamente 78% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, conforme é mostrado no histograma. Durante esses meses chove em média 66% do total anual.

Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são muito raras havendo dias em que não são registradas.

Além de serem reduzidas as ocorrências de chuvas durante o inverno, estas são pouco copiosas, razão pela qual os totais mensais de precipitações nesta época são pouco significativos. No inverno não chega a se acumular, em média, nem de 10 mm de chuvas. Assinalamos 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 se comparados os outros meses.

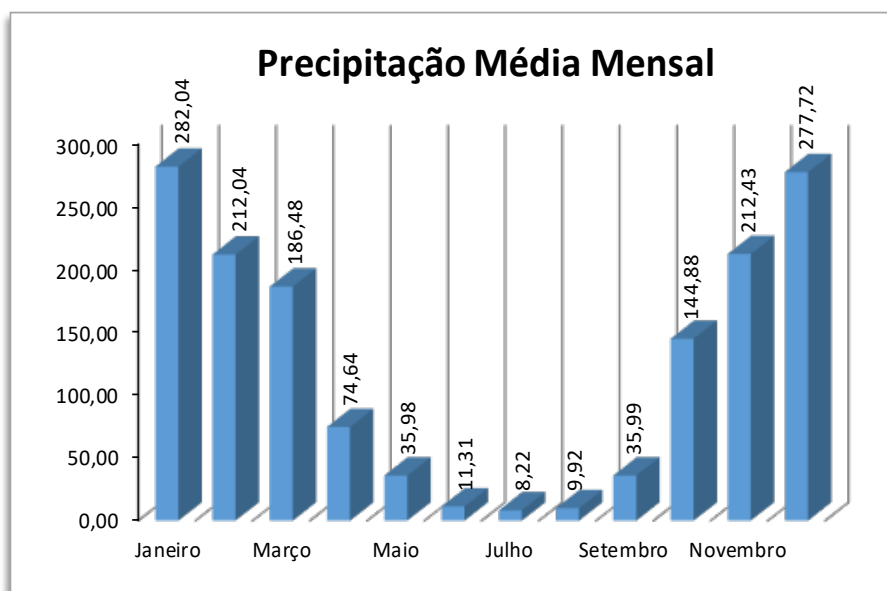


Figura 3 - Precipitações médias locais (média)

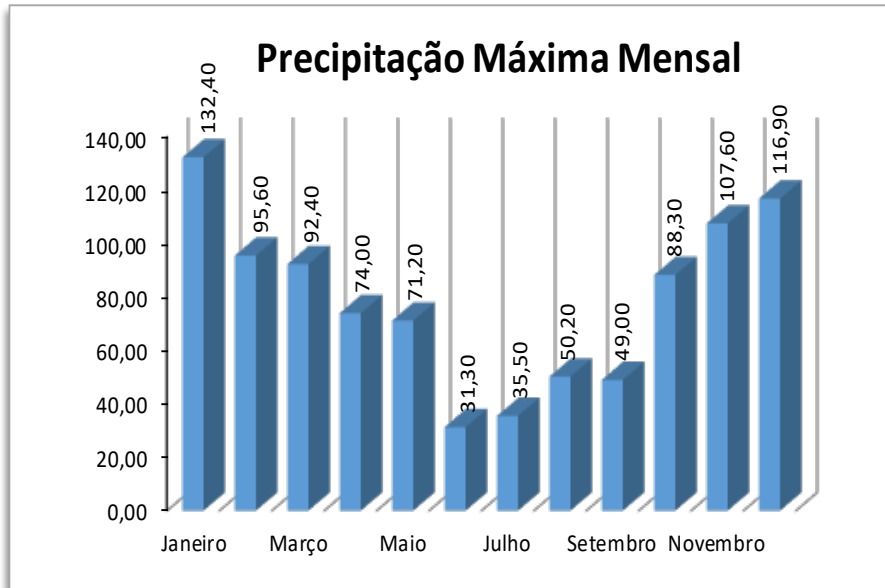


Figura 4 - Precipitações médias locais (máxima)

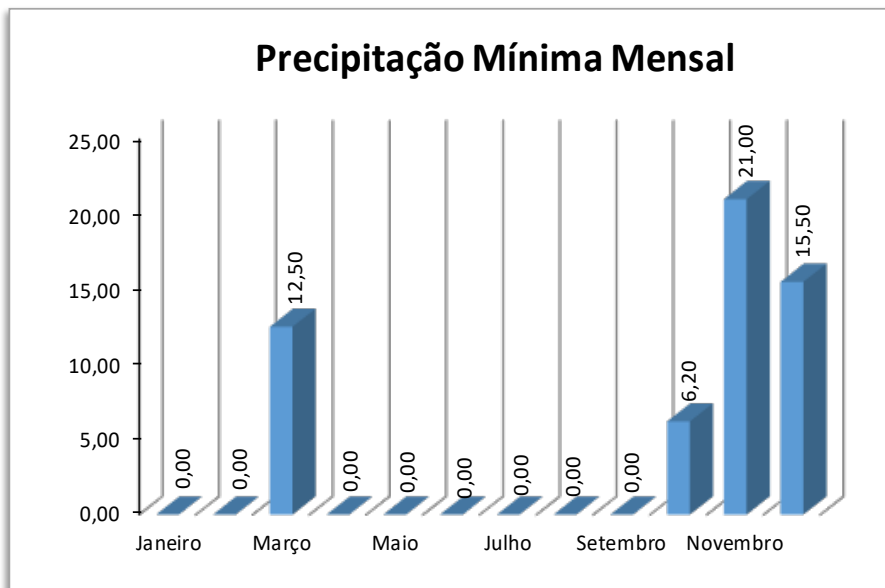


Figura 5 - Precipitações médias locais (mínima)

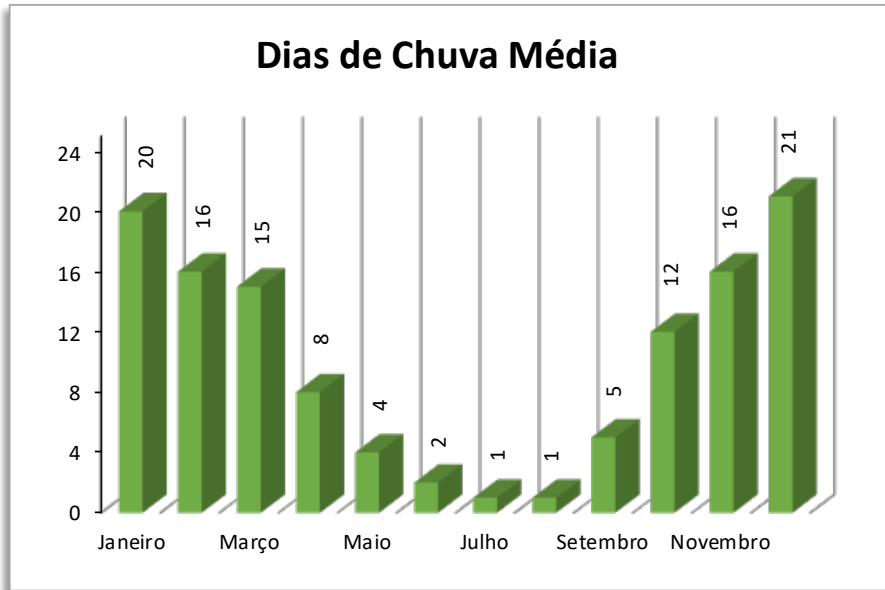


Figura 6 - Dias de chuva (média)

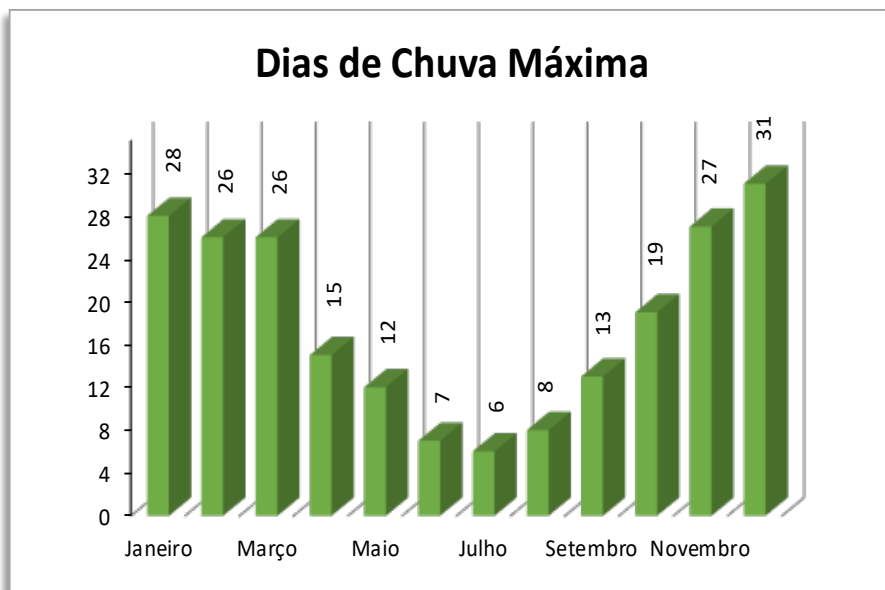


Figura 7 - Dias de chuva (máxima)

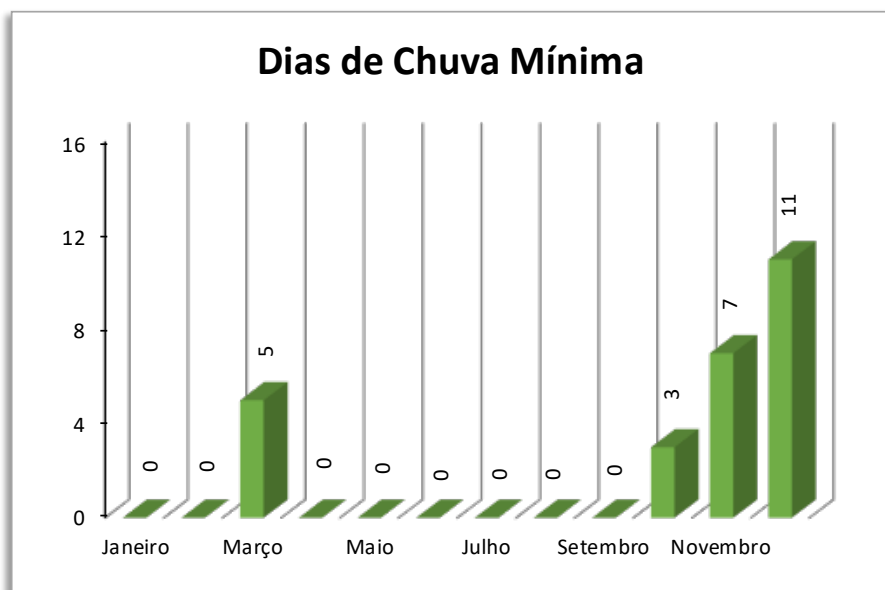


Figura 8 - Dias de chuva (mínima)

O regime de chuvas na região deve-se quase que exclusivamente ao sistema de circulação atmosférica com pouca influência do relevo sobre as tendências gerais determinadas pelos fatores dinâmicos.

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 Goussens - 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.

1.1.2 Temperatura

Catalão tem uma temperatura média de 22.2 °C. As temperaturas médias, durante o ano, variam 4.1 °C. A temperatura média do mês de janeiro, o mês mais quente do ano, é de 23.6 °C. Em junho, a temperatura média é 19.5 °C. É a temperatura média mais baixa de todo o ano.

Tabela 2 - Quadro de temperaturas

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	23,6	23,6	22,2	21,3	20,1	19,5	21,1	22,8	23,4	23,4	23,2	22,6
Temperatura mínima (°C)	18,7	18,5	17,7	15,5	13,7	13	14,4	16,2	17,6	18,3	18,6	17,3
Temperatura máxima (°C)	28,5	28,8	26,7	27,2	26,5	26,1	27,9	29,5	29,3	28,6	27,8	28

1.1.3 Pluviometria

Na região de Catalão, como em todo o Estado de Goiás, as chuvas caem de outubro a abril e quase não há precipitações de maio a setembro.

Com base nos dados fornecidos pela Agência Nacional de Água (ANA) e pelo Plano de Recursos Hídricos feito pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, temos:

- *Altura média de chuva do mês mais seco é de 9,82 mm;*
- *Altura média de chuva do mês mais chuvoso é 257,40 mm;*
- *Trimestre mais chuvoso: novembro a janeiro;*
- *Trimestre mais seco: junho a agosto;*
- *Média do nº de dias chuvosos por ano na região em estudo = 121 dias;*
- *Total pluviométrico anual = 1491,65 mm.*

O mecanismo atmosférico nas regiões tropicais se caracteriza, sobretudo, por sua notável irregularidade, isto é, sua dinâmica costuma apresentar comportamentos bem distintos quando comparada de um ano para outro. Disto resulta que as precipitações em cada ano estão sujeitas a totais bem distintos, podendo afastar-se grandemente dos valores normais. Entretanto, não obstante sua posição tropical, a Região Centro-Oeste não apresenta desvios notáveis como acontece com as demais regiões tropicais do Brasil. A média do desvio pluviométrico anual, positivo ou negativo, em relação à normal é, na maior parte do território regional, inferior a 15%. Em outras palavras, os valores pluviométricos de um ano para o outro variam em média pouco abaixo de 15% a mais ou a menos do total médio, representado pela normal.

Entretanto por se tratar de desvios médios sua importância reside apenas no fato delas indicarem a tendência da irregularidade: as áreas de maiores desvios médios são aquelas mais sujeitas, em determinados anos, a maiores desvios efetivos, e estes, só raramente, atingem valores superiores a 50%. Isto significa que os desvios extremos na região Centro-Oeste são muito inferiores aos registrados nas outras regiões tropicais do Brasil.

Estes índices de desvios relativamente baixos decorrem do fato de que o principal sistema de correntes perturbadas da Região Centro-Oeste é justamente o menos irregular, ou seja, é aquele que apresenta a menor variação anual.

1.1.4 Umidade Relativa do Ar

Segundo os dados apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos (1995 - 1998) feito pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, foi considerada para Catalão os mesmos parâmetros do município de Goiânia com umidade relativa do ar igual a 66% e a evaporação total de 1.576,6mm.

1.1.5 Insolação

Embora os dias sejam mais curtos, a insolação no inverno é igual ou superior a do verão, pois o céu se apresenta mais límpido, com poucas nuvens. As médias mensais de insolação estão em torno de 07 h/dia.

1.1.6 Ventos

Os ventos predominantes provêm do quadrante norte e atuam praticamente todo o ano, apesar do evidente predomínio nos meses de outubro a fevereiro, observa-se que os ventos do Leste predominam basicamente no inverno (junho e julho). Os ventos de nordeste e noroeste predominam basicamente nos meses de março, abril, maio, agosto e setembro.

Os ventos são de características moderadas durante todo o ano, com média de 1,0 m/s, e somente ocorre situações de ventanias em ocasiões esporádicas.

1.1.7 Metodologia

A metodologia dos estudos hidrológicos de drenagem urbana segue o procedimento ilustrado abaixo:

Aspectos Sociais e Econômicos	PASSO 1	Escolha do Período de Retorno
Metereologia	PASSO 2	Determinação da Tormenta de Projeto
Hidrologia Pedologia Uso do Solo	PASSO 3	Determinação de Escoamento Superficial Direto
Hidrologia	PASSO 4	Determinação da Vazão de Projeto
Hidráulica	PASSO 5	Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas

(Porto, 1995) Livro: Drenagem Urbana

1.1.8 Período de Retorno

Período de Retorno é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer. Ao se decidir que uma obra será projetada para uma vazão com período de retorno T anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção, trata-se, portanto, de escolher qual o "risco aceitável".

Níveis altos de segurança implicam, portanto, custos elevados e grandes interferências no ambiente urbano. Minimizar custos e interferências é um objetivo importante em projetos de drenagem urbana, mas não deve ser alcançado pela escolha de períodos de retorno inadequadamente pequenos.

As dificuldades em se estabelecer, objetivamente, o período de retorno, fazem com que a escolha recaia sobre os valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelo meio técnico. Muitas entidades fixam os períodos de retorno para diversos tipos de obra como critério de projeto. A fixação do tempo de recorrência merece cuidados especiais, tais como os seguintes fatores:

- *Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações adjacentes e às propriedades;*
- *Interrupção de tráfego;*
- *Danos às obras de drenagem;*
- *Fatores econômicos.*

O tempo de retorno adotado neste estudo para projeto de Obras de Arte Correntes é de 25 anos para bueiros celulares.

Os tempos de recorrência fixados procuraram atender a seguinte tabela abaixo.

Tabela 3 - Tempo de Retorno

Espécie	Período de recorrência
Drenagem superficial	5 a 10 anos
Drenagem Subsuperficial	10 anos
Bueiros Tubulares	15 anos (como canal)
	25 anos (como canal)
Bueiro Celular	25 anos (como canal)
	50 anos (como canal)
Pontilhão	50 anos
Ponte	100 anos

Porém procurou-se analisar toda a hidrodinâmica do córrego afim de minimizar os custos e só assim definir os tempos de retorno ideais e cabíveis. Os mesmos serão apresentados posteriormente e também justificados.

1.1.9 Determinação da Intensidade de Chuva

Para determinação da precipitação utilizou-se o método da equação da curva IDF (Intensidade-Duração-Frequência) específica da região do Município de Catalão. Essa equação foi obtida por revisão bibliográfica de estudos realizados pelo Professor Dr. Alfredo Ribeiro da Costa (Universidade Federal de Goiás), onde o mesmo definiu equações de curvas IDF para 126 municípios de Goiás após análises de precipitações máximas locais, com parâmetros característicos de cada município.

A equação de chuva adotada foi escolhida por sua confiabilidade e pelas considerações específicas do município de Catalão. A mesma considera parâmetros locais, como declividade e tipo de solo, que favorece a credibilidade do método para o dimensionamento.

Desta forma será apresentado o estudo do autor supracitado sobre 'Equação de chuva para um local isolado' por Alfredo Ribeiro da Costa (Professor Doutor em Engenharia Hidráulica).

As equações de chuva são de grande importância para os projetos de drenagem em geral, como a drenagem urbana, drenagem de estradas, canalização de córregos, terraceamento de áreas agrícolas, dimensionamento de vertedores de barragens, estudos de erosão, dentre outros. Visa-se, aqui, detalhar a montagem de uma equação de chuva para o local da estação pluviográfica de Catalão, situada em Goiás. A relação intensidade-duração-período de retorno $i^* t^* T$ Sobre durações t de 5min até 24 horas. Os ajustamentos: retilíneo e curvilíneo apresentaram excelentes coeficientes de correlação, superior a 99%, na determinação da equação de chuva contendo quatro parâmetros.

A) Seleção dos Maiores Eventos

Cada pluviograma do histórico de registros da estação pluviográfica foi examinado, procedendo-se a seleção dos maiores eventos e descartando a grande maioria onde o dia não havia sido chuvoso ou com chuva nitidamente de baixa intensidade. Havendo dúvida, foi adotada a orientação geral de selecionar o evento deixando para os cálculos o seu aproveitamento ou não. Definiram-se já aí os tempos de início e de fim de cada chuva intensa a ser analisada. A seleção dos maiores eventos é um procedimento habitual, mencionando-se o excelente trabalho do Engenheiro Otto Pfafstetter para todo o território brasileiro.

Nos pluviogramas analisados, as linhas de tempo eram espaçadas de 10 em 10 minutos, o que permitiu leituras em intervalos de até 5 minutos. Observa-se que para grandes intensidades de chuva os registros ascendentes e descendentes ficam muito próximos, de maneira que se trabalhou no limite da sensibilidade e muita atenção foi exigida do analista. Após as leituras, utilizou-se um programa computacional que determinava as intensidades em mm/min e que selecionava as 30 (trinta) maiores intensidades associadas a cada duração t . As durações t foram utilizadas desde 5 min até 1440 min, ou seja, com abrangência de 24 horas e compoendo um conjunto de 108 durações. Essa faixa de durações atinge a maioria dos projetos de drenagem que dependem das intensidades ou alturas de chuva. O princípio das durações prolongadas foi incorporado ao programa computacional. Através dele uma chuva intensa para uma certa duração, por exemplo, uma intensidade medida de 1,2 mm/min de uma chuva com duração de 20 min corresponde a uma altura acumulada de 24,0 mm ao longo dos 20 min. Caso esse mesmo total precipitado de 24,0 mm tivesse ocorrido em uma chuva um pouco mais prolongada de 30 min, conduziria a uma intensidade ainda considerável de 0,8 mm/min. Essa noção de prolongar a duração da chuva foi introduzida por Sherman quando estudava as chuvas intensas de Boston.

B) Forma de relacionamento

Montou-se, então, um arquivo com as leituras efetuadas nos pluviogramas e, através de programas computacionais, obtiveram-se diversas listagens: a primeira continha as leituras dos pluviogramas, permitindo a conferência dos dados arquivados; uma segunda listagem fornecia, pela data de início da chuva selecionada, as alturas acumuladas no decorrer da chuva e, ainda, a maior altura e a maior intensidade para cada duração, sempre a intervalos de 5 em 5 min, até o final da chuva considerada; a terceira listagem reunia, para cada uma das 108 durações t ($t = 5, 10, 15, \dots, 235, 240, 260, 1280, 1420, 1440$ min) as 30 maiores intensidades considerando o conjunto de todas as chuvas selecionadas. As durações abrangiam intervalos de 5 em 5 min até 240min (4h) e de 20 em 20 min de 240 até 1440 min, o que perfaz 108 durações. Buscou-se um relacionamento do tipo:

$$i = B \times T^d / (t + c)^b$$

(Equação A)

onde i é a intensidade de chuva (mm/min), t é a duração (min), T é o período de retorno (ano), sendo b, c, d, B os parâmetros a determinar.

C) Determinação dos parâmetros b, c, B, d

Para determinar os quatro parâmetros da equação de chuva (B, d, b, c) foi utilizada metodologia a qual iniciou-se pelas determinações de b e c a partir da relação "i versus t" de quinta grandeza, isto é, a relação $i * t$ associada ao período de retomo $T = N/5$, o que conduz a $T = 13,94/5 = 2,788$ anos. Com isso, deixaram-se de empregar as relações $i * t$ de primeira ($T = N/1$), de segunda ($T=N/2$), terceira ($T=N/3$) e quarta grandeza ($T=N/4$), evitando incluir chuvas com períodos de retomo T bem superiores a 13,94 anos que eventualmente pudessem participar do conjunto de pluviogramas selecionados, de tal modo que as estimativas de b e c refletissem melhor toda a família i versus t.

Aplicando transformada logarítmica à Equação A, chega-se à Equação B e posteriormente entrando com pares de valores $i * t$ obtém-se um ajustamento curvilíneo. O parâmetro "c", em escala di-logarítmica, descreve exatamente o valor que se deve somar à duração t para mudar a forma do ajustamento curvilíneo em reta, por isso denominado de parâmetro de anamorfose.

$$\log i = \log A - b \times \log (t + c)$$

onde

$$A = B \times T^d$$

Através do método dos mínimos quadrados pode-se determinar o parâmetro "b" que interessa e o valor de A, embora este não seja utilizado. O parâmetro "b" se refere à declividade da reta que se obtém após a anamorfose.

D) O Método da estação-ano

O Método da estação-ano, aplicado na década de 1950 por Pfafstetter, é uma técnica para ampliar a validade dos períodos de retorno T de um grupo de estações, situadas em uma região meteorologicamente homogênea. Parte-se da premissa de que o período de retorno da chamada estação-ano seja a soma dos períodos de retorno T de cada estação tomada isoladamente. Este método é mais indicado para regiões planas e onduladas, como é o caso do cerrado goiano e sul do Estado do Tocantins. Este método é particularmente interessante pela oportunidade de se trabalhar com dados da própria região, o que em Hidrologia deve ser buscado.

Comparado ao trabalho de Pfafstetter, limitou-se aqui em muito a extensão territorial em que se encontrava a rede de pluviógrafos, podendo-se assegurar um nível mais elevado de homogeneidade meteorológica. Se antes o espaço para coleta de dados pluviográficos envolveu todo o Brasil, aqui restringiu-se praticamente aos limites do Estado de Goiás e sul do Tocantins. Hoje, em relação à primeira metade do século XX, dispõe-se de uma densidade bem superior de equipamentos registradores de chuva, viabilizando este estudo, de tal maneira que dos 12 a 22 anos de registros isolados pôde-se atingir 253,399 anos com a aplicação do método da estação-ano.

E) Base de dados

A base de dados utilizada está calçada em registros pluviográficos interpretados a partir de 17 estações, sendo catorze selecionadas em função do histórico e da localização espacial. Os registros dessas 14 estações cobrem o período desde meados da década de 1970 até à primeira metade da década de 1990 e seguiram os mesmos métodos descritos no item anterior. Os registros das outras três estações foram obtidos até à década de 1950 e extraídos do trabalho de Pfafstetter. Chegou-se a um total $N = 253,399$ anos de registros de chuva interpretados.

F) Forma do equacionamento

A Equação abaixo apresenta a forma geral do relacionamento, contendo sete parâmetros e envolvendo a intensidade i, a duração t e o período de retorno T:

$$i = B \times (T^{\alpha + \beta/T} \gamma)^{\delta} / (t + c)^b$$

Onde,

- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ são parâmetros regionais constantes que dependem apenas do período de retorno;
- B, b, c são parâmetros que descrevem características locais;
- i é a intensidade máxima de chuva (mm/min);
- t é a duração (min);
- T é o período de retorno (ano).

Os parâmetros b e c são exatamente os mesmos já abordados e expressam a relação existente entre a intensidade i e a duração t , para um local específico. O parâmetro B possui também uma componente local. Já os demais parâmetros $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ são absolutamente constantes para a região onde se encontram as estações pluviográficas e descrevem a forma da curva que relaciona a intensidade i com o período de retorno T .

G) Intensidade relativa

Para a aplicação do método da estação-ano há a necessidade de homogeneizar os dados de chuva de todos os postos, retirando de cada intensidade as características meteorológicas locais. Aplica-se o conceito de PRECIPITAÇÃO RELATIVA que é o quociente entre uma precipitação qualquer e a de período de retorno $T=1$ ano, de mesma duração e da mesma estação. Os quocientes, representam transformadas das intensidades observadas. Essas intensidades relativas podem, então, compor uma única série, livre dos fatores locais.

H) Matriz-base

Uma vez determinadas as intensidades relativas para cada estação, reúnem-se todos esses dados em uma única matriz. Este é exatamente o significado da estação-ano, a qual abriga dados de intensidades de chuva de um conjunto de estações, situadas em uma região meteorologicamente homogênea. Ao reunir as intensidades de 17 estações é natural que fossem esperados aleatoriamente eventos de todas as magnitudes, desde pequenas intensidades de chuva até valores de grandes intensidades. O método da estação-ano permite a reunião de dados como se fosse uma estação com um longo histórico de registros pluviográficos.

Para as determinações dos parâmetros, partiu-se da matriz-base e construiu-se para cada local a matriz específica, multiplicando cada termo da matriz-base pela intensidade correspondente ao período de retorno $T = 1$ ano. Ou seja, fez-se o processo inverso dá o fator multiplicador para cada duração determinação das intensidades relativas.

Com a utilização de coeficientes há um excelente ajustamento entre os parâmetros. Verifica-se que foram obtidas duas equações, uma para $1 \text{ ano} < T < 8 \text{ anos}$, correspondente ao ramo curvilíneo onde o período de retorno T possui baixos valores, e outra para $8 \text{ anos} < T < 100 \text{ anos}$, descrevendo o ramo linear em que T assume valores elevados. A solução não incluiu os valores de A associados aos quatro maiores períodos de retorno. Partiu-se do quinto maior valor. Até consolidar uma decisão, analisaram-se exaustivamente as alternativas de inclusão dos maiores valores de A , os quais sempre conduziam a uma quebra da tendência que se vinha obtendo, sinalizando para a existência de eventos com períodos de retorno até bem superiores a 253,399 anos. Interessante chamar a atenção para o fato que Pfafstetter havia identificado faixas com ajustamentos diferentes para T menor do que 10 anos e para T maior do que 10 anos. Aqui, pode-se precisar esse limite como sendo em torno de 8 anos. Desta maneira, a Equação de intensidade supracitada é desdobrada em duas para atender o ramo curvilíneo onde o período de retorno T se situa na faixa $1 \text{ ano} < T < 8 \text{ anos}$ e para descrever o ramo retilíneo na faixa $8 \text{ anos} < T < 100 \text{ anos}$.

Ao limitar em 100 anos a validade do período de retorno T, adotou-se o critério de praticamente duplicar o período de retorno correspondente à quinta grandeza $N = 253,399 \text{ anos} / 5 = 50,68 \text{ anos}$ utilizado na fixação dos parâmetros b e c. Mais ainda, constatou-se que a relação $A * T$, perdia aderência à medida que se trabalhava com períodos de retorno correspondentes à quarta, terceira, segunda e primeira grandezas, correspondendo, respectivamente, aos períodos de retorno $T = 63,35 \text{ anos}, 84, 47 \text{ anos}, 126,70 \text{ anos}$ e $253,399 \text{ anos}$.

I) Períodos de retorno e durações empregadas

Acompanhando o mesmo exemplo do item anterior, a tabela abaixo apresenta três períodos de retorno T eleitos como referências em cada intervalo de validade das equações de chuva, considerando as faixas $1 \text{ ano} \leq T < 8 \text{ anos}$ e para $8 \text{ anos} < T < 100 \text{ anos}$. Pode-se verificar que aqueles períodos de retorno encontram-se situados nos extremos e no meio do intervalo. A propósito, caso houvesse a convicção de acerto, sem qualquer equívoco no levantamento das intensidades interpoladas, bastava utilizar um único período de retorno T. Assim, a função de outros dois períodos de retorno foi meramente para serem confirmados os valores finais dos parâmetros. E essa confirmação foi fundamental do ponto de vista de consistência dos resultados, embora aumentasse o volume de trabalho.

Períodos de retorno (T)	
1 ano $\leq T \leq 8$ anos	Para 8 anos $< T \leq 100$ anos
7,91872	50,67980
4,52498	25,33990
1,00158	10,13596

J) Equações de chuva para Goiás

Na Tabela 4 encontram-se os locais, as coordenadas geográficas e os parâmetros b, c, B1, B2 referentes a 126 pontos de Goiás, sul do Tocantins, além de Alto Garças situada em Mato Grosso.

As Equações abaixo, aqui repetidas, mostram a forma do relacionamento entre a intensidade i, a duração t e o período de retorno T, acompanhados de suas respectivas unidades. Na escolha da equação, deve-se ter claro o período de retorno T que se adotará, em função das características do projeto. Os parâmetros $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ são constantes determinadas para toda a região.

As 126 equações de chuva constantes dos resultados, Tabela 1, representam um recurso totalmente apoiado em registros pluviográficos, para estimar intensidades e, por conseguinte, alturas de chuva a partir de dados da duração t da chuva, na faixa de 5min a 1440min, e do período de retorno T, na faixa de 1 ano a 100 anos, visando às aplicações práticas em projetos de drenagem em geral nos locais estudados do cerrado goiano e sul do Estado do Tocantins.

$$i = \frac{B1 * (T^{\alpha + \beta/T^{\gamma}})^{\delta}}{(t + c)^b} \quad \text{válida para } 1 \text{ anos} \leq T \leq 8 \text{ anos}$$

$$i = \frac{B2 * T^{\alpha}}{(t + c)^b} \quad \text{válida para } 8 \text{ anos} < T \leq 100 \text{ anos}$$

onde,

- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ são parâmetros regionais constantes e que dependem apenas do período de retorno;
- B, b, c são parâmetros regionais que descrevem características locais;
- i é a intensidade máxima de chuva (mm/min)

- t é a duração (min);
- T é o período de retorno (ano)
- $\alpha = 0,14710$
- $\beta = 0,2200$
- $\gamma = 0,0900$
- $\delta = 0,6274$

A montagem das equações para um local de interesse é feita de forma direta a partir da tabela abaixo. Sendo possível determinar a equação IDF para todos os municípios listados com a utilização dos parâmetros supracitados.

Tabela 4 – Tabela com locais e parâmetros

Nº	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
1	ABADIÂNIA	GO	16° 12'	48° 42'	0.89751	18.86100	36.72600	41.58340
2	ACREÚNA	GO	17° 24'	50° 23'	0.88687	19.30800	35.90940	40.65770
3	ÁGUA LIMPA	GO	18° 04'	48° 46'	0.87513	18.30600	33.47380	37.90110
4	ALEXÂNIA	GO	16° 05'	48° 30'	0.88559	17.79900	34.16440	38.68300
5	ALMAS	TO	11° 34'	47° 10'	0.88634	22.62400	38.34110	43.41210
6	ALTO GARÇAS	MT	16° 56'	53° 32'	0.88496	15.90000	33.98600	38.48110
7	ALTO PARAISO DE GOIAS	GO	14° 07'	47° 30'	0.90360	20.61100	39.88150	45.15610
8	ALVORADA	TO	12° 28'	49° 07'	0.89545	21.24800	39.00760	44.16650
9	ALVORADA DO NORTE	GO	14° 24'	46 ° 36'	0.97194	29.70000	62.50670	70.77400
10	AMERICA DO BRASIL	GO	16° 15'	49 ° 59'	0.89590	20.25500	37.63810	42.61540
11	ANÁPOLIS	GO	16° 19'	48° 57'	0.92278	20.91000	42.49640	48.11670
12	ANICUNS	GO	16° 27'	49° 57'	0.90333	20.47500	39.00370	44.16180
13	APARECIDA DE GOIÂNIA	GO	16° 50'	49° 15'	0.96253	23.90800	53.11780	60.14330
14	APORÉ	GO	18° 59'	52° 00'	0.89575	18.40000	33.94330	38.43270
15	ARAGARÇAS	GO	15° 53'	52° 15'	0.89089	20.28600	37.71460	42.70010
16	ARAGOIÂNIA	GO	16° 55'	49° 27'	0.94217	22.57500	47.68430	53.99100
17	ARAGUAÇU	TO	12° 55'	49° 49'	0.89960	21.44100	39.73500	44.97870
18	ARRAIAS	TO	12° 55'	46° 56'	0.90130	21.67000	40.09740	45.39720
19	ARUANÃ	GO	14° 49'	51° 10'	0.96745	37.40000	67.74690	76.70730
20	BELA VISTA DE GOIÁS	GO	16° 58'	48° 57'	0.90146	18.86900	37.54180	42.50700
21	BOM JESUS	GO	18° 13'	49° 44'	0.88816	19.65000	36.45020	41.27080
22	BRITÂNIA	GO	15° 14'	51° 10'	0.94535	32.52300	57.34920	64.93370
23	BURITI ALEGRE	GO	18° 09'	49° 03'	0.88927	20.31600	37.37050	42.31300
24	CACHOEIRA DE GOIÁS	GO	16° 40'	50° 39'	0.85274	17.34900	29.81810	33.76120
25	CACHOEIRA DOURADA	GO	18° 29'	49° 28'	0.88317	19.06000	35.16270	39.81280
26	CAIAPÔNIA	GO	16° 57'	51° 50'	0.90521	20.70000	42.38140	47.98690
27	CALDAS NOVAS	GO	17° 44'	48° 37'	0.85440	15.20900	28.67210	32.46440
28	CAMPO ALEGRE DE GOIÁS	GO	17° 40'	47° 37'	0.80396	8.70000	19.94840	22.58680
29	CAMPOS BELOS	GO	13° 02'	46° 46'	0.90470	21.84600	41.13130	46.16580
30	CATALÃO	GO	18° 11'	47° 57'	0.84572	16.30000	25.94350	29.37490
31	CAVALCANTE	GO	13° 48'	47° 27'	0.90516	21.07700	40.48190	45.83600
32	CERES	GO	15° 16'	49° 34'	0.92919	24.60000	46.02040	52.10720
33	CEZARINA	GO	16° 58'	49° 47'	0.91163	20.76500	40.72060	46.10580
34	CHAPADÃO DO CÉU	GO	18° 24'	52° 33'	0.89072	18.52500	35.07380	39.71140
35	COCALZINHO DE GOIÁS	GO	15° 48'	48° 47'	0.89748	19.50900	37.24870	42.17570
36	COLINAS DO SUL	GO	14° 09'	48° 05'	0.90077	19.67200	39.83130	45.09940
37	CONCEÇÃO DO TOCANTINS	TO	12° 13'	47° 17'	0.88828	22.33000	38.43700	43.52070
38	CORUMBÁ DE GOIÁS	GO	15° 55'	48° 49'	0.90079	19.66600	37.86210	42.86960
39	CRISTALINA	GO	16° 46'	47° 36'	0.84012	12.87200	25.38080	28.73770

Nº	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
40	CRISTIANÓPOLIS	GO	17° 12'	48° 42'	0.84512	13.16300	26.40560	29.89820
41	DAMOLÂNDIA	GO	16° 15'	49° 22'	0.93197	22.00200	45.10720	51.07280
42	DAVINÓPOLIS	GO	18° 09'	47° 34'	0.83622	13.75700	24.60180	27.85560
43	DIORAMA	GO	16° 14'	51° 15'	0.84629	17.12700	28.94860	32.77660
44	DORVELÂNDIA	GO	16° 43'	52° 19'	0.89456	19.63900	38.64740	43.75310
45	EDÉIA	GO	17° 20'	49° 56'	0.89662	20.05900	37.97660	42.99870
46	ESTRELA DO NORTE	GO	13° 52'	49° 04'	0.90137	20.49800	39.91160	45.19020
47	FÁTIMA	TO	10° 45'	48° 54'	0.89915	21.45500	40.74480	46.19020
48	FLORES DE GOIÁS	GO	14° 27'	47° 03'	0.92747	23.77000	46.23800	52.35350
49	FORMOSA	GO	15° 32'	47° 20'	0.82128	11.40000	21.29830	24.11530
50	GOIANÁPOLIS	GO	16° 31'	49° 01'	0.94454	22.47000	47.93920	54.27960
51	GOIANÉSIA	GO	15° 19'	49° 07'	0.91257	22.11900	41.64080	47.14580
52	GOIÂNIA	GO	16° 40'	49° 16'	0.97471	24.80000	56.79280	64.30440
53	GOIANIRA	GO	16° 30'	49° 26'	0.95699	23.57900	51.57500	58.39650
54	GOIÁS(CIDADE)	GO	15° 56'	50° 08'	0.89152	20.56900	37.13870	42.05040
55	GOIATUBA	GO	18° 00'	49° 21'	0.89912	21.72800	40.31840	45.65090
56	GURUPI	TO	11° 43'	49° 04'	0.89326	21.59000	39.00930	44.16860
57	HIDROLÂNDIA	GO	16° 58'	49° 14'	0.93956	22.22300	46.86010	53.05790
58	INHUMAS	GO	16° 21'	49° 29'	0.93930	22.47600	46.94010	53.14830
59	IPAMERI	GO	17° 43'	48° 09'	0.82313	11.34500	22.68220	25.68220
60	IPORÁ	GO	16° 26'	51° 07'	0.83526	16.23400	27.07020	30.65010
61	ISRAELÂNDIA	GO	16° 22'	50° 54'	0.82205	15.30000	25.02490	28.33480
62	ITABERÁI	GO	16° 01'	49° 48'	0.90595	21.22800	39.87600	45.14970
63	ITUMBIARA	GO	18° 25'	49° 13'	0.88034	18.80300	34.53310	39.10040
64	IVOLÂNDIA	GO	16° 36'	50° 48'	0.84187	16.64400	28.06220	31.77320
65	JARAQUÁ	GO	15° 45'	49° 20'	0.91353	22.02000	41.61010	47.11340
66	JATAÍ	GO	17° 52'	51° 42'	0.89094	19.15400	36.50400	41.32890
67	JOVIÂNIA	GO	17° 48'	49° 36'	0.89709	21.07100	39.27660	44.47110
68	JUSSARA	GO	15° 51'	50° 52'	0.86226	18.96600	31.96060	36.18720
69	LEOPOLDO DE BULHÕES	GO	16° 37'	48° 45'	0.90393	18.86000	37.75310	42.74640
70	LUZIÂNIA	GO	16° 15'	47° 57'	0.85926	15.10300	25.65630	32.45990
71	MINAÇU	GO	13° 31'	48° 13'	0.89914	20.30500	39.34320	44.54670
72	MINEIROS	GO	17° 34'	52° 33'	0.89099	18.79900	36.75600	41.58020
73	MIRACEMA DO TOCANTINS	TO	09° 34'	48° 23'	0.91438	21.20000	45.22190	51.20300
74	MONTVIDIU	GO	17° 27'	51° 10'	0.88703	19.28200	36.40360	41.21820
75	MONTVIDIU DO NORTE	GO	13° 07'	48° 36'	0.89857	20.53200	39.29180	44.48830
76	MORRINHOS	GO	17° 46'	49° 08'	0.91634	24.90000	46.75080	52.93420
77	MOSSÂMEDES	GO	16° 08'	50° 13'	0.88210	19.62100	35.11260	39.75600
78	MOZARLÂNDIA	GO	14° 45'	50° 34'	0.93274	28.99600	51.39050	58.18720

Nº	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
79	MUNDO NOVO	GO	13° 47'	50° 17'	0.90862	23.23100	42.36090	47.96300
80	NATIVIDADE	TO	11° 37'	47° 44'	0.88267	23.30000	38.06090	43.09500
81	NIQUELÂNDIA	GO	14° 28'	48° 27'	0.90488	19.50000	41.60620	47.10910
82	NOVA CRIXÁS	GO	14° 06'	50° 20'	0.91264	24.06400	43.63260	49.40290
83	NOVO BRASIL	GO	16° 02'	50° 43'	0.84468	17.13500	28.60760	32.39100
84	NOVO PLANALTO	GO	13° 15'	49° 30'	0.89995	21.18700	39.68490	44.93340
85	ORIZONA	GO	17° 02'	48° 18'	0.81524	9.75080	21.50380	24.34790
86	OUVIDOR	GO	18° 14'	47° 50'	0.84445	15.92300	25.76980	29.17820
87	PADRE BERNARDO	GO	15° 09'	48° 17'	0.88744	18.38600	35.50630	40.20240
88	PALMAS	TO	10° 10'	48° 19'	0.90921	21.26100	43.64520	49.41780
89	PALMEIRAS DE GOIÁS	GO	16° 48'	49° 55'	0.90533	20.42000	39.37910	44.58690
90	PALMEIRÓPOLIS	TO	12° 59'	48° 24'	0.89603	20.42000	39.37910	44.58690
91	PALMINÓPOLIS	GO	16° 48'	50° 10'	0.88714	19.41500	35.84000	40.57970
92	PARAISO DO TOCANTINS	TO	10° 10'	48° 52'	0.90752	21.23500	43.04630	48.75140
93	PARANÃ	TO	12° 36'	47° 52'	0.89178	21.68900	38.63790	43.74800
94	PEIXE	TO	12° 03'	48° 32'	0.88984	21.99000	38.57130	43.67250
95	PETROLINA DE GOIÁS	GO	16° 06'	49° 20'	0.91764	21.36900	41.96540	47.51570
96	PILAR DE GOIÁS	GO	14° 46'	49° 35'	0.91402	22.72500	42.50600	48.12790
97	PINDORAMA	TO	11° 08'	47° 34'	0.88623	22.70700	38.45310	43.53880
98	PIRACANJUBA	GO	17° 18'	49° 01'	0.88895	19.23300	36.46700	41.26680
99	PIRANHAS	GO	16° 26'	51° 49'	0.88952	19.81100	37.83470	42.83330
100	PIRENÓPOLIS	GO	15° 51'	48° 58'	0.90482	20.29000	38.97510	44.12990
101	PIRES DO RIO	GO	17° 20'	48° 15'	0.79943	8.00000	19.32640	21.88260
102	PLANALTINA	GO	15° 27'	47° 36'	0.83414	12.71300	23.50890	26.61820
103	PONTALINA	GO	17° 32'	49° 27'	0.90315	21.86800	41.08440	46.51820
104	PORANGATU	GO	13° 26'	49° 08'	0.89972	20.80300	39.55100	44.78170
105	PORTO NACIONAL	TO	10° 42'	48° 25'	0.89760	21.65500	40.57140	45.93730
106	QUIRINÓPOLIS	GO	18° 26'	50° 27'	0.88535	18.78000	34.39880	39.56440
107	RIO QUENTE	GO	17° 46'	48° 46'	0.87358	17.96900	33.21130	37.60380
108	RIO VERDE	GO	17° 47'	50° 55'	0.88655	19.08100	35.73300	40.45700
109	SANCLERLÂNDIA	GO	16° 12'	50° 19'	0.86946	18.71200	32.74470	37.07510
110	SANTA HELENA DE GOIÁS	GO	17° 48'	50° 35'	0.88671	19.13400	35.67470	40.46730
111	SANTA RITA DO ARAGUAIA	GO	17° 20'	53° 12'	0.88638	16.85800	34.74850	39.34350
112	SANTA TEREZINHA DE GOIÁS	GO	14° 26'	49° 42'	0.90935	22.39100	41.75520	47.27770
113	SÃO DOMINGOS	GO	13° 23'	46° 19'	0.91740	22.95900	43.80380	49.59730
114	SÃO LUIZ DOS MONTES BELO	GO	16° 31'	50° 22'	0.86556	18.21400	31.95400	36.17970
115	SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA	GO	13° 16'	50° 09'	0.90313	22.10900	40.69150	46.07300
116	SÃO MIGUEL DO PASSA QUAT	GO	17° 04'	48° 40'	0.85401	13.97500	27.84260	31.52510
117	SÃO SIMÃO	GO	18° 59'	50° 32'	0.88455	18.47800	34.32320	38.86240

Nº	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
118	SENADOR CANEDO	GO	16° 42'	49° 06'	0.96005	23.65500	52.30520	59.22320
119	SERRANÓPOLIS	GO	18° 18'	51° 58'	0.89197	18.65600	34.91530	39.53010
120	SILVÂNIA	GO	16° 40'	48° 36'	0.88139	16.70200	32.91420	37.26820
121	TRINDADE	GO	16° 38'	49° 29'	0.95714	23.29100	51.63290	58.46190
122	URUAÇU	GO	14° 31'	49° 08'	0.90429	20.66200	40.46040	45.81170
123	URUANA	GO	15° 30'	49° 41'	0.92365	23.88800	44.57000	50.46480
124	VARJÃO	GO	17° 03'	49° 38'	0.91659	21.05500	41.80000	47.35250
125	VIANÓPOLIS	GO	16° 44'	48° 30'	0.86138	14.69400	29.04390	32.88530
126	VILA BOA	GO	15° 02'	47° 04'	0.87195	16.94300	31.00910	35.11060

Desta forma, com os dados da Estação de Catalão correspondente ao número 30 da Tabela acima, considera-se a equação para o tempo de retorno entre 8 anos e 100 anos.

$$IDF = 59,2232 \times T^{0,1471} / (23,6550 + \Delta t)^{0,96005}$$

A equação de chuva supracitada é utilizada para a obtenção de vazão em todos os cálculos hidrológicos hidráulicos presentes no projeto de drenagem.

Onde

- T = Período de Retorno
- Δt = intervalo do Tempo de Concentração do Hidrograma Unitário

1.1.10 Métodos de dimensionamento das vazões excedentes

O escoamento superficial direto, ou precipitação excedente, é a parcela da precipitação total que escoar inicialmente pela superfície do solo, concentrando-se em enxurradas e, posteriormente, em cursos de água maiores e mais bem definidos. A chuva excedente é a maior responsável pelas vazões de cheia, principalmente em bacias pequenas e urbanizadas.

A lâmina de chuva excedente (h_{exc}), multiplicada pela área de drenagem (A), fornece o volume de escoamento superficial direto.

$$V_{esd} = A \times h_{exc}$$

A impermeabilização do solo, que normalmente acompanha o processo de urbanização, altera dramaticamente a parcela da chuva que escoar superficialmente. Aumentos da altura da lâmina d'água da ordem de 300 a 400% não são incomuns quando a bacia de uma ocupação natural ou rural para uma ocupação de alto grau de urbanização.

A programação dos estudos elaborados obedeceu a seguinte sequência:

- Definição do modelo hidrológico regional;
- Determinação das chuvas intensas;
- Determinação das cheias de projeto.

Para a descarga de pico adotou-se a seguinte metodologia:

- Para bacias com áreas < 4 km² adota-se o Método Racional;
- Para bacias com áreas > 4 km² e < 10 km² adota-se o Método Racional modificado;
- Para Bacias com áreas > 10 km² adota-se o Hidrograma Unitário Triangular;

✓ Determinação do coeficiente de escoamento

Para o cálculo da chuva excedente uma das abordagens principais é o cálculo direto por meio de relações funcionais que levam em conta o total precipitado, o tipo de solo, sua ocupação e perdas por infiltração. Os métodos de cálculo baseiam-se, normalmente, em relações empíricas e são largamente utilizados pelo uso fácil e por fornecerem resultados satisfatórios quando empregados com discernimento. Exemplos típicos dessa classe de métodos são os consagrados: método do número da curva do SCS e o método do coeficiente de escoamento superficial, utilizado para cálculo das vazões de pico.

1.1.10.1 Método do coeficiente de escoamento superficial

Coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente runoff, ou coeficiente de deflúvio é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram.

$$c = \frac{\text{Vol. Total escoado}}{\text{Vol. Total precipitado}}$$

Conhecendo-se o coeficiente de deflúvio para uma determinada chuva intensa de uma certa duração, pode-se determinar o escoamento superficial de outras precipitações de intensidades diferentes, desde que a duração seja a mesma.

O quadro seguinte apresenta valores do coeficiente de escoamento (C), em função do tipo de solo e cobertura vegetal.

Tabela 5 - Valores do coeficiente de escoamento superficial

Características da Bacia	C
Superfícies impermeáveis	0,90 - 0,95
Terreno estéril montanhoso	0,80 - 0,90
Terreno estéril ondulado	0,60 - 0,80
Terreno estéril plano	0,50 - 0,70
Prado, campinas, terreno ondulado	0,40 - 0,65
Florestas decíduas, folhagem caduca	0,35 - 0,60
Florestas coníferas, folhagem permanente	0,25 - 0,50
Floresta tropicais, folhagem permanente	0,20 - 0,45
Pomoares	0,15 - 0,40
Solos cultivados em zonas altas	0,15 - 0,40
Solos cultivados em vales	0,10 - 0,30

Fonte: (Pinto et al., 1976)

Como as áreas de contribuição das bacias possuem superfícies com diferentes coeficientes de escoamento, recomenda-se a utilização da média ponderada dos valores de cada superfície encontrada na bacia, sendo os pesos proporcionais às áreas dessas superfícies.

1.1.10.2 Método do "Soil Conservation Service"(SCS)

O método de cálculo de vazão SCS calcula a vazão de pico em função da área de drenagem da bacia, o armazenamento potencial da bacia e o tempo de concentração. Essa relação chuva-escoamento separa a chuva total em escoamento direto, retenção e abstração inicial para obtenção da equação abaixo.

Equação A

$$Q_D = \frac{(P - 0,2 S_R)^2}{P + 0,8 S_R}$$

$P > 0,2S$

Onde:

Q_D = altura do escoamento superficial direto, mm

P = altura da precipitação, mm.

S_R = retenção potencial do solo, mm

O valor de S depende do tipo e da ocupação do solo e pode ser determinado, facilmente, por tabelas próprias. A quantidade de $0,2S$ é uma estimativa de perdas iniciais, devidas à interceptação e retenção em depressões. Por essa razão, impõe-se a condição $P > 0,2S$.

Estudos empíricos mostram que o S_R está relacionado ao tipo de solo, uso do solo e condição da bacia. Esses são representados pelo número de curva, CN, que é utilizado para estimar o S_R seguinte equação:

$$S_R = \frac{25400}{CN-254}$$

Onde:

CN = *número da curva*, varia entre 0 e 100. O parâmetro CN depende do tipo de solo, condições de uso e ocupação do solo e da umidade antecedente

O SCS distingue, em seu método, quatro grupos hidrológicos de solos, são classificados de A à D variando entre solos mais arenosos (A), intermediários (B e C) e mais argilosos (D). A Tabela a seguir demonstra os valores do número de curva adotado para cada tipo de solo e ocupação (Na condição II explicada a seguir). O método em questão também distingue três condições de umidade antecedente do solo, podendo eles terem condição I (solos secos), condição II (situação média na época das cheias) e condição III (solo úmido, próximo da saturação).

Tabela 6 - Valores de CN para a Condição

Solo - Cobertura Vegetal					
Para Condição de Umidade Antecedente II (Média) E I _a = 0,2s					
Cobertura Vegetal	Condição de Retenção Superficial	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
Terreno não Cultivado com Pouca Vegetação	Pobre	77	86	91	94
Terreno Cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

A aplicação do método SCS a áreas urbanizadas pode ser feita de duas formas. Uma delas é fazer uso de tabelas que levam em conta os tipos de ocupação do solo, característicos de áreas urbanas (Tabela 16: Valores de CN para a Condição). A outra é fazer uma média ponderada dos diversos CNs da bacia. Para o presente estudo adotou-se coeficientes variados, ajustados para cada caso, obtidos pela média ponderada do tipo de ocupação atual e em casos de área com potencial à urbanização, a ocupação futura do solo.

✓ Definição dos dados físicos das bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação em que os escoamentos seguem para um único ponto de saída, seu exutório. Ela pode ser considerada como um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando como perdas intermediárias os volumes evaporados e infiltrados.

Os dados das bacias foram levantados com a compartimentação de dados existentes e com uso de modelagem de terreno através de softwares. As cartas geográficas foram primeiramente utilizadas para delimitação das bacias, definição de talvegues e desnível. Posteriormente as mesmas foram conferidas com a utilização do software AutoCad Civil 3D 2012®, que através do comando "Import Google Earth Image and Surface" extrai do software Google Earth®, a superfície e a imagem aérea do terreno. A superfície extraída também possibilitou a determinação das bacias e dos dados geométricos, tais como, comprimento do talvegue e desnível. Os resultados apresentados pelos softwares foram extremamente satisfatórios e compatíveis com as cartas geográficas.

Para a definição da resposta em termos de deflúvio da bacia, utilizamos todos os elementos determinados supracitados e características intrínsecas do terreno estudado. O maior objetivo do estudo das bacias é a predição satisfatória do comportamento hidráulico das obras de arte projetadas. Isto é conseguido através da ordenação e análise das informações obtidas nos estudos realizados.

✓ Tempo de Concentração

O tempo de concentração é, ao lado do coeficiente de escoamento superficial, um dos parâmetros cruciais da determinação na vazão de projeto. Diversas fórmulas têm sido propostas para determinar esse parâmetro em função das características físicas da bacia, da sua ocupação e, eventualmente, da intensidade de chuva. É importante salientar que a maioria dessas expressões são empíricas e, portanto, só valem para condições muito semelhantes às de sua determinação. A adoção de qualquer dessas fórmulas deve ser precedida de análise cuidadosa para evitar-se, por exemplo, o equívoco de utilizar, em áreas urbanas, fórmulas originalmente desenvolvidas para áreas rurais.

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido pelo tempo de percurso em que o deflúvio leva para atingir o curso principal desde os pontos mais longínquos até o local onde se deseja definir a descarga. Esse tempo caracteriza a forma do hidrograma unitário, sendo ainda definido pelo intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que todos os pontos da bacia estão contribuindo para a vazão e conseqüentemente é um fator importante na conformação e na descarga máxima da enchente de projeto.

A determinação numérica do tempo de concentração depende primordialmente do comprimento do curso d'água principal e de sua declividade.

O tempo de concentração não é constante para uma dada área, mas varia com o estado do recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. Mas, para períodos de recorrência superiores a 10 anos, a influência da vegetação parece ser desprezível.

Foi adotado para determinação do tempo de concentração (TC) o método do KIRPICH MODIFICADA, indicado pelo DNIT, no IPR - 715 (2005), que é dado pela seguinte fórmula:

Equação B

$$T_C = 1,42 \times (L^3/h)^{0,385}$$

Sendo:

T_C = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do curso d'água, em km;

H = desnível máximo, em metros.

A mesma foi escolhida por conduzir a valores razoáveis tanto para bacias pequenas quanto para as médias e grandes, ou seja, indicada para qualquer tamanho de bacia.

✓ Método Racional

Uma das equações mais comumente usadas para o cálculo de vazão de pico para áreas pequenas é a fórmula Racional, dada por:

Equação C

$$Q=0,278 \times C \times I \times A \times 60$$

Q = vazão, m³/s

C = coeficiente adimensional, coeficiente de escoamento superficial

I = Intensidade de chuva em mm/min

A = área da bacia, km²

O conceito do que seja uma *pequena bacia* é relativo. Sob o ponto de vista de drenagem urbana, interessa defini-la em função de suas características hidrológicas. As seguintes propriedades descrevem uma bacia pequena em relação às precipitações e a outras características do escoamento que produzem as vazões de pico:

- A vazão de pico ocorre quando toda a bacia está contribuindo para o escoamento
- A intensidade de chuva é a mesma em toda a área da bacia
- A intensidade de chuva é uniforme sobre o tempo de duração igual ao tempo de concentração, tc. O tempo de concentração é o tempo necessário para a água deslocar de um ponto hidráulico mais distante na bacia até o ponto de interesse.
- A frequência da ocorrência da vazão de pico é a mesma que a intensidade de chuva
- O coeficiente de escoamento é o mesmo para todas tormentas de todas as probabilidades de recorrência.

Como já citado anteriormente, as áreas de contribuição das bacias possuem superfícies com diferentes coeficientes de escoamento, adotou-se então a média ponderada de seus valores.

2.2.1.1 Hidrograma unitário

Segundo, o *Soil Conservation Service*, deve-se usar o hidrograma unitário adimensional curvilíneo, representado pela figura abaixo. Este hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas. Dividindo as ordenadas do hidrograma unitário pela sua descarga máxima e as abscissas pelo de ponta T_p , resulta o hidrograma adimensional cujo o tempo base é igual a $5 T_p$.

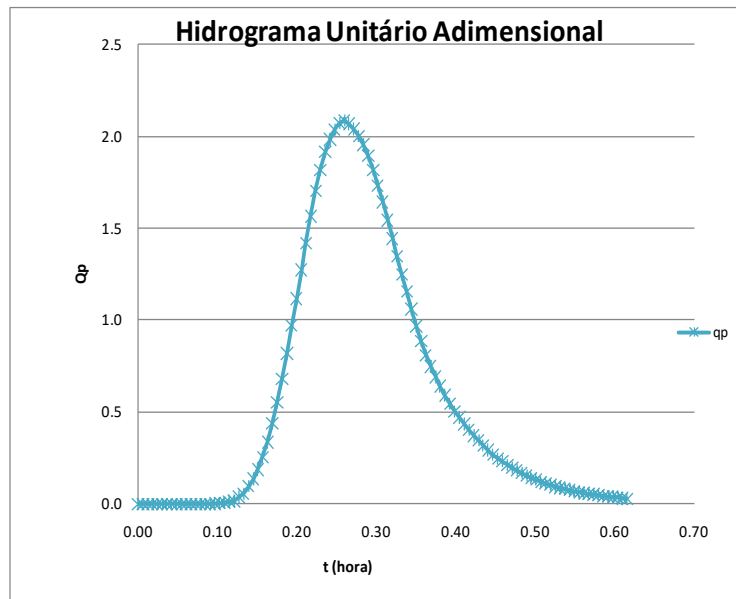


Figura 9 – Hidrograma Unitária Adimensional

Para o cálculo das vazões de projeto é montada uma planilha com o auxílio do *software Excel* onde os cálculos estão vinculados aos dados físicos levantados das bacias hidrográficas, aos coeficientes adotados, à tormenta de chuva e à toda metodologia do Hidrograma Unitário Adimensional proposta pelo SCS.

As planilhas de cálculo serão apresentadas por travessia, sendo a mesma a considerada como exutório das bacias hidrográficas em questão. No cabeçalho das planilhas estarão todas as informações de descrição e técnicas para a definição da chuva de projeto. Quanto as informações técnicas temos:

- a) *Tempo de concentração (Tc), em horas*

$$T_c = 1,42 \times (L^3/h)^{0,385}$$

- b) *Tempo Unitário (Δt), em horas*

$$\Delta t = T_c/6$$

- c) *Tempo de Pico (Tp), em horas*

$$T_p = 0,6 \times T_c + T_c/12$$

- d) *Tempo de Base (Tb), em horas*

$$T_b = 5 \times T_p$$

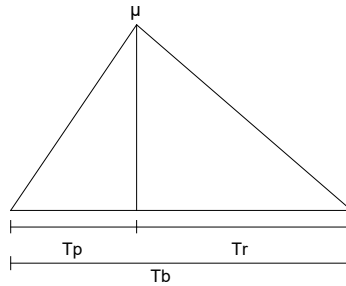
- e) *Tempo de Retorno (Tr), em horas*

$$T_r = 1,67 \times T_p$$

- f) *Escoamento superficial (μ), em m³/s/cm*

$$\mu = 2,08 \times \text{Área}/T_p$$

Com esses valores é estabelecido o hidrógrafo triangular:



A seguir são apresentados os resultados obtidos para os estudos hidrológicos de dimensionamento de obras de arte correntes para a implantação do Arco Viário de Catalão.

1.1.11 Dimensionamento da obra de transposição

Em sua função primordial, a drenagem de uma via deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo estradal, captando-a e conduzindo-a para locais em que não mais afete a segurança daqueles que trafegam sobre a pista.

No caso da transposição de talvegues, essas águas pertencem a uma bacia e, por imperativos hidrológicos, têm que ser desviadas de maneira a não comprometer a estrutura da estrada. Esse objetivo é alcançado pela introdução de uma ou mais linhas de bueiros sob os aterros ou pela construção de pontes e pontilhões transpondo os cursos d'água, que se constituem nos obstáculos a serem vencidos pela pista.

O presente projeto contemplou a definição das dimensões das obras de arte correntes e especiais a serem instaladas no Arco Viário de Catalão.

✓ Resultados

A seguir é apresentado o quadro resumo com os resultados e as características das obras de arte correntes e especiais, obtidas através do método de cálculo apresentado no Manual de Drenagem – DNIT.

ESTUDOS HIDROLÓGICOS					
Método Racional Corrigido					
ESTACA :	88	+	1,22		
VIA :	Contorno				
CURSO D'ÁGUA :	Córrego Bandeira				
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (km ²) :	8,68				
COMP. DO TALVEGUE (km) :	3,78				
DESNÍVEL (m) :	64,65				
DECLIVIDADE DO TALVEGUE (%) :	1,71				
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	15 anos	
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	25 anos	
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	50 anos	
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	100 anos	
			COEFICIENTE C:	0,45	
			TEMPO DE CONCENTRAÇÃO T _c (h) :	1,33	
			COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO (n):	0,81	
Equação de chuva adotada:			Catalão		
b	0,84572	α	0,1471		
c	16,30000	β	0,2200		
B1	25,94350	γ	0,0900		
B2	29,37490	δ	0,6274		
CHUVA DE PROJETO					
TR	Δ t _χ (μv)	idf	Po (mm)	I (mm/min)	
15 anos	79,59	0,922	73,42	0,922	
25 anos	79,59	0,994	79,15	0,994	
50 anos	79,59	1,101	87,65	1,101	
100 anos	79,59	1,219	97,05	1,219	
COMPOSIÇÃO DE ÁREA "C"					
	m ²	km ²	C	%	
Área total	8.677.167,8	8,68	-	-	-
Superfícies impermeáveis	2.169.291,9	2,17	0,90	25%	0,23
Prados, campinas, terreno ondulado	3.904.725,5	3,90	0,40	45%	0,18
Florestas tropicais, folhagem permanente	867.716,8	0,87	0,20	10%	0,02
Solos cultivados	1.735.433,6	1,74	0,10	20%	0,02
C adotado					0,45

Resultados	Recorrência	Q _{máx}
	Q15 =	47,87 m ³ /s
	Q25 =	51,60 m³/s
	Q50 =	57,14 m ³ /s
	Q100 =	63,28 m ³ /s

Obra existente =	-
Obra Projetada =	BDDC 3,0x3,0

ESTUDOS HIDROLÓGICOS					
Método Racional					
ESTACA :	154	+	0,42		
VIA :	Contorno				
CURSO D'ÁGUA :	Afluente Cór. Bandeira				
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (km ²) :	2,89				
COMP. DO TALVEGUE (km) :	2,51				
DESNÍVEL (m) :	94,41				
DECLIVIDADE DO TALVEGUE (%) :	3,76				
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	15 anos	
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	25 anos	
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	50 anos	
			TEMPO DE RECORRÊNCIA :	100 anos	
			COEFICIENTE C:	0,30	
			TEMPO DE CONCENTRAÇÃO T _c (h) :	0,71	
Equação de chuva adotada:			Catalão		
b	0,84572	α	0,1471		
c	16,30000	β	0,2200		
B1	25,94350	γ	0,0900		
B2	29,37490	δ	0,6274		
CHUVA DE PROJETO					
TR	Δ t _χ (μv)	idf	Po (mm)	I (mm/min)	
15 anos	42,81	1,389	59,45	1,389	
25 anos	42,81	1,497	64,09	1,497	
50 anos	42,81	1,658	70,97	1,658	
100 anos	42,81	1,836	78,59	1,836	
COMPOSIÇÃO DE ÁREA "C"					
	m ²	km ²	C	%	
Área total	2.894.224,4	2,89	-	-	-
Superfícies impermeáveis	0,0	0,00	0,90	0%	0,00
Prados, campinas, terreno ondulado	1.736.534,6	1,74	0,40	60%	0,24
Florestas tropicais, folhagem permanente	434.133,7	0,43	0,20	15%	0,03
Solos cultivados	723.556,1	0,72	0,10	25%	0,03
C adotado					0,30

Resultados	Recorrência	Q _{máx}
	Q15 =	19,78 m ³ /s
	Q25 =	21,32 m³/s
	Q50 =	23,61 m ³ /s
	Q100 =	26,15 m ³ /s

Obra existente =	-
Obra Projetada =	BSCC 3,0x3,0

ESTUDOS HIDROLÓGICOS					
Hidrograma Unitário					
ESTACA :	297	+	17,66		
VIA :	Contorno				
CURSO D'ÁGUA :	Ribeirão Pari/Samambaia				
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (km ²) :	10,35				
COMP. DO TALVEGUE (km) :	4,55				
DESNÍVEL (m) :	95,78				
DECLIVIDADE DO TALVEGUE (%) :	2,11				
SOLO (U.S. Soil Conservation) :	Tipo A				
TERRENO :	Ondulado				
TEMPO DE RECORRÊNCIA :					15 anos
TEMPO DE RECORRÊNCIA :					25 anos
TEMPO DE RECORRÊNCIA :					50 anos
TEMPO DE RECORRÊNCIA :					100 anos
CN:	64				t : 142,88
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO T _c (h) :	1,41				
TEMPO UNITÁRIO T _u (h) :	0,24				
TEMPO DE PICO T _p (h) :	0,96				
TEMPO DE BASE T _b (h) :	2,57				
TEMPO DE RETORNO T _r (h) :	1,61				
μ (T _p) (m ³ /s/cm) :	22,33				

Equação de chuva adotada:		Catalão	
b	0,84572	α	0,1471
c	16,30000	β	0,2200
B1	25,94350	γ	0,0900
B2	29,37490	δ	0,6274

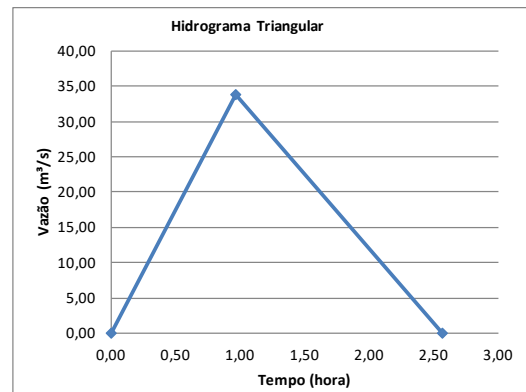
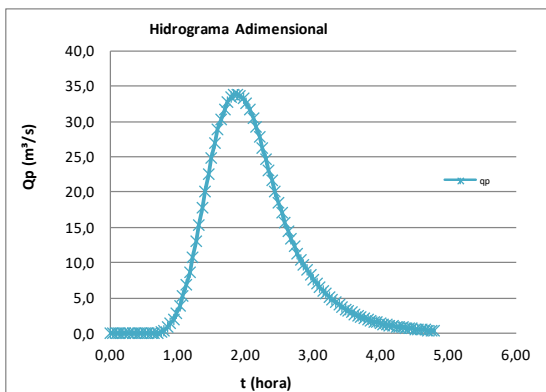
COMPOSIÇÃO DE ÁREA "CN"					
	m ²	km ²	CN	%	
Área total	10.346.990,7	10,35	-	-	-
Área Urbana	827.759,3	0,83	76,00	8%	6,08
Pasto	4.138.796,3	4,14	61,00	40%	24,40
Mata ou Bosque	1.552.048,6	1,55	55,00	15%	8,25
Terreno Cultivado	3.828.386,6	3,83	67,00	37%	24,79
CN adotado				64,00	

		Recorrência		Q _{máx}	
		Q15 =	Q25 =	Q50 =	Q100 =
Resultados		19,92	33,78	36,01	m ³ /s
				48,59	m ³ /s

Obra existente =	-
Obra Projetada =	BDCC 3,0x3,0

CHUVA DE PROJETO							
Δ t _c (min)	idf	P ₀ (mm)	Δ P	n. ordem	I efetivo	n. ordem	Δ P ord
15	2,563	38,45	38,45	1	2,563	6	4,287
30	1,841	55,22	16,77	2	1,118	4	7,056
45	1,452	65,33	10,11	3	0,674	3	10,110
60	1,206	72,39	7,06	4	0,470	1	38,450
75	1,037	77,74	5,35	5	0,357	2	16,773
90	0,911	82,03	4,29	6	0,286	5	5,354

T _u (h)	P ₀ (mm)	P _m (mm)	P _e (cm)	Δ P _e (cm)
0,24	4,287	4,451	0,000	0,000
0,47	11,343	11,778	0,000	0,000
0,71	21,454	22,276	0,000	0,000
0,94	59,903	62,198	0,641	0,641
1,18	76,677	79,614	1,343	0,703
1,41	82,031	85,173	1,606	0,263



1.1.12 Resumo dos Resultados Obtidos

Conforme apresentado nos cálculos de vazões, o presente estudo considerou o tempo de retorno de acordo com o normativo do DNIT (tabelas apresentadas anteriormente) para todas obras. A seguir é apresentado o quadro resumo com as características das obras de arte, obtidas através do método de cálculo apresentado no Manual de Drenagem – DNIT.

Tabela 7 Dados das bacias hidráulicas

RESUMO										
REFERÊNCIAS				VAZÃO DE PROJETO					TIPO DE OBRA	
CÓD. BACIA	ESTACA	DESCRIÇÃO	LOCAÇÃO	ÁREA (km ²)	COMPRI-MENTO TALVEGUE (km)	DESNÍ-VEL (m)	C / CN	Q (m ³ /s)	OBRA EXISTENTE	OBRA PROJETADA
1	88 + 1,22	Córrego Bandeira	-	8,68	3,78	64,65	0,45	51,60	-	BDCC 3,0x3,0
2	154 + 0,42	Afluente Cór. Bandeira	-	2,89	2,51	94,41	0,30	21,32	-	BSCC 3,0x3,0
3	297 + 17,66	Ribeirão Pari/Samambaia	-	10,35	4,55	95,78	64,00	33,78	-	BDCC 3,0x3,0

1.1.13 Mapa das Bacias Hidrográficas

A seguir e apresentados o mapa das bacias hidrográficas as delimitações, os cursos drenantes principais.

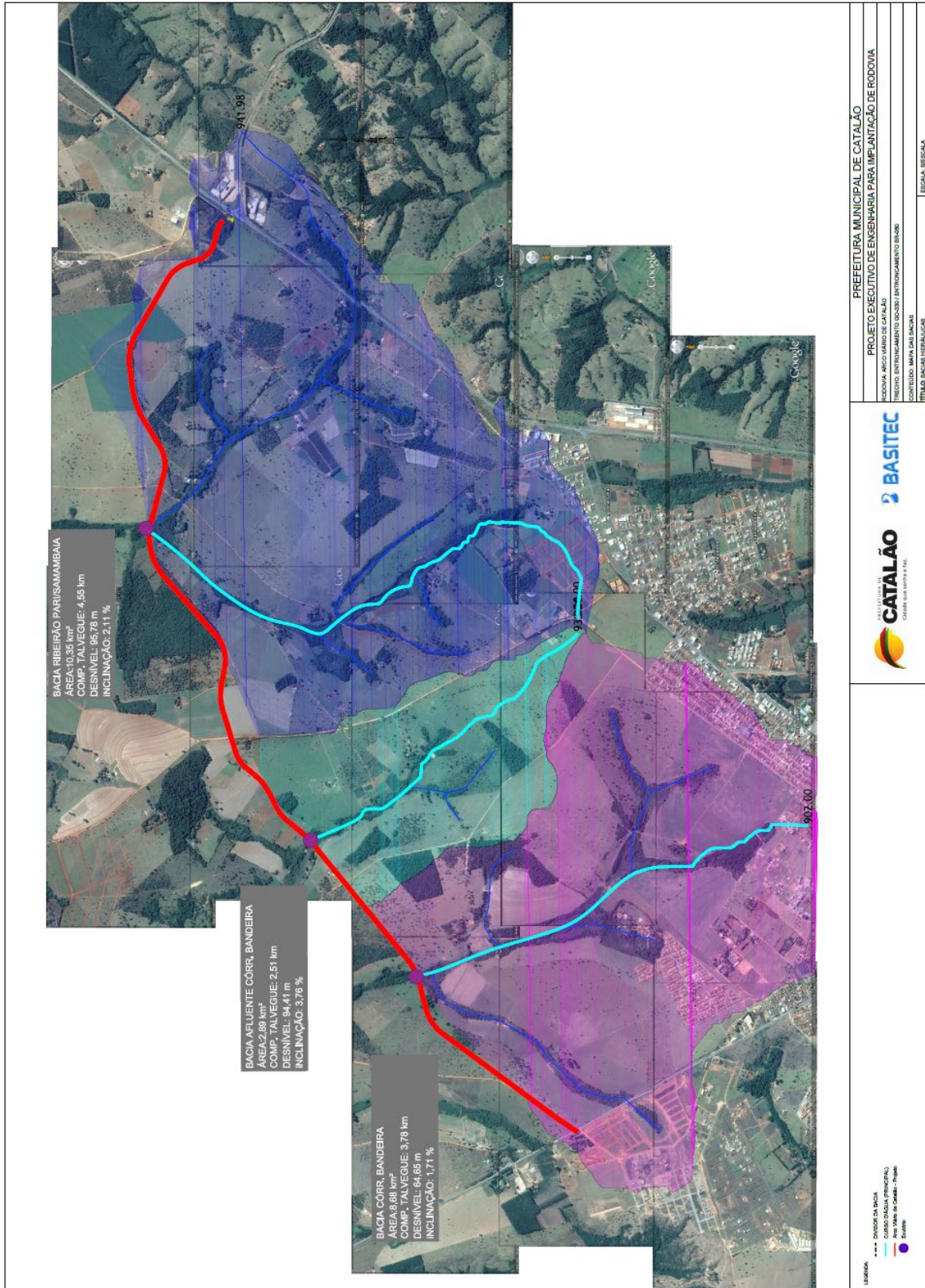


Figura 10: Mapa das bacias hidráulicas

2.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.3.1 Introdução

Os estudos geotécnicos foram elaborados com o objetivo de subsidiar os projetos de pavimentação e de terraplenagem.

A pesquisa de materiais foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar o conhecimento dos materiais dos cortes, terrenos de fundação dos aterros e, ainda, encontrar a distâncias econômicas materiais com características aceitáveis para a execução da pavimentação e das demais estruturas necessárias à realização da obra.

2.3.2 Metodologia

A sequência metodológica dos Estudos Geotécnicos compreendeu as seguintes etapas:

- *Estudos do subleito*, com identificação dos horizontes de solo de mesmas características macroscópicas e determinação de suas características físicas e mecânicas para fins de dimensionamento do pavimento e conhecimento dos materiais para o uso na terraplenagem;
- *Estudos de cortes*, com identificação e caracterização dos materiais a serem movimentados na operação de terraplenagem;
- *Prospecção de ocorrências de materiais*, com definição quantito-qualitativa para destinação às camadas do pavimento e do corpo dos aterros, contemplando jazida de material granular, pedreira e areais;

A realização dos estudos foi norteada pelas recomendações normativas contidas na instrução de serviço do DNIT IS-206 – Estudos Geotécnicos.

2.3.3 Estudos do Subleito

Os estudos do subleito objetivaram basicamente caracterizar os materiais que servirão de suporte ao pavimento e foram efetivados à medida da definição do projeto geométrico. Com base no greide de pavimentação projetado, foi elaborado um plano de sondagem, onde foram estabelecidos os furos de sondagem.

O plano de sondagem estabeleceu a execução dos furos, em média, a cada 300 m, por meio de sondagem a trado manual, numa extensão total de aproximadamente 8,8 km. Foram executados 15 furos em locais de aterro, 14 furos em locais de corte e 6 furos em locais próximos aos bueiros projetados, totalizando de 35 furos de sondagem.

Cada furo foi executado com uma profundidade mínima de 1,0 m abaixo do greide de regularização do subleito nos trechos em aterro e 1,0 m abaixo do greide acabado para os trechos em corte. Foi verificada a

possível ocorrência de materiais de 2ª e de 3ª categorias, profundidade e caracterização dos diversos horizontes de materiais, bem como a presença e profundidade do lençol freático e a ocorrência de solos moles.

Para todos os furos de sondagem foram elaborados boletins de sondagem, onde constam as classificações expeditas dos materiais quanto à textura, cor e posição do lençol freático, tendo sido coletadas amostras de cada horizonte atravessado que foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Análise granulométrica de solos por peneiramento (DNER-ME 080/94);
- Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94);
- Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94);
- Determinação do Índice de Suporte Califórnia de solos utilizando amostras não trabalhadas (DNER-ME 049/94);
- Compactação, determinação de umidade ótima e densidade máxima (DNER-ME 129/94).

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

Os furos de sondagem lançados no perfil longitudinal do Projeto Geométrico são apresentados no Volume 02 – Projeto de Execução.

2.3.3.1 Boletins de Sondagem e Resumo dos Ensaios

Os boletins de sondagem e os resumos dos ensaios realizados com os materiais prospectados do subleito, além do boletim de sondagem geológico com as ocorrências de solos moles, são apresentados a seguir.

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão			Ocorrência: Subleito e Corte
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050			Data: 18/12/2017
Estaca	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
2		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Amarela
15	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Amarela
30		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,05	Argila Amarela
45		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,10	Argila Amarela
60	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,05	Argila Amarela
65	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,60	Argila Amarela
80	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,20	Argila Vermelha
91		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-1,20	Argila Escura com umidade alta
98	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-4,35	Argila Vermelha
105	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,22	Argila Vermelha
120		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Amarela
135	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,28	Argila Vermelha
170	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,35	Argila Vermelha com umidade alta
185	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-4,25	Argila Vermelha
200	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-1,50	Argila Vermelha
		1,50-4,25	Silte Amarelo

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão			Ocorrência: Subleito e Corte
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050			Data: 18/12/2017
Estaca	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
215	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,08	Argila Amarela
230	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,35	Argila Amarela
245		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,05	Argila Amarela
260		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-1,10	Argila Vermelha
		1,10-1,70	Cascalho Quartzo
275		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Amarela
315		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Amarela
330		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Amarela
345		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,08	Argila Vermelha
360		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Vermelha
375		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,10	Argila Vermelha
390		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Vermelha
405	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,15	Argila Vermelha
420	C	0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,31	Argila Vermelha
435		0,00-0,20	Camada Vegetal
		0,20-2,00	Argila Vermelha

BENSOLOS											
SERVIÇOS GEOTÉCNICOS											
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS											
Rodovia: Arco Viário de Catalão						Ocorrência: Subleito e Corte					
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050						Data: 18/12/2017					
REG. DA AMOSTRA											
ESTACA OU FURO		02	15	30	45	60	65	80	91	98	
POSIÇÃO											
PROFUNDIDADE (m)		0,20-2,00	0,20-2,00	0,20-2,05	0,20-2,10	0,20-2,05	0,20-2,60	0,20-2,20	0,20-1,20	0,20-4,35	
Granulometria	% Em peso passando	1"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		4	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		10	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		40	83,75	80,98	98,74	86,09	81,94	89,61	83,41	84,63	89,86
Índices Físicos	LL	43,36	44,36	45,36	44,58	43,60	44,69	44,52	45,69	45,00	
	IP	13,58	13,66	14,58	14,69	13,98	14,30	14,71	15,36	15,32	
EQUIV.DE AREIA											
IG		5	3	8	6	3	5	6	11	7	
CLASSIF. H.R.B.		A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-7-6	A-7-6	A-7-5	A-7-6	A-7-5	A-7-6	
EN. COMP. / Nº GOLPES		12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Compactação	Lab.	UMID. (%)	17,80	19,60	19,00	19,30	20,00	19,40	19,60	26,60	19,80
		DENS. (Kg/m³)	1,640	1,680	1,651	1,680	1,625	1,625	1,627	1,335	1,660
	Campo	DENS. (Kg/m³)									
UMID. (%)											
% COMP.											
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	12,90	14,88	14,00	14,36	15,06	14,63	14,93	21,78	15,14
		DENS. (Kg/m³)	1,485	1,552	1,453	1,546	1,410	1,460	1,402	1,140	1,436
		I.S.C. (%)	2,16	2,16	1,71	2,60	3,22	2,30	2,23	1,56	2,01
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	15,03	16,92	16,05	16,43	17,10	16,66	16,96	23,84	17,16
		DENS. (Kg/m³)	1,587	1,635	1,564	1,630	1,542	1,556	1,510	1,265	1,566
		I.S.C. (%)	7,95	8,37	8,69	5,60	7,95	7,95	6,91	3,79	6,19
		EXP. (%)	0,52	0,51	0,51	0,54	0,47	0,49	0,51	0,55	0,54
	CP nº	UMID. (%)	17,16	18,95	18,11	18,50	19,14	18,70	18,99	25,90	19,18
		DENS. (Kg/m³)	1,640	1,678	1,645	1,675	1,620	1,645	1,622	1,330	1,654
		I.S.C. (%)	10,78	11,07	11,37	9,88	9,88	11,37	10,55	4,83	11,22
		EXP. (%)	0,45	0,46	0,40	0,44	0,39	0,42	0,43	0,50	0,45
	CP nº	UMID. (%)	19,29	20,98	20,16	20,56	21,18	20,73	21,02	27,97	21,20
		DENS. (Kg/m³)	1,610	1,666	1,632	1,666	1,610	1,633	1,600	1,320	1,630
		I.S.C. (%)	5,57	2,60	4,83	4,83	4,24	4,98	4,53	3,05	2,60
		EXP. (%)	0,35	0,32	0,30	0,26	0,36	0,26	0,35	0,42	0,24
	CP nº	UMID. (%)	21,42	23,02	22,21	22,63	23,22	22,77	23,05	30,03	23,22
		DENS. (Kg/m³)	1,523	1,586	1,532	1,580	1,502	1,512	1,511	1,254	1,523
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	I.S.C. FINAL (%)		10,78	11,07	11,37	9,88	9,88	11,37	10,55	4,83	11,22
	EXPANSÃO (%)		0,45	0,46	0,40	0,44	0,39	0,42	0,43	0,50	0,45
	DENSIDADE APARENTE										

BENSOLOS											
SERVIÇOS GEOTÉCNICOS											
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS											
Rodovia: Arco Viário de Catalão						Ocorrência: Subleito e Corte					
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050						Data: 18/12/2017					
REG. DA AMOSTRA							1º horiz.	2º horiz.			
ESTACA OU FURO		105	120	135	170	185	200	200	215	230	
POSIÇÃO											
PROFUNDIDADE (m)		0,20-2,22	0,20-2,00	0,20-2,28	0,20-2,35	0,20-4,25	0,20-1,50	1,50-4,25	0,20-2,08	0,20-2,35	
Granulometria	% Em peso passando	1"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		4	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		10	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		40	89,94	86,62	90,94	92,31	89,58	91,26	90,34	89,53	90,20
	200	54,31	56,24	54,35	56,46	55,69	54,25	78,26	55,64	55,22	
Índices Físicos		LL	44,36	45,36	44,36	45,68	44,87	45,87	NL	45,69	45,00
		IP	14,78	13,69	13,98	15,36	15,30	14,36	NP	13,69	14,25
EQUIV.DE AREIA											
IG		6	6	6	7	7	6	8	6	6	
CLASSIF. H.R.B.		A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-4	A-7-5	A-7-5	
EN. COMP. / Nº GOLPES		12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Compactação	Lab.	UMID. (%)	19,00	19,40	19,60	19,01	19,40	18,40	25,00	18,44	19,40
		DENS. (Kg/m³)	1,635	1,670	1,652	1,650	1,665	1,650	1,380	1,666	1,654
	Campo	DENS. (Kg/m³)									
UMID. (%)											
% COMP.											
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	14,32	14,10	14,32	14,96	14,66	13,84	20,76	14,35	14,35
		DENS. (Kg/m³)	1,420	1,563	1,460	1,436	1,466	1,426	1,320	1,566	1,400
		I.S.C. (%)	2,82	2,33	1,56	2,82	2,45	2,16	1,71	2,75	2,90
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	16,33	16,24	16,34	16,99	16,70	15,86	22,77	16,39	16,39
		DENS. (Kg/m³)	1,555	1,613	1,555	1,560	1,586	1,558	1,360	1,642	1,536
		I.S.C. (%)	6,61	5,60	6,91	6,17	8,69	6,47	3,94	6,47	6,47
		EXP. (%)	0,55	0,49	0,54	0,51	0,57	0,56	0,60	0,51	0,48
	CP nº	UMID. (%)	18,34	18,37	18,34	19,01	18,71	17,88	24,78	18,44	18,44
		DENS. (Kg/m³)	1,630	1,664	1,635	1,650	1,600	1,645	1,360	1,668	1,694
		I.S.C. (%)	9,59	8,97	12,31	10,35	12,11	10,78	4,35	9,29	12,11
		EXP. (%)	0,44	0,43	0,48	0,42	0,50	0,40	0,56	0,51	0,40
	CP nº	UMID. (%)	20,35	20,51	20,35	21,04	20,72	19,90	26,79	20,48	20,48
		DENS. (Kg/m³)	1,600	1,662	1,640	1,566	1,645	1,623	1,370	1,652	1,635
		I.S.C. (%)	7,06	6,59	5,28	4,24	4,24	6,17	2,82	4,24	6,79
		EXP. (%)	0,30	0,37	0,24	0,26	0,33	0,37	0,50	0,41	0,31
	CP nº	UMID. (%)	22,37	22,65	22,37	23,06	22,73	22,33	28,81	22,52	22,52
		DENS. (Kg/m³)	1,432	1,593	1,498	1,463	1,532	1,502	1,320	1,600	1,485
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	I.S.C. FINAL (%)		9,59	8,97	12,31	10,35	12,11	10,78	4,35	9,29	12,11
	EXPANSÃO (%)		0,44	0,43	0,48	0,42	0,50	0,40	0,56	0,51	0,40
	DENSIDADE APARENTE										

BENSOLOS											
SERVIÇOS GEOTÉCNICOS											
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS											
Rodovia: Arco Viário de Catalão						Ocorrência: Subleito e Corte					
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050						Data: 18/12/2017					
REG. DA AMOSTRA			1º horiz.	2º horiz.							
ESTACA OU FURO		245	260	260	275	315	330	345	360	375	
POSIÇÃO											
PROFUNDIDADE (m)		0,20-2,05	0,20-1,10	1,10-1,70	0,20-2,00	0,20-2,00	0,20-2,00	0,20-2,08	0,20-2,00	0,20-2,10	
Granulometria	% Em peso passando	1"	100,00	100,00	99,27	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/4"	100,00	100,00	97,32	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/8"	100,00	100,00	79,29	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		4	100,00	100,00	56,12	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		10	100,00	100,00	38,13	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		40	81,71	85,66	37,64	85,94	87,38	88,35	88,28	85,16	86,21
	200	45,80	53,36	25,92	54,56	57,39	58,59	54,70	54,58	56,44	
Índices Físicos		LL	44,58	44,89	38,26	44,36	45,00	43,69	45,36	44,58	44,63
		IP	14,98	15,00	11,42	14,25	14,89	14,20	15,36	14,98	14,92
EQUIV.DE AREIA											
IG		4	6	0	6	7	7	7	6	7	
CLASSIF. H.R.B.		A-7-6	A-7-6	A-2-6	A-7-5	A-7-5	A-7-6	A-7-5	A-7-6	A-7-6	
EN. COMP. / Nº GOLPES		12	12	26	12	12	12	12	12	12	
Compactação	Lab.	UMID. (%)	18,05	19,20	10,00	19,78	19,60	18,20	18,60	20,00	19,60
		DENS. (Kg/m³)	1,640	1,665	1,915	1,630	1,666	1,665	1,642	1,620	1,640
	Campo	DENS. (Kg/m³)									
		UMID. (%)									
		% COMP.									
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	13,79	14,00	5,47	15,54	14,95	13,48	13,92	14,92	14,58
		DENS. (Kg/m³)	1,545	1,463	1,800	1,466	1,456	1,516	1,554	1,466	1,500
		I.S.C. (%)	2,01	1,71	11,07	2,90	3,05	2,75	2,82	2,16	2,33
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	15,92	16,05	7,52	17,66	16,96	15,53	15,98	16,96	16,61
		DENS. (Kg/m³)	1,594	1,574	1,865	1,568	1,554	1,593	1,610	1,545	1,574
		I.S.C. (%)	6,17	8,40	24,45	10,06	7,58	5,42	6,32	6,91	7,21
		EXP. (%)	0,56	0,51	0,12	0,49	0,50	0,54	0,58	0,52	0,53
	CP nº	UMID. (%)	18,05	18,11	9,57	19,78	18,68	17,58	18,04	18,99	18,64
		DENS. (Kg/m³)	1,639	1,650	1,910	1,630	1,660	1,660	1,640	1,612	1,633
		I.S.C. (%)	10,53	10,48	30,69	10,95	10,48	9,88	10,78	11,07	9,88
		EXP. (%)	0,46	0,42	0,08	0,43	0,45	0,43	0,46	0,47	0,42
	CP nº	UMID. (%)	20,18	20,16	11,62	21,90	21,00	19,63	20,10	21,02	20,67
		DENS. (Kg/m³)	1,605	1,652	1,910	1,566	1,642	1,652	1,630	1,610	1,632
		I.S.C. (%)	5,57	4,53	11,96	5,30	4,24	5,60	5,30	7,95	5,57
		EXP. (%)	0,33	0,03	0,06	0,33	0,32	0,35	0,37	0,40	0,36
	CP nº	UMID. (%)	22,30	22,21	13,66	24,02	23,01	21,68	22,16	23,06	22,69
		DENS. (Kg/m³)	1,510	1,545	1,826	1,435	1,536	1,591	1,584	1,500	1,542
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	I.S.C. FINAL (%)		10,53	10,48	30,69	10,95	10,48	9,88	10,78	11,07	9,88
	EXPANSÃO (%)		0,46	0,42	0,08	0,43	0,45	0,43	0,46	0,47	0,42
	DENSIDADE APARENTE										

BENSOLOS										
SERVIÇOS GEOTÉCNICOS										
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS										
Rodovia: Arco Viário de Catalão					Ocorrência: Subleito e Corte					
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050					Data: 18/12/2017					
REG. DA AMOSTRA										
ESTACA OU FURO		390	405	420	435					
POSIÇÃO										
PROFUNDIDADE (m)		0,20-2,00	0,20-2,15	0,20-2,31	0,20-2,00					
Granulometria	% Em peso passando	1"	100,00	100,00	100,00	100,00				
		3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00				
		3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00				
		4	100,00	100,00	100,00	100,00				
		10	100,00	100,00	100,00	100,00				
		40	85,11	91,23	92,48	84,70				
Índices Físicos		LL	45,69	44,36	44,87	44,80				
		IP	15,36	13,57	13,78	14,67				
EQUIV.DE AREIA										
IG		7	6	6	6					
CLASSIF. H.R.B.		A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5					
EN. COMP. / Nº GOLPES		12	12	12	12					
Compactação	Lab.	UMID. (%)	21,20	19,00	18,80	18,60				
		DENS. (Kg/m³)	1,601	1,640	1,640	1,655				
	Campo		DENS. (Kg/m³)							
UMID. (%)										
% COMP.										
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	16,28	13,79	13,79	13,61				
		DENS. (Kg/m³)	1,345	1,385	1,462	1,500				
		I.S.C. (%)	1,56	2,01	1,56	1,56				
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00				
	CP nº	UMID. (%)	18,32	15,82	15,82	15,84				
		DENS. (Kg/m³)	1,470	1,535	1,566	1,580				
		I.S.C. (%)	7,21	6,17	4,24	7,65				
		EXP. (%)	0,50	0,52	0,52	0,52				
	CP nº	UMID. (%)	20,36	17,86	17,88	17,87				
		DENS. (Kg/m³)	1,549	1,623	1,630	1,645				
		I.S.C. (%)	11,37	10,78	11,07	10,78				
		EXP. (%)	0,40	0,45	0,43	0,44				
	CP nº	UMID. (%)	22,40	19,89	19,89	19,91				
		DENS. (Kg/m³)	1,582	1,633	1,630	1,640				
		I.S.C. (%)	5,57	5,28	5,28	5,30				
		EXP. (%)	0,34	0,30	0,33	0,32				
	CP nº	UMID. (%)	24,44	21,92	21,92	21,94				
		DENS. (Kg/m³)	1,460	1,523	1,547	1,542				
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00				
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00				
	I.S.C. FINAL (%)		11,37	10,78	11,07	10,78				
	EXPANSÃO (%)		0,40	0,45	0,43	0,44				
	DENSIDADE APARENTE									

2.3.3.2 Cálculo do ISC de Projeto

Os resultados dos ensaios foram submetidos a estudos estatísticos, objetivando obter conhecimento geotécnico do subleito e determinar o ISC de projeto a ser utilizado no dimensionamento do pavimento.

Para tanto, foi utilizado o plano de amostragem recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT para a análise estatística dos resultados dos ensaios. Essa metodologia é explicitada a seguir.

Chamando $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, os valores individuais de qualquer uma das características estudadas do solo, tem-se que:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \qquad X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

onde:

N : número de amostras

\bar{X} : média aritmética

X_{\min} : valor mínimo provável, estatisticamente

X_{\max} : valor máximo provável, estatisticamente

$N > 9$: número de determinações feitas

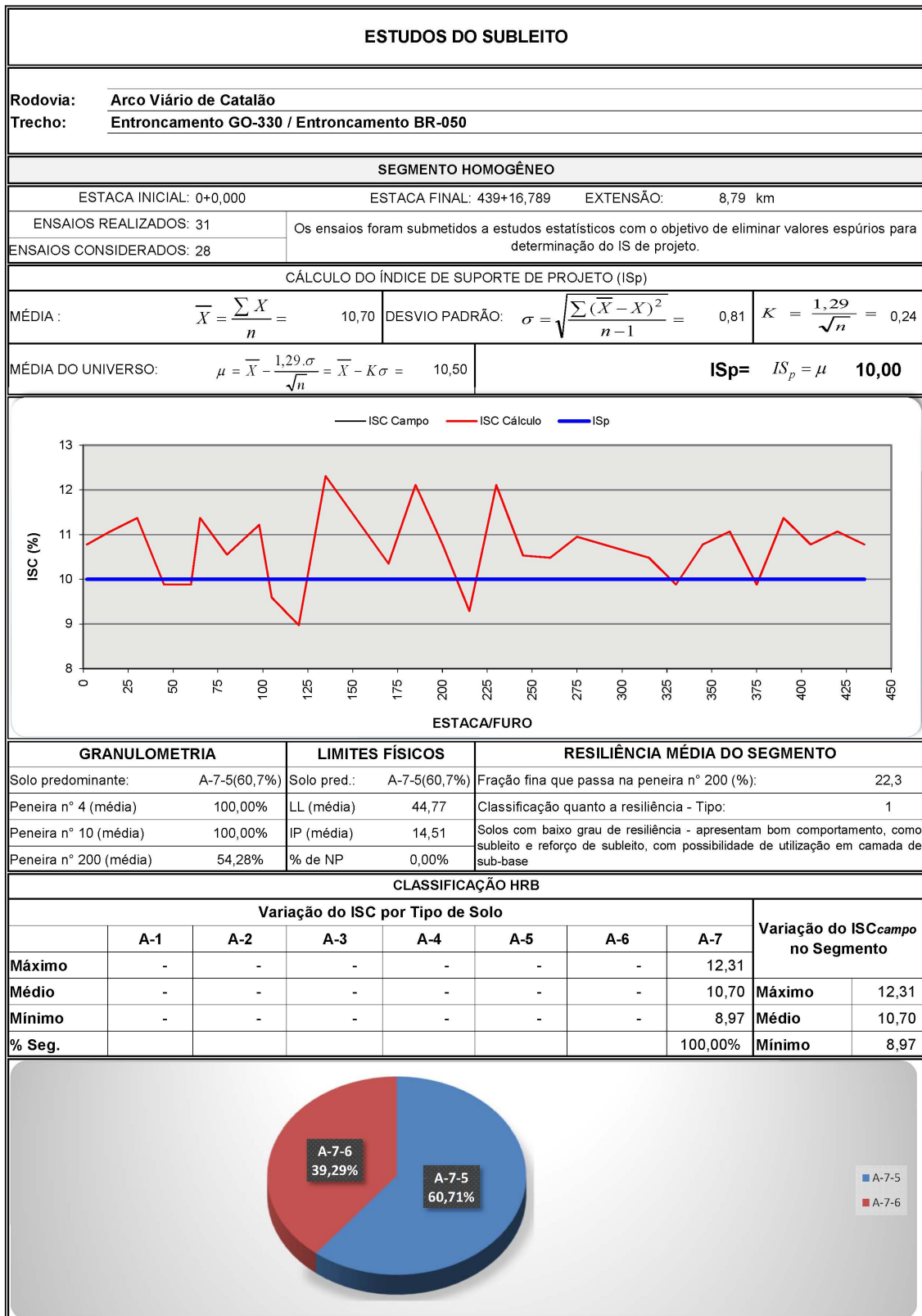
X : valor individual

σ : desvio padrão

Dessa forma, utilizou-se a metodologia supracitada para a análise estatística do ISC do subleito e posterior determinação do ISC de projeto a ser adotado.

2.3.3.3 Análise Estatística e Resultados Obtidos

A tabela a seguir apresenta os resultados numéricos e gráficos obtidos pela análise estatística do subleito, contendo a variação dos valores de ISC obtidos em laboratório e a variação dos valores considerados para a obtenção do ISC de projeto.



Face às características dos solos apresentados ao longo do trecho e após análise do gráfico com os resultados dos ensaios apresentados pelos materiais do subleito, verificou-se que o trecho em projeto apresenta elevado grau de homogeneidade com relação ao tipo de solo encontrado e com relação à capacidade de suporte.

A análise estatística dos valores do ISC foi feita considerando os valores de ISC obtidos nos ensaios, sendo adotado o valor máximo de ISC igual a 20%, ou seja, se um furo apresentou ISC=46%, na análise estatística para determinação do ISC de projeto o valor considerado foi de 20%.

Quanto aos tipos de solo, foi detectada a ocorrência de solos do tipo A-7-5 da classificação HRB em 60,71% das amostras ensaiadas e solos do tipo A-7-6 em 39,29% das amostras ensaiadas. Quanto ao ISC, o subleito apresenta, em média, boa capacidade de suporte, com ISC variando de 8,97% a 12,31%, após a exclusão dos valores espúrios. O ISC de projeto calculado para este segmento foi de 10,00%.

2.3.4 Estudos dos Cortes

As sondagens realizadas no subleito também contemplaram a análise dos materiais dos cortes, tendo em vista a sua classificação e sua distinção quanto à natureza do material de escavação, de modo a permitir a avaliação e a escolha dos equipamentos apropriados para as atividades de terraplenagem.

As observações de campo objetivaram identificar os cortes em solos com excesso de umidade, com vistas a detectar os locais necessários para execução de drenos profundos, bem como identificar os locais onde há possibilidade de escavação em rochas.

As sondagens efetuadas e a inspeção visual do terreno indicaram que as escavações deverão se processar em materiais de 1ª categoria, para efeito de classificação da terraplenagem.

Para a caracterização dos materiais dos cortes, procedeu-se à análise utilizando a mesma metodologia de estudo do subleito. Os boletins de sondagem e o resumo dos ensaios realizados com os materiais dos cortes já foram apresentados no item 2.3.3.1, referente ao subleito.

2.3.5 Estudos dos Empréstimos

Empréstimos são escavações efetuadas em locais previamente definidos para a obtenção de materiais destinados à complementação dos volumes necessários para a confecção dos aterros. São previstos quando houver insuficiência de volume dos cortes para a compensação longitudinal dos aterros, quando os materiais terraplenados não possuírem características qualitativas satisfatórias ou mesmo por razões de ordem econômica (elevadas distâncias de transporte).

Foram definidas 46 caixas de empréstimo laterais e paralelas ao eixo da estrada, as quais apresentam comprimento de 200 m ao longo do eixo, largura de 10 m e profundidade média de 1,50 m, tendo, portanto, volume de 3.000 m³.

Os empréstimos laterais serão destinados à complementação de volumes necessários para os aterros, pois há insuficiência de volume nos cortes para a compensação longitudinal da terraplenagem.

A seguir é apresentado um quadro resumo de todos os empréstimos laterais que foram definidas no projeto, com suas respectivas localizações e características gerais.

Empréstimo Lateral	Estaca Inicial	Estaca Final	Posição	Extensão (m)	Profundidade (m)	Largura (m)	Volume utilizável (m³)	Volume utilizado (m³)
ELD-01	5	15	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	191,75
ELE-02	5	15	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-03	16	26	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-04	16	26	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-05	27	37	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-06	27	37	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-07	38	48	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-08	38	48	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-09	49	59	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-10	60	70	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-11	60	70	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-12	100	110	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-13	100	110	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-14	111	121	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-15	111	121	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-16	122	132	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-17	122	132	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-18	158	168	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-19	158	168	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-20	169	179	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-21	180	190	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-22	180	190	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-23	210	220	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-24	210	220	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-25	221	231	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-26	221	231	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-27	232	242	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-28	232	242	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-29	243	253	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-30	254	264	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-31	265	275	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-32	265	275	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-33	276	286	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-34	276	286	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-35	303	313	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-36	303	313	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-37	315	325	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-38	315	325	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-39	350	360	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-40	361	371	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-41	378	388	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-42	378	388	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-43	389	399	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-44	389	399	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELD-45	400	410	LD	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00
ELE-46	400	410	LE	200,00	1,50	10,00	3.000,00	3.000,00

2.3.6 Estudos de Jazida de Material Granular

Foi realizada uma pesquisa em toda a região de projeto, com base nas informações obtidas junto aos Estudos Geológicos, para a prospecção de jazida de material granular para pavimentação. O estudo de materiais foi desenvolvido em concordância com o previsto na metodologia do DNIT, compreendendo:

- ✓ Localização e estudo de ocorrências de materiais granulares;

- ✓ Pesquisa de ocorrências suficientes em termos de qualidade e quantidade, em atendimento aos volumes requeridos pelo dimensionamento.

Na área de ocorrência da jazida foram lançados reticulados de 30m x 30m, em cujos vértices foram realizados os furos de sondagem e coletadas amostras em pelo menos ¼ delas. Essas amostras foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Solos – Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94);
- Determinação do Índice de Suporte Califórnia (DNER-ME 049/94);
- Determinação do Limite de liquidez (DNER-ME 127/94);
- Determinação do Limite de plasticidade (DNER-ME 082/94);
- Compactação (método B ou C) (DNER-ME 129/94);

Após os ensaios de laboratório e os cálculos correlatos, procedeu-se à determinação do Índice de Grupo, à classificação segundo o *Highway Research Board* (HRB) e à análise estatística referente à granulometria, ao limite de liquidez, ao índice de plasticidade e ao índice de suporte Califórnia (ISC).

Os valores máximos e mínimos prováveis, por natureza de ensaio, para cada uma das características do solo da jazida foram definidos mediante as seguintes expressões:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \qquad X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

N : número de amostras

\bar{X} : média aritmética

X_{\min} : valor mínimo provável, estatisticamente

X_{\max} : valor máximo provável, estatisticamente

$N > 9$: número de determinações feitas

X : valor individual

σ : desvio padrão

Além da determinação das características físicas e mecânicas do solo *in natura*, considerando três energias de compactação, foram realizados ensaios de caracterização deste solo estabilizado com cimento, cujos teores foram de 1% e 2%, afim de verificar a possibilidade de uso na camada de base da estrutura de pavimento.

Para determinar o uso da jazida, foram utilizados os seguintes critérios:

Tabela 1 - Resumo das Especificações para Materiais Granulares na Pavimentação

	SOLOS NÃO LATERÍTCOS	SOLOS LATERÍTCOS
REFORÇO DE SUBLEITO	$IG \geq IG$ do subleito $ISC_{min} \geq ISC$ do subleito e Expansão $\leq 1\%$	
SUB-BASE	$ISC_{min} \geq 20\%$ $IG = 0$ Expansão $\leq 1\%$	Relação molecular sílica/sesquióxido $R \leq 2$ IG pode ser diferente de 0 Expansão $\leq 0,5\%$
BASE Para $N \leq 5 \times 10^6$ Para $N > 5 \times 10^6$	Expansão $\leq 0,5\%$ $LL \leq 25\%$ $IP \leq 6\%$ Los Angeles do retido # 10 > 55% passando na #200 $\leq 2/3$ da passando na #40 $ISC_{min} \geq 60\%$ $ISC_{min} \geq 80\%$	Relação molecular sílica/sesquióxido $R \leq 2$ IG pode ser diferente de 0 Expansão $\leq 0,5\%$

Fonte: Especificações DNIT 141/2010-ES – Base Estabilizada Granulometricamente, DNIT 142/2010-ES – Base de Solo Melhorado com Cimento, DNIT 139/2010-ES – Sub-base Estabilizada Granulometricamente e DNIT 138/2010-ES – Pavimentação – Reforço de Subleito – Especificação de Serviço.

Os solos empregados na sub-base e na base do pavimento deverão possuir composição granulométrica satisfazendo uma das faixas do quadro abaixo de acordo com o número **N** de tráfego.

Tabela 2: Faixas Granulométricas

Tipos Peneiras	Para $N > 5 \times 10^6$				Para $N < 5 \times 10^6$	
	A	B	C	D	E	F
	% EM PESO PASSANDO					
2"	100	100	-	-	-	-
1"	-	75-90	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
N° 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100
N° 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
N° 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
N° 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25

Fonte: Especificação DNIT 141/2010-ES – Base Estabilizada Granulometricamente.

2.3.6.1 Informações Gerais e Localização da Jazida

Foram procedidas diversas viagens cobrindo toda a região de projeto, tendo-se identificado e estudado uma ocorrência de jazida de material granular, a qual está apresentada a seguir:

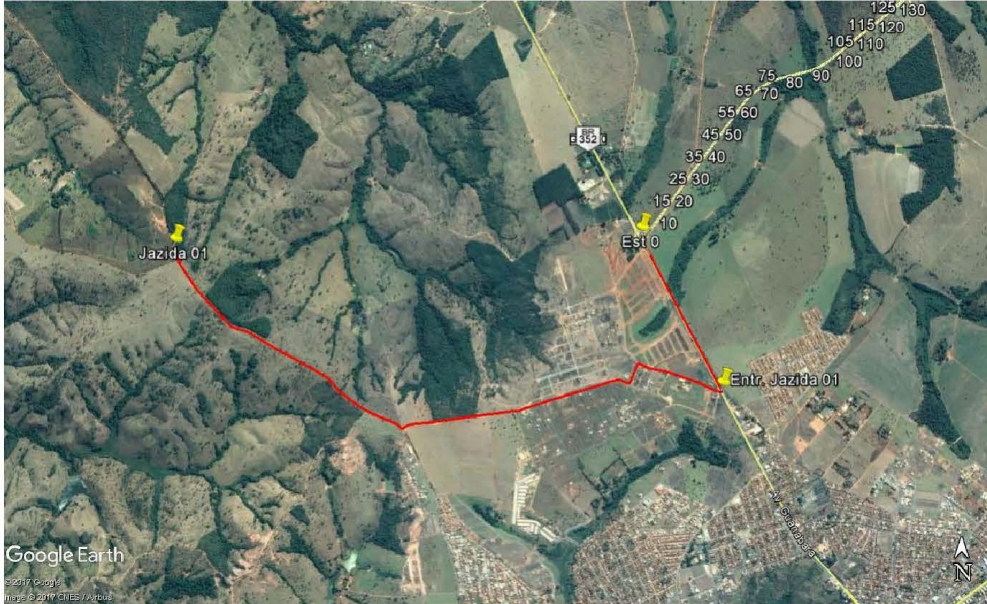
Jazida-01: localizada a aproximadamente 6,0 km do início do Arco Viário de Catalão (estaca 0+0,000), apresenta volume aproximado de 36.000 m³ de Cascalho Quartzo Arenoso. A seguir é apresentado um quadro com o resumo dos resultados obtidos nos ensaios com o material da jazida.

RESUMO DOS RESULTADOS - COMPARATIVO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DAS JAZIDAS E OS VALORES ESPECIFICADOS PARA BASE - DNIT 141/2010-ES e DNIT 142/2010-ES										
Jazida 01	LL		IP		Faixa granulométrica		ISC		Expansão	
	Resultados obtidos	Valores Especif.	Resultados obtidos	Valores Especif.	Resultados obtidos	Valores Especif.	Resultados obtidos	Valores Especif.	Resultados obtidos	Valores Especif.
<i>in natura</i> (26 golpes)	NL	LL ≤ 25%	NP	IP ≤ 6%	B	A a D	45,72	ISC ≥ 80%	0,03	≤ 0,5%
<i>in natura</i> (44 golpes)	NL		NP		B		65,65		0,01	
<i>in natura</i> (55 golpes)	NL		NP		B		72,99		0,01	
com 1% cimento (26 golpes)	NL		NP		B		82,34		0,00	
com 2% cimento (26 golpes)	NL		NP		B		123,86		0,00	

Fonte: Especificações DNIT 139/2010-ES – Sub-base Estabilizada Granulometricamente, DNIT 141/2010-ES – Base Estabilizada Granulometricamente, DNIT-142/2010-ES – Base de Solo Melhorado com Cimento.

A seguir é apresentado o croqui de localização da jazida definida para o projeto.

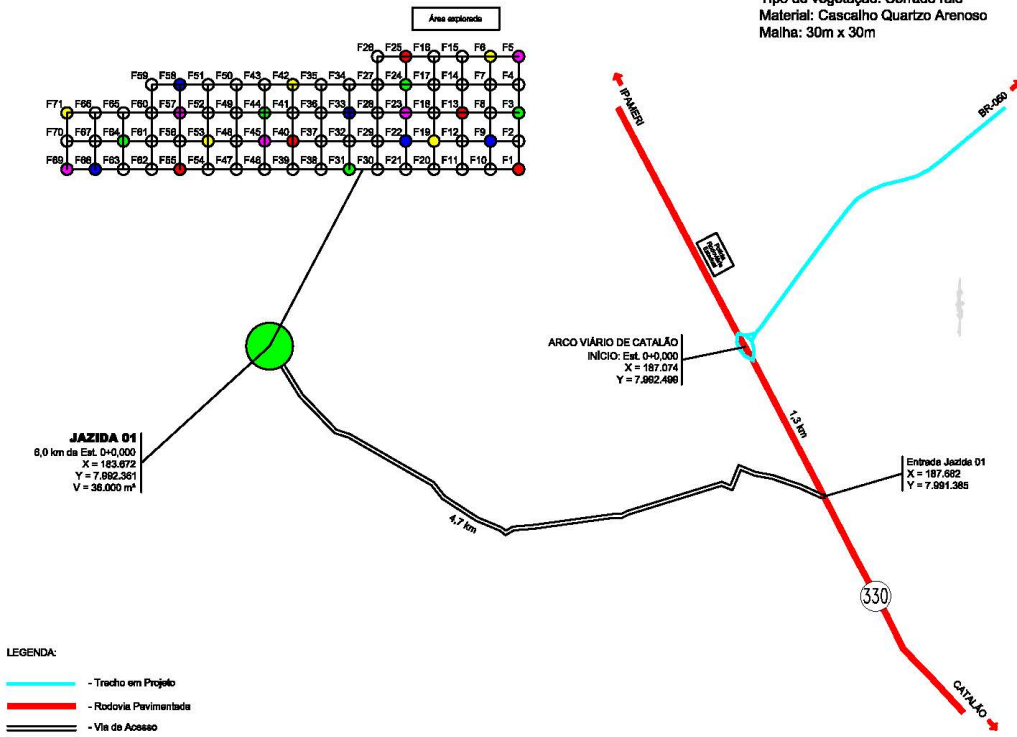
LOCALIZAÇÃO E ACESSO - JAZIDA 01



LOCALIZAÇÃO IMAGEM DE SATELITE

- Intermediário (26 Golpes)
- Intermodificado (44 Golpes)
- Modificado (55 Golpes)
- Intermediário (26 Golpes, 1% Cimento)
- Intermediário (26 Golpes, 2% Cimento)

JAZIDA 01
 Proprietário: José João da Silva
 Telefone: (64) 999712602 / (64) 996185893
 Volume Útil: 36.000 m³
 Espessura média Útil: 0,80 m
 Volume de expurgo: 4.500 m³
 Espessura média de expurgo: 0,10 m
 Tipo de vegetação: Cerrado ralo
 Material: Cascalho Quartzito Arenoso
 Malha: 30m x 30m



2.3.6.2 Boletins de Sondagem e Resumo dos Ensaios

Os boletins de sondagem e os resumos dos ensaios realizados com o material prospectado da jazida estudada são apresentados a seguir.

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão			Ocorrência: Jazida 01
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050			Data: 18/12/2017
Furo	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
1	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
2		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
3	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
4		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
5	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
6	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
7		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,81	Cascalho Quartzo
8		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
9	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,85	Cascalho Quartzo
10		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,85	Cascalho Quartzo
11		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,85	Cascalho Quartzo
12		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,85	Cascalho Quartzo
13	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
14		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
15		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão		Ocorrência: Jazida 01	
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050		Data: 18/12/2017	
Furo	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
16		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,81	Cascalho Quartzo
17		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
18		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
19	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,78	Cascalho Quartzo
20		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
21		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
22	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
23	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
24	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
25	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
26		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,81	Cascalho Quartzo
27		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
28		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
29		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,78	Cascalho Quartzo
30		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão		Ocorrência: Jazida 01	
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050		Data: 18/12/2017	
Furo	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
31	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
32		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
33	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
34		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
35		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
36		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,81	Cascalho Quartzo
37		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,81	Cascalho Quartzo
38		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,85	Cascalho Quartzo
39		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
40	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
41		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
42	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
43		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
44	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,84	Cascalho Quartzo
45	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão			Ocorrência: Jazida 01
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050			Data: 18/12/2017
Furo	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
46		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
47		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
48		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
49		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,84	Cascalho Quartzo
50		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
51		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
52		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
53	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,84	Cascalho Quartzo
54		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
55	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
56		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
57	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
58	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,83	Cascalho Quartzo
59		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,84	Cascalho Quartzo
60		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS			
BOLETIM DE SONDAAGEM			
Rodovia: Arco Viário de Catalão		Ocorrência: Jazida 01	
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050		Data: 18/12/2017	
Furo	Posição	Profundidade (m)	Classificação Expedita
61		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
62		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,84	Cascalho Quartzo
63		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
64	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
65		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
66		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,82	Cascalho Quartzo
67		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
68	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
69	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,81	Cascalho Quartzo
70		0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo
71	C	0,00-0,10	Camada Vegetal
		0,10-0,80	Cascalho Quartzo

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS												
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS												
Rodovia: Arco Viário de Catalão						Ocorrência: Jazida 01						
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050						Data: 18/12/2017						
REG. DA AMOSTRA												
ESTACA OU FURO												
POSIÇÃO												
PROFUNDIDADE (m)												
			01	03	05	06	09	13	19	22	23	
						2% cim.	1% cim.		2% cim.	1% cim.		
Granulometria	% Em peso passando	1"	83,59	88,03	84,22	92,35	90,63	83,59	88,12	89,49	87,30	
		3/4"	76,00	79,92	76,41	85,04	77,88	76,00	80,24	82,76	78,05	
		3/8"	62,07	65,15	64,55	68,70	68,55	62,07	68,39	65,13	59,66	
		4	38,83	44,78	42,63	45,77	47,67	38,83	47,02	43,50	37,79	
		10	29,18	31,26	33,32	33,43	34,63	29,18	36,30	35,86	28,83	
		40	25,56	25,16	29,84	27,11	28,50	25,56	30,30	29,17	24,57	
		200	16,32	19,70	19,52	17,38	18,13	16,32	19,17	18,31	16,89	
Índices Físicos		LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
		IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
EQUIV.DE AREIA												
IG												
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CLASSIF. H.R.B.												
			A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	
EN. COMP. / Nº GOLPES												
			26	55	44	26	26	26	26	26	44	
Compactação	Lab.	UMID. (%)	11,20	12,20	10,80	11,80	10,00	11,00	10,60	11,16	10,80	
		DENS. (Kg/m³)	1,974	2,120	2,035	1,970	1,970	1,972	1,960	1,954	2,040	
	Campo	DENS. (Kg/m³)	1,740	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
		UMID. (%)	6,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		% COMP.	88,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	6,00	7,49	5,25	7,11	5,00	5,81	6,05	7,10	6,05	
		DENS. (Kg/m³)	1,730	1,966	1,855	1,745	1,756	1,765	1,742	1,745	1,895	
		I.S.C. (%)	9,59	10,78	14,71	58,81	30,69	9,59	35,72	30,37	16,57	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	8,10	9,59	7,68	9,14	7,03	7,86	8,07	9,14	8,07	
		DENS. (Kg/m³)	1,853	2,035	1,965	1,880	1,894	1,864	1,869	1,866	1,967	
		I.S.C. (%)	30,17	39,61	54,72	90,14	60,42	30,17	59,01	50,19	35,72	
		EXP. (%)	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	
	CP nº	UMID. (%)	10,20	11,69	10,11	11,17	9,07	9,91	10,09	11,18	10,09	
		DENS. (Kg/m³)	1,965	2,100	2,030	1,968	1,966	1,958	1,954	1,954	2,033	
		I.S.C. (%)	45,43	73,05	64,28	119,87	81,97	45,43	118,23	81,23	65,45	
		EXP. (%)	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	
	CP nº	UMID. (%)	12,30	13,78	12,53	13,20	11,10	11,96	12,11	13,22	12,11	
		DENS. (Kg/m³)	1,965	2,080	2,020	1,954	1,950	1,960	1,936	1,890	2,020	
		I.S.C. (%)	24,45	24,03	20,07	63,47	39,09	24,45	45,23	27,42	30,69	
		EXP. (%)	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	
	CP nº	UMID. (%)	14,40	15,88	14,96	15,23	13,13	14,01	14,13	15,26	14,13	
		DENS. (Kg/m³)	1,632	1,986	1,932	1,865	1,798	1,836	1,847	1,785	1,912	
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			I.S.C. FINAL (%)	45,43	73,05	64,28	119,87	81,97	45,43	118,23	81,23	65,45
			EXPANSÃO (%)	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02
	DENSIDADE APARENTE											
				1,425								

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS											
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS											
Rodovia: Arco Viário de Catalão						Ocorrência: Jazida 01					
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050						Data: 18/12/2017					
REG. DA AMOSTRA					1% cim.		2% cim.			2% cim.	
ESTACA OU FURO		24	25	31	33	40	42	44	45	53	
POSIÇÃO											
PROFUNDIDADE (m)		0,10-0,80	0,10-0,83	0,10-0,82	0,10-0,80	0,10-0,80	0,10-0,80	0,10-0,84	0,10-0,83	0,10-0,84	
Granulometria	% Em peso passando	1"	89,99	85,81	88,81	88,78	84,15	90,12	89,38	88,90	87,16
		3/4"	82,10	77,13	82,57	82,75	76,16	82,15	81,81	82,70	78,93
		3/8"	67,74	61,38	68,18	70,86	61,57	64,29	67,24	70,83	63,89
		4	46,94	39,38	47,33	50,71	37,12	43,61	53,20	46,46	42,98
		10	34,76	29,38	35,01	37,80	27,27	31,27	31,83	33,58	32,98
		40	28,85	25,65	29,02	31,42	23,73	27,39	27,84	28,02	27,08
Índices Físicos	LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
	IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
EQUIV. DE AREIA											
IG		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CLASSIF. H.R.B.		A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	
EN. COMP. / Nº GOLPES		55	26	55	26	26	26	55	44	26	
Compactação	Lab.	UMID. (%)	11,00	12,00	11,00	10,00	11,60	10,30	11,80	10,60	10,60
		DENS. (Kg/m³)	2,125	1,990	2,100	1,955	1,984	1,975	2,136	2,038	1,965
	Campo	DENS. (Kg/m³)	0,000	1,955	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		UMID. (%)	0,00	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		% COMP.	0,0	88,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	6,35	7,63	6,85	5,06	6,77	5,40	6,79	5,31	5,67
		DENS. (Kg/m³)	1,965	1,745	2,000	1,732	1,745	1,700	2,000	1,859	1,766
		I.S.C. (%)	33,34	15,53	16,30	28,46	11,96	22,81	15,01	15,53	42,76
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	8,40	9,68	8,94	7,09	8,82	7,44	8,82	7,33	7,72
		DENS. (Kg/m³)	2,045	1,866	2,055	1,856	1,869	1,853	2,065	1,963	1,866
		I.S.C. (%)	47,04	30,69	40,28	54,15	33,66	69,31	43,32	48,21	67,11
		EXP. (%)	0,03	0,08	0,04	0,00	0,07	0,00	0,05	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	10,45	11,73	11,00	9,12	10,87	9,48	10,85	9,36	9,76
		DENS. (Kg/m³)	2,120	1,987	2,100	1,945	1,978	1,970	2,130	2,030	1,950
		I.S.C. (%)	70,08	48,70	73,05	80,63	43,47	123,73	75,28	63,84	128,19
		EXP. (%)	0,02	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	12,50	13,78	13,07	11,16	12,92	11,52	12,89	11,38	11,80
		DENS. (Kg/m³)	30,390	1,935	2,063	1,942	1,953	1,966	2,125	2,030	1,950
		I.S.C. (%)	30,39	20,46	27,10	53,36	28,76	55,22	42,26	38,12	32,18
		EXP. (%)	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
	CP nº	UMID. (%)	14,56	15,83	15,13	13,20	14,97	13,56	14,92	13,40	13,84
		DENS. (Kg/m³)	1,987	1,832	2,000	1,865	1,832	0,189	2,041	1,966	1,847
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	I.S.C. FINAL (%)		70,08	48,70	73,05	80,63	43,47	123,73	75,28	63,84	128,19
	EXPANSÃO (%)		0,02	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
	DENSIDADE APARENTE			1,485							

BENSOLOS										
SERVIÇOS GEOTÉCNICOS										
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS										
Rodovia: Arco Viário de Catalão					Ocorrência: Jazida 01					
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050					Data: 18/12/2017					
REG. DA AMOSTRA				1% cim.		1% cim.		2% cim.		
ESTACA OU FURO		55	57	58	64	68	69	71		
POSIÇÃO										
PROFUNDIDADE (m)		0,10-0,80	0,10-0,80	0,10-0,83	0,10-0,80	0,10-0,80	0,10-0,81	0,10-0,80		
Granulometria	% Em peso passando	1"	88,23	87,09	87,09	90,69	88,71	86,88	90,66	
		3/4"	78,93	77,75	77,75	82,64	83,56	78,73	82,80	
		3/8"	66,40	56,98	56,98	67,87	68,45	63,01	67,10	
		4	48,36	44,76	44,76	44,94	47,70	42,91	44,16	
		10	36,22	35,41	35,41	32,60	36,35	32,79	34,09	
		40	30,21	29,76	29,76	27,40	30,30	28,05	29,12	
Índices Físicos	LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL		
	IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP		
EQUIV. DE AREIA										
IG		0	0	0	0	0	0	0		
CLASSIF. H.R.B.		A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b		
EN. COMP. / Nº GOLPES		26	44	26	55	26	44	26		
Compactação	Lab.	UMID. (%)	11,60	10,20	9,80	10,90	10,00	10,60	10,40	
		DENS. (Kg/m³)	1,973	2,050	1,950	2,092	1,960	2,041	1,980	
	Campo	DENS. (Kg/m³)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
		UMID. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		% COMP.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	CP nº	UMID. (%)	6,54	5,50	5,06	5,96	5,19	5,53	5,44	
		DENS. (Kg/m³)	1,748	1,900	1,748	1,923	1,766	1,877	1,835	
		I.S.C. (%)	21,03	15,53	19,54	25,42	23,85	15,59	454,43	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	8,60	7,55	7,10	7,99	7,23	7,66	7,47	
		DENS. (Kg/m³)	1,867	1,975	1,869	2,000	1,865	1,968	1,900	
		I.S.C. (%)	28,02	34,43	58,78	53,16	66,54	43,27	75,28	
		EXP. (%)	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	10,66	9,59	9,14	10,02	9,27	9,79	9,50	
		DENS. (Kg/m³)	1,966	2,045	1,946	2,085	1,955	2,035	1,975	
		I.S.C. (%)	45,55	69,04	81,50	73,50	86,36	65,65	129,26	
		EXP. (%)	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	12,72	11,63	11,18	12,05	11,30	11,91	11,54	
		DENS. (Kg/m³)	1,952	2,030	1,932	2,075	1,942	2,025	1,966	
		I.S.C. (%)	22,07	32,77	38,27	22,81	41,27	30,41	50,19	
		EXP. (%)	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	14,78	13,67	13,22	14,08	13,34	14,04	13,57	
		DENS. (Kg/m³)	1,730	1,957	1,821	1,965	1,856	1,942	1,842	
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	I.S.C. FINAL (%)		45,55	69,04	81,50	73,50	86,36	65,65	129,26	
	EXPANSÃO (%)		0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
	DENSIDADE APARENTE									

2.3.6.3 Análise Estatística e Resultados Obtidos

Os resultados dos ensaios realizados com o material da jazida foram comparados com os limites estabelecidos nas tabelas 1 e 2. Diante destes resultados, pôde-se concluir que na camada de base é possível utilizar o solo misturado com cimento.

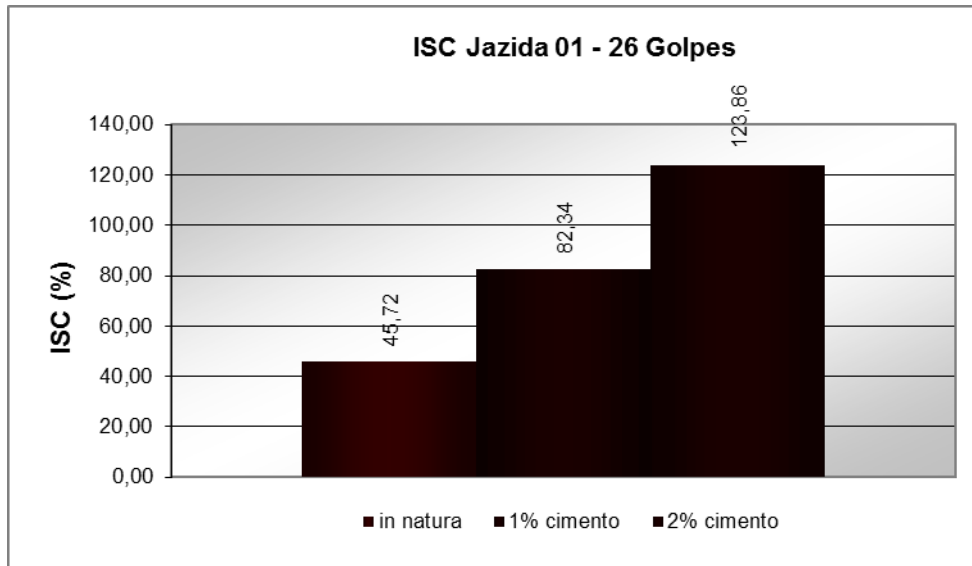
A seguir são apresentadas planilhas com a análise estatística dos ensaios realizados com o material da jazida *in natura* e misturado com cimento a 1% e 2%.

RESUMO DOS ENSAIOS E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO									
RODOVIA: Arco Viário de Catalão					OCORRÊNCIA: JAZIDA 01 - <i>IN NATURA</i>				
TRECHO: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050									
INDICAÇÕES GERAIS									
MATERIAL: Cascalho Quartzo Arenoso									
LOCALIZAÇÃO: 6,0 km da Estaca 0+0,000 (início do trecho)									
DISTÂNCIA DO EIXO: 6.000,00 m									
PROPRIETÁRIO: José João da Silva					TELEFONE: (64) 99971-2602 / (64) 99618-5893				
ÁREA: 45.000,00 m ² MALHAS: 30m x 30m									
ESPESSURA MÉDIA: 0,80 m					TIPO DE VEGETAÇÃO: Cerrado ralo				
VOLUME UTILIZÁVEL: 36.000,00 m ³ UTILIZAÇÃO: Sub-Base									
ESPESSURA MÉDIA DE EXPURGO: 0,10 m									
VOLUME DE EXPURGO: 4.500,00 m ³									
PENEIRAS		GRANULOMETRIA (%)			FAIXA B		ANÁLISE		
Nº	Abertura (mm)	Máximo	Médio	Mínimo	DNIT 139/2010-ES		Plasticidade	IP ≤ 6%	OK
					Mínimo	Máximo			
2"	50,8	100,00	100,00	100,00	100	100	Granulometria	FAIXA B	OK
1"	25,4	90,69	87,11	83,59	75	90			
3/4"	19,1	82,70	79,13	76,00	50	80	ISC	ISC ≥ 80%	Insatisfatório como base
3/8"	9,50	70,83	64,31	56,98	40	75			
Nº 4	4,80	53,20	43,62	37,12	30	60	CONCLUSÃO		Sub-base
Nº 10	2,00	36,22	32,04	27,27	20	45	A Jazida 01 atende a especificação DNIT 139/2010-ES, podendo ser utilizada <i>in natura</i> na sub-base.		
Nº 40	0,42	30,21	27,28	23,73	15	30			
Nº 200	0,074	19,70	17,84	15,26	5	15			
RESULTADOS DOS ENSAIOS									
ENSAIOS	26 GOLPES			44 GOLPES			55 GOLPES		
	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.
D _{máx} (kg/m ³)	1.988,64	1.978,60	1.968,56	2.047,83	2.040,75	2.033,67	2.137,43	2.114,60	2.091,77
Hútima (%)	11,97	11,48	10,99	10,91	10,60	10,29	12,12	11,38	10,64
EXP (%)	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00
ISC (%)	48,08	45,72	43,35	68,22	65,65	63,09	75,34	72,99	70,64
LL	NL			NL			NL		
IP	NP			NP			NP		
IG	0			0			0		
HRB	A-1-b			A-1-b			A-1-b		
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA - FAIXA "B"</p> <p style="text-align: center;"> —●— Máximo —●— Material —●— Mínimo </p>									

RESUMO DOS ENSAIOS E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO									
RODOVIA: Arco Viário de Catalão					OCORRÊNCIA: JAZIDA 01 - 1% DE CIMENTO				
TRECHO: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050									
INDICAÇÕES GERAIS									
MATERIAL:		Cascalho Quartzito Arenoso							
LOCALIZAÇÃO:		6,0 km da Estaca 0+0,000 (início do trecho)							
DISTÂNCIA DO EIXO:		6.000,00 m							
PROPRIETÁRIO:		José João da Silva				TELEFONE: (64) 99971-2602 / (64) 99618-5893			
ÁREA:		45.000,00 m ²				MALHAS: 30m x 30m			
ESPESSURA MÉDIA:		0,80 m		TIPO DE VEGETAÇÃO: Cerrado ralo					
VOLUME UTILIZÁVEL:		36.000,00 m ³				UTILIZAÇÃO: Base			
ESPESSURA MÉDIA DE EXPURGO:		0,10 m							
VOLUME DE EXPURGO:		4.500,00 m ³							
PENEIRAS		GRANULOMETRIA (%)			FAIXA B		ANÁLISE		
Nº	Abertura (mm)	Máximo	Médio	Mínimo	DNIT 142/2010-ES		Plasticidade	IP ≤ 6%	OK
					Mínimo	Máximo			
2"	50,8		100,00		100	100	Granulometria	FAIXA B	OK
1"	25,4		88,94		75	90			
3/4"	19,1		80,94		50	80	ISC	ISC ≥ 80%	Satisfatório como base
3/8"	9,50		65,99		40	75			
Nº 4	4,80		46,87		30	60	CONCLUSÃO		Base
Nº 10	2,00		36,01		20	45	A Jazida 01 com adição de 1% de cimento atende a especificação DNIT 142/2010-ES, podendo ser utilizada na base.		
Nº 40	0,42		29,83		15	30			
Nº 200	0,074		18,54		5	15			
RESULTADOS DOS ENSAIOS									
ENSAIOS	26 GOLPES			44 GOLPES			55 GOLPES		
	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.
D _{máx} (kg/m ²)		1.957,80							
Hútima (%)		10,19							
EXP (%)		0,00							
ISC (%)		82,34							
LL									
IP									
IG									
HRB									
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA - FAIXA "B"</p> <p style="text-align: center;"> —●— Máximo —●— Material —●— Mínimo </p>									

RESUMO DOS ENSAIOS E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO									
RODOVIA: Arco Viário de Catalão					OCORRÊNCIA: JAZIDA 01 - 2% DE CIMENTO				
TRECHO: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050									
INDICAÇÕES GERAIS									
MATERIAL: Cascalho Quartzito Arenoso									
LOCALIZAÇÃO: 6,0 km da Estaca 0+0,000 (início do trecho)									
DISTÂNCIA DO EIXO: 6.000,00 m									
PROPRIETÁRIO: José João da Silva					TELEFONE: (64) 99971-2602 / (64) 99618-5893				
ÁREA: 45.000,00 m ² MALHAS: 30m x 30m									
ESPESSURA MÉDIA: 0,80 m					TIPO DE VEGETAÇÃO: Cerrado ralo				
VOLUME UTILIZÁVEL: 36.000,00 m ³ UTILIZAÇÃO: Base									
ESPESSURA MÉDIA DE EXPURGO: 0,10 m									
VOLUME DE EXPURGO: 4.500,00 m ³									
PENEIRAS		GRANULOMETRIA (%)			FAIXA B		ANÁLISE		
Nº	Abertura (mm)	Máximo	Médio	Mínimo	DNIT 142/2010-ES		Plasticidade	IP ≤ 6%	OK
					Mínimo	Máximo			
2"	50,8		100,00		100	100	Granulometria	FAIXA B	OK
1"	25,4		89,68		75	90			
3/4"	19,1		81,83		50	80	ISC	ISC ≥ 80%	Satisfatório como base
3/8"	9,50		66,47		40	75			
Nº 4	4,80		44,71		30	60	CONCLUSÃO		Base
Nº 10	2,00		33,61		20	45	A Jazida 01 com adição de 2% de cimento atende a especificação DNIT 142/2010-ES, podendo ser utilizada na base.		
Nº 40	0,42		28,20		15	30			
Nº 200	0,074		18,20		5	15			
RESULTADOS DOS ENSAIOS									
ENSAIOS	26 GOLPES			44 GOLPES			55 GOLPES		
	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.
D _{máx} (kg/m ²)		1.970,00							
Hútima (%)		10,74							
EXP (%)		0,00							
ISC (%)		123,86							
LL									
IP									
IG									
HRB									
CURVA GRANULOMÉTRICA - FAIXA "B"									

O gráfico a seguir ilustra os resultados obtidos da jazida em termos de Índice de Suporte Califórnia para o solo *in natura* e misturado com cimento.



2.3.7 Estudos de Material Pétreo

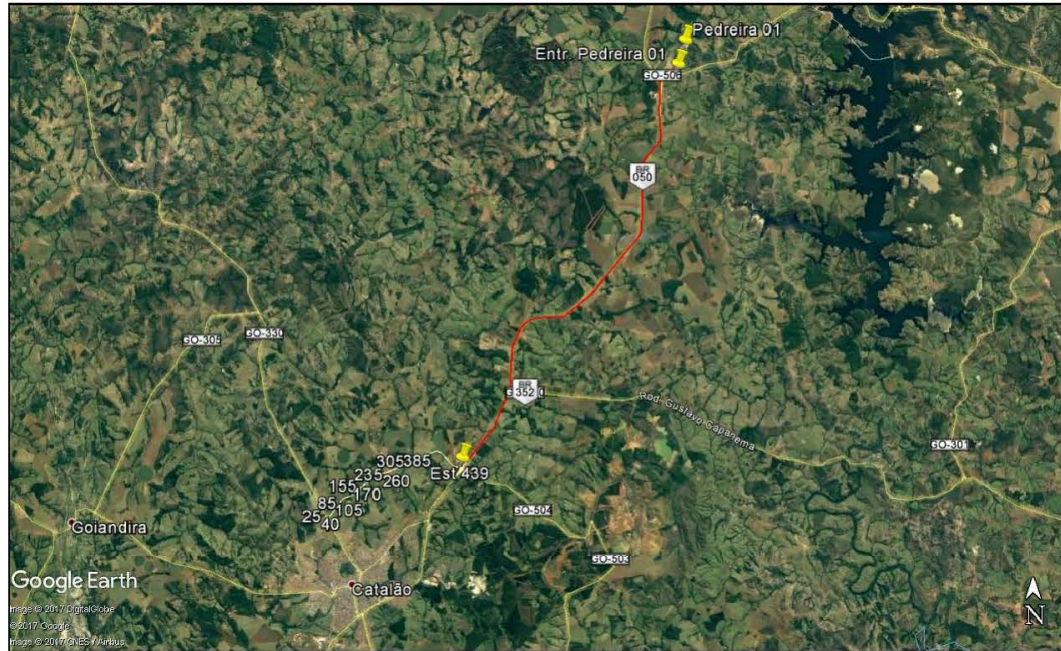
Foi selecionada uma ocorrência de material pétreo para o projeto em questão: Pedreira Goyaz.

2.3.7.1 Localização

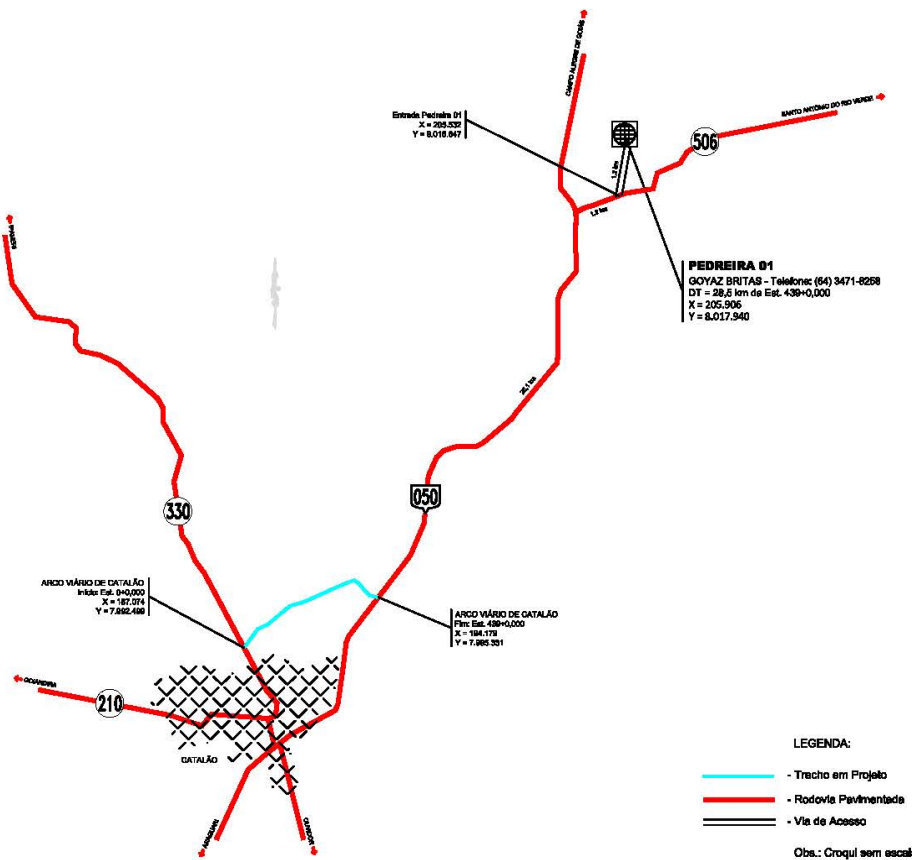
Esta ocorrência está localizada nas proximidades da BR-050, no distrito de Pires Belo, região municipal de Catalão-GO, a cerca de 28,5 km do final do Arco Viário de Catalão (estaca 439+0,000). O agregado graúdo desta ocorrência foi classificado como sendo uma rocha ígnea do grupo granito, de coloração cinza clara, apresentando partículas predominantemente de formato cúbico e faixa granulométrica denominada brita 1.

O croqui de localização da Pedreira Goyaz é apresentado a seguir.

LOCALIZAÇÃO E ACESSO - PEDREIRA 01



LOCALIZAÇÃO IMAGEM DE SATÉLITE



2.3.7.2 Desgaste por abrasão Los Angeles

A pedra possui material pétreo de excelente qualidade para uso na pavimentação, conforme foi confirmado pelo ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles, o qual apresentou o valor de 21,5% para o desgaste percentual médio do agregado.

Através do ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles, foi realizada a análise granulométrica do agregado, sendo determinada sua curva granulométrica e observada sua adequação à faixa B preconizada pela norma ABNT NBR NM 51/2001.

2.3.7.3 Adesividade

O agregado da pedra foi submetido ao ensaio de adesividade a ligante betuminoso, em conformidade com a norma DNER-ME 078/94. A investigação foi realizada com o uso de emulsão asfáltica RR-2C e com o ligante betuminoso CAP 150-200. O agregado apresentou adesividade satisfatória quando o ligante utilizado foi a emulsão asfáltica RR-2C. Por outro lado, não apresentou adesividade satisfatória quando o ligante utilizado foi o CAP 150-200, sendo recomendado neste caso o uso de aditivo.

2.3.7.4 Apresentação dos Ensaio

O laudo técnico contendo o ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles e o ensaio de adesividade detalhados do material pétreo é apresentado a seguir.

RELATÓRIO TÉCNICO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE AGREGADO

*ENSAIO DE ABRASÃO LOS ANGELES E ADESIVIDADE
A LIGANTE BETUMINOSO*

Cliente: BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS

*Obra/Projeto: Investigação Geotécnica de Jazida de
Material Pétreo*

*Origem do Material: Pedreira Goyaz, localizada no
distrito de Pires Belo, município de Catalão, estado de
Goiás*

*Obra: Implantação do Arco Viário de Catalão, trecho –
entroncamento GO-330 / entroncamento BR-050*

Responsável Técnico: Giovane Batalione

Engenheiro Civil CREA 10.579/D

Mestre em Geotecnia/UnB

Goiânia, 15 de dezembro de 2017

1 – OBJETIVO

O presente relatório técnico tem por finalidade caracterizar fisicamente uma amostra de agregado graúdo em relação ao seu comportamento abrasivo, bem como avaliar seu comportamento de adesividade mediante adição de ligante betuminoso. O agregado é proveniente da Pedreira Goyaz, localizada no distrito de Pires Belo, no município de Catalão, estado de Goiás.

O agregado foi fornecido pela empresa Bensolos Serviços Geotécnicos, sendo caracterizado no laboratório de Materiais de Construção Civil do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás como sendo uma rocha ígnea granítica de coloração cinza claro, com granulometria pertinente ao agregado brita 1.

Em relação ao agregado graúdo, a empresa Bensolos solicitou a realização das seguintes investigações laboratoriais:

- Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso (DNER-ME 078/94): investigação realizada com o uso de material betuminoso emulsão asfáltica RR-2C e cimento asfáltico do petróleo (CAP 150-200); ambos os produtos foram fornecidos pela empresa Bensolos.

- Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles” (ABNT NBR NM 51/2001).

2 – CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A referida investigação laboratorial foi requerida pela empresa **Bensolos Serviços Geotécnicos**, através do profissional **Benedito Jesus da Silva**. Esta empresa atua na área de projetos geotécnicos e no desenvolvimento de ensaios de laboratório e em atividades de controle tecnológico em pavimentação urbana e rodoviária.

Os ensaios foram realizados nas dependências do laboratório de Materiais de Construção Civil e no laboratório de solos e betumes do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, unidade Goiânia, pelo profissional professor MSc. e engenheiro civil Giovane Batalione, com auxílio de dois estagiários do curso técnico em edificações.

Agregado Graúdo

A amostra enviada ao laboratório estava armazenada dentro de saco de linhagem, identificada conforme a sua procedência. Continha massa total de aproximadamente 40 kg.

A amostra denominada no presente relatório tem como procedência a Pedreira Goyaz, localizado no distrito de Pires Belo, no município Catalão, estado de Goiás.

O agregado foi caracterizado como sendo uma rocha ígnea do grupo granito, de coloração cinza claro, partículas predominantemente de forma cúbica, faixa granulométrica denominada de brita 01, e com presença de ferro em sua mineralogia. A figura 01 ilustra o agregado preparado para a realização do ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles, conforme a norma ABNT NBR NM 51/2001.



Figura 01 – Agregado graúdo preparado para o ensaio de abrasão Los Angeles.

3 – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO LABORATORIAL

ABNT NBR NM 51/2001 – ENSAIO DE ABRASÃO “LOS ANGELES”

Após o peneiramento de toda a amostra enviada ao laboratório, verificou-se que a mesma enquadrava-se na faixa B, tabela 01 da norma ABNT NBR NM 51/2001. Foram então adotadas todas as recomendações pertinentes a esta faixa para a execução do ensaio.

Na sequência do ensaio, foram montadas duas composições de amostras, totalizando massa seca individual de 5000 gramas. Estas amostras foram levadas para a estufa por um período de 12 horas a uma temperatura média de 105°C, até constatação da manutenção da massa do material. Observou-se que o material não perdeu massa, permanecendo com o valor da massa inicial.

As amostras foram encaminhadas para o aparelho de abrasão, sendo utilizada durante o processo uma carga total abrasiva (pesos das 11 esferas) de 4.566 gramas, permanecendo a velocidade de rotação do tambor entre 31 Rotações Por Minuto (RPM), totalizando ao final 500 rotações para a referida faixa B.

Após a conclusão do processo abrasivo, as amostras foram submetidas ao processo de peneiramento na malha 1,7mm, sendo na sequência realizada a lavagem do material retido na malha. A figura 02 ilustra o material sendo submetido ao peneiramento logo após ter sido submetido à rotação do aparelho.



Figura 02 - Agregado que foi submetido ao processo de abrasão.

Na sequência, a amostra retida e lavada na peneira foi colocada na estufa a uma temperatura média de 105°C, permanecendo até atingir constância de peso, sendo registrado posteriormente o peso retido do agregado na malha 1,7 mm.

DNER-ME 078/94 - AGREGADO GRAÚDO – ADESIVIDADE A LIGANTE BETUMINOSO

Em relação à avaliação do comportamento de adesividade do agregado a ligante betuminoso, foram utilizados dois materiais.

Primeiramente, foi executado o ensaio com o uso do cimento asfáltico do petróleo (CAP 150-200). A figura 03 ilustra a realização do ensaio de adesividade com o ligante betuminoso CAP 150-200.



Figura 03 – Avaliação da adesividade do agregado ao ligante betuminoso (CAP 150-200).

Na sequência, procedeu-se à avaliação do comportamento de adesividade do agregado ao ligante betuminoso emulsão asfáltica RR-2C. A figura 04 ilustra a realização do ensaio de adesividade com o ligante betuminoso emulsão asfáltica RR-2C.



Figura 04 – Avaliação da adesividade do agregado ao ligante betuminoso emulsão asfáltica RR-2C.

Após a mistura dos agregados com o ligante, esperou-se o processo de ruptura e cura, e logo em seguida as amostras foram levadas para um Becker com água destilada, imersas e colocadas dentro de uma estufa com temperatura em torno de 40°C, permanecendo por 72 horas. Após este período avaliou-se o comportamento de adesividade.

4 – RESULTADOS**ENSAIO DE DESGASTE POR ABRASÃO LOS ANGELES (ABNT NBR NM 51/2001):**

Amostragem	Massa inicial (g)	Massa retida na malha 1,7 mm (g)	Desgaste percentual (%)	Desgaste percentual médio (%)
01	5000,00	3951,6	21,0	21,5
02	5003,50	3901,5	22,0	

ENSAIO DE ADESIVIDADE A LIGANTE BETUMINOSO (DNER-ME 078/94):

Em relação à investigação da adesividade do agregado ao ligante betuminoso cimento asfáltico do petróleo (CAP 150-200), observou-se que muitas partículas de agregado não apresentaram adesividade suficiente, sendo recomendado o uso de aditivo, no caso de uma futura utilização deste material na produção da camada de revestimento asfáltico.

Em relação à investigação da adesividade do agregado ao ligante betuminoso denominado emulsão asfáltica RR-2C, verificou-se resultado satisfatório, com o agregado apresentando boa adesividade ao ligante betuminoso.

Não havendo mais nada a relatar, concluo o presente relatório técnico informando que as amostragens submetidas aos ensaios encontram-se a disposição do cliente para comprovação dos resultados. Informo também que foram adotadas todas as recomendações prescritas pelas normas técnicas mencionadas, e que os equipamentos utilizados passam por constante processo de manutenção e aferição.

Atenciosamente,

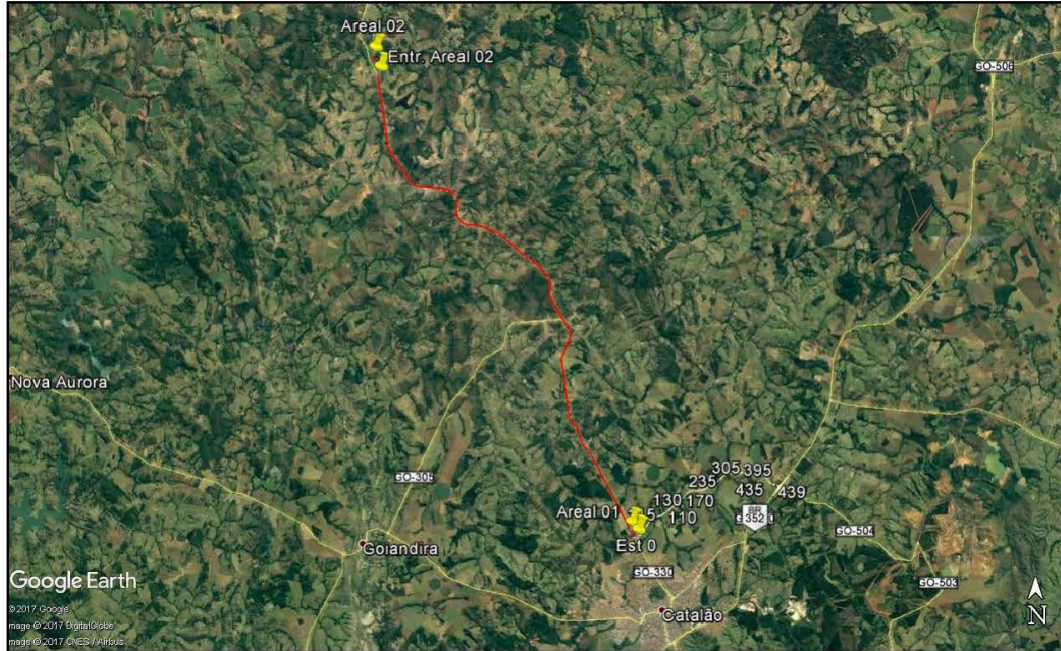
Giovane Batalione
Engenheiro civil / professor
MSc. Em Geotecnia/UnB
CREA 10579/D

Goiânia, 15 de dezembro de 2017

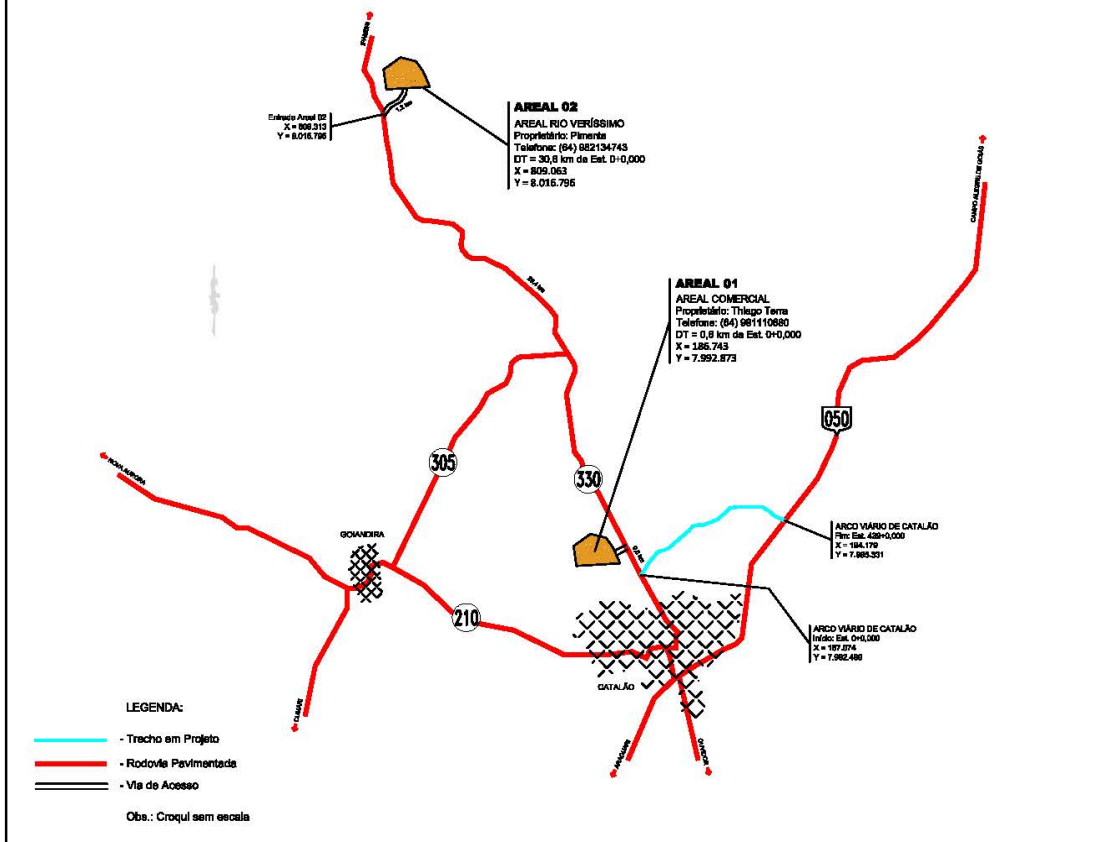
2.3.8 Estudos de Material Arenoso

Foram identificadas duas ocorrências de material arenoso no trecho em projeto: Areal Rio Veríssimo e Areal Comercial. O croqui de localização dessas ocorrências é apresentado a seguir.

LOCALIZAÇÃO E ACESSO - AREAIS 01 E 02



LOCALIZAÇÃO IMAGEM DE SATÉLITE



O material das ocorrências foi submetido ao ensaio de Equivalente de Areia (DNER-ME 054/97), o qual apresentou resultado satisfatório. O laudo técnico desse ensaio é apresentado a seguir.

BENSOLOS	EQUIVALENTE DE AREIA
<small>SERVIÇOS GEOTÉCNICOS LTDA</small>	
RODOVIA: Arco Viário de Catalão	TRECHO: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050
DATA: 11/12/2017	MATERIAL: Areia média
ESTACA OU LOCAL: Areal Rio Veríssimo e Areal Comercial	
RESPONSÁVEL: Pimenta / Telefone (064) 98213-4743	

$$EA = \frac{L. areia}{L. argila} \times 100$$

- Leitura no topo da areia (L. areia)
- Leitura no topo da argila (L. argila)

$EA = \frac{10,90}{11,40} \times 100$	$EA = \frac{10,90}{11,80} \times 100$
$EA = 95,61\%$	$EA = 92,37\%$
$MÉDIA = 93,99\%$	

2.4 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os estudos de tráfego têm como objetivo obter através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos aos elementos fundamentais do tráfego que auxiliem na determinação quantitativa de capacidade da via e, em consequência, o estabelecimento de intervenções necessárias à melhoria do fluxo de veículos.

Através de pesquisas pode-se conhecer as zonas de onde se originam os veículos e para onde se destinam. Em conjunto com essas pesquisas, que fornecem os dados sobre o tráfego atual, e através do conhecimento da forma de geração e distribuição do mesmo obtém-se o prognóstico da circulação de uma via no futuro.

A metodologia de pesquisas e análise de resultados foi desenvolvida seguindo as seguintes fontes:

- Manual de Estudos de Tráfego - IPR 723;
- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - IPR 706;
- IS-230 constante no Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - IPR 726;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários / Instruções para Acompanhamento e Análise - IPR 739.

2.4.1 Dados de Tráfego

O primeiro passo para se calcular os benefícios produzidos por uma via à ser pavimentada é estimar a sua futura utilização, isto é, o tráfego futuro. Infelizmente a estimativa do tráfego é ainda uma arte imprecisa, porém essencial, visto que é evidentemente preferível tornar explícitas as hipóteses básicas do que deixá-las omissas.

Para fim de estimativa do tráfego futuro, o mesmo pode ser subdividido em três categorias básicas: o tráfego atual ou normal, o tráfego atraído e o tráfego gerado.

O tráfego normal é aquele que ocorreria de qualquer maneira na via existente, mesmo sem as melhorias previstas.

O tráfego atraído é constituído pelos usuários que utilizam outras vias para chegar ao seu destino e, com a pavimentação da nova via passam a mudar seu itinerário de modo a se beneficiar da opção oferecida.

Para se determinar a parcela do tráfego atraído seria necessário a realização de pesquisas de origem e destino em vários pontos da rede rodoviária existente, de modo a se determinar a quantidade de usuários que possam estar interessados em se utilizar da estrada nova. Existem fórmulas que permitem, então, redistribuir o tráfego entre a nova via e as vias existentes. No entanto, quando a pesquisa de origem e destino se revelar muito difícil, seja por motivos operacionais ou prazo de execução, pode-se estimar um acréscimo ao tráfego existente, baseado no conhecimento regional.

A terceira categoria corresponde ao novo tráfego, gerado pela oferta de transporte que não existe, ou existe precariamente. Corresponde ao tráfego resultante do aumento da atividade agrícola, consequência do transporte mais barato. Há casos em que uma melhoria nos transportes corresponde a um grande aumento nos volumes do tráfego existente.

2.4.2 Dados Disponíveis

Foi realizada uma contagem de tráfego na rodovia BR-050. A partir dos dados coletados foi feita uma distribuição amostral da parcela que poderá ser desviada para a via em projeto.

Considerando que a mensuração do desvio de tráfego é uma tarefa extremamente complexa, adotou-se uma taxa de desvio de 30%, o que representará um tráfego de 952 veículos/dia. Considera-se de suma importância que o tráfego da rodovia seja avaliado anualmente para a verificação do número adotado. Caso note-se que o volume supera as estimativas, deverá ser reavaliada a solução de pavimentação.

A taxa de crescimento adotada para o tráfego foi de 3,0% ao ano.

Considerando uma taxa de crescimento de 3,0% ao ano, e que a rodovia entre em operação no ano de 2019, foi obtido o tráfego para o ano de 2029, uma vez que o período de projeto adotado é de 10 anos.

2.4.3 Resultados Obtidos

A partir dos dados coletados em campo foi possível conhecer as seguintes características do tráfego da rodovia em estudo:

- *Volume médio diário de tráfego para cada sentido e para ambos os sentidos de tráfego considerados;*
- *Composição do tráfego usuário da rodovia;*
- *Flutuação horária do tráfego por categoria;*
- *Cálculo do número N.*

2.4.3.1 Volume Médio Diário de Tráfego

A partir dos dados projetados, conclui-se que a via apresentará na abertura ao tráfego um VMD de 952 veículos, sendo 579 relativos a veículos leves e 373 de veículos pesados.

2.4.3.2 Composição do Tráfego

O tráfego da rodovia apresenta 61,0% de veículos leves e 39,0% de veículos comerciais, conforme tabela e gráfico abaixo.

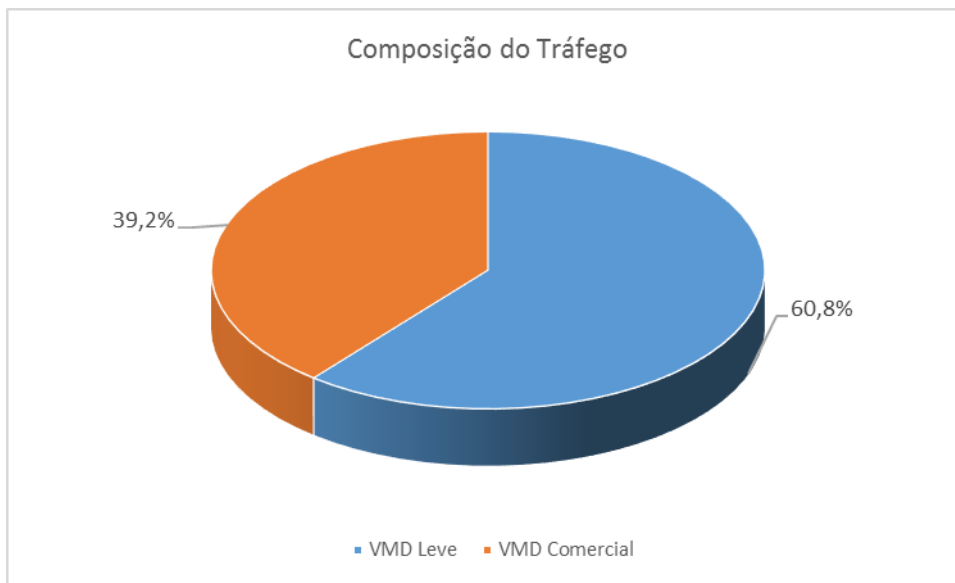


Figura 11: Composição do tráfego total

Com relação aos veículos comerciais, mais da metade do tráfego é composto por veículos do tipo reboque e semi-reboque, cerca de 53%. Isto denota que a via será majoritariamente utilizada por tráfego de longa distância, o qual não terá a cidade de Catalão como destino final.

A tabela e figuras seguintes ilustram a composição do tráfego na rodovia em questão.

Ônibus	Caminhões							
	2C	3C	4D	2S3	3S3	2S2	3C3	3D4
12	82	65	15	44	82	21	42	10
3,2%	22,0%	17,4%	4,0%	11,8%	22,0%	5,6%	11,3%	2,7%

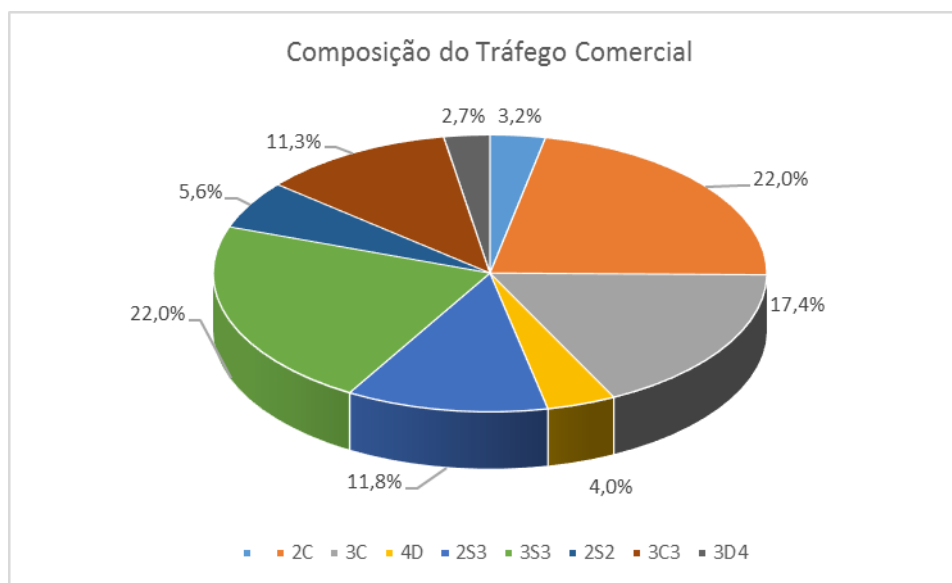


Figura 12: Composição do tráfego comercial

2.4.4 Cálculo do Número N

A partir dos resultados obtidos com as contagens realizadas foi calculado o número N para fins de dimensionamento de pavimento.

2.4.4.1 Fator de Veículos da Frota

Diante da inexistência de dados de pesagem para o trecho da rodovia em projeto, os fatores de veículos da frota comercial foram calculados a partir de valores individuais indicados no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT considerando que 70% do tráfego está com a carga máxima e 30% vazios.

As tabelas seguintes apresentam os fatores de equivalência de carga para os diversos eixos obtidos pelas metodologias USACE e AASHTO.

Fatores de Veículos da USACE - Manual de Estudos de Tráfego do DNIT										
VEÍCULOS	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3C3	3T6
Média cheio	3,57	8,86	6,86	12,12	12,87	12,91	25,93	23,95	25,93	34,47
Média vazio	0,35	0,42	0,24	0,41	0,32	0,27	0,44	0,48	0,40	0,69
Média Total	2,60	6,33	4,87	8,60	9,10	9,12	18,28	16,91	18,27	24,34

Fatores de Veículos da AASHTO - Manual de Estudos de Tráfego do DNIT										
VEÍCULOS	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3C3	3T6
Média	2,72	1,97	5,12	4,36	4,28	3,53	6,01	8,40	5,25	6,90
Média vazio	0,10	0,13	0,24	0,27	0,21	0,22	0,38	0,17	0,41	0,14
Média Total	1,94	1,42	3,65	3,13	3,06	2,54	4,32	5,93	3,80	4,87

2.4.4.2 Fator de Pista

Por se tratar de pista simples com duas faixas de tráfego o fator de pista é de 50%.

2.4.4.3 Taxa de Crescimento

A taxa de crescimento adotada para a frota é de 3,0%.

2.4.4.4 Resultados Obtidos

A seguir é apresentada a planilha de cálculo do número N para o período de 5, 10, 15 e 20 anos pelos métodos da AASHTO e da USACE.

Para fins de dimensionamento de pavimento será adotado o número N para 10 anos de projeto, sendo este de $8,22 \times 10^5$ pelo método da AASHTO e $2,96 \times 10^6$ pelo método da USACE.

Resumo Número N - Arco Viário de Catalão						
Vida de Projeto	Ano	VMDpas	VMDcom	VMDtotal	N10 AASHTO	N10 USACE
Npesquisa	2017	290	124	414		
N0	2019	308	132	439	5,79E+04	4,23E+05
N5	2024	357	153	509	4,44E+05	1,60E+06
N10	2029	413	177	590	8,22E+05	2,96E+06
N15	2034	479	205	684	1,26E+06	4,54E+06
N20	2038	539	231	770	1,66E+06	5,98E+06

A tabela seguinte ilustra os dados de tráfego ano a ano durante todo o período de projeto.

DEFINIÇÃO DO NÚMERO N													
Rodovia:		ARCO VIÁRIO DE CATALÃO											
Dados de Pesquisa de Tráfego													
Ano	Carro de Passeio	Ônibus	Caminhões								VMD total	VMD comercial	
			2C	3C	4D	2S3	3S3	2S2	3C3	3D4			
2017	290	4	27	22	5	15	27	7	14	3	414	124	
%	70,0%	1,0%	6,5%	5,3%	1,2%	3,6%	6,5%	1,7%	3,4%	0,7%	100%	30,0%	
Fatores de Veículo													
categoria	2C	3C	2C	4D	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6				
p i (%)	3,23%	21,77%	17,74%	4,03%	12,10%	21,77%	5,65%	11,29%	2,42%				
FVi (AASHTO)	1,94	1,42	1,94	1,42	3,06	2,54	4,32	3,80	4,87				
FVi (USACE)	2,60	6,33	2,60	6,33	9,10	9,12	18,28	18,27	24,34				
pi x FVi (AASHTO)	0,06	0,31	0,34	0,06	0,37	0,55	0,24	0,43	0,12	2,49			
pi x FVi (USACE)	0,08	1,38	0,46	0,26	1,10	1,98	1,03	2,06	0,59	8,95			
Taxas de Crescimento de Tráfego Comercial													
	Ônibus	Caminhões											
		2C	3C	4D	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6				
	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0				
Projeção do Tráfego e Definição do Número N de Projeto													
Ano	Caminhões								VMD comercial	NP - AASHTO		NP - USACE	
	2C	3C	4D	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6		No ano	Acum.	No ano	Acum.
2017	31	22	5	15	27	7	14	3	124				
2018	32	23	5	15	28	7	14	3	128	5,79E+04	5,79E+04	2,09E+05	2,09E+05
2019	33	23	5	16	29	7	15	3	132	5,97E+04	1,18E+05	2,15E+05	4,23E+05
2020	34	24	5	16	30	8	15	3	135	6,15E+04	1,79E+05	2,21E+05	6,45E+05
2021	35	25	6	17	30	8	16	3	140	6,33E+04	2,42E+05	2,28E+05	8,72E+05
2022	36	26	6	17	31	8	16	3	144	6,52E+04	3,08E+05	2,35E+05	1,11E+06
2023	37	26	6	18	32	8	17	3	148	6,72E+04	3,75E+05	2,42E+05	1,35E+06
2024	38	27	6	18	33	9	17	3	153	6,92E+04	4,44E+05	2,49E+05	1,60E+06
2025	39	28	6	19	34	9	18	3	157	7,12E+04	5,15E+05	2,56E+05	1,85E+06
2026	40	29	7	20	35	9	18	3	162	7,34E+04	5,89E+05	2,64E+05	2,12E+06
2027	42	30	7	20	36	9	19	3	167	7,56E+04	6,64E+05	2,72E+05	2,39E+06
2028	43	30	7	21	37	10	19	3	172	7,79E+04	7,42E+05	2,80E+05	2,67E+06
2029	44	31	7	21	38	10	20	3	177	8,02E+04	8,22E+05	2,89E+05	2,96E+06
2030	46	32	7	22	40	10	21	3	182	8,26E+04	9,05E+05	2,97E+05	3,26E+06
2031	47	33	8	23	41	11	21	3	188	8,51E+04	9,90E+05	3,06E+05	3,56E+06
2032	48	34	8	23	42	11	22	3	193	8,76E+04	1,08E+06	3,15E+05	3,88E+06
2033	50	35	8	24	43	11	22	3	199	9,03E+04	1,17E+06	3,25E+05	4,20E+06
2034	51	36	8	25	45	12	23	3	205	9,30E+04	1,26E+06	3,35E+05	4,54E+06
2035	53	37	9	26	46	12	24	3	211	9,57E+04	1,36E+06	3,45E+05	4,88E+06
2036	54	39	9	26	47	12	25	3	217	9,86E+04	1,45E+06	3,55E+05	5,24E+06
2037	56	40	9	27	49	13	25	3	224	1,02E+05	1,56E+06	3,66E+05	5,60E+06
2038	58	41	9	28	50	13	26	3	231	1,05E+05	1,66E+06	3,77E+05	5,98E+06
Parâmetros Adotados													
Fator Climático Regional		1		% caminhões carregados		70%							
Fator de Pista		0,5		% caminhões vazios		30%							

3 PROJETOS

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

Para a elaboração do Projeto Geométrico foram tomados como elementos básicos os resultados dos Estudos Topográficos, sendo aplicadas as orientações contidas nas seguintes publicações do DNIT:

- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais;
- Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas;
- Manual de Projeto de Interseções.

O Projeto Geométrico foi desenvolvido sobre plantas na escala 1:1.000, resultantes do levantamento topográfico realizado na faixa e interesse, conforme descrito no item Estudos Topográficos.

Além das plantas resultantes do levantamento topográfico também foram utilizadas imagens de satélite de forma a auxiliar no desenvolvimento do Projeto Geométrico da via em estudo.

O produto resultante do Projeto Geométrico está apresentado no Volume 02 – Projeto de Execução. São apresentadas as seções transversais das pistas projetadas, o desenho em planta e em perfil na escala 1:2.000 de cada uma das pistas projetadas, os elementos de locação das curvas e tangentes, a restituição topográfica e os marcos de Referência de Nível (RN's).

Para a perfeita implantação do projeto geométrico, são apresentadas, no Volume 3C - Notas de Serviço, as notas de serviço de pavimentação e de terraplenagem. Para cada via é apresentada uma planilha contendo as cotas de pavimentação/terraplenagem e do terreno natural do eixo de locação. Também são apresentadas as cotas de pavimentação/terraplenagem de cada um dos bordos e dos offsets e as distâncias relativas ao eixo de locação.

3.1.1 Descrição do Projeto Geométrico

As características do projeto geométrico adotadas para o desenvolvimento do trabalho são para rodovia Classe II. Com relação à topografia da região, o trecho apresenta características de relevo ondulado.

A extensão total do trecho é de 8,8 km, interligando as rodovias GO-330 e BR-050. A figura seguinte ilustra a diretriz de projeto.

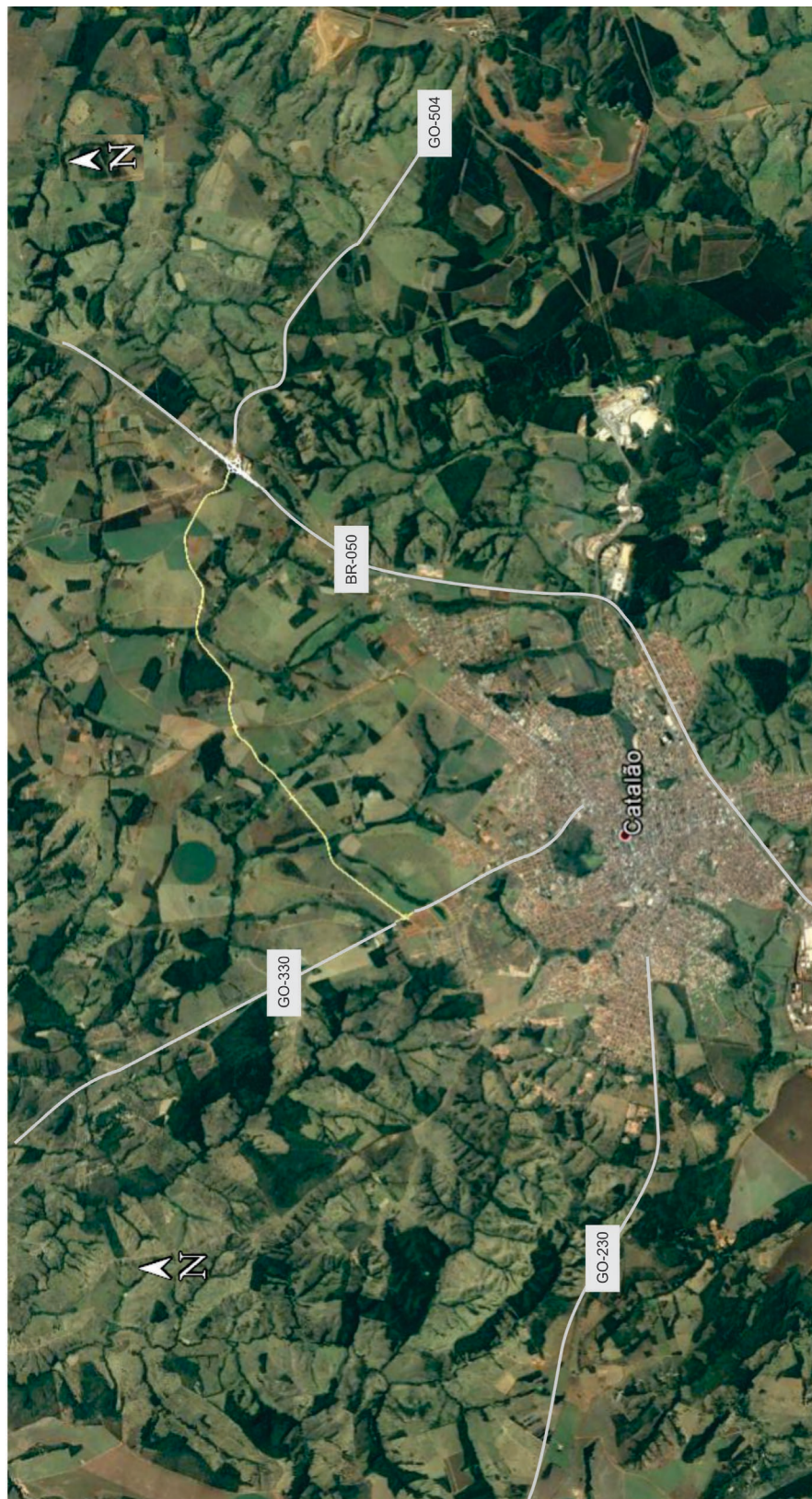


Figura 13: Diretriz do traçado

Seguindo as orientações do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT, a seção transversal da pista do Arco Viário de Catalão apresenta duas pistas de rolamento com 3,5 metros cada uma e acostamentos com 2,5 metros de seção transversal. A figura seguinte ilustra a seção de projeto.

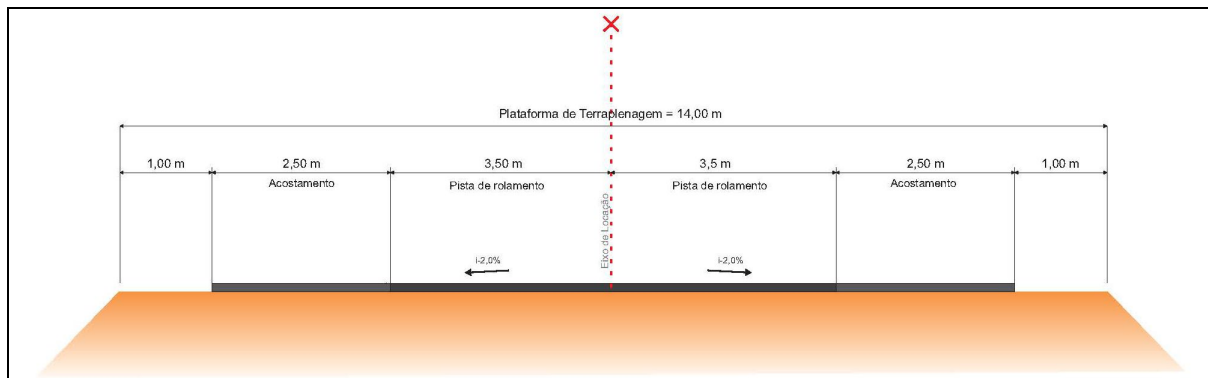


Figura 14: Seção transversal – pista Arco Viário

O início do trecho em projeto encontra-se na rodovia GO-330, cerca de 500 metros antes do posto da Polícia Rodoviária Estadual, sentido Ipameri, num local que apresenta excelentes condições planialtimétricas para a implantação de uma interseção em nível.

Neste local foi projetada uma rotatória do tipo vazada onde o tráfego da GO-330 tem prioridade de passagem. O raio da rotatória é de 25 metros o que proporcionará grande conforto e segurança para o tráfego. A seção transversal da interseção é de 8,0 metros, conforme figura seguinte.

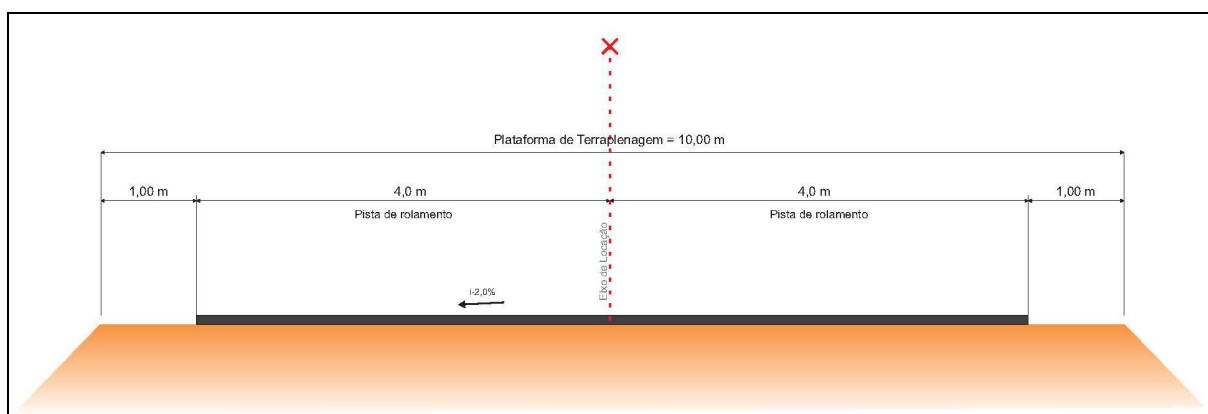


Figura 15: Seção transversal – pista interseção



Figura 16: Vista aérea – Interseção GO-330

O trecho em projeto desenvolve-se numa região de pastagens e culturas cíclicas. Na diretriz de projeto não existem matas nativas, exceto nas três travessias de cursos d'água existentes no trecho.

Existem três estradas rurais que cruzam a diretriz do Arco Viário. A fim de manter a trafegabilidade destas vias, e conseqüentemente manter a acessibilidade às regiões do município, foram projetadas três interseções em nível. Todas elas são do tipo rotatória vazada. A seção transversal das rotatórias é de 8,0 metros de largura e raio interno de 15 metros.

Nos acessos a estas interseções foram projetadas na pista do Arco Viário pistas de aceleração e de desaceleração de acordo com os critérios estabelecidos no Manual de Projeto Geométrico de Interseções do DNIT.



Figura 17: Vista aérea – Interseção EST 133+10,0



Figura 18: Vista aérea – Interseção EST 203+15,0



Figura 19: Vista aérea – Interseção EST 312+15,0

O final do trecho se ligará a uma interseção que a Concessionária MGO Rodovias projetou na BR-050, km 270, cujo dispositivo é um diamante em passagem superior.



Figura 20: Vista aérea – Interseção BR-050

3.1.2 Elementos de Projeto

A seguir são apresentados os principais elementos de projeto adotados para o presente trabalho. Para tanto foram adotadas as considerações contidas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT.

3.1.2.1 Velocidade Diretriz

A velocidade diretriz adotada para o projeto é de 80 km/h.

3.1.2.2 Veículo de Projeto

A definição do veículo de projeto deve levar em consideração a composição atual da frota de veículos e a potencialidade econômica da região. De acordo com os Estudos de Tráfego desenvolvidos para o presente trabalho, os veículos comerciais do tipo reboque e semi-reboque são predominantes no trecho.

Vale ressaltar que a consideração deste tipo de veículo não restringe o uso da via para outros tipos de veículos. As condições de projeto geométrico adotadas são abrangentes para outros tipos de veículos.

3.1.2.3 Alinhamento Horizontal

Todas as curvas horizontais circulares projetadas são dotadas de elementos de curva de transição. O comprimento da transição foi definido utilizando a Equação chamada Fórmula de Barnett, cujo valor de l_e (mínimo) é obtido em metros.

$$l_e = 0,036 \times V^3/R$$

Onde:

l_e = comprimento mínimo de transição, em metros;

V = velocidade de projeto, em km/h;

R_c = raio da curva horizontal, em metros.

Para fins práticos, o menor comprimento de transição admissível é de 30 m ou o equivalente à distância percorrida por um veículo, na velocidade diretriz, no tempo de 2 segundos, prevalecendo o maior.

Com relação à inclinação longitudinal, a seção transversal da pista projetada é de 2% com caimento para o lado externo, quando a pista está em tangente.

3.1.2.4 Superelevação

Quando percorre um trecho em tangente um usuário experimenta uma certa sensação de facilidade para efetuar pequenas manobras de ajuste lateral no seu curso, não estando sujeito, em princípio, a esforços laterais devidos à geometria da rodovia.

Num trecho em curva, entretanto, as condições operacionais se alteram, devido principalmente ao surgimento de esforços laterais, que passam a atuar sobre o veículo, e devido à sensação de maior confinamento que um trecho em curva impõe ao usuário que a percorre. Estes fatores podem afetar, em seu conjunto, a disposição do usuário em manter a mesma velocidade de operação nos trechos em tangente e nos trechos em curva.

Visando minimizar o impacto negativo desses fatores inerentes aos trechos curvos, são introduzidos os conceitos de superelevação e de superlargura que, devidamente considerados nos projetos das curvas horizontais, ensejam condições de operação mais homogêneas para os usuários ao longo das rodovias.

A superelevação é medida pela inclinação transversal da pista em relação ao plano horizontal, sendo expressa em proporção (m/m) ou em porcentagem (%).

Para curvas com raios muito grandes em relação à velocidade diretriz de projeto, os efeitos da força centrífuga resultariam desprezíveis, podendo-se projetar seções transversais da pista nessas curvas nas mesmas condições consideradas para os trechos em tangente, ou seja, com abaulamentos, dispensando-se o uso de superelevações.

Os valores de raios de curva acima dos quais as normas do DNIT sugerem considerar as curvas como se fossem tangentes, no dimensionamento das seções transversais, estão indicados na tabela abaixo.

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

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999, pag 97)

Para o projeto em questão, onde a velocidade operacional é de 80 km/h, curvas com raio acima de 3.200 metros estão dispensadas de uso de superelevação. A superelevação mínima admissível, nesses casos, deverá ter valor igual ao do abaulamento, para fins de assegurar a devida drenagem superficial.

Os valores de superelevação foram definidos seguindo orientação contida no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT de acordo com a seguinte fórmula:

$$e_R = e_{\max} \times (2 \cdot R_{\min} / R - R_{\min}^2 / R^2)$$

onde:

e_R = superelevação a adotar para a concordância com raio de curva R (%);

e_{\max} = superelevação máxima admitida para a classe do projeto (%);

R_{\min} = raio mínimo de curva para a velocidade diretriz considerada (m);

R = raio da curva circular utilizada na concordância (m).

3.1.2.5 Superlargura

Não foi projetada superlargura, uma vez que o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais indica que “só se justifica a adoção de superlargura para valores relativamente pequenos de raios...” e, que “a existência de acostamentos pavimentados contribui para reduzir a necessidade de superlargura da pista principal”. Por estas razões, no projeto em questão não foi projetada superlargura.

3.1.2.6 Raio Mínimo de Concordância Horizontal

As normas do DNIT fornecem a tabela seguinte contendo os raios mínimos de curva para projetos (para a superelevação máxima), em função da classe da estrada e da região onde a mesma será construída.

Superelevação máxima (e_{\max})	VELOCIDADE DIRETRIZ (km/h)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
4 %	30	60	100	150	205	280	355	465	595	755
6 %	25	55	90	135	185	250	320	415	530	665
8 %	25	50	80	125	170	230	290	375	475	595
10 %	25	45	75	115	155	210	265	345	435	540
12 %	20	45	70	105	145	195	245	315	400	490

Fonte: Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999, p. 71)

3.1.2.7 Alinhamento Vertical

Com relação a altimetria, o limite de rampa longitudinal para a classe rodoviária de projeto é 5,0% para relevo ondulado e 7,0% para terreno montanhoso.

Os valores de concordância vertical, k , foram adotados de acordo com os valores sugeridos no Manual de Projeto de Rodovias Rurais do DNIT, sendo estes no mínimo os valores recomendados, que são: curva vertical convexa: $k > 29$; curva vertical côncava: $k > 24$.

3.1.3 Elementos de Locação

Nos desenhos constantes do projeto geométrico são apresentados todos os elementos de locação de cada eixo projetado. Também são apresentadas para cada um destes eixos uma tabela resumo com as características das tangentes e curvas, de modo a permitir a perfeita materialização do projeto no campo.

3.1.4 Notas de Serviço

Foram elaboradas planilhas de notas de serviço de pavimentação e de terraplenagem para cada eixo projetado.

Nestas notas de serviço de pavimentação são apresentadas para cada estaca as cotas naturais e acabadas do eixo de locação, juntamente com as suas coordenadas X e Y , e as cotas dos bordos da pista, juntamente com as distâncias em relação ao eixo de locação.

As notas de serviço de terraplenagem apresentam as cotas do eixo e bordos da plataforma de terraplenagem, assim como as cotas e distâncias em relação ao eixo das bermas e offsets.

Estas planilhas estão apresentadas no Volume 3C, relativo à Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

3.1.5 Apresentação do Projeto Geométrico

Os desenhos resultantes do projeto geométrico são apresentados no Volume 02 – Projeto de Execução.

3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido de acordo com as Normas de Procedimentos para Projeto de Terraplenagem do Projeto Executivo de Engenharia.

O presente projeto objetivou a análise de massas do trecho em pauta através do cálculo de volumes, determinação e indicação das origens e destinos dos materiais a serem transportados para a implantação das pistas projetadas. Para tanto, foram seguidas as orientações contidas na instrução de serviço IS-209 do DNIT.

A elaboração do projeto de terraplenagem baseou-se na geometria do corpo estradal estabelecida pelo projeto geométrico e na análise dos estudos geológicos e geotécnicos realizados.

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido seguindo as especificações técnicas abaixo:

- DNIT 104/2009 ES-T – Serviços Preliminares;
- DNIT 105/2009 ES-T – Caminhos de Serviço;
- DNIT 106/2009 ES-T – Cortes;
- DNIT 107/2009 ES-T – Empréstimos;
- DNIT 108/2009 ES-T – Aterros.

3.2.1 Elaboração do Projeto de Terraplenagem

A elaboração do projeto de terraplenagem compreendeu as seguintes etapas principais:

1. Cálculo das áreas de desmatamento, destocamento e limpeza;
2. Definição das seções transversais tipo de terraplenagem;
3. Análise do perfil geotécnico longitudinal;
4. Definição dos taludes de corte e de aterro;
5. Elaboração das notas de serviço de terraplenagem;
6. Cálculo dos volumes de terraplenagem;
7. Cálculo dos volumes necessários de empréstimos;
8. Determinação da localização dos empréstimos laterais;
9. Determinação dos locais e dos volumes de solos moles a serem removidos;
10. Análise da terraplenagem e distribuição econômica das massas por meio do diagrama de Brückner;
11. Determinação das distâncias de transporte;
12. Elaboração dos quadros de distribuição de materiais de terraplenagem;
13. Confecção dos fluxogramas de terraplenagem.

3.2.2 Características Gerais do Projeto

De acordo com os volumes de terraplenagem calculados, houve insuficiência de volumes de corte para a execução dos aterros. De modo a suprir esse déficit de volumes, a concepção adotada para o projeto foi considerar a execução de 46 caixas de empréstimo laterais dentro da faixa de domínio em ambos os lados da pista projetada. Esses empréstimos apresentam 200 m de extensão, 1,5 m de profundidade e 10 m de largura, apresentando um volume de 3.000 m³.

A execução dessas caixas de empréstimo laterais, além de reduzir as distâncias de transporte, permitirá a elevação do greide de terraplenagem, aumentando a estabilidade da estrutura.

A seção transversal tipo de terraplenagem consistirá da largura das pistas de rolamento acrescida de 1,0 m para cada lado, totalizando 14 m de largura. O talude de aterro terá inclinação de V:H=1:1,5, enquanto que o talude de corte terá inclinação de V:H=1:2.

As seções transversais tipo de terraplenagem para as pistas projetadas são apresentadas a seguir.

SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO DE TERRAPLENAGEM

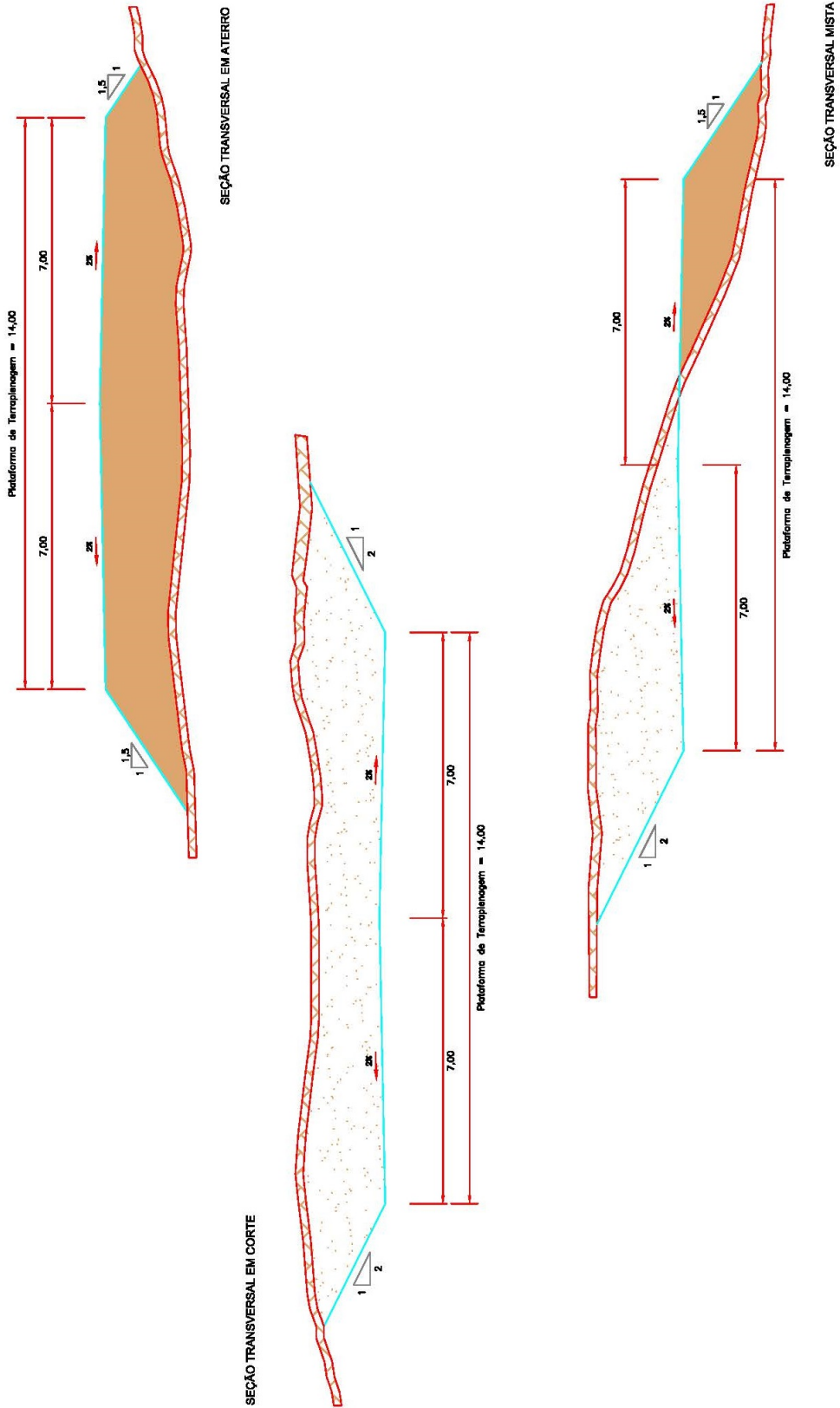


Figura 21: Seções transversais tipo de terraplenagem.

SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO - EMPRÉSTIMOS LATERAIS

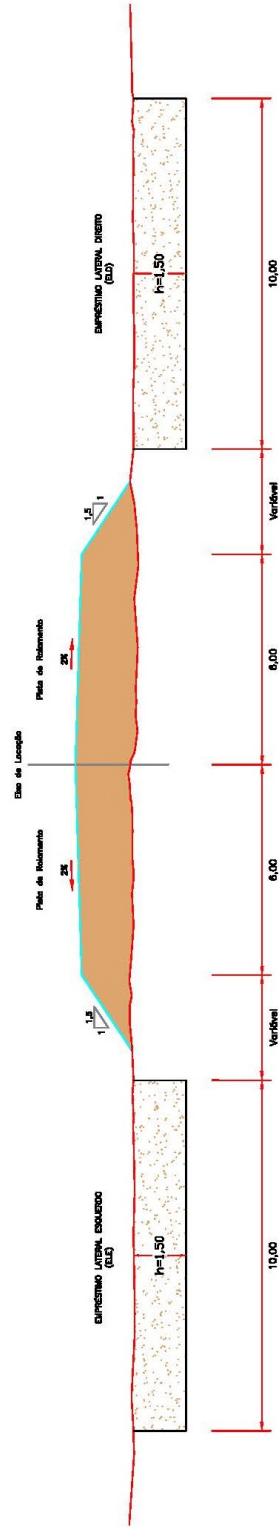


Figura 22: Seção transversal – empréstimos laterais.

SEÇÃO TRANSVERSAL EM EMPRÉSTIMO LATERAL

Os empréstimos laterais serão utilizados nos locais onde houver insuficiência de volumes de corte para a compensação longitudinal dos aterros. A execução destes empréstimos se dará dentro da faixa de domínio numa extensão de 200 m e profundidade de 1,50 m, com uma largura de 10 m, totalizando um volume de 3.000 m³.

OBSERVAÇÕES:

- 1 - MEDIDAS EM METROS;
- 2 - AS DIMENSÕES E INCLINAÇÕES DOS TALUDES SÃO AS INDICADAS PARA OS CASOS GERAIS. QUANDO O PROJETO ASSIM O EXIGIR, SERÃO FEITOS ESTUDOS ESPECIAIS.

3.2.3 Classificação dos Materiais da Terraplenagem

No projeto geométrico (Volume 02 - Projeto de Execução), estão apresentados no perfil longitudinal os furos de sondagem realizados ao longo do eixo, com as respectivas camadas de materiais constituintes e os tipos de solo, segundo a classificação HRB.

A especificação de serviço “DNIT 106/2009 ES-T – Cortes” define três categorias de materiais com relação à dificuldade extrativa, a saber:

Materiais de 1ª Categoria: são constituídos por solos em geral, de origem residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, independentemente do teor de umidade apresentado;

Materiais de 2ª Categoria: compreendem aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha sã, cuja extração se torne possível somente com a combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento escarificador pesado. A extração poderá envolver, eventualmente, o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Consideram-se como inclusos nesta categoria os blocos de rocha de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou blocos de diâmetro médio compreendido entre 15 cm e 1 m;

Materiais de 3ª Categoria: correspondem a aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha sã e blocos de rocha que apresentem diâmetro médio superior a 1 m ou volume superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

Evidentemente, o custo da extração de um material de 3ª categoria supera em muito ao de um material de 2ª categoria. Este, por sua vez, apresenta extração mais cara do que a de material classificado em 1ª categoria. Tarefa das mais importantes, e também bastante complexa, diz respeito à avaliação da dificuldade extrativa dos materiais a serem terraplenados, na fase de projeto, quando não se dispõe dos cortes abertos e expostos a uma análise mais profícua.

Já na fase de execução das obras de terraplenagem, a avaliação e a classificação dos materiais escavados é processada pela fiscalização dos serviços, com base em análise visual dos produtos extraídos, e dos equipamentos e técnicas efetivamente utilizados na operação.

Os estudos geotécnicos e geológicos executados nos cortes indicaram a ocorrência somente de materiais de 1ª categoria, além de ocorrências de solos moles.

3.2.4 Cortes

Os cortes classificam-se em:

- ✓ Cortes de seção plena, quando a implantação corresponder ao encaixe completo da seção do corpo estradal no terreno natural;
- ✓ Cortes em meia encosta (seção mista), quando a implantação corresponder ao encaixe apenas parcial da seção do corpo estradal no terreno natural, caso em que a plataforma apresenta parte em aterro. Neste caso, têm-se os denominados volumes de compensação lateral.

3.2.5 Rebaixo de Subleito em Aterros

Nos trechos em aterro onde o greide de terraplenagem estiver com espessura menor que 60 cm, definiu-se que deve ser feito um rebaixo no subleito de forma a se obter uma espessura mínima de 60 cm de corpo de aterro, compactado com três camadas de 20 cm na energia 100% Proctor Normal.

3.2.6 Solos Moles

Os estudos geológicos e geotécnicos constataram a ocorrência de solos moles com baixa capacidade de suporte. Os problemas de fundação de aterros foram solucionados com a remoção completa dos materiais moles, sendo estes repostos com material de boa capacidade de suporte.

Nos locais onde serão executados bueiros celulares, deverá ser feita a remoção de solo mole e deverá ser implantada uma camada de enrocamento de pedra.

Dois situações são potencialmente favoráveis à ocorrência deste fenômeno:

1. Em zonas baixas, correspondentes a talvegues intermitentes interceptados pelo traçado, como se ilustra no perfil longitudinal abaixo:

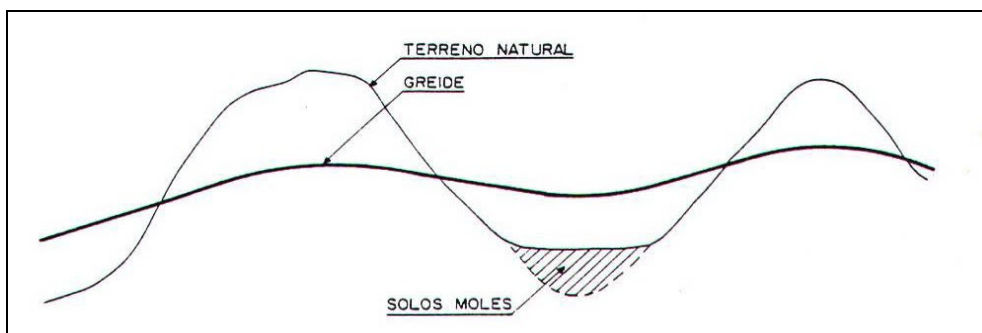


Figura 23: Remoção de solos moles - zonas baixas.

2. Em zonas alagadiças, correspondentes a planícies de inundação de cursos d'água, conforme esquematizado no perfil a seguir:

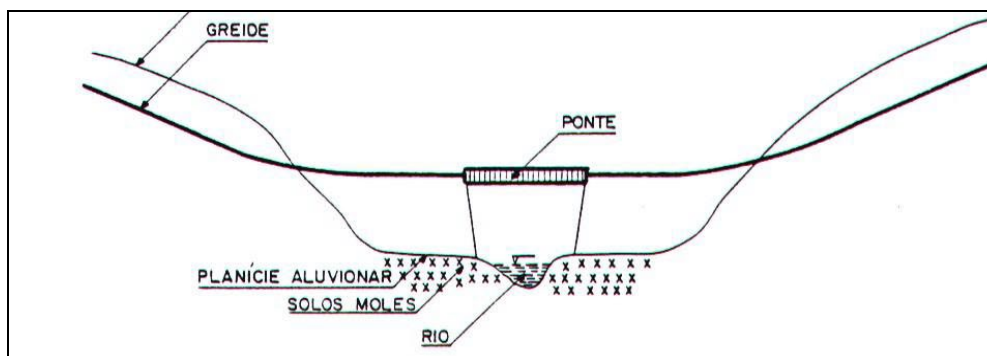


Figura 24: Remoção de solos moles - zonas alagadiças.

Os locais onde foram detectadas ocorrências de solo mole com seus respectivos volumes estão apresentados a seguir:

SOLO MOLE

ESTACAS		DISCRIMINAÇÃO	ESPESSURA (m)	LARGURA (m)	VOLUME (m³)
87	89	SOLO MOLE	1,00	27,21	1.088,31
152	154	SOLO MOLE	1,00	36,98	1.479,09
296	298	SOLO MOLE	1,00	41,34	1.653,59
TOTAL					4.220,99

3.2.7 Bota-Foras

Bota-foras são os volumes de materiais que, por excesso ou por condições geotécnicas insatisfatórias, são escavados e destinados a depósitos em áreas externas à construção rodoviária, ou seja, são os volumes de materiais escavados não utilizáveis na terraplenagem. Os locais de depósito desses materiais devem ser criteriosamente definidos a fim de não causar efeitos danosos às outras obras de construção e ao próprio meio-ambiente.

Os materiais oriundos de desmatamento, destocamento e limpeza de camada vegetal devem ser destinados à recomposição dos empréstimos laterais explorados. O mesmo destino também deverá ser dado aos volumes de solos moles escavados.

3.2.8 Cálculo de Volumes de Terraplenagem

Para a obtenção dos volumes de terraplenagem foi calculada a área de cada uma das seções situadas de 20 em 20 metros ou de 10 em 10 metros, conforme conveniência, e fez-se a cubação, que é o cálculo do movimento da terra.

Utilizando dados obtidos dos estudos topográficos, desenhou-se as seções transversais do terreno natural em cada estaca do eixo. Com as cotas do projeto, obtidas do cálculo do greide de terraplenagem, desenhou-se as seções transversais do projeto em cada estaca. Uma vez desenhadas estas seções, procedeu-se ao cálculo das áreas das mesmas pelo processo geométrico.

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi realizado por um programa de computador que efetuou o cálculo das áreas de corte e aterro em cada seção transversal relativa a uma estaca da rodovia em estudo, determinando-se, subsequentemente, os volumes excedentes, bem como os volumes acumulados.

Os volumes foram calculados pelo método da semissoma das áreas de corte e aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto, correspondendo ao volume geométrico, associando-se a um prisma o volume entre duas seções consecutivas. Esse volume chama-se volume do interperfil.

$$V_i = d \times (S_{i-1} + S_i) / 2$$

onde: V_i = Volume do interperfil;

d = Distância entre as seções;

$(S_{i-1} + S_i)$ = Área das seções consideradas.

A ficha de cubação fornece os volumes dos interperfis, o volume acumulado em determinado segmento, bem como possibilita a análise da movimentação de terraplenagem.

A análise da terraplenagem foi realizada com auxílio do diagrama de massas (diagrama de Brückner).

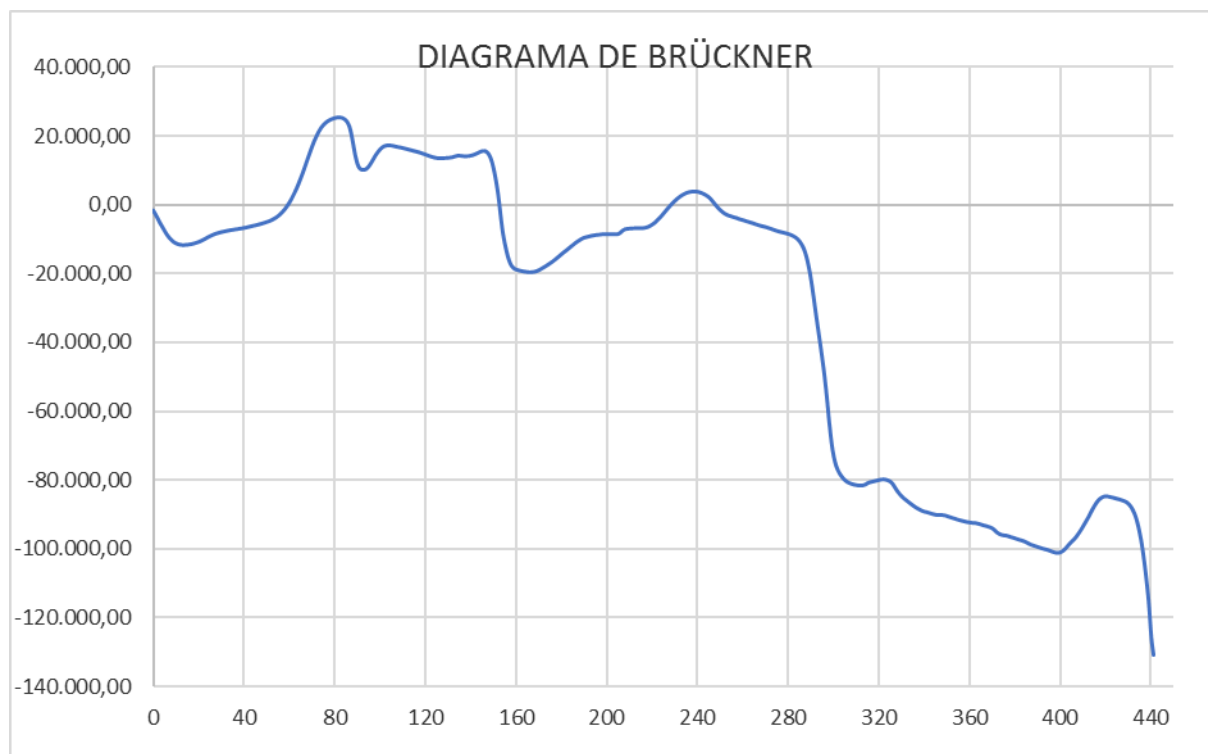


Figura 25: Diagrama de Brückner para o trecho em projeto.

Por meio da análise do diagrama de Brückner, percebe-se que há a necessidade de se importar um volume de empréstimo de 130.976,19 m³ para a compensação longitudinal completa dos aterros da pista principal. Somando ao volume de 4.215,56 m³ necessário para a compensação longitudinal da rotatória do início do trecho, têm-se que o volume total necessário de empréstimo é de 135.191,75 m³.

O diagrama de Brückner também evidencia que o segmento a partir da estaca 280 apresenta grande necessidade de empréstimos em relação ao restante do trecho projetado. Em virtude disto, os materiais provenientes dos empréstimos laterais foram destinados em sua maioria para o segmento final do trecho, gerando distâncias de transporte elevadas no projeto como um todo.

De posse do relatório de volumes e do diagrama de Brückner, foram estudadas através de processamento eletrônico diversas possibilidades de compensação entre volumes de cortes e de aterros, buscando obter a distribuição de massas mais econômica possível.

3.2.9 Ajuste de Volumes

A escavação de um dado volume geométrico de solo, medido em seu estado natural, resultará num volume maior de material no estado solto. A este aumento do volume geométrico, que resulta da ruptura da estrutura interna original do solo, em decorrência da escavação, se denomina genericamente *empolamento* do solo.

Os estudos geotécnicos permitem a definição do fator de empolamento a considerar para a correta compensação entre volumes de cortes e aterros, sendo este dado pela relação entre a massa específica aparente seca do solo *in situ* e a massa específica aparente do solo obtida em laboratório.

É recomendado que nos estudos de compensação de volumes de terraplenagem seja efetuada a correção dos volumes de aterros, visando a obtenção do denominado *volume empolado de aterro*, que representa o volume de escavação necessário à obtenção de dado volume de aterro compactado (DNER, 1974, v.3, cap. 11, p.16).

O volume empolado do aterro pode ser obtido multiplicando-se o volume geométrico de aterro compactado pelo fator de empolamento.

Alguns aspectos adicionais de ordem prática devem ser levados em consideração na compensação dos volumes de terraplenagem para minimizar o cometimento de erros na quantificação dos volumes envolvidos, entre os quais citam-se:

- ✚ As perdas de materiais devidas ao processo de execução dos serviços mecanizados de escavação, carga, transporte e descarga;
- ✚ Os acréscimos de volumes que decorrem das imperfeições naturais na configuração dos cortes e/ou dos aterros em relação às seções teóricas de projeto, mesmo quando observadas as tolerâncias especificadas;
- ✚ Os volumes adicionais necessários para compensar as quantidades de materiais superficiais que acabam sendo retiradas por ocasião da realização de serviços de limpeza.

Para a consideração dessas e de outras eventuais variações, a experiência prática indica que devem ser feitos ajustes adicionais visando à majoração dos volumes de forma a compensar as perdas e outras variações já apresentadas. Para tanto, foi atribuído um valor maior para o fator de empolamento, de forma a agregar aos volumes acrescidos em decorrência do empolamento as perdas e variações esperadas em função da própria forma de execução dos serviços de terraplenagem.

Para este trabalho foi estabelecido um fator de empolamento para a equivalência entre os volumes de corte e aterro de 27%. O empolamento foi definido a partir dos ensaios geotécnicos do material de corte das pistas. Foi considerado ainda um acréscimo de 3% no fator de empolamento visando à consideração de eventuais variações nos volumes conforme descrito anteriormente. Isto posto, o valor do fator de empolamento adotado foi de 30%. O seu emprego permitiu referir os volumes de terraplenagem a uma unidade comum, ou seja, a unidade de volume do material escavado (corte), para os quantitativos de terraplenagem.

A tabela a seguir apresenta os volumes de corte e aterro empolado de cada uma das pistas projetadas. A partir destes dados foi desenvolvido o projeto de terraplenagem.

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA ARCO VIÁRIO DE CATALÃO Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050 Cálculo de Volumes de Terraplenagem					
Pista	Volume acumulado (m ³)		Diferença (m ³)	Compactação (m ³)	
	Corte	Aterro		95% P.N.	100% P.N.
Rotatória	55,20	4.270,76	4.215,56	2.277,38	1.007,82
Arco Viário	100.903,04	231.879,23	130.976,19	138.053,06	40.315,58
Total	100.958,24	236.149,99	135.191,75	140.330,45	41.323,39

3.2.10 Determinação das Distâncias de Transporte

As distâncias de transporte foram calculadas em projeção horizontal ao longo do eixo, entre os centros de gravidade das massas, inclusive para os empréstimos laterais.

Na compensação dos volumes será considerado, sempre que possível, o transporte dos materiais no sentido descendente.

As distâncias médias de transporte foram determinadas como indicado a seguir:

1. Segmentos de cortes e aterros compensados

Nesses segmentos, as distâncias médias de transporte foram calculadas utilizando-se o diagrama de massas, dividindo-se a área dos polígonos delimitados pelas horizontais de equilíbrio e pela linha do diagrama, pelo volume compensado, representado pela ordenada máxima no trecho considerado.

2. Segmentos de aterros sem compensação

Nesses segmentos, onde se evidencia a necessidade de empréstimos, as distâncias médias de transporte foram calculadas identicamente a dos trechos compensados longitudinalmente, fechando-se convenientemente, através de uma linha vertical, o polígono delimitado pela linha do diagrama e a horizontal de equilíbrio e adicionando, finalmente, a distância compreendida entre o centro de gravidade do empréstimo à extremidade mais próxima do segmento em questão.

3. Segmentos de cortes sem compensação

Nesses segmentos de terraplenagem, caracterizados por cortes sem compensação, ou seja, "bota-foras", as distâncias médias de transporte foram determinadas, para cada segmento, através de estudos realizados nos elementos do projeto geométrico (planta e perfil) para a determinação dos pontos mais convenientes à deposição dos materiais.

3.2.11 Orientação de Terraplenagem

A orientação de terraplenagem será apresentada em planilhas apropriadas contendo as seguintes informações:

- Listagem dos segmentos de terraplenagem, delimitados pelas suas estacas iniciais e finais;
- Volumes básicos (aterros e cortes compensados, empréstimos e bota-foras), distâncias médias de transporte e momento de transporte de cada volume básico;

- Volumes de escavação classificados em primeira, segunda e terceira categorias;
- Origem do material escavado, com indicação das estacas iniciais e finais, identificando a operação de terraplenagem;
- Destino do material escavado, com indicação das estacas iniciais e finais, identificando a operação de terraplenagem.

Para melhor visualização da orientação apresentada no quadro de distribuição de massas, serão elaborados desenhos esquemáticos (fluxogramas) da movimentação a ser feita, onde serão representados graficamente os diversos cortes e aterros existentes no projeto, com indicação dos volumes, distâncias de transporte, origens e destinos dos materiais relacionados aos aterros.

3.2.12 Instrução do Projeto de Terraplenagem

A operação de terraplenagem será executada em conformidade com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT.

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes dos cortes e dos empréstimos laterais especificados na distribuição de materiais. Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas com:

- ⇒ No corpo dos aterros, materiais de 1ª categoria que apresentem ISC > 4% e expansão < 2%, compactados na energia 95% Proctor Normal;
- ⇒ Nas camadas finais dos aterros (60 cm superiores), materiais de 1ª categoria com expansão < 2% e ISC igual ao utilizado no dimensionamento do pavimento, compactados na energia 100% Proctor Normal.

No quadro resumo de volumes, foi considerado para o volume total escavado o somatório dos volumes dos cortes, dos empréstimos e dos solos moles escavados.

O volume dos cortes é composto por duas parcelas distintas:

- Volume de corte para compensação longitudinal;
- Volume de corte para compensação lateral;

A distância média de transporte foi calculada somando os momentos de transporte e dividindo pelo volume total escavado, sem considerar a compensação lateral, sendo de 1,51 km. O volume médio escavado por km foi de 27.253 m³.

3.2.13 Quadro Resumo dos Serviços de Terraplenagem

A seguir é apresentado o quadro resumo de volumes de terraplenagem.

REF.	DESCRIÇÃO	VOLUMES (m³)			D.M.T. (km)	VOLUMES TOTAIS (m³)
		1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA		
1	VOLUME TOTAL ESCAVADO	240.371	-	-	1,51	240.371
2	VOLUME MÉDIO ESCAVADO POR KM	-	-	-	-	27.253
3	VOLUME TOTAL DE ATERRO EMPOLADO	-	-	-	-	236.150
4	VOLUME TOTAL DE ATERRO COMPACTADO	-	-	-	-	181.654
5	VOLUME COMPACTADO A 95% P.N.	-	-	-	-	140.330
6	VOLUME COMPACTADO A 100% P.N.	-	-	-	-	41.323
7	VOLUME DE CORTE (COMPENSAÇÃO LONGITUDINAL)	88.394	-	-	-	88.394
8	VOLUME DE CORTE (COMPENSAÇÃO LATERAL)	12.565	-	-	-	12.565
9	VOLUME DE EMPRÉSTIMO	135.192	-	-	-	135.192
10	VOLUME DE SOLO MOLE REMOVIDO (BOTA-FORA)	4.221	-	-	0,24	4.221
11	VOLUME DE RACHÃO PARA REFORÇO DE SUBLEITO	-	-	-	-	4.643

3.2.14 Apresentação dos Resultados

O Projeto de Terraplenagem é constituído dos seguintes elementos:

1. Seções transversais tipo de terraplenagem;
2. Quadro resumo de terraplenagem;
3. Quadro de compensação lateral;
4. Quadro de empréstimos laterais;
5. Quadro de distribuição de materiais de terraplenagem;
6. Fluxogramas de terraplenagem.

O perfil geotécnico indicando a constituição dos materiais a serem terraplenados é apresentado no Volume 02 – Projeto de Execução, no capítulo referente ao projeto geométrico.

As fichas de cubação com os volumes de terraplenagem calculados para o projeto são apresentadas no Volume 03C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento foram utilizadas metodologias oficiais e de conhecimento público, sendo estes os seguintes métodos:

- Método do DNER/79 (Eng^o Murilo Lopes de Souza)
- Método da Resiliência – TECNAPAV/94 (Eng^o Ernesto S. Preussler e Salomão Pinto)

3.3.1 Caracterização do Tráfego Atuante

A ação do tráfego sobre o pavimento é expressa pelo número de repetições do eixo-padrão de 8,2 toneladas, de acordo com as metodologias do Corpo de Engenheiros (USACE, 1962) e da AASHTO (1993).

Para fins de dimensionamento de pavimento será adotado o número N para 10 anos de projeto, sendo este de $2,96 \times 10^6$ pelo método da USACE e $8,22 \times 10^5$ pelo método da AASHTO.

3.3.2 Capacidade de Suporte do Subleito

O estudo do subleito foi apresentado no capítulo referente à Estudos Geotécnicos. De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT os materiais de subleito não podem apresentar expansão superior a 2% e o ISC deve ser maior ou igual a 2%. Em toda a amostra estudada não foi verificado em nenhum ponto de coleta tais condições, de forma que o subleito foi caracterizado como de boa condição para suporte do pavimento, não necessitando nem de substituição nem reforço.

Com base na análise estatística efetuada com os resultados obtidos para as sondagens de subleito, definiu-se como ISC de projeto o valor de 10,0%.

3.3.3 Materiais para Pavimentação

3.3.3.1 Material Granular

Conforme apresentado nos Estudos Geotécnicos foi selecionada uma jazida de material granular para uso nas camadas de base e sub-base.

Em função dos resultados obtidos nos Estudos Geotécnicos, o valor médio de ISC para os materiais in natura é de 45,72%, e quando melhorado com 2% de cimento o valor médio é de 123,86%.

Diante destas informações, considera-se que a sub-base será executada com material de jazida in natura estabilizado granulometricamente e para a camada de base será utilizado o material granular da jazida melhorado com a adição de 2% de cimento.

A adoção de camadas cimentadas proporciona à estrutura de pavimento um melhor desempenho devido a maior resistência mecânica. Esta situação leva à uma vida útil bastante superior.

Os principais benefícios da adoção das camadas cimentadas são:

- a. Maior rigidez da infraestrutura do pavimento e melhor desempenho;
- b. Maior vida útil;
- c. Deflexões baixas e consequente melhor desempenho das misturas asfálticas;
- d. Melhor aproveitamento do solo local com a redução da necessidade de material pétreo;
- e. Maior segurança do dimensionamento da estrutura de pavimento, principalmente para segmentos com tráfego elevado e com grande expectativa de tráfego desviado e gerado.

3.3.3.2 Materiais Pétreos

A Pedreira indicada nos Estudos Geotécnicos é denominada Pedreira Goyaz Britas. Esta é uma instalação comercial, devidamente licenciada, na qual os estudos realizados asseguram a disponibilidade de material para atendimento à obra, dentro das especificações necessárias. A distância até a estaca final do trecho é de 28,00 km e 32,30 km do canteiro de obras.

As britas serão usadas como agregados para os seguintes serviços de pavimentação:

- Micro-Revestimento Asfáltico
- Tratamento Superficial Duplo

3.3.3.3 Fornecimento de Materiais Betuminosos

As emulsões RR-1C E e RR-2C e o asfalto diluído CM-30, são provenientes da distribuidora de materiais betuminosos Disbral, localizada no município de Aparecida de Goiânia-GO. A distância desta distribuidora até o canteiro de obras, para onde serão levados o CM-30 e as emulsões asfálticas, é de 270 km.

3.3.4 Dimensionamento da Estrutura do Pavimento Flexível

Para o dimensionamento da estrutura de pavimento flexível foram utilizados os seguintes métodos:

- Método do DNER/79 (Engº Murilo Lopes de Souza)
- Método da Resiliência – TECNAPAV/94 (Engº Ernesto S. Preussler e Salomão Pinto)

A seguir são apresentados os resultados obtidos com ambos os métodos adotados para o dimensionamento da estrutura de pavimento flexível para as pistas projetadas do Arco Viário de Catalão.

Tabela 8: Dimensionamento do pavimento

Dimensionamento do Pavimento						
Materiais das Camadas e Coeficientes Estruturais						
Camada	Tipo		Origem	MR (Mpa)	ISC (%)	Coef.
Revestimento	TSD					2,00
Base	Solo melhorado 2% cimento		Jazida	350,00	>60	1,00
Sub-base	Solo estabilizado		Jazida	200,00	>20	1,00
Sub-leito	Solo Argiloso			100,00	10,0	0,71
DNER/79						
Número N10 (USACE)	Espessura Mínima do Revestimento		H ₂₀	H _n	Período de Projeto	
2,96E+06	R=	5,00	cm de CBUQ	27	40	10 anos
Base $R \times K_R + B \times K_B > H_{20}$				espessura calculada B =	espessura adotada 16	
Sub-Base $R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_S$				espessura calculada SB =	espessura adotada 16	
TECNAPAV						
Tipo do Solo do Subleito	2		$I_1 = 1$	$I_2 = 0$		
Deflexão Admissível	$\log D_{adm} = 3,148 - 0,188 \log N$				$D_{adm} =$	85,39
Espessura Mínima do Revestimento	$H_{CB} = -5,737 + (807,961/D) + 0,972 I_1 + 4,101 I_2$				$H_{CB} =$	4,7
Espessura Total do Pavimento	$H_T = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$				$H_T =$	40
Espes. Total da Camada Granular	$H_{CB} \times V_E + H_{CG} = H_T$				$H_{CG} =$	31
Valor Estrut. da Camada Betuminosa					$V_E =$	2,0
RESUMO						
Método	CBR sl %	Espessuras (cm)				
		Revest.		Base	Sub-base	Reforço
CBUQ	TSD					
DNER / 79	10,0	5,0		16,0	16,0	32,0
TECNAPAV	10,0	4,7		16,0	15,0	31,0
ADOTADO	10,0		2,5	16,0	16,0	34,5

De acordo com o tráfego estimado, o revestimento do pavimento calculado pelos métodos do DNIT deve ser executado em CBUQ, com espessura de 5,0 cm. Entretanto, como o tráfego considerado foi estimado, podendo ocorrer variação para mais, ou para menos, adotou-se uma solução de pavimentação por etapas, como indica o Manual de Pavimentação do DNIT.

Isto posto, para a implantação das obras, projetou-se as camadas granulares indicadas para o tráfego mais elevado. Já o revestimento, que de acordo com o tráfego estimado deveria ser em CBUQ, será neste primeiro momento executado com Tratamento Superficial Duplo, sobreposto por uma camada de Micro-Revestimento Asfáltico. Esta solução é muito eficiente, porém existe um limite de tráfego para a operação. De acordo com os Estudos de Tráfego, esta solução é eficaz até o quinto ano de projeto.

Para que a solução de pavimentação por etapas seja eficiente, deverá ser feito um monitoramento do tráfego anualmente a fim de se determinar o momento adequado para a execução de um reforço estrutural em CBUQ.

Diante do exposto, a solução estrutural adotada para as pistas do Arco Viário e interseções é a seguinte:

- **Revestimento:** será executado em Tratamento Superficial Duplo nas faixas de rolamento e acostamentos. Sobre o TSD, nas faixas de rolamento, será executada uma camada de Micro-Revestimento Asfáltico.
- **Base:** terá espessura de 16,0 cm, sendo a mesma composta por solo de jazida estabilizado com 2,0% de cimento;
- **Sub-base:** terá espessura de 16,0 cm, sendo composta por material granular de jazida estabilizado granulometricamente

A figura seguinte apresenta a seção transversal do pavimento projetado para a pista do Arco Viário e Interseções.

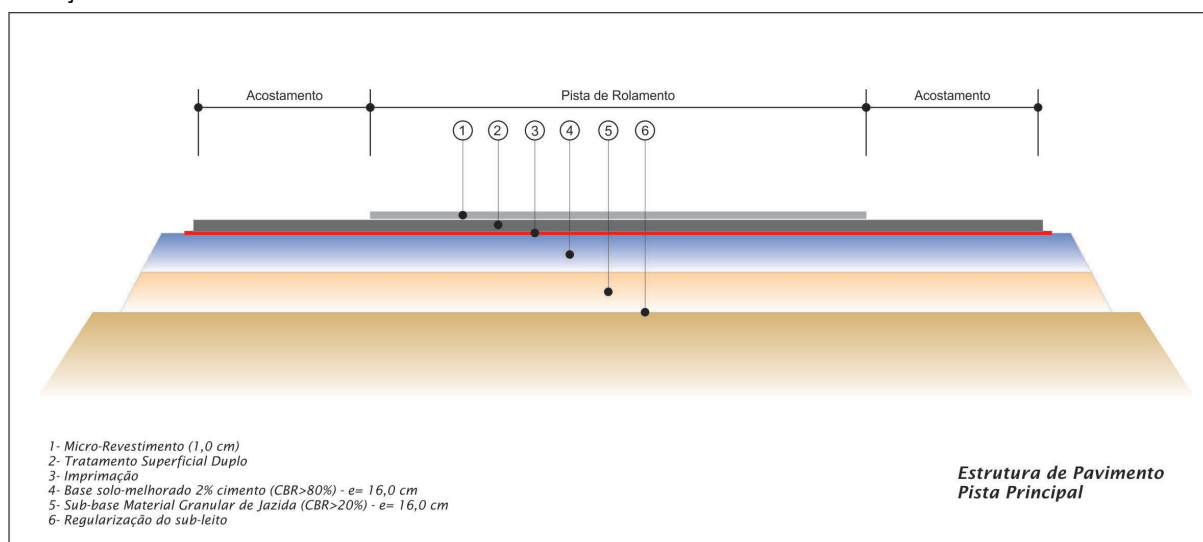


Figura 26: Estrutura de pavimento projetada para o Arco Viário e Interseção 01

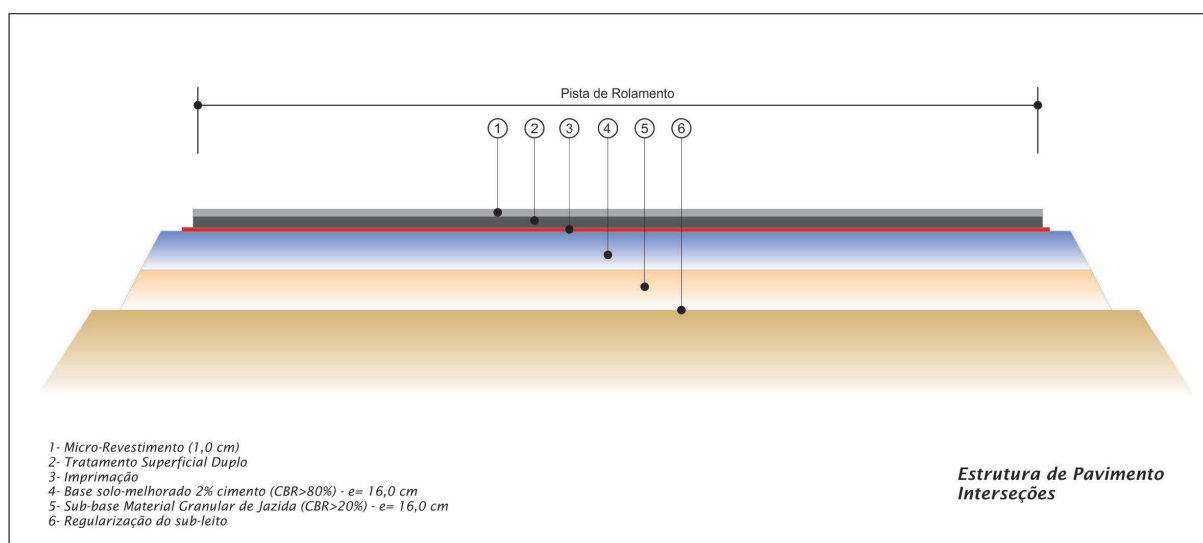


Figura 27: Estrutura de pavimento projetada para Interseções 01,02 e 03

3.3.4.1 Materiais

O material da camada de sub-base deverá apresentar ISC > 20%.

Para a camada de base, o projeto indica o uso de mistura de solo melhorado com 2% de cimento, devendo a mesma apresentar ISC > 80%.

A emulsão asfáltica a ser utilizada no TSD é do tipo RR-2C e no Micro-Revestimento Asfáltico é modificada por polímero.

Para a imprimação deverá ser utilizado CM-30

3.3.5 Quadros Complementares

3.3.5.1 Quadro Resumo de Quantitativos de Pavimentação

Quadro Resumo de Serviços de Pavimentação												
Pista	Extensão (m)	Regularização de Subleito (m²)	Sub-base (m³)	Base (m³)	Imprimação (m²)		Tratamento Superficial Duplo (m²)			Micro-Revestimento (m²)		
					área (m²)	CM-30 (t)	área (m²)	Agregado (m³)	RR-2C (t)	área (m²)	Agregado (m³)	RR-1C (t)
Arco Viário	8.800,00	123.200,00	18.585,60	18.022,40	107.360,00	128,83	105.600,00	2.608,32	316,80	61.600,00	616,00	86,24
Interseção 01	200,00	3.350,00	491,20	468,80	2.720,00	3,26	2.650,00	65,46	7,95	2.650,00	26,50	3,71
Interseção 02	120,00	2.550,00	373,44	356,16	2.064,00	2,48	2.010,00	49,65	6,03	2.010,00	20,10	2,81
Interseção 03	120,00	2.550,00	373,44	356,16	2.064,00	2,48	2.010,00	49,65	6,03	2.010,00	20,10	2,81
Interseção 04	120,00	2.550,00	373,44	356,16	2.064,00	2,48	2.010,00	49,65	6,03	2.010,00	20,10	2,81
Total	9.360,00	134.200,00	20.197,12	19.559,68	116.272,00	139,53	114.280,00	2.822,72	342,84	70.280,00	702,80	98,39

3.3.5.2 Cálculo de Distância de Transporte de Material Granular

CÁLCULO DE DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR - SUB-BASE											
Jazida	Distribuição do Material		Distribuição do Material		Pista	Volume material	DMT fixo	m³ x km (fixo)	DMT variável	m³ x km (variável)	DMT Total
	EST Inicial	EST Final	KM Inicial	Km Final							
J-1	0,00	429,00	0,00	8,58	ARCO VIÁRIO	26.256,26	6,00	157.537,54	4,29	112.639,34	10,29
Total						26.256,26		157.537,54		112.639,34	
						DMT Fixo (km) =>				6,00	
						DMT Variável (km) =>				4,30	
						DMT Total (km) =>				10,30	
CÁLCULO DE DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR - BASE											
Jazida	Distribuição do Material		Distribuição do Material		Pista	Volume material	DMT fixo	m³ x km (fixo)	DMT variável	m³ x km (variável)	DMT Total
	KM Inicial	Km Final	KM Inicial	Km Final							
J-1	0,00	429,00	0,00	8,58	ARCO VIÁRIO	25.427,58	6,00	152.565,50	4,29	109.084,34	10,29
Total						25.427,58		152.565,50		109.084,34	
						DMT Fixo (km) =>				6,00	
						DMT Variável (km) =>				4,30	
						DMT Total (km) =>				10,30	

3.3.5.3 Distância Média de Transporte

Quadro Resumo das Distâncias de Transporte										
Serviço	Material	Percurso		Transporte Local (DMT)			Transporte Comercial (DMT)			DMT total
		Origem	Destino	Fixo	Variável	Total	Fixo	Variável	Total	
Sub-base estabilizada sem mistura	Cascalho	Jazidas	Pista	6,00	4,30	10,30				10,30
Base solo melhorado 2% cimento	Cascalho	Jazidas	Pista	6,00	4,30	10,30				10,30
	Cimento	Comércio	Pista	0,00	4,30	4,30	15,00	0,00	15,00	19,30
Imprimação	CM-30	Distribuidora (MG)	Canteiro de Obras				270,00	0,00	270,00	270,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30				4,30
Tratamento Superficial Simples	Brita/Pedrisco	Pedreira	Canteiro de Obras				28,00	4,30	32,30	32,30
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30				4,30
	Emulsão RR-2C	Distribuidora (GO)	Canteiro de Obras				270,00	0,00	270,00	270,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30				4,30
Micro-Revestimento	Brita/Pedrisco	Pedreira	Canteiro de Obras				28,00	4,30	32,30	32,30
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30				4,30
	Emulsão RR-1C E	Distribuidora (GO)	Canteiro de Obras				270,00	0,00	270,00	270,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30				4,30
Diversos	Areia	Areal	Canteiro de Obras				0,60	4,30	4,90	4,90
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30			0,00	4,30
	Madeira, aço	Comércio	Canteiro de Obras				15,00	0,00	15,00	15,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	4,30	4,30			0,00	4,30

3.3.5.4 Linear de Distribuição de Material para Pavimentação

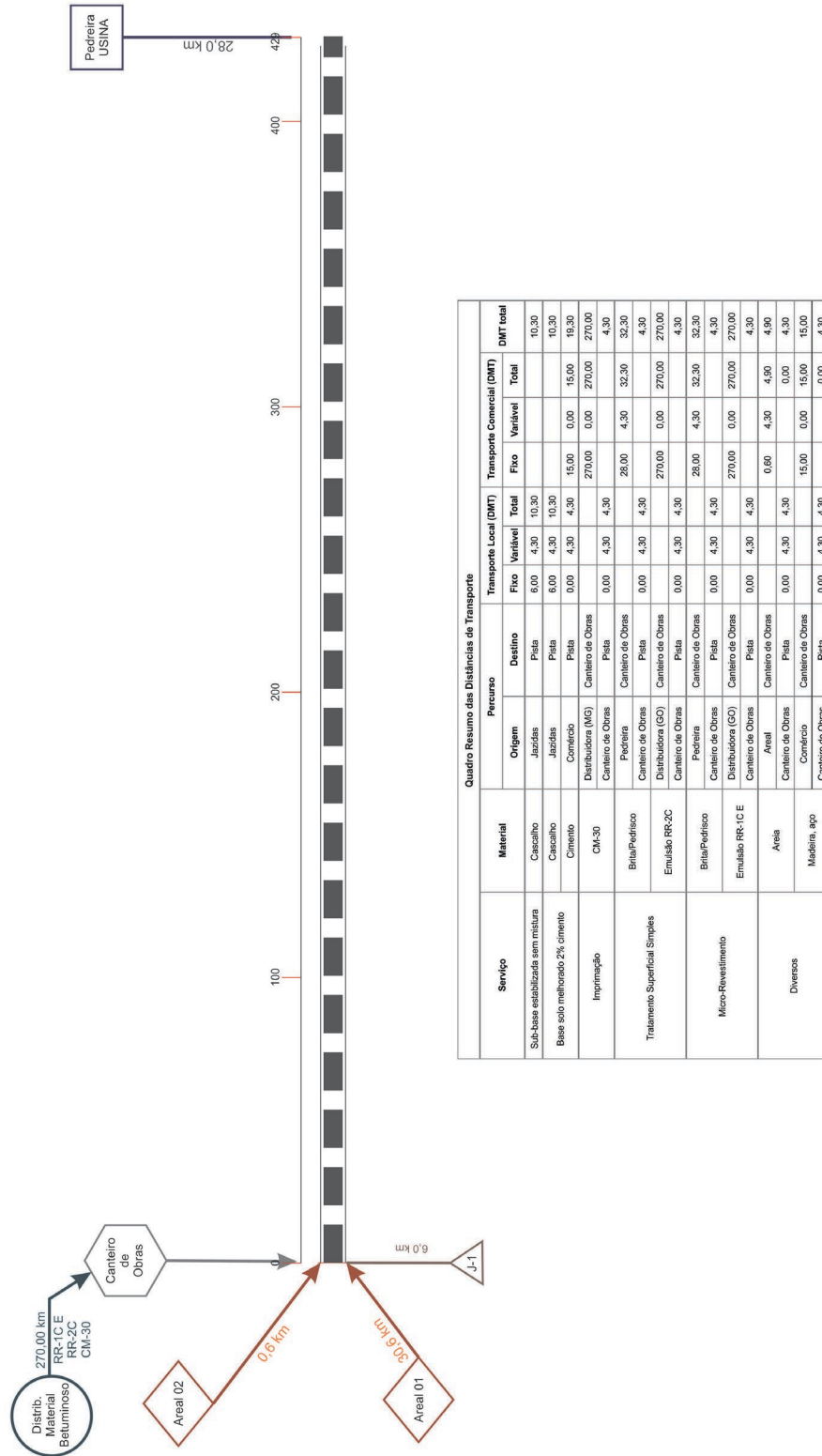


Figura 28: Linear de distribuição de materiais para pavimentação

3.4 PROJETO DE DRENAGEM

O sistema de drenagem de águas pluviais projetado para o Arco Viário de Catalão é composto por um conjunto de obras de engenharia que visam captar as águas que chegam à malha viária, por escoamento ou precipitação, conduzindo-as para local seguro de deságue, resguardando a estabilidade do maciço.

Foram projetados elementos de drenagem superficial, como meio-fio com e sem sarjeta, sarjetas de corte, valetas de proteção de aterro, entradas e descidas de d'água. Também foram adotados elementos de drenagem subterrânea, como drenos, nos trechos em corte, sendo projetados de acordo com a configuração do terreno.

O projeto em questão contempla a implantação de aproximadamente 9,0 km de rodovia, com três seções transversais, trechos em tangente, em curva e interseções. Foram feitas considerações sobre a declividade transversal das pistas, como forma de garantir o escoamento das águas, que é de suma importância para assegurar a trafegabilidade em momentos de tormenta.

Assim temos, que nos trechos com seção transversal em curva o abaulamento da pista ficou direcionado para o um dos lados, o lado interno das curvas é o mais baixo. E nos trechos com seção transversal em tangente e nas quatro interseções em nível foi considerado o abaulamento para os dois lados da pista, lado externo, o que favorece o sistema drenagem, com riscos mínimos de alagamento nas pistas de rolamento.

3.4.1.1 Meio-fio

Tem a função de captar e conduzir as águas precipitadas sobre a plataforma, evitando que ocorra erosão nos bordos das pistas, conduzindo-as para local seguro de deságue. Os meios-fios foram projetados em aterros com altura maior ou igual a 1,0m, os mesmos têm a função primordial de conduzir e disciplinar o escoamento na plataforma e permitir o encaixe com dispositivos de saída d'água com deságue controlado e seguro por descidas d'águas conjugadas a dissipadores.

Os dispositivos em questão deverão ser posicionados na faixa da plataforma contígua à pista, e apesar a da função principal ser de drenagem, em interseções, curvas, os mesmos foram projetados com função dupla: drenagem e proteção aos condutores por se tratar de trechos em curvas e mudanças de direção, além de servir como guia das possíveis trajetórias da rodovia para o motorista.

O dimensionamento destes dispositivos visa, basicamente, a determinação do seu comprimento limite crítico e o conseqüente espaçamento entre os pontos de coleta. Este comprimento crítico é obtido pelo quociente entre a capacidade de vazão da sarjeta e a vazão contribuinte.

Para o presente projeto foram adotadas meio-fio de aterro do tipo MFC-05, sem sarjeta, e do tipo MFC03, com sarjeta, conforme ilustração das figuras a seguir.

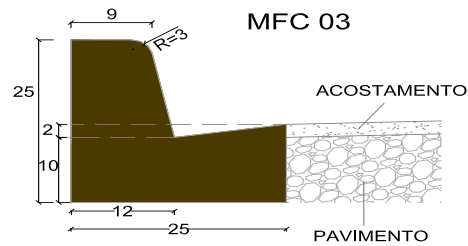


Figura 29: Meio-fio com sarjeta – MFC-03

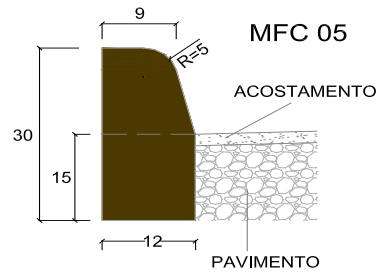


Figura 30: Meio-fio sem sarjeta – MFC-05

3.4.1.2 Sarjetas de Corte

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro; de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de aterro, ou então, para a caixa coletora de um bueiro de greide.

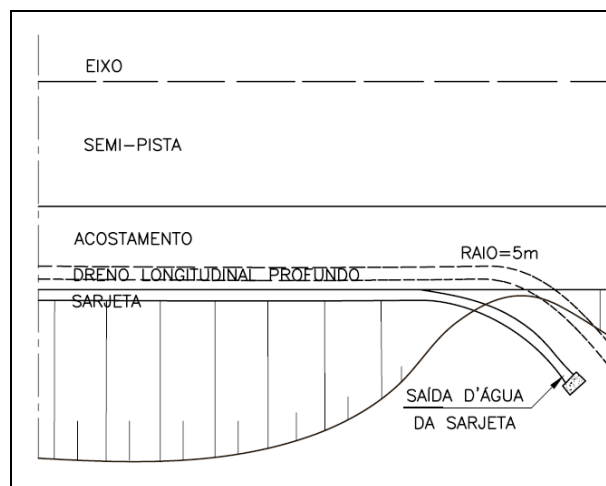


Figura 31: Saída de sarjeta

As sarjetas devem localizar-se em todos os cortes, sendo construídas à margem dos acostamentos, terminando em pontos de saída convenientes (pontos de passagem de corte para aterro ou caixas coletoras).

Para o presente projeto, projetou-se as sarjetas em cortes STC07 a partir de 30cm de altura e por todo o trecho em corte. Devido a algumas regiões do trecho possuírem grandes extensões de corte o comprimento limite da sarjeta STC07 não será suficiente para conduzir ao desague até um ponto de saída sem que haja o transbordamento do dispositivo, com isso foi proposto para estas regiões sarjetas de maior seção STC02.

A seguir a figura das sarjetas adotadas no projeto.

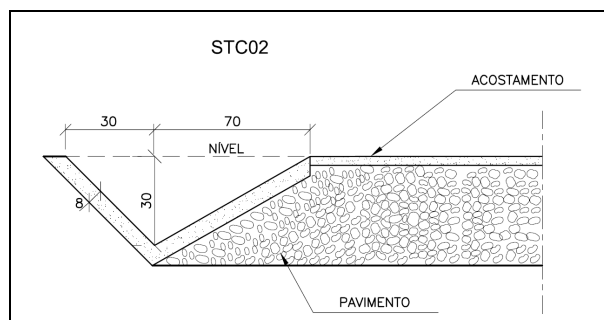


Figura 32: Sarjeta triangular de corte - STC02

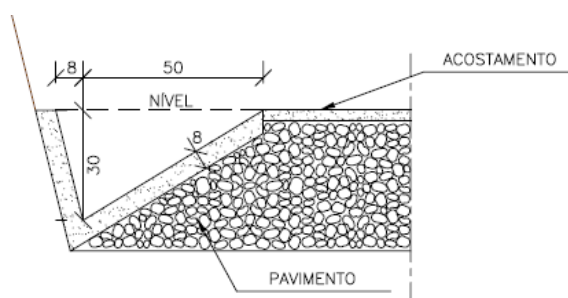


Figura 33: Sarjeta triangular de corte - STC07

3.4.1.3 Valetas de Proteção

As valetas de proteção têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir os taludes de corte e/ou aterro.

As valetas de proteção serão construídas em trechos com corte e/ou aterro com alturas maiores do que 1,5 m, onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo a estabilidade do corpo estradal.

Deverão ser localizadas proximamente paralelas às cristas dos cortes e/ou aos pés dos aterros, 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/ou pé do aterro e apiloado manualmente, conforme apresentado nas figuras a seguir.

As valetas foram projetadas com revestimento em grama, devido a pequena área de contribuição e baixa velocidade das mesmas, exceto nos locais onde foi necessário ligar dispositivos de saída d'água, onde foram projetadas valetas revestidas em concreto.

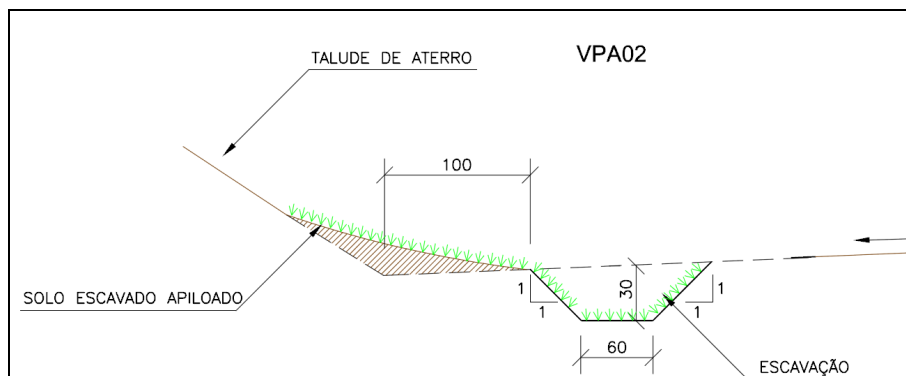


Figura 34: Valeta de Proteção de Aterro (Grama)

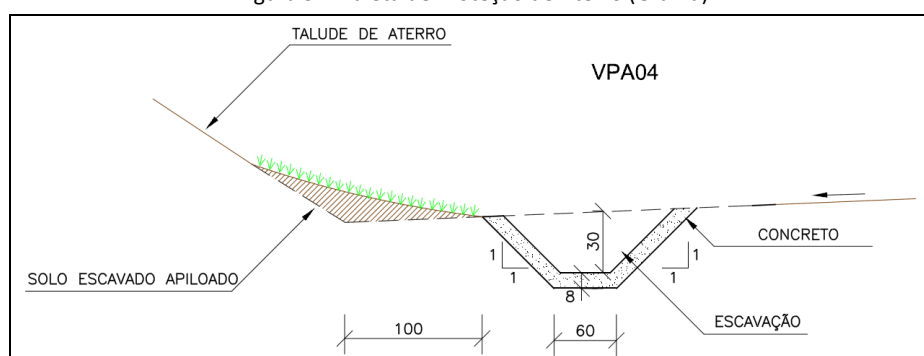


Figura 35: Valeta de Proteção de Aterro (Concreto)

O projeto do Arco Viário de Catalão possui uma particularidade em relação às valetas de corte. Como a concepção adotada para o projeto de terraplenagem foi considerar a execução de caixas de empréstimo laterais dentro da faixa de domínio em ambos os lados da pista projetada, essas caixas serão usadas com a função de valeta de proteção de corte.

Essas caixas de empréstimos apresentam 200 metros de extensão, com largura de 10 metros e 1 metro de profundidade, e funcionarão impedindo que as águas que correm das áreas adjacentes para dentro do corpo estradal, cheguem ao mesmo, protegendo a estrutura da rodovia projetada.

3.4.1.4 Entradas e Descidas D'água

As entradas e descidas d'água conduzem as águas captadas nas pistas até a sarjeta de canteiro central ou terreno natural.

Nos aterros, as descidas d'água conduzem as águas provenientes das sarjetas de aterro quando é atingido o comprimento limite destas, e nos pontos baixos, através das saídas d'água, desaguando no terreno natural.

Neste projeto foram adotadas entradas dos tipos de greide contínuo, com abertura somente em um dos lados acompanhando o caimento longitudinal e de ponto baixo, com abertura nos dois lados para a coleta de ambos os lados contribuintes ao mesmo ponto.

As descidas d'água adotadas neste projeto são do tipo lisa e em degraus, a locação de descida do tipo lisa foi realizada em pontos onde o talude era baixo, menor que 4 metros, sem risco de aceleração do escoamento e consequentes riscos estruturais. Já para as descidas com mais quatro metros optou-se por descidas em degraus para amortizar a aceleração do escoamento e proteger o pé do talude.

3.4.1.5 Dissipadores de energia

Dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

3.4.1.6 Drenagem Subterrânea

As obras de drenagem subterrânea têm a finalidade de sanar, ou minimizar, os efeitos prejudiciais da presença de águas subterrâneas no corpo estradal.

O projeto de drenagem subterrânea foi elaborado com base nos resultados das sondagens efetuadas nos cortes projetados e nos estudos topográficos. As sondagens efetuadas visaram a determinação da profundidade do lençol freático.

De um modo geral, há sempre a necessidade de manter o lençol freático à profundidade de 1,50 a 2,00 metros do subleito da via, dependendo do tipo de solo da área considerada.

3.4.1.6.1 Drenos Longitudinais Profundos

De acordo com Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT, os drenos profundos têm por objetivo principal interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito. Devem ser instalados nos trechos em corte, nos terrenos planos que apresentem lençol freático próximo do subleito, bem como nas áreas eventualmente saturadas próximas ao pé dos taludes.

Foram adotados o uso de drenos longitudinais profundos para corte em solo. Desta forma, adotou-se o seguinte dispositivo: DPS07 (dreno profundo em solo 07). Os deságues das linhas de dreno foram realizados em bocas de saída em concreto, BSD02.

A seguir, são apresentados os projetos-tipo desses dispositivos, de acordo com o Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT.

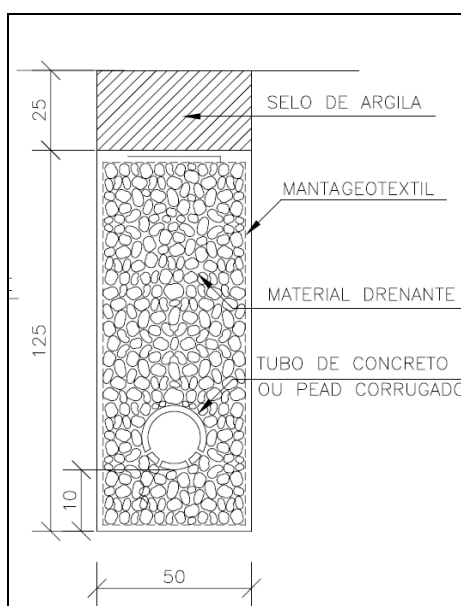


Figura 36: DPS07

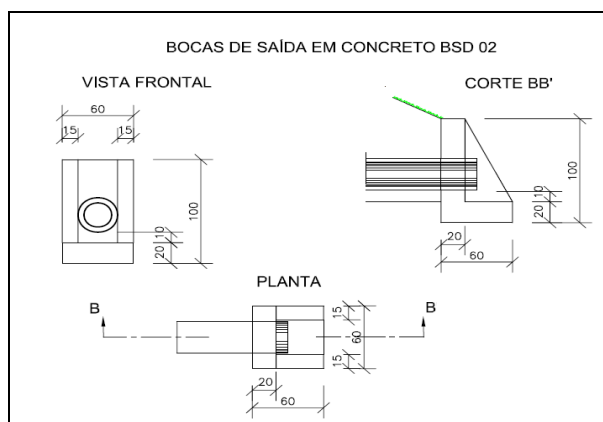


Figura 37: BSD02

3.4.2 Considerações de Projeto de Drenagem

3.4.2.1 Período de Retorno

Período de Retorno é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer.

Ao decidir-se que uma obra será projetada para uma vazão com Período de Retorno T, decide-se o risco que se pretende correr durante a vida útil da obra, levando em conta considerações econômicas, uma vez que, quanto maior o Período de Retorno, maiores as dimensões da obra e menores os riscos de que ela venha a falhar durante o período recomendado.

Quando houver a impossibilidade de decidir o Período de Retorno do ponto de vista econômico, são levados em consideração outros critérios como tempo de vida útil da obra, facilidade de ampliação e recuperação, tipo da estrutura, entre outros.

As dificuldades de se estabelecer objetivamente o Período de Retorno fazem com que a melhor maneira para a sua determinação seja a experiência profissional, junto ao bom senso. No caso das obras de drenagem urbana, adota-se geralmente Períodos de Retorno de 5 a 25 anos.

Para este projeto executivo ficou definido um Período de Retorno de 10 anos para os dispositivos de drenagem superficial.

3.4.2.2 Coeficiente de Run-Off

Do volume total precipitado sobre a bacia, apenas uma parte atinge a seção de vazão sob a forma de escoamento superficial. Uma outra parte está sujeita a infiltração e evaporação.

O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina de Coeficiente de Run-Off.

A parcela que se esco superficialmente depende basicamente das características da área onde se dará o escoamento (declividade, natureza e utilização do solo, etc.)

Devido a ocupação homogênea da área definiu-se um coeficiente médio para toda a área, a partir da adoção de coeficientes empíricos, obtidos da experiência de diversos estudiosos do assunto.

A definição do coeficiente a ser adotado também se apoiou na tabela abaixo, que apresenta valores em função do tipo de ocupação da área.

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO
Zonas verdes não urbanizadas e de proteção ambiental	0,10
Zonas especiais (pasto, hipódromo, cemitério)	0,30
Zona residencial de lotes amplos e zona residencial rarefeita	0,50
Zona de apartamentos e edifícios comerciais	0,60
Zona pavimentada	0,90

3.4.2.3 Tempo de Concentração

É o intervalo de tempo contado a partir do início da precipitação, para que toda a bacia hidrográfica correspondente passe a contribuir na seção em estudo. Corresponde a duração da trajetória da partícula de água que demora mais para atingir a seção considerada.

No Método Racional o tempo de duração da chuva deve ser feito igual ao tempo de concentração na bacia.

O Tempo de Concentração é constituído de duas parcelas:

$$T_c = t_i + t_p \quad \text{onde,}$$

T_c = tempo de duração em minutos;

t_i = tempo de escoamento superficial, em minutos;

t_p = tempo de percurso dentro da galeria, em minutos.

O valor mínimo para t_i foi de 5 minutos.

O tempo de percurso, t_p , foi definido em função das características hidráulicas, sendo:

$$t_p = L/60 V \quad \text{onde:}$$

L = comprimento do trecho, em m;

V = velocidade, em m/s.

3.4.2.4 Método de Cálculo

Para pequenas bacias de até 2 ha, que caracterizam as bacias da microdrenagem, foi utilizado o Método Racional. A simplicidade de sua aplicação e a facilidade do conhecimento e controle dos fatores a serem considerados o torna de uso bastante difundido no estudo das cheias de pequenas bacias hidrográficas.

3.4.2.5 Vazões de Projeto

O cálculo das vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem foi feito através da aplicação do Método Racional, no qual a vazão é determinada em função da precipitação, da área e das características de recobrimento da bacia, sendo expressa pela seguinte equação:

$$Q = 2,78 \times C_e \times C_d \times i \times A$$

onde,

Q = descarga de pico na seção considerada (l/s)

C_e = coeficiente de escoamento superficial (run-off)

C_d = coeficiente de distribuição

i = intensidade da chuva crítica (mm/h)

A = área que contribui para a seção (ha)

3.4.2.6 Área das Bacias

As áreas contribuintes de cada trecho da rede foram determinadas pela análise das plantas topográficas obtidas a partir do levantamento planialtimétrico da área em estudo, onde se observou a declividade do terreno, considerando toda a contribuição acrescida da contribuição da área lateral à faixa de domínio.

3.4.2.7 Intensidade Pluviométrica

Para determinação da precipitação utilizou-se o método da equação da curva IDF (Intensidade-Duração-Frequência) específica da região do Município de Catalão. Essa equação foi obtida por revisão bibliográfica de estudos realizados pelo Professor Dr. Alfredo Ribeiro da Costa (Universidade Federal de Goiás), onde o mesmo definiu equações de curvas IDF para 126 municípios de Goiás após análises de precipitações máximas locais, com parâmetros característicos de cada município.

A equação de chuva adotada nesse projeto foi escolhida por sua confiabilidade e pelas considerações específicas do município de Catalão. A mesma considera parâmetros locais, como declividade e tipo de solo, que favorece a credibilidade do método para o dimensionamento.

3.4.2.8 Velocidade de Projeto

Foram determinados valores mínimos e máximos para a velocidade de escoamento da água nos dispositivos de drenagem.

Os critérios adotados para determinarmos a velocidade mínima e máxima permissível para escoamento da água, tem como base o tipo de revestimento e declividade do dispositivo de drenagem (valetas, sarjetas e meios-fios com sarjetas).

Os dados existentes na bibliografia apresentam diversos valores para os limites de velocidade para o escoamento da água. A variedade das informações, com divergências nos valores sugeridos ou adotados, evidencia a importância do levantamento destes dados, reunindo-os e verificando suas origens e consistências. Assim a seguir está apresentado os valores sugeridos por Paschoal Silvestre (1983).

Material de revestimento	Velocidade (m/s)
Areia muito fina	0,23 a 0,30
Areia solta - média	0,30 a 0,46
Areia grossa	0,46 a 0,61
Terreno arenoso comum	0,61 a 0,76
Terreno silte-argiloso	0,76 a 0,84
Terrenos de aluvião	0,84 a 0,91
Terreno argiloso compactado	0,91 a 1,14
Terreno argiloso, duro, solo compactado	1,22 a 1,52
Cascalho grosso, pedregulho, piçarra	1,52 a 1,83
Rochas sedimentares moles - xistos	1,83 a 2,44
Alvenaria	2,44 a 3,05
Rochas compactadas	3,05 a 4,00
Concreto	4,00 a 6,00

Fonte: (Silvestre, 1983)

Para se evitar que haja sedimentação de material sólido em suspensão na água e que as condições de autolimpeza sejam preservadas a velocidade mínima de projeto se restringiu ao valor de $v = 0,75$ m/s. E a fim de se evitar danos, a velocidade máxima de projeto foi restringida ao valor de $v = 4,5$ m/s.

3.4.3 Cálculo do Comprimento Limite

A pista de rolamento projetada possui configuração com o caimento transversal de 2% para os lados de fora e em casos de curva, a caimento obedece a superelevação. A partir dessa consideração do projeto geométrico, os comprimentos limites são apresentados a seguir.

Dentre os dispositivos utilizados para o cálculo dos comprimentos limites, estão: meio-fio com sarjeta, sarjeta de corte, e valeta de proteção de aterro.

Considerou-se para todos os dispositivos um tempo de concentração máximo de 5 minutos e Tempo de Retorno de 10 anos, e como resultado dos cálculos, 186 mm/h para o cálculo hidráulico.

3.4.3.1 Meio-fio com sarjeta

MFC03

- ✓ Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia

$$Q_L = C \times i \times A \times 0,278$$

Q_L = vazão por metro linear ($m^3/s / m$)

C = coeficiente de escoamento superficial (0,8)

i = intensidade de chuva para $t_c=5$ min e $TR=10$ anos (mm/h)

A = área = $L \times l$ (km^2)

L = comprimento crítico da sarjeta (km)

I = largura do implúvio (km)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
Vazão Drenada por metro linear - Meio fio com sarjeta (Tangente)				
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km ²)		Q _L (m ³ /s)
		Seção (m)	Área (km ²)	
0,8	186	6	0,0060 xL	0,0002 xL

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
Vazão Drenada por metro linear - Meio fio com sarjeta (Curva)				
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km ²)		Q _L (m ³ /s)
		Seção (m)	Área (km ²)	
0,8	186	12	0,0120 xL	0,0005 xL

✓ Capacidade de vazão da sarjeta

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

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

z = 1 / 3,0 % (inverso da declividade transversal)

y = 0,03 e 0,07 (profundidade junto a linha de fundo, em m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
Capacidade de Vazão da Sarjeta				
i (%)	y	z	n	Q (m ³ /s)
15,0	0,040	6,67	0,015	0,032 xS ^{1/2}
15,0	0,030	6,67	0,015	0,014 xS ^{1/2}
2,0	0,030	50,00	0,015	0,109 xS ^{1/2}

✓ Cálculo da vazão Q0

$$Q_0 = Q_1 - Q_2 + Q_3, \text{ onde:}$$

Q0 = vazão utilizada no cálculo do comprimento limite do meio-fio com sarjeta;

Q1 = vazão da área de contribuição (triangular) que contempla o meio-fio com sarjeta e parte do acostamento da pista de rolamento;

Q2 = vazão da área de contribuição (triangular) que contempla a parte do Q1 excedente à área do meio-fio com sarjeta.

Q3 = vazão da área de contribuição que contempla o *acostamento da pista de rolamento.

✓ Cálculo dos comprimentos limites

$$C \times i \times A \times 0,278 = 0,375 \times z / n \times y^{8/3} \times S^{1/2}$$

$$0,0002 \times L = 0,109 \times S^{1/2}$$

Tabela 9 - Pista Esquerda Tangente

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA										
Pista Esquerda										
Comprimento Limite - Meio fio com sarjeta										
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	Comprimento Limite L (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)
0	5	4,00	0,0252	0,0064	0,0029	0,0217	102	4,2	100	4,1
86	87	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	51	2,1	20	0,8
148	153	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	51	2,1	50	2,1

Tabela 10 – Pista Esquerda Curva

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA										
Pista Esquerda										
Comprimento Limite - Meio fio com sarjeta										
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	Comprimento Limite L (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)
87	93	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	25	1,0	25	1,0
153	160	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	25	1,0	25	1,0
329	336	2,86	0,0213	0,0054	0,0024	0,0184	43	1,7	43	1,7

Tabela 11 - Pista Direita Tangente

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA										
Pista Direita										
Comprimento Limite - Meio fio com sarjeta										
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	Comprimento Limite L (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)
0	5	4,00	0,0252	0,0064	0,0029	0,0217	102	4,2	100	4,1
86	87	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	51	2,1	20	0,8
149	153	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	51	2,1	51	2,1
153	157	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	51	2,1	51	2,1

Tabela 12 - Pista Direita Curva

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA										
Pista Direita										
Comprimento Limite - Meio fio com sarjeta										
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	Comprimento Limite L (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)
87	88	1,00	0,0126	0,0032	0,0014	0,0109	25	1,0	20	0,8
285	294	3,27	0,0228	0,0058	0,0026	0,0196	46	1,9	46	1,9
294	308	4,46	0,0266	0,0068	0,0031	0,0229	54	2,2	54	2,2
433	440	6,02	0,0310	0,0079	0,0036	0,0267	62	2,5	40	1,6

3.4.3.2 Valeta de Proteção de Aterro

Para este dispositivo, levantou-se áreas específicas de contribuição por valeta, de acordo com o modelo digital de terreno das áreas lindeiras. Portanto, a seguir é apresentada uma tabela de todas as valetas de aterro com os respectivos dados de cálculo hidráulico para a definição do comprimento limite.

Para a determinação do comprimento limite, considerou-se as fórmulas abaixo:

✓ Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia

$$Q_L = C \times i \times A \times 0,278$$

Q_L = vazão por metro linear ($m^3/s / m$)
 C = coeficiente de escoamento superficial (0,300)
 i = intensidade de chuva para $t_c=5min$ e $TR=10$ anos (mm/h)
 A = área = $L \times l$ (km^2)
 L = comprimento crítico da sarjeta (km)
 l = largura do implúvio (km)

✓ **Capacidade de vazão da valeta**

$$Q = 1 / n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m^3/s)
 n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)
 n = coeficiente de rugosidade grama (0,030)
 A = área molhada da valeta (m^2)
 R = raio hidráulico (m)
 S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

✓ **Velocidade de escoamento da valeta**

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m^3/s)
 A = área molhada da valeta (m^2)
 V = velocidade de escoamento (m/s)

3.4.3.3 Sarjeta de Corte

STC02

✓ **Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia**

$$Q_L = C \times i \times A \times 0,278$$

Q_L = vazão por metro linear ($m^3/s / m$)
 C = coeficiente de escoamento superficial (variável – combinação de coeficientes)
 i = intensidade de chuva para $t_c=5min$ e $TR=10$ anos (mm/h)
 A = área = $L \times l$ (km^2)
 L = comprimento crítico da sarjeta (km)
 l = largura do implúvio (km)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA						
Arco Viário de Catalão						
PISTA DIREITA (STC 02)						
Vazão Drenada por metro linear - Sarjeta de Corte						
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km^2)				Q_L (m^3/s)
		Pista	Acostam.	Talude de Corte	Área (km^2)	
0,65	186	12,00	0,00	7,00	1,90E-05	0,00064

*Pista, e coeficiente de escoamento superficial variáveis de acordo com características pontuais.

✓ **Capacidade de vazão da valeta**

$$Q = 1/n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

A = área molhada da valeta (m²)

R = raio hidráulico (m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Sarjeta de Corte			
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA			
Arco Viário de Catalão			
PISTA DIREITA (STC 02)			
Capacidade de Vazão da Sarjeta			
Área Molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	n	Q (m ³ /s)
0,15	0,126	0,015	2,520 x S ^{1/2}

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA		
Arco Viário de Catalão		
PISTA DIREITA (STC 02)		
Velocidade de Escoamento		
Área Molhada (m ²)	Q (m ³ /s)	Velocidade de Escoamento (m/s)
0,15	2,520 x S ^{1/2}	16,799 x S ^{1/2}

✓ Velocidade de escoamento da valeta

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m³/s)

A = área molhada da valeta (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
PISTA DIREITA (STC 02)				
Comprimento Limite (Q/Q _L) - Sarjeta de corte				
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)
21	34	2,17	578	2,47
77	83	4,28	812	3,47

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
PISTA ESQUERDA (STC 02)				
Comprimento Limite (Q/Q _L) - Sarjeta de corte				
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)
22	35	2,17	578	2,47
76	83	4,28	812	3,47

STC07

✓ **Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia**

$$Q_L = C \times i \times A \times 0,278$$

Q_L = vazão por metro linear ($m^3/s / m$)

C = coeficiente de escoamento superficial (variável – combinação de coeficientes)

i = intensidade de chuva para $t_c=5\text{min}$ e $TR=10$ anos (mm/h)

A = área = $L \times l$ (km^2)

L = comprimento crítico da sarjeta (km)

l = largura do implúvio (km)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA Arco Viário de Catalão PISTA DIREITA (STC 07) Vazão Drenada por metro linear - Sarjeta de Corte						
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km^2)				Q_L (m^3/s)
		Pista	Acostam.	Talude de Corte	Área (km^2)	
0,65	186	12,00	0,00	7,00	1,90E-05	0,00064

✓ **Capacidade de vazão da valeta**

$$Q = 1 / n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m^3/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

A = área molhada da valeta (m^2)

R = raio hidráulico (m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Sarjeta de Corte PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA Arco Viário de Catalão PISTA DIREITA (STC 07) Capacidade de Vazão da Sarjeta			
Área Molhada (m^2)	Raio Hidráulico (m)	n	Q (m^3/s)
0,087	0,097	0,015	$1,227 \times S^{1/2}$

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA Arco Viário de Catalão PISTA DIREITA (STC 07) Velocidade de Escoamento		
Área Molhada (m^2)	Q (m^3/s)	Velocidade de Escoamento (m/s)
0,087	$1,227 \times S^{1/2}$	$14,109 \times S^{1/2}$

✓ **Velocidade de escoamento da valeta**

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m^3/s)

A = área molhada da valeta (m²)
 V = velocidade de escoamento (m/s)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
PISTA DIREITA (STC 07)				
Comprimento Limite (Q/Q _L) - Sarjeta de corte				
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)
7	21	2,17	282	2,08
58	77	4,28	396	2,92
169	181	7,22	514	3,79

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Arco Viário de Catalão				
PISTA ESQUERDA (STC 07)				
Comprimento Limite (Q/Q _L) - Sarjeta de corte				
Intervalo por estaqueamento		Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)
8	22	2,17	282	2,08
43	50	3,00	331	2,44
57	76	4,28	396	2,92
235	243	4,43	403	2,97
420	430	3,99	382	2,82

3.4.3.4 Valeta de proteção de aterro

VPA04

- ✓ Vazão a ser drenada por metro linear de valeta

$$Q_L = C \times i \times A \times 0,278$$

QL = vazão por metro linear (m³/s / m)

C = coeficiente de escoamento superficial (variável – combinação de coeficientes)

i = intensidade de chuva para tc=5min e TR=10 anos (mm/h)

A = área = L x l (km²)

L = comprimento crítico da sarjeta (km)

l = largura do implúvio (km)

VALETA DE CORTE						
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA						
Arco Viário de Catalão						
Vazão Drenada por metro linear - Valeta de Corte						
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km ²)				Q _L (m ³ /s)
		Pista	Acostam.	Talude de Corte	Área (km ²)	
0,400	186	0,00	0,00	10,00	1,00E-05	0,00021

✓ Capacidade de vazão da valeta

$$Q = 1 / n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

A = área molhada da valeta (m²)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA			
Arco Viário de Catalão			
Capacidade de Vazão da Valeta			
Área Molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	n	Q (m ³ /s)
0,27	0,146	0,015	4,992 x S ^{1/2}

✓ Velocidade de escoamento da valeta

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m³/s)

A = área molhada da valeta (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA							
Arco Viário de Catalão							
Comprimento Limite - Valetas de Corte e Aterro							
Intervalo por estaqueamento		Tipo	Bordo	Declividade Longitudinal S (%)	Comp. Limite L (m)	Velocidade (m/s)	Comp. Utilizado VPA/VPC L(m)
0 + 0,00	5 + 0,00	VPA02	E	3,60	4496,95	3,45	100
5 + 0,00	7 + 0,00	VPA04	E	2,25	3370,23	2,58	40
84 + 0,00	87 + 0,00	VPA02	E	5,07	5401,42	4,14	60
88 + 15,00	93 + 0,00	VPA02	D	8,27	6366,87	4,88	85
87 + 0,00	88 + 0,00	VPA04	E	9,20	7261,13	5,57	20
90 + 0,00	91 + 0,00	VPA04	E	12,61	8553,15	6,56	20
91 + 0,00	92 + 0,00	VPA02	E	12,03	8338,43	6,39	20
150 + 0,00	153 + 0,00	VPA04	D	7,12	6258,00	4,80	60
150 + 0,00	153 + 0,00	VPA04	E	7,15	6283,27	4,82	60
155 + 0,00	156 + 0,00	VPA04	D	7,41	6565,19	5,03	20
156 + 0,00	159 + 0,00	VPA02	D	9,05	7246,91	5,56	60
155 + 0,00	159 + 0,00	VPA04	E	8,83	7124,69	5,46	80
245 + 0,00	254 + 0,00	VPA02	E	4,11	4850,51	3,72	180
282 + 0,00	293 + 0,00	VPA02	E	5,82	5573,84	4,27	220
290 + 0,00	292 + 0,00	VPA02	D	4,32	4980,41	3,82	40
292 + 0,00	296 + 0,00	VPA04	D	2,19	3169,95	2,43	80
430 + 0,00	440 + 0,00	VPA02	E	1,64	2802,76	2,15	200

3.4.4 Apresentação do Projeto

A localização dos elementos de drenagem superficial e profunda projetados está apresentada no Álbum de Desenho (Volume 2), no capítulo referente ao Projeto de Drenagem. Além destes desenhos são apresentadas todas as notas-de-serviço dos dispositivos projetados.

3.5 PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES

O Projeto de Obras de Arte Correntes e Especiais consiste no dimensionamento de estruturas de drenagem para transposição de cursos d'água. Em sua função primordial, a drenagem de uma rodovia deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo estradal, captando-a e conduzindo-a para locais em que não mais afete a segurança daquele.

No caso da transposição de talvegues, essas águas pertencem a uma bacia e, por imperativos hidrológicos, têm que ser desviadas de maneira a não comprometer a estrutura da estrada. Esse objetivo é alcançado pela introdução de uma ou mais linhas de bueiros sob os aterros ou pela construção de pontes transpondo os cursos d'água, que se constituem nos obstáculos a serem vencidos pela rodovia.

3.5.1 Bueiros Celulares

O sistema de bueiros tem por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural de um lado para o outro do corpo estradal e, como dispositivo adicional, complementar a drenagem superficial quando indicado como bueiro de greide.

O projeto foi desenvolvido no sentido de dotar a rodovia de bueiros, cuja seção de vazão atendesse a chuva de projeto para o período de retorno estabelecido, sendo o dimensionamento hidráulico dos mesmos feitos como canal. Na adoção do tipo e dimensões, levou-se em conta, além do fator hidráulico, o fator econômico e imposições locais.

Os bueiros foram dimensionados a fim de se atender às vazões de projeto, calculadas e apresentadas nos Estudos Hidrológicos.

Esse dimensionamento obedeceu a seguinte sistemática:

1. Levantamento topográfico do local de implantação das obras definindo o posicionamento geométrico (ângulo de esconsidade), a declividade longitudinal e as condições de fundação;
2. Cálculo da vazão de projeto;
3. Escolha do tipo e dimensões da seção transversal;
4. Seleção final do projeto.

3.5.1.1 Definição Metodológica

Para alcançar o objetivo proposto, foram adotados os procedimentos metodológicos definidos pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006), que se constituiu assim como referência básica, tanto no que toca aos cálculos hidráulicos procedidos como na definição das obras tipo.

3.5.1.2 Dimensionamento dos Bueiros

A seleção das dimensões de bueiros capazes de satisfazer às descargas afluentes, que constitui a primeira etapa do dimensionamento, foi efetivada mediante análise das obras de aplicação usual. Desta forma, foi selecionado dimensões quadradas para os bueiros celulares para início do dimensionamento.

Em sequência, procedeu-se o dimensionamento hidráulico dos bueiros, considerando os mesmos trabalhando como canais, para os períodos de recorrência estabelecidos, utilizando-se a **Fórmula de Manning**, conjugada à **Equação da Continuidade**.

Finalmente, foram especificadas as obras em função das descargas admissíveis e das descargas de projeto, correspondentes às bacias de contribuição respectivas e determinadas nos Estudos Hidrológicos.

3.5.1.3 Declividade de Instalação

A declividade ideal para um bueiro é aquela que não produz sedimentação, nem velocidade excessiva ($V > 4,50\text{m/s}$) ou erosão no ponto de deságue, e que permita um menor comprimento.

Tendo em vista as declividades acentuadas dos bueiros, suas vazões são praticamente limitadas pela capacidade de captação das bocas. As declividades de instalações destes bueiros são as declividades médias dos talwegues naturais sob os aterros, de preferência com a menor esconsidade, desde que a velocidade de escoamento não ultrapasse a velocidade limite (velocidade inicial de erosão do material) estabelecida pelas normas.

Para os bueiros celulares de concreto adotou-se a velocidade limite igual a **4,5m/s**. Quando a velocidade no bueiro ultrapassar este valor, será sempre adotada a declividade correspondente à velocidade limite.

A situação ideal será sempre aquela em que o bueiro puder ser instalado com a maior declividade possível, tendo em vista a limitação da velocidade de escoamento, as condições topográficas e a necessidade de promover a autolimpeza nos bueiros (com aumento da velocidade da água nos tubos ou galerias).

Nos bueiros de pequena declividade, assim considerada a declividade que esteja abaixo, ou muito abaixo da crítica, elevamos, quando possível, a cota de montante, através de um acréscimo de terraplenagem, com intuito de promover o assentamento do bueiro com maior declividade.

Quando a velocidade de escoamento a jusante atingir velocidade acima da máxima permissível pelo material do canal de descarga, será prevista a construção de um dispositivo dissipador de energia junto a boca de jusante do bueiro.

3.5.1.4 Comprimento dos Bueiros

O comprimento de cada bueiro foi determinado pela aplicação do método do Prof. Altamiro Tibiriça Dias. Para isso foram determinadas:

- As cotas do topo e do fundo do bueiro;
- A declividade da linha do fundo;
- A cota do greide, dos bordos e dos off-sets;
- A esconsidade;
- A altura do aterro;
- A cota do greide e a seção de vazão.

3.5.1.5 Estrutural

Para o dimensionamento estrutural dos bueiros celulares foi considerada as especificações técnicas fornecidas pelo DNIT:

Tipo 1: aterro mínimo de 0,25 m e máximo de 1,00 m

Tipo 2: aterro mínimo de 1,00 m e máximo de 2,50 m

Tipo 3: aterro mínimo de 2,50 m e máximo de 5,00 m

Tipo 4: aterro mínimo de 5,00 m e máximo de 7,50 m

Tipo 5: aterro mínimo de 7,50 m e máximo de 10,00 m

Tipo 6: aterro mínimo de 10,00 m e máximo de 12,50 m

Tipo 7: aterro mínimo de 12,50 m e máximo de 15,00 m

3.5.1.6 Resultados Obtidos

Tendo em vista os resultados obtidos pelos Estudos Hidrológicos, no projeto de de transposições de talwegues, foi prevista a utilização de bueiros celulares de concreto. A tabela seguinte apresenta a localização, tipo e dimensão dos bueiros projetados, assim como, declividade e comprimento total.

RESUMO															
REFERÊNCIAS		TIPO DE OBRA		Características da Obra Projetada											
CÓD. BACIA	ESTACA	OBRA PROJETADA	TIPO DE TUBO	ALTURA ATERRO (m)	d (m)	LADO MONTANTE	DECLIV.	COTA FUNDO MONTANTE	COTA JUSANTE	ESCONSIDADE	EXTENSÃO MONTANTE (m)	EXTENSÃO JUSANTE (m)	EXTENSÃO TOTAL (m)	BOCAS (unid)	Caixa Coletora
1	88 + 1,22	BDCC 3,0x3,0	TIPO III	2,65	0,25	D	0,50%	826,98	826,86	30	12,0	12,0	24,0	2,0	não
2	154 + 0,42	BSCC 3,0x3,0	TIPO IV	6,20	0,30	D	0,50%	828,06	827,89	15	17,0	18,0	35,0	2,0	não
3	297 + 17,66	BDCC 3,0x3,0	TIPO IV	5,26	0,25	D	0,50%	828,46	828,30	30	15,0	17,0	32,0	2,0	não

3.5.2 Apresentação do Projeto

A localização dos elementos de transposição de talvegue projetados está apresentada no Álbum de Desenhos (Volume 02), no capítulo referente ao Projeto de Obra de Arte Corrente. Além destes desenhos são apresentadas todas as notas-de-serviço dos dispositivos projetados.

3.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

A sinalização a ser implantada no trecho obedecerá aos requisitos de engenharia de trânsito de forma a regulamentar o uso da via, advertir sobre perigos potenciais e orientar os usuários através de informações necessárias durante seu deslocamento. Para ser eficiente, a sinalização deverá preencher seus requisitos básicos, tais como visibilidade e legibilidade diurna e noturna, adotando-se símbolos, sinais e legendas dimensionadas em função da velocidade diretriz da via, que é de 80 km/h.

A sinalização é dividida em dois tipos:

- Vertical: composta por placas, sustentadas por colunas simples, dupla e braços projetados.
- Horizontal: inclui pintura no pavimento e aplicação de tachas.

A eficiência da sinalização depende principalmente dos seguintes fatores:

- ✓ Do seu posicionamento correto;
- ✓ Da transmissão da mensagem, a qual deverá ser clara e objetiva, a fim de evitar interpretações incorretas.

3.6.1 Metodologia

O sistema de sinalização foi elaborado de acordo com as seguintes publicações:

- ✓ Código de Trânsito Brasileiro (Edição 2005)
- ✓ Manual de Sinalização Rodoviária DNIT, edição 2010.
- ✓ Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Regulamentação Volume I- CONTRAN – 2007.
- ✓ Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Advertência Volume II- CONTRAN – 2014.
- ✓ Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Indicação Volume III- CONTRAN – 2014.
- ✓ Manual Brasileiro de Sinalização Horizontal Volume IV- CONTRAN – 2007;
- ✓ Guia Prático Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL (janeiro 2015);

3.6.2 Sinalização Vertical

A eficiência do projeto de sinalização vertical depende dos seguintes fatores:

- ✓ Colocação correta no campo visual;
- ✓ Propriedade e clareza da mensagem transmitida;
- ✓ Legibilidade;
- ✓ Entendimento por parte do condutor;

- ✓ Manutenção da mesma intensidade ao longo da via, a fim de dar condicionamento ao motorista;
- ✓ Antecipação da placa ao local da operação por esta indicada a fim de preparar o motorista para a sua próxima decisão.


Para que as placas promovam o efeito desejado é necessário que obedeçam a certos requisitos básicos sob o ponto de vista de projeto, localização, conservação e uniformidade.

A sinalização vertical é composta de placas e painéis, implantados nas margens da rodovia e/ou suspensos sobre ela.

No projeto em questão a sinalização vertical é constituída por:

3.6.2.1 Sinais de Regulamentação

Utilizam predominantemente a forma circular com exceção dos sinais R-1 e R-2, cor branca em seu fundo e cor vermelha em sua borda, têm como objetivo notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via.

Forma		Cor	
		Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Letras	Preta


Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

Figura 38: Características gerais

Devem ser instaladas fazendo um ângulo de 93º a 95 º em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltados para o lado externo da via, esta inclinação tem por objetivos assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais.

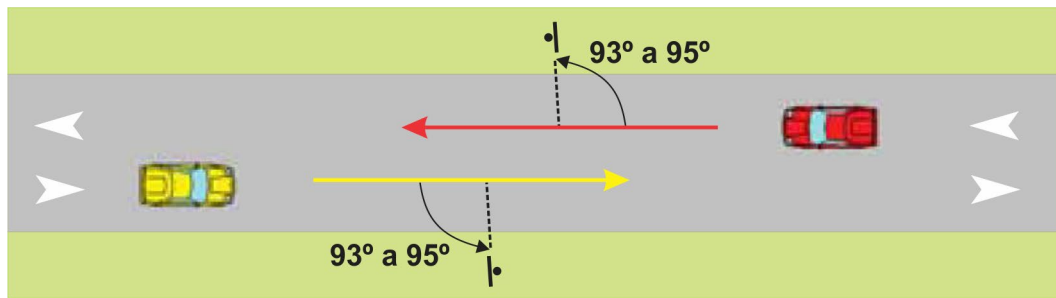


Figura 39: Posicionamento Longitudinal

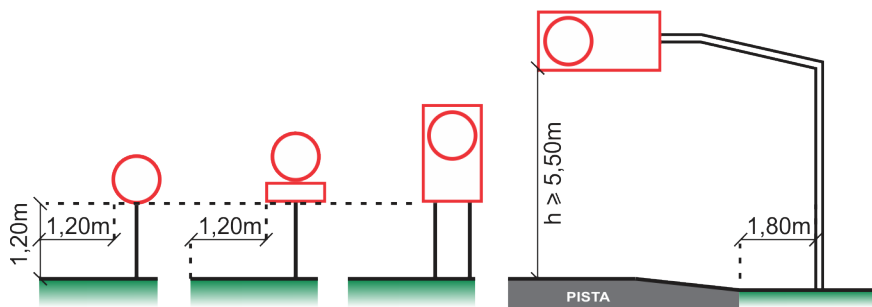


Figura 40: Posicionamento Transversal

3.6.2.2 Sinais de Advertência

Os sinais de advertência são utilizados sempre que se julgar necessário chamar a atenção dos usuários para situações permanentes ou eventuais de perigo na via ou em suas adjacências. Possuem a forma quadrada, com posicionamento definido por diagonal na vertical, trazem o fundo amarelo e o símbolo ou legenda na cor preta.

O posicionamento longitudinal e transversal segue as mesmas orientações apresentadas para os “sinais de regulamentação”.

3.6.2.3 Sinais de Indicação

São predominantemente retangulares, com posicionamento do lado maior na horizontal e fundo na cor verde, agrupados de acordo com os seguintes tipos:

✓ *Sinais Indicativos de Direção e Sentido;*

Tem como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de deslocamento, fornecendo-lhes as orientações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos.

✓ *Sinais Indicativos de Educação;*

Têm a função de educar o usuário da via quanto ao comportamento adequado e seguro no trânsito, através de mensagens que reforçam normas gerais de circulação e conduta. Possuem fundo e orla externa na cor branca, e na cor preta sua legenda, pictograma, orla interna e tarja.

Os sinais indicativos foram implantados nas aproximações de interseções, nas aproximações de retorno e nas áreas de nariz das saídas. A sustentação destas placas deverá ser feita por suporte duplo.

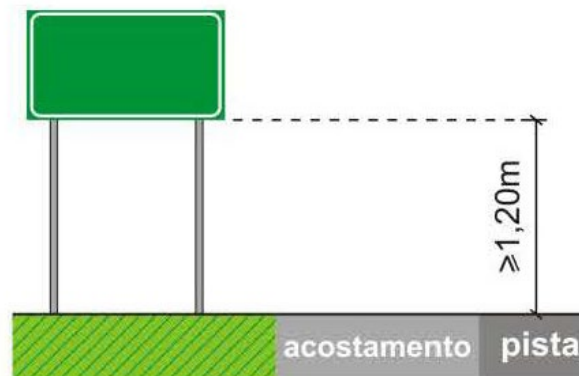


Figura 41: Posicionamento

3.6.2.4 Características Gerais

Padrões Alfanuméricos

Devem ser utilizadas as fontes de alfabeto e números do tipo Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings, séries “D” ou “E (M)”.

A sinalização vertical deverá ser confeccionada em material retrorefletido atendendo a ABNT NBR 14644 – Sinalização vertical viária Películas – Requisitos, não sendo permitido o uso de placas pintadas.

Chapas

Os substratos utilizados deverão ser chapas de aço zincado nº 16, chapas de alumínio com espessura de 2,0 mm ou chapas planas de poliéster reforçado com fibra de vidro conforme norma (ABNT NBR 13275).

As chapas terão a superfície posterior preparada com tinta preta fosca.

Os suportes metálicos serão de aço galvanizado ou de aço com proteção de tinta anticorrosiva.

Película

A película refletiva deverá ser constituída de microesferas de vidro aderidas a uma resina sintética. Deverá ser resistente as intempéries, possuir grande angularidade de maneira a proporcionar ao sinal as características de forma, cor, legenda e visibilidade sem alterações tanto a luz diurna, como à noite sob luz refletida.

3.6.2.5 Apresentação do Projeto

A sinalização vertical dimensionada e a sua localização estão apresentadas no Volume 02 – Projeto de Execução.

3.6.3 Sinalização Horizontal

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

A sinalização horizontal da pista em destaque, consistiu de:

- Linha de Bordo (LBO);
- Linha Simples Contínua (LMS-1);
- Linha Simples Contínua (LFO-1);
- Linha Simples Seccionada (LFO-2);
- Linha Dupla Contínua (LFO-3);
- Linha Contínua/seccionada (LFO-4);
- Linha de Continuidade (LCO);
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização do tráfego;
- Inscrições no Pavimento;
- Dispositivos Auxiliares – Tachas.

3.6.3.1 Linha de Bordo (LBO)

As linhas de bordo de pista delimitam a parte da pista destinada ao tráfego, separando-a dos acostamentos, das faixas de segurança ou do limite da superfície pavimentada, fornecendo aos usuários o trajeto a ser seguido. Estas linhas são contínuas e possuem cor branca com largura igual a 15 cm.

3.6.3.2 Linha simples Contínua (LMS-1)

É a linha de divisão de fluxos aplicadas sobre o limite entre as faixas de rolamento, com mesmo sentido de tráfego, com o objetivo de regulamentar as manobras de proibição de mudança de faixa e ultrapassagem. Foram utilizadas LMS-1 com comprimento de 30 m nas faixas de aceleração e desaceleração e com 15 m nas interseções (rotatórias) com “parada obrigatória”, com largura de 15 cm conforme velocidade regulamentada.

3.6.3.3 Linha Simples Contínua (LFO-1)

São linhas que dividem fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos. Estas linhas foram aplicadas nas interseções junto às marcações de parada obrigatória das estradas vicinais, são linhas simples contínuas e com largura igual a 10cm.

3.6.3.4 Linha Simples Seccionada (LFO-2)

As linhas simples seccionadas dividem fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos. Estas linhas foram aplicadas em trechos definidos por toda a extensão do arco viário, possuem cadência de 1:3, com 3 metros pintados para 9 metros livres e largura igual a 15cm.

3.6.3.5 Linha Dupla Contínua (LFO-3)

São linhas que dividem fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos. Estas linhas foram aplicadas em trechos definidos por toda a extensão do arco viário e nas interseções, são linhas duplas contínuas e paralelas com largura igual a 15cm e distância entre elas de 10cm.

3.6.3.6 Linha Contínua/Seccionada (LFO-4)

As linhas contínuas/seccionadas dividem fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem, a transposição e deslocamento lateral são proibidos ou permitidos. Estas linhas foram aplicadas em trechos definidos por toda a extensão do arco viário, são contínuas com largura de 15cm e seccionadas com cadência de 1:3, com 3 metros pintados para 9 metros livres e largura igual a 15cm, com distância de 10cm entre elas.

3.6.3.7 Linha de Continuidade (LCO)

É a linha que dá continuidade à LBO, nas entradas e saídas de pista, delimitando faixas de aceleração ou desaceleração, quando existem. É sempre tracejada, nas cores brancas ou amarelas, nesse projeto em específico foram usadas na cor branca, e sua largura deve ser a mesma da linha que a antecede.

Dimensões recomendadas para LCO:

VELOCIDADE v (km/h)	CADÊNCIA t : e	TRAÇO t (m)	ESPAÇAMENTO e (m)
$v \leq 60$	1 : 1	1,00	1,00
$V > 60$	1 : 1	2,00	2,00

Este tipo de linha foi aplicado nos taipers de aceleração e desaceleração, com comprimento variado, na proporção de 1:1 (do segmento pintado de 2,0 metros, para o interrompido de 2,0 metros), com largura de 15 cm.

3.6.3.8 Marcas transversais

Linha de Retenção (LRE)

As linhas de retenção têm a finalidade de reforçar a regulamentação da parada do sinal PARE. São posicionadas transversalmente à pista para qual elas se aplicam, ocupando toda a sua largura, ao lado correspondente sinal de regulamentação. A linha de retenção é contínua, pintada na cor branca com largura de 40 cm.

3.6.3.9 Linhas de Canalização

As linhas de canalização balizam alterações de percurso em áreas de confluência ou divergência de fluxo de tráfego (proximidade de nariz, alargamentos e estreitamentos de pista), orientando os usuários quanto à trajetória a ser seguida. Elas dão continuidade às linhas de eixo ou de bordo, delimitando áreas normalmente não trafegáveis (áreas neutras) e que devem ser preenchidas por linhas diagonais, formando as áreas zebradas.

As áreas zebradas têm como finalidade básica preencher áreas pavimentadas não trafegáveis, ou ainda de estreitamentos e alargamentos de pista (áreas neutras) e delimitadas ao menos por uma linha de canalização.

Estas áreas são compostas por linhas diagonais posicionadas em função do sentido do fluxo, de tal forma a sempre conduzir o veículo para a pista trafegável, e formando um ângulo igual ou próximo de 45°, e foram utilizadas em locais com convergência ou divergência de fluxos.

As dimensões são apresentadas no Volume 2, álbum de desenhos de sinalização como especificado no Manual de Sinalização do Horizontal do CONTRAN.

3.6.3.10 Marcações no Pavimento



Setas

As setas são marcações que suplementam as mensagens dos sinais de pré –indicação, empregadas para orientar os usuários de rodovias antecipando-lhes os movimentos que deverão realizar, as direções a serem seguidas, e o seu posicionamento na pista, permitindo assim ordena-los na faixa de rolamento e canalizar o fluxo de tráfego em locais com ampliação ou redução do número de faixas. Foram utilizadas no projeto

Setas Indicativas de Movimento (PEM)

Foram implantadas de acordo com o movimento as setas de “Siga em Frente ou à Direita”, pintadas na cor branca e cujas dimensões são apresentadas no álbum de desenhos tipo de sinalização.

Deve haver uma seta para cada faixa de rolamento, disposta segundo o sentido de fluxo ao qual é dirigida sua mensagem.



Legendas

Legendas são marcações no pavimento, na cor branca, compostas de letras e algarismos, utilizadas complementarmente à sinalização vertical, com a finalidade de orientar, advertir e regulamentar condições particulares de operação adiante sem que seja necessário, para isso, que o usuário desvie sua atenção da pista de rolamento. No projeto em questão foram utilizadas legendas de “PARE” e “DÊ A PREFERÊNCIA”.

3.6.3.11 Dispositivos Auxiliares

Os dispositivos auxiliares da sinalização horizontal são constituídos por superfícies refletivas aplicadas ao pavimento da rodovia, dispostas em geral ao lado das linhas pintadas, de modo a delimitar a pista, as faixas de rolamento e as áreas neutras (áreas zebradas), permitindo ao condutor melhores condições de operação, principalmente em áreas sujeitas a neblina ou a altos indicadores pluviométricos, ou em percursos à noite.

Os dispositivos auxiliares da sinalização horizontal utilizados em projeto são do tipo tacha monodirecional e bidirecional, na cor branca e amarela, possuindo a forma retangular com os elementos refletivos na cor branca/vermelha e também na cor amarela.

As tachas foram distribuídas considerando o intervalo de 1 tacha a cada 12,0 metros para aplicação no bordo, nas linhas de eixo uma tacha a cada 12,0 metros e 1 tacha a cada 1,60 metros para aplicação nas áreas zebradas.

3.6.3.12 Materiais

Tinta

Para proporcionar melhor visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva. Para utilização em projeto adotou-se pintura em resina acrílica, com espessura de 0,5 mm e durabilidade de 36 meses (3 anos) nas Marcas Longitudinais e Marcas de Canalização, nas Marcas Transversais e Inscrições no pavimento adotou-se termoplástico por aspersão-hot spray, com espessura de 1,5 mm e durabilidade de 24 meses (2 anos).

Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;

3.6.3.13 Apresentação do Projeto

A sinalização dimensionada e a sua localização são apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

3.7 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares tem como objetivo fornecer maior conforto e segurança aos motoristas, assim como retirar todas as interferências que inviabilizariam a execução do projeto, além de realizar a cobertura vegetal das áreas expostas e alteradas, promovendo sua estabilidade e interação com a paisagem. O projeto de obras complementares para o trecho em questão consiste dos seguintes serviços:

- Implantação de defesa metálica simples do tipo semimaleável, nos bordos de aterro com altura elevada (maior que 2,0m). Para o desenvolvimento dessa, foram obedecidas as orientações contidas na NBR-6971/2012 e NBR-15486/2016;
- Os terminais absorvedores de energia foram projetados no início e no término dos intervalos de defesa, pois, há possibilidade de impacto em ambas as extremidades, levando em consideração as características geométricas da rodovia (pista simples). O modelo de terminal proposto, nível P2 possui 3m de extensão e é indicado para trechos com velocidade entre 60 e 80km/h;
- Implantação de cerca com suporte de madeira para delimitação da faixa de domínio e das propriedades, conforme norma DNIT 099/2009 – ES, em substituição ou não de cercas existentes. Deverá ser feita em campo a ligação da cerca projetada com a cerca existente;
- Plantio de grama em mudas nas interseções em nível e hidrossemeadura nos taludes de corte e aterro;
- Nos talwegues interceptados pelo arco viário, foram projetadas obras de arte corrente para transposição, nessas três localizações foi proposto o replantio da vegetação alterada e/ou suprimida pela execução dos bueiros celulares ou do próprio corpo estradal;
- Foi proposta a remoção de cercas existentes inseridas na faixa de domínio projetada;
- Foi quantificada também, a remoção/relocação de um poste de rede elétrica de baixa tensão localizado na diretriz da rodovia.

3.7.1 Cadastro de Interferências

O poste da CELG considerado para relocação foi cadastrado quanto a sua localização geográfica. A tabela a seguir contém essa informação:

RELOCAÇÃO DE POSTE						
Estaca	Pista	Bordo	Dist. (m)	Coord E	Coord N	Quant. (un)
0 + 0,00	Interseção	BE	13,40	187.105,50	7.992.463,99	1,00
TOTAL Relocação de Poste (un)						1,00

3.7.2 Metodologia

O projeto de obras complementares foi desenvolvido seguindo as especificações:

- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – IPR-726 – 2006:
 - IS-217 Projeto de Dispositivos de Proteção (Defensas);
 - IS-218 Projeto de Cercas.
- Segurança no tráfego – Defensas Metálicas – Implantação NBR 6971/2012;
- Segurança no tráfego – Dispositivos de Contenção Viária – Diretrizes de Projeto e Ensaio de Impacto – NBR 15486/2016;
- Cerca de Arame Farpado – DNIT 099/2009-ES;
- Proteção do corpo estradal – Proteção vegetal – DNIT 102/2009-ES.

3.7.3 Defesa Metálica

As defensas são dispositivos de proteção contínuos, com forma, resistência e dimensões capazes de possibilitar que veículos desgovernados sejam reconduzidos a pista, sem brusca redução de velocidade, nem perda de direção, causando o mínimo dano ao veículo, aos ocupantes e ao próprio dispositivo.

A necessidade de adoção de defensas no projeto foi direcionada pelas observações relacionadas às condições da rodovia e características do tráfego. Dessa forma, foram dispostas nos bordos de aterro de altura elevada.

A altura de aterro necessária de dispositivo de proteção é definida com base na Figura 1 – Necessidade de proteção lateral em função de talude da NBR 15486/2016, que relaciona a declividade do aterro (V:H) e a altura do mesmo.

As defensas propostas em projeto são as do tipo simples semimaleáveis. Esse modelo tem o poste mais rígido que o da maleável, ficando a maior tendência de deformação nas lâminas e nos espaçadores simples. Nesse dispositivo o espaçamento entre postes é de 4 m.

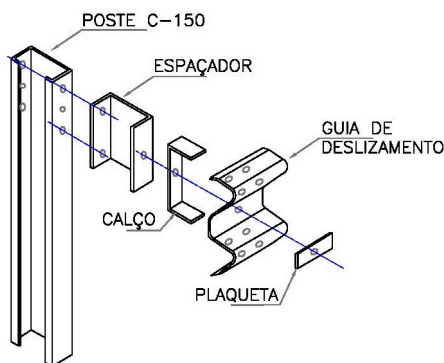


Figura 42: Defesa semimaleável simples

3.7.3.1 Materiais

Os perfis de aço conformado que constituem as guias de deslizamento, tais como: postes, espaçadores e calços; devem seguir os requisitos da NBR 6650. Os parafusos, porcas e arruelas devem ser de aço, de acordo com a NBR 8855 classe 4.6, NBR 10062 e classe 5 NBR 5871, respectivamente.

A forma, dimensões, tolerâncias e características de todos os elementos constituintes do conjunto da defesa, especificados na NBR 6971, são suficientes para proporcionar a montagem da defesa com todos os elementos previstos de ligação, assegurando a formação de conjunto, com capacidade de máxima absorção de energia cinética, sem verificar rompimentos ou projeções de fragmentos.

3.7.3.2 Equipamentos

Equipamentos mínimos para implantação de defensas metálicas:

- Caminhão para o transporte dos suportes e ferramentas;
- Bate-estacas pneumático;
- Compressor de ar;
- Chave de impacto ou torque variável;
- Ferramentas manuais;
- Equipamentos de sinalização de obras.

3.7.3.3 Execução

Os componentes das defensas não podem apresentar arestas ou cantos vivos voltados contra o fluxo de tráfego. Os elementos de fixação devem estar atrás das lâminas e se, ainda assim, houver possibilidade de atingir pessoas e veículos, devem ter suas formas baixas e arredondadas.

Os postes das defensas, devem ser enterrados $1100 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$, em aterro compactado. No caso de fixação em taludes, ou terrenos muito ondulados, os postes devem ter comprimento compatível com esta exigência.

As defensas metálicas devem ter os postes cravados no solo, por processo de percussão, assegurando um adequado atrito lateral.

As lâminas de uma defesa (face voltada para o tráfego) devem ser instaladas, sempre que possível, a 1,00m da linha de bordo da pista de rolamento, a fim de reduzir o efeito visual de restrição lateral, admite-se, o mínimo de 0,50m em vias rurais e 0,30m em vias urbanas.

As defensas devem ser instaladas, de preferência, paralelamente à diretriz da pista, quando não for possível manter o paralelismo entre as lâminas das defensas e a diretriz, ou quando a defesa, por qualquer razão, deve desviar-se lateralmente, os trechos não paralelos devem ser mantidos a uma relação aproximada de 11:1 para 80km/h, essa relação é para sistema semirrígido. Essa deflexão lateral deve ser contada a partir do eixo da via.

Quando constatada a necessidade de defesa dupla onda, essa deve ser implantada com altura de 0,75m, medida do seu bordo superior ao solo. As mudanças de altura de uma defesa, seja por razões do projeto ou devido a ancoragem, não devem ser bruscas. Devem observar um ângulo menor ou igual a $4^{\circ}30'$, entre o eixo superior das lâminas e o plano da pista, o que corresponde a uma relação aproximada de 1:12.

Devem ser preservadas as condições ambientais exigindo-se os seguintes cuidados:

- a) todo o material excedente de escavação, ou da própria execução do dispositivo, deve ser removido das proximidades dos serviços, cuidando-se para que não haja risco de que este possa ser conduzido para os cursos d'água locais, evitando assim o seu assoreamento;
- b) deve ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais;
- c) limpeza do terreno após a execução dos serviços.

3.7.4 Terminais de Dispositivos de Contenção Longitudinal

Todo sistema de contenção deve ser introduzido e encerrado de forma segura. Assim, todo terminal de dispositivo de contenção longitudinal que tenha a possibilidade de ser impactado deve ter características de minimizar os efeitos de impacto.

Para ser considerado seguro, um terminal não pode penetrar, fazer saltar ou capotar um veículo que impacte frontalmente ou em ângulo.

Se tratando de uma rodovia com velocidade superior a 59km/h faz-se necessária a implantação de terminal absorvedor de impacto. Se tratando ainda de uma rodovia com pista simples faz-se necessária também, a implantação de terminal tanto no início quanto no término dos segmentos de defesa, pois os veículos que trafegam no sentido oposto a elas podem atingi-las na sua extremidade final. De acordo com a classificação adotada pela NBR 15486/2016 o terminal de entrada e saída utilizado foi:

Terminal absorvedor de energia: terminal que ao ser impactado frontalmente, absorve a energia cinética do veículo errante, conduzindo-o a uma parada segura. No modelo proposto, ocorre também, o redirecionamento do veículo quando impactado em ângulo.

O terminal absorvedor de energia proposto, modelo Obex MT P2, foi ensaiado, para o nível de contenção P2 para até 80km/h, de acordo com a Norma Europeia EN 1317 parte 4.

3.7.5 Cercas de Arame Farpado

A implantação de cercas de arame farpado deve ser feita ao longo de toda a rodovia, exceto nas travessias de grandes cursos d'águas, entroncamento com outras estradas e nos pontos em que julgada desnecessária, ou substituída pela implantação de outro tipo de cerca ou dispositivo delimitador de faixa de domínio.

As cercas de madeira devem ser constituídas de mourões de suporte, mourões esticadores, mourões de escoras e de cinco fios de arame.

3.7.5.1 Dimensão e forma

Os mourões de madeira de suporte, esticadores e escoras devem receber tratamento para preservação, conforme fixado nas Normas DNER-EM 033/94 e NBR 9480/1986.

Os mourões de madeira de suporte e esticadores devem ser chanfrados no topo e aparados na base, ser isentos de fendas, reto e não devem apresentar defeitos que os inabilitem para a função.

Os mourões de madeira de suporte destinam a sustentar e a manter suficientemente indeslocáveis as fiadas de arame, paralelas entre si, fixadas em alturas determinadas. Devem apresentar diâmetro mínimo de 0,10m e comprimento de 2,10m.

Os mourões de madeira esticadores destinam ao esticamento das fiadas de arame farpado. Devem apresentar diâmetro mínimo de 0,15m e comprimento de 2,20m.

Os mourões de escora de madeira destinam ao reforço dos mourões esticadores.

O arame farpado, cordoalha formada por dois fios de aço zincado do mesmo diâmetro, enrolados em hélice, provida de farpas de quatro pontas, espaçadas regularmente, deve ter as características conforme fixado na Norma DNER-EM 366/97.

3.7.5.2 Equipamentos

Os equipamentos a serem utilizados são usualmente ferramentas manuais, como enxadão, trados, martelos, etc.

3.7.5.3 Execução

A localização da cerca de arame farpado deve ser definida por meio de localização topográfica, delimitando a faixa de domínio.

Para a implantação de uma cerca, deve ser feita a limpeza de uma faixa de terreno de 2,0m de largura, para possibilitar sua execução e conservação, bem como proteção contra fogo.

Os mourões devem ser alinhados e apurados e o reaterro de suas fundações compactado, de modo a não sofrerem deslocamento.

Devem ser fixados nos mourões cinco fios de arame, a partir de 0,15m do topo do mourão, com espaçamentos na sequência de 0,35m, 0,35m, 0,25m, 0,25m, 0,25m. É indicada a colocação de cinco fios, pois as cercas serão implantadas em área rural, dessa forma ela impede o acesso de gado de pequeno porte a rodovia. Os arames devem ser fixados aos mourões por meio de grampos de aço zincado.

Durante o esticamento dos fios, os mourões esticadores devem ser escorados.

Cravação dos mourões:

a) Os mourões de suporte de madeira devem ser cravados no terreno à profundidade de 0,50m e espaçados de 2,50m.

b) Os mourões esticadores de madeira devem ser cravados a cada 50,0m e nos pontos de mudança dos alinhamentos horizontal e/ou vertical da cerca, sempre à profundidade de 0,60m.

c) Cada mourão esticador deve ser apoiado por dois mourões de escora.

Devem verificar, através do documento de certificação do produto, se os mourões de madeira foram fabricados por empresa registrada no IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

E devem ser feitas também, inspeções visuais para verificar as características dimensionais, a forma, os acabamentos e o tratamento para preservação, rejeitando os que não estiverem de acordo com as características e normas acima.

3.7.5.4 Controle de execução

O controle de execução deve envolver quatro etapas: locação topográfica, limpeza do terreno, implantação dos mourões e colocação do arame.

3.7.5.4.1 Locação topográfica

Verificar se a locação topográfica para a instalação da cerca de arame farpado, delimitando a faixa de domínio, está sendo realizada conforme projeto específico.

3.7.5.4.2 Limpeza do terreno

Verificar se a limpeza do terreno está sendo executada com 2,0m de largura, tendo a linha de cerca como centro, com o cuidado de não danificar a marcação da locação topográfica.

3.7.5.4.3 Implantação dos mourões

a) Verificar se o posicionamento das cavas acompanha o alinhamento definido pela locação topográfica e se o espaçamento e a profundidade das cavas estão de acordo com o projeto.

b) Verificar se os mourões posicionados estão alinhados e aprumados.

c) Verificar se os mourões esticadores estão na distância prevista e nos pontos de mudança de alinhamento.

3.7.5.4.4 Colocação do arame farpado

a) Verificar se as distâncias entre fios, entre o fio superior e o topo do mourão e entre o fio inferior e o solo, estão de acordo com as citadas neste relatório.

b) Verificar se os dispositivos de fixação utilizados estão de acordo com o tipo de mourão: grampo de aço zincado para mourões de madeira e arame liso nos mourões de concreto.

3.7.6 Recuperação Vegetal

As obras rodoviárias causam alterações significativas na paisagem, através de modificação do relevo, remoção de cobertura vegetal ou mesmo intrusão visual em sítios paisagísticos relevantes.

O serviço de proteção de taludes e encostas deve visar a ação contra o efeito de agentes erosivos e processos de deslocamento de partículas finas de solo (assoreamento), que danificam ou reduzem a capacidade do sistema de drenagem superficial de proteção do corpo estradal ou favorecem a instabilidade geomecânica destes locais.

Além do processo citado, a preocupação com qualquer área exposta pertencente ao corpo estradal, fez com que para evitar processos erosivos nas interseções, adotasse como revestimento vegetal grama em mudas.

O plantio deve ainda, ser executado imediatamente após o uso da área ou a confecção do corpo estradal, para evitar degradação por processos erosivos através de exposição às intempéries.

O projeto desenvolvido visa ainda, preservar áreas ribeirinhas passíveis de degradação devido à implantação dos dispositivos de drenagem.

Nas áreas em que ocorreram travessias de cursos d'água e foi necessária a construção de bueiros celulares, deverá ser feita, após a execução da obra, a reconstituição do terreno natural e a revegetação de uma área mínima de 2400 m², às margens de cada curso d'água.

Além da recomposição das matas ciliares e proteção contra assoreamento, a arborização segundo as Instruções de Proteção Ambiental das Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais – IPR 713, promove

a reconstituição de corredores ecológicos existentes, dessa maneira contribui para manter ativo o fluxo de animais.

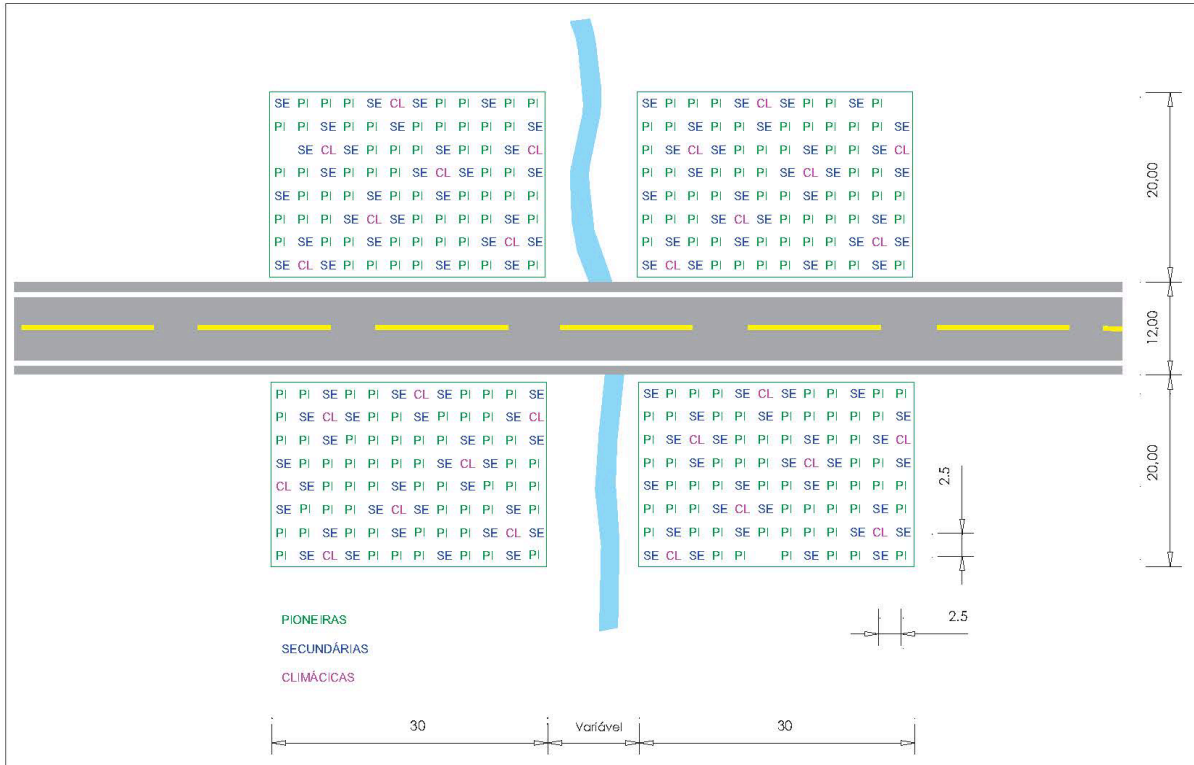


Figura 43: Modelo de revegetação de matas ciliares

Para uma recomposição rápida da vegetação ciliar dos cursos d'água deverá ser implantado o método de plantio simultâneo de espécies pioneiras, secundárias e climáticas.

O espaçamento entre covas deverá ser de 2,5 x 2,5m, devendo as covas ter dimensão de 0,60 x 0,60 x 0,60m para árvores e 0,40 x 0,40 x 0,40 para arbustos.

O plantio deverá ser realizado no início do período chuvoso, procedendo-se o coroamento das covas num raio de 0,50m e o estaqueamento das mudas, de acordo com a figura:

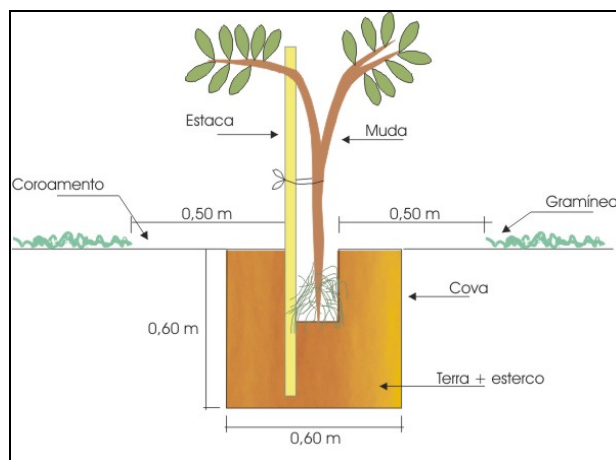


Figura 44: Modelo de plantio das mudas

Este modelo é baseado no modelo proposto por MACEDO, KAGEYAMA e R. COSTA (1993), sendo constituído por uma unidade de 13 plantas, na forma de um cruzeiro, sendo 8 (oito) pioneiras, distribuídas na borda da unidade e 5 (cinco) não pioneiras no interior da unidade. Das cinco não pioneiras, o indivíduo central é uma climácica, que fica circundada por quatro secundárias, de acordo com o esquema a seguir. Cada unidade desse modelo pode ser colocada nos locais abertos dentro da vegetação existente.

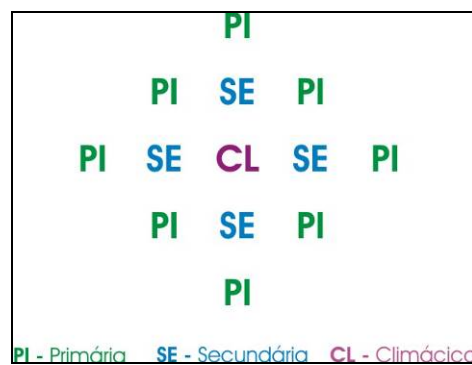


Figura 45: Modelo de método de plantio

Em uma unidade, excetuando o indivíduo central, os indivíduos dentro de cada grupo poderão ser formados por uma ou mais espécie.

A vantagem desse modelo é o controle individual do comportamento das espécies não pioneiras da parte central da unidade, principalmente da planta climácica. A restrição nesse caso é que a sua utilização se restringe às pequenas áreas sem vegetação.

3.7.6.1 Condições Específicas

Estas condições são estabelecidas pela norma DNIT 102/2009-ES e DNIT 073/2006-ES, são pertinentes a cada método de proteção vegetal das áreas degradadas ou sujeitas ao processo erosivo, seja mecanizado, manual ou a combinação de ambos, apresentando materiais, equipamentos, ferramentas e a execução para a proteção vegetal.

3.7.6.1.1 Insumos

Os materiais necessários à implantação da cobertura ou proteção vegetal são:

- a) Espécies vegetais – constituídas por sementes, placas e mudas;
- b) Corretivos naturais e fertilizantes orgânicos ou químicos – corrigem a acidez e a baixa fertilidade dos solos e seu uso contribui para o crescimento saudável das espécies vegetais;
- c) Camada orgânica superficial de solo natural – recomenda-se a estocagem da camada superficial do solo natural (aproximadamente 20cm) antes do início da obra, para ser empregada mais tarde nas áreas degradadas e nos dispositivos de controle de processos erosivos;
- d) Água para irrigação temporária das espécies plantadas nas áreas degradadas, para assegurar o sucesso do serviço;
- e) Dispositivos especiais de controle do processo erosivo – mantas ou telas vegetais biodegradáveis, grampos de fixação, bambus, estacas de madeira e pneus descartados.

3.7.6.1.2 Equipamentos

Os equipamentos necessários são:

- a) Tratores de pneus e implementos agrícolas para homogeneização dos solos, distribuição do material de plantio e seus implementos de apoio, tais como arado, grade, carreta e distribuidores agrícolas e sementes, adubos ou corretivos;
- b) Caminhão espargidor de hidrossemeadura, constituído de depósito tipo pipa convencional, dotado de eixo girador ou agitador para homogeneização de mistura semente, água, “mulch”, adesivo e adubos e bomba rotativa de alta pressão (2.500 r.p.m.) para aspersão da mistura;
- c) Caminhões basculante ou de carroceria, para transporte de materiais diversos;
- d) Equipamentos apropriados para irrigação temporária da vegetação plantada, principalmente com o uso de caminhões-pipa ou pela instalação de aspersores e depósitos nos locais de difícil acesso;
- e) Ferramentas manuais para regularização do solo e plantio, tais como: pá, picareta, enxada, enxada, cavadeiras, carrinho de mão, balde e demais do gênero.

3.7.6.1.3 Execução

- a) Atividades para proteção vegetal por hidrossemeadura:
 - Preparação do solo – regularização e limpeza da superfície;
 - Aplicação de corretivos, constituído de calcário dolomítico, manualmente a lanço em toda a área;
 - Preparo da solução – a solução é preparada no caminhão pipa espargidor;
 - Fertilizante de acordo com o padrão de adubação;
 - Sementes de acordo com a seleção planejada;
 - Adesivo – hidroasfalto na dosagem de 1.000 litros/ha, diluído em água na razão 1/20;
 - “Mulch” constituído de serragem de madeira, palha de arroz, na razão de 3 toneladas/ha;
 - Aplicação da solução – a solução preparada no caminhão pipa espargidor deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície, da ordem de 20.000 litros/ha;
 - Irrigação – se o plantio for executado no período seco do ano, deve-se irrigar a área com a quantidade de 10 litros/m² em intervalo de cinco dias até a germinação das sementes e seu pegamento, em forma de chuveiro leve e nas horas amenas do dia;
 - Manutenção – deve ser feita a adubação de cobertura após 6 meses do plantio, com a aplicação de 50 kg/ha de fósforo e 25 kg/ha de potássio, manualmente, a lanço ou com adubadeira tipo costal. Pode ser aplicada também, a adubação foliar líquida, com diluição dos fertilizantes em água, tal como a hidrossemeadura.
- b) Atividades para proteção vegetal por grama:
 - Preparação do solo – regularização e limpeza da superfície;
 - Incorporação de fertilizantes e corretivos na área regularizada;
 - Plantio das mudas de grama e sua fixação no solo por estacas;

- Irrigação – deve-se irrigar com 10 litros/m² em intervalo de cinco dias até a germinação, em forma de chuvisco leve e nas horas amenas do dia;
 - Manutenção – deve ser feita a adubação de cobertura vegetal após 6 meses do plantio, com a aplicação de 50kg/ha de fósforo e 25 kg/ha de potássio, manualmente, a lanço ou com adubadeira tipo costal.
- c) Atividades para proteção vegetal pelo plantio de mudas:
- Covas – escavação manual ou mecânica do solo, da ordem de 0,40 x 0,40 x 0,40m para arbustos e 0,60 x 0,60 x 0,60m para árvores, onde será depositada a mistura de solo orgânico, cal, adubo orgânico ou químico, complementada com solo natural e implantada a muda;
 - Adubos, fertilizantes e calcário - adubo orgânico constituído da mistura do solo orgânico natural (top soil) com esterco bovino ou avícola, curtido na proporção de 50% cada parte. Adubo químico NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) na proporção necessária e suficiente ao solo, em função da análise edáfica e pedológica do mesmo, bem como os nutrientes que completam a adubação necessária (enxofre, boro, etc.). Calcário dolomítico para correção da acidez do solo, na proporção necessária a elevação do pH do mesmo ao índice de 5,5, com aplicação máxima de 1,5 t/ha devido ao custo elevado além deste teto;
 - Adubação mínima - 150 g de calcário, 120 g de adubo químico - fórmula 10-20-10 (NPK) + 5 % de enxofre + micronutrientes (zinco e boro), 1.000 g de adubo orgânico como torta de mamona ou esterco de curral ou de galinheiro curtidos, mistura com solo retirado da cova e preparado 30 dias antes do plantio das mudas, usando solo vegetal ou orgânico o desenvolvimento das mudas será mais rápido;
 - Deverá ser feita uma irrigação mínima de 5 litros/cova, nas horas frescas do dia, até o pegamento das mudas. Elas devem ser irrigadas três vezes por semana no primeiro mês e duas vezes do segundo mês em diante. Três meses após o plantio deve ocorrer a recomposição das mudas mortas;
 - As mudas uma vez plantadas deverão receber pelo menos duas adubações por ano, nas quais devem ser utilizados fertilizantes químicos e orgânicos.

3.7.7 Apresentação do Projeto

Os desenhos ilustrativos e as respectivas notas-de-serviço das Obras Complementares são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

4 MEMÓRIAS DE CÁLCULOS DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇO

4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

4.1.1 Desmatamento, destocamento e limpeza (árvores com D < 15cm)

Área relativa ao desmatamento e limpeza da faixa compreendida entre os offsets mais 5 metros para cada lado. Para esse porte de árvores, foi considerado 90% da área total de desmatamento, uma vez que o trecho na sua maior parte atravessa áreas de pastagens.

$$\text{Área} = (441 \times 20) \times 40 \times 90\% = 317.520,00 \text{ m}^2$$

Desmatamento, Destocamento e Limpeza (árvores com D < 15cm)						
Estaca inicial	Estaca final	Largura (m)	Extensão (m)		Área (m ²)	
0	441	40,00	8.820,00		<u>317.520,00</u>	
Total					Desmatamento, Destocamento e Limpeza (árvores com D < 15cm)	317.520,00

4.1.2 Desmatamento, destocamento e limpeza (árvores com D > 15cm)

Área relativa ao desmatamento e limpeza da faixa compreendida entre os offsets mais 5 metros para cada lado. Para esse porte de árvores, foi considerado 10% da área total de desmatamento.

$$\text{Área} = (441 \times 20) \times 40 \times 10\% = 35.280,00 \text{ m}^2$$

Desmatamento, Destocamento e Limpeza (árvores com D > 15cm)						
Estaca inicial	Estaca final	Largura (m)	Extensão (m)		Área (m ²)	
0	441	40,00	8.820,00		<u>35.280,00</u>	
Total					Desmatamento, Destocamento e Limpeza (árvores com D > 15cm)	35.280,00

4.1.3 Carga, transporte e espalhamento de material de limpeza

Volume de material correspondente ao desmatamento e limpeza. A espessura de corte para limpeza foi de 20 cm e foi adotado um empolamento de 30%. O volume total de material de limpeza é de 91.728,00 m³. A distância de transporte considerada foi de 0,20 km, visto que o destino considerado são as caixas de empréstimo laterais executadas para os serviços de terraplenagem.

$$\text{Volume} = (317.520,00 + 35.280,00) \times 0,20 \times (1 + 30\%) = 91.728,00 \text{ m}^3$$

Carga, Transporte e Espalhamento de Material de Limpeza						
A espessura de corte para limpeza é de 20 cm. O empolamento deste material é de 30%						
Empolamento	Espessura (m)	Área (m ²)			Volume (m ³)	
30%	0,20	352.800,00			91.728,00	
Total					Carga, Transporte e Espalhamento de Material de Limpeza	91.728,00

4.1.4 Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria

Volume de material correspondente às atividades de terraplenagem para a compensação longitudinal dos aterros, contemplando os materiais de 1ª categoria dos cortes e dos empréstimos laterais.

O quadro abaixo apresenta a distribuição dos materiais de 1ª categoria com relação às distâncias de transporte.

Material de 1ª Categoria		
DT (m)		Volume (m ³)
<= 50		12.564,70
> 50 <= 200		-
> 200 <= 400		15.273,18
> 400 <= 600		6.499,47
> 600 <= 800		22.473,54
> 800 <= 1000		23.180,46
> 1000 <= 1200		19.142,56
> 1200 <= 1400		16.328,82
> 1400 <= 1600		22.212,81
> 1600 <= 1800		6.000,00
> 1800 <= 2000		23.559,94
> 2000 <= 3000		44.640,42
> 3000 <= 5000		24.274,09
> 5000		-
Total	Material de 1ª Categoria	236.149,99

4.1.5 Escavação, carga e transporte de solo mole

Corresponde ao volume de solo mole que foi removido dos locais indicados no projeto de terraplenagem. Esse volume foi determinado pela análise dos estudos geotécnicos e geológicos, considerando-se a escavação de, no mínimo, 1,00 m de solo mole nos locais determinados, ao longo de toda a largura entre os offsets do corpo estradal.

O quadro abaixo apresenta os locais das ocorrências de solo mole, com as respectivas larguras e espessuras consideradas.

SOLO MOLE

ESTACAS		DISCRIMINAÇÃO	ESPESSURA (m)	LARGURA (m)	VOLUME (m³)
87	89	SOLO MOLE	1,00	27,21	1.088,31
152	154	SOLO MOLE	1,00	36,98	1.479,09
296	298	SOLO MOLE	1,00	41,34	1.653,59
TOTAL					4.220,99

O quadro abaixo apresenta a distribuição dos materiais referentes aos solos moles escavados e destinados a bota-fora, com relação às distâncias de transporte.

Solo Mole		
DT (m)		Volume (m³)
<= 200		1.653,59
> 200 <= 400		2.567,40
> 400 <= 600		-
> 600 <= 800		-
> 800 <= 1000		-
> 1000		-
Total	Solo Mole	4.220,99

4.1.6 Compactação mecânica de aterros a 95% Proctor Normal

Corresponde ao volume do corpo de aterro, devendo ser compactado a 95% Proctor Normal e considerando um empolamento de 30%.

$$\text{Compactação a 95\% P.N.} = 182.429,58 / (1+30\%) = 140.330,45 \text{ m}^3$$

4.1.7 Compactação mecânica de aterros a 100% Proctor Normal

Corresponde ao volume das camadas finais do aterro (60 cm superiores), devendo ser compactado a 100% Proctor Normal e considerando um empolamento de 30%.

$$\text{Compactação a 100\% P.N.} = 53.720,41 / (1+30\%) = 41.323,39 \text{ m}^3$$

4.1.8 Acabamento e recomposição de empréstimos

Corresponde à recomposição dos empréstimos laterais que foram explorados no projeto. O volume total de empréstimo utilizado foi de 135.191,75 m³. A profundidade média de escavação foi de 1,50 m.

$$\text{Acabamento e recomposição de empréstimos} = 135.191,75 / 1,50 = 90.127,83 \text{ m}^2$$

Empréstimo			
Compensação longitudinal (m ³)	Profundidade (m)		Área (m ²)
135.191,75	1,50		90.127,83
Total	Empréstimo		90.127,83

4.1.9 Estabilização de solo com baixa capacidade de suporte com rachão

Corresponde ao volume de rachão utilizado na reposição dos volumes removidos de solos moles. Foi adotado um fator de correção de 10%, de modo a contemplar possíveis perdas do material durante a execução dos serviços.

$$\text{Estabilização de solo com rachão} = 4.220,99 \times (1+10\%) = 4.643,09 \text{ m}^3$$

Rachão			
Substituição de solos moles (m ³)	Fator de correção		Volume (m ³)
4.220,99	10%		4.643,09
Total	Rachão		4.643,09

4.1.10 Transporte comercial de rachão

Corresponde ao transporte comercial de rachão desde a pedreira até o canteiro de obras, sendo de 32,30 km.

4.1.11 Transporte local de rachão

Corresponde ao transporte local de rachão desde o canteiro de obras até os locais determinados no projeto, sendo de 4,30 km.

4.2 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.2.1 Regularização do Subleito

Regularização do subleito								
O sub-leito deverá ser executado na largura do revestimento acrescido de 1,0 m para cada lado, exceto nas faixas de mudança de velocidade, cujo acréscimo será em apenas um lado								
Segmento nº	L revestim (m)	Adicional (m)	L sl (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Área (m²)
Arco Viário	12,00	2,00	14,00	8.800,00	0	440		123.200,00
Interseção 01	8,00	2,00	10,00	200,00			Interseção 01 - EST 00	2.000,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	1,00	4,50	300,00			Interseção 01 - EST 00	1.350,00
Interseção 02	8,00	2,00	10,00	120,00			Interseção 02 - EST 133+10,0	1.200,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	1,00	4,50	300,00			Interseção 02 - EST 133+10,0	1.350,00
Interseção 03	8,00	2,00	10,00	120,00			Interseção 03 - EST 203+15,0	1.200,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	1,00	4,50	300,00			Interseção 03 - EST 203+15,0	1.350,00
Interseção 04	8,00	2,00	10,00	120,00			Interseção 04 - EST 312+15,0	1.200,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	1,00	4,50	300,00			Interseção 04 - EST 312+15,0	1.350,00
Total	Regularização do subleito							134.200,00

4.2.2 Sub-base

Sub-base								
O quantitativo de sub-base foi obtido pela área do trapézio (largura da inferior da sub-base, largura inferior da base, espessura da camada) multiplicado pela extensão do trecho								
Pista	L maior (m)	L menor (m)	Espessura (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Volume (m³)
Arco Viário	13,40	13,00	0,16	8.800,00	0	440	-	18.585,60
Interseção 01	9,40	9,00	0,16	200,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	294,40
Faixas de Mudança de Velocidade	4,20	4,00	0,16	300,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	196,80
Interseção 02	9,40	9,00	0,16	120,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	176,64
Faixas de Mudança de Velocidade	4,20	4,00	0,16	300,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	196,80
Interseção 03	9,40	9,00	0,16	120,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	176,64
Faixas de Mudança de Velocidade	4,20	4,00	0,16	300,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	196,80
Interseção 04	9,40	9,00	0,16	120,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	176,64
Faixas de Mudança de Velocidade	4,20	4,00	0,16	300,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	196,80
Total	Sub-base							20.197,12

4.2.3 Base

Base								
O quantitativo de base foi obtido pela área do trapézio (largura superior da sub-base, largura superior da base, espessura da camada) multiplicado pela extensão do trecho. A largura de topo é igual a largura da imprimação + 0,20m para cada lado, exceto nas faixas de mudança de velocidade, cujo acréscimo será apenas em um lado								
Pista	L maior (m)	L menor (m)	Espessura (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Volume (m³)
Arco Viário	13,00	12,60	0,16	8.800,00	0	440	-	18.022,40
Interseção 01	9,00	8,60	0,16	200,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	281,60
Faixas de Mudança de Velocidade	4,00	3,80	0,16	300,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	187,20
Interseção 02	9,00	8,60	0,16	120,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	168,96
Faixas de Mudança de Velocidade	4,00	3,80	0,16	300,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	187,20
Interseção 03	9,00	8,60	0,16	120,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	168,96
Faixas de Mudança de Velocidade	4,00	3,80	0,16	300,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	187,20
Interseção 04	9,00	8,60	0,16	120,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	168,96
Faixas de Mudança de Velocidade	4,00	3,80	0,16	300,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	187,20
Total	Base							19.559,68

4.2.4 Imprimação

Imprimação								
A imprimação deverá ser executada na largura do revestimento + um acréscimo de 10 cm para cada lado, exceto nas faixas de mudança de velocidade, cujo acréscimo será em apenas um lado								
Pista	L pista (m)	Variação (m)	L imprim. (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Área (m²)
Arco Viário	12,00	0,10	12,20	8.800,00	0	440	-	107.360,00
Interseção 01	8,00	0,10	8,20	200,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	1.640,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,10	3,60	300,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	1.080,00
Interseção 02	8,00	0,10	8,20	120,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	984,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,10	3,60	300,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	1.080,00
Interseção 03	8,00	0,10	8,20	120,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	984,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,10	3,60	300,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	1.080,00
Interseção 04	8,00	0,10	8,20	120,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	984,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,10	3,60	300,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	1.080,00
Total	Imprimação							116.272,00
	CM-30 (t) (taxa = 0,0012t/m²)							139,53

4.2.5 Tratamento Superficial Duplo

Tratamento Superficial Duplo								
O TSD deverá ser executada na largura da pista de rolamento e acostamento								
Pista	L pista (m)	Variação (m)	L TSD (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Área (m ²)
Arco Viário	12,00	0,00	12,00	8.800,00	0	440	-	105.600,00
Interseção 01	8,00	0,00	8,00	200,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	1.600,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	1.050,00
Interseção 02	8,00	0,00	8,00	120,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	960,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	1.050,00
Interseção 03	8,00	0,00	8,00	120,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	960,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	1.050,00
Interseção 04	8,00	0,00	8,00	120,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	960,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	1.050,00
Total	Tratamento Superficial Duplo							114.280,00
	RR-2C (t) (taxa = 0,03t/m ²)							342,84
	Agregado (m ³) (taxa = 0,0247m ³ /m ²)							2.822,72

4.2.6 Micro-Revestimento

Microrrevestimento								
O microrrevestimento será executado sobre o TSD apenas nas faixas de rolamento								
Pista	L TSD (m)	L acostam (m)	L MR (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Área (m ²)
Arco Viário	12,00	5,00	7,00	8.800,00	0	440	-	61.600,00
Interseção 01	8,00	0,00	8,00	200,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	1.600,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	1.050,00
Interseção 02	8,00	0,00	8,00	120,00	0	0	Interseção 01 - EST 00	960,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	1.050,00
Interseção 03	8,00	0,00	8,00	120,00	0	0	Interseção 02 - EST 133+10,0	960,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	1.050,00
Interseção 04	8,00	0,00	8,00	120,00	0	0	Interseção 03 - EST 203+15,0	960,00
Faixas de Mudança de Velocidade	3,50	0,00	3,50	300,00	0	0	Interseção 04 - EST 312+15,0	1.050,00
Total	Microrrevestimento							70.280,00
	RR-1C (t) (taxa = 1,4 kg/m ²)							98,39
	Agregado (m ³) (taxa = 0,01m ³ /m ²)							702,80

4.3 PROJETO DE DRENAGEM

4.3.1 Meio-fio

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado nos bordos das vias e medido por metro linear.

Dispositivo: <u>Meio-fio (Bordo Direito)</u>									
Estaca				Tipo		Bordo	Extensão (m)		
Inicial		Final							
0	+	0,00	5	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	100,00
86	+	0,00	87	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	20,00
87	+	0,00	88	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	20,00
88	+	0,00	93	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	D	100,00
149	+	0,00	153	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	80,00
153	+	0,00	157	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	80,00
157	+	0,00	162	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	D	100,00
243	+	0,00	253	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	D	200,00
285	+	0,00	294	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	180,00
294	+	0,00	308	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	280,00
325	+	0,00	334	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	D	180,00
424	+	0,00	433	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	D	180,00
433	+	0,00	440	+	0,00	com sarjeta	MFC03	D	140,00
TOTAL Meio Fio com Sarjeta (m)							MFC03		900,00
TOTAL Meio Fio sem Sarjeta (m)							MFC05		760,00

Projeto Executivo de Engenharia									
Projeto de Drenagem									
Dispositivo: <u>Meio-fio (Bordo Esquerdo)</u>									
Estaca				Tipo		Bordo	Extensão (m)		
Inicial		Final							
0	+	0,00	5	+	0,00	com sarjeta	MFC03	E	100,00
86	+	0,00	87	+	0,00	com sarjeta	MFC03	E	20,00
87	+	0,00	93	+	0,00	com sarjeta	MFC03	E	120,00
148	+	0,00	153	+	0,00	com sarjeta	MFC03	E	100,00
153	+	0,00	160	+	0,00	com sarjeta	MFC03	E	140,00
284	+	0,00	306	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	E	440,00
329	+	0,00	336	+	0,00	com sarjeta	MFC03	E	140,00
372	+	0,00	375	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	E	60,00
433	+	0,00	440	+	0,00	sem sarjeta	MFC05	E	140,00
TOTAL Meio Fio com Sarjeta (m)							MFC03		620,00
TOTAL Meio Fio sem Sarjeta (m)							MFC05		640,00

Meio-fio com sarjeta (MFC 03) = 1.520,00 m

Meio-fio sem sarjeta (MFC 05) = 1.400,00 m

4.3.2 Sarjeta de corte

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado no pé do corte (próximo à pista) e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02.

Dispositivo: <u>Sarjeta de corte</u>					Contorno		
Estaca		Tipo	Bordo	Extensão (m)	Observações		
Inicial	Final						
7 + 0,0	21 + 0,0	STC07	D	280,0	LIGAR EM STC02	saída na est.	21 + 0,0
21 + 0,0	34 + 0,0	STC02	D	260,0	DES02	saída na est.	34 + 0,0
58 + 0,0	77 + 0,0	STC07	D	380,0	LIGAR EM STC02	saída na est.	77 + 0,0
77 + 0,0	83 + 0,0	STC02	D	120,0	DES02	saída na est.	83 + 0,0
169 + 0,0	181 + 0,0	STC07	D	240,0	DES01	saída na est.	169 + 0,0
TOTAL Sarjeta de corte (m)				STC07	900,00		
TOTAL Sarjeta de corte (m)				STC02	380,00		

Dispositivo: <u>Sarjeta de corte</u>					Contorno		
Estaca		Tipo	Bordo	Extensão (m)	Observações		
Inicial	Final						
8 + 0,0	22 + 0,0	STC07	E	280,0	LIGAR EM STC02	saída na est.	22 + 0,0
22 + 0,0	35 + 0,0	STC02	E	260,0	DES02	saída na est.	35 + 0,0
43 + 0,0	50 + 0,0	STC07	E	140,0	DES01	saída na est.	50 + 0,0
57 + 0,0	76 + 0,0	STC07	E	380,0	LIGAR EM STC02	saída na est.	76 + 0,0
76 + 0,0	83 + 0,0	STC02	E	140,0	DES02	saída na est.	83 + 0,0
235 + 0,0	243 + 0,0	STC07	E	160,0	DES01	saída na est.	243 + 0,0
420 + 0,0	430 + 0,0	STC07	E	200,0	DES01	saída na est.	420 + 0,0
TOTAL Sarjeta de corte (m)				STC07	1.160,00		
TOTAL Sarjeta de corte (m)				STC02	400,00		

Sarjeta de corte (STC 07) = 2.060,00 m

Sarjeta de corte (STC 02) = 780,00 m

4.3.3 Valeta de aterro

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado no pé do aterro, talude da pista, e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02. As valetas de concreto utilizadas nas bermas de corte também foram quantificadas neste item.

Foram considerados mais 20,0 metros de valeta para saída destas e ligação aos dissipadores.

Dispositivo: <u>Valeta de Proteção de Aterro</u>							Contorno						
Estaca			Tipo	Bordo	Extensão (m)	Observações							
Inicial	Final												
88	+	15,0	93	+	0,0	VPA02	D	85,0	Dissipador	saída na est.	88	+	15,0
150	+	0,0	153	+	0,0	VPA04	D	60,0	Dissipador	saída na est.	153	+	0,0
155	+	0,0	156	+	0,0	VPA04	D	20,0	Dissipador	saída na est.	155	+	0,0
156	+	0,0	159	+	0,0	VPA02	D	60,0	VPA04	saída na est.	159	+	0,0
290	+	0,0	292	+	0,0	VPA02	D	40,0	VPA04	saída na est.	292	+	0,0
292	+	0,0	296	+	0,0	VPA04	D	80,0	Dissipador	saída na est.	296	+	0,0
TOTAL Valeta de proteção de aterro em grama (m)							VPA02	185,0					
TOTAL Valeta de proteção de aterro em concreto (m)							VPA04	160,0					
TOTAL (m) Final de valeta em grama para saída em dissipador							VPA02	20,0					
TOTAL (m) Final de valeta em concreto para saída em dissipador							VPA04	60,0					

Dispositivo: <u>Valeta de Proteção de Aterro</u>							Contorno						
Estaca			Tipo	Bordo	Extensão (m)	Observações							
Inicial	Final												
0	+	0,0	5	+	0,0	VPA02	E	100,0	VPA04	saída na est.	5	+	0,0
5	+	0,0	7	+	0,0	VPA04	E	40,0	Dissipador	saída na est.	7	+	0,0
84	+	0,0	87	+	0,0	VPA02	E	60,0	VPA04	saída na est.	87	+	0,0
87	+	0,0	88	+	0,0	VPA04	E	20,0	Dissipador	saída na est.	88	+	0,0
90	+	0,0	91	+	0,0	VPA04	E	20,0	Dissipador	saída na est.	90	+	0,0
91	+	0,0	92	+	0,0	VPA02	E	20,0	VPA04	saída na est.	91	+	0,0
150	+	0,0	153	+	0,0	VPA04	E	60,0	Dissipador	saída na est.	153	+	0,0
155	+	0,0	159	+	0,0	VPA04	E	80,0	Dissipador	saída na est.	155	+	0,0
245	+	0,0	254	+	0,0	VPA02	E	180,0	Dissipador	saída na est.	254	+	0,0
282	+	0,0	293	+	0,0	VPA02	E	220,0	Dissipador	saída na est.	293	+	0,0
430	+	0,0	440	+	0,0	VPA02	E	200,0	Dissipador	saída na est.	430	+	0,0
TOTAL Valeta de proteção de aterro em grama (m)							VPA02	780,0					
TOTAL Valeta de proteção de aterro em concreto (m)							VPA04	220,0					
TOTAL (m) Final de valeta em grama para saída em dissipador							VPA02	60,0					
TOTAL (m) Final de valeta em concreto para saída em dissipador							VPA04	100,0					

- ✓ Valeta de Proteção de aterro em grama (VPA 02) = 1.045,00 m
- ✓ Valeta de Proteção de aterro em concreto (VPA 04) = 540,00 m

4.3.4 Entrada d'água / Descida d'água

Dispositivos de deságue dos meios fios, sarjetas e valetas, posicionados perpendicularmente à pista, no corpo do talude e medido por metro linear.

Dispositivo: Entradas d'água / Descida d'água									
Localização			Descida d'água				Entradas d'água		
Estaca	Bordo		Tipo		Extensão (m)	Observação	Tipo	Unid	
5	+	0,0	E	DAR03	LISA	2,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
5	+	0,0	D	DAR03	LISA	2,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
87	+	0,0	D	DAR03	LISA	5,00	DISSIPADOR	PONTO BAIXO	1,00
87	+	0,0	E	DAR03	LISA	4,00	DISSIPADOR	PONTO BAIXO	1,00
88	+	10,0	E	DAR03	LISA	7,00	BOCA BUEIRO	GREIDE CONTINUO	1,00
89	+	18,0	E	DAD02	DEGRAUS	8,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
91	+	15,0	E	DAR03	LISA	4,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
92	+	17,0	E	DAR03	LISA	2,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
150	+	5,0	D	DAR03	LISA	6,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
150	+	5,0	E	DAR03	LISA	7,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
153	+	0,0	D	DAD02	DEGRAUS	10,00	DISSIPADOR	PONTO BAIXO	1,00
153	+	0,0	E	DAD02	DEGRAUS	10,00	DISSIPADOR	PONTO BAIXO	1,00
154	+	5,0	E	DAD02	DEGRAUS	13,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
155	+	16,0	D	DAD02	DEGRAUS	9,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
155	+	18,0	E	DAD02	DEGRAUS	9,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
157	+	2,0	E	DAR03	LISA	6,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
158	+	16,0	E	DAR03	LISA	3,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
287	+	3,0	D	DAR03	LISA	4,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
289	+	17,0	D	DAR03	LISA	7,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
292	+	2,0	D	DAD02	DEGRAUS	9,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
294	+	10,0	D	DAD02	DEGRAUS	9,00	DISSIPADOR	PONTO BAIXO	1,00
297	+	0,0	D	DAD02	DEGRAUS	13,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
300	+	3,0	D	DAD02	DEGRAUS	10,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
303	+	2,0	D	DAR03	LISA	4,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
306	+	0,0	D	DAR03	LISA	3,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
329	+	0,0	E	DAR03	LISA	4,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
331	+	4,0	E	DAR03	LISA	3,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
333	+	16,0	E	DAR03	LISA	3,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
433	+	0,0	D	DAR03	LISA	5,00	DISSIPADOR	GREIDE CONTINUO	1,00
TOTAL Descida d' água lisa (m)						DAR03	81,0		
TOTAL Descida d' água em degraus (m)						DAD02	100,0		
TOTAL Entrada greide contínuo (un)						EDA01	24,00		
TOTAL Entrada greide de ponto baixo (un)						EDA02	5,00		

- ✓ Entrada de ponto contínuo (EDA 01) = 24,00 unid
- ✓ Entrada de ponto baixo (EDA 02) = 5,00 unid
- ✓ Descida d'água lisa (DAR 03) = 81 m
- ✓ Descida d'água em degraus (DAD 02) = 100,00 m

4.3.5 Dreno longitudinal profundo

Dispositivo de drenagem profunda locado nos bordos das vias (enterrados) e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02. Foram considerados mais 20,0 metros de dreno saída deste dispositivo e ligação às bocas de dreno.

Dispositivo: Dreno							
Estaca		Tipo	Bordo	Extensão (m)	Tipo / Saída / Estaca		
Inicial	Final						
15	+ 0,0	34	+ 0,0	DPS07	D	380,0	BSD02 saída na est. 34 + 0,0
14	+ 0,0	35	+ 0,0	DPS07	E	420,0	BSD02 saída na est. 35 + 0,0
63	+ 0,0	83	+ 0,0	DPS07	D	400,0	BSD02 saída na est. 83 + 0,0
62	+ 0,0	83	+ 0,0	DPS07	E	420,0	BSD02 saída na est. 83 + 0,0
95	+ 0,0	102	+ 0,0	DPS07	D	140,0	BSD02 saída na est. 95 + 0,0
94	+ 0,0	100	+ 0,0	DPS07	E	120,0	BSD02 saída na est. 94 + 0,0
223	+ 0,0	239	+ 0,0	DPS07	D	320,0	BSD02 saída na est. 239 + 0,0
399	+ 0,0	421	+ 0,0	DPS07	E	440,0	BSD02 saída na est. 399 + 0,0
401	+ 0,0	417	+ 0,0	DPS07	D	320,0	BSD02 saída na est. 401 + 0,0
<i>TOTAL Dreno em solo - DPS07 (m)</i>						<i>2.960,0</i>	

Dreno profundo em solo (DPR 02) = 2.960,00 m

4.3.6 Boca de dreno (saída)

Dispositivo de deságue da drenagem profunda na extremidade no corpo do aterro medido por unidades necessárias, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02.

Boca para dreno (BSD 02) = 9,00 unid.

4.3.7 Dissipador de energia

Dispositivo para dissipação de energia, locado no final do deságue e medido por unidades necessárias, conforme apresentado a seguir:

Dissipadores de Descida d'água						
5	+	0,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
5	+	0,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
87	+	0,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
87	+	0,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
89	+	18,0	E	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
91	+	15,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
92	+	17,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
150	+	5,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
150	+	5,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
153	+	0,0	D	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
153	+	0,0	E	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
154	+	5,0	E	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
155	+	16,0	D	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
155	+	18,0	E	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
157	+	2,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
158	+	16,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
287	+	3,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
289	+	17,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
292	+	2,0	D	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
294	+	10,0	D	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
297	+	0,0	D	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
300	+	3,0	D	Saída de descida d'água	DEB02	1,0
303	+	2,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
306	+	0,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
329	+	0,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
331	+	4,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
333	+	16,0	E	Saída de descida d'água	DEB01	1,0
433	+	0,0	D	Saída de descida d'água	DEB01	1,0

Dissipadores de Sarjetas de corte						
34	+	0,0	D	Saída de sarjeta	DES02	1,0
35	+	0,0	E	Saída de sarjeta	DES02	1,0
50	+	0,0	E	Saída de sarjeta	DES01	1,0
83	+	0,0	D	Saída de sarjeta	DES02	1,0
83	+	0,0	E	Saída de sarjeta	DES02	1,0
169	+	0,0	D	Saída de sarjeta	DES01	1,0
243	+	0,0	E	Saída de sarjeta	DES01	1,0
420	+	0,0	E	Saída de sarjeta	DES01	1,0

Dissipadores de Valetas						
88	+	15,0	D	Saída de VPA	DES04	1,0
153	+	0,0	D	Saída de VPA	DES04	1,0
155	+	0,0	D	Saída de VPA	DES04	1,0
296	+	0,0	D	Saída de VPA	DES04	1,0
7	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
88	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
90	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
153	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
155	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
254	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
293	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
430	+	0,0	E	Saída de VPA	DES04	1,0
<i>TOTAL DEB01 (unid)</i>				<i>18,00</i>		
<i>TOTAL DEB02 (unid)</i>				<i>10,00</i>		
<i>TOTAL DES01 (unid)</i>				<i>4,00</i>		
<i>TOTAL DES02 (unid)</i>				<i>4,00</i>		
<i>TOTAL DES04 (unid)</i>				<i>12,00</i>		

Dissipador de Energia (DES 01) = 4,00 unid

Dissipador de Energia (DES 02) = 4,00 unid

Dissipador de Energia (DES 04) = 12,00 unid

Dissipador de Energia (DEB01) = 18,00 unid

Dissipador de Energia (DEB02) = 10,00 unid

4.4 PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES

4.4.1 Corpo BSCC 3,00x3,00 (exceto escavação) AC/BC – TIPO IV

Para o Projeto foram separados os Corpos de Bueiro Simples Celular de Concreto, conforme NS.

BSCC 3,00x3,00 = 35,00 m

4.4.2 Corpo BDCC 3,00x3,00 (exceto escavação) AC/BC – TIPO III

Para o Projeto foram separados os Corpos de Bueiro Duplo Celular de Concreto, conforme NS.

BDCC 3,00x3,00 = 24,00 m

4.4.3 Corpo BDCC 3,00x3,00 (exceto escavação) AC/BC – TIPO IV

Para o Projeto foram separados os Corpos de Bueiro Duplo Celular de Concreto, conforme NS.

BDCC 3,00x3,00 = 32,00 m

4.4.4 Boca BSCC (exceto escavação) AC/BC

As quantidades de Boca para BSCC estão conforme NS.

CABECEIRA Esc -15º= 2,00 unid

4.4.5 Boca BDCC (exceto escavação) AC/BC

As quantidades de Boca para BDCC estão conforme NS.

CABECEIRA Esc -30º= 4,00 unid

4.4.6 Escavação de (regularização) valas de assentamento dos bueiros

Para o cálculo de escavação, temos a seguinte equação:

$$Ve = A \times L$$

Onde:

Ve = Volume de escavação (m³);

A = Área de escavação (m²);

L = Extensão do corpo do bueiro (m).

Total de Escavação Mecanizada de valas = 579,49 m³

Total de Escavação Manual de valas = 144,87 m³

Total de Escavação = 724,36 m³

4.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

4.5.1 Defesa metálica semimaleável simples

Dispositivo de contenção longitudinal localizado nos aterros elevados. Dimensionada por metro linear, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Defesa metálica semimaleável simples = 1.814,00 m

4.5.2 Terminal absorvedor de energia – 3m

Terminal utilizado no início e término dos segmentos de defesa. Adequado para vias com velocidade entre 60 e 80km/h. Esse dispositivo absorve a energia cinética do veículo errante quando impactado frontalmente. Quantificado por unidade, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Terminal absorvedor de energia P2 – 3m = 16,00 unidades

4.5.3 Transporte comercial de defesa metálica (termina)

Foi quantificado o transporte dos dispositivos de segurança (terminal absorvedor) da fábrica até a obra. Quantificado em t.km, da seguinte forma:

- ✓ Terminal absorvedor = 16,00 un x 0,3 t x 1.081,00 km = 5.188,80 t.km

4.5.4 Cerca de vedação da faixa de domínio em madeira

Dispositivo utilizado para delimitar a faixa de domínio e as propriedades, além de ser capaz de controlar o tráfego inadequado de pessoas, máquinas e animais na via. Quantificada por metro linear, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Cerca de vedação da faixa de domínio em madeira = 17.728,79 m

4.5.5 Revestimento vegetal em mudas – grama

O plantio será realizado nas quatro interseções projetadas ao longo do trecho. Quantificado por metro quadrado, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Revestimento vegetal em mudas – grama = 2.706,46 m²

4.5.6 Revestimento vegetal por hidrossemeadura

O plantio será realizado nos taludes de corte e aterro. Quantificado por metro quadrado, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Revestimento vegetal por hidrossemeadura = 53.012,39 m²

4.5.7 Florestamento

O plantio de mudas arbóreas e arbustivas será realizado nos três cursos d'água interceptados pela rodovia, com a finalidade de promover a cobertura vegetal nas áreas com vegetação alterada e/ou suprimida pela construção das obras de transposição de talvegue ou pela execução da própria caixa viária, garantindo assim, a conservação ambiental. Quantificado por metro quadrado, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Florestamento = 7.200,00 m²

4.5.8 Remoção de cerca

Foi quantificada toda a remoção das cercas existentes localizadas dentro da faixa de domínio projetada. Quantificada por metro linear, conforme apresentado em notas de serviço no Volume 02.

- ✓ Remoção de cerca = 7.076,87 m

4.5.9 Carga de entulho

Nesse item foi quantificada a carga do volume gerado pela remoção de cerca para realização do transporte até o bota-fora. Foi considerado mourões de 1,60m de altura e 0,10m de diâmetro (0,008 m²), cravados a cada 2,50m. O serviço é quantificado por metro cúbico.

- ✓ Carga de entulho = 7.076,87 / 2,50 = 2831,00 mourões
= 2831,00 un x 0,008 m² x 1,60 m = 36,24 m³

4.5.10 Transporte de entulho

O volume de remoção de cerca será transportado até o bota-fora, localizado a 15,00 km. O serviço é quantificado por m³.km.

- ✓ Transporte de entulho = 36,24 m³ x 15,00 km = 543,60 m³.km

4.5.11 Rede Elétrica

Será necessária a relocação de um poste de rede elétrica localizado na interseção com a rodovia GO-330. Além, da relocação dessa unidade, 80,00 m de fiação sofrerá interferência.

4.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.6.1

4.6.1 Pintura marcas longitudinais com termoplástico alto relevo – 3 anos

Os dados relacionados abaixo, estão baseados na Nota de Serviço de Sinalização pág. 22 do Volume 2.

4.6.2 Linha Simples Contínua (LFO-1)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
3 - Linha Simples Contínua (LFO-1)	105,00	EIXO	3x9	Amarela	0,10	2,63
Total (m²)						2,63

A = extensão x largura

$$A = (105,00) \times 0,15$$

$$A = 2,63 \text{ m}^2$$

A LFO-1 é calculada da seguinte maneira: *extensão longitudinal x largura (0,15 m)*.

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 18.

4.6.3 Linha Simples Seccionada (LFO-2)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
4 - Linha Simples Seccionada (LFO-2)	3.143,00	EIXO	3x9	Amarela	0,15	117,86
Total (m²)						117,86

A = extensão x largura

$$A = (3.143,00/12) \times 3 \times 0,15$$

$$A = 117,86 \text{ m}^2$$

A LFO-2 é calculada da seguinte maneira: *extensão longitudinal / (área pintada (3 m) + área não pintada (9 m)) x área pintada (3 m) x largura (0,15 m)*.

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 18.

4.6.4 Linha Dupla Contínua (LFO-3)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
5- Linha Dupla Contínua (LFO-3)	3.000,00	EIXO	Contínua	Amarela	0,15	900,00
Total (m²)						900,00

A = extensão x largura

A = 3.000,00 x 0,15

A = 900,00 m²

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 18 e 19.

4.6.5 Linha Contínua Seccionada (LFO-4)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
6 - Linha Contínua/Seccionada (LFO-4)	3.428,00	EIXO	Contínua / Seccionada	Amarela	0,15	642,75
Total (m²)						642,75

A = extensão x largura

A = ((3.428,00 / 12 x 3) + 3.428,00) x 0,15

A = 642,75 m²

A LFO-4 é calculada da seguinte maneira: (extensão longitudinal / (área pintada (3 m) + área não pintada (9 m)) x área pintada (3 m) + extensão longitudinal) x largura (0,15 m).

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 19.

4.6.6 Linha Simples Contínua (LMS-1)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
2 - Linha Simples Contínua (LMS-1)	461,00	EIXO	contínua	branca	0,15	69,15
Total (m²)						69,15

A = extensão x largura

A = 461,00 x 0,15

A = 69,15 m²

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 18.

4.6.7 Linhas de Bordo (LBO)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
1 - Linha de Bordo (LBO)	17.728,00	LE/LD	contínua	branca	0,15	2.659,20
Total (m²)						2.659,20

A = extensão x largura

A = 17.728,00 x 0,15

A = 2.659,20 m²

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 18.

4.6.8 Linha de Continuidade (LCO)

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
6 - Linha de Continuidade (LCO)	1.278,00	EXO	2x2	Branca	0,15	95,85
Total (m²)						95,85

A = extensão x largura

A = (1.278,00 / 2 x 0,15

A = 95,85 m²

As LCO são calculadas da seguinte maneira: *extensão longitudinal / (área pintada (2 m) + área não pintada (2 m)) x área pintada (2 m) x largura (0,15 m).*

Obs.: A extensão informada, foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 19.

4.6.9 Marcas de Canalização

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
7 - Linha de Canalização (LCA)	2.138,75	LE/LD/EXO	Contínua	Branca	0,15	320,81
Total (m²)						320,81

Item	Extensão	Bordo	Proporção	Cor	Espessura (m)	Área (m ²)
8 - Linha de Canalização (LCA)	84,25	EXO	Contínua	Amarela	0,15	12,64
Total (m²)						12,64

A extensão das linhas de canalização foi retirada do projeto em planta. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 19.

Item	Descrição	Área (m ²)
9 - Marcações	Zebrado de Preenchimento de Área não Utilizável Branco (ZPA)	1.102,00
	Zebrado de Preenchimento de Área não Utilizável Amarelo (ZPA)	62,00
Total (m²)		1.164,00

As áreas zebradas são levantadas com base no projeto em planta, sendo calculadas da seguinte maneira: *extensão do zebrado / (segmento pintado + segmento não pintado) x segmento pintado x largura média do acostamento*. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 23.

4.6.10 Marcas Transversais e Inscrições no Pavimento

Item	Descrição	Área (m ²)
10 - Marcações	Setas Indicativas dos Sentidos de Tráfego no Pavimento (PEM)	11,25
	Legenda "Pare"	48,48
	Legenda "Dê a Preferência"	69,12
	Linha de Retenção (LRE)	46,48
Total (m²)		175,33

As linhas de retenção, são calculadas da seguinte maneira: espessura da linha (0,40m) x largura da faixa. Os símbolos de "Dê a preferência" e Legenda "PARE", tem suas áreas definidas segundo Manual de Sinalização Horizontal – CONTRAN 2007. As setas indicativas dos sentidos de tráfego têm suas áreas definidas segundo Manual de Sinalização Horizontal – CONTRAN 2007. Consultar também nota de serviço de sinalização pág. 23.

4.6.11 Fornecimento e implantação placa sinalização totalmente refletiva

Sinalização Vertical				
Item	Placa	área	Quantidade	Total
Sinais	R-1	1,21	11,00	13,28
	R-1	0,59	6,00	3,55
	R-2	0,43	16,00	6,93
	R-7	0,79	19,00	14,92
	R-19	0,79	8,00	6,28
	R-24a	0,79	6,00	4,71
	A-2a	0,35	7,00	2,46
	A-2b	0,35	8,00	2,81
	A-21c	0,35	8,00	2,81
	Indicativa (3,0x1,5)	4,50	1,00	4,50
	Indicativa (2,5x1,5)	3,75	1,00	3,75
	Indicativa (2,0x1,1)	2,20	1,00	2,20
	Indicativa (2,5x1,65)	3,30	1,00	3,30
	Educativa (1,6x0,7)	1,12	2,00	2,24
	Forn., implantação e Confeccão de placa sinaliz. tot.refletiva			TOTAL (m²)

✓ A total = Área das placas x Quantidade

Obs.: De acordo com a dimensão de cada placa (ver desenho tipo de sinalização), é calculado sua área. As quantidades são quantificadas no projeto em planta. Consultar pág. 24 da nota de serviço de sinalização.

4.6.12 Fornecimento e colocação de tachas refletivas

Item	Quant. (Unid)
8 - Tacha Refletiva Bidirecional (Branca)	3.597
8 - Tacha Refletiva Bidirecional (Amarela)	730
Total (und.)	4.327,00

- ✓ Tacha Refletiva Bidirecional - Branca
- ✓ Tacha Refletiva Bidirecional – Amarela

4.6.13 Tacha Monodirecional - Branca

Áreas Zebradas (ZPA) – 1,6:1,6 m Branca

Quant. = (extensão total ZPA / espaçamento dos elementos refletivos) x quantidade transversal de tachas (3).

$$\text{Quant.} = (97,60 / 1,6) \times 3$$

$$\text{Quant.} = 183,00 \text{ und.}$$

4.6.14 Tacha Bidirecional - Branca

Linha de Bordo (LBO) - 12:12m Branca

Quant. = extensão total LBO / espaçamento dos elementos refletivos

$$\text{Quant.} = 17.728,00 / 12$$

$$\checkmark \text{ Quant.} = 1.478,00 \text{ und.}$$

Áreas zebradas (ZPA) – 1,6:1,6 m Branca

Quant. = (extensão total ZPA / espaçamento dos elementos refletivos) x quantidade transversal de tachas (3).

$$\text{Quant.} = (1.736,00 / 1,6) \times 3$$

$$\checkmark \text{ Quant.} = 3.255,00 \text{ und.}$$

Linha de Bordo + áreas zebradas

$$\text{TOTAL: } 1.478,00 + 3.255,00 = 4.327,00 \text{ und.}$$

4.6.15 Tacha Bidirecional - Amarela

Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO-02 / LFO-3 / LFO-4) - 12:12m Amarela

Quant. = extensão total / espaçamento dos elementos refletivos

$$\text{Quant.} = 8.753 / 12$$

$$\checkmark \text{ Quant.} = 730,00 \text{ und.}$$

4.6.16 Suporte para Placas de Sinalização

Sinalização Vertical - Suportes	
Tipo	Quant.
Coluna Simples	89,00
Coluna Dupla	6,00

- Coluna Simples: um suporte por placa
- Coluna Dupla: dois suportes por placa

5 ORÇAMENTO

O orçamento da obra foi definido com base nos preços unitários da AGETOP, tabela de março/2018, sem desoneração.

O custo dos serviços individuais e da obra como um todo são apresentados nas tabelas seguintes.

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE RODOVIA						
Rodovia: ARCO VIÁRIO DE CATALÃO						
Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050						
Quantitativos / Orçamento						
DATA BASE: AGETOP-MARÇO/2018 - SEM DESONERAÇÃO						
BDI: 20,18%						
Código	Descrição	Unid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total
1	TERRAPLENAGEM					
40001	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	M²	0,21	317.520,00		66.679,20
40002	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 15 CM	M²	0,36	35.280,00		12.700,80
40005	CARGA DE ENTULHOS	M³	1,99	91.728,00		182.538,72
40006	TRANSPORTE DE ENTULHOS	M³KM	1,56	18.345,60	0,20	28.619,14
40010	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	M³	1,79	14.238,68		25.487,24
40016	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	M³	5,69	9.598,51		54.615,52
40017	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	M³	6,06	13.890,77		84.178,07
40018	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	M³	6,76	22.473,54		151.921,13
40019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	M³	7,18	9.778,80		70.211,78
40020	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.001 A 1.200M)	M³	7,55	18.439,08		139.215,05
40021	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.201 A 1.400M)	M³	8,16	6.000,00		48.960,00
40022	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.401 A 1.600M)	M³	8,43	35.358,34		296.070,81
40023	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.601 A 1.800M)	M³	8,67	10.328,82		89.550,87
40024	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2.000M)	M³	9,36	23.559,94		220.521,04
40025	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2.001 A 3.000M)	M³	10,74	39.168,20		420.666,47
40026	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5.000M)	M³	14,97	30.274,09		453.203,16
40085	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE SOLO MOLE - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 0 A 200M)	M³	15,77	1.653,59		26.077,06
40086	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE SOLO MOLE - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	M³	16,62	2.567,40		42.670,19
40100	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	M²	3,08	138.801,24		427.507,81
40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	M²	3,74	40.513,20		151.519,37
40120	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRÉSTIMO	M²	0,26	86.479,69		22.484,72
40140	ESTABILIZAÇÃO DE SOLO COM BAIXA CAPACIDADE DE SUPORTE E COM RACHÃO	M²	71,43	4.643,09		331.655,59
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS	M³KM	0,84	149.971,66	32,30	125.976,19
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	M³KM	1,24	19.965,27	4,30	24.756,93
Total - Terraplenagem						R\$ 3.499.786,85
2	PAVIMENTAÇÃO					
40300	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	M²	0,33	51.683,84		17.055,67
40305	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	M²	0,28	56.852,22		15.918,62
40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	M²	1,76	134.200,00		236.192,00
Sub-base						
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	M³	9,42	26.256,26		247.333,93
40320	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASALHO)	M³ KM	1,71	270.439,44	10,30	462.451,44
40335	ESTAB. GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF. PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.M.)	M²	11,40	20.197,12		230.247,17
Base						
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	M³	9,42	25.427,58		239.527,84
40320	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASALHO)	M³ KM	1,71	261.904,12	10,30	447.856,04
40350	ESTABILIZAÇÃO SOLO-CIMENTO 2% PESO-PISTA	M²	30,09	19.559,68		588.550,77
Revestimento						
40380	IMPRIMAÇÃO	M²	0,33	116.272,00		38.369,76
40608	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD (BC)	M²	2,49	114.280,00		284.557,20
40612	MICRORREVESTIMENTO A FRIO - 1,0 cm C/ COMPACTAÇÃO (BC)	M²	2,10	70.280,00		147.588,00
PORT.-DNIT Nº1078/2015	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO	T KM	131,16	580,76	270,00	76.172,27
40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO	T KM	1,73	2.497,26	4,30	4.320,26
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS	M³KM	0,84	113.874,17	32,30	95.654,30
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	M³KM	0,84	15.159,72	4,30	12.734,16
40450	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	0,50	15.855,08	19,30	7.927,54
40480 (ANP/REGIÃO)	FORNECIMENTO DE CM-30	T	3.868,15	139,53		539.709,04
40495 (ANP/REGIÃO)	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C	T	2.117,22	342,84		725.867,70
40510 (ANP/REGIÃO)	FORNECIMENTO DE EMULSÃO PARA MICRO C/ POLÍMERO	T	1.919,09	98,39		188.823,10
Total - Pavimentação						R\$ 4.606.856,82
3	DRENAGEM					
41332	MEIO FIO COM SARJETA - MFC03 (AC/BC)	m	25,68	1.520,00		39.033,60
41334	MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05 (AC/BC)	m	20,37	1.400,00		28.518,00
41317	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC02 (AC/BC)	m	69,39	780,00		54.124,20
41322	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC07 (AC/BC)	m	46,44	2.060,00		95.666,40
41309	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS07 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	166,99	2.960,00		494.290,40
40075	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 51 A 200M) [ESCAVAÇÃO DRENO]	m³	34,64	2.220,00		76.900,80
41455	BOCA PI DRENO PROFUNDO - BSD 02 (AC/BC)	Unid	321,22	9,00		2.890,98
41297	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA02	m	102,15	1.045,00		106.746,75
41341	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA04 (AC/BC)	m	140,97	540,00		76.123,80
41385	ENTRADA D'ÁGUA - EDA 01 (AC/BC)	Unid	65,94	24,00		1.582,56
41386	ENTRADA D'ÁGUA - EDA 02 (AC/BC)	Unid	79,85	5,00		399,25
41415	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 03 (AC/BC)	m	174,98	81,00		14.174,19
41422	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 02 (AC/BC)	m	239,57	100,00		23.957,00
41371	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 01 (AC/BC)	Unid	403,57	18,00		7.264,26
41372	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 02 (AC/BC)	Unid	514,82	10,00		5.148,20
41367	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 01 (AC/BC)	Unid	170,30	4,00		681,20
41368	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 02 (AC/BC)	Unid	202,11	4,00		808,44
41370	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 04 (AC/BC)	Unid	296,47	12,00		3.557,64
Total - Drenagem						R\$ 1.031.867,67

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE RODOVIA Rodovia: ARCO VIÁRIO DE CATALÃO Trecho: Entroncamento GO-330 / Entroncamento BR-050 Quantitativos / Orçamento DATA BASE: AGETOP-MARÇO/2018 - SEM DESONERAÇÃO BDI: 20,18%							
Código	Descrição	Unid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total	
4	OBRAS DE ARTE CORRENTES						
45020	ESCAVAÇÃO MECANIZ. DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CAT.	m³	5,51	579,49		3.192,97	
45005	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CAT.	m³	69,90	144,87		10.126,53	
705217	CORPO BSCC 3,00 X 3,00 M - MOLDADO NO LOCAL - ALTURA DO ATERRO 5,00 A 7,50 M - AREIA E BRITA COMERCIAIS	m	5.930,05	35,01		207.611,18	
705251	BOCA BSCC 3,00 X 3,00 M - ESCONDSIDADE 15° - AREIA E BRITA COMERCIAIS	Unid	30.436,40	2,00		60.872,80	
705305	CORPO BDCC 3,00 X 3,00 M - MOLDADO NO LOCAL - ALTURA DO ATERRO 5,00 A 7,50 M - AREIA E BRITA COMERCIAIS	m	9.129,98	56,00		511.278,79	
705342	BOCA BDCC 3,00 X 3,00 M - ESCONDSIDADE 30° - AREIA E BRITA COMERCIAIS	un	42.761,46	4,00		171.045,85	
Total - Obras de Arte Correntes				R\$ 964.128,12			
5	OBRAS COMPLEMENTARES						
40810	DEFENSA METÁLICA SEMIMALEÁVEL SIMPLES	M	179,20	1.814,00		325.068,80	
COTAÇÃO	TERMINAL ABSORVEDOR DE ENERGIA (3M)	UNID	8.531,00	16,00		136.495,94	
47015	TRANSPORTE COMERCIAL DE DEFENSA METÁLICA(SVA)	TKM	0,50	5.188,80	1.081,00	2.594,40	
40800	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	M	11,72	17.728,79		207.781,42	
40870	REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS (GRAMA)	M²	5,80	2.706,46		15.697,47	
40890	REVESTIMENTO VEGETAL POR HIDROSSEMEADURA	M²	3,07	53.012,39		162.748,04	
40885	FLORESTAMENTO	M²	10,57	7.200,00		76.104,00	
40804	REMOÇÃO DE CERCA	M	5,50	7.076,87		38.922,79	
40005	CARGA DE ENTULHOS	M³	1,99	36,24		72,12	
40006	TRANSPORTE DE ENTULHOS	MPKM	1,56	543,60	15,00	848,02	
-	REDE ELÉTRICA	UNID	6.457,60	1,00		6.457,60	
Total - Obras Complementares				R\$ 972.790,58			
6	SINALIZAÇÃO						
40815	SINALIZ. HORIZ. C/ RESINA ACRÍLICA	M²	24,52	4.820,89		118.208,16	
40820	SINALIZ. HORIZ. C/ TERMOPLÁSTICO P/ ASPERSÃO - HOT SPRAY(1,50MM)	M²	41,99	1.339,33		56.238,34	
40855	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA PINTURA ELETR.	M²	349,20	73,73		25.747,28	
40830	TACHA REFLETIVO MODIRECIONAL	UNID	18,43	183,00		3.372,69	
40835	TACHA REFLETIVO BIDIRECIONAL	UNID	20,51	4.327,00		88.746,77	
5216111	CONFECÇÃO DE SUPORTE E TRAVESSA P/ PLACA DE SINAL	UNID	127,02	101,00		12.828,84	
Total - Sinalização				R\$ 305.142,09			
RESUMO DO ORÇAMENTO							
Item	Descrição			Valor Total			
1	TERRAPLENAGEM	30,11%		R\$ 3.499.786,85			
2	PAVIMENTAÇÃO	39,63%		R\$ 4.606.856,82			
3	DRENAGEM	8,88%		R\$ 1.031.867,67			
4	OBRAS DE ARTE CORRENTES	8,29%		R\$ 964.128,12			
5	OBRAS COMPLEMENTARES	8,37%		R\$ 972.790,58			
6	SINALIZAÇÃO	2,63%		R\$ 305.142,09			
SUBTOTAL CONSTRUÇÃO				R\$ 11.380.572,13			
7	MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS (TERRAP/PAVIM) - 2%						R\$ 162.132,87
8	INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS (TERRAP/PAVIM) - 1%						R\$ 81.066,44
TOTAL GERAL DO ORÇAMENTO				R\$ 11.623.771,44			

6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

A seguir são apresentadas as Especificações de Serviço adotadas para o projeto em questão e que deverão nortear a implantação das obras.

SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
Desmatamento, destocamento e limpeza (árvores com diâmetro < 15cm)	DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços Preliminares
Destocamento de árvores D=0,15 a 0,30 m	DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços Preliminares
Destocamento de árvores c/diâm. > 0,30 m	DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços Preliminares
Escav. e carga de mat 1ª cat	DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem - Empréstimos
Compactação de aterros a 100% Proctor Normal	DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros
Regularização e compactação do subleito	DNIT 137/2010-ES: Pavimentação – Regularização do subleito
Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura	DNIT 139/2010-ES: Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente
Base de solo melhorado com cimento (2,0%)	DNIT 142/2010-ES: Pavimentação – Base de solo melhorado com cimento
Imprimação	DNIT 144/2014-ES: Pavimentação asfáltica – Imprimação com ligante asfáltico convencional
Tratamento Superficial Duplo c/ emulsão BC	DNIT 147/2012-ES: Pavimentação asfáltica - Tratam. Superf. Duplo com ligante asfáltico convencional
Micro-Revestimento Asfáltico	DNIT 035/2005: Pavimentação – Micro-Revestimento Asfáltico com emulsão modificada por polímero
Acabamento e recomposição de empréstimo e Revestimento vegetal com grama	DNIT 102/2009-ES - Proteção do corpo estradal - Proteção vegetal
Meio fio com sarjeta - MFC 03 (AC/PC)	DNIT 020/2006- ES - Drenagem - Meios-fios e guias
Meio fio sem sarjeta - MFC 05 (AC/PC)	DNIT 020/2006- ES - Drenagem - Meios-fios e guias
Valeta de proteção de aterro - VPA 03 (AC/BC)	DNIT 018/2006- ES - Drenagem - Sarjetas e valetas de drenagem
Valeta de proteção de aterro - VPA 04 (AC/BC)	DNIT 018/2006- ES - Drenagem - Sarjetas e valetas de drenagem
Entrada d'água - EDA 01 (AC/BC)	DNIT 021/2004- ES - Drenagem - Entradas e descidas d'água
Entrada d'água - EDA 02 (AC/BC)	DNIT 021/2004- ES - Drenagem - Entradas e descidas d'água
Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 03 (AC/BC)	DNIT 021/2004- ES - Drenagem - Entradas e descidas d'água
Descida d'água de aterros em degraus - DAD 02 (AC/BC)	DNIT 021/2004- ES - Drenagem - Entradas e descidas d'água
Caixa coletora de sarjeta - CCS01 (AC/BC)	DNIT 026/2004- ES - Drenagem – Caixas coletoras
Caixa coletora de sarjeta - CCS02 (AC/BC)	DNIT 026/2004- ES - Drenagem – Caixas coletoras
Caixa coletora de sarjeta - CCS03 (AC/BC)	DNIT 026/2004- ES - Drenagem – Caixas coletoras
Dissipador de energia - DEB 01 (AC/BC/PC)	DNIT 022/2006- ES - Drenagem - Dissipadores de energia
Dissipador de Energia - DES 04 (AC/BC/PC)	DNIT 022/2006- ES - Drenagem - Dissipadores de energia
Dissipador de Energia - DEB 04 (AC/BC/PC)	DNIT 022/2006- ES - Drenagem - Dissipadores de energia
Escavação mecâniz. de vala em terra (caixas + boca de lobo dupla)	DNIT 030/2004- ES - Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana
Estabilização de Solo com Baixa capacidade de Suporte com Rachão	Especificação de serviço: DNER-ES-347

SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
Escavação mecaniz. de vala em mat. de 1a cat.	DNIT 023/2006- ES - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto
Escavação manual de vala em mat. de 1a cat.	DNIT 023/2006- ES - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto
Reaterro e compactação p/ bueiro	DNIT 023/2006- ES - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto
Enrocamento de pedra jogada	Especificação de serviço: DNER-ES-347
Defensa semimaleável simples (forn./impl.)	DNER-ES 144/85 - Defensas metálicas NBR 6971/2012 – Defensas metálicas – Implantação NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto
Ancoragem defesa semimaleável simples (forn./impl.)	DNER-ES 144/85 - Defensas metálicas NBR 6971/2012 – Defensas metálicas – Implantação NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto
Defensa semimaleável dupla (forn./impl.)	DNER-ES 144/85 - Defensas metálicas NBR 6971/2012 – Defensas metálicas – Implantação NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto
Transição de defesa em elemento rígido	NBR 6971/2012 – Defensas metálicas – Implantação NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto
Terminal absorvedor de energia	NBR 6971/2012 – Defensas metálicas – Implantação NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto
Cerca arame farp. c/ mourão concr. seção quadr AC/BC	DNIT 099/2009-ES - Obras complementares – cercas de arame farpado
Compactação manual (0,20m)	DNIT 137/2010-ES: Pavimentação – Regularização do subleito
Florestamento e Hidrossemeadura	DNIT 102/2009-ES - Proteção do corpo estradal - Proteção vegetal
Revestimento vegetal com grama e Conformação de talude	DNIT 102/2009-ES - Proteção do corpo estradal - Proteção vegetal
Enrocamento de pedra jogada	DNIT IPR-730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias
Escavação, carga e transporte de solos moles (corta-rio)	DNIT 106/2009-ES – Terraplenagem – Cortes
Remoção de cerca existente	DNIT 099/2009-ES - Obras complementares – cercas de arame farpado
Pintura faixa c/ termoplástico - 3 anos (p/ aspersão)	DNIT 100/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal
Pintura setas e zebado term.-3 anos (p/ aspersão)	DNIT 100/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal
Forn. e implantação placa sinaliz. tot.refletiva	DNIT 101/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical
Confecção placa sinalização tot.refletiva	DNIT 101/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical
Forn. e colocação de tacha reflet. monodirecional	DNIT 100/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal