

**PREFEITURA DE LIMEIRA DO OESTE
ESTADO DE MINAS GERAIS**

**PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA
MELHORAMENTOS E IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO**

RODOVIA : CONTORNO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE
TRECHO : ENTRº LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTRº C/
ESTRADA MUNICIPAL - P/ RIO SÃO DOMINGOS
(CHAVESLÂNDIA)

**Volume 1 - RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS
PARA CONCORRÊNCIA**

Setembro de 2023

**PREFEITURA DE LIMEIRA DO OESTE
ESTADO DE MINAS GERAIS**

**PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA
MELHORAMENTOS E IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO**

RODOVIA : CONTORNO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE
TRECHO : ENTRº LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTRº C/
ESTRADA MUNICIPAL - P/ RIO SÃO DOMINGOS
(CHAVESLÂNDIA)

**Volume 1 - RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS
PARA CONCORRÊNCIA**

Elaboração: Engecraft Consultoria e Obras Ltda ME

Setembro de 2023

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
2. MAPA DE SITUAÇÃO.....	5
3. ESTUDOS.....	6
3.1. ESTUDOS DE TRAÇADO	6
3.2. - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	11
3.3. - ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	12
3.4. - ESTUDOS DE TRÁFEGO	26
3.5. ESTUDOS GEOLÓGICOS	81
3.6. ESTUDOS GEOTÉCNICOS	91
4. PROJETOS.....	96
4.1. PROJETO GEOMÉTRICO.....	96
4.2. PROJETO DE INTERSEÇÃO.....	99
4.3. PROJETO GEOTÉCNICO E DE TERRAPLENAGEM.....	101
4.4. PROJETO DE DRENAGEM	103
4.5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	111
4.6. PROJETO DE SEGURANÇA VIÁRIA.....	115
4.7. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	125
4.8. PROJETO DE FUNDAÇÃO DE ATERRO	126

1. APRESENTAÇÃO

Trata-se do Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência referente ao Projeto de Engenharia Rodoviária de melhoramento e pavimentação do trecho Entr° LMG-865 C/ 900AMG3120 - Entr° c/ Estrada Municipal p/ Rio São Domingos (Chaveslândia) na Rodovia Contorno Leste de Limeira do Oeste no estado de Minas Gerais.

Os projetos desenvolvidos para o trecho foram elaborados segundo normas da ABNT, DER/MG e DNIT.

Parte dos levantamentos, estudos e projetos foram realizados pela empresa Engemaster Engenharia e Projetos Ltda através do contrato 4600005719 e apresentados em janeiro de 2023 como Minuta de Projeto, que foi revisada e absorvida no presente trabalho.

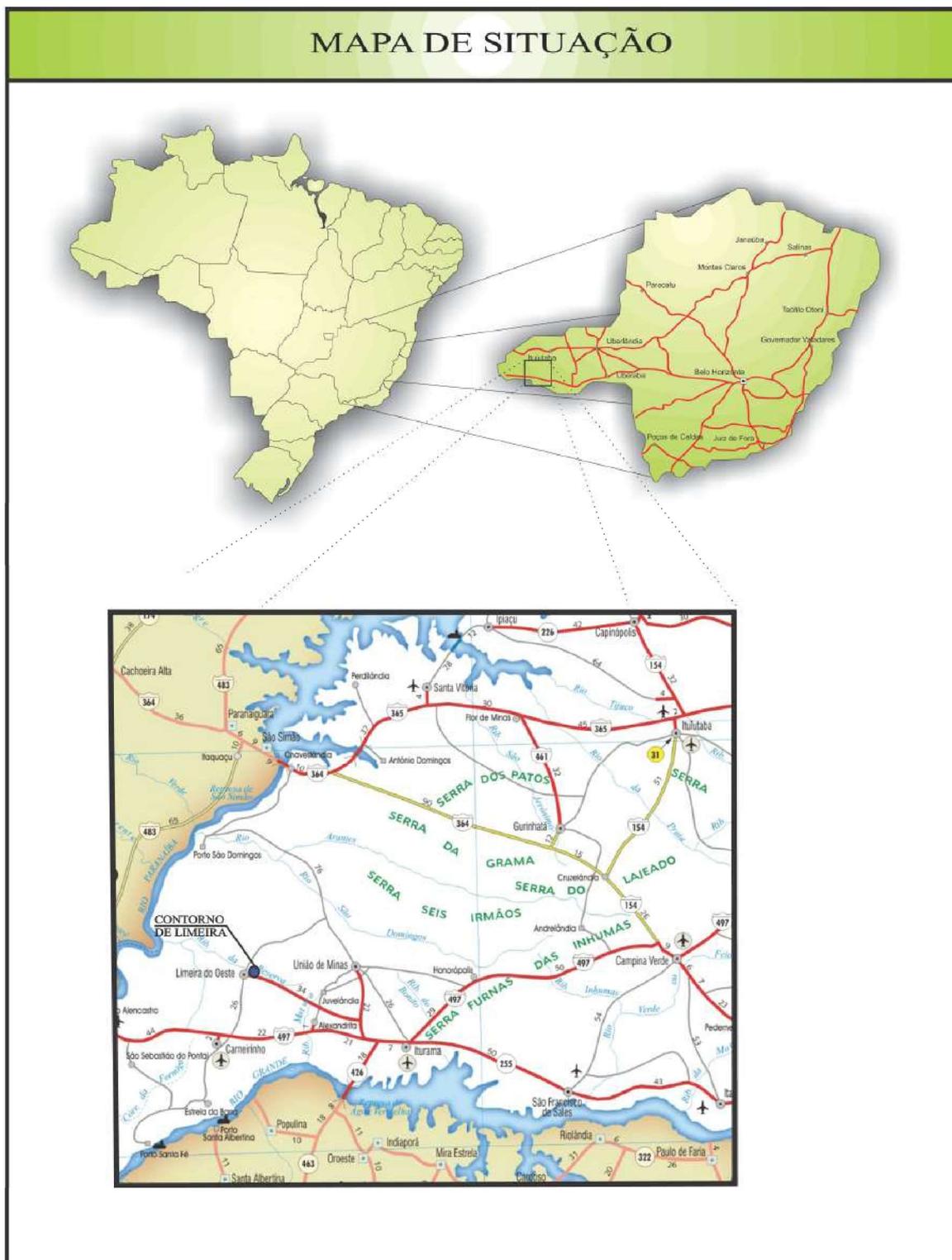
Fazem parte deste trabalho os seguintes volumes:

Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência;

Volume 2 – Projeto de Execução;

Anexo 3D – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

2. MAPA DE SITUAÇÃO



3. ESTUDOS

3.1. ESTUDOS DE TRAÇADO

3.1.1. Introdução

Os Estudos de Traçado desenvolvidos para a rodovia Contorno de Limeira do Oeste é resultado da vistoria “in loco” realizada pela Engemaster, das análises e avaliações técnicas e de entendimentos e deliberações da Prefeitura de Limeira do Oeste e da Usina Coruripe no tocante à melhor diretriz a ser aproveitada para a implantação da rodovia.

É importante ressaltar que a alternativa aqui apresentada ilustra a diretriz do segmento estudado orientado para se evitar ao máximo a interferência com o Município de Limeira do Oeste.

Os Estudos de Traçado desenvolveram-se em duas fases, compreendendo a coleta de dados e a adequação do traçado a ser implantado. Para a fase de coleta, foram obtidos os seguintes elementos disponíveis:

- Carta Geográfica da FIBGE, de Iturama e Cachoeira do Mutuca na escala 1:100.000;
- Boletim Rodoviário do DER/MG, edição 2013;
- Imagens de satélite disponibilizadas pelo software Google Earth; e,
- Levantamento Planialtimétrico Cadastral fornecido pela Prefeitura de Limeira do Oeste.

Com o reconhecimento direto das condições de campo realizado pela equipe técnica de campo da consultora e baseado na análise das informações disponíveis foram determinadas as alternativas de traçado para o trecho em questão.

O trecho da rodovia de Contorno, segmento compreendido entre o entroncamento com a rodovia LMG/865 e a estrada Municipal José Alves Rezende “ZELAU”, está localizado na região do Triângulo Mineiro no Estado de Minas Gerais.

O trecho Contorno de Limeira do Oeste possui 4,50 km de extensão, está localizado na região leste do município, tendo seu início no km 33 da rodovia LMG-865. Seu término se dá 150 m após a travessia do Ribeirão Reserva na rodovia municipal, atravessando no seu segmento médio a rodovia municipal Alípio Soares Barbosa.

3.1.2. Aspectos gerais geológicos e geotécnicos

Dentro do quadro Geológico do Estado de Minas Gerais a região em questão está contida no chamado Formação Bauru. Esta unidade ocorre em sua quase totalidade na área compreendida entre os vales dos rios Paranaíba e Grande. Seus litossomas são representados por arenitos, arenitos cineríticos, conglomerados às vezes calcíferos, lentes de calcários, siltitos e argilitos. Entre outros, destacam-se os seguintes constituintes mineralógicos: quartzo, sericita, plagiocásio, olivina, calcita e minerais de argila. Essas rochas mostram estruturas sedimentares horizontalizadas. O manto de decomposição nos termos carbonatos e cineríticos é relativamente espesso, com cerca de 10 metros. Nos demais termos atinge espessura de 1 a 5 metros.

3.1.3. Geomorfologia

A região do Trecho em questão, esta contida no Planalto da Bacia do Paraná. Trata-se do prolongamento em território Mineiro, de uma unidade que ocupa grandes extensões nos Estados de São Paulo e Paraná, e corresponde as camadas sedimentares e derrames de rochas vulcânicas (basaltos) da Bacia Sedimentar do Paraná. Uma das características morfológicas mais marcantes desse planalto é a sua disposição em degraus ou patamares sucessivos, resultantes da atuação de processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas com basaltos. Esses efeitos de erosão diferencial estão relacionados com o desenvolvimento de depressões periféricas na borda da Bacia Sedimentar, e com a configuração de “fronts de cuesta”. Em Minas Gerais, o planalto ocupa todo o Triângulo Mineiro, onde apresenta um caimento E-O de 1000m para 450m, e parte do Sudoeste do Estado, a margem esquerda do Rio Grande. Seus limites setentrionais são, pois, a depressão do Paranaíba (tipo periférico), a depressão do Rio Grande (parcialmente periférica, no trecho ao Sul da Serra da Canastra) e a extremidade Norte da depressão periférica paulista. No interior do planalto, predomina as formas mistas de aplainamento e dissecação fluvial, sendo freqüentes também as formas tabulares do tipo mesa, sobre tudo no interflúvio Rio Paranaíba – Rio Grande.

Entre os afluentes desses dois Rios que retrabalham o Planalto, destacam-se o Araguari, o Tijuco eo Prata.

3.1.4. Descrição Geral do Traçado aprovado

O alinhamento do traçado do trecho Contorno de Limeira do Oeste, deverá iniciar-se no km 33,0 da rodovia LMG-865, no trecho já implantado (Projeto da Engemaster). Desse ponto, o traçado desenvolve-se sempre no sentido sul/norte até completar aproximadamente 4,50 km, após atravessia do Ribeirão Reserva. A partir do km 0,0 o traçado segue em tangente até o km 1,0, pontoalto da região, defletindo para a esquerda e seguindo em tangente única até o final do segmento estudado. No km 2,3 intercepta a rodovia Municipal Alípio Soares Barbosa e segue até o km 4,30, neste ponto, atravessa o Ribeirão da Reserva que é um dos pontos baixos mais significativos da região.

3.1.5. Características da rodovia

Baseado nos Estudos de Tráfego realizados pela Engemaster foi definido o VMDAT 2033 = 857 veic/dia (sem parcela de motos). Para definição da plataforma deste trecho foi consultado o Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária: Volume VI – Projeto Geométrico e de Terraplenagem (DER/MG, 2013).

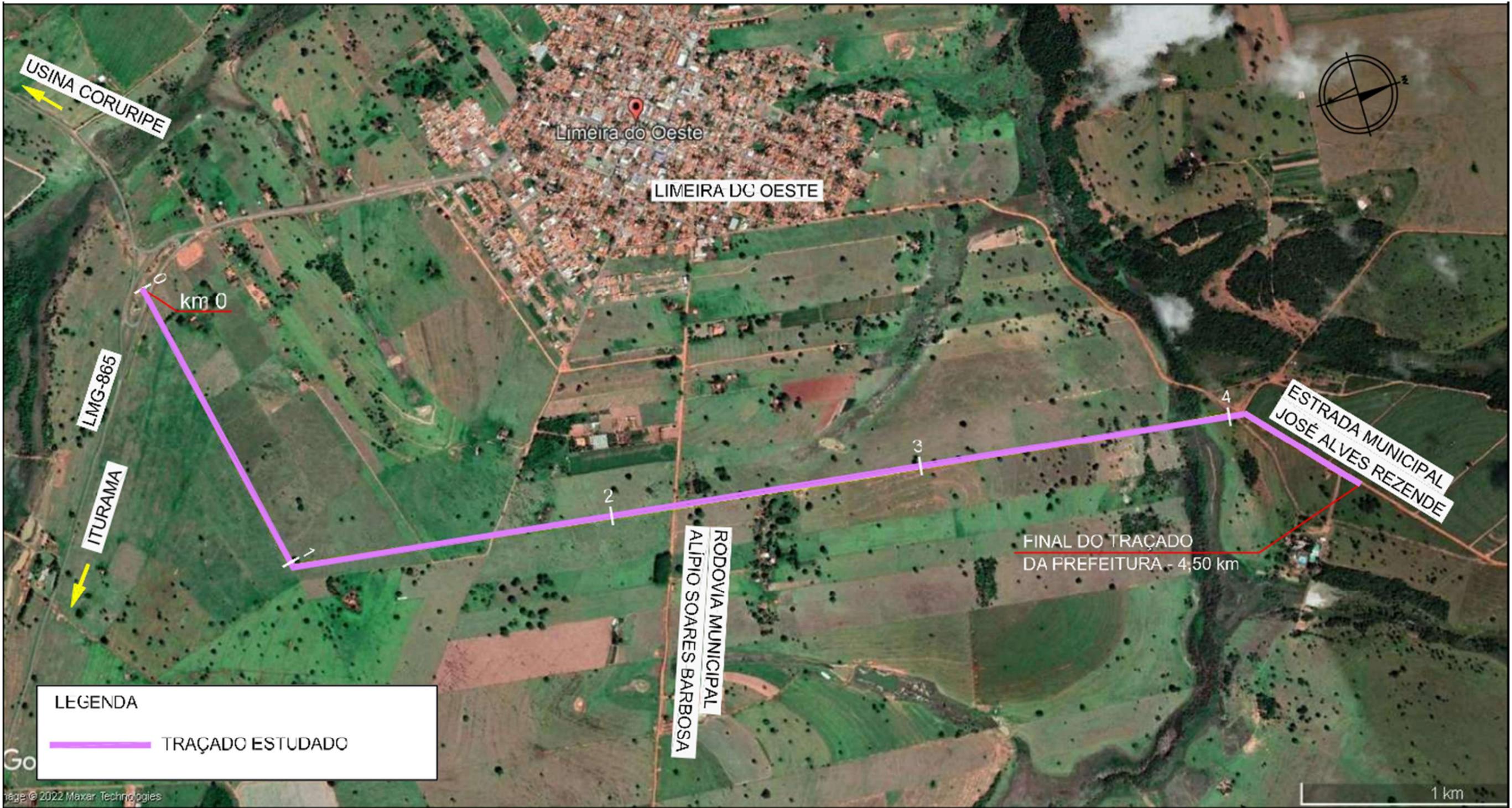
Neste referido Manual constatou-se que para Rodovia classe II a largura de plataforma de terraplenagem a ser adotada deve ser de 12,80 m.

A seguir são apresentadas as características técnicas previstas:

Rodovia	: Contorno Leste de Limeira do Oeste
Trecho	: Contorno de Limeira do Oeste
Classe	: II
Região	: Plana / Ondulada
Velocidade diretriz	: 70 km/h
Largura da plataforma pavimentada	: 11,00 m
Largura da semi pista de rolamento	: 3,50 m
Largura da faixa de segurança	: 2,00 m
Largura para dispositivos de drenagem	: 0,90 m
Largura total da faixa de domínio	: 40,0 m

O padrão de velocidade diretriz aqui estabelecido será possível graças a possibilidade de indicação no projeto geométrico de curvas horizontais com raios

superiores a 200,0m, bem como utilização de constante “K” do perfil longitudinal de valores superiores a 20,0.



3.2.- ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.2.1. Introdução

Os Estudos Topográficos consistiram da realização dos serviços de levantamento da faixa de projeto de aproximadamente 80,00 m de largura ao longo da extensão do trecho.

3.2.2. Serviços da topografia

Os serviços consistiram em:

- a) Lançamento da poligonal ao longo do “corredor” do traçado, que constituiu no referencial básico do projeto;
- b) Amarração dos pontos notáveis do alinhamento;
- c) Implantação dos Marcos de Concreto;
- d) O serviço consistiu-se na determinação das coordenadas e altitudes de 6 Marcos, localizados ao longo do segmento em questão, através do rastreamento de satélites artificiais (GPS - Global Position System).
- e) Georreferenciamento dos Marcos de Concreto;
- f) Transformação de Coordenadas UTM para topográficas;
- g) Cadastro completo da estrada existente, dos terrenos lindeiros, benfeitorias, obras-de-arte especiais, cercas de divisa, nomes dos proprietários e alinhamentos de redes elétricas, posteações, etc;
- h) Levantamento planialtimétrico permitindo a reconstituição de uma Faixa Topográfica com largura mínima de 60 metros para estudos do traçado;
- i) Levantamento planialtimétrico detalhado em locais de interseções; e,
- j) Levantamento planialtimétrico e cadastral de todos os dispositivos de drenagem existentes e de talvegues naturais para avaliação das condições topográficas e hidráulicas e indicação de solução de projeto.

A relação das coordenadas topográficas dos marcos implantados com a utilização de GPS encontra-se a seguir.

Quadro de Coordenadas Topográficas dos Marcos (Eixo Trecho)

Marco nº	Localização			Coordenadas		
	Estaca	Lado	Dist. (m)	Norte	Este	Cota
M-01	8+13,29	D	62,92	7.836.129,4230	544.539,1320	438,430
M-02	3+8,66	D	15,51	7.836.154,0639	544.426,9121	436,477
M-03	214+13,80	E	20,36	7.839.607,0451	545.893,9910	404,433
M-04	217+12,38	D	47,22	7.839.636,4809	545.976,4727	405,410
M-05	-	D	32,28	7.840.121,9316	546.444,7748	429,510
M-06	-	D	104,88	7.840.076,1511	546.514,3504	425,768

3.3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.3.1. Introdução

Os Estudos Hidrológicos da Rodovia Contorno Leste de Limeira do Oeste, trecho: Entrº LMG-865 C/ 900AMG3120 – Entrº C/ Estrada Municipal P/ Rio São Domingos (Chaveslândia), foram desenvolvidos com o objetivo de se determinar as descargas máximas prováveis, resultantes das áreas contribuintes aos diversos tipos de dispositivos de drenagem. É também feita a caracterização pluviométrica, geológica, geomorfológica, hidrogeológica e hidrológica da região em que se situa o trecho em questão.

3.3.2. Coleta de dados

Os diversos elementos necessários à consecução destes estudos foram coletados em vários órgãos, sendo consultados os seguintes estudos e publicações julgados de interesse do projeto:

- Alturas mensais de chuva do posto de Ituiutaba, código 01849000, fornecidas pelo HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas, ANA – Agência

Nacional de Águas;

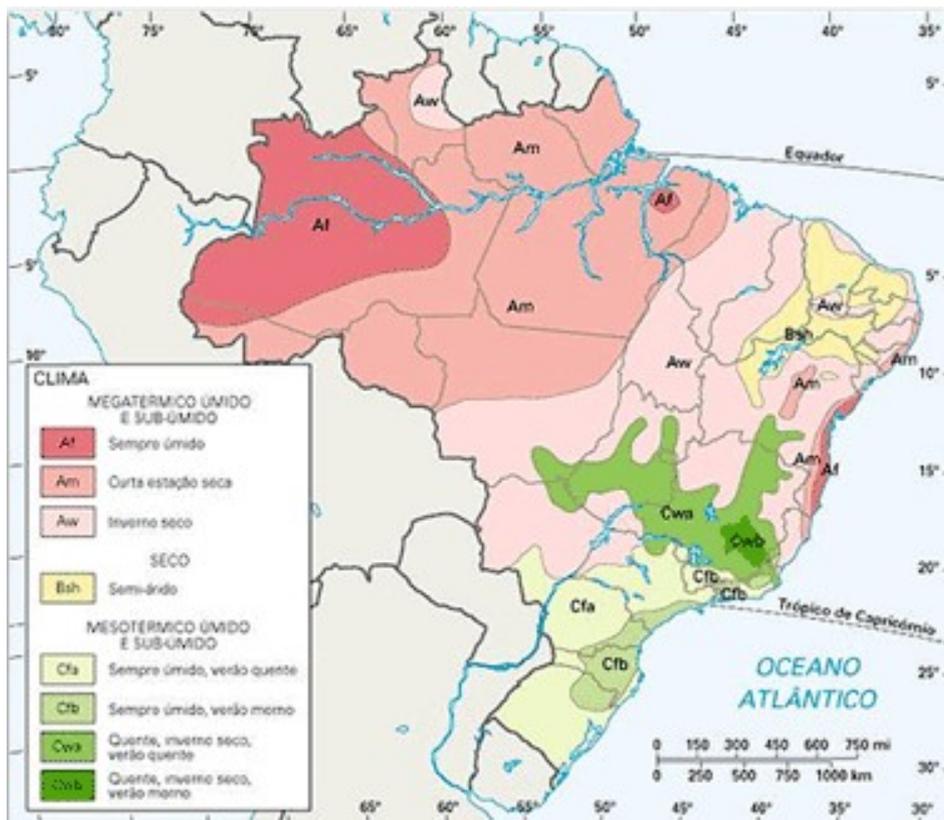
- Chuvas Intensas no Brasil, do DNOS;
- Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais, estudo da COPASA/UFV;
- Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais, do CETEC;
- Normais Climatológicas (1961-1990), do INMET;
- Cartas do Brasil na escala 1:100.000 de Cachoeira da Mutuca e Iturama, fornecidas pela Fundação IBGE.

3.3.3. Clima e pluviometria

O Brasil, pelas suas dimensões continentais, possui uma diversificação climática bem ampla, influenciada pela sua configuração geográfica, sua significativa extensão costeira, seu relevo e a dinâmica das massas de ar sobre seu território.

O clima de uma região é caracterizado por diversos fatores (temperatura, chuvas, umidade do ar, ventos e pressão atmosférica), que por sua vez são condicionados por sua altitude, latitude, condições de relevo, vegetação e continentalidade.

Podemos observar no mapa a seguir as áreas sob influência dos diversos tipos de climas do Brasil, de acordo com a classificação climática de Wladimir Köppen.

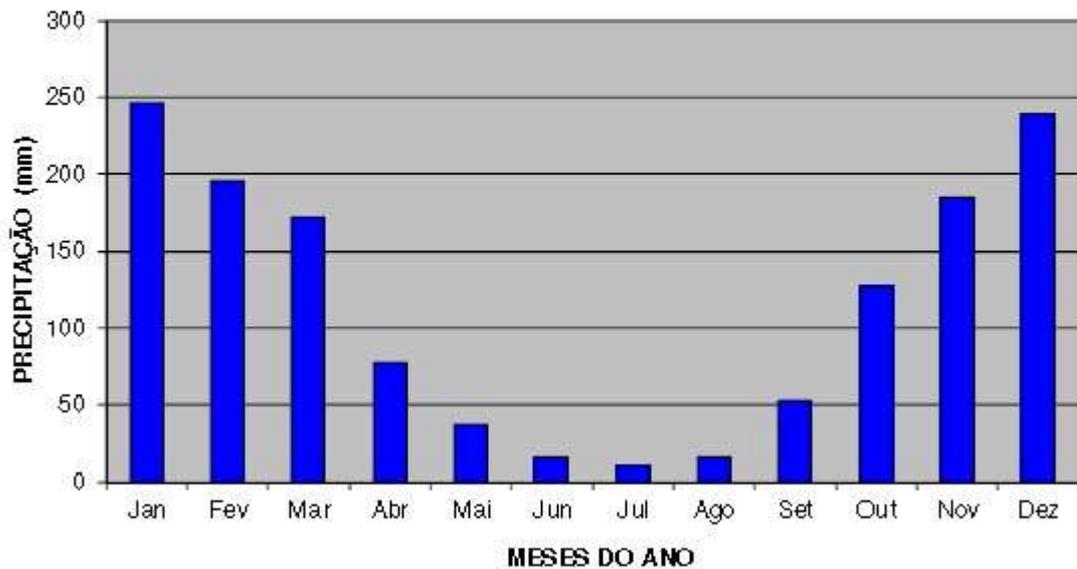


O trecho da rodovia em estudo situa-se em região de clima Aw (inverno seco). A temperatura média anual oscila entre 20,0°C e 25,3°C. A altura média de precipitação no mês mais seco não ultrapassa 21,1 mm (julho) e a temperatura média do mês mais quente se mantém na ordem de 32,4°C. A precipitação total média anual é de 1374,0 mm, sendo os meses de maior pluviosidade de dezembro a janeiro e os de menor pluviosidade de junho a agosto, com média anual de 102,0 dias de chuva. A seguir é apresentado o Histograma do Posto Pluviométrico de Ituiutaba. Também é apresentado o Quadro de Características Climáticas do posto pluviométrico de Estação Paranaíba, código 83565, operado pelo INMET.

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO (1967-2005)

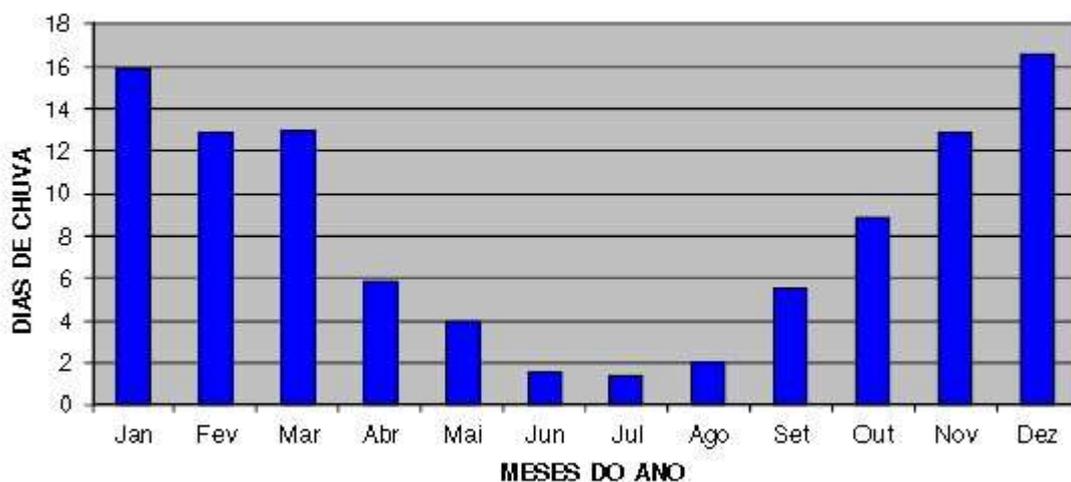
MÉDIA ANUAL: 1.374,0

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL



DIAS DE CHUVA: 102

MÉDIA DE DIAS DE CHUVA



NORMAS MENSAIS

POSTO PLUVIOMÉTRICO: ITUIUTABA
CÓDIGO: 01849000

QUADRO DE CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS														
Operadora: INMET 83565 Est. Paranaíba				Latitude: 19°42'				Longitude: 51°11'						
Dados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Temperatura Máxima (°C)	31,4	31,8	31,6	29,8	28,7	27,9	28,3	30,7	30,8	32,4	31,8	31	30,5	
Temperatura Média (°C)	25,1	25,3	25,2	22,5	21,5	20,1	20,0	22,1	23,5	23,9	25,3	25	23,3	
Temperatura Mínima (°C)	20,3	20,3	20,1	18,4	15,9	13,4	13,4	14,6	16,8	19,5	19,8	20,3	17,7	
Amplitude Absoluta (°C)	9,9	11,5	11,5	11,4	12,8	14,5	14,9	16,1	14,0	12,9	12,0	9,7	12,8	
Insolação (horas)	201,0	20,9	226,0	232,9	242,5	232,1	267,2	247,1	191,8	232	222,8	189,6	2686,2	
Evaporação (mm)	102,5	98,9	107,9	106,4	113,3	122,4	163,5	214,1	198	187,9	146,8	109,9	1671,6	
Precipitação Média (mm)	288,3	163,5	181,9	81,8	58,9	35,9	31,5	21,1	52,9	122,7	153,3	268,7	1455,4	
Dias de Chuva (número)	17,0	15	13,0	7,0	6,0	3,0	2,0	3,0	7,0	9,0	12,0	17,0	112,0	
Umidade Relativa (%)	80,8	73,4	77,2	75,6	73,4	70,6	63,8	59,9	62,4	65,3	72,8	78,6	71,2	
Nebulosidade (0-10)	6,0	6,6	5,7	5,1	4	3,3	2,5	3,1	4,3	5,3	6	7,1	4,9	
Altitude da Estação: 357m														
Clima (classificação): Cwa	Início do Trecho:				Meio do Trecho:				Fim do Trecho:					
Vegetação: De atuação antrópica com resquícios significativos de mata arbórea no início do trecho														

3.3.4. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

3.3.4.1. Geologia

Dentro do quadro geológico do Estado de Minas Gerais o trecho em questão está contido na Formação Bauru. Esta unidade ocorre em sua quase totalidade na área compreendida entre os vales dos rios Paranaíba e Grande. Seus litossomas são representados por arenitos, arenitoscineríticos, conglomerados, às vezes calcíferos, lentes de calcários, siltitos e argilitos. Entre outros, destacam-se os seguintes constituintes mineralógicos: quartzo, sericita, plagiocásio, olivina, calcita e minerais de argila.

Essas rochas mostram estruturas sedimentares horizontalizadas. O manto de decomposição nos termos carbonatados e cineríticos é relativamente espesso, com cerca de 10 metros. Nos demais termos atinge espessura de 1 a 5 metros. Como recursos minerais destacam-se as jazidas de calcários próximas à cidade de Ponte Alta.

3.3.4.2. Geomorfologia

A região do trecho em questão está contida no Planalto da Bacia do Paraná. Trata-se do prolongamento em território mineiro, de uma unidade que ocupa grandes

extensões nos Estados de São Paulo e Paraná, e corresponde às camadas sedimentares e derrames de rochas vulcânicas (basaltos) da Bacia Sedimentar do Paraná.

Uma das características morfológicas mais marcantes desse planalto é sua disposição em degraus ou patamares sucessivos, resultantes da atuação de processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas com basaltos. Esses efeitos de erosão diferencial estão relacionados com o desenvolvimento de depressões periféricas na borda da Bacia Sedimentar, e com a configuração de "*fronts de cuesta*".

Em Minas Gerais o planalto ocupa todo o Triângulo Mineiro, onde apresenta um caimento E-O de 1.000 m para 450 m, e parte do sudoeste do Estado, a margem esquerda do Rio Grande. Seus limites setentrionais são, pois, a Depressão do Paranaíba (tipo periférico), a Depressão do Rio Grande (parcialmente periférica, no trecho ao sul da Serra da Canastra) e a extremidade norte da Depressão Periférica Paulista.

No interior do planalto predominam as formas mistas de aplainamento e dissecação fluvial, sendo frequentes também as formas tabulares do tipo mesa, sobretudo no interflúvio Rio Paranaíba-Rio Grande. Entre os afluentes desses dois rios que retrabalham o Planalto, destacam-se o Araguari, o Tijuco e o Prata.

3.3.4.3. Hidrogeologia

A hidrogeologia da região está contida na Formação Bauru. Pertence ao domínio da bacia do Rio Paraná, ocorrendo nas regiões oeste e oeste-sudoeste de Minas Gerais.

Litologicamente compõe-se de arenitos puros, arenitos argilosos, arenitos calcíferos, arenitos cineríticos, tufitos e, subordinadamente, conglomerados, siltitos, argilitos e rochas piroclásticas. A espessura é muito variável, sendo a máxima observada da ordem de 300 m, na Serra das Araras.

A permeabilidade média é de 10^{-5} l/s/m e a vazão específica varia entre 0,1 e 1,0 l/s/m. A infiltração é alta moderada, e geralmente favorecida pela pouca drenagem existente no topo dos chapadões dos arenitos.

As águas mostram concentrações de sólidos dissolvidos muito baixas, e são geralmente agressivas. Estes sistemas, por serem granulares e, em geral, terem nível freático profundo, foram considerados como de baixo risco de poluição.

3.3.4.4. Hidrologia

A hidrologia da região em estudo está contida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná (sub-bacia do Rio Paranaíba). A bacia do Rio Paranaíba estende-se sobre três Estados: Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso.

A área de drenagem da parte mineira da bacia corresponde a aproximadamente 32,1% da área total, que é cerca de 222.000 km². Juntamente com a bacia do Rio Grande, é formador do caudaloso Rio Paraná. O Rio Paranaíba apresenta um desenvolvimento longitudinal de cerca de 1.120 km, sendo que aproximadamente 680 km servem de divisa entre os Estados de Minas Gerais e Goiás, e Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

O Rio Paranaíba nasce na Serra Mata da Corda, no município de Rio Paranaíba, a uma altitude próxima de 1.100 m. Depois de passar por declives íngremes, corre de sul para norte em região plana, numa distância aproximada de 120 km, até as imediações da cidade de Patos de Minas. Continua na mesma direção, para logo em seguida tomar o rumo norte, servindo como divisa dos municípios de Patos de Minas, Presidente Olegário e Lagamar. Segue até a divisa com o município de Coromandel, onde muda de direção seguindo rumo sudoeste, para logo assumir a direção EO até o cruzamento com a rodovia MG-188.

A partir desse ponto volta novamente ao sentido noroeste até a divisa dos Estados de Minas Gerais e Goiás, na confluência com o Rio Verde, e toma a orientação NE-SO até o início do reservatório da barragem de Emborcação.

A partir da barragem o álveo assume a orientação EO, até as proximidades da cidade de Itumbiara. Daí corre segundo a direção sudoeste, até receber as águas do Rio Preto, pela margem direita, de onde segue na direção sul até o encontro com o Rio Grande, dando origem ao Rio Paraná.

Os principais afluentes do Rio Paranaíba pela margem direita são os rios São Marcos, Corumbá, Piracanjuba, Meia Ponte, Verde, Corrente e Aporé; e pela margem esquerda, os rios Dourados, Perdizes, Bagagem, Araguari, Piedade, Tijuco e Prata.

O Rio Araguari, o mais importante tributário do Paranaíba em território mineiro, nasce nos contrafortes da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas, a uma altitude aproximada de 1.320 m. Ao desaguar no Rio Paranaíba, tem uma área de drenagem de 21.520 km². Seus principais afluentes são os rios Quebra-Anzol, Claro, Uberabinha e Ribeirão do Inferno.

O Rio Perdizes nasce no município de Monte Carmelo, nas proximidades da

divisa com o município de Patrocínio. Tem uma área de drenagem de 1.364 km².

O Rio Dourados nasce na Chapada do Ferro, no município de Patrocínio, a uma altitude próxima de 1.000 m. Parte desse rio serve de divisa entre os municípios de Coromandel e Monte Carmelo. Tem uma área de drenagem de 2.408 km². Seu principal afluente é o Rio Douradinho.

3.3.5. Precipitação de Projeto

Para o estudo de Precipitações do Projeto, foi estudado o Polígono de Thiessen e as orientações contidas no caderno “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais”, elaborado pela Universidade Federal de Viçosa, no ano de 2001, através do grupo de pesquisa em Recursos Hídricos.

Pelo Polígono de Thiessen, de acordo com a metodologia preconizada pela Copasa, adotamos o Posto Pluviográfico de São Simão, código 01950007, por estar mais próximo ao trecho, para fins de caracterização de chuva, com a seguinte equação:

$$i = \frac{3354,992 \times T^{0,172}}{(t + 30,197)^{0,960}}$$

Onde:

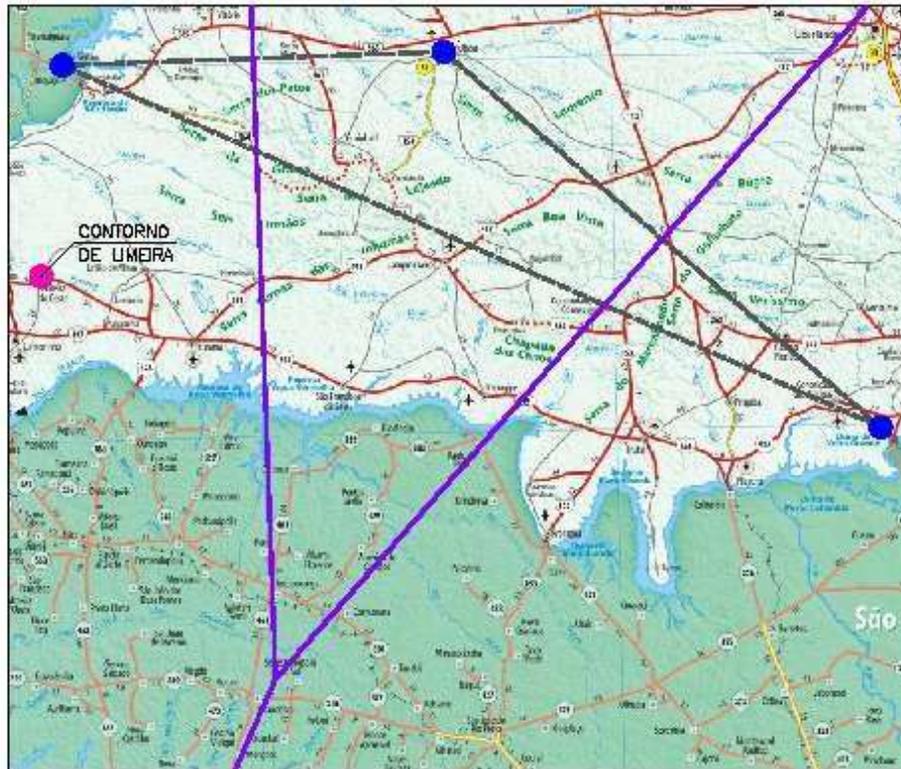
i = intensidade de precipitação em mm/h

T = tempo de recorrência em anos

t = duração da precipitação em minutos

A seguir é apresentado o polígono de Thiessen, bem como as curvas de Intensidade/Duração/Frequência e precipitações para o posto pluviográfico de São Simão.

POLÍGONO DE THIESSSEN

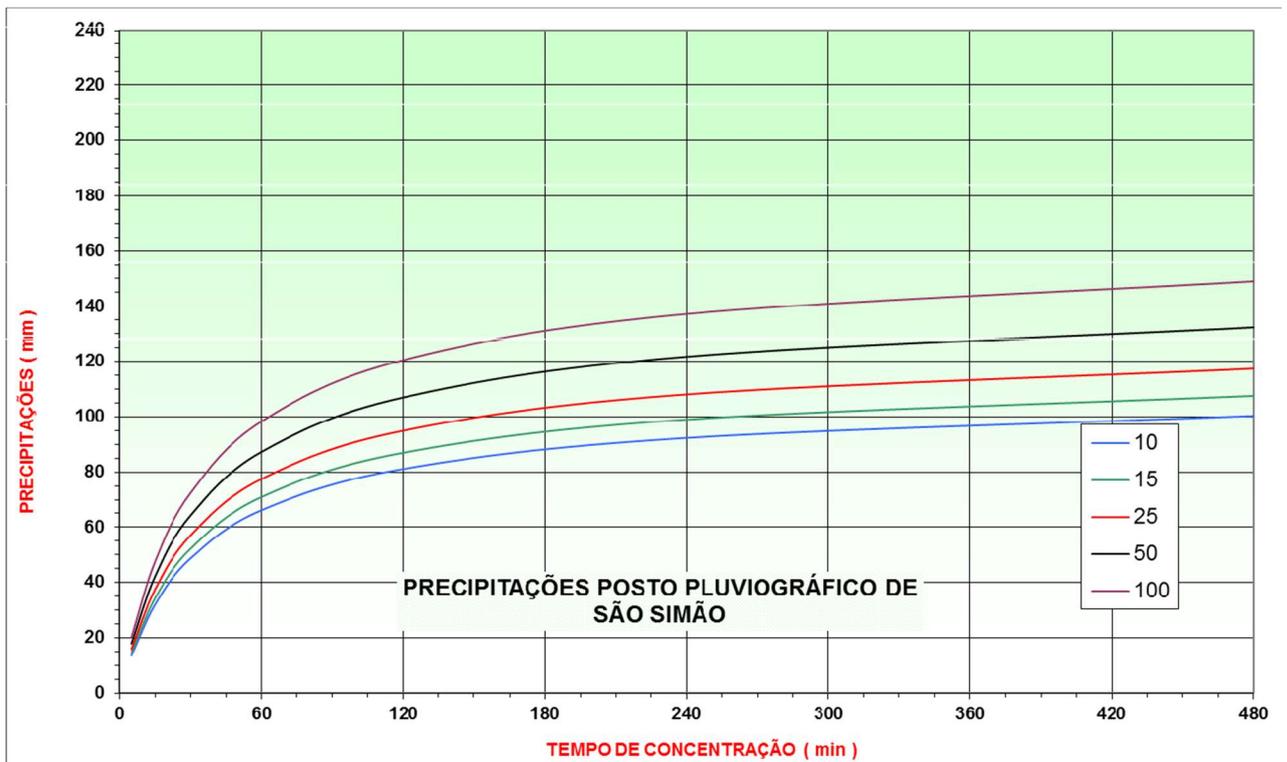
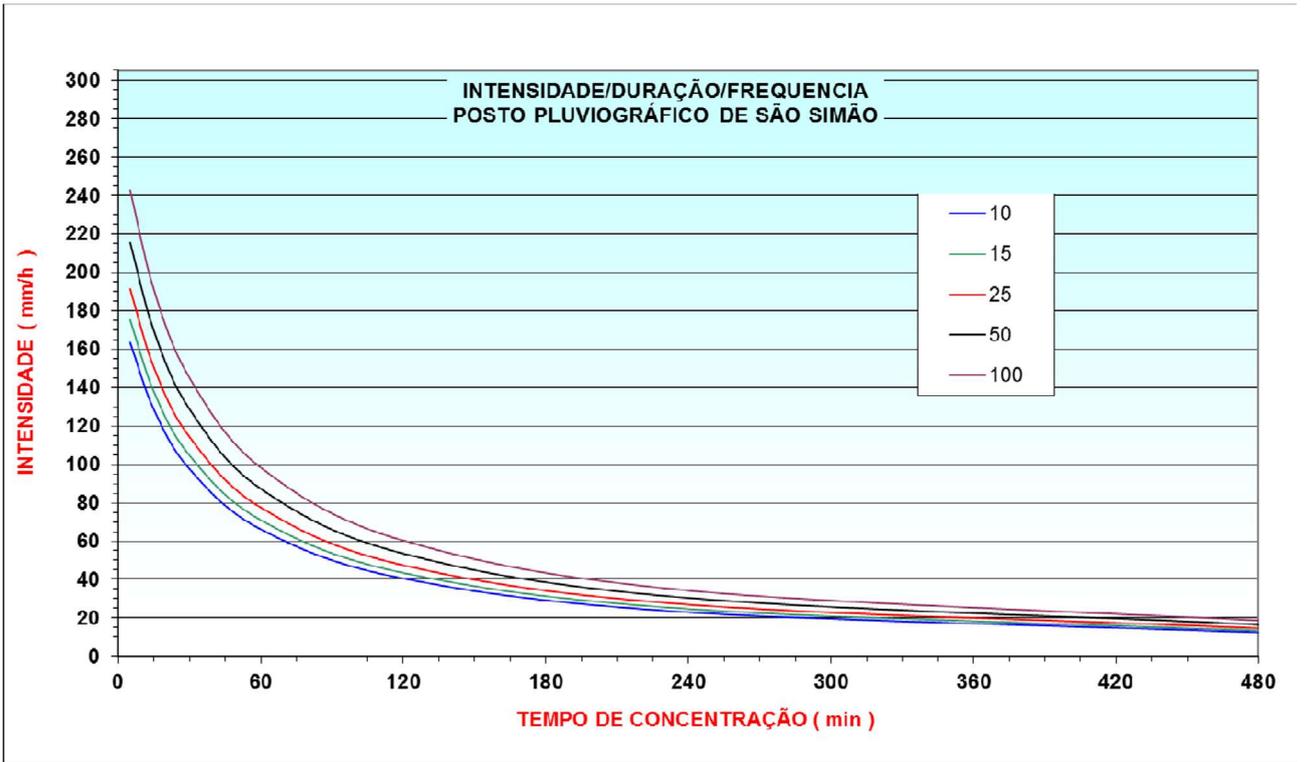


POSTO MAIS REPRESENTATIVO PARA O TRECHO:

POSTO PLUVIOMÉTRICO DE SÃO SIMÃO

LEGENDA

-  POSTOS UTILIZADOS PARA FAZER O POLÍGONO
-  LOCAL EM ESTUDO
-  POLÍGONO DE THIESSSEN
-  LINHA DE CONSTRUÇÃO DO POLÍGONO



3.3.6. Período de Recorrência

O período de recorrência, ou período de retorno, é o período de tempo médio em que um determinado evento (neste caso a precipitação, é numa relação consequente a vazão dela resultante), é igualado ou superado ao menos uma vez.

Os períodos de recorrência adotados foram os seguintes:

Obras de drenagem superficial: $T = 10$ anos;

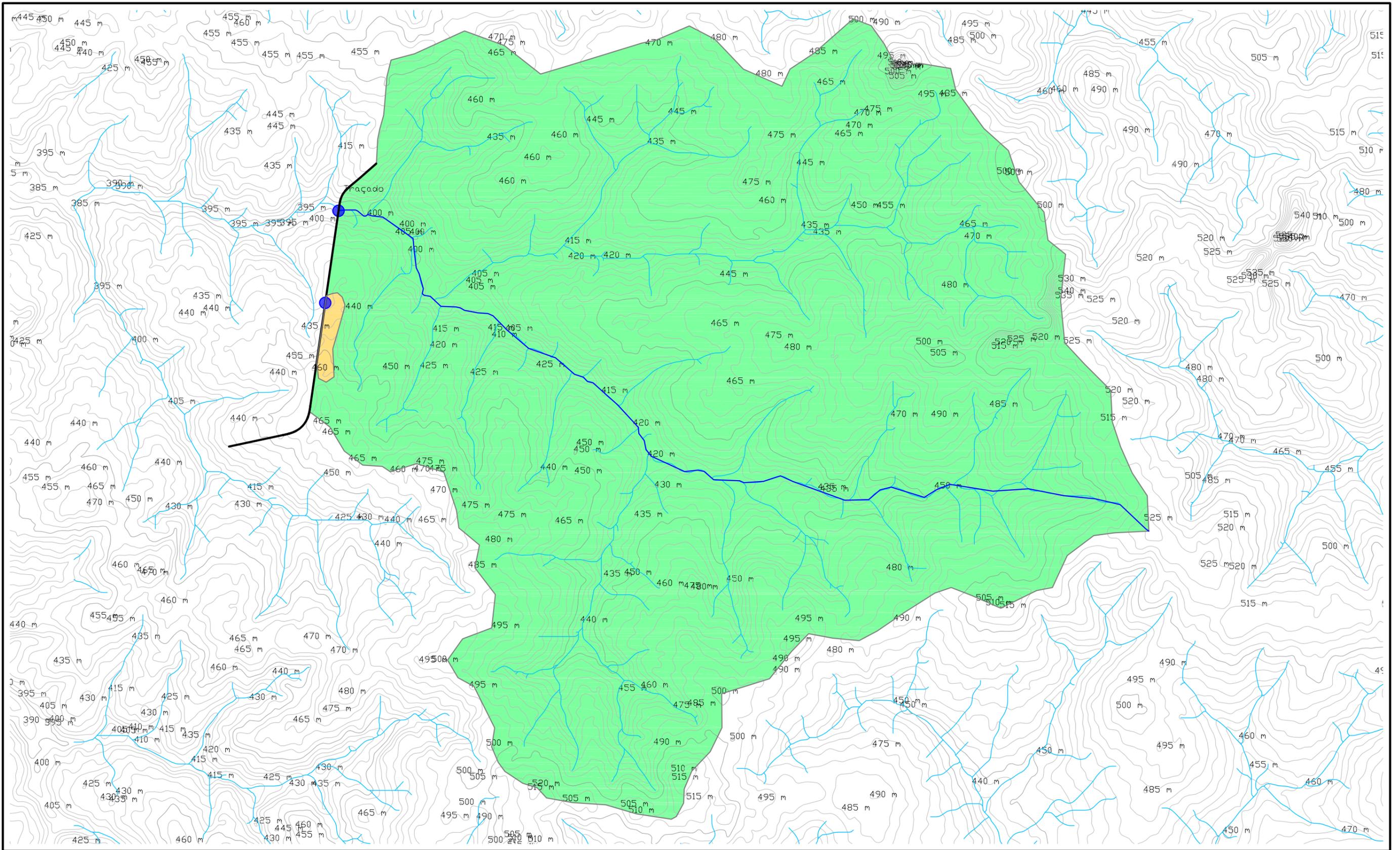
Drenagem de pavimento: $T = 1$ ano;

Drenagem profunda: $T = 1$ ano;

Obras de Arte Especiais: $T = 50$ e 100 anos.

3.3.7. Resultados Obtidos

A seguir é apresentado o mapa básico das bacias hidrográficas do trecho e a planilha de cálculo de vazão.



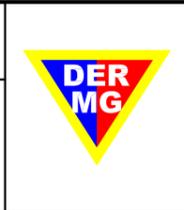
OBSERVAÇÕES:

ENGº COORDENADOR:
ENG. CIVIL LUCAS A. OSHIRO
 ENGº PROJETISTA:
 RT:
ENG. CIVIL LUCAS A. OSHIRO
 DESENHISTA:



DIRETORIA DE PROJETOS

DESENHO:	ESCALA: 1:50000	Eng. Fiscal - CREA/MG
VERIFICADO:	APROVADO:	Eng. Diretor da DP



DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE MINAS GERAIS

RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE
 TRECHO: ENTRº LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTRº C/ ESTRADA MUNICIPAL P/ RIO SÃO DOMINGOS (CHAVESLÂNDIA)

PLANTA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

FOLHA: 01/01

3.4. ESTUDOS DE TRÁFEGO

3.4.1. Introdução

Os Estudos de Tráfego para o Contorno Leste de Limeira do Oeste, Trecho: Entr° LMG-865 c/ 900AMG3120 – Entr° c/ Estrada Municipal p/ Rio São Domingos (Chaveslândia), com 4,50 km de extensão, foram desenvolvidos buscando atender as Normas Técnicas e Recomendações amplamente conhecidas e preconizadas pelo DER/MG. O Trecho está localizado na jurisdição da 31ª Unidade Regional do DER, com sede em Ituiutaba/MG

O Contorno a ser implantado é a alternativa de controlar o fluxo de veículos pesados, transportando cana-de-açúcar e insumos, utilizados pelas usinas do setor “sucroenergético” do Pontal do Triângulo, que atualmente trafegam pelo perímetro urbano da cidade de Limeira do Oeste. Os Estudos foram baseados utilizando os seguintes manuais:

- Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária (Diretoria de Projetos - DER/MG - 2013);
- Boletim Rodoviário do DER/MG - Edição de 2013
- Resolução CONTRAN Nº 635 de 30/11/2016;
- Manual de Estudos de Tráfego (DNIT - Publicação IPR-723, 2006); e,
- *Trip Generation - Institute of Transportation Engineers/ITE* - 8th Edition (ano de 2008).

Para tanto, foram realizadas pesquisas do tipo “Contagens Volumétricas e Classificatórias” bem como “Pesquisas de Origem/Destino” no mês de agosto de 2022 de maneira a permitir a estimativa do VMDAT atual e futuro do referido trecho. Dessa forma, obteve-se a composição percentual do tráfego de veículos de passeio, utilitários e frota comercial, necessários ao cálculo do Número de Operações do Eixo-padrão de 8,2t – Número “N”, adotando-se as metodologias da “USACE” e da “AASHTO” recomendadas pelo Manual.

Os resultados obtidos nas pesquisas de campo forneceram os parâmetros necessários e suficientes para avaliar as características técnicas da rodovia e o seu comportamento operacional, após as implantações previstas para esse projeto. Desta forma, definiu-se o VMD característico do segmento do Contorno entre o km 0,00 (Entr° LMG-865/900AMG3120) ao km 4,50, Entr° c/ a estrada para o Rio São

Domingos (Chaveslândia). As contagens volumétricas e classificatórias foram procedidas no posto P-01 km 0,00 (interseção com 3 aproximações), local onde foi realizada também a Pesquisa de Origem e Destino. O posto P-01 teve duração de 1 dia de 24:00 horas.

3.4.2. Coleta de dados de tráfego

Os “Estudos de Tráfego” foram elaborados em duas fases, a saber:

3.4.2.1. Pesquisas de campo

As pesquisas de tráfego foram executadas conforme as características dos fluxos de tráfego da interseção e do segmento homogêneo em estudo e as orientações emanadas do DER/MG, com 1 (um) posto de coleta de dados.

Foram realizadas pesquisas de campo do tipo “Contagens Volumétricas, Classificatórias e Direcionais e Pesquisas de Origem e Destino de Veículos Automotores”, a saber:

- “Contagens volumétricas, classificatórias e direcionais de veículos automotores”;
- 1 (um) Posto com 1 dia de duração, sendo o Posto P-01, no período de 24:00 horas (00:00 às 24:00 horas); e “Pesquisas de Origem e Destino”.

O posto de pesquisas foi estrategicamente posicionado de maneira a caracterizar os volumes de tráfego da interseção, sua classificação e sua incidência ao longo do dia. O Quadro nº 1 – Plano de Contagem de Tráfego apresenta a localização do posto de pesquisas, assim como sua duração e período.

QUADRO N° 1 PLANO DE CONTAGEM DE TRÁFEGO						
RODOVIA: LMG-865 CONTORNO DE LIMEIRA)						
TRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTR. ESTRADA P/ RIO SÃO DOMINGOS						
SUBTRECHO:						
Posto	Rodovia	Localização (km)	Data / Período	Duração	Tipo de Pesquisa	Identificação
P-01	LMG-865	33,00	18/08/2022	24:00 horas	C.V./O.D.	INTERSEÇÃO LMG-865 C/900AMG3120
(C.V.C) = Contagem Volumétrica e Classificatória Direcional						
(O.D.) = Pesquisa de Origem e Destino						

Para permitir a visualização do posicionamento do posto de pesquisas na malha viária de interesse do estudo em questão apresenta-se a localização do posto de pesquisas de tráfego.



Figura 01 – Posto P-01 LMG-865 C/ 900AMG3120 p/ Limeira do Oeste

3.4.2.2. Metodologia adotada nas Pesquisas de Campo

No presente trabalho, as contagens aqui apresentadas foram realizados pelo método tradicional manual.

Foi registrado o horário preciso da passagem de cada veículo, contemplando de forma isolada cada sentido de tráfego da interseção, acumulando-se os volumes de tráfego obtidos a cada 15 minutos, subsidiário a determinação do “Fator Horário de Pico – FHP” e do “Fator Horário de Projeto - K”. Os veículos pesquisados foram

classificados da seguinte forma:

a) Motos (M):

Todos os tipos de motocicletas (motocicletas, “Lambretas”, “Vespas”, etc.);

b) Veículos de Passeio (P):

Automóveis diversos (pequenos, médios e grandes);

c) Utilitários (U):

Caminhonetes, furgões, “pick-ups”, “Kombi”, “Besta”, “vans” e outros veículos leves, com capacidade de carga menor que 3,0 toneladas;

d) Ônibus (O):

Coletivos urbanos, ônibus intermunicipais, o “Tribus” (ônibus com eixo simples dianteiro de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo modificado); “4CB” (eixo dianteiro duplo de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo de rodagem dupla) e os microônibus;

e) Veículos de Carga:

Os veículos de carga foram classificados de acordo com o número, tipo e disposição dos eixos, conforme a “Classificação de Veículos pela Configuração de Eixos” proposta pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, a saber:

- Caminhões Simples: 2C

Caminhão leve/médio, composto de um eixo simples dianteiro de rodagem simples e um eixo simples traseiro de rodagem dupla, conhecido como caminhão “toco”. Foram incluídos nesta categoria o “F-4.000” da FORD, o “MB-600” da MERCEDES BENZ e outros caminhões pequenos (conhecidos como “três quartos”) semelhantes (AGRALE, VOLKSWAGEN, etc.);

- Caminhão Duplo: 3C / 4CD

“3C” (Caminhão pesado, composto por um eixo simples dianteiro de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo de rodagem dupla);

“4CD” (caminhão pesado composto por um eixo dianteiro duplo de rodagem simples e um eixotraseiro “tandem” duplo de rodagem dupla);

- Semi-reboques : 2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S1 / 3S2 / 3S3 / 2I2 / 2I3 / 3I2 / 2J3 / 3J3

Veículos articulados compostos de um “cavalo mecânico” que traciona uma unidade (semi- reboque) com um eixo simples traseiro ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodagem dupla (são as denominadas “carretas, “jamantas”, “cegonheiras”, etc.), com diversas configurações de eixo;

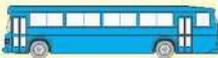
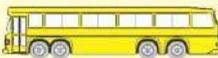
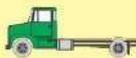
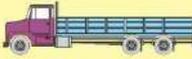
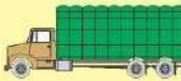
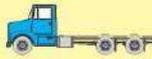
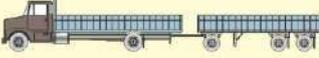
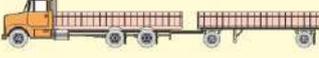
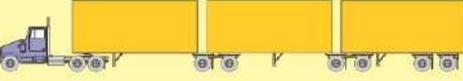
- Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3C3

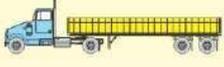
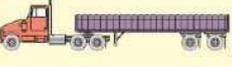
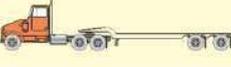
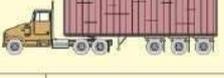
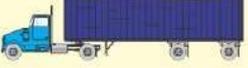
Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C ou 3C) que traciona um “reboque” com dois eixos, sendo um eixo simples dianteiro de rodagem simples ou dupla e um eixo simples traseiro ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodagem dupla; e,

- Composição de Veículos de Carga - CVC (Bitrem-3S2S2, Rodotrem-3S2C4, Tritrem-3S2S2S2 e 3M6)

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um semi-reboque 3S2) que traciona de um a três “reboques” com um ou dois eixos traseiros “tandem” duplos de rodagem dupla.

A seguir é apresentada a “Classificação padronizada de Veículos Automotores”, onde consta a “Configuração de Eixos dos Veículos de Carga”.

MODELO " I " - CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS					
MOTO		PASSEIO		UTILITÁRIOS	  
ÔNIBUS	2CB		3CB - TRIBUS		
					
ÔNIBUS	4DB		2B1		
					
CAMINHÕES	2C				
	3C				
	4CD				
REBOQUES	2C2				
	2C3				
	3C2				
	3C3				
CVC	BITREM 3S2S2				
	RODOTREM 3S2C4				
	TRITREM 3S2S2S2				
	3M6				

MODELO " I (CONTINUAÇÃO) "				
CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS				
SEMI-REBOQUES	2S1			
	2S2			
	2S3			
	3S2			
	3S3			
	2I2		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS	
	2I3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS	
	3I2		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS	
	3I3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS	
	2J3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE 1º ISOLADO/ 2º TANDEM DUPLO	
	3J3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE 1º ISOLADO/ 2º TANDEM DUPLO	

3.4.3. Resultado das pesquisas de campo

Foram processados os dados obtidos no posto de Pesquisas de Tráfego instalados no trecho em estudo, onde foram realizadas as “Contagens Volumétricas e Classificatórias”.

Foram processados os dados obtidos nas “Pesquisas de Origem e Destino” (OD) seguido de “Contagens Volumétricas e Classificatórias”.

Os resultados das pesquisas de campo foram apresentados, em quadros e gráficos, de acordo com as exigências das normas e recomendações técnicas, obedecendo aos padrões do DER/MG.

As etapas adotadas para o processamento dos dados e resultados obtidos foram:

- Processamento dos dados obtidos em campo;
- Correção da sazonalidade dos dados de campo;
- Determinação do Volume Médio Diário – VMD Atual para as seções definidas;
- Projeção do VMD e do Número “N”.

3.4.3.1. Fatores de expansão e correção de sazonalidade

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

a) Fator de expansão diária - FD

Fator que corrige os volumes contados em 14:00 horas para referência do dia de 24:00 horas. O cálculo de “FD” foi procedido aplicando-se, para cada movimento de tráfego, a expressão:

$$\text{FD} = \text{Volume de 24:00 horas do Posto P-01} / \text{Volume de 14:00 horas}$$

Neste caso a expressão não se aplica para o cálculo do “FD”, pois a contagem volumétrica foi realizada em posto único, com duração de 24:00 horas.

Os valores dos Fatores de Expansão Diária - FD adotados constam nos “Resumos da Contagem Volumétrica e Classificatória por Eixo”, apresentados mais adiante e nos quadros detalhados de 14 a 18 .

As contagens de 24:00 horas realizadas no Posto P-1 determinarão o “FD” que corrigirá pesquisa de Origem e Destino realizada no mesmo local.

b) Fator de Correção Semanal - FS

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o dia da semana e do mês em que estas foram realizadas.

Para o presente caso, o “Fator de Correção Semanal” adotado foi FS = 1,100 (para moto, passeio e utilitários) e FS = 1,050 (para a frota comercial), conforme disposto no Plano de Contagem e acordado com a DP/NET – Núcleo de Engenharia de Tráfego.

c) Fator de Correção Mensal - FM

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o mês em que estas foram realizadas (agosto).

Para o presente caso o “Fator de Correção Mensal” adotado foi FM = 1,010 (para todos os tipos de veículos), conforme disposto no Plano de Contagem e acordado com a DP/NET – Núcleo de Engenharia de Tráfego.

d) Fator de Correção Anual - FA:

Fator final que corrige o efeito da sazonalidade e permite o ajuste dos dados obtidos, sendo o resultado do produto dos fatores FD, FS e FM, a saber:

$$\mathbf{FA = FD \times FS \times FM}$$

Os valores de “FA” são apresentados nos quadros de “Resumos da Contagem Volumétrica e Classificatória por Eixo”, que se seguem mais adiante:

QUADRO Nº		2		RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA POR EIXO																											
RODOVIA: LMG-865		TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)														SEGMENTO: CONTORNO DE LIMERA DO OESTE															
SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)		LOCALIZAÇÃO: km 33,70														DATA DA PESQUISA: 18/08/2022															
POSTO: P-01																															
IDENTIFICAÇÃO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120																															
PROGRAMA: SUEROENERGÉTICO		PROJETO: IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO																													
MOVIMENTO:		UNIÃO DE MINAS																													
		CARNERINHO																													
VOLUMES DE TRÁFEGO REFERENTES AO PERÍODO PARCIAL DE 14:00 HORAS (DAS 6:00 AS 20:00 HORAS) - FATORES DE EXPANSÃO E CORREÇÃO DE SAZONALIDADE																															
DATA	PASSEIO			ÔNIBUS												CONFIGURAÇÃO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA												TOTAL			
	MOTO	PASS.	UTILIT.	2CB	3CB	4DB	2B1	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	BIT.	ROD.	T.PRT.	3M6	2I2	23	3I2	3I3	2I3		3I3	4CD	
18/08/2022	9	116	39	9				19	25			1	2	8			2	6	4	3		35								278	
FD	1,000	1,069	1,221	1,000	1,000	1,000	1,000	1,211	1,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,029	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	
FM	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	
FA	1,111	1,188	1,388	1,061	1,061	1,061	1,061	1,284	1,273	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,091	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS)																															
18/08/2022	9	124	48	9				23	30			1	2	8			2	6	4	3		36									305
TOTAL	9	124	48	9				23	30			1	2	8			2	6	4	3		36								305	
MEDIA	9	124	48	9				23	30			1	2	8			2	6	4	3		36								305	
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMD"																															
18/08/2022	10	138	53	10				24	32			1	2	8			2	6	4	3		38									333
TOTAL	10	138	53	10				24	32			1	2	8			2	6	4	3		38								331	
VMD	10	138	53	10				24	32			1	2	8			2	6	4	3		38								331	
Moto 10										Passaio 191										Carga 120								Total 331			
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO "VMD"																															
3,02	41,69	16,01	3,02				7,25	9,67			0,30	0,60	2,42				0,60	1,81	1,21	0,91		11,48								100,00	
Moto 3,02										Passaio 57,70										Carga 36,25								Total 100,00			

QUADRO Nº		3		RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA POR EIXO																										
RODOVIA: LMG-865		TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)														SEGMENTO: CONTORNO DE LIMERA DO OESTE														
SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMERA DO OESTE)		LOCALIZAÇÃO: km 33,70														DATA DA PESQUISA: 18/08/2022														
POSTO: P-01																														
IDENTIFICAÇÃO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120																														
PROGRAMA: SUEROENERGÉTICO		PROJETO: IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO																												
MOVIMENTO:		UNIÃO DE MINAS																												
		LIMERA DO OESTE																												
VOLUMES DE TRÁFEGO REFERENTES AO PERÍODO PARCIAL DE 14:00 HORAS (DAS 6:00 AS 20:00 HORAS) - FATORES DE EXPANSÃO E CORREÇÃO DE SAZONALIDADE																														
DATA	PASSEIO		CONFIGURAÇÃO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA														TOTAL													
	MOTO	PASS.	2CB	3CB	4DB	2B1	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2		3C3	BIT.	ROD.	T.PRT.	3M6	2I2	2I3	3I2	3I3	4C3	4C4		
18/08/2022	42	433	102	36			30	36			5	4	5			1	3	2	1	1	17							722		
FD	1,190	1,162	1,422	1,079	1,000	1,000	1,667	1,184	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	
FM	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	
FA	1,322	1,291	1,580	1,144	1,061	1,061	1,768	1,256	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS)																														
18/08/2022	50	503	145	41	3		50	45			5	4	5			1	3	2	1	1	17									876
TOTAL	50	503	145	41	3		50	45			5	4	5			1	3	2	1	1	17									876
MEDIA	50	503	145	41	3		50	45			5	4	5			1	3	2	1	1	17									876
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMD"																														
18/08/2022	56	559	161	43			53	48			5	4	5			1	3	2	1	1	18									961
TOTAL	56	559	161	43			53	48			5	4	5			1	3	2	1	1	18									960
VMD	56	559	161	43			53	48			5	4	5			1	3	2	1	1	18									960
Moto 56										Passaleio 720										Carga 141								Total 960		
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO "VMD"																														
(%)	5,83	58,23	16,77	4,48			5,52	5,00			0,52	0,42	0,52			0,10	0,31	0,21	0,10	0,10	1,88									100,00
Moto 5,83										Passaleio 75,00										Carga 14,68								Total 100,00		

QUADRO Nº 4		RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA POR EIXO																																			
RODOVIA: LMG-865		TRECHO: ENTR. LMG-864 (P. UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNERINHO)																																			
SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P. UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)		SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE																																			
POSTO: P-01		LOCALIZAÇÃO: km 33,70																																			
IDENTIFICAÇÃO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG-3120		PROJETO: IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO																																			
PROGRAMA: SUCCROENERGÉTICO		(3-1)																																			
MOVIMENTO: CARNERINHO		UNIÃO DE MINAS																																			
VOLUMES DE TRÁFEGO REFERENTES AO PERÍODO PARCIAL DE 14:00 HORAS (DAS 6:00 ÀS 20:00 HORAS) - FATORES DE EXPANSÃO E CORREÇÃO DE SAZONALIDADE																																					
DATA	PASSAIO												ÔNIBUS												CONFIGURAÇÃO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA												TOTAL
	MOTO	PASS.	UTILIT.	2CB	3CB	4DB	2B1	2C	3C	2B1	2B2	2B3	3B2	3B3	2C2	2C3	3C2	3C3	BIT.	ROD.	TRIT.	3M6	2I2	2I3	3I2	3I3	2J2	3J3	4CD								
18/08/2022	6	47	36	4				10	19			3		5				3	9	2	4	10								158							
FD	2,833	1,563	1,611	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500	1,053	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,111	1,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	*****						
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	*****						
FM	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	*****						
FA	3,148	1,225	1,790	1,061	1,061	1,061	1,061	1,591	1,117	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,178	1,591	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	*****						
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS)																																					
18/08/2022	17	73	59	4	1			15	20			3		5				3	10	3	4	10									226						
TOTAL	17	73	59	4	1			15	20			3		5				3	10	3	4	10									226						
MEDIA	17	73	59	4	1			15	20			3		5				3	10	3	4	10									226						
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMD"																																					
18/08/2022	19	81	64	4				16	21			3		5				3	11	3	4	11									246						
TOTAL	19	81	64	4				16	21			3		5				3	11	3	4	11									246						
VMD	19	81	64	4				16	21			3		5				3	11	3	4	11									246						
Meio 19												Coletivo 4												Carga 77		Total 245											
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO "VMD"																																					
7,76	33,06	26,12	1,63					6,53	8,57			1,22		2,04				1,22	4,49	1,22	1,63	4,49									100,00						
Meio 7,76												Coletivo 1,63												Carga 31,41		Total 100,00											

QUADRO Nº 5		RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA POR EIXO																													
RODOVIA: LMG-865	TRECHO: ENTR. LMG-864 (P. UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNERINHO)																														
SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P. UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)	SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE																														
POSTO: P-01	LOCALIZAÇÃO: km 33,70	DATA DA PESQUISA: 18/08/2022																													
IDENTIFICAÇÃO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG-3120	PROJETO: IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO																														
PROGRAMA: SUCROENERGÉTICO	(3-7)																														
MOVIMENTO: CARNERINHO	LIMEIRA DO OESTE																														
VOLUMES DE TRÁFEGO REFERENTES AO PERÍODO PARCIAL DE 14:00 HORAS (DAS 6:00 ÀS 20:00 HORAS) - FATORES DE EXPANSÃO E CORREÇÃO DE SAZONALIDADE																															
DATA	PASSAIO		CONFIGURAÇÃO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA																TOTAL												
	MOTO	UTILIT.	2CB	3CB	4DB	2B1	2C	3C	281	282	283	382	383	2C2	2C3	3C2	3C3	BIT.		ROD.	TRIT.	3M6	2I2	2I3	3I2	3I3	2J6	3J3	4C4		
18/08/2022	14	161	91	14	1		5	13		1	1	1					2	2	3	2	7									318	
FD	1,786	1,199	1,264	1,000	7,000	1,000	2,200	1,154	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	*****	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	*****	
FM	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	*****	
FA	1,984	1,832	1,404	1,061	7,424	1,061	2,333	1,224	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	*****	
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS)																															
18/08/2022	25	193	115	14	7		11	15		1	1	1					2	2	3	2	7										399
TOTAL	25	193	115	14	7		11	15		1	1	1					2	2	3	2	7										399
MEDIA	25	193	115	14	7		11	15		1	1	1					2	2	3	2	7										399
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMD"																															
18/08/2022	28	214	128	15	7		12	16		1	1	1					2	2	3	2	7										440
TOTAL	28	214	128	15	7		12	16		1	1	1					2	2	3	2	7										439
VMD	28	214	128	15	7		12	16		1	1	1					2	2	3	2	7										439
		Meto 28		Passaio 342		Carga 47																Total 439									
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO "VMD"																															
6,38	48,75	25,16	3,42	1,59		2,73	3,64		0,23	0,23	0,23						0,46	0,46	0,68	0,46	1,59									100,00	
		Meto 6,38		Passaio 77,91		Carga 10,71																Total 100,00									

QUADRO Nº 6		RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA POR EIXO																														
RODOVIA: LMG-865		TRECHO: ENTR. LMG-864 (P. UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNERINHO)																														
SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P. UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)		SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE																														
POSTO: P-01		LOCALIZAÇÃO: km 33,70																														
IDENTIFICAÇÃO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG-3120		PROJETO: IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO																														
PROGRAMA: SUCROENERGÉTICO		(7-1)																														
MOVIMENTO: LIMEIRA DO OESTE		UNIÃO DE MINAS																														
VOLUMES DE TRÁFEGO REFERENTES AO PERÍODO PARCIAL DE 14:00 HORAS (DAS 6:00 ÀS 20:00 HORAS) - FATORES DE EXPANSÃO E CORREÇÃO DE SAZONALIDADE																																
DATA	PASSAIO			CONFIGURAÇÃO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA												TOTAL																
	IMO	PASS.	UTILIT.	2CB	3CB	4DB	2B1	2C	3C	281	282	283	382	383	2C2		2C3	3C2	3C3	BIT.	ROD.	TRIT.	3M6	2I2	2I3	3I2	3I3	2J2	3J3	4CD		
18/08/2022	20	173	122	21				24	16	2				1					5	3											387	
FD	1,150	1,243	1,156	1,048	1,000	1,000	1,000	1,208	1,083	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	*****	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	*****	
FM	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	*****	
FA	1,278	1,381	1,284	1,111	1,061	1,061	1,061	1,281	1,127	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	1,061	*****	
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS)																																
18/08/2022	23	215	141	22	3			29	17	2				1					5	3												461
TOTAL	23	215	141	22	3			29	17	2				1					5	3												461
MEDIA	23	215	141	22	3			29	17	2				1					5	3												461
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMD"																																
18/08/2022	26	239	157	23				31	18	2				1					5	3												505
TOTAL	26	239	157	23				31	18	2				1					5	3												505
VMD	26	239	157	23				31	18	2				1					5	3												505
		Meto 26		Passaio 386				Coletivo 23						Carga 60														Total 505				
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO "VMD"																																
5,15	47,33	31,09	4,55				6,14	3,56		0,40			0,20						0,99	0,59											100,00	
		Meto 5,15		Passaio 76,42				Coletivo 6,55						Carga 11,88														Total 100,00				

3.4.3.2. Determinação das parcelas de tráfego normal e desviado

Para o trecho em estudo será considerada a parcela de tráfego desviado na composição do VMDAT utilizado para o cálculo do número "N". por se tratar de rodovia a ser implantada e pavimentada, a componente desviada foi determinada a partir da pesquisa de Origem e Destino realizada no Posto P-01.

Para elaboração do Fluxograma da Interseção existente foram consideradas, as parcelas de tráfego normal nas seções 1, 3 e 7 e a parcela de tráfego desviado na seção 7. A componente normal foi determinada pelas contagens volumétricas e classificatórias realizadas na referida interseção.

3.4.3.3. Apuração das Contagens Volumétricas e Classificatórias

As planilhas contendo a "Apuração das Contagens Volumétricas e Classificatórias" do posto instalado para subsidiar o presente estudo estão apresentadas, no final desse relatório.

A seguir é apresentado o Quadro 8 contendo o resumo do Volume médio anual de tráfego.

3.4.3.4. Apuração das pesquisas de origem e destino

As planilhas contendo as “Pesquisas de Origem e Destino O/D” do Posto P-01 instalado para averiguar e constatar a existência de tráfego desviado conforme descrito anteriormente.

3.4.3.5. Determinação do volume médio diário anual de tráfego - VMDAT

De posse dos dados de tráfego apresentados anteriormente, foi determinado o VMDAT - Volume Médio Diário Anual de Tráfego para o trecho em estudo, a partir dos resultados obtidos em Contagem Volumétrica e Classificatória, e compilação de dados de pesquisas de Origem e Destino realizadas em agosto de 2022.

O VMDAT foi definido considerando-se:

- a) Tráfego Normal: Será computada esta componente para determinação do Tráfego característico que utilizam a LMG-865 e 900AMG3120, e conseqüentemente ao cálculo do número “N”. Tal componente será utilizada também para determinação dos fluxogramas obtidos nas “Contagens Volumétricas e Classificatórias” realizadas no posto P-01.
- b) Tráfego Desviado: Será computada parcela de tráfego desviado determinada a partir da análise da pesquisa de Origem e Destino, realizada no Posto P-01, para compor o VMDAT referente ao carregamento do segmento em estudo (Contorno Leste de Limeira do Oeste).

Para uma avaliação mais precisa do desvio de tráfego após as obras de implantação e pavimentação do Contorno, vetores de tráfego foram identificados através das pesquisas de origem e destino, determinando regiões e municípios que contribuem para o tráfego desviado.

A LMG-865 estabelece geograficamente um alinhamento atrativo com o município de União de Minas (LMG-864 – Usina Iturama), Carneirinho (MGC-497) e Estrada Municipal (Chaveslândia -Usina Cabrera), na região do Pontal do Triângulo.

O quadro nº 9, apresentado a seguir, contém a Avaliação do Tráfego Total Desviado, com a apuração do Posto P-01, e sua correspondente correção.

ENGENHARIA - ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.									
Quadro nº -9					PESQUISA DE ORIGEM / DESTINO				
INTERSEÇÃO DA LMG-865 C/ 900AMG3120 PARA LIMEIRA DO OESTE					LMG-865 - km 33,70				
Quadro Nº		AVALIAÇÃO DO TRAFEGO TOTAL DESVIADO DA 900AMG3120 PARA O CONJUNTO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE			Quadro Nº		AVALIAÇÃO DO TRAFEGO TOTAL DESVIADO DA 900AMG3120 PARA O CONJUNTO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE		
DATA: 18/08/2022					DATA: 18/08/2022				
RODOVIA: LMG-865		TRECHO: UNIAO DE MINAS - CARNEIRINHO			RODOVIA: LMG-865		TRECHO: UNIAO DE MINAS - CARNEIRINHO		
SENTIDO: ENTR. LMG-865 - LIMEIRA DO OESTE					SENTIDO: LIMEIRA DO OESTE - ENTR. LMG-865				
VEICULO TIPO	CONTADOR	ENFREVIADOS (em 14 horas)	DESVIADOS		VEICULO TIPO	CONTADOR	ENFREVIADOS (em 14 horas)	DESVIADOS	
	(em 24 horas)		(14 horas)	Corrigido		(em 24 horas)		(em 14 horas)	(14 horas)
Moto	74	20	11	30	Moto	76	20	10	38
Passage	620	128	28	133	Passage	620	127	25	137
Utilitario	332	60	0	60	Utilitario	331	64	0	68
C. Urbano	68				C. Urbano	60			
C. Interam.	11	10	1	1	C. Interam.	11	3	1	1
Tribus	1				Tribus	1			
402	1				402	1			
20	60	12	3	14	20	60	12	3	14
30	6	10	1	6	30	61	10	1	6
251					251				
252	2				252	1			
253	0				253	0			
352	2	2			352	3	2		
353	3	1	1	3	353	0	1	1	3
302					302				
303					303	1			
304	3				304	2			
Bluem	12	12	1	1	Bluem	12			
Rodagem	7	4	3	5	Rodagem	7	3	2	5
Tiragem	3	0	3	3	Tiragem	0	3	2	3
200	10	5	2	5	200	12	10	2	2
212					212				
213					213				
214					214				
215					215				
216					216				
217					217				
218					218				
219					219				
220					220				
221					221				
222					222				
223					223				
224					224				
225					225				
226					226				
227					227				
228					228				
229					229				
230					230				
231					231				
232					232				
233					233				
234					234				
235					235				
236					236				
237					237				
238					238				
239					239				
240					240				
241					241				
242					242				
243					243				
244					244				
245					245				
246					246				
247					247				
248					248				
249					249				
250					250				
TOTAL	1274	204	00	209	TOTAL	1271	200	59	200

3.4.3.6. Determinação da composição percentual do tráfego - VMDAT

A Composição Percentual do Tráfego, para o Contorno Leste de Limeira do Oeste, segmento Entr° LMG-865 - Estrada Mun. para o Rio São Domingos (Chaveslândia), para o ano de 2024, referente ao Posto P-01 é apresentada na sequência, no quadro nº 10.

VEÍCULO/TIPO	VMDAT	PERCENTUAL (%)
MOTO	94	12,52
PASSEIO + UTILITÁRIO	534	71,11
COLETIVO	2	0,27
CARGA	121	16,11
TOTAL	751	100,00

COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO

VEÍCULOS-TIPO	PERCENTUAL
MOTO	12,52%
PASSEIO + UTILITÁRIO	71,11%
COLETIVO	0,27%
CARGA	16,11%
TOTAL	100,00%

3.4.3.7. Determinação dos Parâmetros de Tráfego Fatores “K” e “PHF”, Volumes Horários Máximos e Horários de Pico

Os Fatores “K” e “PHF”, os “Volumes Horários Máximos” e os “Horários de Pico” dos períodos da “manhã” e da “tarde” obtidos no posto único pesquisados estão apresentados, a seguir, no quadro abaixo.

QUADRO Nº		11		FATORES “K”, “FHP”, VOLUMES HORÁRIOS MÁXIMOS E HORÁRIOS DE PICO																	
RODOVIA:	LMG-865	TRECHO:	ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)																		
SUBTRECHO:	ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)							SEGMENTO:	CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE												
POSTO:	P-01	LOCALIZAÇÃO:	km 33,70					DATA DA PESQUISA:	18/08/2022												
PROGRAMA:	SUCROENERGÉTICO																				
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO																				
Data	Dia da Semana	Pico da Manhã							Pico da Tarde							Fatores Horários Médios					
		V _{15 min.}	VH _{max.}	VMD	“K”	“FHP”	Hora de Pico	V _{15 min.}	VH _{max.}	VMD	“K”	“FHP”	Hora de Pico	“K”	“FHP”						
MOVIMENTO:		UNIÃO DE MINAS							-	CARNEIRINHO							(1-3)				
18/08/2022	5ª FEIRA	20	38	305	0,125	0,475	6:30	7:30	9	22	305	0,072	0,611	19:00	20:00	0,099	0,543				
MOVIMENTO:		UNIÃO DE MINAS							-	LIMEIRA DO OESTE							(1-7)				
18/08/2022	5ª FEIRA	23	68	876	0,078	0,739	8:15	9:15	23	82	876	0,094	0,891	18:30	19:30	0,086	0,815				
MOVIMENTO:		CARNEIRINHO							-	UNIÃO DE MINAS							(3-1)				
18/08/2022	5ª FEIRA	6	18	226	0,080	0,750	11:00	12:00	6	19	226	0,084	0,792	14:15	15:15	0,082	0,771				
MOVIMENTO:		CARNEIRINHO							-	LIMEIRA DO OESTE							(3-7)				
18/08/2022	5ª FEIRA	13	39	399	0,098	0,750	8:30	9:30	14	43	399	0,108	0,768	16:45	17:45	0,103	0,759				
MOVIMENTO:		LIMEIRA DO OESTE							-	UNIÃO DE MINAS							(7-1)				
18/08/2022	5ª FEIRA	17	38	461	0,082	0,559	6:00	7:00	15	46	461	0,100	0,767	16:30	17:30	0,091	0,663				
MOVIMENTO:		LIMEIRA DO OESTE							-	CARNEIRINHO							(7-3)				
18/08/2022	5ª FEIRA	18	63	582	0,108	0,875	6:00	7:00	19	67	582	0,115	0,882	16:45	17:45	0,112	0,879				

3.4.4. Determinação do Número “N”

3.4.4.1. Generalidades

Os valores do Número de Operações do Eixo-padrão de 8,2t - “N” para o trecho em estudo foram calculados a partir da aplicação da fórmula proposta pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT, desenvolvida pelo Eng.º Murillo Lopes de Souza, a saber:

$$N_i = 365 \times \sum VMDAT_{ci} \times FP \times FR \times FV$$

Onde:

- **N_i** = número equivalente de operações do eixo-padrão de 8,2 t para o ano “i”;
- $\sum VMDAT_{ci}$ = somatório do volume de tráfego comercial (ônibus + veículos de carga) ocorrente no trecho até o ano “i” referente ao levantamento realizado no posto P-1 do tráfego desviado corrigido.
- **FP** = fator de pista;
- **FR** = fator climático regional (FR = 1,000);
- **FV** = fator de veículos (metodologia da “USACE” e “AASHTO”).

3.4.4.2. Cálculo dos Fatores de Veículos - FV

Os “Fatores de Veículos - FV” foram determinados pelos 2 (dois) métodos usuais de dimensionamento de pavimentos reconhecidos pelo DER-MG, a saber:

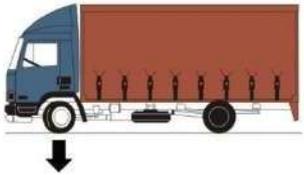
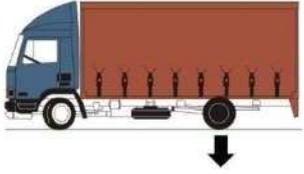
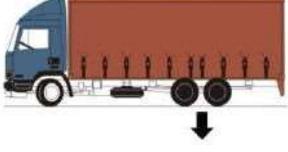
- Método do “Corpo de Engenheiros do Exército Americano” (USACE); e,
- Método do “American Association of State Highway and Transportation Officials” (AASHTO).

Para tanto, adotaremos os valores dos “Fatores de Veículo Individuais - FVi” da frota. Estes FVi’s, que forem determinados para cada tipo de veículo, serão calculados a partir de uma premissa que considera 100% da frota carregada.

Estes valores são recomendados para que se trabalhe em favor da segurança. Qualquer outro valor seria mera especulação podendo comprometer a qualidade final do projeto bem como a segurança daqueles que trafegam na via.

Para os veículos carregados, consideraremos os limites de cargas máximas previstos pela lei da balança (Lei Federal n.7.408 de 25/11/1985), com tolerância de 7,5 %, respeitando-se o limite máximo de 5,0% para o Peso Bruto Total - PBT de cada veículo, conforme estabelecido no Plano de Contagem de Tráfego devidamente submetido ao DER/MG.

Os pesos máximos admitidos pela lei da balança, sem tolerância, considerados no presente estudo são apresentados a seguir, para cada tipo de eixo.

Tipos de Eixo	Peso Máximo (Lei da Balança)
 <p data-bbox="225 591 810 624">Eixo Simples Dianteiro de Rodagem Simples</p>	<p data-bbox="1126 456 1203 490">6,00 t</p>
 <p data-bbox="225 904 772 938">Eixo Simples Traseiro de Rodagem Dupla</p>	<p data-bbox="1118 770 1211 804">10,00 t</p>
 <p data-bbox="225 1189 855 1223">Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla</p>	<p data-bbox="1118 1077 1211 1111">17,00 t</p>
 <p data-bbox="225 1473 855 1507">Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla</p>	<p data-bbox="1118 1361 1211 1395">25,50 t</p>
	<p data-bbox="1118 1648 1211 1682">13,50 t</p>

Os “Fatores Equivalentes Operacionais - FEO_i”, para cada tipo de eixo, foram calculados adotando-se as fórmulas preconizadas pelas metodologias da “USACE” e da “AASHTO”, a saber:

Fórmulas para o Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (USACE)		
Tipos de Eixos	Peso (t)	Fórmulas
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Simples ou Eixo Traseiro Simples de Rodagem Dupla	$0 < P < 8$	$FEO=2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	$P \geq 8$	$FEO=1,832 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla	$0 < P < 11$	$FEO=1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	$P \geq 11$	$FEO=1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla	$0 < P < 18$	$FEO=8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	$P \geq 18$	$FEO=1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$
Fórmulas para o Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (AASHTO)		
Tipos de Eixos	Fórmulas	
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Simples	$FEO= (P / 7,77)^{4,32}$	
Eixo Traseiro Simples de Rodagem Dupla	$FEO= (P / 8,17)^{4,32}$	
Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla	$FEO= (P / 15,08)^{4,14}$	
Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla	$FEO= (P / 22,95)^{4,22}$	

Apresenta-se, a seguir, o quadro nº 12 com o Cálculo dos Fatores de Veículo Individuais – FVi e Fatores Equivalentes Operacionais – FEO. O quadro de nº 13 relaciona aos cálculos dos Fatores de Veículos Finais – FV.

ENGENHARIA - ENGENHARIA E PROJETOS									
QUADRO Nº 13 - CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO - FV		CÓDIGO DO CRITÉRIO ADOTADO: 5							
CONTORNO LESTE DE LIMEIF		TRECHO: ENTR. LMG-865 C/900AMG3120 - ENTR. ESTRADA MUNICIPAL P/ RIO SÃO DOMINGOS							
SUBTRECHO:		UNIDADE REGIONAL: 31ª (ITUJUBA)							
INTERSEÇÃO:		CARREGAMENTO: 100% DOS LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PELA LEI DA BALANÇA, APLICANDO-SE A TOLERÂNCIA DE 5,00% DO "PBT" APENAS PARA OS VEÍCULOS "3S3", "3C3", "2I3", "3I3" E "3J3" QUE EXCEDEM O LIMITE LEGAL DE 45t							
Veículos-tipo	VMDAT comercial		FATOR DE VEÍCULO "USACE"			FATOR DE VEÍCULO "AASHTO"			VMDAT _{ci} x FV _i / ∑ VMDAT _{ci}
	Vol.	(%)	FV _i	VMDAT _{ci} x FV _i / ∑ VMDAT _{ci}	FV _i	VMDAT _{ci} x FV _i / ∑ VMDAT _{ci}			
Ônibus (2CB)	2	1,63	3,567	0,058	2,722	0,044			
Tribus (3CB)			2,693		0,960				
Ônibus (4DB)			9,105		2,297				
2C	48	39,02	3,567	1,392	2,722	1,062			
3C	30	24,39	8,827	2,153	1,970	0,480			
4CD	4	3,25	9,105	0,296	2,297	0,075			
2S1			6,857		5,116				
2S2			12,116		4,364				
2S3			12,855		4,282				
3S1	8	6,50	12,116	0,788	4,364	0,284			
3S2			17,376		3,612				
3S3	8	6,50	15,399	1,002	3,154	0,205			
2C2			10,146		7,511				
2C3			15,406		6,759				
3C2			15,406		6,759				
3C3			14,560		4,593				
2I2			10,146		7,511				
2I3			16,228		11,267				
3I2			15,406		6,759				
3I3			9,473		5,084				
2J3			15,406		6,759				
3J3			14,560		4,593				
3S2S2	1	0,81	25,924	0,211	5,255	0,043			
3S2C4	14	11,38	34,473	3,924	6,897	0,785			
3S2S2S2	8	6,50	34,473	2,242	6,897	0,449			
Total	123	100,00	*****	FV_{USACE} = 12,065	*****	FV_{AASHTO} = 3,427			

3.4.4.3. Projeção do “VMDAT” e do Número “N”

A Projeção do “VMDAT” foi obtida aplicando-se a fórmula de crescimento geométrico, a saber:

$$\mathbf{VMD_n = VMD_o (1 + i)^n}$$

onde os parâmetros intervenientes são:

VMD_o = Volume Médio Diário de Tráfego inicial;

VMD_n = Volume Médio Diário de Tráfego final;

i = Taxa anual de crescimento geométrico igual a 3,00%; e,

n = Número de anos do Período de Projeto.

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

- Ano de abertura da rodovia ao tráfego: 2024;
- Período de Projeto para Pavimentação: 10 (dez) anos e
- Ano final de vida útil: 2033

A Projeção do Número “N” foi efetuada considerando-se a evolução do “VMDAT” característico do trecho e os fatores intervenientes (FP, FR e FV).

A Projeção do “VMDAT” e do Número “N”, a ser utilizado para o Contorno Leste de Limeira do Oeste, segmento: Entr. LMG-865 – Estrada Municipal para o Rio São Domingos (Chaveslândia), são apresentados na sequência, nos quadros nº 14 e 15, a saber:

ENGENMASTER - ENGENHARIA E PROJETOS												
QUADRO N.º	15	PROJEÇÃO DO VMDAT E DO NÚMERO "N"										
RODOVIA:	CONTORNO LESTE DE LIME	TRECHO:	ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTR. ESTRADA MUNICIPAL P/ RIO SÃO DOMINGOS (CHAVISLÂNDIA)									
SUBTRECHO:												
INTERSEÇÃO:			UNIDADE REGIONAL:		31ª (ITUJUTABA)							
CARREGAMENTO: 100% DOS LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PELA LEI DA BALANÇA, APLICANDO-SE A TOLERÂNCIA DE 5,00% DO "PBT" APENAS PARA OS VEÍCULOS "3S3", "3C3", "2I3", "3I3" E "3J3" QUE EXCEDEM O LIMITE LEGAL DE 45t												
Valores do Número N												
Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)						Valores do Número N					Observações
	Veículos-tipo			Total	USACE		AASHTO					
	Moto	Passeio	Coletivo		Carga	Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado			
2022	-	388	2	85	543	*****	*****	*****	*****			
2023	-	400	2	88	559	*****	*****	*****	*****			
2024	1º	534	2	121	751	2,71E+05	2,71E+05	7,69E+04	7,69E+04			
2025	2º	550	2	125	774	2,79E+05	5,50E+05	7,92E+04	1,56E+05			
2026	3º	567	2	128	797	2,87E+05	8,37E+05	8,16E+04	2,38E+05			
2027	4º	584	2	132	821	2,96E+05	1,19E+06	8,41E+04	3,22E+05			
2028	5º	601	2	136	845	3,05E+05	1,44E+06	8,66E+04	4,08E+05			
2029	6º	619	2	140	871	3,14E+05	1,75E+06	8,92E+04	4,98E+05			
2030	7º	638	2	144	897	3,23E+05	2,08E+06	9,19E+04	5,89E+05			
2031	8º	657	2	149	924	3,33E+05	2,41E+06	9,46E+04	6,84E+05			
2032	9º	676	3	153	951	3,43E+05	2,75E+06	9,74E+04	7,82E+05			
2033	10º	697	3	158	980	3,53E+05	3,10E+06	1,00E+05	8,82E+05			
2034	-	-	-	-	-	*****	*****	*****	*****			
2035	-	-	-	-	-	*****	*****	*****	*****			
2036	-	-	-	-	-	*****	*****	*****	*****			
2037	-	-	-	-	-	*****	*****	*****	*****			
2038	-	-	-	-	-	*****	*****	*****	*****			
2039	-	-	-	-	-	*****	*****	*****	*****			
Parâmetros Adotados no Cálculo do Número de Operações do Eixo-padrão de 8,2 t - Número "N"												
Composição	Percentual do Tráfego: 2024	Fatores de Veículo - FV			Fator Climático			Fator de Pista				
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	FV _{USACE}	FV _{AASHTO}	FR	FR	FP				
12,52	71,11	0,27	16,11	12,065	3,427	1,000	0,500	2024	10			
Taxas de Crescimento do Tráfego (%)												
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Ano Inicial para o Cálculo do Número N								
3,00	3,00	3,00	3,00	Período de Projeto para o Cálculo do Número N - P (anos)								

3.4.5. Classificação técnica da via

De acordo com as recomendações do Volume I do Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária do DER/MG-2013, a Classificação Técnica deve ser procedida a partir do VMD sem a parcela referente a “motos”, considerando-se o 10º ano após a abertura da rodovia ao tráfego para as Classes 0 a III e o ano de abertura para as Classes IVA e IVB.

A classificação deve ser baseada nas recomendações contidas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais/1999. O Volume de tráfego no trecho é de:

- VMDAT 2033 = 857 veículos/dia.

Considerando-se os critérios supracitados, as características geométricas a serem adotadas no trecho são aquelas correspondentes a Classe II (VMD > 700 Veículos/dia).

3.4.6. Montagem dos Fluxogramas das Interseções

Os “Fluxogramas de Tráfego da Interseção” foram montados em “VMDAT” e “UCP/h” para o ano de 2022 (ano de realização das contagens de tráfego); 2024 (abertura da rodovia ao tráfego), 2033 (10º ano após a conclusão das implantações previstas).

Para a conversão do “VMDAT” em “UCP/h” foram adotados os fatores recomendados pelo “Manual de Estudos de Tráfego” do DNIT, a saber:

Tabela 9 - Fator de Equivalência em carros de passeio						
Tipo de Veículo	VP (passeio)	CO (ônibus)	SR/RE (semi-reboques e reboques)	M (moto)	B (Bicicleta)	SI (sem identificação)
Fator de Equivalência	1,00	1,50	2,00	1,00	0,50	1,10
Fonte: Manual de Estudos de Tráfego – DNIT						

Não foram considerados os veículos identificados como “B-Bicicleta” e “SI-Sem identificação”. Desta forma, a expressão que permite homogeneizar o tráfego da rodovia é a seguinte:

$$UCP/h = K \times (VP \times VMDATVP + CO \times VMDATCO + SR/RE \times VMDATSE/RE + M \times VMDATM) / FHP$$

Onde:

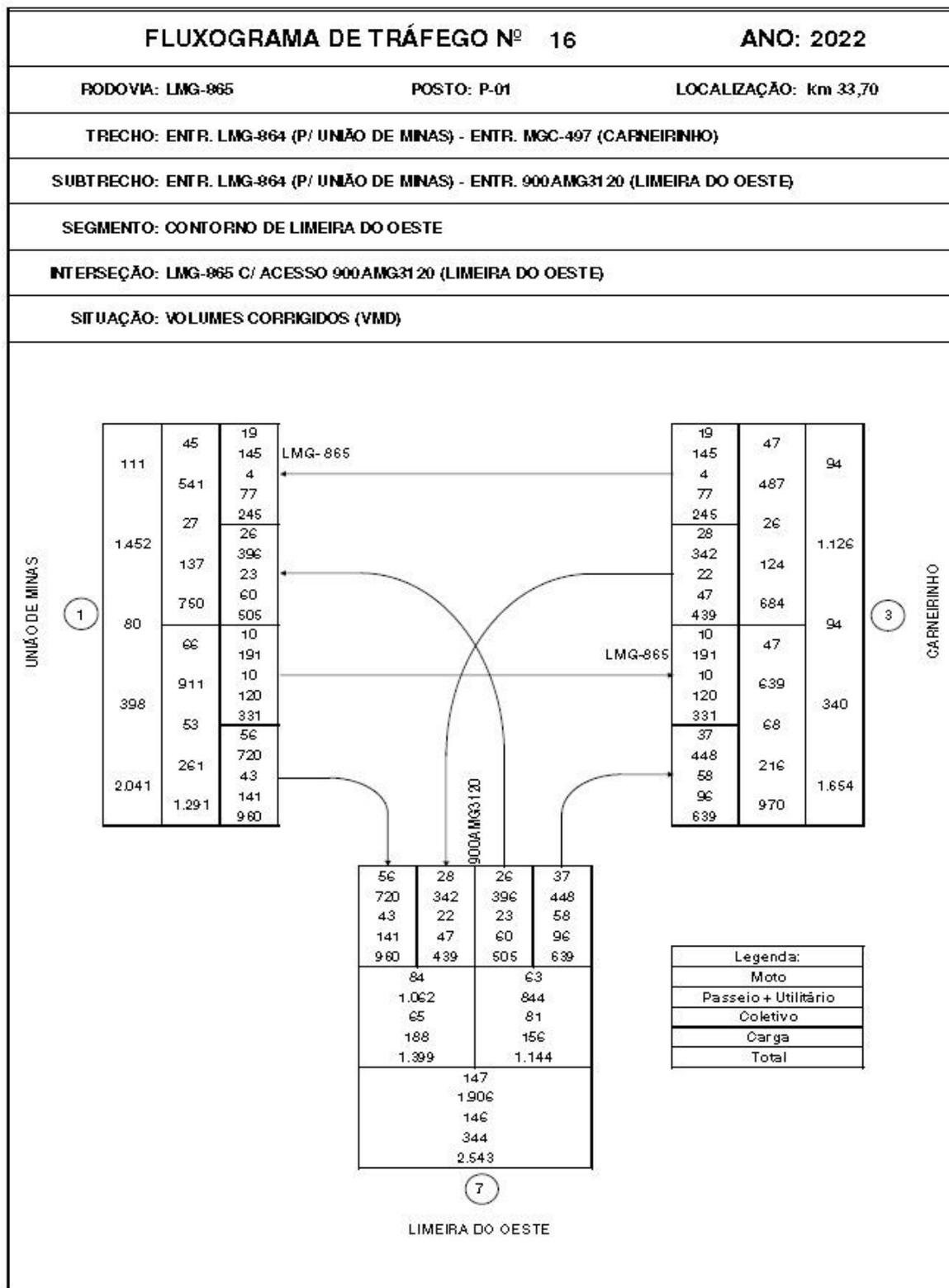
- UCP/h = Unidade de Carros de Passeio por hora;
- K = Fator Horário de Projeto;
- FHP = Fator Horário de Pico;
- VMDATVP = Volume Médio Diário Anual de Tráfego de veículos de passeio;
- VMDATCO = Volume Médio Diário Anual de Tráfego de coletivo;
- VMDATSR/RE = Volume Médio Diário Anual de Tráfego de veículos de carga;
- VMDATM = Volume Médio Diário Anual de Tráfego de motos.

Estão apresentados, a seguir, os Fluxogramas de Tráfego da seguinte interseção no Posto P-01.

Observação: O posto P-01 Entr^o LMG-865 C/ a 900AMG-3120, trata-se de interseção em “T”, isto é, com três aproximações. No entanto, após a implantação do Contorno Leste de Limeira do Oeste, a interseção mudará sua configuração geométrica, passando à interseção completa, ou seja, com quatro aproximações.

3.4.7. Fluxogramas das interseções

3.4.7.1. Fluxogramas (interseção atual) configuração 2022



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 17

ANO: 2024

RODOVIA: LMG-865

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,70

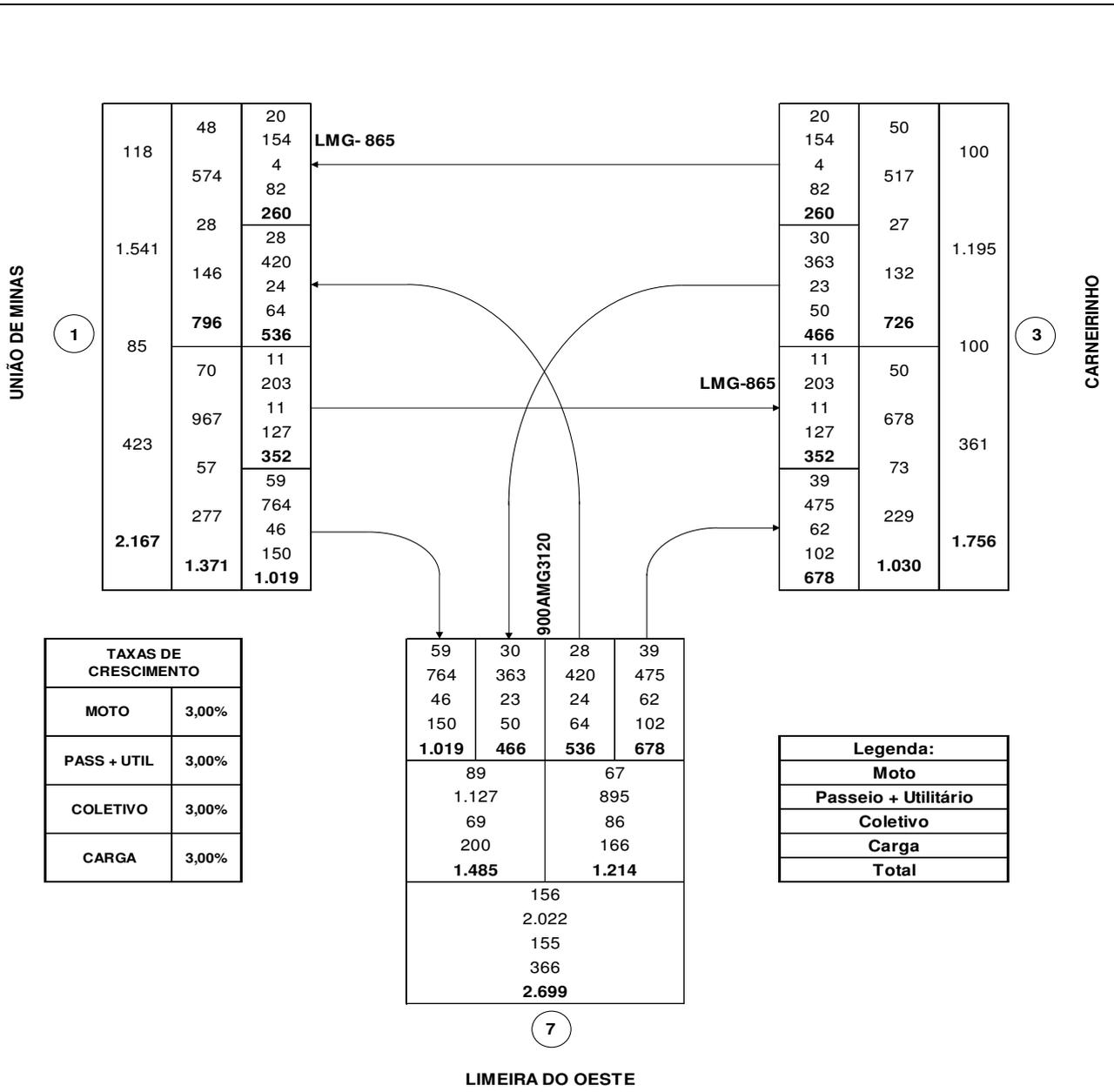
TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

INTERSEÇÃO: LMG-865 C/ ACESSO 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SITUAÇÃO: VOLUMES PROJETADOS - VMD (1º ANO - ABERTURA)



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 18

ANO: 2033

RODOVIA: LMG-865

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,70

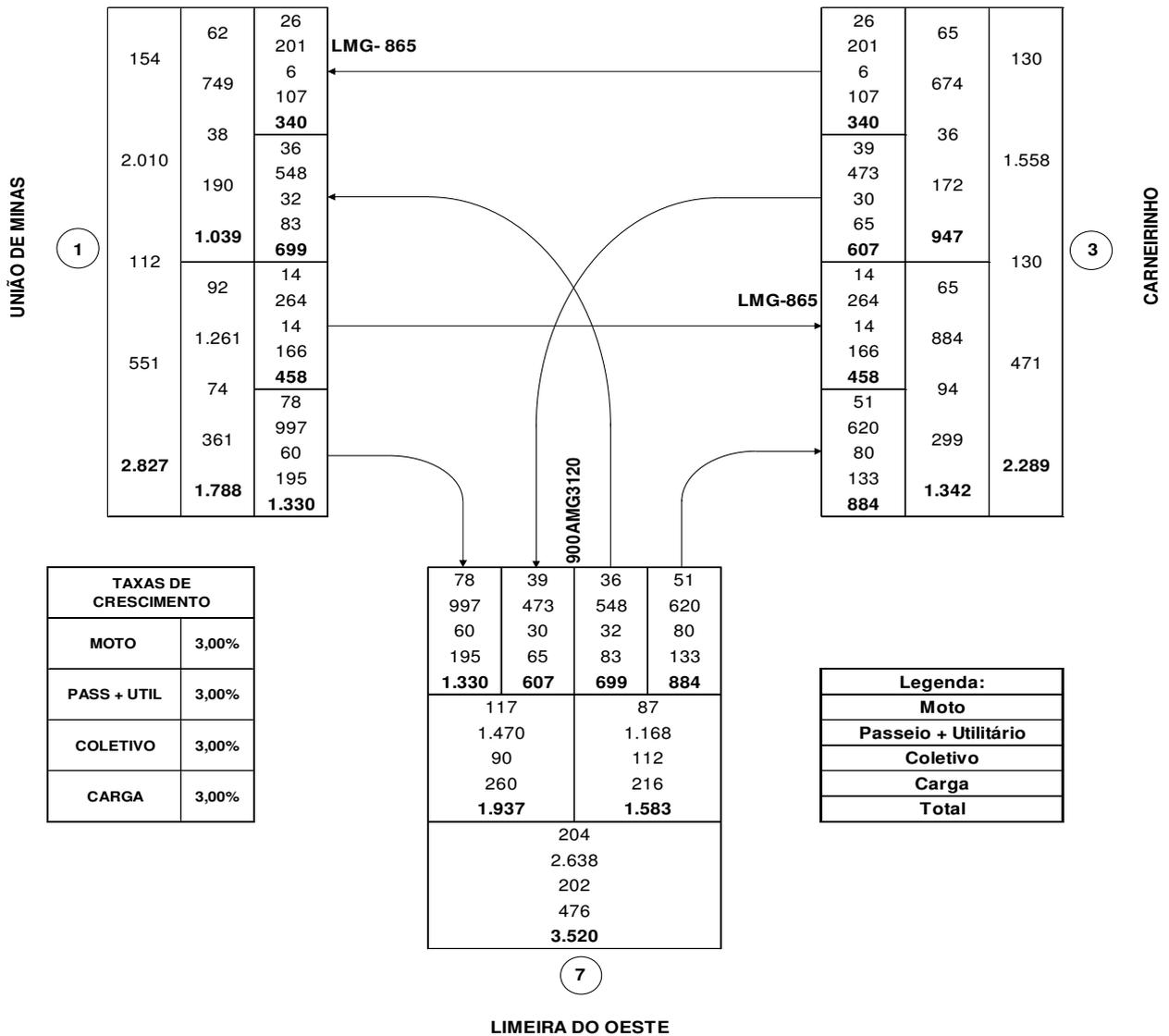
TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

INTERSEÇÃO: LMG-865 C/ ACESSO 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SITUAÇÃO: VOLUMES PROJETADOS - VMD (10º ANO)



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 19

ANO: 2022

RODOVIA: LMG-865

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,70

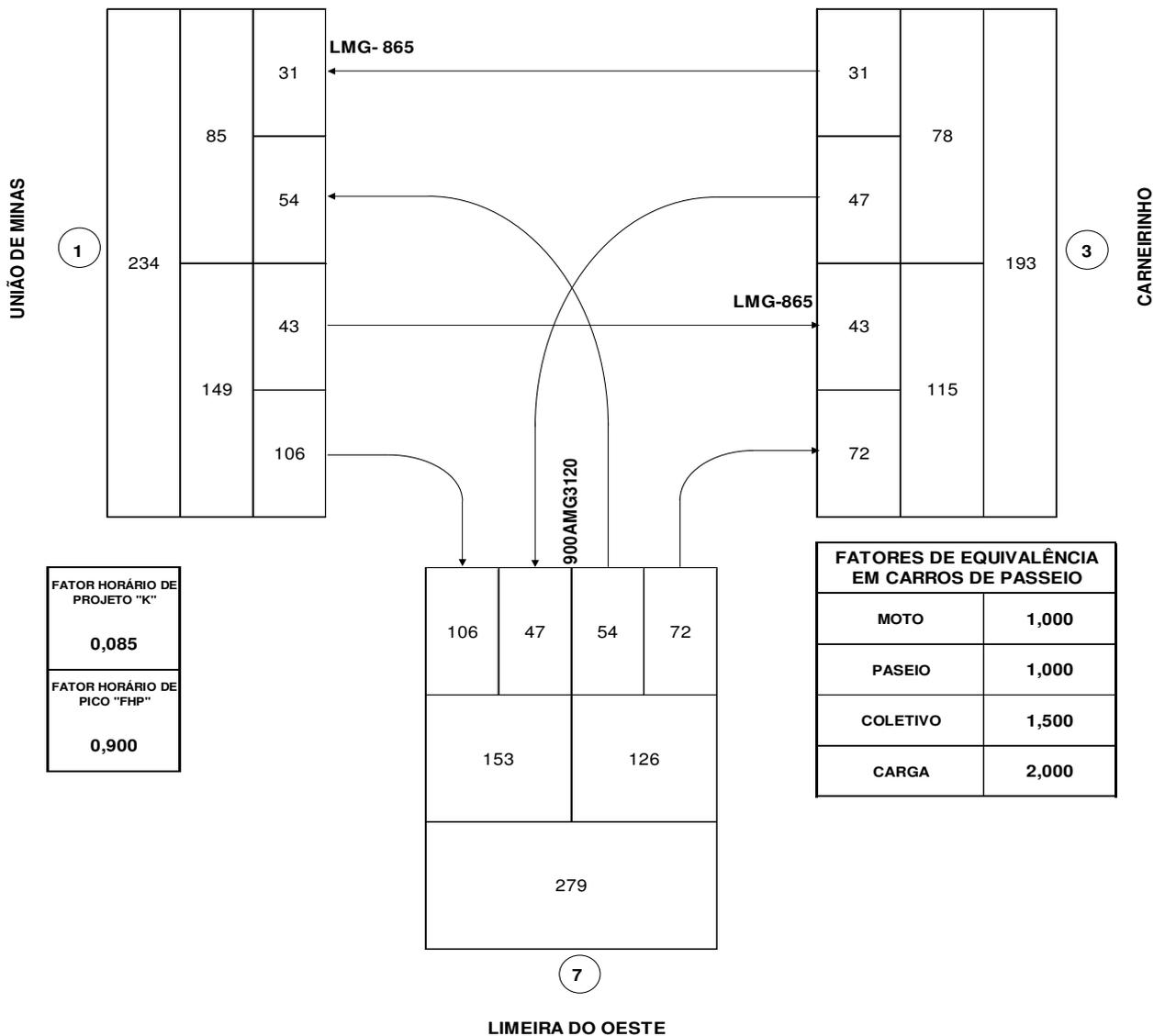
TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

INTERSEÇÃO: LMG-865 C/ ACESSO 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SITUAÇÃO: VOLUMES CORRIGIDOS (UCP/h)



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 19

ANO: 2022

RODOVIA: LMG-865

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,70

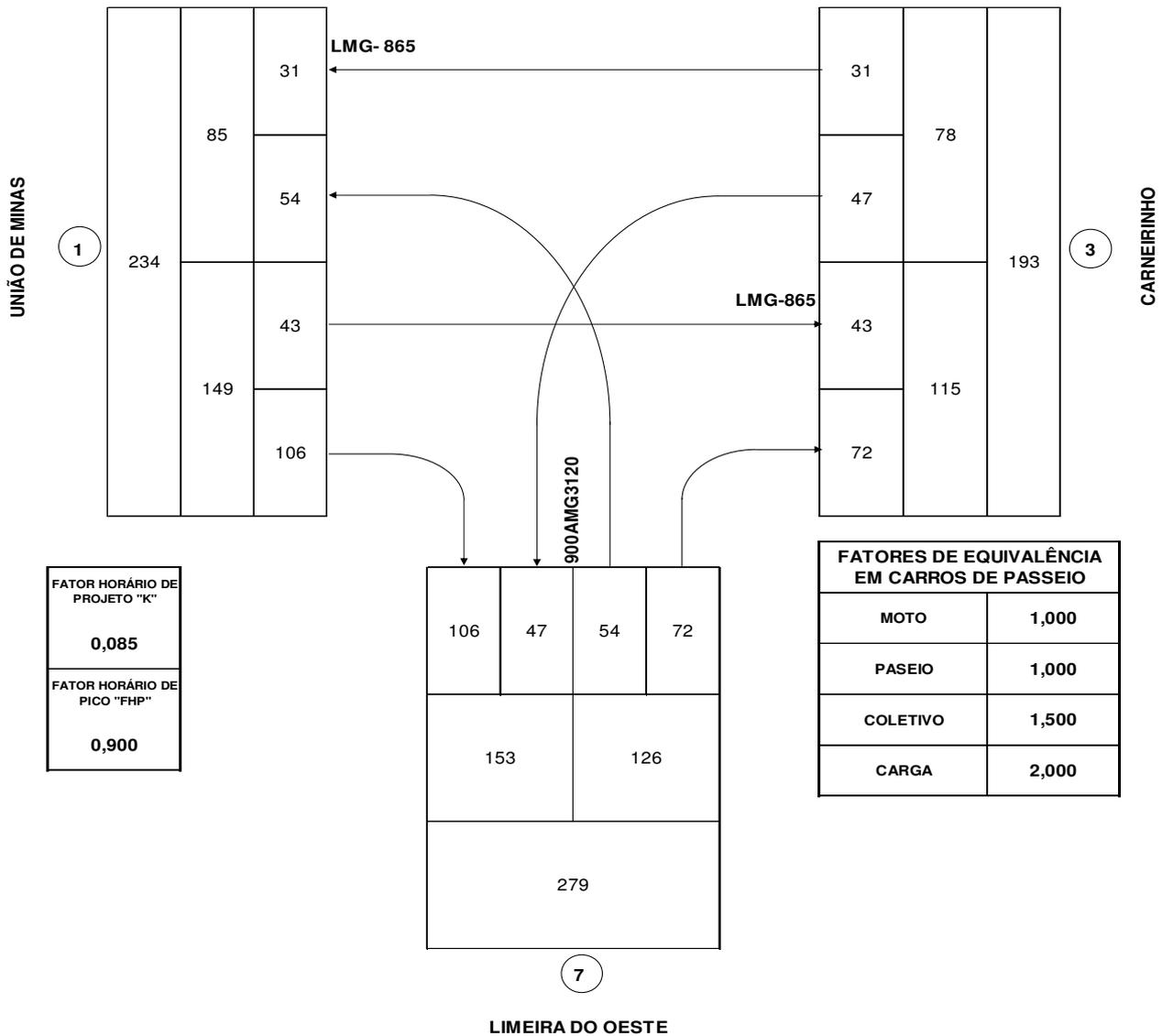
TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

INTERSEÇÃO: LMG-865 C/ ACESSO 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SITUAÇÃO: VOLUMES CORRIGIDOS (UCP/h)



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 21

ANO: 2033

RODOVIA: LMG-865

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,70

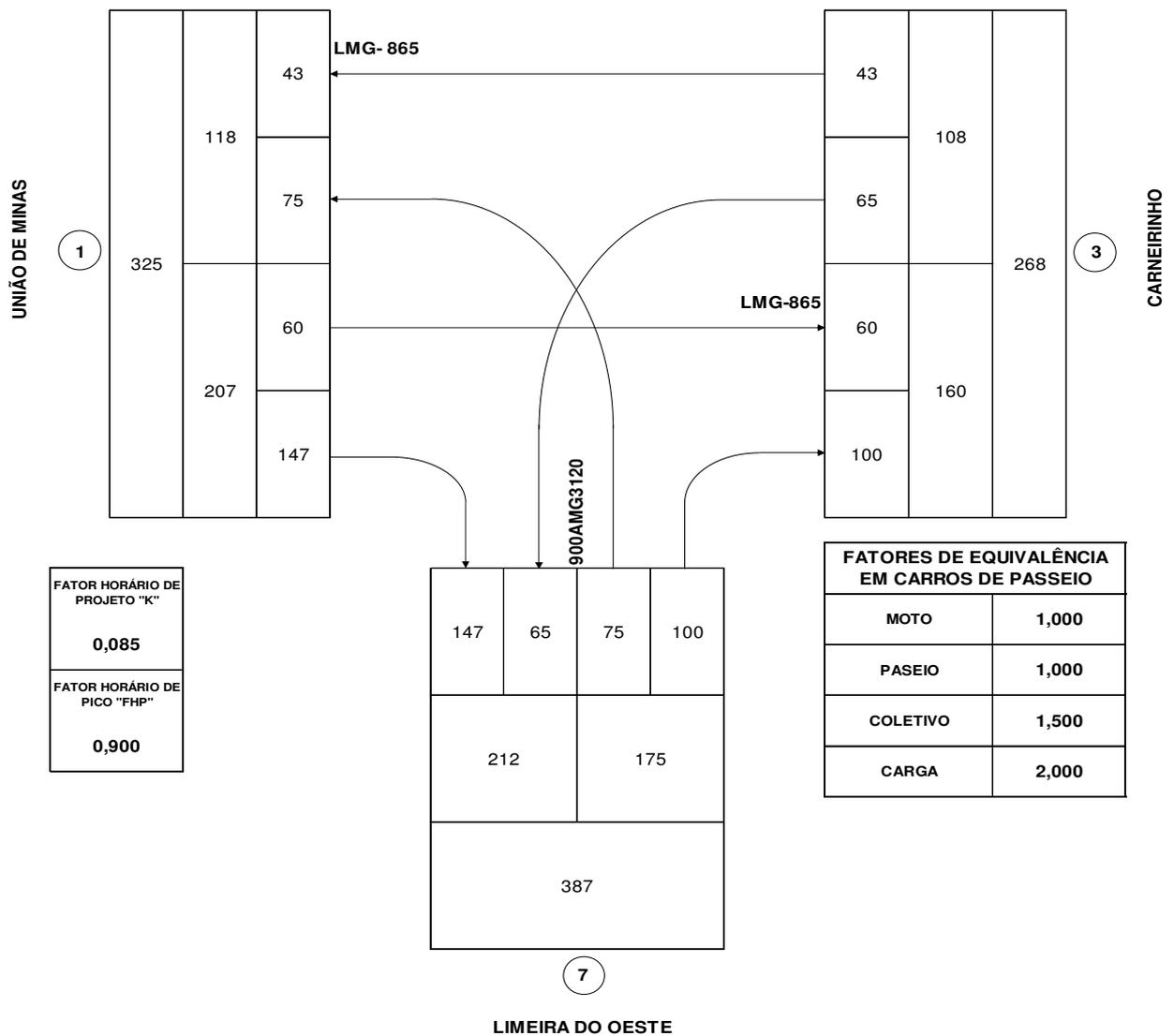
TRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. MGC-497 (CARNEIRINHO)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-864 (P/ UNIÃO DE MINAS) - ENTR. 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

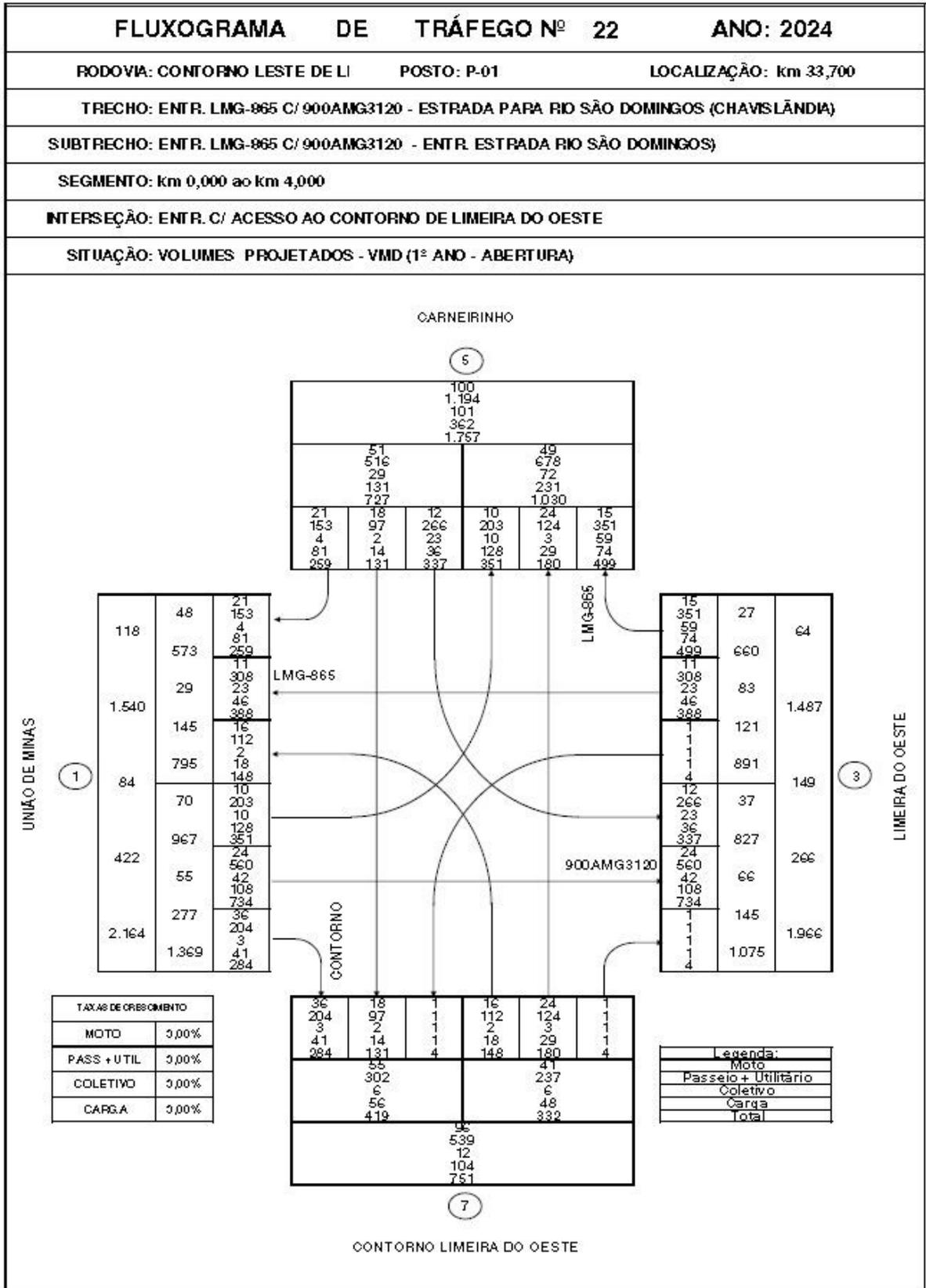
SEGMENTO: CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

INTERSEÇÃO: LMG-865 C/ ACESSO 900AMG3120 (LIMEIRA DO OESTE)

SITUAÇÃO: VOLUMES PROJETADOS - UCP/h (10º ANO)



3.4.7.2. fluxogramas (interseção futura) configuração 2024 e 2033



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 23

ANO: 2033

RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LI

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,700

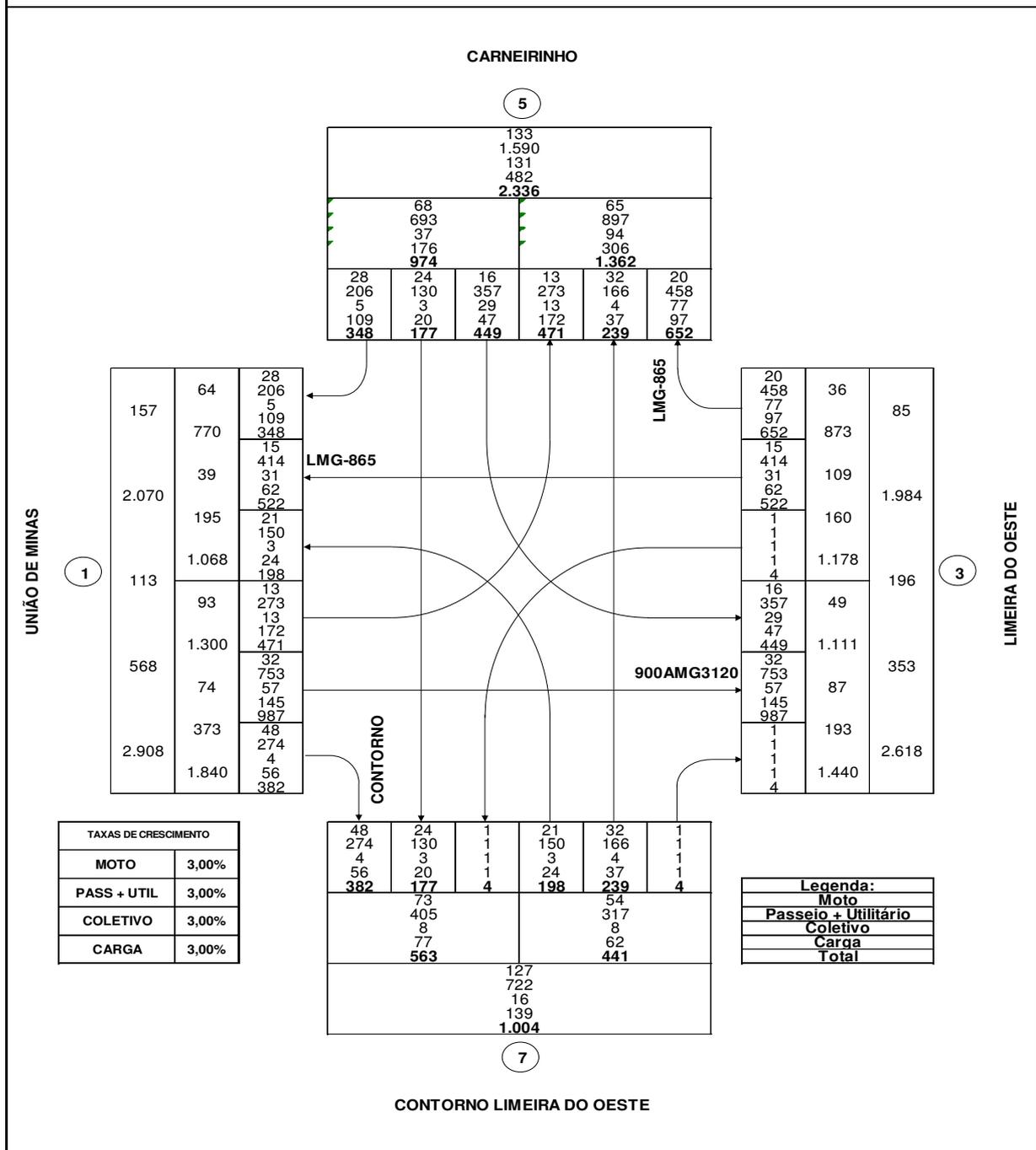
TRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ESTRADA PARA RIO SÃO DOMINGOS (CHAVISLÂNDIA)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTR. ESTRADA RIO SÃO DOMINGOS)

SEGMENTO: km 0,000 ao km 4,000

INTERSEÇÃO: ENTR. C/ ACESSO AO CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

SITUAÇÃO: VOLUMES PROJETADOS - VMD (10º ANO)



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 25

ANO: 2024

RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LI

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,700

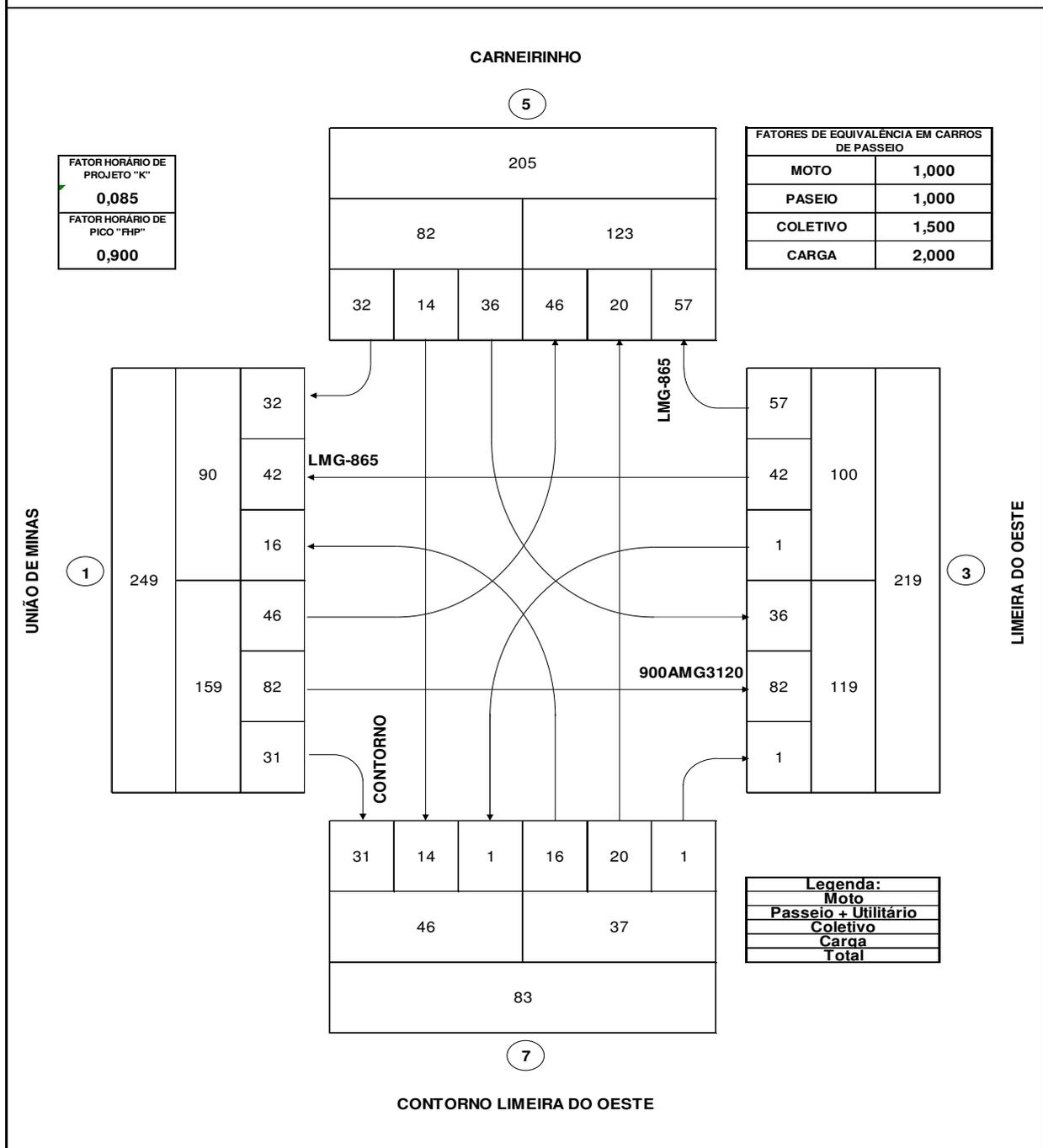
TRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ESTRADA PARA RIO SÃO DOMINGOS (CHAISLÂNDIA)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTR. ESTRADA RIO SÃO DOMINGOS)

SEGMENTO: km 0,000 ao km 4,000

INTERSEÇÃO: ENTR. C/ ACESSO AO CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

SITUAÇÃO: VOLUMES HORÁRIOS PROJETADOS EM UCP/h (1º ANO - ABERTURA)



FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO Nº 26

ANO: 2033

RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LI

POSTO: P-01

LOCALIZAÇÃO: km 33,700

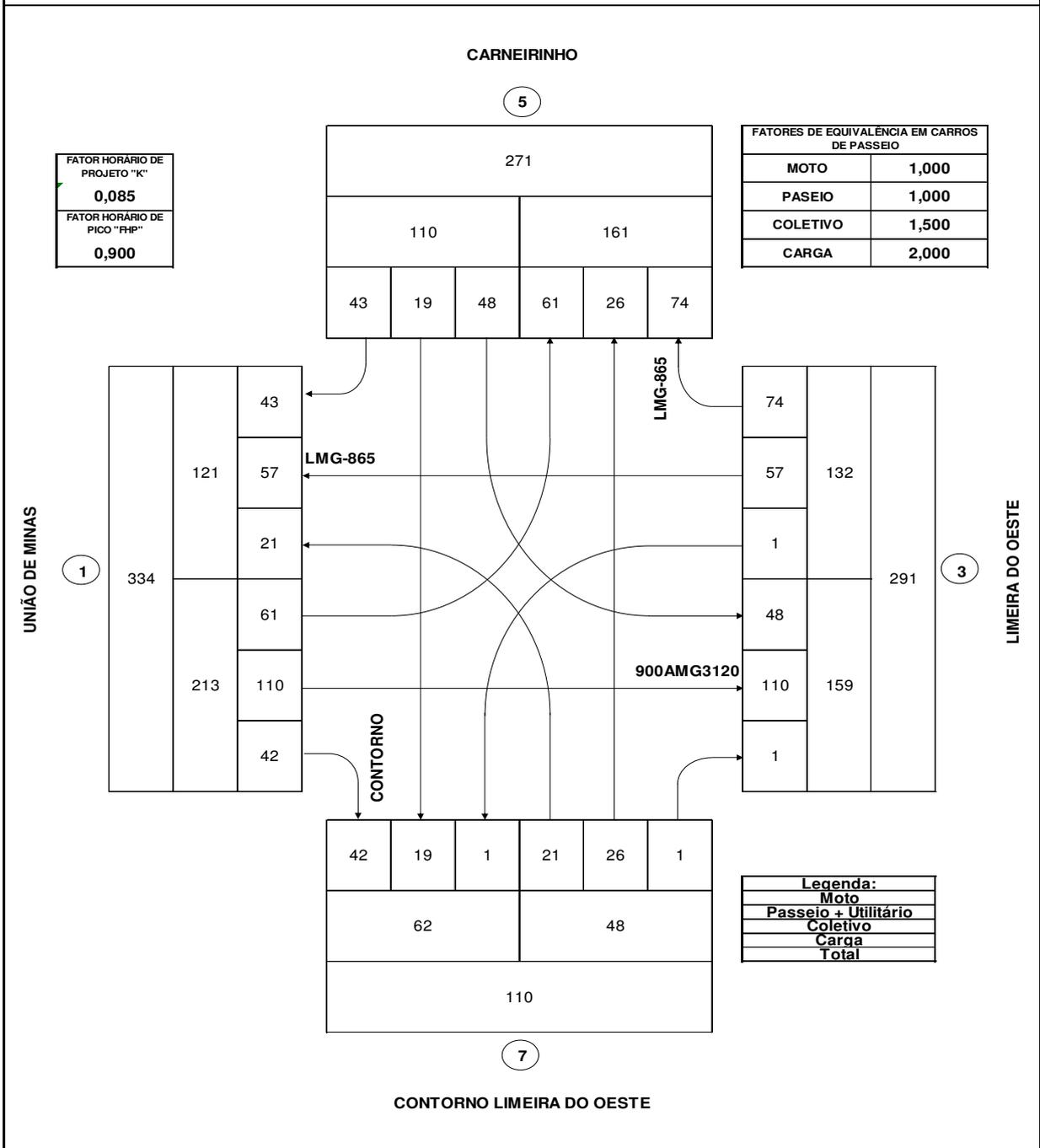
TRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ESTRADA PARA RIO SÃO DOMINGOS (CHAVISLÂNDIA)

SUBTRECHO: ENTR. LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTR. ESTRADA RIO SÃO DOMINGOS)

SEGMENTO: km 0,000 ao km 4,000

INTERSEÇÃO: ENTR. C/ ACESSO AO CONTORNO DE LIMEIRA DO OESTE

SITUAÇÃO: VOLUMES HORÁRIOS PROJETADOS EM UCP/h (10º ANO)



3.5. ESTUDOS GEOLÓGICOS

3.5.1. Introdução

Os Estudos Geológicos realizados para rodovia municipal, trecho Entr° LMG-865 c/ 900AMG3120 - Entr° c/ Estrada Municipal p/ Rio São Domingos (Chaveslândia) no município de Limeira do Oeste, foram desenvolvidos de acordo com os critérios do Projeto de Engenharia Rodoviária para Melhoramentos e Pavimentação do DER-MG.

Estes estudos contemplam uma fase de pesquisa e coleta de dados existentes sobre a geologia da região, e visitas ao campo para o conhecimento geológico do traçado, características dos materiais a serem interceptados nos poucos cortes devido a natureza de topografia plana, e suas condições de elasticidade, natureza da fundação de aterros, problemas de erosão praticamente inexistente no trecho e ainda as ocorrências de materiais naturais para a construção. (areais, cascalheiras e pedreiras).

3.5.2. Localização

O trecho Entr° LMG-865 c/ 900AMG3120 - Entr° c/ Estrada Municipal p/ Rio São Domingos (Chaveslândia), com aproximadamente 7,00 km de extensão está localizado no Triângulo Mineiro, estando à cidade de Limeira do Oeste, distante 836 km de Belo Horizonte (Via BR/497 – Uberaba – BR/262). O projeto está compreendido entre as seguintes coordenadas UTM discriminadas a baixo:

Início do trecho: km 0,0 Entr° BR-497	Final do trecho: km 7,00
Norte : 7.836.154,000	Norte : 7.840.109,000
Leste : 544.356,000	Leste : 546.414,000

3.5.3. Aspectos Fisiográficos

- **Clima**

O balanço hídrico e o clima da macrorregião do Triângulo Mineiro são representativos das condições hidro climáticas da vasta superfície situada na Bacia do Rio Paranaíba. Nessa região as precipitações se concentram entre os meses de outubro e março, sendo que no trimestre dezembro a fevereiro ocorre acentuada elevação das temperaturas médias e máximas diárias, intensificando as precipitações. Estas são caracterizadas pela concentração em poucos meses, sendo que em torno de 60% são distribuídas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Em termos climáticos, os trechos em estudo estão localizados em área de Clima do tipo Aw, segundo Wladimir Kopen, clima tropical quente e úmido, sem estação fria e com temperatura média do mês menos quente acima de 20,2°C. As variações térmicas são as seguintes: 23,03°C (temperatura média anual); 30,08°C (temperatura média máxima anual); e 17,71°C (temperatura média mínima anual). Este clima possui uma estação seca bem acentuada coincidindo com o inverno que vai de junho a agosto, com 2,5 dias de chuva por mês, em média, e tem pelo menos, um mês com uma altura de chuva inferior a 60 mm. O período chuvoso vai de outubro a março, sendo que nos meses de dezembro e janeiro ocorrem os maiores índices de precipitação, superiores a 260 mm.

Assim, a precipitação média mensal “P” ao longo do ano está dentro dos seguintes limites:

Meses chuvosos: outubro a março – $P \geq 150$ mm;

Meses úmidos: abril, maio, setembro – $30 \text{ mm} \leq P < 150$ mm;

Meses secos: junho a agosto – $5 \text{ mm} < P < 30$ mm;

O número médio de dias de chuva por ano é 99 dias, com uma precipitação média anual de 1.530,2 mm.

- **Vegetação**

No conceito de vegetação nativa, a região era do Cerrado, com uma formação vegetal constituída das gradações de mata de galeria, mata ciliar, mata seca e cerradão. A vegetação atual em sua maioria cedeu espaço a ação antrópica visando principalmente a criação de pastos para criação de gado. As áreas remanescentes da Biota original estão representadas em algumas manchas de campo de cerrado composta por cerrado que se distribuía ao longo de zonas aplainadas onde o solo também está mais intensamente laterizado.

Ao longo do trecho pode-se observar uma expressiva degradação desta formação vegetal, onde as poucas áreas remanescentes da biota original estão representadas nas matas secas, de galeria e algumas manchas de cerrado. Entretanto, apesar de pouca vegetação que sobrou e da condição de segregação que estão sujeitas (ilhamento), é bastante significativa para a preservação das espécies da fauna e da flora. Salientamos o fato de que a maior parte da vegetação nativa na região foi substituída por áreas de pastagem para gado.

O Cerrado caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente, com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após queima ou corte. Na época chuvosa, os extratos subarbusitivo e herbáceo tornam-se exuberantes devido ao seu rápido crescimento. Os troncos das plantas lenhosas, em geral, possuem cascas com cortiça grossa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade. As folhas em geral são rígidas e coriáceas. Esses caracteres fornecem aspectos de adaptação às condições de seca.

- **Hidrografia**

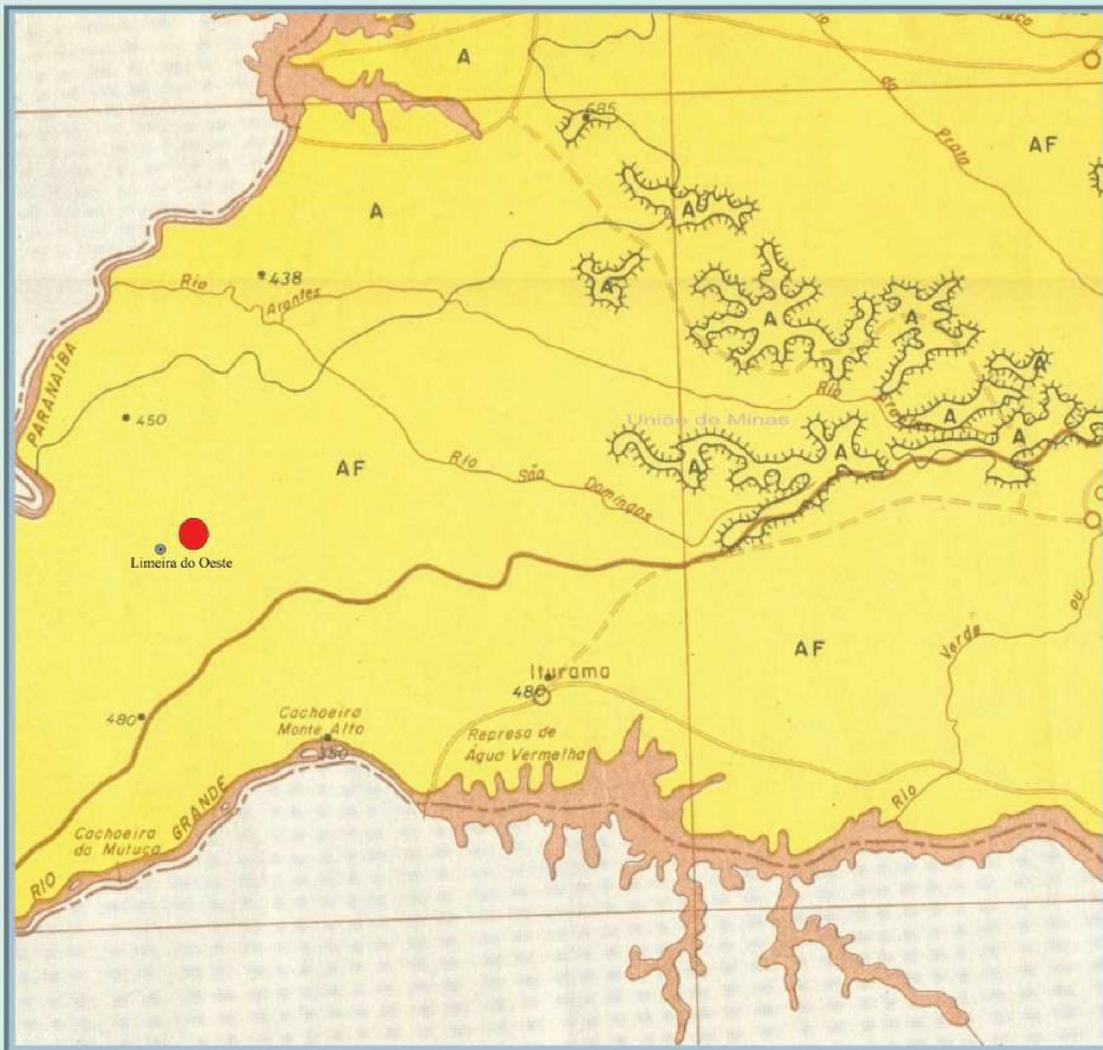
A região em questão pertence à bacia hidrográfica platina (com cotas mínimas de 440 m no canal de São Simão). É drenada pelo rio Paranaíba, um dos formadores do rio Paraná, que corre no extremo sudeste da área do projeto, com direção geral ENE – SSE. O trecho é transposto pelos seguintes cursos d'água: Ribeirão da Reserva. O Rio São Domingos, importante curso d'água da região, encontra-se situado aproximadamente 24,0 km do final do trecho.

3.5.4. Geomorfologia

A região do Trecho em questão, localizado no Município de Limeira do Oeste está contida no Planalto da Bacia do Paraná. Trata-se do prolongamento em território Mineiro, de uma unidade que ocupa grandes extensões nos Estados de São Paulo e Paraná, e corresponde as camadas sedimentares e derrames de rochas vulcânicas (basaltos) da Bacia Sedimentar do Paraná. Uma das características morfológicas mais marcantes desse planalto é a sua disposição em degraus ou patamares sucessivos, resultantes da atuação de processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas com basaltos. Esses efeitos de erosão diferencial estão relacionados com o desenvolvimento de depressões periféricas na borda da Bacia Sedimentar, e com a configuração de “fronts de cuesta”. Em Minas Gerais, o planalto ocupa todo o Triângulo Mineiro, onde apresenta um caimento E-O de 1000m para 450m, e parte do Sudoeste do Estado, a margem esquerda do Rio Grande. Seus limites setentrionais são, pois a depressão do Paranaíba (tipo periférico), a depressão do Rio Grande (parcialmente periférica, no trecho ao Sul da Serra da Canastra) e a extremidade Norte da depressão periférica paulista. No interior do planalto, predomina as formas mistas de aplainamento e dissecação fluvial, sendo freqüentes também as formas tabulares do tipo mesa, sobre tudo no interflúvio Rio Paranaíba – Rio Grande. Entre os afluentes desses dois Rios que retrabalham o Planalto, destacam-se o Reserva, o Lama e o São Domingos.

A seguir é apresentado o mapa geomorfológico da região.

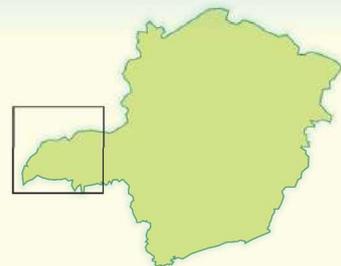
MAPA GEOMORFOLÓGICO



AF Planalto da Bacia do Paraná: Formas Mistas de Aplainamento, e Dissecação Fluvial

||||| Escarpa Erosiva

● Trecho em Projeto



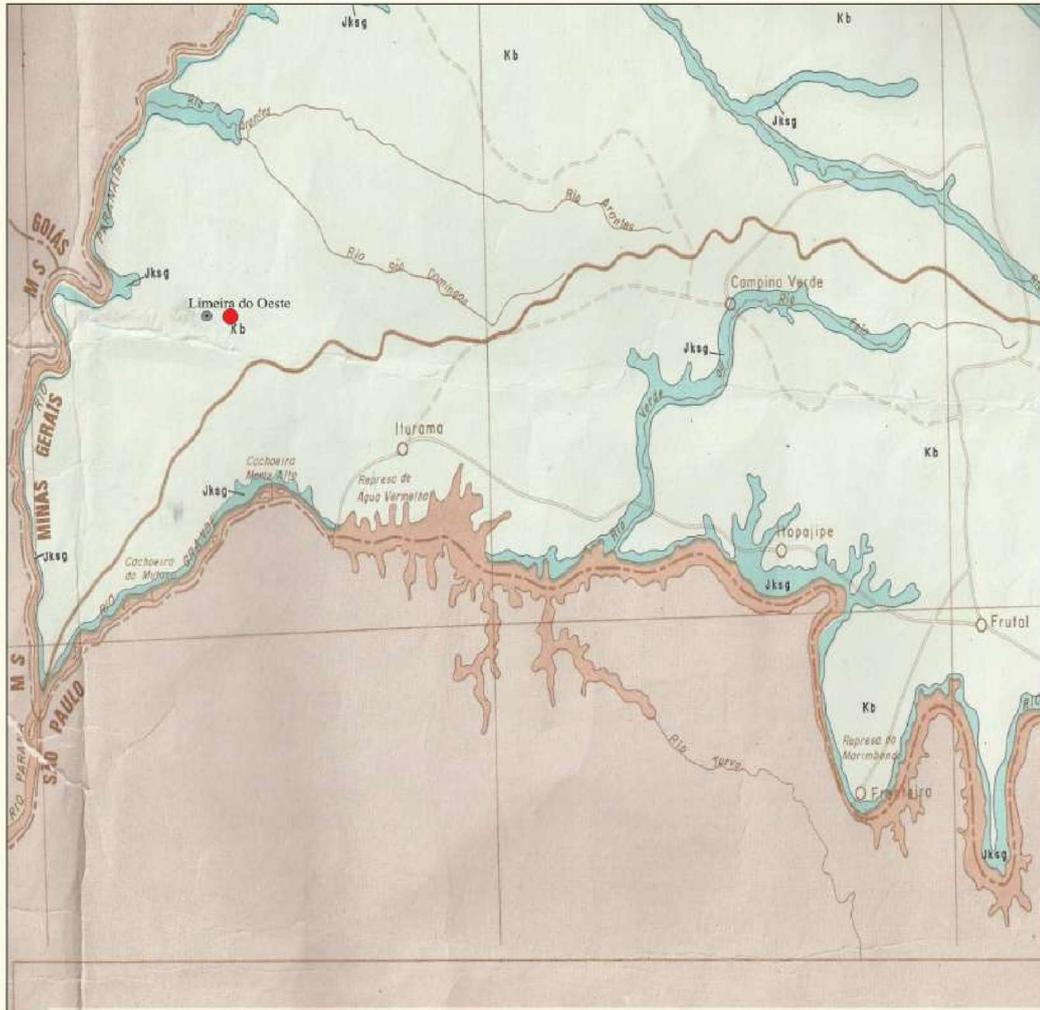
3.5.5. Estratigrafia

Estratigraficamente a região em estudo é composta por extensos derrames basálticos (jurássico-cretácicos) capeados por arenitos finos a médios de idade cretácea. Os basaltos da Formação Bauru são toleíticos, de tonalidades variando do creme-amarronzado ao cinza-escuro, quase pretos ou esverdeados, de textura afanítica (grã muito fina), amigdalóides ou vesiculares no topo dos derrames, muito fraturados, mercê dos gradientes de temperatura de resfriamentos, apresentando-se localmente em massas colunares; vesículas às vezes se encontram forradas com pequenos cristais de tecto-sicatos (zeólitas) de tonalidades claras; pequenos cristais verdes de olivina são discerníveis ao simples exame macroscópico. Quando muito finos ou microscópicos são responsáveis pela tonalidade verde-garrafa da rocha. Para esta região do triângulo mineiro a espessura mínima do basalto é da ordem de 200 metros. Associados aos derrames basálticos podem ocorrer soleiras e diques de diabásico cortando os próprios basaltos ou rochas sotopostas. A alteração dos basaltos produz solos argilosos de razoável suporte como fundação de pavimentos.

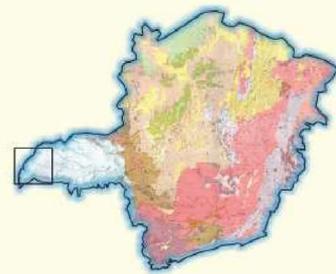
Os arenitos do Cretáceo (formação Bauru, Adamantina e Marília) recobrem os derrames basálticos, deixando-os a descoberto apenas nas calhas dos rios maiores. Os arenitos são de grãos de tamanhos médio e fino, sub arredondados e arredondados, às vezes um pouco angulosos, produzindo em sua decomposição solos argilo-arenosos amarelo-avermelhados, de melhor resistência que os basaltos alterados. Os arenitos da formação Adamantina são de textura fina a muito fina, de cores claras, cremes a pardos, apresentando localmente estratificações plano-paralelas e cruzada de pequeno a médio porte, com níveis conglomeráticos, é também freqüente a tendência ao concrecionamento e, localmente apresentam horizontes silificados. Já os arenitos da Formação Marília, datando do cretáceo Superior, apresentam-se no topo da estatigrafia regional; são arenitos finos a grosseiros, em geral mal selecionados, de cor vermelha a rósea, com níveis conglomeráticos; frequentemente concrecionados e limotizados, apresentam-se em pacotes geralmente maciços com estratificações cruzadas de pequeno a médio porte.

A seguir é apresentado o Mapa Geológico do trecho em estudo.

MAPA GEOLÓGICO



- Kb Formação Bauru - Arenito, Arenito Cineríticos, Conglomerados Calcíferos, Siltitos e Argilitos
- Jksg Formação Serra Geral - Basaltos, diabésio e arenito não diferenciados.
- Trecho em Projeto



3.5.6. Características geológicas e geotécnicas ao longo do trecho

A integração dos dados de compilação bibliográfica com os dados recentemente adquiridos para a área do projeto e adjacências permitiu a elaboração do conhecimento litoestratigráfico onde é possível identificar uma variedade litológica, compreendendo os grupos de rochas: sedimentares (Bacia Bauru e depósitos cenozóicos). O Grupo Bauru na área de estudo é constituído pelas formações que ocorrem de maneira dispersa na área, encaixadas nos vales incisos e drenados. A coluna litoestratigráfica estipulada para as imediações da estrada municipal revela que o substrato local na principal travessia do curso d'água e ocorrências de materiais são constituídos da seguinte forma :

- **Travessia do Ribeirão Reserva**

Abaixo dos pontilhões encontra-se um perfil de solo argilo-arenoso vermelho amarelado caracterizado como do tipo Vertissolo e associado a basaltos, tendo em vista que o material parental para formar este tipo de solo deve ser rico em cálcio (Ca) e magnésio (Mg), típico de rochas básicas tais como esta. Geotecnicamente este solo pode-se comportar como solo expansível, apresentando alto índice de atividade (IA).

- **Jazidas**

A jazida J1a, localizada na Vila União e que será explorada para execução da obra, é constituída de cascalho laterítico de pouca espessura. Essas ocorrências deverão ter um devido tratamento de proteção e recuperação ambiental, o que será providenciado na fase de obras.

Jazida J1 – ocorrência de cascalho laterítico – Localizado a 69,0 km do trecho.

- **Areal**

O areal A-1 a ser indicado neste projeto conta com material granulométrico fino, médio e grosso.

Areal Porto de Santos – Localizado a 81,20 km do início do trecho

- **Pedreiras**

Foi indicada a pedreira Três Barras, localizada no município de Paranaíba - MS.

Pedreira Três Barras – Localizada a 116 km do início do trecho

3.5.7. Erosibilidade dos Solos

Não se observa o desenvolvimento de processos erosivos na região em estudo, notadamente ao longo da estrada, objeto dessa implantação. Os materiais residuais possuem uma porção argilosa suficiente para conferir certa coesão aos solos. Também os solos residuais do basalto, quando ocorrem, são bem estruturados, resistentes e naturalmente pouco susceptíveis à erosão. Contribui para isso a baixíssima declividade natural dos terrenos.

Podemos afirmar que os efeitos da indução à erosão no meio biogeofísico, apresentam uma pequena possibilidade de ocorrência, quase inexistente, devido às características da obra, que causará pouca interferência no relevo essencialmente plano e devido ao tipo de solo, pouco susceptível aos processos erosivos. Entretanto os processos erosivos poderão ocorrer, caso alguma área ou obra de drenagem a ser executada fique sem proteção vegetal ou com tratamento inadequado, o que será devidamente previsto no projeto.

3.5.8. Considerações gerais

3.5.8.1. Estabilidade dos solos

O trecho em projeto tem seu início na interseção de acesso ao município de Limeira do Oeste e ocorre majoritariamente sobre terreno virgem, área de pastagem, interceptando nos quilômetros 1,50, 1,72 e 2,34 estradas existentes que dão acesso a propriedades particulares próximas ao trecho projetado.

O traçado projetado encontra com o traçado da estrada existente no quilometro 4,46 e segue sobre leito estradal consolidado até seu quilometro final a aproximadamente 1 km após seu encaixe na via existente.

Os solos locais são dos tipos areno-argilosos (A-2-4) com excelente suporte e

baixa coesão. O subleito é constituído em quase a sua totalidade por solos A-2-4 (classificação segundo o TRB) com excelentes características geotécnicas. As resistências destes materiais (ISC) devem ser superiores a 20% com a energia de compactação do Proctor Internormal. Expeditamente, estes solos são classificados como areia fina argilo-arenosa de cor vermelha.

3.6. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3.6.1. Introdução

Os Estudos Geotécnicos foram realizados com a finalidade de se avaliar as características físicas e mecânicas do subleito e subsidiar o projeto de terraplenagem, drenagem e pavimentação. Todos os estudos foram baseados nas orientações normatizadas pelo DNIT e DER-MG.

3.6.2. Estudos do subleito

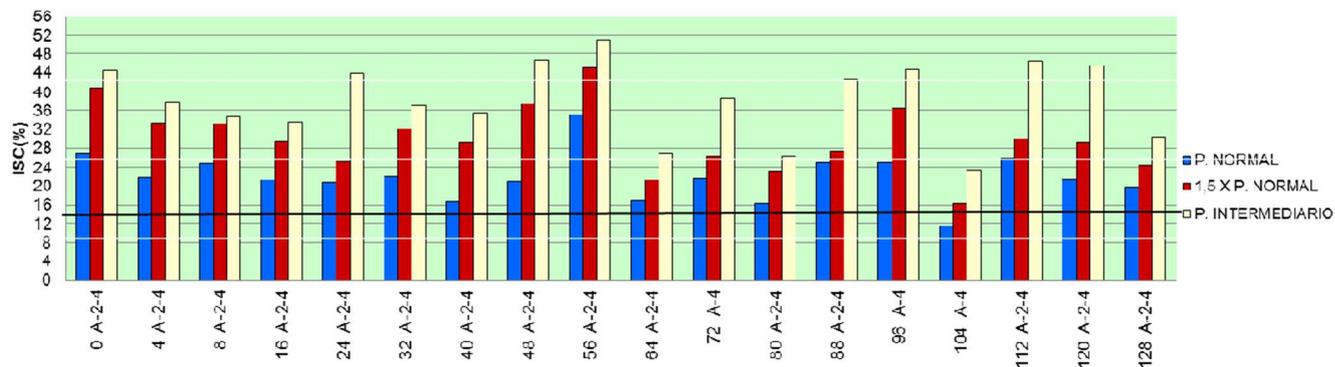
Os estudos foram desenvolvidos procedendo-se da investigação de campo com coletas de amostras ao longo da rodovia. As amostras representativas foram classificadas expeditamente, coletadas e enviadas para o laboratório de solos para realização dos seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento – Método DNER-ME 080/94;
- Granulometria por sedimentação - Método DNER-ME 080/94;
- Limite de liquidez – Método DNER-ME 122/94;
- Limite de plasticidade – Método DNER-ME 082/94;
- Compactação na energia do Proctor Inter normal, com 01 corpo de prova na energia do ProctorNormal e 01 corpo de prova no Proctor Intermediário – Método DNER-ME 129/94;
- Índice de Suporte Califórnia e Expansão – Método DNER-ME 129/94.

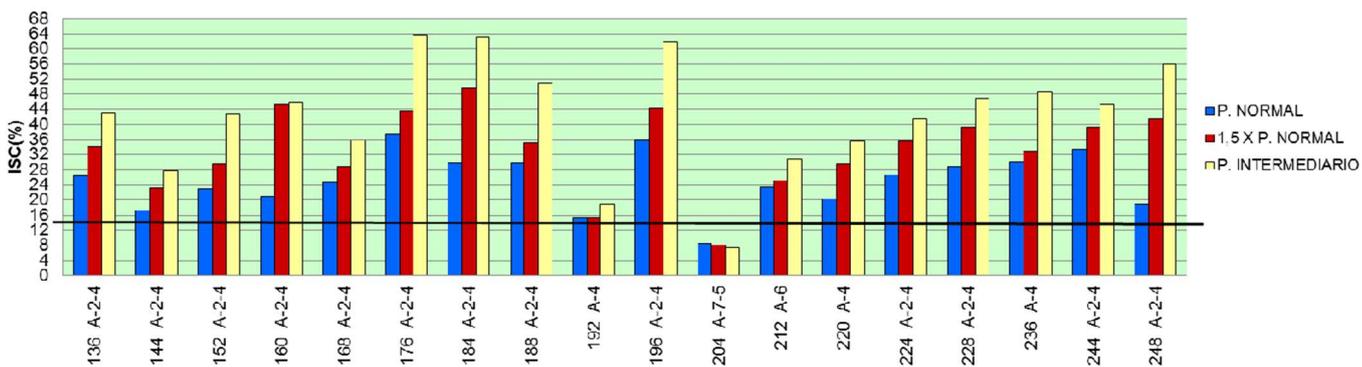
Após a conclusão dos estudos de campo e laboratório, os materiais foram classificados segundo T.R.B., sendo ainda calculados os Índices de Grupo (IG). O subleito é composto de solos heterogêneos, de classificação A-2-4, A-4, A-6 e A-7-5.

O ISC de projeto foi definido através da análise dos resultados gráficos e estatísticos, com energia de compactação do Proctor Intermediário. A seguir são apresentados o gráfico do subleito e os valores estatísticos:

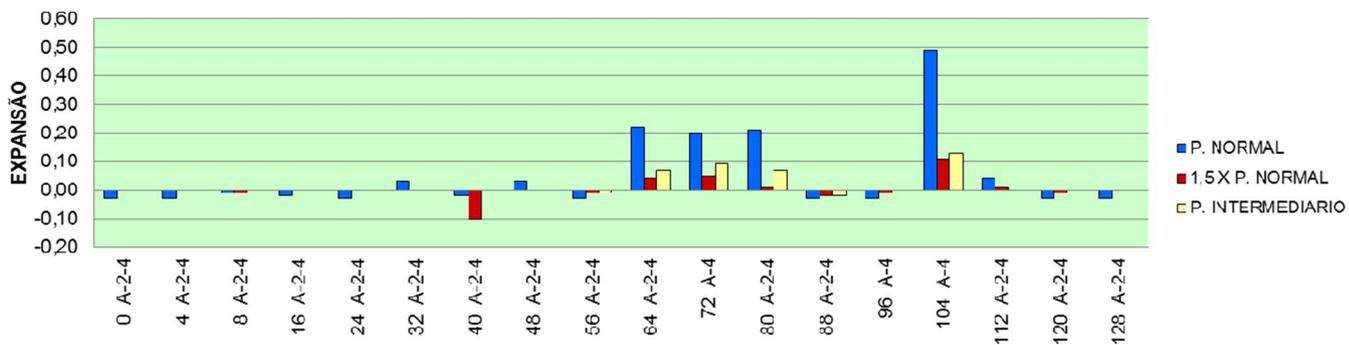
RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE
 TRECHO: ENTRº LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTRº C/ ESTRADA MUNICIPAL P/ RIO SÃO DOMINGOS (CHAVESLÂNDIA)
 Estaca e Classificação x ISC
 Est. 0 a Est. 128

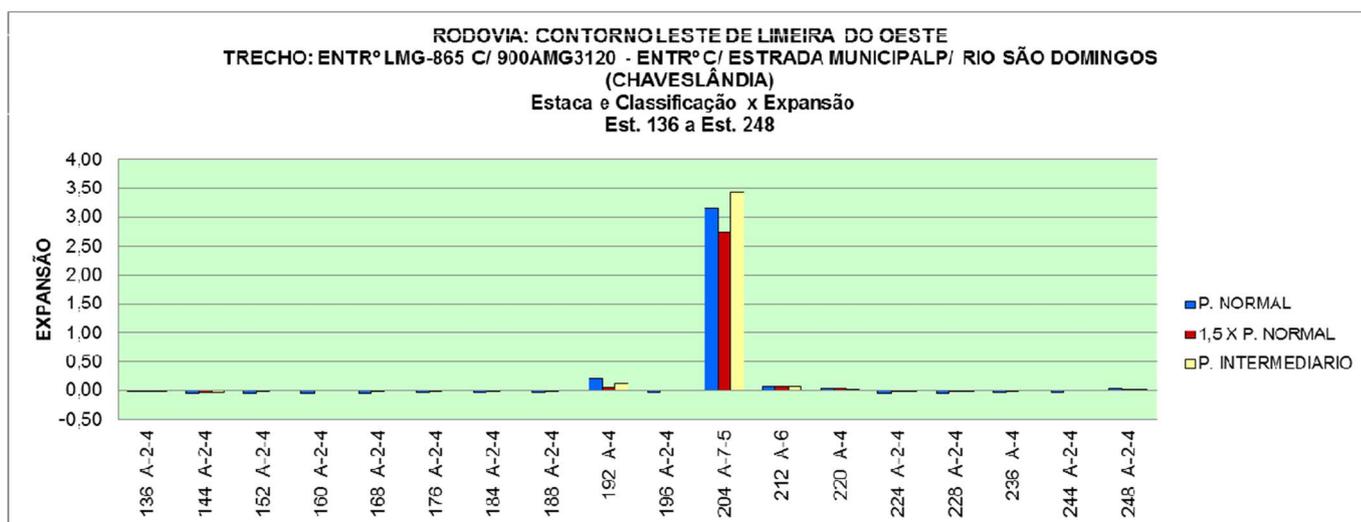


RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE
 TRECHO: ENTRº LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTRº C/ ESTRADA MUNICIPAL P/ RIO SÃO DOMINGOS (CHAVESLÂNDIA)
 Estaca e Classificação x ISC
 Est. 136 a Est. 248



RODOVIA: CONTORNO LESTE DE LIMEIRA DO OESTE
 TRECHO: ENTRº LMG-865 C/ 900AMG3120 - ENTRº C/ ESTRADA MUNICIPAL P/ RIO SÃO DOMINGOS (CHAVESLÂNDIA)
 Estaca e Classificação x Expansão
 Est. 0 a Est. 128





Subleito – Resultados Estatístico			
Parâmetros	Resultados	Resultados	Resultados
	12 golpes	18 golpes	26 golpes
X	23,3	30,8	39,7
σ	6,5	8,6	11,4
X _{Max}	29,1	38,5	49,8
X _{min}	17,5	23,1	29,5

A energia de compactação a ser adotada para fins de dimensionamento do pavimento é do 1,5 x Proctor Normal nas camadas finais de terraplenagem e na camada de regularização do subleito. Adotou-se o valor para o Índice Suporte Califórnia de 14%.

3.6.3. Materiais Granulares

Com base na disponibilidade de materiais para utilização em camadas granulares foi localizada uma ocorrência de material granular (Jazida J-1a):

Jazida J-1a: Trata-se de ocorrência de cascalho laterítico, sendo indicada para o projeto de pavimentação in natura. A ocorrência possui volume de utilização suficiente para atender à obra e está localizada a 45 km da estaca 0 do início do trecho.

3.6.4. Pedreiras

Para o fornecimento de agregados graúdos, foram localizadas 02 (duas) pedreiras. Segue informações dessa ocorrência:

Pedreira P-1, de propriedade da Líder Britas. Trata-se de uma ocorrência de Basalto, localizada a 77,60 km da estaca 0 do início do trecho, da cidade de São Simão-GO. É uma ocorrência explorada comercialmente, cujos resultados atendem às especificações para utilização em obras de pavimentação (CBUQ, TSD), drenagem e obras complementares.

Ensaio	Resultados
Abrasão Los Angeles	16,1%
Lamelaridade	5,0%
Adesividade ao CAP-50/70	Satisfatório
Adesividade a emulsão RR-2C	Satisfatório

Pedreira P-2, de propriedade da Coplan. Trata-se de uma ocorrência de Basalto, localizada a 80,9km da estaca 0 do início do trecho, no km 124 da MG-255, zona rural da cidade de Iturama. É uma ocorrência explorada comercialmente, cujos resultados atendem às especificações para utilização em obras de pavimentação (CBUQ, TSD), drenagem e obras complementares.

Ensaio	Resultados
Abrasão Los Angeles	14,2%
Lamelaridade	44,2%
Adesividade ao CAP-50/70	Satisfatório com 0,5% de Doping
Adesividade a emulsão RR-2C	Satisfatório

3.6.5. Areais

Foi identificado 01(uma) ocorrência de areal, sendo ela:

Areal A-1 Areal Bergamo, localizado no município de São Simão-GO, a 81,2 km da estaca 0 do início do trecho.

Ensaio (Areia Fina)	Areal A-1
Equivalente de areia (%)	96,2
Teor de Matéria orgânica	< 300 ppm

A produção diária do areal A-1 é de 200 m³/dia.

3.6.6. Usina de Asfalto

Foi localizado um fornecedor de massa asfáltica, de propriedade da empresa Asfaltec Usina de Asfalto e Tecnologia na cidade de Paranaíba, MS e distante 101 km do segmento de projeto.

3.6.7. Bota Fora

Foram localizados 03 (três) Bota Foras ao longo do trecho, sendo eles:

- Bota Fora BF-01: Destinado à resíduos sólidos, localizado no Município de Limeira do Oeste a 2,2 km da estaca 0.
- Bota Fora BF-02: Localizado do lado esquerdo entre as estacas 75+0,00 a 85+0,00 do eixo trecho
- Bota Fora BF-03: Localizado do lado esquerdo a 100m da estaca 220+0,00 do eixo trecho.

4. PROJETOS

4.1. PROJETO GEOMÉTRICO

4.1.1. Introdução

Os elementos que integram o projeto geométrico, juntamente com outros relativos ao projeto de terraplenagem constituem os dados para a construção do trecho.

As características para o detalhamento do Projeto Geométrico do trecho foram desenvolvidas, conforme descrito a seguir a partir dos resultados dos Estudos de Tráfego, do levantamento topográfico e das recomendações da fiscalização do DER/MG.

4.1.2. Definição da classe da rodovia

Em função dos resultados dos Estudos de Tráfego que indicaram um volume de tráfego referente ao 10º ano (2033, considerando-se 2024 como ano de abertura da rodovia) – VMDAT (trecho)₂₀₃₃ = 857 veículos/dia e do relevo de topografia plana/ondulada, o trecho enquadra-se na Classe II (pista simples), com velocidade diretriz de 70 km/h.

4.1.3. Concepção Geométrica

O Projeto Geométrico foi desenvolvido de forma detalhada, lançando curvas horizontais e verticais adequando-as à realidade observada em campo. A velocidade diretriz adotada para o presente projeto foi de 80 km/h, tendo em vista ao volume de tráfego e características topográficas da região atravessada.

O traçado desenvolve em sua maior parte com emprego de raios exigidos pela norma para velocidade diretriz adotada ($R \geq 200\text{m}$) para superelevação máxima $e_{\text{máx}}=8\%$.

O trecho possui a seguinte extensão:

Estaca 4+4,56 à Estaca 251+18,768

4.1.4. Seção transversal

Com relação às dimensões dos elementos componentes da plataforma, os seguintes valores são indicados:

- Faixa de rolamento: 3,50 m;
- Faixa de segurança: 2,00 m;
- Espaço para drenagem superficial: 0,90 m;
- Total da plataforma: 12,80 m;
- Taludes de corte em solo: 1/1 (H/V);
- Taludes de aterro: 3/2 (H/V).

4.1.5. Características planialtimétricas

O traçado em planta atende aos seguintes parâmetros:

- Raio mínimo: 200 m;
- Superelevação máxima: 7,00%;
- Declividade mínima transversal em tangente: -3,00%.
- Largura da faixa de domínio: 40,0 m.

4.1.6. Características altimétricas

O greide atendeu aos seguintes parâmetros:

- Parâmetro desejável de curvatura das parábolas côncavas: $k_u = 24$;
- Parâmetro desejável de curvatura das parábolas convexas: $k_\Omega = 29$;
- Rampa máxima de greide: Trecho=4,99%
- Rampa mínima: Trecho=0,28%

4.1.7. Condições operacionais

A partir dos resultados dos Estudos de tráfego, Capacidade de Níveis de Serviços apresentados neste relatório, considerando-se a adoção das Características Técnicas indicadas para a Classe II (pista simples) as condições operacionais do trecho são as seguintes:

- Velocidade Diretriz adotada: 80 km/h;
- Volume Médio Diário Anual de Tráfego - VMDAT:

- Ano de abertura (2024) → 657 veíc/dia; e
- 10º ano (2033) → 857 veíc/dia.

4.1.8. Notas de serviços de terraplenagem

As Notas de Serviço de Terraplenagem foram geradas a partir dos dados geométricos em planta, perfil e seção transversal, empregando-se o “software” TOPOGRAPH e planilhas Excel.

4.1.9. Apresentação

O Projeto Geométrico é apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução em desenhos no formato A-3. O traçado em planta é apresentado na escala 1:4.000 e o projeto altimétrico é apresentado na escala 1:4.000 (horizontal) e 1:400 (vertical).

4.2. PROJETO DE INTERSEÇÃO

4.2.1. Introdução

Foram projetadas 2 (duas) interseções no Eixo do Trecho. As duas interseções projetadas possuem características geométricas adequadas e com raios dos ramos que atendem as necessidades técnicas e a segurança do usuário.

4.2.2. Interseção Entro com a LMG-865 (Estaca 0)

O Projeto da Interseção foi detalhado a partir da adoção de solução do tipo “Rotatória Alongada não Vazada”, com separação total de fluxos de tráfego da via principal (Rodovia LMG865). Essa interseção foi uma adequação de uma interseção existente na rodovia, com o objetivo de criar a distância de entrecruzamento dos tráfegos no sentido Iturama para o Contorno.

a) Planimetria das interseções

Os eixos pista direita e pista esquerda foram projetados com curvas com raios superiores a 270,00 m.

Os ramos de concordância têm raio mínimo de $R = 30,00$ m e raio máximo $R=70,00$ m. O retorno projetado é do tipo “cabeça de bala” com raio mínimo de 15,00 m.

b) Altimetria

Os greides apresentam ótima visibilidade em todas as aproximações da interseção. A rampa mínima de greide é de $i=0,15\%$ (existente) e a rampa máxima de greide é de $i=1,59\%$.

c) Largura das faixas e pistas de tráfego

O projeto apresenta faixas de tráfego exclusivas, com 3,50 m de largura, para fluxos e tráfego que passam pela interseção, para os fluxos que usam a rótula alongada central para os giros à esquerda.

O retorno 01 foi projetado com largura de pista de 10,00 m medidos de pintura a pintura.

Os ramos de acesso ("A" e "B") têm a largura de pista medida de pintura a pintura de 7,50 m e 5,50 m respectivamente e possuem faixas de aceleração e desaceleração devidamente dimensionadas.

4.2.3. Interseção de acesso secundário para Limeira do Oeste e Acesso para União de Minas (estaca 118)

O Projeto da Interseção foi detalhado a partir da adoção de solução do tipo “rotatória circular não vazada”, com separação total de fluxos de tráfego da via principal (trecho do contorno).

a) Planimetria das interseções

O diâmetro da rotatória é de 48,00 m e os ramos tem raios variando entre 40,00 e 90,33 m.

b) Altimetria

Os greides apresentam visibilidade em todas as aproximações da interseção.

c) Largura das faixas e pistas de tráfego

A pista na rótula tem largura de 10,0 m e as alças de acesso tem largura de 8,00 m.

4.2.4. Apresentação

O projeto geométrico da interseção é apresentado em planta na escala 1:1.000, contendo desenho dos ramos de concordância, dos bordos das plataformas, das pistas de giro, das faixas de mudança de velocidade, da rótula, dos canteiros e das ilhas, ocorrências naturais, pontos notáveis das curvas, cadastro (postes e cercas de divisa), elementos para a locação das curvas horizontais, estaqueamentos e suas igualdades, além da representação do relevo através das curvas de nível espaçadas de 1,00 em 1,00 metro e das linhas de “off-sets” com notação diferenciada para cortes e aterros.

Em perfil é apresentado o nível de terreno natural e o greide de terraplenagem, com as rampas e seus valores e seus pontos notáveis (PCV, PIV e PTV), desenhados

nas escalas: Horizontal 1:1000 e vertical 1:100.

4.3. PROJETO GEOTÉCNICO E DE TERRAPLENAGEM

4.3.1. Introdução

O Projeto Geotécnico e de Terraplenagem compreendeu o cálculo dos volumes de materiais a serem movimentados durante os trabalhos de construção, a seleção geométrica destes materiais e as especificações e orientações técnicas para garantia da estabilidade dos maciços dos aterros, dos taludes dos cortes e os cuidados com o meio ambiente.

4.3.2. Cálculo de volumes

O greide projetado foi criteriosamente estudado de maneira a indicar a menor elevação possível do nível final do pavimento, objetivando o equilíbrio dos volumes escavados e necessários para a constituição dos aterros.

No cálculo de volumes foi considerada a limpeza do terreno de 10 cm de espessura.

Os volumes calculados para cortes e aterros do trecho e inclusive para os ramos das interseções são apresentados no Volume 03D - NS e cálculo de volumes.

4.3.3. Seleção geotécnica dos materiais

A partir dos resultados das sondagens procedidas no subleito ao longo de toda a extensão do trecho, verificou-se a excelência do material local, com sua totalidade classificável como de 1ª categoria, onde predominam solos com CBR superior a 14%. A expansão volumétrica deverá ser sempre inferior a 2%.

A energia de compactação a ser adotada para fins de dimensionamento do pavimento é no Proctor Internormal nas camadas finais de terraplenagem e na camada de regularização do subleito.

4.3.4. Limpa Rodas

Em todos os acessos do trecho foram calculados os volumes e devidamente considerados na distribuição da terraplenagem. Segue a listagem com localização,

área e volumes dos limpa-rodas do trecho em questão:

LIMPA RODAS - TRECHO					
Estaca	Lado	Offset	Área (m²)	Altura (m)	Volume (m³)
75+0,00	LE	Aterro	33,36	1,01	34,00
75+0,00	LD	Aterro	34,52	0,67	23,00
86+0,00	LE	Aterro	44,15	0,96	43,00
86+0,00	LD	Aterro	39,41	0,93	37,00
220+0,00	LE	Aterro	76,49	0,28	22,00
236+10,00	LD	Aterro	81,58	0,48	39,00
1+0,00 Acesso 01	LE	Corte	33,18	0,53	18,00
0+0,00 Acesso 02	LD	Aterro	10,21	0,27	3,00
Total					219,00

4.3.5. Bota-Foras

Os bota-foras presentes no trecho encontram-se listados abaixo:

- Bota Fora BF-01: Destinado à resíduos sólidos, localizado no Município de Limeira do Oeste a 2,2 km da estaca 0.
- Bota Fora BF-02: Localizado do lado esquerdo entre as estacas 75+0,00 a 85+0,00 do exo.
- Bota Fora BF-03: Localizado do lado esquerdo a 100 m da estaca 220+0,00 do eixo.

4.3.6. Distribuição dos Materiais

A distribuição dos materiais indica a utilização dos solos escavados nos cortes para a composição dos aterros, com distâncias de transporte reduzidas.

Toda a movimentação do maquinário de terraplenagem se dará em rampas descendentes suaves inferiores a 5%, no transporte do solo escavado nos segmentos de corte pleno.

4.3.7. Resumo da Terraplenagem

A terraplenagem ficou resumida da seguinte forma:

Escavação de material de 1ª categoria	:	87.715,757 m ³
Compactação de aterro a 100% PN	:	73.096,464 m ³

O volume do aterro compactado refere-se ao volume geométrico.

4.3.8. Especificações dos Serviços e Obras

Deverão ser seguidas as especificações de serviços e obras do DNER, a saber:

- Serviços preliminares: DNIT 104/2009-ES
- Terraplenagem de cortes: DNIT 106/2009-ES
- Terraplenagem de aterros: DNIT 108/2009-ES

4.3.9. Apresentação

O Projeto de Terraplenagem é apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

4.4. PROJETO DE DRENAGEM

4.4.1. Introdução

A partir dos estudos hidrológicos, geotécnicos e dos projetos geométrico, de terraplenagem e de pavimentação, foram definidos os dispositivos de drenagem destinados a interceptar, captar e conduzir as águas pluviais e subterrâneas presentes ou interferentes com o corpo estradal.

Realizou-se também um cadastro de todos os dispositivos existentes, para fins de verificação de suas condições de conservação atuais.

O projeto de drenagem consta de:

- Drenagem de grotas;
- Drenagem superficial;
- Drenagem profunda.

A proteção ambiental, principalmente no aspecto de proteção contra erosão, foi considerada em todas as etapas do projeto de drenagem, procurando adotar o sistema de medidas preventivas, tais como:

- Redução da declividade das obras;
- Proporcionar o seguro encaminhamento das águas;
- Correto posicionamento dos dispositivos.

4.4.2. Drenagem de Grotas

Os tipos de bueiros foram indicados visando ao atendimento das condições hidrológicas definidas nos estudos hidrológicos e das bacias de contribuição, considerando-se as imposições do projeto geométrico.

Para as obras indicadas no trecho, foi adotada como regra geral a indicação de bueiros tubulares e celulares de concreto.

Os quadros contendo a localização, tipo, dimensão, classe de tubos, lado montante, cotas, declividade, esconsidade, comprimento e demais elementos construtivos dos bueiros, encontram-se no Volume 2 - Projeto de Execução.

4.4.3. Projeto de Bueiro Celular com Fundação Profunda

4.4.3.1. Descrição Sumária

Este memorial refere-se ao cálculo das tensões admissíveis no solo de fundação do bueiro de grotas BTCC 4,0x4,0 a ser implantado no trecho em referência na Rodovia Contorno Leste de Limeirado Oeste:

- BTCC 4,0x4,0 – Cota de implantação: EL.+394,00 – Altura de aterro = 4,0 m

4.4.3.2. Documentos de Referência

- Projeto Geométrico: planta e seções
- Caderno de Encargos – Bueiros Celulares – DES. 26 - DER-MG
- NBR-6122: Projeto e Execução de Fundações

4.4.3.3. Parâmetros Utilizados

a) Pesos Específicos

- Concreto armado – 2,5 t/m³
- Solo – 1,8 t/m³
- Água – 1,0 t/m³

b) Coeficiente de Segurança

- Concreto – 1,4

4.4.3.4. Bueiro Estudado

Estaca 208+0,00 - BTCC 4,0x4,0 (aterro = 4,0 m)

a) Cálculo da Tensão Atuante

- Cargas no solo de fundação:

$$\begin{aligned} pp &= 13,2 \times 0,60 \times 2,5 = && 19,8 \text{ t/m} \\ 4 \times 4,0 \times 0,30 \times 2,5 &= && 12,0 \text{ t/m} \\ &&& \hline &&& 31,8 \text{ t/m} / 13,2 = 2,4 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{aterro} = 13,2 \times 4,0 \times 1,8 = 95,04 \text{ t/m} / 13,2 = 7,2 \text{ t/m}^2$$

$$\text{água} = 3 \times 4,0 \times 4,0 \times 1 = 48,0 \text{ t/m} / 13,2 = 3,64 \text{ t/m}^2$$

$$\text{trem-tipo} = 1 \text{ t/m}^2$$

- Tensão atuante no solo de fundação:

$$T = 14,24 \text{ t/m}^2 = 1,42 \text{ kg/cm}^2$$

b) Determinação da fundação do BTCC para atender a tensão atuante

Cota de implantação do bueiro: +394,00

Cota dos Furos de Sondagem: +395,00

De acordo com o relatório de sondagens, foram executados 3 (três) furos de sondagem a percussão, que indicam que o terreno é homogêneo e apresenta uma camada de 3,0 m (média) de turfa e cascalho, seguida de camadas de argila, onde a capacidade de suporte do terreno melhora consideravelmente.

O lençol freático não foi detectado nas sondagens.

- Análise dos furos de sondagem:

Para determinação da tensão admissível no solo, usando a Metodologia de Teixeira (semi-empírica), foi calculada a média dos valores dos índices SPT das sondagens nos primeiros 3,0 m abaixo da cota de implantação do bueiro, e dividiu-se por 5 para obter a tensão em kg/cm^2 , resultando em:

SONDAGEM	SPT-1,0m	SPT-2,0m	SPT-3,0m	SPT MÉDIO	TENSÃO ADM. DO SOLO (Kg/cm ²)
SPT-01	2	2	6	3,33	0,67
SPT-02	2	3	7	4,0	0,88
SPT-03	2	7	9	6,0	1,2
TENSÃO MÉDIA					0,92

A tensão admissível no solo é de $0,92 \text{ kg/cm}^2 < 1,42 \text{ kg/cm}^2$ (tensão atuante no solo de fundação, devido ao bueiro).

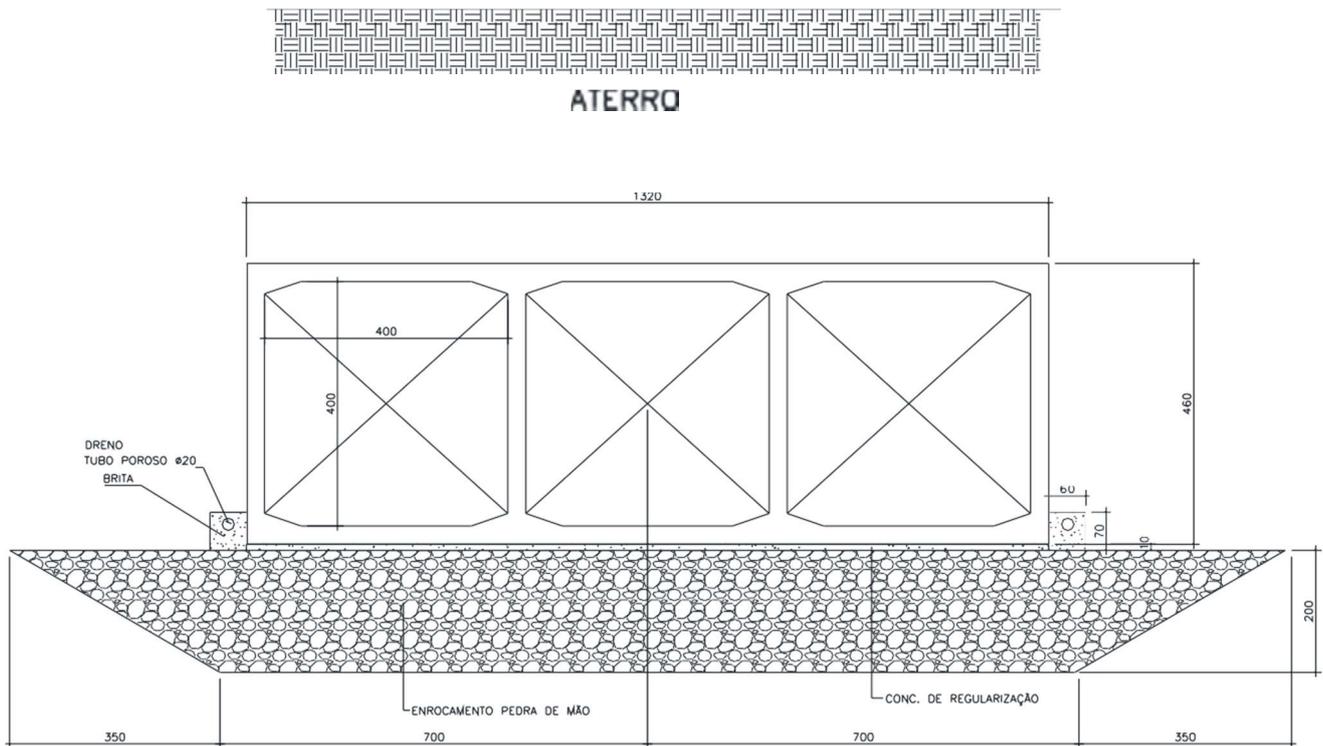
Assim, recomendamos que se faça uma substituição de uma camada de 2,0 m do terreno, por enrocamento em pedra de mão, para que o bueiro possa se apoiar diretamente no solo. Esta substituição consiste na retirada total da camada de solo mole, por meio de dragas ou escavadeira, e na imediata colocação de pedra de mão, em substituição ao terreno retirado.

Considerando os 2,0 m de enrocamento, temos uma nova tensão do solo:

SONDAGEM	SPT-3,0m	SPT-4,0m	SPT-5,0m	SPT MÉDIO	TENSÃO ADM. DO SOLO (Kg/cm ²)
SPT-01	6	9	13	9,33	1,86
SPT-02	7	10	26	14,33	3,07
SPT-03	9	12	17	12,0	2,4
TENSÃO MÉDIA					2,44

$2,440 \text{ kg/cm}^2 > 1,42 \text{ kg/cm}^2$ – OK

Ver detalhe a seguir:



c) Quantitativos de Materiais

QUANT. DE MATERIAIS – BSCC 4,0X4,0
ENROCAMENTO PEDRA DE MÃO
35m ³ / ml.

4.4.4. Drenagem Superficial

A drenagem superficial aqui considerada limita-se às obras destinadas a coletar e conduzir o escoamento superficial direto sobre as plataformas e taludes de aterro e de corte. Os bueiros de greide localizam-se nos pontos necessários à derivação das águas das sarjetas em corte para forado corpo estradal (ao final do comprimento crítico delas), onde não pode ser efetuado o deságue por meio de saídas d'água em corte e aterro.

O posicionamento final dos bueiros de greide foi feito em função das condições do terrapleno, procurando-se localizá-los, sempre que possível, de modo que a boca de jusante fique apoiada em terreno natural.

4.4.4.1. Sarjetas

a) Sarjetas de corte e aterro

As sarjetas de corte e aterro serão de concreto, tendo sido indicadas para os dois bordos do trecho em tangente, ou unilateralmente quando a superelevação de projeto dispensar proteção adicional.

Serão indicadas as seguintes sarjetas:

- Sarjeta tipo DR.SCA-60/15 – Padrão DER-MG;
- Sarjeta tipo DR.SCC-70/15 – Padrão DER-MG;
- Sarjeta tipo DR.SCT-02 – Padrão DER-MG.

O comprimento crítico das sarjetas foi obtido pelo critério de equivalência de vazões, considerando a fórmula do método racional associando à equação da continuidade (fórmula de Manning), sendo:

Q_c = vazão efluente em m^3/s ;

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade de precipitação em mm/h ;

A = área da bacia em m^2 , sendo:

$A = L \times l$, onde:

L = comprimento crítico em m ;

l = largura de implúvio em m .

Equação da continuidade:

$Q = S \times V$, onde:

Q = vazão da sarjeta em m^3/s ;

S = área da seção de vazão em m^2 ;

V = velocidade em m/s .

Esta velocidade foi determinada pela equação de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R h^{2/3} \times i^{1/2}$$

Onde:

v = velocidade em m/s ;

Rh = raio hidráulico, fator de forma que depende somente das dimensões da

sarjeta e da altura da lâmina d'água, sendo calculado pela equação:

$$Rh = \frac{S}{P}$$

S = área da seção de vazão em m²;

P = perímetro molhado em m;

i = declividade longitudinal em m/m;

n = coeficiente de rugosidade.

Fazendo a igualdade da vazão efluente com a vazão da sarjeta, temos:

$$Q_c = Q \rightarrow \frac{C \times I \times L \times l}{3,6} = S \times \frac{1}{n} \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}$$

Portanto:

$$L = \frac{3,6 \times 10^6 \times S \times Rh^{2/3}}{C \times I \times n} \times \frac{i^{1/2}}{l}$$

O quadro de localização das sarjetas é apresentado no Volume 02.

4.4.4.2. Saída d'água

As saídas d'água de corte serão executadas na extremidade de jusante das sarjetas em corte, com a finalidade de conduzir o fluxo d'água para o terreno natural. Adotou-se a saída d'água de corte do tipo (DR.SDC), padrão DER-MG. As saídas d'água de aterro drenam as águas pluviais que escoam pela sarjeta em aterro, conduzindo-as para as descidas d'água ou ao terreno natural. Elas serão de concreto, padrão DER-MG, sendo simples (DR.SSA-01), quando situadas em rampa, ou dupla (DR.SDA-02), quando localizadas em pontos baixos de curvas verticais côncavas.

4.4.4.3. Descidas d'água de aterro

Prevê-se a construção deste elemento de drenagem nos taludes de aterro e nos locais em que a extremidade de jusante situar acima do terreno natural, isto é, sobre a saída de aterro. Esta obra também é indicada para os locais onde o lançamento do fluxo escoado pelos bueiros se fizer em terrenos naturais de forte declividade e propensos à erosão. Sendo assim, no trecho será indicado em locais com altura de aterro até 6,0 m, DR.DSA-03A, do DER-MG.

4.4.4.4. Caixa coletora de sarjeta

As caixas coletoras indicadas têm por finalidade coletar as águas oriundas

das sarjetas de corte, das descidas d'água dos cortes dos talwegues, conduzindo-as para fora do corpo estradal através dos bueiros de greide ou de grotas.

No trecho está sendo indicadas caixas coletoras de sarjeta do tipo DR.CCC-01/GCC-02 (padrão DER-MG).

4.4.4.5. Valetas de proteção de corte e aterro

As valetas de proteção de corte e aterro possuem a função de interceptar e remover as águas superficiais provenientes de áreas adjacentes à montante, nos segmentos em corte e aterro. Estão sendo indicadas as valetas tipo DR.VPA-02 e DR.VPC-04, padrão DER-MG.

4.4.4.6. Meio-Fio

Os meios-fios são indicados em interseções (ilhas e canteiros), canteiro central de maneira a conformá-los e protegê-los. Adotou-se o meio-fio tipo DR.MFC-01A (padrão DER-MG) no trecho em questão.

4.4.5. Drenagem profunda

A partir da análise dos estudos geotécnicos, dos projetos de terraplenagem e pavimentação, e das inspeções de campo, elaborou-se o projeto de drenagem profunda constando de:

a - Dreno Profundo Longitudinal para Corte em Solo – DR.DPS-11

O dreno profundo longitudinal de corte em solo adotado foi o tipo DR.DPS-11, de dimensão 0,40m x 1,50m, de material drenante (brita), envolvido com manta geotêxtil não tecida e tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) perfurado de Ø 100 mm. Indicou-se sua implantação em locais onde a altura dos taludes ultrapassou 3 metros, locais esses com maior probabilidade de interceptação do lençol freático de fluxos potencialmente maiores de água, protegendo assim a estrutura do pavimento.

b - Terminal de Dreno Profundo

O terminal de dreno profundo será do tipo DR.DPT para cortes em solo. Este dispositivo está sendo indicado em locais onde não é possível o lançamento do dreno

profundo em caixas coletoras.

4.4.6. Resultados obtidos

A listagem de drenagem do trecho é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução.

4.5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.5.1. Introdução

O projeto de pavimentação da Rodovia Contorno Leste de Limeira do Oeste, trecho Entr° LMG- 865 c/ 900AMG3120 - Entr° c/ Estrada Municipal p/ Rio São Domingos (Chaveslândia) foi elaborado com o objetivo de conceber e detalhar a estrutura de pavimento a ser executada na pista de rolamento de forma que esta tenha condições de suportar as solicitações impostas pelo tráfego. Dessa forma, mantém o conforto e a segurança para os usuários durante o período de projeto de 10anos.

O dimensionamento do pavimento da rodovia foi realizado com base no Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis (DNER, 1966), de autoria do Eng. Murillo Lopes de Souza.

4.5.2. Número “N”

O número “N” foi definido em função do Estudo de Tráfego realizado, sendo considerado “N”=3,10 x 10⁶ para a rodovia. O período de projeto foi considerado de 10 anos, com abertura ao tráfego prevista para 2024.

4.5.3. Suporte do Subleito

O ISC de projeto foi adotado em função da análise dos ensaios realizados com as amostras coletadas no subleito, sendo adotado o valor de ISC de 14%.

A energia de compactação a ser adotada é a de 1,5 x Proctor Normal (18 Golpes) para as camadas finais de terraplenagem.

4.5.4. Dimensionamento pelo método do DNIT

4.5.4.1. Metodologia

No dimensionamento dos pavimentos foi empregado o “Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER, de autoria do Eng Murilo Lopes de Souza (DNER, 1966) e dimensionamento pelo Método da Resiliência”.

4.5.4.2. - Dimensionamento da estrutura do pavimento

- Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER

Os coeficientes de equivalência estrutural adotados no dimensionamento do pavimento foram:

Revestimento em CBUQ $K_R = 2,0$

Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura $K_B = 1,0$

De acordo com o método as espessuras das camadas do pavimento serão as seguintes:

$N = 3,10 \times 10^6$

ISC do subleito $\geq 14\%$

Espessura de revestimento asfáltico adotada em CBUQ = 5 cm.

$$R_R K_R + B K_B \geq H_{20}$$

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

$$5 \times 2,0 + B \times 1,0 \geq 0$$

$B = 10 \text{ cm}$ - Por solicitação do DER indica-se base = 20,0 cm

$$5 \times 2,0 + 20 \times 1,0 + h_{20} \times 1,0 \geq 24,28$$

$h_{20} = 1,23 \text{ cm}$ – Por solicitação do DER indica-se sub-base = 20,0 cm

- De acordo com o Método da Resiliência

Parâmetros de projeto:

$N = 3,10 \times 10^6$

ISC do subleito $> 14\%$

Solo Tipo II

Espessura total do pavimento (Ht):

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

$$Ht = 33,00 \text{ cm}$$

Espessura do revestimento:

- Deflexão de projeto:

$$\log \bar{D} = 3,148 - 0,188 \times \log N \text{ (Preussler, Pinto \& Medina)}$$

$$D_p = 84,65 \text{ mm}^{-2}$$

Espessura mínima de revestimento:

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

$$H_{cb} = 4,00 \text{ cm}$$

Espessura da camada granular:

$$H_{CB} \times VE + H_{CG} = Ht$$

$$H_{CG} = 33 - 2,8 \times 4,00 = 21,8 \text{ cm}$$

4.5.5. Dimensionamento recomendado

Com a finalidade de prover maior vida útil ao pavimento e diminuir a necessidade de manutenção da pista, sugere-se a adoção de revestimento com 10,0 cm de espessura, resultando na seguinte estrutura:

- Camada de rolamento – CBUQ – Faixa C: espessura de 5,0 cm;
- Camada de rolamento – CBUQ – Faixa B: espessura de 5,0 cm;
- Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura: 20,0 cm;
- Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura: 20,0 cm;
- Subleito: ISC do subleito >14% e expansão < 2,0%.

4.5.6. Concepção das camadas do pavimento

Apresenta-se a seguir as principais etapas executivas das diversas camadas do pavimento:

- Regularização do Subleito

O subleito deverá ser escarificado, regularizado e compactado nas condições ótimas da energia de 1,5x o Proctor Normal de acordo com a especificação do DNIT 137/2010- ES. O material do subleito deverá apresentar um CBR mínimo de 14%.

- Camada de Sub-base

A camada de Sub-base deverá ser executada com solo estabilizado granulometricamente sem mistura com a espessura de 20,0 cm, utilizando as jazidas: J1 localizada a 69,0 km do trecho.

O material deverá ser compactado nas condições ótimas da energia de referência do Proctor Intermediário de acordo com a especificação do DNIT 139/2010- ES.

- Camada de Base

A camada de base deverá ser executada com solo estabilizado granulometricamente sem mistura com a espessura de 20,0 cm, utilizando também a Jazida J1 localizada a 69,0 km do trecho.

O material deverá ser compactado nas condições ótimas da energia de referência do Proctor Modificado de acordo com a especificação do DNIT 141/2010- ES.

- Imprimação

A imprimação da camada de base deverá ser executada utilizando EAI, cuja taxa de aplicação deverá ser definida no canteiro de obras, devendo se situar em torno de 1,2 l/m² de acordo com a especificação do DNIT 144/2014-ES.

- Pintura de Ligação

A pintura de ligação deverá ser executada utilizando emulsão asfáltica RR-1C em um banho, cuja taxa de aplicação deverá ser definida no canteiro de obras, devendo situar em torno de 0,4 l/m² (betume residual), de acordo com a especificação do DNIT – 145/2012-ES.

- Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente

A camada de revestimento asfáltico deverá ser executada em duas camadas, sendo a primeira em Concreto Betuminoso Usinado a Quente - Faixa “B” com espessura de 5,0 cm e a segunda em CBUQ – Faixa “C” também com 5,0 cm, obedecendo a esses serviços às especificações a Norma DNIT-031/2006.

4.5.7. Pavimento existente

Foi encontrado pavimento existente na interseção 1, devido às patologias encontradas no pavimento, sugere-se a suas remoções e descarte no BF-1 a 2,2 km da estaca 0 no Município de Limeira do Oeste.

4.5.8. Limpa rodas

A seguir são apresentados os locais indicados para implantação de limpa rodas:

LIMPA RODAS		
Estacas	Posição	Área (m²)
75+0,00	LE	35,90
75+0,00	D	45,63
86+0,00	E	46,74
86+0,00	D	45,74
220+0,00	E	195,23
236+0,00	D	154,05

4.5.9. Substituição do subleito

Ao longo do trecho foi identificado apenas um local com CBR e expansão abaixo dos parâmetros definidos em projeto, entretanto por se tratar de um local com aterro maior do que 5 m não esta sendo indicada sua substituição.

4.6. PROJETO DE SEGURANÇA VIÁRIA

4.6.1. Introdução

O Projeto de Segurança Viária para o trecho foi elaborado tendo em vista o disposto no Código de Trânsito Brasileiro e nos Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito, do CONTRAN: Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação -

Resolução 180; Volume II - Sinalização Vertical de Advertência - Resolução 243; Volume III - Sinalização Vertical de Indicação - Resolução 486 e Volume IV - Sinalização Horizontal - Resolução 236.

Este projeto enfoca tanto a sinalização horizontal, entendida como o conjunto de sinais pintados no pavimento, como a sinalização vertical sendo o conjunto de placas e dispositivos de segurança. Para o Projeto de Segurança Viária procurou-se torná-lo o mais compatível com a classe da geometria da rodovia evitando o emprego em excesso de sinais.

O valor adotado para a velocidade de projeto define os elementos básicos da sinalização tais como as dimensões das placas de regulamentação e advertência, as dimensões dos números, símbolos e letras, das placas de informações, como também o posicionamento das placas.

Para o projeto em pauta foi adotada a velocidade diretriz da rodovia de 80 km/h no trecho.

4.6.2. Sinalização Horizontal

O Projeto de Sinalização Horizontal consistiu no detalhamento das seguintes marcações a serem executadas no pavimento:

- Linhas de Divisão de Fluxos Opostos-LFO;
- Linhas de Bordo-LBO;
- Linhas de Continuidade-LCO;
- Linhas Simples Contínuas -LMS-1;
- Zebrados de Preenchimento da área de pavimento não utilizável - ZPA;
- Linhas de Retenção-LRE;
- Linhas de "Dê a preferência";
- Setas, Símbolos e Legendas.

a – Linhas de Divisão de Fluxos Opostos (LFO) – Separam os movimentos veiculares de sentidos opostos e indicam os trechos da via em que a ultrapassagem é permitida ou proibida. A largura das linhas e o espaçamento entre elas, quando necessário deverá ser de 15 (quinze) centímetros. Foram utilizadas as seguintes linhas no projeto:

a.1 – Linha simples seccionada (LFO-2) - Deverão ser demarcadas na cor

amarela. Quando executadas no eixo, deverão ser interrompidas, na cadência de 1:3, ou seja, 4 (quatro) metros de demarcação, para 12 (doze) metros de intervalo.

a.2 – Linha dupla contínua (LFO-3) – Dividem fluxos opostos e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos. Foram utilizadas nas interseções do projeto e nos segmentos onde houve proibição de ultrapassagem.

a.3 – Linha contínua/seccionada (LFO-4) – Dividem fluxos opostos e a transposição e deslocamento lateral são proibidos ou permitidos. Nos segmentos onde houver proibição de ultrapassagem, a demarcação deverá ser em linha contínua acompanhada de linha tracejada em toda a extensão dessa proibição.

Serão demarcadas na cor amarela e a cadência deverá ser de 1:3, ou seja, 4 (quatro) metros de demarcação para 12 (doze) metros de intervalo.

Nos segmentos onde houver proibição de ultrapassagem, a demarcação deverá ser em Linha Dupla Contínua (LFO-3) ou Linha Contínua/Seccionada (LFO-4). A largura das linhas e o espaçamento entre elas, quando necessário deverá ser de 15 (quinze) centímetros.

O comprimento mínimo da linha contínua de proibição de ultrapassagem indicada foi de 150 metros. Segmentos sucessivos, de mesmo sentido de tráfego, com proibição de ultrapassagem foram unidos quando a distância entre eles foi inferior a 250 metros.

b – Linhas de Bordo (LBO) - Deverão ser executadas na cor branca com largura de 15(quinze) centímetros de forma contínua em toda extensão do trecho, delimitando a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos.

c – Linhas de Continuidade (LCO) – As linhas de continuidade deverão ser tracejadas na cadência de 1:1, ou seja, 2 (dois) metros de pintura para 2 (dois) metros de espaçamento devendo ter a mesma cor e largura da linha precedente. Foram utilizadas como prolongamento das linhas de bordo na marcação dos “tapers” e “mesas” das faixas de mudança de velocidade nas interseções, com o objetivo de orientar os motoristas com relação à visualização e percepção da quebra do alinhamento da rodovia.

d – Linhas Simples Contínuas (LMS-1) – As linhas simples contínuas deverão ser executadas na cor branca com largura de 15(quinze) centímetros de forma

contínua. Foram utilizadas na aproximação de ilhas e interseções ou locais com faixa específica para movimento de conversão ou de retorno, regulamentando situações em que são proibidas a ultrapassagem e transposição de faixa de trânsito.

e – Marcas Transversais

e 1 – Linhas de Retenção – As linhas de retenção deverão ser contínuas, de cor branca, com largura de 60 (sessenta) centímetros e comprimento igual à largura da faixa de rolamento, pintada transversalmente à pista.

e 2 – Linhas de “Dê a Preferência” – As linhas de “Dê a Preferência” deverão ser na cor branca, com largura de 40 (quarenta) centímetros e tracejada na cadência de 1:1, ou seja, 50 (cinquenta) centímetros de demarcação e 50 (cinquenta) centímetros de intervalo.

f – Marcas de Canalização

f 1- Linhas de Canalização – Deverão ser executadas na cor branca quando o fluxo de tráfego for de mesmo sentido, ou na cor amarela, quando os fluxos de tráfego tiverem sentidos opostos, seja este convergente ou divergente.

Terão largura de 15 (quinze) centímetros, serão contínuas e contíguas à obstáculos, distando destes lateralmente de 60 (sessenta) centímetros conduzindo o tráfego com segurança.

f 2 – Zebrados de Preenchimento da Área de Pavimento Não Utilizável - ZPA – As linhas de preenchimento de áreas neutras (zebrados) deverão ser executadas à 45° em relação ao fluxo de tráfego, pintadas com largura de 40 (quarenta) centímetros e espaçamento entre as linhas de 1,20 metros.

f 3 – Marcação de Áreas de Pavimento não Utilizável - MAN – A MAN é utilizada em áreas pavimentadas nas quais não se deseja permitir a circulação de veículos. As linhas são inclinadas a 45 graus, em relação à direção dos fluxos de tráfego, largura da linha é de 0,40 m e o espaçamento 3,20 m.

Serão executadas nas aproximações de ilhas de canalizações, na cor branca quando o fluxo de tráfego for de mesmo sentido, ou na cor amarela quando os fluxos de tráfego tiverem sentidos opostos, seja este convergente ou divergente.

g – Inscrições no Pavimento – As pinturas de inscrições no pavimento setas, símbolos e legendas deverão ser na cor branca e posicionada junto à sinalização vertical pertinente. Suas dimensões deverão seguir os padrões determinados pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV (Sinalização Horizontal) do CONTRAN.

As setas direcionais demarcadas no pavimento deverão ter comprimento de 7,5m (sete e meio) metros, sendo posicionados conforme projeto executivo de sinalização.

O símbolo de Dê a Preferência a ser utilizado deverá ter comprimento mínimo de 6,0 metros, sendo posicionados conforme projeto de sinalização

As legendas deverão ser demarcadas transversalmente ao fluxo veicular, na cor branca, com comprimento de letra (altura) igual a 4,00 metros e posicionados conforme projeto de sinalização.

4.6.2.1. Materiais de demarcação viária

Conforme os valores de VDM (veículo/faixa/dia), para Linhas Longitudinais o material indicado será tinta à base de Resina Acrílica emulsionada em água com espessura de 0,50 mm. Para os Zebrados (ZPA), Linhas de Canalização, Marcas Transversais e Inscrições no Pavimento, o material indicado será em Termoplástico por Extrusão com espessura de 3,0mm. O material deverá seguir a RT-01.05f e RT-01.06f, do DER/MG. Os materiais indicados deverão ser retrorrefletorizados com microesferas de vidro, conforme as normas vigentes no DER/MG.

4.6.3. Sinalização vertical

O Projeto de Sinalização Vertical compõe-se da indicação de placas de regulamentação, advertência e informação, sendo que as placas de regulamentação e de advertência são representadas pelos Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito do CONTRAN: Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação – Resolução n°180; Volume II – Sinalização Vertical de Advertência – Resolução n°243 e Volume III - Sinalização Vertical de Indicação – Resolução n°486.

Os sinais de regulamentação têm por finalidade comunicar aos usuários das

vias as condições, proibições, restrições que regem seu uso.

Sua forma é circular, com fundo na cor branca e orla vermelha, tendo as seguintes formas especiais:

- Octogonal, para placa de “Parada Obrigatória”, com fundo na cor vermelha, orla interna branca, orla externa vermelha e legenda branca;
- Triangular, para placa de “Dê a Preferência”, com fundo na cor branca e orla vermelha.

Os sinais de advertência objetivam alertar os usuários sobre a existência de condições potencialmente perigosas na rodovia, indicando sua natureza. Sua forma é quadrada com uma das diagonais na vertical, fundo na cor amarela, orla interna preta e orla externa amarela.

Os sinais de indicações têm por finalidade identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar os condutores quanto aos percursos, destinos, distâncias e serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário.

Suas mensagens possuem caráter informativo ou educativo.

Abaixo as dimensões adotadas para este projeto:

- Placa “Pare” (código R-1), L = 0,414;
- Placa “Dê a Preferência” (código R-2), L = 1,00;
- Placas de regulamentação circular (código genérico “R”), Ø = 1,00m;
- Placas quadradas de advertências (código genérico “A”), L = 1,00m;
- Placas de Identificação quilométrica (código genérico “MQ”), 0,70 x 0,70m;
- Escudo (código genérico I-3), 0,75 x 0,75m

Para as placas indicativas:

- Placa de Orientação de Destino:
 - Placa Indicativa de Sentido (Direção) – Sua forma é retangular, com lado maior na horizontal. Possui fundo e orla externa na cor verde; dizeres, orla interna, setas e tarja na cor branca; e,
 - Placa Indicativa de Distância – Sua forma é retangular, com lado maior na horizontal, possui fundo e orla externa na cor verde; dizeres, orla interna e tarja na cor branca. A altura da letra é de 200mm.

As placas indicativas terão fundo nas cores verde, marrom e azul especificadas no Volume 2 – Projeto de Execução e as suas dimensões determinadas em função do tamanho das mensagens que portam, considerando-se:

- Adoção de caracteres com altura $H = 200$ mm;
- Adoção de tarjas separadoras nas placas indicativas de direção;
- Adoção dos seguintes critérios para a disposição das setas nas placas :
 - Placas de pré-sinalização: Setas verticais e diagonais à direita e/ou à esquerda das mensagens; e,
 - Placas de confirmação de saída: Setas verticais e horizontais à direita e/ou à esquerda das mensagens.
- Para montagem das mensagens adotaram-se as seguintes recomendações:
 - Em uma linha horizontal o espaço mínimo entre palavras é igual à altura do caractere maiúsculo ($H = 200$ mm);e,
 - O afastamento lateral das setas em relação às orlas verticais da placa, o afastamento das mensagens em relação às orlas da placa e o afastamento vertical entre as mensagens é igual a $3/4$ da altura do caractere maiúsculo.
- As dimensões das orlas laterais das placas indicativas foram as seguintes:
 - orla interna: 20 mm; e,
 - orla externa: 10 mm.

4.6.3.1. Materiais de sinalização vertical

As placas deverão ser confeccionadas em chapas finas, laminadas a frio, de aço carbono, na espessura de 1,50mm (MSG-16), devendo ser cortadas nas dimensões finais e tratadas conforme preconiza a RT.01.32b, do DER/MG.

Fundo, legendas e tarjas deverão ser confeccionadas em película refletiva, à exceção dos dizeres e símbolos na cor preta, que deverão ser executados em película não refletiva fosca, apropriada para este fim ou impressos pelo processo serigráfico.

A película utilizada deverá ser refletiva, “Tipo I” conforme 3ª edição das Recomendações Técnicas do DER/MG relativas à Sinalização Viária Vertical – Materiais - RT-01.35b – Fornecimento e Aplicação de películas retrorrefletivas para sinalização vertical viária do DER/MG.

Os suportes de madeira deverão atender a RT 01.57c - Fornecimento de

Suportes, Transversinas e Longarinas de Madeira para Sinalização Vertical, do DER/MG.

Quantidade de suportes por tamanho de placa

Comprimento das placas (L), em metros	Tipo de Suporte
$L \leq 1,00$ m	Suporte Simples
$1,00$ m < $L < 2,60$ m	Suporte Duplo
$2,60$ m $\leq L \leq 3,00$ m	Suporte Triplo

4.6.4. Dispositivos de segurança

Os dispositivos de segurança tem por objetivo a redução do número de acidentes ou de sua severidade. São compostos por:

- Dispositivos delimitadores;
- Sinalização de Alerta;
- Dispositivos de Contenção Veicular (Barreiras e/ou Defensas).

Os dispositivos devem estar de acordo com RT 01.24, “Critérios para Adoção de Dispositivos de Contenção Veicular”, do DER/MG.

4.6.4.1. Dispositivos delimitadores

São elementos utilizados para melhorar a percepção do condutor quanto aos limites do espaçodestinado ao rolamento.

A implantação de tachas refletivas deverá atender à Recomendação Técnica – RT.01.09.h, doDER/MG.

- **No Eixo da via** - Linhas de divisão de fluxos de sentidos opostos: Tachas bidirecionais amarelas, com elementos refletivos amarelos devem ser implantadas com espaçamento de 8,0 m em locais onde haja proibição de ultrapassagem e com espaçamento de 16,0m em locais onde haja permissão de ultrapassagem. Em interseções e em curvas ($R < 60$ m), deve ser adotado o espaçamento de 4,0m. Devem ser implantadas no espaço entre as linhas quando duplas contínuas, ou no meio dos segmentos sem pintura, quando as linhas forem seccionadas.
- **Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido** - Tachas monodirecionais brancas, com elemento refletivo na cor branca, devem ser implantadas no

meio do segmento sem pintura entre as linhas seccionadas, com espaçamento de 16,0m nas tangentes e com espaçamento de 4,0m em interseções e em curvas ($R < 60m$).

- **Linhas de bordo** - Em vias de sentido duplo de circulação a tacha é bidirecional na cor branca com elemento refletivo na cor branca voltado para o fluxo veicular e vermelho voltado para o contra fluxo. Devem ser implantadas com espaçamento de 16,0m nas tangentes e com espaçamento de 4,0m em curvas ($R < 60m$) e com espaçamento de 8,0m nas demais curvas.
- **Zebrados de canalização ou de área neutra** - Nas pinturas dos zebrados de preenchimento das áreas neutras nas interseções, foram adotadas tachas monodirecionais de cor branca, quando direciona fluxos de mesmo sentido e tachas bidirecionais de cor amarela, quando direciona fluxos de sentidos opostos, sendo indicada a aplicação de 1(um) dispositivo para cada 2 (dois) intervalos de faixa zebrada pintada por fluxo, alternadamente.
- **Interseções** - As tachas devem ser implantadas a cada 4,0m nas linhas (LFO, LMS. LBO. LCA. LCO) demarcadas nas interseções, bem como nos 152m que antecedem as próprias interseções.

4.6.4.2. Sinalização de alerta

São elementos que têm a função de melhorar a percepção dos condutores quanto aos obstáculos que estejam na via ou adjacentes a ela.

- **Marcadores de Perigo**

São unidades afixadas em suportes a serem implantados em obstáculos. Serão nas cores amarelo refletivo e preto fosco, devendo ser posicionados de acordo com o fluxo que contorna o obstáculo, conforme detalhamento do Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Volume IX (Projeto de Sinalização e Segurança Viária) do DER/MG. Suas dimensões são 0,30 x 0,90m.

- Marcadores de alinhamento

Têm por finalidade demarcar os ramos externos de curvas acentuadas, devendo ser instalados aos pares, em suportes independentes, direcionados ao fluxo e contra-fluxo de veículos, com afastamento de 1,20m do bordo da pista e altura de 60(sessenta) centímetros, contados da borda inferior da placa ao solo.

O espaçamento entre eles é dado em função do raio externo da curva, conforme apresentado a seguir:

Raio externo (m)	Espaçamento (m)
$R \leq 50$	5
$50 < R \leq 150$	8
$150 < R \leq 230$	10
$230 < R \leq 400$	15
$400 < R \leq 600$	20
$600 < R \leq 800$	25
$R > 800$	30

Os marcadores de alinhamento devem ser confeccionados em chapa de aço carbono laminado a frio, na espessura de 1,50 mm (MSG 16), nas dimensões de 0,50 x 0,60 m, tendo o fundo na cor preta fosca, com seta na cor amarela em película refletiva tipo 1. Seu afastamento lateral, quando implantado junto à defensas deve ser no máximo 0,80 m. A borda inferior do dispositivo deve estar a uma altura mínima de 0,80 e máxima de 1,50 m da superfície da pista.

4.6.4.3. Dispositivos de contenção veicular

Os dispositivos de contenção veicular são compostos por defensas metálicas semi-maleáveis, tendo por finalidade minimizar o índice de severidade dos acidentes nas rodovias, além de impedir o acesso de veículos desgovernados a locais próximos a via que ofereçam riscos de acidentes.

As defensas metálicas e terminais absorvedores de energia deverão atender as normas: ABNT NBR 6971:2012, NBR 15.486:2016 e EN 1317:7. As defensas metálicas deverão ter nível de contenção H1, nível de severidade “A” e espaço de trabalho “W2”. A defesa deverá ter o terminal de entrada afastada e enterrada no comprimento de 24 m com deflexão lateral de 11:1 e terminal de saída enterrado com comprimento de 16 m.

As defensas metálicas devem ser sinalizadas com delineadores (película refletiva em plaquetas) a cada 4 m, além de um marcador de perigo antes do terminal

frontal (e terminal final, quando necessário, por ex. pontes, pista simples, duplo sentido de tráfego).

Os dispositivos de contenção veicular deverão ser dotados de elementos refletivos que devem estar de acordo com a RT 03.15, “Elementos refletivos para balizamento de defensas metálicas, barreiras de concreto ou obras de arte”, do DER/MG.

4.7. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

4.7.1. Introdução

O Projeto de Obras Complementares compreendeu a proteção vegetal dos taludes de cortes e aterros, implantação e/ou remoção de cercas de vedação da faixa de domínio e remanejamento de postes e porteiras.

4.7.2. Proteção Vegetal

O projeto recomenda a proteção vegetal dos taludes de cortes e aterros além das áreas de ilhas e canteiros das interseções.

Para os taludes de cortes deverão ser utilizadas a semeadura manual e em aterros deverá ser utilizada a hidrossemeadura.

Para as áreas de ilhas e canteiros das interseções deverá ser utilizada a gramagem em placas tipo batatais.

4.7.3. Cercas de vedação da faixa de domínio

O projeto contempla o estudo sobre o posicionamento das cercas novas, além de remanejamento ou substituição das cercas existentes ao longo do trecho. Para a indicação de cercas novas o dispositivo a ser usado é OC.CA-01, Cerca de Arame Farpado com 4 fios e mourão de madeira com espaçamento de 2,5m no padrão DER/MG.

4.7.4. Porteira e mata burro

Dentro da faixa de domínio da rodovia, deverão ser removidas as porteiras. Não foi identificada ao longo do trecho a ocorrência de mata burros.

Para a indicação de porteiras novas, o dispositivo a ser utilizado é a porteira padrão DER/MG – Tipo OC.PT. - Remanejamento de Postes

4.7.5. Remanejamento de postes

Ao longo do trecho está sendo previsto o remanejamento de 4 (quatro) postes. Nos locais onde há travessia de fios na estrada, o gabarito vertical mínimo da rodovia ($h = 5,50$ m) deverá ser mantido.

4.8. PROJETO DE FUNDAÇÃO DE ATERRO

4.8.1. Solos compressíveis

Foram realizadas campanhas de sondagens, visando à determinação das profundidades, resistências e outros parâmetros geotécnicos para a caracterização dos materiais de fundação. Foram executadas sondagens com o método PDL- Penetrômetro Dinâmico Leve nas áreas dos bueiros e no trecho de aterro próximo ao brejo.

a) Sondagens a Penetrômetro Dinâmico Leve

Essas sondagens caracterizam as profundidades e resistências dos solos de fundação com rapidez e eficiência, dada à praticidade e operacionalidade do equipamento utilizado. Para a execução dessas sondagens é necessário apenas um sondador, auxiliado por um ou dois operários.

O aparelho utilizado é o indicado pela Norma DIN 4094, tipo LRS 10 (kurzname). Consiste em um conjunto de hastes metálicas ajustáveis por meio de roscas, cuja extremidade tem uma ponteira de aço de diâmetro superior aos das hastes.

As características do penetrômetro utilizado nessa investigação são as seguintes:

- diâmetro da ponteira (d_p) – 22,225 mm;
- diâmetro das hastes (d_h) – 19,10 mm;
- seção da ponteira (S) – 3,88 cm²;
- massa do peso batente (M) – 5,00 kg;
- altura de queda do peso (H) – 0,40 m;
- peso das hastes (P) – 2,23 kg/m;

A sondagem é executada cravando-se no solo o conjunto de hastes, sob o impacto da queda livre do peso de 5 kg de uma altura de 0,40 m. Registra-se o número de golpes necessários para a cravação de 0,15 m das hastes, sem interrupções. Na Figura 1 são apresentadas as características do aparelho utilizado e a ponteira de aço.

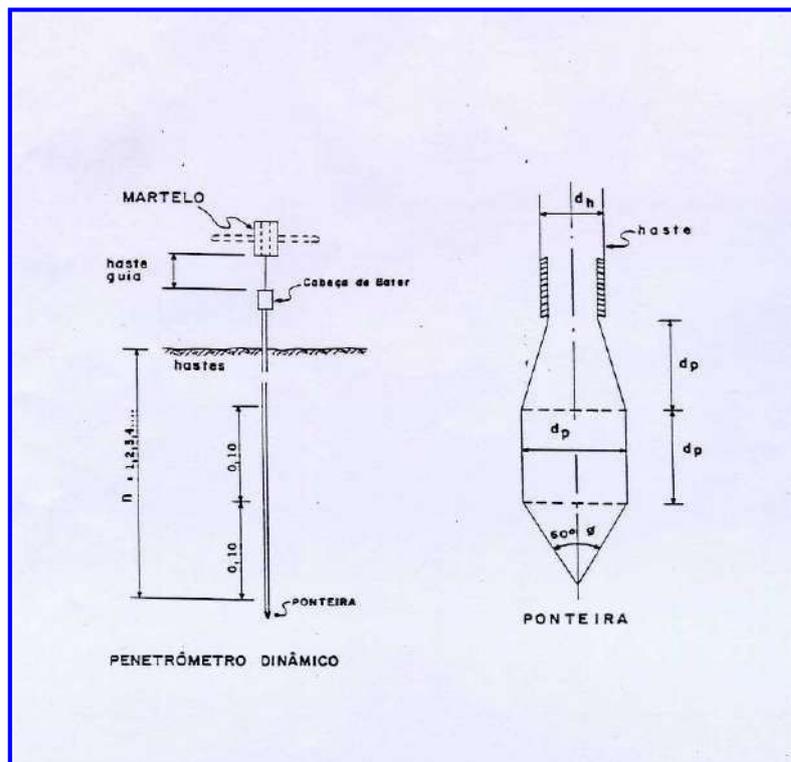


Figura 1 - Desenho esquemático do penetrômetro dinâmico.

Para se determinar a resistência de ruptura à ponteira do penetrômetro dinâmico, utiliza-se a fórmula dos holandeses (Woltmann), assim definida:

$$R_D = \frac{M^2 \times H \times N}{S \times E \times (M + np + P)} \quad (1)$$

Onde:

- R_D = resistência à ruptura dinâmica
- M = massa do peso;
- H = altura de queda;

- S = seção da ponteira;
- P = peso total do penetrômetro;
- E = espessura do segmento de haste cravada = 0,15 m;
- n = número de hastes utilizadas (n = 1, 2, 3, 4, ..., n);
- N = número de golpes necessários para cravar 0,15 m de hastes;
- p = peso da haste de 1,00 m.

Com o aparelho utilizado, as experiências de Buisson, L'Herminter e Tcheng, indicaram que, para se transformar esforços dinâmicos em estáticos, deve-se utilizar coeficientes (α) de acordo com o tipo de material:

$$R_E = \alpha \times R_D \quad (2)$$

onde:

R_E = ruptura estática;

$\alpha = 1,00$ - areia grossa e cascalho, medianamente compacto;

$\alpha = 0,75$ - solos arenosos de fofo a muito compacto;

$\alpha = 0,50$ - solos argilosos de consistência média a rija;

$\alpha = 0,30$ - argila mole (turfa, lodo, solos de compactação muito fraca e consistência mole).

Para calcular as taxas de cargas admissíveis (σ), adota-se um coeficiente de segurança (β) igual a 1/5 ou 1/10 ou 1/20.

$$\sigma = \beta \cdot R_E$$

b) Estabilização dos Aterros

A concepção geral do projeto de estabilização dos aterros sobre solo mole na área de interesse envolve:

- Execução de um forro inicial de terraplenagem sobre a região alagadiça sem remoção da vegetação rasteira local e com material o menos argiloso possível. A resistência do sistema radicular existente promoverá uma pré-distribuição de esforços;
- Drenagem dos talvegues e dos alagadiços com drenos de talvegue com

dimensões 1,50 x 0,60m (altura/largura), executados com pedras de mão com diâmetro médio de 0,20m, envolvidos com manta geotêxtil. Basicamente deverá ser executado um dreno na linha do talvegue principal, que coletará as contribuições de drenos auxiliares dispostos transversalmente, formando um sistema de drenagem em forma de espinha de peixe;

- Execução de colchão drenante com a utilização de brita. A espessura do colchão drenante é de 0,30m.

Os locais onde se fizeram necessários o estudo para fundação de aterro são:

- Estaca 206
- Entre estacas 208 a 211

Para a fundação do aterro nestes locais o projeto apresentou a estabilização do maciço com forro de trabalhabilidade execução de colchão drenante com a utilização de brita.

Para a fundação de aterro entre as estacas 206+10 e 207+10 está sendo indicada a solução de empedramento, detalhada no capítulo 4.4 – Projeto de Drenagem.

Adoção da concepção geral do projeto de estabilização dos aterros sobre solos compressíveis está sendo apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.