



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES GOINFRA



PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE ACESSO NA RODOVIA GO-309

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO

FEVEREIRO/2026



DIRETORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA
GERÊNCIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, ESTUDOS E PROJETOS

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE ACESSO NA RODOVIA GO-309

Rodovia / km: GO-309 / km 169+948m

Trecho: Acesso na GO-309 no Km 169+948m, Caldas Novas-GO.

Extensão: 0,44 km

Código SRE: 309EGO0090

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	8
1.1	INTRODUÇÃO	9
1.2	OBJETO	10
2	ESTUDO DE TRÁFEGO	10
2.1	LOCALIZAÇÃO.....	10
2.2	DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA.....	13
2.3	POLOS GERADORES DE TRÁFEGO	13
2.4	CONTAGEM DE TRÁFEGO	14
2.5	CALCULO DO NUMERO N.....	14
3	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	17
4	ESTUDOS GEOTÉCNICOS/ GEOLÓGICOS.....	18
5	PROJETOS DE TERRAPLENAGEM	18
5.1	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	19
5.2	ORIENTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM	20
6	PROJETO GEOMÉTRICO	21
6.1	CARACTERÍSTICAS DA PISTA EXISTENTE.....	21
6.2	ACESSOS LINDEIROS.....	21
6.3	PARÂMETROS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO	22
6.4	ELEMENTOS DE PROJETO.....	24
6.4.1	Distâncias de Visibilidade	24
6.4.2	Faixas de mudança de velocidade	25
6.5	DIMENSIONAMENTO	26
6.5.1	Terminais de saída (faixa de aceleração)	26
6.5.2	Terminais de entrada (faixa de desaceleração).....	28
6.5.3	Resultados	29
7	PAVIMENTAÇÃO	31
7.1	MEMORIAL DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	33
7.2	ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL E LOCALIZAÇÃO DE JAZIDAS	33
8	ESTUDO HIDROLÓGICO E DRENAGEM	37
8.1	DIMENSIONAMENTO DA SARJETA.....	38
8.1.1	Resultados Obtidos.....	39
9	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	41
9.1	PROJETO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	41



9.1.1	Materiais adotados.....	46
9.2	PROJETO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	48
9.2.1	Advertência.....	48
9.2.2	Regulamentação.....	49
9.2.3	Informativas/ Indicativas.....	49
9.2.4	Materiais adotados.....	50
9.3	TACHAS E TACHÕES	51
10	SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	52
10.1	DEFENSAS METÁLICAS	53
11	TERMO DE ENCERRAMENTO.....	55

ÍNDICES DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Microregião de Caldas Novas e Mesoregião de Goiás.	11
Figura 2 – Município de Caldas Novas.	12
Figura 3 – Trecho em análise.	12
Figura 4 - Seção tipo da plataforma compactada.	19
Figura 5 – Veículo de projeto SE.....	24
Figura 6 – Localização da cascalheira DT=16Km – Potência Produtos e Serviços Ltda.....	35
Figura 7 - Localização da pedreira DT=25Km – Concreta Britas.	35
Figura 8 - Localização da usina de produção de asfalto DT= 155Km – Cathalão Asfalto.	36
Figura 9 - Linha simples seccionada (LFO-2).....	41
Figura 10 - Linha dupla contínua (LFO-3).....	42
Figura 11 - Linha de bordo (LBO).....	42
Figura 12 - Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA).....	43
Figura 13 - Dimensões para ZPA.	43
Figura 14 - Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (PEM).....	44
Figura 15 - Linha de “Dê a preferência” (LDP).....	45
Figura 16 - Símbolo indicativo “Dê a preferência”.....	45
Figura 17 - Legenda "PARE".....	46

ÍNDICES DE TABELAS

Tabela 1 - Contagem de veículos em Agosto/2025.....	14
Tabela 2 - Calculo do Número N.....	16
Tabela 3 - Características operacionais adotadas.	22
Tabela 4 - Velocidade de projeto para novos traçados, em função da classe de projeto e do relevo.....	22
Tabela 5 - Classes e características de projeto.....	23
Tabela 6 - Principais Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto.	23
Tabela 7 - Distâncias de Visibilidade mínima em função da velocidade de projeto.	25
Tabela 8 - Classe das condições de conversão.....	26
Tabela 9 - Comprimentos do taper na faixa de mudança de velocidade.	26
Tabela 10 - Terminal de entrada (faixa de aceleração).	27
Tabela 11 - Raios mínimos para curvas em interseções.....	27
Tabela 12 - Terminal de entrada (faixa de aceleração).	28
Tabela 13 - Terminal de entrada (faixa de aceleração).	29
Tabela 14 - Quadro elementos geométricos da Faixa de Desaceleração – LD.....	30
Tabela 15 - Quadro elementos geométricos da Rua 1 e Rua Pres. Geisel.....	30
Tabela 16 - Quadro elementos geométricos da Pista de Aceleração - LD.	30
Tabela 17 Quadro elementos geométricos Rua Presidente Geisel 1.....	30
Tabela 18 - Espessura do pavimento de acordo com o número N.	31
Tabela 19 - Ábaco de dimensionamento.....	32
Tabela 20 - Coeficientes de equivalência estrutural.	33
Tabela 21 - Dimensionamento das tubulações.	38
Tabela 22 - Comprimentos críticos para sarjeta STC100-20.	39
Tabela 23 - Comprimentos críticos para sarjeta STC125-25.	40
Tabela 24 - Comprimentos críticos para sarjeta STC150-32.	40
Tabela 25 - Definição de cadência para linhas seccionadas.	42
Tabela 26 - Dimensões adotadas para SIP.	45
Tabela 27 - Dimensões para Legendas em Vias Urbanas.	46
Tabela 28 - Condições de Solução por nível.....	47
Tabela 29 - Tipo de solução por nível para pintura - 24 (vinte e quatro) meses.....	47



Tabela 30 - Retrorrefletividade mínima para pintura no pavimento.	48
Tabela 31 - Emprego dos substratos da sinalização vertical.	50
Tabela 32 - Tipo de tacha por nível.	51
Tabela 33 - Dispositivos auxiliares adotados no projeto.	51



1 APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado Volume 1 – Relatório do Projeto, integra o Projeto Executivo de Engenharia para a implantação da solução de tráfego, onde consta um acesso na Rodovia GO-309, em um trecho de 440 metros de extensão, localizado no perímetro urbano de Caldas Novas – GO, com implantação prevista no Km 169+948.

A apresentação do Projeto Executivo foi estruturada conforme as diretrizes do POP – Procedimento Operacional Padrão da GOINFRA para projetos viários, em especial o item “7. Apresentação dos Volumes de Projetos”, contemplando, portanto, os seguintes volumes:

- Volume 1 – Relatório do Projeto, contendo o resumo objetivo dos estudos e projetos desenvolvidos, suas conclusões e recomendações, além de fornecer os elementos necessários para a licitação das obras;
- Volume 2 – Projeto de Execução, contendo os desenhos relativos ao projeto, detalhamento e informações necessárias à execução da obra;
- Volume 3A – Notas de Serviço e Volumes Terraplenagem, os cálculos de volumes e os elementos de locação da obra;
- Volume 3B – Estudos Geotécnicos, contendo os resultados das sondagens e ensaios geotécnicos realizados no pavimento;
- Volume 4 – Orçamento da Obra, contendo o custo dos serviços e obras necessárias à execução do projeto rodoviário.



1.1 INTRODUÇÃO

A GOINFRA, por meio da Diretoria de Segurança Viária (DSV) e da Gerência de Engenharia de Tráfego, Estudos e Projetos (GETEP), identificou a necessidade de melhoria das condições de segurança viária na rodovia GO-309, no trecho que atravessa o município de Caldas Novas, no fim do perímetro urbano. Nesse contexto, foram estudadas propostas de intervenções destinadas a otimizar o acesso, com o propósito de ordenar os movimentos de entrada e saída de veículos, fortalecendo a segurança viária e garantindo maior fluidez ao tráfego do segmento.

Este relatório apresenta as diretrizes e os elementos técnicos que fundamentam a implantação da solução de tráfego proposta para a regularização do acesso na rodovia GO-309 km 169+948 m. Os estudos que embasam o projeto foram desenvolvidos em consonância com as normas técnicas da GOINFRA e com as boas práticas de engenharia de tráfego. Integram o documento os quantitativos de serviços, as distâncias de transporte, as especificações dos materiais e o cronograma de execução, compondo o conjunto de informações necessárias à adequada implementação do empreendimento.

- IP 02 GOINFRA – Estudos Topográficos;
- IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos;
- IP-05 GOINFRA – Estudos de Tráfego;
- IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos;
- IP-08 GOINFRA – Projeto Geométrico;
- IP-09 GOINFRA – Projeto de Terraplenagem;
- IP-10 GOINFRA – Projeto de Pavimentação;
- IP-13 GOINFRA – Projeto de Drenagem;
- IP-15 GOINFRA – Projeto de Sinalização;

1.2 OBJETO

Melhoria da segurança viária na rodovia, por meio da implantação de acesso para canalização de tráfego da GO-309 no km 169+948 m, visando assegurar a circulação ordenada e segura de veículos no trecho em estudo.

2 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo abrange a rodovia GO-309, no segmento localizado na saída do perímetro urbano de Caldas Novas, no sentido do município de Pires do Rio. A implantação do acesso em trecho urbano no km 169+948 m, tem como finalidade disciplinar os movimentos de entrada e saída, promovendo maior segurança viária e melhor organização do tráfego local.

Nesse contexto, o presente estudo de tráfego tem como objetivo apresentar o funcionamento do tráfego no trecho em questão, considerando o volume de veículos que acessam os bairros por meio da GO-309 no km 169+948 m, bem como as características regionais, os sistemas de transporte existentes e as projeções de demanda futura.

2.1 LOCALIZAÇÃO

O trecho de implantação que compõe este caderno está localizado na rodovia GO-309 no município de Caldas Novas no estado de Goiás, especificamente nas coordenadas 17°41'58.51" de longitude sul, 48°35'40.19" de longitude oeste conforme descrito abaixo:

Caldas Novas está situada na Região Sudeste de Goiás. A cidade localiza-se a aproximadamente 165 quilômetros da capital estadual, Goiânia, e a pouco mais de 300 km da capital federal, Brasília, localiza-se em terras intermediária a Itumbiara e imediata de Cadas Novas-Morrinhos.

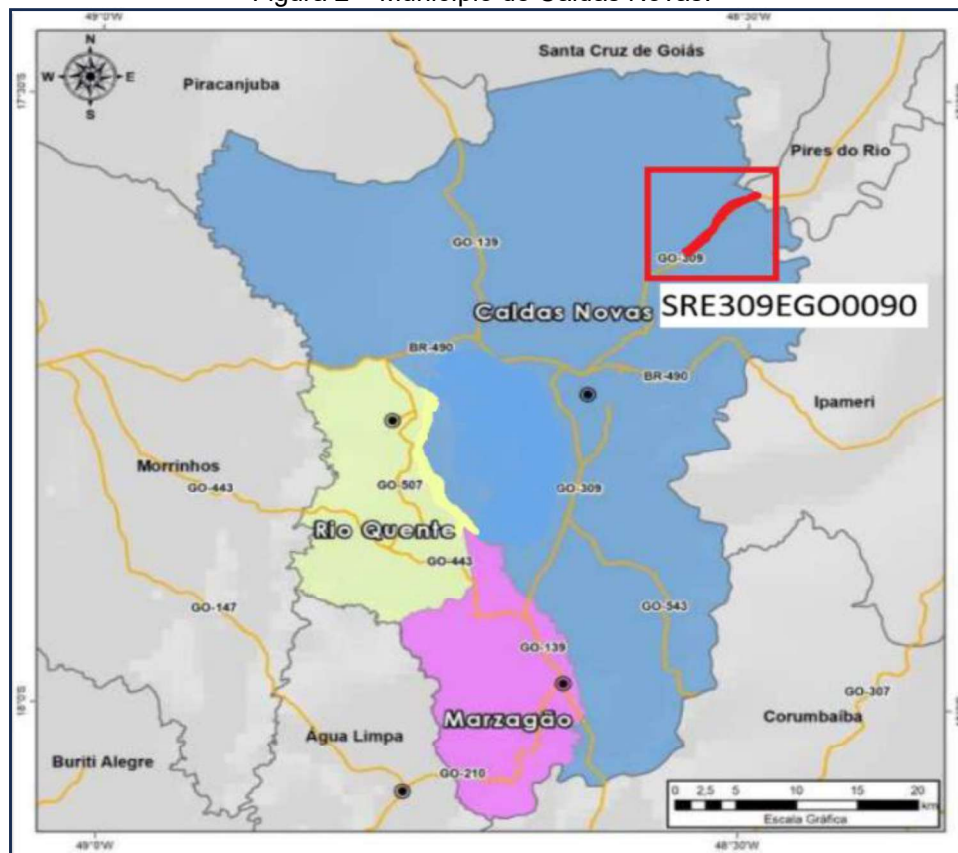
De acordo com estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2024, a população de Caldas Novas é de 104.788 habitantes.

Figura 1 – Microregião de Caldas Novas e Mesoregião de Goiás.



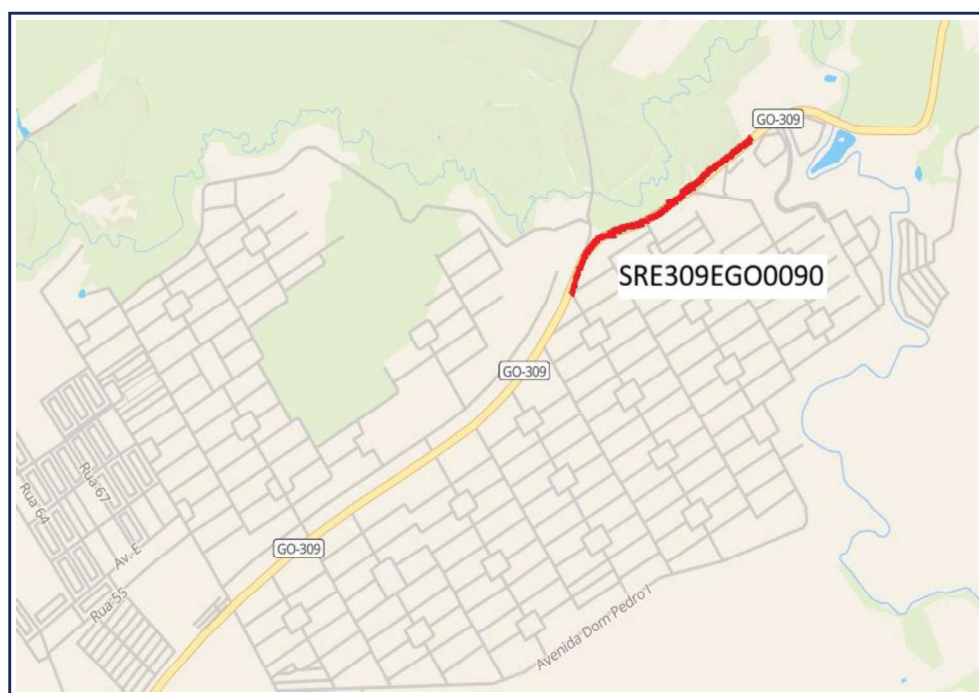
Fonte: GETEP.

Figura 2 – Município de Caldas Novas.



Fonte: GETEP.

Figura 3 – Trecho em análise.



Fonte: GETEP.

2.2 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

O trecho em análise da Rodovia GO-309, compreendido entre o fim do perímetro urbano de Caldas Novas e o entroncamento da rua de acesso aos bairros adjacentes ao km 169+948 m.

A área de influência direta do trecho foi definida considerando tanto o tráfego diário com destino à instituição de ensino quanto o volume de tráfego de passagem associado aos atrativos turísticos da região, que utilizam a GO-309 como principal via de acesso. A análise também contemplou a composição veicular do fluxo e a sazonalidade característica da região, que provoca variações expressivas de demanda em finais de semana, feriados e períodos de alta temporada.

2.3 POLOS GERADORES DE TRÁFEGO

A interseção em análise compreende a GO-309 e a Av. Presidente Ernerto Geisel, que dá acesso ao Setor Lagoa Quente, que contribui significativamente com o volume de tráfego desse trecho, com veículos de passeio e eventuais veículos de serviços como ônibus e caminhões coletores de lixo. Além disso, considerou-se a contribuição do tráfego associado ao turismo local e ao trânsito de veículos pesados, decorrente do escoamento de produtos das cidades vizinhas.

Tanto os atrativos turísticos de caldas novas, como a instituição de ensino são polos geradores de tráfego, tanto pelo intenso movimento de veículos de passeio, quanto pelo elevado volume de veículos de carga, como caminhões e carretas, responsáveis pelo transporte de mercadorias e pelo escoamento da produção industrial da região.

Apesar da importância da rodovia GO-309 na região, o trecho ainda apresenta desafios significativos relacionados ao tráfego de veículos, especialmente nos horários de pico, quando se tem o maior volume de veículos acessando os bairros adjacentes ao km 169+948 m. A presença de veículos pesados, aliada à ausência de sinalização adequada e um acesso próprio pra Instituição de Ensino, à infraestrutura ainda insuficiente em alguns pontos, contribui para congestionamentos e aumenta o



risco de acidentes.

Nesse contexto, a identificação desses polos é essencial para o planejamento de intervenções viárias, implantação de sinalização e adoção de medidas de segurança, garantindo maior eficiência e segurança no transporte de mercadorias e no fluxo diário de veículos.

2.4 CONTAGEM DE TRÁFEGO

Para a análise do tráfego, foram considerados os dados de contagem registrados por equipamentos eletrônicos de fiscalização de Numero R09593 em operação na GO-309 , nas proximidades do local da intervenção. As medições foram contínuas, realizadas 24 horas por dia, durante todo o mês de Agosto de 2025. Como a contagem abrangeu o período completo de um mês, não foi necessária qualquer extrapolação dos dados. A seguir, apresenta-se o Volume Diário Médio (VDM) obtido:

Tabela 1 - Contagem de veículos em Agosto/2025.

CONTEGEM DE VEÍCULOS - SENTIDO CRESCENTE E DECRESCENTE					
DIA	CLASSE DE VEÍCULOS				TOTAL DE VEÍCULOS/DIA
	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	
1	765	93	25	108	991

Fonte: GETEP

2.5 CALCULO DO NUMERO N

O tráfego de projeto é um importante fator para o correto dimensionamento do pavimento. A interseção em estudo, esta sendo projetada principalmetne para dar acesso ao Setor Lagoa Quente. Portanto, o fluxo esperado é de veículos ligados a utilização da Instituição de ensino, moradores da região, caminhões de manutenção (tapa buraco, limpeza urbana, mudanças etc) e ônibus. Portanto, visando um acesso que possa servir para uma alta demanda, sugere-se que o cálculo deverá partir do fluxo de 108 caminhões (ônibus)/dia.

A partir da frota veicular conhecida, obtida junto ao IBGE, foram realizadas

projeções do tráfego para um horizonte de projeto de 10 anos, considerando uma taxa de crescimento anual de 3,0% para automóveis, utilitários, motocicletas, ônibus e caminhões (Tabela 2).

Para a determinação do número N, utiliza-se a seguinte formulação

$$N = \sum_{ano=1}^n (VDM_{ANUAL} * FEC * 365 * FP)$$

Sendo:

VDM_{ANUAL} – Volume médio diária anual;

FEC – Fator de equivalência de carga (será utilizado 0,9 para veículos de carga, devido à falta de dados sobre qual o tipo de veículo, e 0,6 para ônibus)

365 – Conversão para tráfego anual;

FP – Fator de distribuição na faixa (1,0 devido a ser pista simples com 1 faixa de rolamento em cada sentido e pela contagem ter sido efetuada em apenas uma das faixas).

Para o cálculo do Número N, adotou-se o VDM-1, por representar o volume de tráfego mais carregado. Assim, o valor de N obtido, considerando a projeção para 10 anos, foi de $2,5 \times 10^6$. Dados, calculos e resultados estão apresentados na Tabela 2.



Tabela 2 - Cálculo do Número N.

PROJEÇÃO DO TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO "N"																																	
RODOVIA: GO-309										TRECHO: Km 169+948 m - CALDAS NOVAS										POSTO: 01							DATA DO PROCESSAMENTO: agosto-25						
ANO	MOTO	PASSEIO/ UTILITÁRIO	VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL																							NÚMERO "N"							
			TRÁFEGO COMERCIAL																	TRÁFEGO COMERCIAL		USACE		AASHTO									
			VEÍCULOS DE CARGA																	TOTAL	ANUAL	ACUMU- LADO	ANUAL	ACUMU- LADO	ANUAL	ACUMU- LADO							
			2CB	3CB	4CB	2C	3C	251	4C	4CD	252	212	351	2C2	253	352	213	312	2C3								3C2	353					
2024	-	93	765	15	10	0	0	0	0	31	0	0	0	16	0	0	0	0	0								23	991	133	-	-	-	-
2025	-	96	788	15	10	0	0	0	0	32	0	0	0	16	0	0	0	0	0	24	1.021	137	-	-	-	-							
2026	-	99	812	16	11	0	0	0	0	33	0	0	0	17	0	0	0	0	0	24	1.051	141	-	-	-	-							
2027	1º	102	836	16	11	0	0	0	0	34	0	0	0	17	0	0	0	0	0	25	1.083	145	145	6.38E+05	2.16E+05	2.16E+05							
2028	2º	105	861	17	11	0	0	0	0	35	0	0	0	18	0	0	0	0	0	26	1.115	150	295	6.57E+05	1.29E+06	2.22E+05							
2029	3º	108	887	17	12	0	0	0	0	36	0	0	0	19	0	0	0	0	0	27	1.149	154	449	6.77E+05	1.97E+06	2.28E+05							
2030	4º	111	913	18	12	0	0	0	0	37	0	0	0	19	0	0	0	0	0	27	1.183	159	608	6.97E+05	2.67E+06	2.38E+05							
2031	5º	114	941	18	12	0	0	0	0	38	0	0	0	20	0	0	0	0	0	28	1.219	164	772	7.18E+05	3.39E+06	2.43E+05							
2032	6º	118	969	19	13	0	0	0	0	39	0	0	0	20	0	0	0	0	0	29	1.255	168	940	7.39E+05	4.12E+06	2.50E+05							
2033	7º	121	998	20	13	0	0	0	0	40	0	0	0	21	0	0	0	0	0	30	1.293	174	1.114	7.61E+05	4.88E+06	2.58E+05							
2034	8º	125	1.028	20	13	0	0	0	0	42	0	0	0	22	0	0	0	0	0	31	1.332	179	1.292	7.84E+05	5.67E+06	2.65E+05							
2035	9º	129	1.059	21	14	0	0	0	0	43	0	0	0	22	0	0	0	0	0	32	1.372	184	1.476	8.08E+05	6.48E+06	2.73E+05							
2036	10º	133	1.091	21	14	0	0	0	0	44	0	0	0	23	0	0	0	0	0	33	1.413	190	1.666	8.32E+05	7.31E+06	2.82E+05							
TOTAL (2027 - 2036)			9.583	188	125	0	0	0	0	388	0	0	0	200	0	0	0	0	0	288	12.414	1.666	-	7.31E+06	2.47E+06								
Composição VMDA Tráfego Total (%)			9,38	77,19	1,51	1,01	0,00	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	0,00	1,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32	100,00	-	-	Parâmetros adotados no cálculo do número N									
Composição VMDA Tráfego Com. P (%)			-	-	11,28	7,52	0,00	0,00	0,00	23,31	0,00	0,00	0,00	12,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,29	100,00	-	-	Parâmetros adotados no cálculo do número N									
Fator de Veículo Individual - Fv USACE				Vazio	0,063	0,053	0,068	0,042	0,053	0,064	0,030	0,076	0,086	0,052	0,087	0,109	0,098	0,098	0,098	0,098	% de Veículos Carregados		90		FATOR DE PISTA FP	1							
				Carreg.	3,567	2,693	3,681	3,567	8,827	6,857	9,815	12,116	10,146	12,116	10,146	3,567	17,376	13,436	15,406	15,406	15,406	8,827			1		FATOR CLIMÁTICO FR	1					
Fator de Veículo Individual - Fv AASHTO				Vazio	0,168	0,044	0,329	0,113	0,044	0,208	0,028	0,139	0,302	0,139	0,302	0,122	0,069	0,397	0,233	0,233	0,233	% de Veículos Vazios		10		PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	10						
				Carreg.	3,302	0,960	5,896	3,302	1,970	6,276	6,906	4,944	9,250	4,944	9,250	3,302	3,612	12,224	7,918	7,918	7,918	1,970			3,0		TAXA DE CRESC. ANUAL (%)	3,0					
Fator de Veículo da Frota - Fv = P * Fv				USACE	0,363	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	2,060	0,000	0,000	0,000	0,387	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,375	ANO DE ABERTURA		2027		FV Frota USACE	12,021						
				AASHTO	0,337	0,065	0,000	0,000	0,000	0,000	1,456	0,000	0,000	0,000	0,000	0,359	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,307	ANO FINAL		2036		FV Frota AASHTO	4,068					

Fonte: GETEP



3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O levantamento topográfico foi realizado por RTK (Real Time Kinematic), método de posicionamento geodésico de alta precisão que utiliza receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) para determinar coordenadas em tempo real, com redução significativa de erros.

Os levantamentos topográficos foram realizados pela equipe da GETEP, com a finalidade de obter dados precisos para a elaboração do projeto geométrico e respectivos projetos de terraplenagem, pavimentação, drenagem e sinalização.

Foi realizado o levantamento topográfico por meio de aparelhos GNSS RTK, da marca SATLab. Os dados estáticos da base foram pós processados por meio do Serviço online de pós-processamento de dados GNSS IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso). A translação dos pontos obtidos pelo rover foi realizada por meio do software QGIS, através do plugin LF Tools. Os levantamentos topográficos foram realizados em consonância com a IP-02 da GOINFRA.

Foi realizado ainda um levantamento aerofotogramétrico por meio da utilização de drone. O plano de voo previu superposição de 85% vertical e 85% horizontal entre as imagens, o pós processamento foi realizado com a utilização de pontos de controle por meio de levantamento utilizando GNSS RTK em campo, foram gerados o MDS (Modelo Digital de Superfície), MDT (Modelo Digital de Terreno), nuvem densa de pontos e ortomosaico a partir do levantamento aerofotogramétrico.

A superfície topográfica utilizada nos projetos foi gerada utilizando os pontos obtidos através do levantamento utilizando o software Civil 3D, tendo sido mesclado os pontos obtidos através do levantamento tradicional com GNSS RTK e o levantamento aerofotogramétrico.

Os dados obtidos foram todos georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro, adotadas no sistema de representação cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator), referenciadas ao Meridiano Central nº 51 WGr, tendo como Datum o SIRGAS2000. As altitudes dos pontos são apresentadas como altitudes Ortométricas tendo como referência o Datum Vertical de Imbituba.

4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS/ GEOLÓGICOS

O Estudo Geotécnico da rodovia GO-309, no trecho que atravessa o perímetro urbano de Caldas Novas, no KM 169+948m, está sendo apresentado em volume específico, denominado **Volume 3A – Estudos Geotécnicos**.

5 PROJETOS DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem teve como finalidade determinar os volumes de corte e aterro necessários à execução da interseção. O desenvolvimento do projeto seguiu a IP-09 da GOINFRA – Projeto de Terraplenagem, bem como o item 8.1 da IS-209 – Instrução de Serviço para Projeto de Terraplenagem do DNIT, com as devidas adaptações quando necessárias.

Como elementos de referência, foram utilizadas as informações provenientes dos Estudos Geotécnicos e do Projeto Geométrico. O Projeto de Terraplenagem é composto pelos seguintes itens:

- Cálculo de cubação do movimento de terra;
- Constituição dos aterros, indicando a origem dos materiais a serem empregados nas diversas camadas e grau da compactação a ser observado;
- Cálculo das distâncias de transporte;
- Detalhes das seções transversais-tipo e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes e fundações de aterro;
- Por intermédio do software AutoCAD Civil 3D utilizado na execução do projeto geométrico, foram determinados os volumes e a partir da localização dos cortes e aterros, foram estabelecidas distâncias expeditas de transporte.

Os seguintes elementos básicos foram adotados:

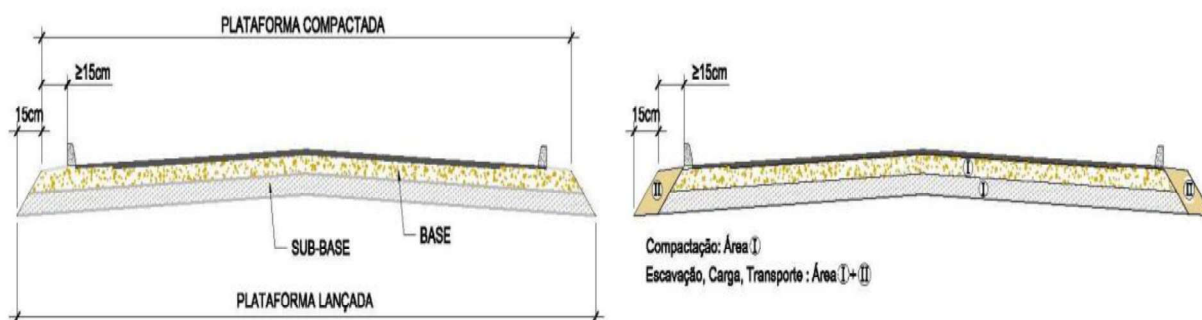
- Taludes de Aterro (V:H) = 1:1,5; e
- Taludes de Corte (V:H) = 1:1.

Não foram identificados taludes de corte instáveis ou críticos que justificassem a realização de estudos específicos de estabilidade.

Para a consideração dos materiais a serem escavados e transportados para

a plataforma de pavimentação, foi considerado no levantamento dos quantitativos de volume de escavação, carga e transporte dos materiais de base e sub-base, uma largura maior 30 cm (15 cm para cada lado) do que a plataforma compactada situada nas normas. Esses alores na largura das camadas, são computadas apenas para escavação, carga e transporte.

Figura 4 - Seção tipo da plataforma compactada.



Fonte: IP10 GOINFRA – Projeto de Pavimentação.

NOTAS DE SERVIÇO

As notas de serviço para a terraplenagem são apresentadas por meio das coordenadas dos pontos de interseção dos taludes de corte e de aterro com o terreno natural (offset), das cotas do eixo e das coordenadas dos bordos da plataforma.

Para o cálculo das notas de serviços, utilizou-se um sistema computadorizado no qual foram inseridos todos os dados das seções transversais, incluindo as cotas do terreno natural, o greide do eixo de terraplenagem e as dimensões da plataforma de aterro e de corte. Ao final do processamento, o sistema forneceu o desenho de todas as seções gabaritadas, as cotas necessárias para a elaboração das notas de serviço, bem como as áreas de cada seção e os respectivos volumes.

5.1 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

O sistema de cálculo possibilita a obtenção dos volumes de corte e de aterro, dos volumes de compensação, dos volumes excedentes, bem como dos volumes acumulados e do valor correspondente à ordenada do diagrama de massas de



Bruckner.

Para o cálculo dos volumes de terraplenagem não foi considerado fator de homogeneização, o qual estabelece a equivalência entre volumes de corte e de aterro, devendo ser aplicado pelo construtor na composição dos quantitativos de aterro. Na totalização, o sistema adota o sinal negativo para cortes e o positivo para aterros.

5.2 ORIENTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM

Com o objetivo de uniformizar as características do subleito e otimizar o aproveitamento dos materiais movimentados, estes foram classificados em utilizáveis e não utilizáveis.

Os materiais utilizáveis deverão ser separados, de modo que os de menor qualidade sejam destinados às camadas inferiores do aterro, enquanto os de melhor qualidade serão aplicados nas camadas superiores. Os materiais não utilizáveis deverão ser encaminhados diretamente aos bota-fora.

Nos trechos com ocorrência de rocha alterada, os cortes deverão sofrer um rebaixamento de até 30 cm abaixo do greide de terraplenagem, sendo posteriormente recompostos com material granular inerte.

A camada final dos aterros, executada com material de boa qualidade, deverá possuir espessura mínima de 60 cm. De forma análoga, nos cortes em que houver rebaixamento, a camada de reposição também deverá ter 60 cm de espessura.

Todas as camadas do corpo dos aterros deverão ser devidamente compactadas na umidade ótima ($\pm 3\%$), até atingir a massa específica aparente seca correspondente a, no mínimo, 95% do ensaio de compactação. Para as três últimas camadas de aterro, a compactação deverá alcançar 100%.



6 PROJETO GEOMÉTRICO

Para o desenvolvimento do Projeto Geométrico das intervenções na GO-309, contempla a implantação de um acesso e a canalização do tráfego na Av. Presidente Ernerto Geisel, destinado ao acesso do Setor Lagoa Quente, para tanto, foram adotadas as diretrizes estabelecidas na Instrução de Projeto IP-08 da GOINFRA – Projeto Geométrico, que norteiam os critérios técnicos necessários para garantir a segurança viária, a funcionalidade e a conformidade da solução adotada.

A solução proposta foi elaborada considerando o acesso seguro a Av. Presidente Ernesto Geisel que serve como acesso ao Setor Lagoa Quente. O estudo apresentado permitirá pontos de retorno para todas as interações de tráfego que circulam pela GO-309 e, adicionalmente, foram previstas faixas de aceleração e desaceleração para promover segurança e a fluidez do tráfego.

Foi utilizado como base de informações como parâmetro para os dimensionamentos da geometria o Relatório de Estudo de Impacto de Tráfego, que consta em anexo neste manual.

6.1 CARACTERÍSTICAS DA PISTA EXISTENTE

A partir do levantamento topográfico realizado no segmento de projeto, foi aferida a largura da seção transversal no local de intervenção. Constatou-se que, embora ocorram variações ao longo da GO-309 — com trechos de pista duplicada e trechos de pista simples —, o segmento em análise corresponde a pista simples, composta por faixa de rolamento de 3,60 m de largura.

6.2 ACESSOS LINDEIROS

O trecho da rodovia destinado à implantação encontra-se em perímetro urbano, caracterizado pela presença alguns acessos para bairros adjacentes, sendo essas as influências diretas sobre a via. As vistorias de campo, realizadas durante a fase de estudos iniciais, permitiram que a região tem um elevado fluxo de veículos que impacta significativamente a circulação na GO-309, evidenciando a necessidade de adoção de uma solução técnica específica para esse trecho.

6.3 PARÂMETROS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO

A pista existente apresenta características medidas a partir do estudo topográfico, na classe II, região ondulada, possuindo rampas até 6,0%.

Tabela 3 - Características operacionais adotadas.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	
SRE - KM	309EGO0090 - Km 169+948m
Classe da rodovia	Classe II - Pista Simples
Região	Plano/Ondulado
Velocidade diretriz (km/h)	60 km/h
Distância mínima de visibilidade de parda (m)	95 m
Largura da faixa de rolamento (m)	3,6
Largura da faixa de segurança (m)	60cm
VDM	991
Número N 10 anos (AASHTO)	$2,5 \times 10^6$
Raio mínimo de curva horizontal (m)	170
Rampa máxima das faixas de aceleração/desaceleração (%)	6,0%

A classificação técnica das rodovias é definida de acordo com o padrão construtivo, o tipo de pista e os volumes de tráfego previstos para o horizonte de projeto. Conforme a tabela apresentada, as rodovias podem ser enquadradas nas Classes 0, I, II, III e IV. Considerando as características da via nesse a rodovia classifica-se como Classe II, com velocidade de projeto estabelecida em 60 km/h.

Tabela 4 - Velocidade de projeto para novos traçados, em função da classe de projeto e do relevo.

CLASSE	VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)		
	RELEVO		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	120	100	80
Classe I	100	80	60
Classe II	100	70	50
Classe III	80	60	40
Classe IV	80	60	40

Considerando as características observadas no trecho da rodovia GO-309 em estudo — pista simples, inserção em área urbana e o moderado volume de tráfego associado ao grande fluxo de turistas —, a classificação adotada para o projeto é a

Classe II, uma vez que os volumes de tráfego identificados superam o limite mínimo estabelecido para essa categoria.

Tabela 5 - Classes e características de projeto.

CLASSE	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA
0	Elevado padrão técnico, com controle total de acesso	Adotada quando os volumes de tráfego previstos para o horizonte de projeto correspondem a níveis de serviço inferiores a "C" em terreno plano ou levemente ondulado e inferior a "D" em terreno fortemente ondulado ou montanhoso (*)
IA	Pista dupla com controle parcial de acesso	Adotada quando os volumes de tráfego previstos para o horizonte de projeto correspondem a níveis de serviço inferiores a "C" em uma via de pista simples (*)
IB	Pista simples	Adotada para volume bidirecional do horizonte de projeto de 200 veículos/hora ou volume diário médio bidirecional de 1400 veículos mistos
II	Pista simples	Adotada para volume diário médio bidirecional do horizonte de projeto entre 700 e 1400 veículos mistos
III	Pista simples	Adotada para volume diário médio bidirecional do horizonte de projeto entre 300 e 700 veículos mistos
IV	Pista simples	Adotada para volume diário médio bidirecional do horizonte de projeto inferior a 300 veículos mistos

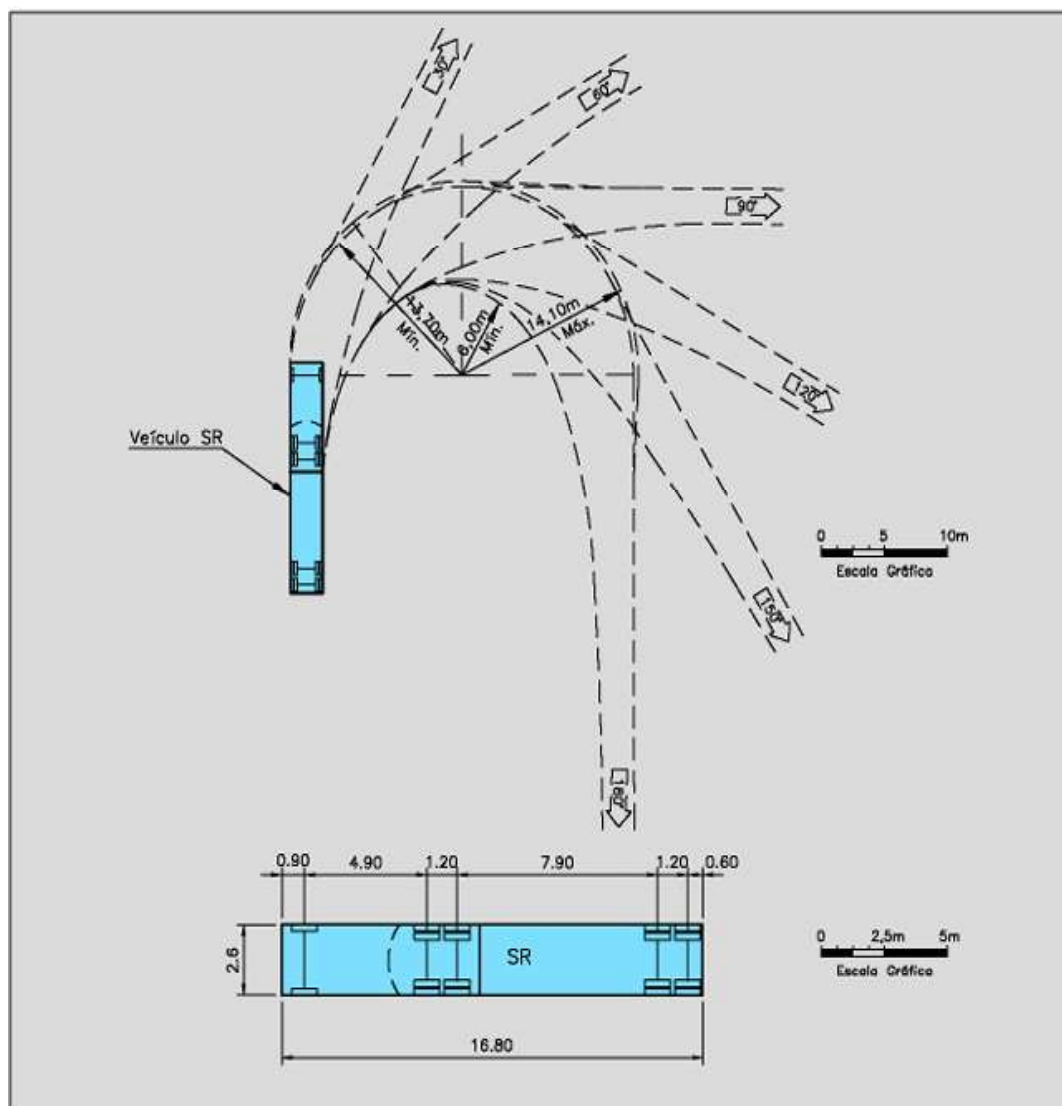
O veículo de projeto foi definido com o objetivo de estabelecer os parâmetros de controle para a via. As características básicas dos grupos de veículos de projeto adotados encontram-se na tabela a seguir, extraída do Manual de Interseções publicado pelo DNIT. Na sequência, apresenta-se o gabarito de giro correspondente a esses veículos.

Tabela 6 - Principais Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto.

CARACTERÍSTICAS	Veículos Leves	Caminhões e Ônibus Convencionais	Caminhões e Ônibus Longos	Semi-Reboques	Reboques
	VP	CO	O	SR	RE
Largura Total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento Total	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8
Raio mínimo da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7	13,7
Raio mínimo da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	6	6,9

Fonte: Manual de Interseções do DNIT

Figura 5 – Veículo de projeto SE



Fonte: Manual de Projeto de Interseções

6.4 ELEMENTOS DE PROJETO

6.4.1 Distâncias de Visibilidade

As distâncias de visibilidade de parada constituem o principal parâmetro para o dimensionamento das curvas no alinhamento vertical e devem ser definidas em função da velocidade de projeto da via. Para a rodovia em estudo, adotaram-se as distâncias de visibilidade de parada e de ultrapassagem correspondentes à velocidade regulamentada para aproximação da rótula, de 30 km/h.

A tabela a seguir apresenta os valores de referência para ambas as distâncias, destacando-se que os valores referentes à distância de visibilidade de parada são

aplicáveis a rampas horizontais, ou seja, em trechos com declividade longitudinal nula.

Tabela 7 - Distâncias de Visibilidade mínima em função da velocidade de projeto.

Velocidade de Projeto	Distância de Visibilidade de Parada	Distância de Visibilidade de Ultrapassagem
km/h	metros	metros
20	20	-
30	35	200
40	50	270
50	65	345
60	85	410
70	105	485
80	130	540
90	160	615
100	185	670
110	220	730
120	250	775
130 (*)	285	815

(*) Valor excepcional aceitável para condições de relevo extremamente favoráveis

No trecho em análise não há ocorrência de curvas verticais, configurando-se, portanto, como um segmento de greide plano inserido em terreno levemente ondulado. Essa condição é favorável à implantação da solução proposta, uma vez que o segmento apresenta boas condições de visibilidade, o que contribui para a segurança e a fluidez do tráfego. Quanto às curvas horizontais, estas se apresentam de forma moderada ou mesmo inexistente no trecho, reforçando as condições de visibilidade e favorecendo a operação viária.

6.4.2 Faixas de mudança de velocidade

Para o dimensionamento da rótula, foram adotados raios de curvatura compatíveis com a velocidade regulamentada da via, de modo a assegurar o conforto operacional e reduzir os riscos de conflitos no cruzamento. Os cálculos, definições e decisões aqui apresentados foram elaborados com base na IPR 718 do DNIT – Manual de Projeto de Interseções.

Os terminais de entrada e saída foram dimensionados considerando a Condição C, com ângulo de conversão de 90°, resultando em largura mínima de faixa de 6 m. As faixas de aceleração e desaceleração foram concebidas no tipo paralelo, prevendo o uso de meios-fios intransponíveis posicionados a 60 cm da faixa de bordo.

Tabela 8 - Classe das condições de conversão.

Condição A – Permite a conversão de veículos **VP** com facilidade, e de veículos **CO** com restrições.

Condição B – Permite a conversão de veículos **CO** com facilidade, e de veículos **SR** com invasão das faixas adjacentes.

Condição C – Permite a conversão dos veículos **SR** sem invasão das faixas adjacentes.

6.5 DIMENSIONAMENTO

Serão apresentados, a seguir, os cálculos de dimensionamento dos elementos básicos das faixas de mudança de velocidade. As demais informações relativas às faixas projetadas podem ser consultadas no Quadro de Curvas do Volume 2 do Projeto Executivo.

6.5.1 Terminais de saída (faixa de aceleração)

Considerando a rodovia em estudo, cuja velocidade diretriz é de 60 km/h, o valor correspondente de taper é de 55 m.

Tabela 9 - Comprimentos do taper na faixa de mudança de velocidade.

Velocidade diretriz da rodovia (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Velocidade média (km/h)	38	46	54	62	71	79	86	92	98
Comprimento mínimo (m)	39	45	53	60	69	77	84	89	95
Comprimento arredondado (m)	40	45	55	60	70	80	85	90	100

A seguir, é apresentado para cada trecho os valores de comprimento das faixa de aceleração e desaceleração, incluindo o trecho do taper, em função da velocidade diretriz da via e da velocidade de segurança da curva de entrada. Para cada velocidade diretriz são indicados o comprimento do taper e, a partir desse valor, o comprimento total necessário para cada faixa, de modo a garantir segurança e conforto nas manobras de ingresso e saída na via principal.

Tabela 10 - Terminal de entrada (faixa de aceleração).

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da <i>faixa de aceleração</i> , inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de entrada (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	180	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	80	280	250	240	220	190	140	100	80
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200

Obs: O comprimento mínimo da faixa de aceleração será sempre o do taper.

Dessa forma, para a velocidade diretriz de 60 km/h, adotou-se a velocidade de segurança na curva de entrada de 20 km/h, resultando em um comprimento total da faixa de aceleração de 110m. Para determinar o comprimento efetivo de aceleração (L_a), aplicou-se a seguinte calculo:

$$L_a = L \text{ faixa de aceleração} \times \text{Fator de multiplicação} - L \text{ taper}$$

$$L_a = 110 \times 0,70 - 55 = 22,00m$$

Considera-se o valor de **55** metros para faixa de aceleração como fator de segurança.

O dimensionamento de curvas horizontais de entrada foi realizado em função da velocidade de projeto da via , consideandoos parâmetros mínimos apresentados a seguir.

Tabela 11 - Raios mínimos para curvas em interseções.

Velocidade de projeto (km/h)	25	30	40	50	60	70
Coefficiente de atrito transversal – f	0,32	0,28	0,23	0,19	0,17	0,15
Superelevação (%)	0	2	4	6	8	9
Raio mínimo calculado (m)	15	24	47	79	113	161
Raio mínimo arredondado (m)	15	25	50	80	115	160

De acordo com os critérios técnicos apresentados, para uma velocidade de 40 km/h o raio mínimo exigido para curvas em interseções é de 15 m. No entanto, no trecho em estudo, as curvas C-4 e C-7 foram projetadas com raios de 90 m e 130 m, respectivamente, valores significativamente superiores ao mínimo estabelecido.

6.5.2 Terminais de entrada (faixa de desaceleração)

A tabela a seguir apresenta os comprimentos mínimos das faixas de desaceleração, os quais nunca podem ser inferiores ao valor correspondente ao taper. Essa condição garante padrões mínimos de operação e segurança, mesmo em situações de reduções modestas de velocidade.

Tabela 12 - Terminal de entrada (faixa de aceleração).

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da faixa de desaceleração, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de saída (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	70	-
90	80	145	140	135	120	110	100	90	80
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	90	180	180	170	160	150	140	120	105
120	100	200	195	185	175	170	155	140	120

Obs: O comprimento mínimo da faixa de desaceleração será sempre o do taper

Dessa forma, para a velocidade diretriz de 60 km/h, adotou-se a velocidade de segurança na curva de entrada de 0 km/h, resultando em um comprimento total da faixa de aceleração de 95m. Para determinar o comprimento efetivo de aceleração (L_a), aplicou-se a seguinte calculo:

$$L_a = L \text{ faixa de desaceleração} \times \text{Fator de multiplicação} - L \text{ taper}$$

$$L_a = 95 \times 0,90 - 55 = 30,50m$$

Considera-se o valor de **55** metros para faixa de aceleração como fator de segurança.

Tabela 13 - Terminal de entrada (faixa de aceleração).

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da <i>faixa de desaceleração</i> , inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de saída (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	70	-
90	80	145	140	135	120	110	100	90	80
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	90	180	180	170	160	150	140	120	105
120	100	200	195	185	175	170	155	140	120

Obs: O comprimento mínimo da faixa de desaceleração será sempre o do taper

$$L_a = L \text{ faixa de desaceleração} \times \text{Fator de multiplicação} - L \text{ taper}$$

$$L_a = 80 \times 1,35 - 55 = 53 m$$

O dimensionamento das curvas horizontais de saída foi realizado com base na velocidade de projeto da via, adotando os parâmetros mínimos estabelecidos nas Tabelas 14, 15, 16 e 17. Dessa forma, as curvas C-1 e C-5 foram projetadas com raios de 90 m e 130 m, respectivamente, atendendo aos critérios técnicos exigidos.

6.5.3 Resultados

A Tabela a seguir reúne os valores adotados para os principais elementos geométricos das curvas horizontais da rótula, consolidando os parâmetros de projeto considerados no dimensionamento geométrico.



Tabela 14 - Quadro elementos geométricos da Faixa de Desaceleração – LD.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS – FAIXA DE DESACELERAÇÃO – LD														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
T-11	39°34'35,35"	-	-	-	-	-	45,938	-	1+8,942	3+14,880	N E	-	8041208,2639 755032,0316	8041243,6717 755061,2990
C-8	-	-	0,384	-	-	120,000	19,167	9°09'05,94"	3+14,880	4+14,047	N E	8041251,0742 755067,4178	8041243,6717 755061,2990	8041259,3557 755072,2813
C-9	-	-	0,011	-	-	1176,823	10,115	0°29'32,94"	4+14,047	5+4,162	N E	8041263,7169 755074,8426	8041259,3557 755072,2813	8041268,1000 755077,3663
T-12	32°16'27,40"	-	-	-	-	-	55,828	-	5+4,162	7+19,990	N E	-	8041268,1000 755077,3663	8041315,3025 755107,1768
C-10	-	-	0,066	-	-	1180,423	24,954	1°12'40,43"	7+19,990	9+4,944	N E	8041326,3978 755112,8848	8041315,3025 755107,1768	8041337,6113 755118,3571
C-11	-	-	0,069	-	-	1181,592	25,447	1°14'02,17"	9+4,944	10+10,391	N E	8041349,0222 755123,9867	8041337,6113 755118,3571	8041360,5517 755129,3693

Tabela 15 - Quadro elementos geométricos da Rua 1 e Rua Pres. Geisel.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS – RUA 1 E RUA PRESIDENTE GEISEL														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C-13	-	-	1,535	-	-	36,080	20,686	32°50'58,90"	0+0,000	1+0,686	N E	8041416,5897 755176,9391	8041422,3026 755185,9105	8041406,9239 755172,5013
T-14	204°39'40,63"	-	-	-	-	-	23,224	-	1+0,686	2+3,910	N E	-	8041406,9239 755172,5013	8041385,8179 755162,8109
C-14	-	-	5,616	-	-	6,000	12,336	117°47'51,73"	2+3,910	2+16,246	N E	8041376,7792 755158,6609	8041385,8179 755162,8109	8041384,6654 755152,6006
C-15	-	-	3,239	-	-	20,005	21,376	61°13'17,49"	2+16,246	3+17,622	N E	8041394,0512 755145,3892	8041384,6654 755152,6006	8041404,8905 755150,1439

Tabela 16 - Quadro elementos geométricos da Pista de Aceleração - LD.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS – PISTA DE ACELERAÇÃO LD														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C-16	-	-	0,001	-	-	20,000	0,399	1°08'37,24"	0+0,000	0+0,399	N E	8041405,0746 755150,2229	8041404,8918 755150,1427	8041405,2557 755150,3068
C-17	-	-	0,323	-	-	1155,411	54,617	2°42'30,24"	0+0,399	2+15,016	N E	8041430,0428 755161,7797	8041405,2557 755150,3068	8041455,3443 755172,0686
T-15	17°47'10,02"	-	-	-	-	-	48,455	-	2+15,016	5+3,472	N E	-	8041455,3443 755172,0686	8041501,4838 755186,8701
C-18	-	-	0,048	-	-	120,588	6,792	3°13'37,97"	5+3,472	5+10,264	N E	8041504,6879 755187,9984	8041501,4838 755186,8701	8041507,9505 755188,9445
C-19	-	-	0,017	-	-	555,820	8,711	0°53'52,50"	5+10,264	5+18,974	N E	8041511,9038 755190,7724	8041507,9505 755188,9445	8041515,8852 755192,5381
C-20	-	-	0,112	-	-	306,028	16,591	3°06'22,13"	5+18,974	6+15,565	N E	8041523,3940 755196,0684	8041515,8852 755192,5381	8041530,7005 755200,0004
T-16	25°51'27,21"	-	-	-	-	-	39,064	-	6+15,565	8+14,629	N E	-	8041530,7005 755200,0004	8041565,8538 755217,0378
C-21	-	-	1,175	-	-	120,000	33,443	15°58'04,05"	8+14,629	10+8,072	N E	8041580,9992 755224,3781	8041565,8538 755217,0378	8041593,5410 755235,6018
T-17	41°49'31,27"	-	-	-	-	-	21,681	-	10+8,072	11+9,753	N E	-	8041593,5410 755235,6018	8041609,6975 755250,0602

Tabela 17 Quadro elementos geométricos Rua Presidente Geisel 1.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS – RUA PRESIDENTE GEISEL 1														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C-12	-	-	8,290	-	-	20,000	31,424	90°01'25,43"	0+0,000	1+11,424	N E	8041378,6815 755137,8333	8041360,5517 755129,3693	8041370,2100 755155,9596
T-13	115°02'57,97"	-	-	-	-	-	5,697	-	1+11,424	1+17,121	N E	-	8041370,2100 755155,9596	8041367,7980 755161,1205

7 PAVIMENTAÇÃO

Com base no valor do tráfego, determina-se a espessura mínima do revestimento asfáltico em função do número N de repetições de carga de projeto, conforme as recomendações do Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

Tabela 18 - Espessura do pavimento de acordo com o número N.

Tráfego (N)	Espessuras mínimas de revestimento
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Revestimentos betuminosos com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Revestimentos betuminosos com 10 cm de espessura

O dimensionamento do pavimento foi realizado a partir dos estudos do subleito e do tráfego apresentados anteriormente. O método adotado corresponde ao recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT, usualmente denominado “Método do DNIT”. Esse método estabelece algumas condições mínimas: o CBR da base deve ser de, no mínimo, 80%; o CBR da sub-base, de no mínimo 20%; e a resistência mínima do subleito, considerada neste projeto, de 12%.

O processo de dimensionamento foi desenvolvido em etapas, conforme descrito a seguir:

- Considerando a resistência da sub-base (20%) e o tráfego calculado, obtém-se, no ábaco de dimensionamento, a espessura conjunta de base + revestimento;
- Definida a espessura do revestimento em função do tráfego e aplicando-se o coeficiente de equivalência estrutural, determina-se a espessura da base;
- A partir da resistência do subleito e do tráfego adotado, obtém-se, no ábaco de dimensionamento, a espessura total do pavimento (revestimento + base + sub-base);
- Com as espessuras de revestimento e de base definidas nos itens anteriores e aplicando-se os coeficientes de equivalência estrutural, determina-se a espessura da sub-base.

A seguir, são apresentadas as equações, os ábacos e os coeficientes empregados neste projeto.

Equações de dimensionamento:

$$(1) R * KR + B * KB \geq H20$$

$$(2) R * KR + B * KB + h20 * Ks \geq hm$$

Onde:

- R e KR são a espessura e coeficiente de equivalência estrutural do revestimento, respectivamente;
- B e KB são a espessura e coeficiente de equivalência estrutural da base, respectivamente;
- H20: espessura necessária para proteção da sub-base; e
- h20 e Ks: espessura e coeficiente de equivalência estrutural da sub-base e hm a espessura necessária para proteção do subleito.

Tabela 19 - Ábaco de dimensionamento.

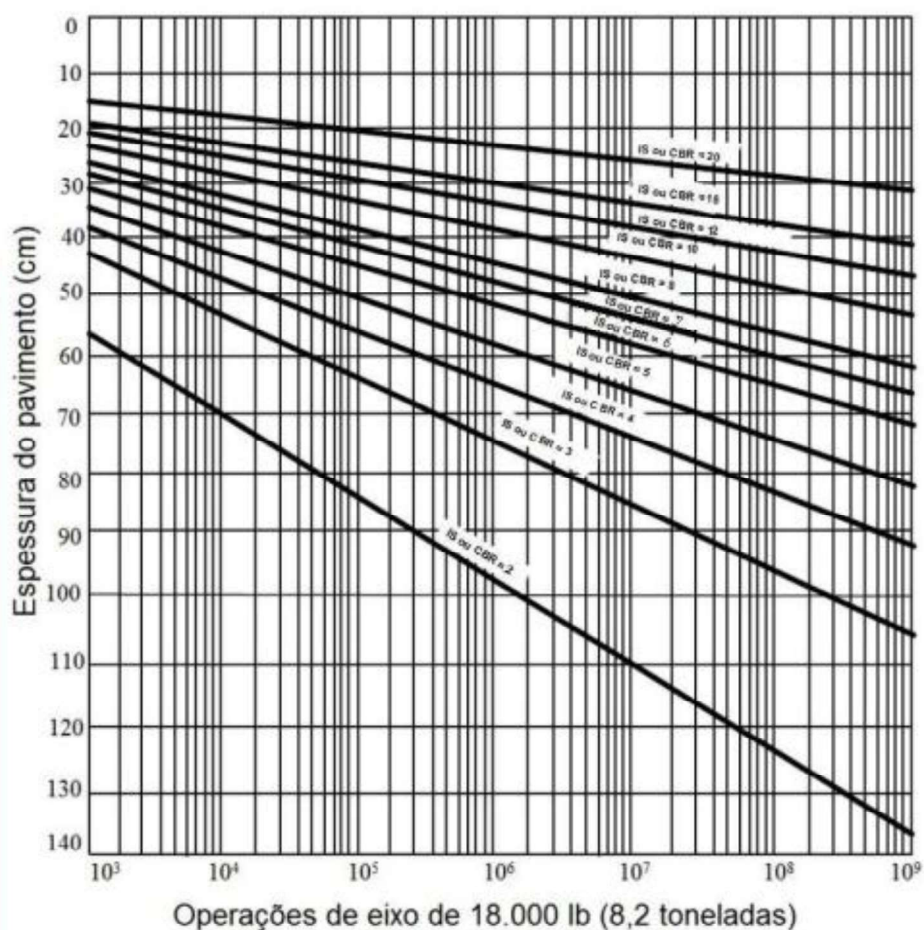


Tabela 20 - Coeficientes de equivalência estrutural.

Componentes do Pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,0
Base ou revestimento de pré-misturado a quente, de graduação densa	1,7
Base ou revestimento de pré-misturado a frio, de graduação densa	1,4
Base ou revestimento por penetração	1,2
Camadas de materiais granulares	1,0
Mat. Estabilizado com $\sigma_{7\text{dias}} > 45 \text{ kgf/cm}^2$	1,7
Mat. Estabilizado com $28 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{7\text{dias}} < 45 \text{ kgf/cm}^2$	1,4
Mat. Estabilizado com $21 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{7\text{dias}} < 28 \text{ kgf/cm}^2$	1,2

7.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Subleito Resistência média do subleito: 12,0%;

Revestimento: Material – CBUQ;

Espessura mínima: 5,0 cm;

Espessura Total do Pavimento (obtida no ábaco de dimensionamento): 35 cm;

Base + revestimento (obtida no ábaco de dimensionamento): 24 cm;

- **Base:**

$$B = 24,00 - 2 \times 5 = 14,00 \text{ cm}$$

Adota-se B = 15 cm.

- **Sub-base:**

$$SB = 37,00 - 15,00 - 2 \times 5 = 13 \text{ cm}$$

Adota-se SB = 15 cm

7.2 ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL E LOCALIZAÇÃO DE JAZIDAS

O projeto em tela conta com faixa de Pavimentação existe, ao longo do trecho em estudo, sera descartado a capa asfáltica, e os materias granulares de base e sub-base serão retirados, homogenizados e fortificados de acordo com o CBR indicado no projeto para cada camada, sendo assim reutilizados. Para as novas faixas de Pavimentação e Terraplenage, o material utilizado para composição do corpo de aterro será retirado de caixas de empréstimo margeadas a rodovia, conforme localização do material exposto no Caderno 3B – Estudos Geotécnicos. O pavimento

projetado prevê a execução da sub-base em material granular, com CBR mínimo de 20%, garantindo resistência e uniformidade ao apoio das camadas superiores. Sobre esta, será executada a base, igualmente constituída por material granular, devendo apresentar CBR mínimo de 80%, de forma a assegurar a adequada capacidade estrutural do pavimento.

Para a camada de base, recomenda-se a estabilização química do material com a adição de 2% de cimento Portland, em massa. Embora os ensaios laboratoriais tenham indicado que o valor mínimo de CBR especificado poderia ser atingido com a incorporação de 1% de cimento, tal teor mostra-se inviável do ponto de vista construtivo, em função da dificuldade de se obter adequada homogeneização do material em campo. Dessa forma, justifica-se a adoção do teor de 2% de cimento, garantindo maior controle tecnológico e desempenho da camada.

Adicionalmente à estabilização química, será empregada brita para estabilização granulométrica, em um percentual da ordem de 15%, visando à melhoria da estrutura granulométrica e do comportamento mecânico da camada de base.

A combinação dos solos ou do material selecionado, definida na fase de projeto, deverá proporcionar melhoria substancial das características geotécnicas do solo natural, de modo a justificar sua utilização, devendo atender, ainda, aos seguintes requisitos mínimos:

- Expansão máxima: 0,5%, conforme DNIT 172 – ME;
- Módulo de Resiliência (MR): conforme valores especificados em projeto, quando adotada análise mecanicista, de acordo com a DNIT 134 – ME;
- Deformação Permanente (DP): conforme valores especificados em projeto, quando adotada análise mecanicista, de acordo com a DNIT 134 – ME;
- Limite de Liquidez (LL): $\leq 25\%$, conforme DNER – ME 122/94;
- Índice de Plasticidade (IP): $\leq 6\%$, conforme DNER – ME 082/94;
- Equivalente de Areia: $> 30\%$, quando os limites de Limite de Liquidez e Índice de Plasticidade forem ultrapassados;
- Material passante na peneira nº 200: não deverá exceder 2/3 da porcentagem passante na peneira nº 40.

Os ensaios geotécnicos referentes ao material da jazida encontram-se no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

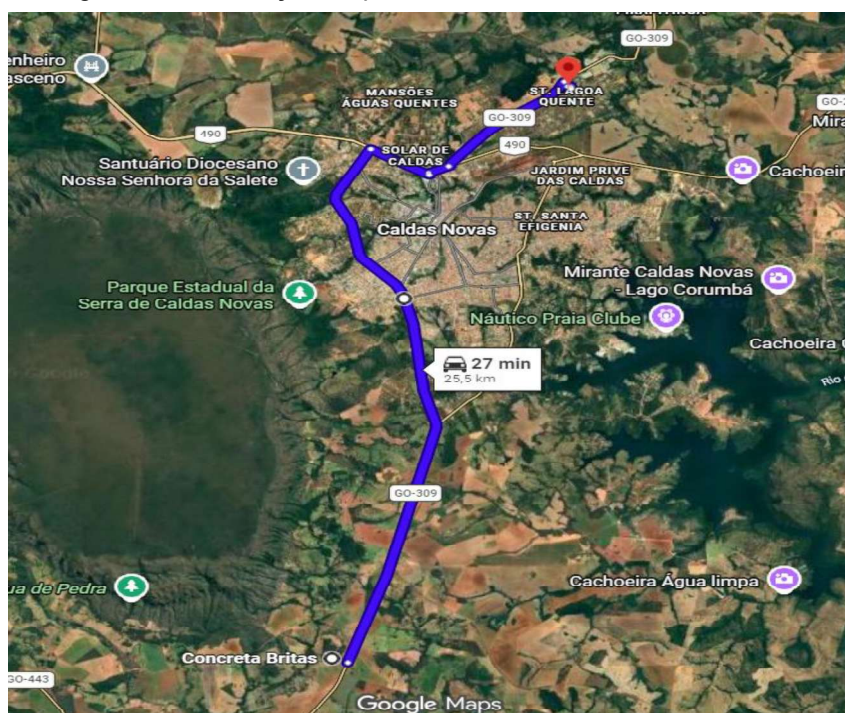
Quanto à camada de rolamento, esta deverá ser executada em duas etapas: a primeira de 3 cm composta por Concreto Asfáltico Faixa B (Binder) e a camada final de 2 cm, composta por Concreto Asfáltico Faixa C (Rolamento).

Figura 6 – Localização da cascalheira DT=16Km – Potência Produtos e Serviços Ltda.

17°42'38"S de longitude sul, 48°31'35"W de longitude oeste

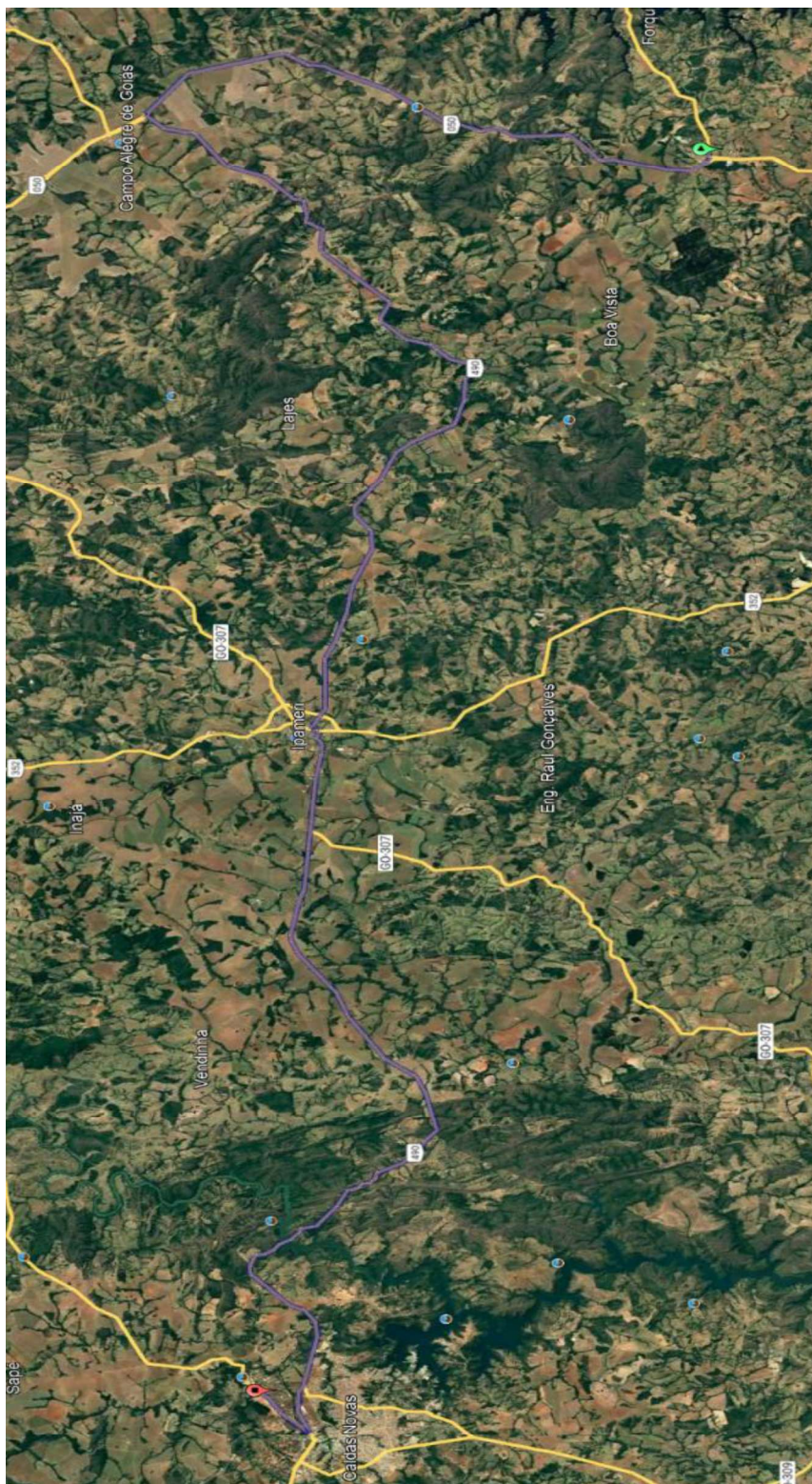


Figura 7 - Localização da pedra DT=25Km – Concreta Britas.



A Figura 08 apresenta a usina de produção de asfalto mais próxima da área de intervenção.

Figura 8 - Localização da usina de produção de asfalto DT= 155Km – Cathalão Asfalto.



8 ESTUDO HIDROLÓGICO E DRENAGEM

O projeto de drenagem tem por objetivo coletar o escoamento superficial do pavimento, assegurando maior segurança aos usuários e prolongando a durabilidade da estrutura. Para isso, são previstos dispositivos adequados e devidamente dimensionados em função das vazões calculadas, considerando o período de retorno e o tempo de concentração adotados.

Neste projeto, optou-se pela execução de meio-fio em toda a extensão da intervenção, associado a uma rede coletora e bocas de lobo posicionadas a montante do acesso, destinadas a interceptar as águas pluviais provenientes da via principal. Dessa forma, o escoamento é disciplinado e o posicionamento estratégico das bocas de lobo evita que o fluxo superficial avance em direção ao acesso.

O cálculo das vazões foi realizado com base na equação geral de chuvas intensas, utilizando parâmetros regionais que permitem determinar a intensidade pluviométrica segundo as condições adotadas. Os parâmetros regionais e locais utilizados foram definidos pela Universidade Federal de Goiás e estão descritos no livro “*Curso Básico de Hidrologia Urbana*”. Optou-se pela utilização dos parâmetros da região de Goiânia, em razão da proximidade geográfica e da semelhança hidrológica.

Equação geral:

$$i = \frac{B2 * T^{\alpha}}{(t + c)^b}$$

Em que:

i = intensidade da chuva (mm/h);

T = tempo de retorno (Anos);

t = duração da precipitação (Minutos); e

a, b, c e α = parâmetros regionais da equação.

Parâmetros adotados:

B2 = 32,4644;

α = 0,1471;

b = 0,8444;

c = 15,209;

As equações apresentadas são aplicáveis para tempos de retorno de até 100 anos. Neste projeto, conforme estabelecido na IP-03, adotou-se um tempo de retorno (T) de 10 anos. O tempo de concentração considerado foi de 5 minutos, valor mínimo indicado pela literatura. Com base nesses parâmetros, obteve-se a precipitação crítica correspondente ao tempo de retorno de 5 anos, igual a 215,90 mm/h.

Tabela 21 - Dimensionamento das tubulações.

TRECHO	Cota Topográfica Natural		COMP.	Cota Corrigida		PROFUNDID. DA SOLEIRA		CONTRIB. LOCAL		SEÇÃO	DECLIV.	VELOC.
				POÇO DE VISITA				VAZÃO				
	M	J		M	J	M	J	I/s	Σ			
PV 1 - PV 2	653,390	652,694	19,62	651,840	651,144	1,55	1,55	137,96	137,96	0,40	3,55	3,19

8.1 DIMENSIONAMENTO DA SARJETA

As sarjetas captam as águas precipitadas sobre a plataforma impedindo que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou talude, conduzindo-as ao local de desague seguro, seja por saída lateral do terreno natural ou, então, para uma caixa coletora de um bueiro de greide.

O dimensionamento hidráulico consiste basicamente no cálculo do comprimento crítico para que não haja transbordamento, ou para que a faixa de alagamento admissível no acostamento não ultrapasse os valores prefixados, o que é feito executando descidas d'água a intervalos regulares.

O cálculo da vazão admissível é realizado pela equação de Manning, desprezando a parte do perímetro molhado correspondente à face da guia, isto é, fazendo $R_h = y$, a qual pode ser consultada no livro “Manual de Hidráulica”, de Azevedo Netto. A referida equação é apresentada a seguir:

$$Q_0 = 0,375 \cdot \frac{z}{n} \cdot y^{\frac{8}{3}} \cdot \sqrt{I}$$

$$V = 0,958 \cdot \frac{1}{z^{\frac{1}{4}}} \left(\frac{\sqrt{i}}{n} \right)^{\frac{3}{4}} \cdot Q_0^{\frac{1}{4}}$$

Onde:

Q_0 = descarga em m³/s;

z = inverso da declividade transversal (> 10) = 33,33;

i = declividade longitudinal (m/m);

y = profundidade junto a linha de fundo;

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

A velocidade máxima na sarjeta deve ser limitada a velocidade máxima admissível do concreto (4,5 m/s).



8.1.1 Resultados Obtidos

No projeto previu-se a construção de Sarjetas Triangulares por apresentar maior eficiência e foram adotadas os seguintes tipos: STC 100-20, STC 125-25 E STC 150-32. Os desenhos tipos dos dispositivos de drenagem são apresentados no VOL. 2 – Projeto Executivo.

Tabela 22 - Comprimentos críticos para sarjeta STC100-20.

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL		COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA SARJETA DE CORTE EM [TANGENTE] - SARJETA TIPO STC 100-20												
		RODOVIA: GO-309 TRECHO: Entr. BR-490(B)/GO-213(B) (Caldas Novas) EXTENSÃO: 232,81												
COEF. ESC. CALCULADO TANGENTE	ALTURA MÉDIA DO CORTE (m)	LARGURA IMPLUVIO (m)	DECLIVIDADE %											
			0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	
0,88	0,40	12,58	121	171	209	242	270	296	320	342	382	419	452	
0,88	1,00	13,18	117	165	202	233	261	285	308	330	368	404	436	
0,86	2,00	14,18	110	155	190	220	246	269	291	311	347	381	411	
0,85	3,00	15,18	104	147	180	208	232	255	275	294	329	360	389	
0,84	4,00	16,18	99	139	171	197	220	241	261	279	312	341	369	
0,83	5,00	17,18	94	133	162	188	210	230	248	265	297	325	351	
0,83	6,00	18,18	89	126	155	179	200	219	237	253	283	310	335	
0,82	7,00	19,18	85	121	148	171	191	209	226	242	270	296	320	
0,81	8,00	20,18	82	116	142	164	183	200	216	231	259	283	306	
0,81	9,00	21,18	78	111	136	157	175	192	208	222	248	272	294	
0,80	10,00	22,18	75	107	131	151	169	185	199	213	238	261	282	
0,80	11,00	23,18	73	103	126	145	162	178	192	205	229	251	271	
0,80	12,00	24,18	70	99	121	140	156	171	185	198	221	242	261	
0,79	13,00	25,18	67	95	117	135	151	165	178	191	213	234	252	
0,79	14,00	26,18	65	92	113	130	146	160	172	184	206	226	244	
0,79	15,00	27,18	63	89	109	126	141	154	167	178	199	218	236	
0,78	16,00	28,18	61	86	106	122	136	149	161	173	193	211	228	
0,78	17,00	29,18	59	84	102	118	132	145	156	167	187	205	221	
0,78	18,00	30,18	57	81	99	115	128	141	152	162	181	199	215	
DADOS ENTRADA:		V (m/s)	0,95	1,34	1,64	1,90	2,12	2,32	2,51	2,68	3,00	3,29	3,55	
MEIA PISTA= 9,88 ACOST.= 1,10 LARG.SARJ.= 1,00 DIST. VAL.P= 0,20		COEFICIENTE DE REDUÇÃO USADO: 85% ÁREA MOLHADA: 0,100 m² PERÍMETRO MOLHADO: 1,107 m RAIO HIDRÁULICO: 0,090 m COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n): 0,015 CAPACIDADE: 0,45 m³/s DECLIVIDADE DE EROÇÃO: 11,25 % DECLIVIDADE MÍNIMA: 0,20 % INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO: 215,90 mm/h TR= 10 anos Tc= 6 min Dimensões: a (cm)= 20 b (cm)= 80 c (cm)= 20 veloc.máx= 4,50 m/s veloc.min= 0,60 m/s												

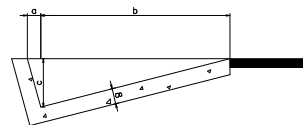




Tabela 23 - Comprimentos críticos para sarjeta STC125-25.

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL		COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA SARJETA DE CORTE EM [TANGENTE] - SARJETA TIPO STC 125-25												
		RODOVIA: GO-309		TRECHO: Entr. BR-490(B)/GO-213(B) (Caldas Novas)								EXTENSÃO: 495,66		
		LARGURA IMPLUVIO		DECLIVIDADE %										
COEF. ESC. CALCULADO	ALTURA MÉDIA DO CORTE (m)	(m)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	
TANGENTE														
0,88	0,40	11,95	231	327	400	462	517	566	611	653	730	800	864	
0,87	1,00	12,55	222	314	385	444	497	544	588	628	703	770	831	
0,86	2,00	13,55	209	295	362	418	467	512	553	591	660	723	781	
0,85	3,00	14,55	197	279	341	394	441	483	521	557	623	683	737	
0,84	4,00	15,55	186	264	323	373	417	457	493	527	590	646	698	
0,83	5,00	16,55	177	250	307	354	396	434	468	501	560	613	662	
0,82	6,00	17,55	168	238	292	337	377	413	446	476	533	583	630	
0,82	7,00	18,55	161	227	278	321	359	394	425	454	508	557	601	
0,81	8,00	19,55	154	217	266	307	343	376	406	434	486	532	575	
0,81	9,00	20,55	147	208	255	294	329	360	389	416	465	510	550	
0,80	10,00	21,55	141	200	244	282	316	346	373	399	446	489	528	
0,80	11,00	22,55	136	192	235	271	303	332	359	384	429	470	508	
0,79	12,00	23,55	131	185	226	261	292	320	345	369	413	452	489	
0,79	13,00	24,55	126	178	218	252	281	308	333	356	398	436	471	
0,79	14,00	25,55	121	172	210	243	272	297	321	344	384	421	454	
0,78	15,00	26,55	117	166	203	235	262	287	311	332	371	407	439	
0,78	16,00	27,55	114	161	197	227	254	278	300	321	359	393	425	
0,78	17,00	28,55	110	155	190	220	246	269	291	311	348	381	411	
0,77	18,00	29,55	107	151	185	213	238	261	282	301	337	369	399	
DADOS ENTRADA:		V (m/s)	1,10	1,56	1,91	2,20	2,46	2,70	2,91	3,11	3,48	3,81	4,12	
MEIA PISTA= 9,00 ACOST.= 1,10 LARG.SARJ.= 1,25 DIST. VAL.P.= 0,20		COEFICIENTE DE REDUÇÃO USADO: 85% ÁREA MOLHADA: 0,156 m2 PERÍMETRO MOLHADO: 1,384 m RAIO HIDRÁULICO: 0,113 m COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n): 0,015 CAPACIDADE: 0,70 m3/s DECLIVIDADE DE EROÇÃO: 8,35 % DECLIVIDADE MÍNIMA: 0,15 % INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO: 215,90 mm/h TR= 10 anos Tc= 6 min Dimensões: a (cm)= 25 b (cm)= 100 c (cm)= 25 veloc.máx= 4,50 m/s veloc.mín= 0,60 m/s												

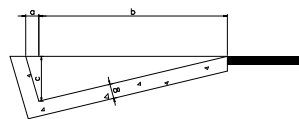
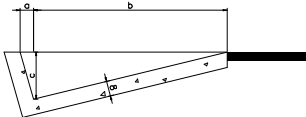
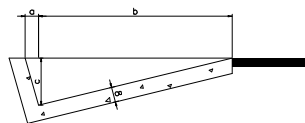


Tabela 24 - Comprimentos críticos para sarjeta STC150-32.

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL		COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA SARJETA DE CORTE EM [TANGENTE] - SARJETA TIPO STC 150-32														
		RODOVIA: GO-309		TRECHO: Entr. BR-490(B)/GO-213(B) (Caldas Novas)								EXTENSÃO: 684,8				
COEF. ESC. CALCULADO	ALTURA MÉDIA DO CORTE (m)	LARGURA IMPLUVIO (m)	DECLIVIDADE %													
			0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00			
TANGENTE			0,89	0,40	14,75	332	469	574	663	741	812	877	938	1048	1148	1240
	0,88	1,00	15,35	321	454	556	642	718	787	850	908	1016	1113	1202		
	0,87	2,00	16,35	305	432	529	611	683	748	808	864	966	1058	1143		
	0,86	3,00	17,35	291	412	504	582	651	713	770	823	920	1008	1089		
	0,85	4,00	18,35	278	393	481	556	621	681	735	786	879	963	1040		
	0,84	5,00	19,35	266	376	461	532	595	652	704	752	841	921	995		
	0,84	6,00	20,35	255	361	442	510	570	625	675	721	807	883	954		
	0,83	7,00	21,35	245	346	424	490	548	600	648	693	775	849	917		
	0,82	8,00	22,35	236	333	408	471	527	577	623	666	745	816	882		
	0,82	9,00	23,35	227	321	393	454	508	556	601	642	718	786	849		
	0,81	10,00	24,35	219	310	379	438	490	536	579	619	692	759	819		
	0,81	11,00	25,35	211	299	366	423	473	518	560	598	669	733	791		
	0,80	12,00	26,35	205	289	354	409	457	501	541	578	647	708	765		
	0,80	13,00	27,35	198	280	343	396	443	485	524	560	626	686	741		
	0,80	14,00	28,35	192	271	332	384	429	470	508	543	607	665	718		
	0,79	15,00	29,35	186	263	322	372	416	456	492	526	588	645	696		
	0,79	16,00	30,35	181	255	313	361	404	442	478	511	571	626	676		
	0,79	17,00	31,35	176	248	304	351	392	430	464	496	555	608	657		
	0,79	18,00	32,35	171	241	296	341	382	418	452	483	540	591	639		
DADOS ENTRADA:		V (m/s)	1,27	1,80	2,21	2,55	2,85	3,12	3,37	3,60	4,03	4,41	4,77			
MEIA PISTA= 11,55 ACOST.= 1,10 LARG.SARJ.= 1,50 DIST. VAL.P.= 0,20		COEFICIENTE DE REDUÇÃO USADO: 85% ÁREA MOLHADA: 0,240 m2 PERÍMETRO MOLHADO: 1,708 m RAIO HIDRÁULICO: 0,141 m COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n): 0,015 CAPACIDADE: 1,08 m3/s DECLIVIDADE DE EROÇÃO: 6,24 % DECLIVIDADE MÍNIMA: 0,11 % INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO: 215,90 mm/h														
		TR= 10 anos Tc= 6 min Dimensões: a (cm)= 22 b (cm)= 128 c (cm)= 32 veloc.máx= 4,50 m/s veloc.mín= 0,60 m/s														
																



9 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

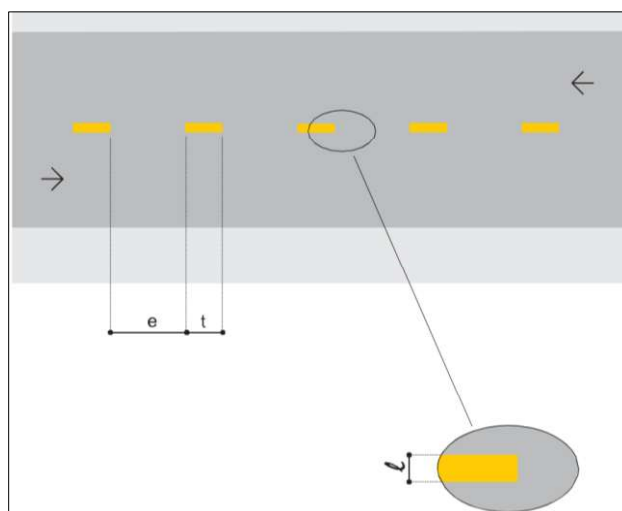
Este projeto segue as recomendações do Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (2010) e dos Manuais de Sinalização de Trânsito do CONTRAN (2022), contemplando todos os elementos necessários para assegurar a segurança e a organização do tráfego, em conformidade com as normas técnicas e a legislação vigente.

9.1 PROJETO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento, sem desviar a atenção do leito da via. Esse será composto por marcas longitudinais, marcas transversais e por inscrições no pavimento, complementado por dispositivos auxiliares de segurança de trânsito.

Considerando que o trecho se trata de uma pista simples com duplo sentido de circulação, será utilizado as Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO), na cor amarela. Onde for proibido a ultrapassagem, será adotada a Linha Dupla Contínua (LFO-3), na largura de 15cm; enquanto onde for permitido a ultrapassagem será implantada a sinalização horizontal Linha Simples Seccionada (LFO-2), com cadência de 1 : 3.

Figura 9 - Linha simples seccionada (LFO-2)



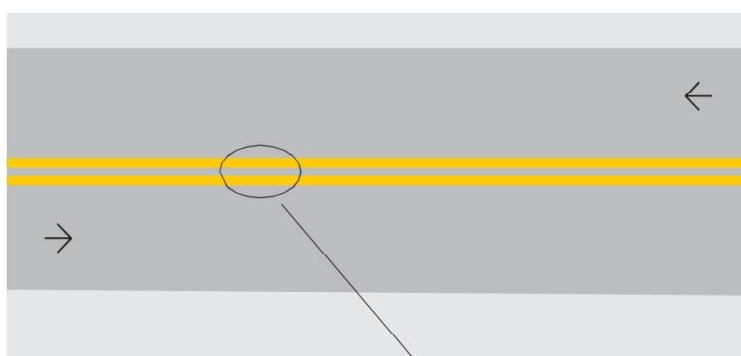
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV .

Tabela 25 - Definição de cadência para linhas seccionadas.

VELOCIDADE v (km/h)	LARGURA DA LINHA – ℓ (m)	CADÊNCIA $t : e$	TRAÇO t (m)	ESPAÇAMENTO e (m)
$v < 60$	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
		1 : 3	2	6
$60 \leq v < 80$	0,10**	1 : 2	3	6
		1 : 2	4	8
		1 : 3	2	6
		1 : 3	3	9
$v \geq 80$	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Figura 10 - Linha dupla contínua (LFO-3).



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

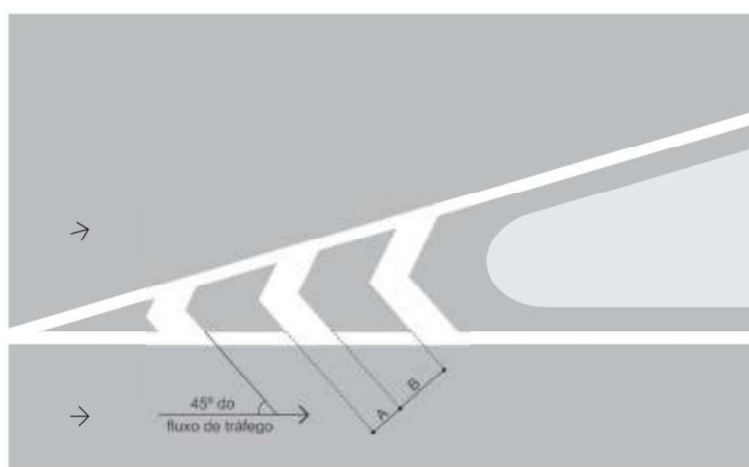
A LBO delimita, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais. Considerando a velocidade regulamentada para as proximidades do acesso de 60 Km/h, adotou-se a largura da linha de 0,15m.

Figura 11 - Linha de bordo (LBO).



As Marcas de Canalização foram aplicadas para orientar e regulamentar o fluxo de veículos na rótula vazada, garantindo maior segurança e melhor desempenho na reorganização do tráfego. Utilizaram-se linhas de canalização para preencher a Zona de Pavimento Não Utilizável (ZPA) e, por se tratar de fluxos no mesmo sentido, a sinalização foi projetada na cor branca. O padrão de execução, considerando as dimensões aplicáveis, estão especificados na Figura 13.

Figura 12 - Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA).



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Figura 13 - Dimensões para ZPA.

DIMENSÕES	CIRCULAÇÃO	ÁREA DE PROTEÇÃO DE ESTACIONAMENTO
Largura da linha interna A	mínima 0,30 m	mínima 0,10 m
	máxima 0,50 m	máxima 0,40 m
Distância entre linhas B	mínima 1,10 m	mínima 0,30 m
	máxima 3,50 m	máxima 0,60 m

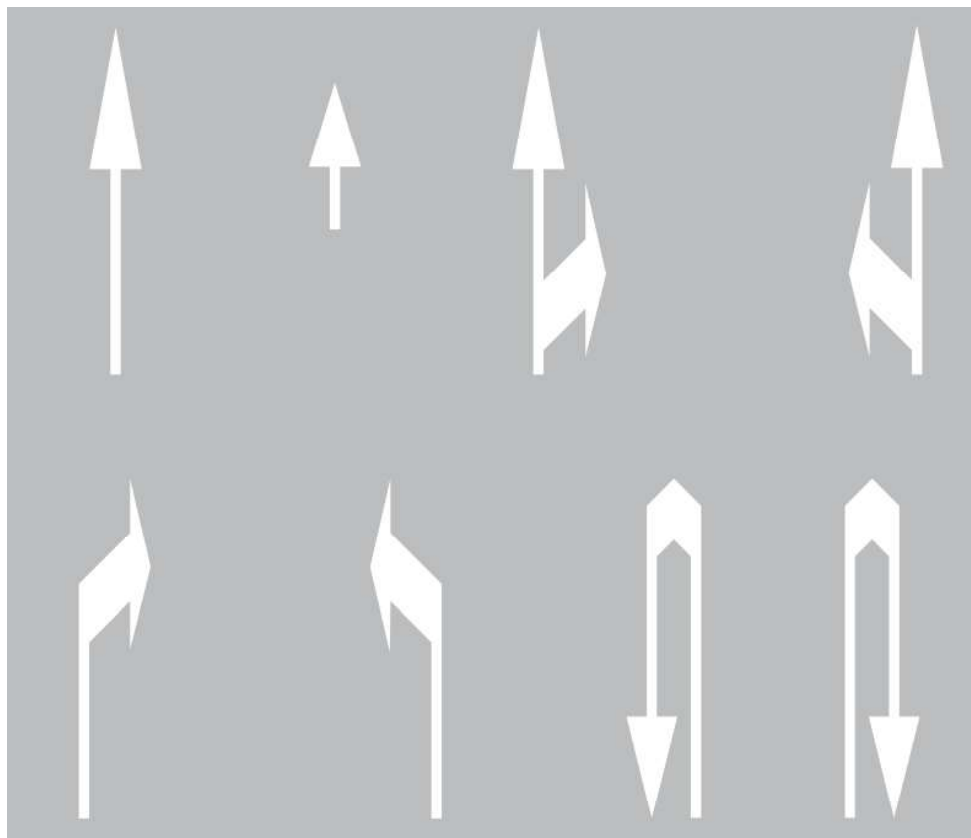
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Foram aplicadas inscrições no pavimento para aprimorar a percepção do condutor e orientar o fluxo de tráfego na aproximação da rótula de acesso, indicando o posicionamento correto dos veículos nas faixas de trânsito, de acordo com os

movimentos permitidos e recomendados para o trecho. A pintura de setas indicativas no pavimento (PEM) é utilizada em interseções onde há faixas destinadas a movimentos específicos, com o objetivo de posicionar adequadamente os condutores e evitar mudanças bruscas de trajetória que possam comprometer a segurança no local.

As marcações orientam os fluxos de tráfego na via, indicando o correto posicionamento dos veículos nas faixas de trânsito, de acordo com os movimentos possíveis e recomendáveis para cada faixa. Para esse trecho, adotou-se a cor branca e comprimento de 5,00 m, considerando as características da via no local.

Figura 14 - Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (PEM).

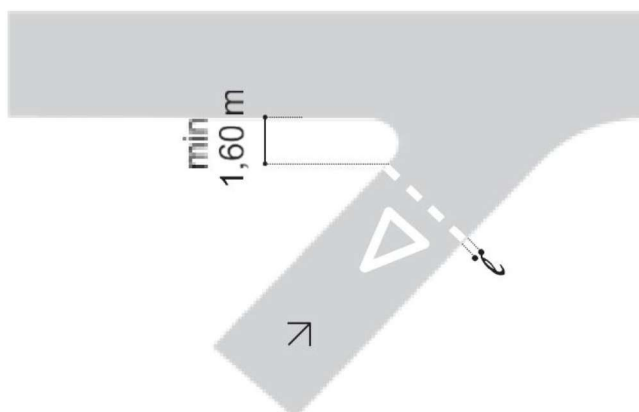


Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Ainda foram consideradas inscrições no pavimento para orientar os condutores. A Linha de Dê a Preferência (LDP) indica o local-limite em que o veículo deve ser parado, quando necessário, em vias sinalizadas com o sinal R-2 – “Dê a Preferência”. A LDP deve ser posicionada a uma distância mínima de 1,60 m do alinhamento do meio-fio da pista transversal, com traços e espaçamentos (intervalos entre traços) de

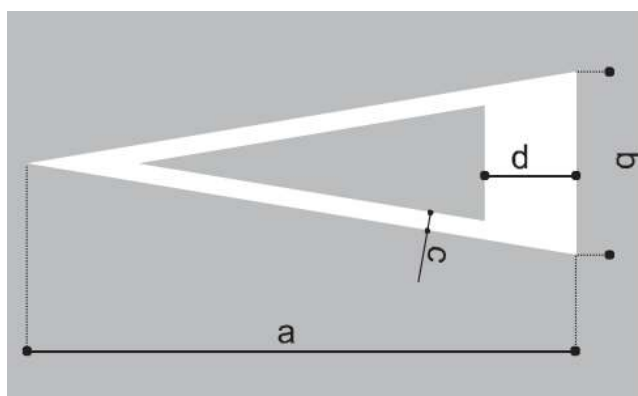
0,50 m, e largura mínima de 0,20 m.

Figura 15 - Linha de “Dê a preferência” (LDP)



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Figura 16 - Símbolo indicativo “Dê a preferência”



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Tabela 26 - Dimensões adotadas para SIP.

VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h)	DIMENSÕES (m)			
	a	b	c	d
$v \leq 60$	3,60	1,20	0,20	0,55
$v > 60$	6,00	2,00	0,30	1,00

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Por fim, foram adotadas as legendas aplicadas no pavimento da pista de rolamento, como a marcação "PARE", destinada a reforçar a mensagem da placa de

regulamentação R-1 – “PARE”, ampliando a percepção do condutor quanto às condições específicas de operação da via.

Figura 17 - Legenda "PARE"



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Tabela 27 - Dimensões para Legendas em Vias Urbanas.

VELOCIDADE (km/h)	ALTURA (m)
$v \leq 80$	1,60
$v > 80$	2,40

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

9.1.1 Materiais adotados

Os serviços de sinalização horizontal previstos neste projeto incluem demarcações — como marcas longitudinais, transversais, de canalização, de delimitação e inscrições no pavimento —, bem como dispositivos auxiliares, como tachas, detalhados a seguir.

Os materiais para aplicação da pintura no pavimento foram definidos de acordo com a classificação dos trechos do Sistema Nacional de Viação (SNV), conforme os níveis apresentados na Tabela 28, sendo estabelecido o Nível 0, considerando que o

trecho da rodovia está situado no perímetro urbano de Guapó.

Tabela 28 - Condições de Solução por nível.

Níveis	Condições de Solução
Nível 0	SNVs dentro de áreas urbanizadas acima de 300 mil habitantes
Nível 1	VMDa > 7.500, exceto solução do Nível 0
Nível 2	VMDa ≤ 7.500

Fonte: Instrução Normativa Nº 3/DNIT, 2025

Com o nível de enquadramento do SNV definido, adotou-se a pintura com duração de 24 meses, sendo aplicada pintura com Plástico a frio do Tipo I, com espessura de 0,6 mm, por aspersão nas marcas longitudinais; e pintura Termoplástica por Extrusão, com espessura de 3,0 mm, nas demais demarcações, conforme as especificações detalhadas na tabela a seguir.

Tabela 29 - Tipo de solução por nível para pintura - 24 (vinte e quatro) meses.

Níveis	Classificação	Tipo de solução
Nível 0	Marcas Longitudinais	Plástico a frio tipo I - espessura de 0,6 mm - aspersão
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm
Nível 1	Marcas Longitudinais	Termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm
Nível 2	Marcas Longitudinais	Tinta base acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm

(*) Marcas Transversais, marcas de Canalização, marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento e as inscrições no pavimento.

Fonte: Instrução Normativa Nº 3/DNIT, 2025

Pontua-se que as Linhas de Estímulo de Redução de Velocidade (LRV), utilizadas na sinalização ostensiva, deverão ser aplicadas em material termoplástico de alto relevo Tipo II, em conformidade com a Resolução CONTRAN nº 601, de 2016.

As microesferas a serem empregadas serão de vidro refletivas, tipos I-B e II-A, devendo atender às normas ABNT NBR 16.184 e ABNT NBR 15.405, garantindo a retrorrefletividade mínima especificada na tabela a seguir.

Tabela 30 - Retrorefletividade mínima para pintura no pavimento.

Nível	Branca	Amarela
Retrorefletividade inicial*	250 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	150 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²
Retrorefletividade residual*	120 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	100 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²
*Valores medidos de acordo com as normas ABNT NBR 16.307, NBR 14.723 e/ou NBR 16.410.		

Fonte: Instrução Normativa Nº 3/DNIT, 2025

9.2 PROJETO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical tem a função de transmitir informações essenciais a condutores e pedestres por meio de placas instaladas ao longo da via, com o objetivo de regulamentar, advertir ou indicar condições de uso e orientações de tráfego. Neste trevo, foram observados os critérios técnicos estabelecidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN), considerando aspectos como posicionamento, altura, legibilidade, retrorefletividade e dimensionamento adequado.

9.2.1 Advertência

A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar os usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, quer sejam permanentes ou eventuais. As especificações adotadas estão apresentadas a seguir:

Quadrada:
Lado = 0,80 m; Dimensão do sinal = 1,00 X 1,50m; Fundo e Orla externa = amarela; Símbolo e Orla interna = preta;

9.2.2 Regulamentação

A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. As dimensões dos sinais adotados foram estabelecidas e padronizadas levando-se em conta a classificação da via e sua velocidade de operação já implantada (60km/h), o tempo de entendimento dos usuários e o tempo de resposta às informações (reação e frenagem). As especificações adotadas, conforme cada formato de placa, estão apresentadas a seguir:

Octogonal:	Triangular	Circular
Lado = 0,40 m; Fundo e Orla = vermelha; Tarja e Letras = branca;	Lado = 0,90 m; Fundo = branca; Orla = vermelha;	Diâmetro = 1,00 m; Fundo e Orla = branca; Símbolo e Letras = preta; Tarja = vermelha;

9.2.3 Informativas/ Indicativas

A sinalização vertical de indicação é a comunicação efetuada por meio de um conjunto de placas, com a finalidade de identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestres quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares e atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário.

As placas de indicação de sentido e distância foram implantadas com o objetivo de orientar os usuários nas aproximações do acesso, fornecendo as informações necessárias para a correta tomada de decisão. A padronização de cores adotada segue os critérios estabelecidos: fundo verde com letras e setas brancas, fundo azul com letras e setas brancas e fundo amarelo com letras e setas pretas. As dimensões variam conforme o conteúdo informativo de cada placa e podem ser consultadas no projeto de sinalização viária.

9.2.4 Materiais adotados

As placas de solo, assim como as de formato circular, triangular, octogonal e quadrado, deverão ser confeccionadas em chapa de aço carbono laminado a frio, espessura nº 16, desde que a área da placa seja inferior a 1,00 m². Placas retangulares com área superior a 1,00 m² serão produzidas em chapa de ACM (Aluminum Composite Material), em razão de sua maior resistência estrutural e estabilidade dimensional.

Tabela 31 - Emprego dos substratos da sinalização vertical.

Material	Utilização	Especificação
Chapa de aço	Placas de solo com área inferior ou igual a 1,0 m ²	Chapas planas de aço zincadas nº 16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11.904. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140° C.
Chapa de ACM	Placas aéreas e Placas de solo com área superior a 1,0 m ²	Chapa de alumínio composto formada por duas lâminas de alumínio e um núcleo de polietileno conforme ABNT NBR 16.179. Os versos das chapas deverão ser preto fosco.

Fonte: Instrução Normativa Nº 3/DNIT, 2025

Para as placas de solo, serão utilizados suportes poliméricos colapsáveis de seção 80x80 mm e suportes circulares com diâmetro de 64 mm, os quais deverão ser submetidos a ensaios de resistência a impactos, em conformidade com as normas internacionais EN 12767, NCHRP 350 ou MASH, garantindo maior segurança viária. Placas com área inferior a 1,00 m² utilizarão um suporte, enquanto placas com área superior a 1,00 m² deverão ser apoiadas em dois suportes, assegurando estabilidade e adequada fixação ao pavimento.

Toda a sinalização vertical deverá ser confeccionada em material retrorrefletivo, em conformidade com as normas ABNT NBR 14.644 e ABNT NBR 14.891. Foram adotadas películas retrorrefletivas do Tipo III + SI (Sinal Impresso), excetuando-se a placa R-1 (Parada Obrigatória) e os marcadores de alinhamento, de obstáculo e de perigo, que deverão utilizar película Tipo X + SI, em consonância com a ABNT NBR 14.891.

9.3 TACHAS E TACHÕES

Deverão ser utilizadas tachas e tachões bidirecionais e monodirecionais, destinados a reforçar a sinalização horizontal por meio de elementos retrorrefletivos, aumentando a visibilidade noturna e em condições adversas de luminosidade, além de promover a redução de velocidade e a canalização do tráfego. Esses dispositivos serão aplicados nas linhas de borda direita e esquerda, no eixo da faixa longitudinal de divisão de fluxo e nas áreas de canalização da Zona de Proteção de Área (ZPA).

As tachas deverão ser confeccionadas em material metálico, incorporando propriedades retrorrefletivas do Tipo II, com revestimento antiabrasivo em face de material não vítreo. Esse conjunto garante elevada durabilidade e desempenho óptico em condições adversas de luminosidade e intempéries. A fixação das tachas será realizada por meio de pinos metálicos, assegurando aderência adequada ao pavimento e resistência ao tráfego veicular.

Tabela 32 - Tipo de tacha por nível.

Níveis	Tipo de Solução
Nível 0	Tacha refletiva metálica com um pino - monodirecional/bidirecional - fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)
Nível 1	Tacha refletiva com corpo em plástico injetado com um pino - monodirecional/bidirecional - fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)
Nível 2	Tacha refletiva com corpo em plástico injetado com um pino - monodirecional/bidirecional - fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)

Fonte: Instrução Normativa Nº 3/DNIT, 2025

Tabela 33 - Dispositivos auxiliares adotados no projeto.

Tacha Bidirecional Tipo II - Branca e Vermelha
Tacha Monodirecional Tipo II - Branca
Tachão Monodirecional Tipo II - Amarelo
Tachão Bidirecional Tipo II - Amarelo



10 SINALIZAÇÃO DE OBRAS

A sinalização de obras tem como finalidade garantir a segurança viária e a fluidez do tráfego durante a execução dos serviços, orientando condutores e pedestres quanto às alterações temporárias nas condições normais da via. Para tanto, serão utilizados dispositivos de sinalização conforme especificações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VII: Sinalização Temporária.

Durante a execução da solução proposta, a obra será realizada em apenas uma etapa. Serão utilizadas placas temporárias com o objetivo de garantir a segurança viária e informar os usuários sobre a obra em andamento. Serão empregadas placas de advertência ‘Homens Trabalhando’ (A-24), placas de mensagem complementar indicando a distância dos trechos em obra e o término destes, bem como placas de regulamentação de velocidade (R-19). Essa sinalização atende às exigências técnicas, proporcionando maior segurança tanto aos usuários da via quanto às equipes de trabalho envolvidas na execução dos serviços.

Também deverá ser implementado a utilização de cones em todo o perímetro correspondente a obra, conforme estabelecido no Volume VII: Sinalização Temporária do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

Quanto aos materiais empregados, as placas temporárias deverão ser confeccionadas nos mesmos materiais utilizados na sinalização vertical definitiva, com exceção dos suportes, que serão em madeira 8,0x8,0 centímetros, garantindo resistência, durabilidade e visibilidade adequadas. Ao término da obra, todas as placas temporárias deverão ser retiradas, restabelecendo a sinalização permanente da via.

10.1 DEFENSAS METÁLICAS

Defensas metálicas são dispositivos de contenção longitudinal contínuos, compostos por perfis metálicos galvanizados, instalados ao longo das vias com tráfego de veículos. Tais dispositivos são projetados quanto à forma, resistência e dimensões para conter, redirecionar e desacelerar veículos desgovernados, conforme definido na ABNT NBR 6971:2023, reduzindo a severidade dos acidentes e impedindo a invasão de áreas sensíveis, como zonas residenciais, calçadas ou a colisão com obstáculos fixos, tais como postes, portais e estruturas de energia.

A ABNT NBR 15486:2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Requisitos e métodos de ensaio – estabelece as diretrizes para o projeto, especificação e desempenho desses sistemas, baseando-se em ensaios de impacto conforme normas internacionais reconhecidas, como a EN 1317, NCHRP Report 350 e MASH. Essas normas certificam a capacidade do sistema em garantir o desempenho esperado para diferentes níveis de contenção.

Conforme disposto na referida norma, os sistemas de contenção devem ser utilizados apenas quando a severidade da saída de pista sem proteção for superior ao risco imposto pela colisão com o próprio dispositivo, devendo-se priorizar, sempre que possível, a manutenção de uma área lateral segura e recuperável.

No trecho objeto desse relatório, a rodovia encontra-se implantada exclusivamente em cortes com alturas inferiores a 1,00 m, sem a presença de desníveis acentuados ou taludes críticos. Essa configuração geométrica proporciona condições adequadas para a recuperação de veículo em caso de saída de pista, não caracterizando situação de risco que justifique a instalação de sistemas de contenção lateral, conforme os critérios e necessidade estabelecidos pela ABNT NBR 15486:2016.

Adicionalmente, não foram identificados obstáculos rígidos perigosos localizados dentro da faixa lateral da via, tais como pilares, estruturas fixas, obras de arte especiais ou corpos hídricos, que pudessem elevar o nível de severidade de acidentes. Assim, a implantação de defensas metálicas nesse contexto não resultaria em ganho efetivo de segurança viária e poderia, inclusive, introduzir um elemento de risco adicional, contrariando os princípios da aplicação racional previsto na norma.

Dessa forma, considerando as características geométricas do trecho, a



ausência de fatores agravantes e as diretrizes técnicas da ABNT NBR 15486:2016, fica comprovado a falta de necessidade de utilização de defensas metálicas, atendendo os critérios de segurança, funcionalidade e conformidade normativa aplicáveis ao projeto rodoviário.



11 TERMO DE ENCERRAMENTO

A Gerência de Engenharia de Tráfego, Estudos e Projetos (GETEP) faz o encerramento do presente documento, Volume 1 – Relatório de Projeto, composto por 55 (cinquenta e cinco) páginas, incluindo esta, numeradas em ordem sequencial crescente, no qual se destina a elaboração de projeto executivo de engenharia para a solução de tráfego, onde consta um acesso na Rodovia GO-309, em Caldas Novas-GO. Este documento refere-se à revisão 00 e está detalhado no quadro abaixo para melhor conferência dos trabalhos.

Revisão	Data	Observação
00	23/02/2026	Emissão Inicial

Goiânia/GO, Fevereiro de 2026.