



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



PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE ACESSO NA RODOVIA GO-020

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO

OUTUBRO/2025



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

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE ACESSO NA RODOVIA GO-020

Rodovia / Km: GO-020 / Km 2 + 373m

Trecho: Perímetro Urbano de Goiânia

Extensão: 398,12m

Código SRE: 020EGO0010

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	8
1.1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETO	9
3	ESTUDO DE TRÁFEGO	10
3.1	LOCALIZAÇÃO	10
3.2	DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA	12
3.3	CONTAGEM DE TRÁFEGO	12
3.4	DISCRIMINAÇÃO DAS CLASSES DE VEÍCULOS DE CARGA	13
3.5	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA INDIVIDUAL	14
3.6	OCUPAÇÃO DE CARGA E PROJEÇÃO DO TRÁFEGO	16
4	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	18
5	ESTUDOS GEOTÉCNICOS/ GEOLÓGICOS	18
6	PROJETOS DE TERRAPLENAGEM	18
6.1	NOTAS DE SERVIÇO	19
6.2	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	19
6.3	ORIENTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM	20
7	PROJETO GEOMÉTRICO	21
7.1	CARACTERÍSTICAS DA PISTA EXISTENTE	21
7.2	PARÂMETROS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO	21
7.3	ELEMENTOS DE PROJETO	23
7.3.1	Distâncias de visibilidade	23
7.3.2	Faixas de mudança de velocidade	23
7.3.3	Veículo de projeto	24
7.3.4	Raios dos bordos	25
7.4	DIMENSIONAMENTO	27
7.4.1	Curvas horizontais	28
7.4.2	Baia para parada de ônibus	28
8	PAVIMENTAÇÃO	30
8.1	MEMORIAL DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	32
8.2	ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL E LOCALIZAÇÃO DE JAZIDAS	33
9	ESTUDO HIDROLÓGICO E DRENAGEM	34
9.1	DIMENSIONAMENTO DO MEIO FIO COM SARJETA	35
10	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	37



10.1	PROJETO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	37
10.1.1	Materiais adotados	44
10.2	PROJETO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	45
10.2.1	Advertência	45
10.2.2	Regulamentação	45
10.2.3	Informativas/ Indicativas	46
10.2.4	Materiais adotados na sinalização vertical	46
10.3	TACHAS E TACHÕES.....	48
11	SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	49
12	TERMO DE ENCERRAMENTO	51

ÍNDICES DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mesorregiões de Goiás (Anápolis)	10
Figura 2 - Microrregião de Anápolis	11
Figura 3 - Município de Anápolis	11
Figura 4 - Trecho de análise	12
Figura 5 - Veículo de projeto O	24
Figura 6 - Veículo de projeto RE	25
Figura 7 – Sugestão de áreas para caixa de empréstimo	35
Figura 8 - Sugestão de jazida para coleta de material granular.	35
Figura 9 - Localização da usina de produção de asfalto.....	36
Figura 10 - Linha simples seccionada (LFO-2)	40
Figura 11 - Linha dupla contínua (LFO-3)	41
Figura 12 - Linha de bordo (LBO)	41
Figura 13 - Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA).....	42
Figura 14 - Setas indicativas de posicionamento na pista (PEM).....	43
Figura 15 - Linhas de estímulo a redução de velocidade (LRV).....	44
Figura 16 - Método para determinação do número e espaçamento entre as linhas.....	44
Figura 17 - Linha de “Dê a preferência” (LDP).....	46
Figura 18 - Símbolo indicativo “Dê a preferência”	46
Figura 19 - Legenda "PARE"	47
Figura 20 - Sinalização Temporária adotada para GO-330.....	54
Figura 21 - Necessidade de proteção lateral em função do talude (ABNT NBR 15.486)	57

ÍNDICES DE TABELAS

Tabela 1 - Contagem de veículos no sentido Crescente em Junho/2025.....	14
Tabela 2 - Contagem de veículos no sentido Decrescente em Junho/2025	15
Tabela 3 - Frota veicular anual;	16
Tabela 4 - Projeção do tráfego	16
Tabela 5 - Características operacionais adotadas.	22
Tabela 6 – Velocidade de projeto para novos traçados	22
Tabela 7 - Classes e características de projeto	23
Tabela 8 - Principais Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto.....	23
Tabela 9 - Distâncias de Visibilidade mínima em função da velocidade de projeto.....	26
Tabela 10 - Classe das condições de conversão.....	27
Tabela 11 - Condições mínimas de projeto para pistas de conversão	27
Tabela 12 - Comprimentos do taper na faixa de mudança de velocidade	28
Tabela 13 - Terminal de entrada (faixa de aceleração)	28
Tabela 14 - Raios mínimos para curvas em interseções	29
Tabela 15 - Comprimentos das faixas de mudança de velocidade	30
Tabela 16 – Quadro de curvas para Rótula Vazada a ser implantada na GO-330.....	31
Tabela 17 - Espessura do pavimento de acordo com o número N.....	32
Tabela 18 - Ábaco de dimensionamento	33
Tabela 19 - Coeficientes de equivalência estrutural	34
Tabela 20 – Definição da vazão admissível	39
Tabela 21 - Determinação dos comprimentos críticos	39
Tabela 22 - Dimensionamento das tubulações	39
Tabela 23 - Definição de cadência para linhas seccionadas	41
Tabela 24 - Dimensões para ZPA.	42
Tabela 25 - Largura (l) da linha varia conforme a velocidade regulamentada	44
Tabela 26 - Dimensionamento das LRV.....	45
Tabela 27 - Dimensões adotadas para SIP.....	47
Tabela 28 - Dimensões para Legendas em Vias Urbanas	47
Tabela 29 - Condições de Solução por nível.....	48
Tabela 30- Tipo de solução por nível para pintura - 24 (vinte e quatro) meses.....	48
Tabela 31 - Retrorrefletividade mínima para pintura no pavimento.....	49
Tabela 32 - Emprego dos substratos da sinalização vertical.....	51
Tabela 33 - Tipo de tacha por nível	52



Tabela 34 – Dispositivos auxiliares adotados no projeto	52
Tabela 35 - Cálculo da zona livre, em metros.	56
Tabela 36 - Matriz de ensaios de impacto.....	58
Tabela - Níveis de contenção de acordo com a EM 1317-2	58
Tabela - Classificação dos níveis de contenção)	58
Tabela 39 - Espaço de trabalho conforme EN 1317).....	59
Tabela 40 - Matriz de ensaios terminais EN 1317	60



1 APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado Volume 1 – Relatório do Projeto, integra o Projeto Executivo de Engenharia referente à implantação de um acesso do Tipo C na Rodovia GO-020, localizado no perímetro urbano de Goiânia – GO, com implantação prevista no Km 2 + 373 m.

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 3C – Levantamentos Especiais, apresentando informações complementares e específicas necessárias para o projeto;
- 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 melhorias das condições de segurança viária na Rodovia GO-020, trecho localizado no perímetro urbano de Goiânia, especificamente no Km 2 + 373m.

Este relatório de projeto apresenta as diretrizes e os elementos técnicos necessários à regularização de um acesso existente na Rodovia GO-020, elaborados com base em levantamentos planialtimétricos realizados pela equipe da Gerência de Engenharia de Tráfego, Estudos e Projetos (GETEP). O desenvolvimento seguiu as normas técnicas da GOINFRA, conforme relacionadas a seguir, e inclui a apresentação dos quantitativos, distâncias de transporte, especificações de materiais e cronogramas necessários à execução do objeto.

- 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;

2 OBJETO

Melhoria das condições de segurança viária na rodovia GO-020, por meio da regularização do acesso existente no Km 2 + 373m, visando garantir a circulação ordenada de veículos nas proximidades do Viaduto Alphaville Flamboyant.

3 ESTUDO DE TRÁFEGO

O presente projeto abrange um trecho da rodovia GO-020, em Goiânia, onde foi identificado um acesso irregular de veículos que demanda adequações geométricas a fim de garantir condições seguras para o fluxo de entrada e saída de veículos.

Nesse contexto, o estudo de tráfego tem como objetivo analisar o comportamento dos condutores no trecho em questão, considerando o volume de tráfego na GO-020 e o fluxo de entrada e saída de veículos que utilizam o acesso. Além disso, o estudo contempla a avaliação das características lindeiras à rodovia, dos sistemas de transporte existentes e das projeções de crescimento da demanda, de modo a subsidiar a definição das intervenções necessárias para a regularização do acesso e a melhoria das condições de segurança viária.

3.1 LOCALIZAÇÃO

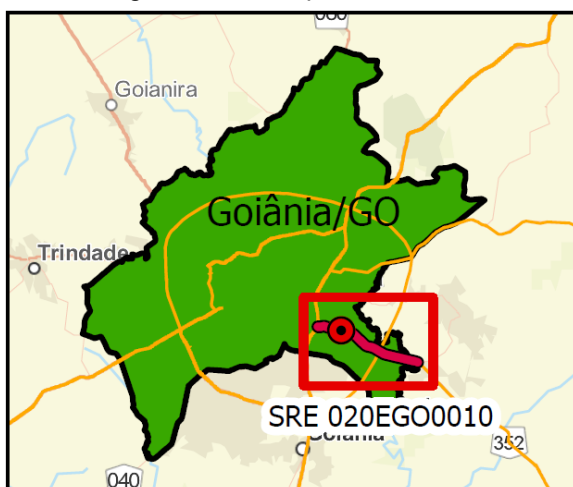
O trecho de implantação descrito neste caderno situa-se na rodovia GO-020, no município de Goiânia, estado de Goiás, nas coordenadas geográficas -16.713285, -49.209624, conforme ilustrado a seguir.

Figura 1 – Mesorregiões de Goiás (Goiânia)



Fonte: Wikipédia.

Figura 3 - Município de Goiânia



Fonte: Autor.

Figura 4 - Trecho de análise



Fonte: Autor.

3.2 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

O trecho em estudo está localizado no Setor Alphaville Flamboyant, em Goiânia, uma área predominantemente residencial multifamiliar, considerada um polo gerador de tráfego, especialmente em função do elevado volume de veículos nos horários de pico.

Embora o acesso ao setor seja realizado por via independente, através do Viaduto Alphaville Flamboyant, o tráfego proveniente dessas residências contribui significativamente para a operação da GO-020, utilizada como rota principal de acesso. Essa característica reforça a relevância do trecho, que também apresenta altos volumes de tráfego devido à conurbação entre Goiânia e Senador Canedo.

Considerando esses fatores, a área de influência do trecho foi definida com base na região que abrange o acesso existente no km 2+373, correspondente ao trecho da GO-020 entre o Viaduto Alphaville Flamboyant e o entroncamento com a BR-153, considerando apenas a pista no sentido de Bela Vista a Goiânia. Essa delimitação orienta a implementação de medidas voltadas à segurança viária, à fluidez do tráfego e ao planejamento adequado de acessos.

3.3 CONTAGEM DE TRÁFEGO

Para a análise do tráfego, foram utilizados os dados de contagem registrados pelos equipamentos eletrônicos de fiscalização em operação na GO-020, nas

proximidades do trecho de intervenção. Considerou-se o histórico de registros do ano de 2025, abrangendo o período de janeiro a setembro, com contagem realizada 24 horas por dia.

Pontua-se que foi considerado apenas um sentido de circulação, uma vez que a rodovia é duplicada e as faixas apresentam comportamentos distintos, em função da origem e destino dos veículos. A seguir, apresenta-se o Volume Diário Médio (VDM) obtido a partir desses registros:

Tabela 1 - Contagem de veículos na GO-020, Km 1 + 850m.

CONTAGEM DE VEÍCULOS NO SENTIDO DECRESCENTE					
FAIXA	CLASSE DE VEÍCULOS				TOTAL DE VEÍCULOS POR FAIXA
	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	
1	7288	341	5	110	7744
2	7746	821	31	719	9316
3	2969	1087	25	448	4527
Total de veículos por dia					21587

Fonte: Autor.

3.4 DISCRIMINAÇÃO DAS CLASSES DE VEÍCULOS DE CARGA

Pela contagem não indicar a classe de veículo de carga, indicando apenas como sendo carro, moto, ônibus e caminhão, optou-se por avaliar a composição média de tráfego através do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT).

Foi utilizado os dados de contagem do ano 2024. Foram feitas as seguintes considerações de classe:

- Ônibus e Caminhões de 2 eixos – Classe 2C;
- Ônibus e Caminhões de 3 eixos – Classe 3C;
- Caminhões de 4 eixos – Classe 2S2;
- Caminhões de 5 eixos – Classe 2S3;
- Caminhões de 6 eixos – Classe 3S3;
- Caminhões de 7 eixos – Classe 3D4;
- Caminhões de 8 eixos – Classe 3J5; e
- Caminhões de 9 eixos – Classe 3T6

A partir dos dados de contagem, foi verificado o percentual de cada tipo de classe de veículo, apresentado na Tabela 02.

Tabela 2 - Composição do tráfego de veículos de carga.

	Classe de Veículo							
	2C	3C	2S2	2S3	3S3	3D4	3J5	4D5
% de Composição de	60%	19%	10%	4%	5%	2%	0%	2%

A tabela 03 apresenta a contagem de veículos corrigida utilizando o percentual obtido através dos dados do PNCT.

Tabela 3 - Contagem de veículos de carga corrigido a partir do percentual definido por posto de contagem do PNCT.

FAIXA	Classe de Veículo								TOTAL
	2C	3C	2S2	2S3	3S3	3D4	3J5	4D5	
1	66	20	11	4	5	2	0	2	110
2	431	133	69	29	32	13	0	11	719
3	269	83	43	18	20	8	0	7	448

3.5 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA INDIVIDUAL

O Fator de Equivalência de Carga trata-se da conversão do tráfego misto em um número equivalente de operações de um eixo considerado padrão, no caso deste projeto e recomendado pelo DNIT, eixo-padrão de 8,2t. Visto isso, os cálculos realizados para o Fator de Equivalência de Carga foram realizados de acordo com as especificações do Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), pela metodologia AASHTO. As Tabelas abaixo apresentam as expressões aplicadas no cálculo do Fator de Equivalência de carga de acordo com a composição de eixos dos veículo.

Tabela 4 - Fatores de Equivalência de carga da AASHTO.

Tipos de Eixo	Equações (P em tf)
Simples de Rodagem Simples	$FC = (P/7.77)^{4.32}$
Simples de Rodagem Dupla	$FC = (P/8.17)^{4.32}$
Tangem Duplo (rodagem dupla)	$FC = (P/15.08)^{4.14}$
Tandem Triplo (rodagem dupla)	$FC = (P/22.95)^{4.22}$

A tabela 06 apresenta os valores dos Fatores de Veículos Individuais para os veículos adotados neste estudo, a tabela 07 apresenta os fatores multiplicados à percentagem de cada tipo de veículo.

Tabela 5 - Fatores de Veículos Individuais para classes de veículos adotadas neste estudo.

Fatores de Veículos Individuais				
Tipo	Veículo	Composição		FV AASHTO
2C	Caminhão Médio / ônibus	ESRS-6 + ESRD-10	vazio	0.05
			carga máxima	2.72
3C	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + ETD-17	vazio	0.08
			carga máxima	1.97
2S2	Caminhão Trator + Semi-Reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + ETT-25,5	vazio	0.10
			carga máxima	4.28
2S3	Caminhão Trator + Semi-Reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + ETT-25,5	vazio	0.10
			carga máxima	4.28
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque	ESRS-6 + ETD-17 + ETT-25,5	vazio	0.13
			carga máxima	3.53
3D4	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + 3ETD-17	vazio	0.24
			carga máxima	5.25
3T6	Caminhão Trucado + 2 Semi-Reboque	ESRS-6 + 4ETD-17	vazio	0.42
			carga máxima	6.90

Tabela 6 - Determinação do Fator de Veículo AASHTO.

Cálculo dos Fatores de Veículo da Frota									
Categoria	2C	3C	2S2	2S3	3S3	3D4	4D5	Fatores de Veículos da Frota	
Participação (%)	60%	19%	10%	4%	5%	2%	2%		
Fvi (AASHTO)									
vazio	0.05	0.08	0.10	0.13	0.24	0.21	0.42		
carga máxima	2.72	1.97	4.28	3.53	5.25	5.25	6.90		
pi x Fvi (AASHTO)	1.31	0.30	0.33	0.12	0.19	0.08	0.08	AASHTO	2.41
Parâmetros Adotados									
% Caminhões Vazios			20%						
% Caminhões carregados			80%						

3.6 OCUPAÇÃO DE CARGA E PROJEÇÃO DO TRÁFEGO

Para o carregamento da frota, não foram encontrados Postos de Pesagem que representem o mesmo caminhamento e demanda do trecho em estudo, visto isso, optou-se por considerar 80% da frota carregada e 20% da frota vazia, situação mais conservadora.

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 7 - Frota veicular anual estimada (Goiânia).

ANO	FROTA VEICULAR
2024	1.372.156
2025	1.415.242
2026	1.459.680
2027	1.505.514
2028	1.552.787
2029	1.601.545
2030	1.651.833
2031	1.703.701
2032	1.757.197
2033	1.812.373
2034	1.869.282
2035	1.927.977

Fonte: IBGE (acessado em 10/10/2025).

Tabela 8 - Projeção do tráfego

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;

365 – Conversão para tráfego anual;

FP – Fator de distribuição na faixa (será utilizado 0,33)

A Tabela 09 apresenta o resumo da determinação do Número N do trecho estudado.

Tabela 9 - Resumo da determinação do Número N.

DEFINIÇÃO DO NÚMERO N												
Rodovia	GO-020											
Posto	P-01											
Sentido	DECRESCENTE											
Dados de Pesquisa de Tráfego (contagem + sazonalidade)												
Ano	Carros Passeio	ônibus 2C	Caminhões								VMD TOTAL	VMD comercia
			2C	3C	2S2	2S3	3S3	3D4	4D5			
			2025	20252	61	766	237	122	52	58		
%	93.8%	0.3%	3.5%	1.1%	0.6%	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%		100%	6%
Fatores de Veículo da Frota												
Categoria			2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6	Fatores de Veículos da Frota		
pi (%)			59.96%	18.55%	9.58%	4.08%	4.50%	1.83%	1.50%			
pi x FVi (AASHTO)			1.31	0.30	0.33	0.12	0.19	0.08	0.08	AASHTO		2.41
Projeção do Tráfego e Definição do Número N de Projeto												
Ano	Carros Passeio	Veículos Comerciais								VMD comercia	NP - AASHTO	
		2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6	No ano		Acum.	
2025 -	20252	61	766	237	122	52	58	23	1319	3.8E+05	3.8E+05	
2026 1ª	20860	63	789	244	126	54	59	24	1358	3.9E+05	7.8E+05	
2027 2ª	21485	65	812	251	130	55	61	25	1399	4.1E+05	1.2E+06	
2028 3ª	22130	67	837	259	134	57	63	25	1441	4.2E+05	1.6E+06	
2029 4ª	22794	69	862	267	138	59	65	26	1484	4.3E+05	2.0E+06	
2030 5ª	23478	71	888	275	142	60	67	27	1529	4.4E+05	2.5E+06	
2031 6ª	24182	73	914	283	146	62	69	28	1575	4.6E+05	2.9E+06	
2032 7ª	24907	75	942	291	151	64	71	29	1622	4.7E+05	3.4E+06	
2033 8ª	25655	77	970	300	155	66	73	30	1671	4.8E+05	3.9E+06	
2034 9ª	26424	80	999	309	160	68	75	30	1721	5.0E+05	4.4E+06	
2035 10ª	27217	82	1029	318	164	70	77	31	1772	5.1E+05	4.9E+06	
Parâmetros Adotados												
Fator Climático Regional		1		% caminhões carregados				80%				
Fator de Pista		0.33		% caminhões vazios				20%				
Taxa de Crescimento		3%										

4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O estudo topográfico foi cedido pela Diretoria de Projetos (DPJ) da GOINFRA, por meio da gerência de projetos. foi utilizado o documento “Estudos Topográficos – Etapa 1 – Estudos iniciais” do trecho: “Goiânia – Bela Vista de Goiás – GO-147”.

O levantamento foi realizado com o equipamento laser scanner “Pegasus Two Ultimate”. Durante o mapeamento, atingiu-se a velocidade máxima de 60 km/h, com velocidade de rotação do Laser de 200 Hz, a resolução (distância entre seções transversais) foi de 5 cm, sendo coletado 1 milhão de pontos por segundo, com alcance de 120 m.

O estudo completado está no Anexo I deste volume.

5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS/ GEOLÓGICOS

Os estudos geotécnicos/geológicos foram cedidos pela Diretoria de Projetos (DPJ) da GOINFRA.

O estudo está anexado no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

6 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; 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.

6.1 NOTAS DE SERVIÇO

As notas de serviço para a terraplenagem são apresentadas por meio de tabela indicando os pontos de interseção dos taludes de corte e de aterro com o terreno natural (offset), das cotas do greide, cota vermelha e das distâncias das bordas de pavimento do eixo de projeto.

A determinação das notas de serviço foi realizada a partir do projeto de terraplenagem executado no software Autodesk Civil 3d. Todas as seções transversais do projeto estão presentes no Volume 2 – Projetos Executivos.

As notas de serviço estão presentes no Volume 3A – Notas de Serviço de Terraplenagem.

6.2 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Os volumes de movimentação de terra devido a terraplenagem foram obtidos a partir do projeto de terraplenagem executado no software Autodesk Civil 3D. Foi determinado a obtenção de volumes de corte e de aterro. Neste projeto em específico, devido a se tratar da execução de faixas de aceleração e desaceleração com greide colado, não foi determinado volumes de compensação nem volumes excedentes, visto que o trecho afetado pelo empreendimento é demasiado diminuto (<500 m), além disso, não foi determinado diagrama de massas de Bruckner, visto não haver movimentação de terra entre trechos do empreendimento.



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.

6.3 ORIENTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM

Os materiais retirados do pavimento existente, deverão ser separados para realização de reciclagem e composição da sub-base do pavimento.

Na necessidade de recomposição de aterro, 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 destinados corretamente, no projeto não há previsão de bota fora, visto que os volumes estimados de corte sobrepõe os volumes estimados de aterro.

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%.



7 PROJETO GEOMÉTRICO

Para o desenvolvimento do Projeto Geométrico referente às intervenções na rodovia GO-020, no km 2+373m, voltadas à regularização de um acesso viário, foram adotadas as diretrizes estabelecidas na Instrução de Projeto IP-08 da GOINFRA, que definem os critérios técnicos necessários para promover a segurança viária, a funcionalidade e a conformidade da solução proposta.

Considerando as características operacionais da rodovia, composta por pista dupla e volumes de tráfego expressivos, propõe-se a implantação de um acesso do Tipo C, conforme tipologia estabelecida na norma IPR-728/DNIT – Acessos a Rodovias Federais.

A concepção adotada tem por objetivo minimizar interferências entre os movimentos de entrada e saída de veículos e o fluxo principal da rodovia. Para isso, o projeto prevê a implantação de faixas de aceleração e desaceleração, devidamente separadas por uma ilha central ajardinada (“ilha verde”), que promove a canalização do tráfego, a organização dos fluxos veiculares e a redução dos pontos de conflito na área de acesso.

7.1 CARACTERÍSTICAS DA PISTA EXISTENTE

Nesse trecho, a rodovia GO-020 é duplicada, apresentando sentidos de circulação separados por defensas de concreto. A seção transversal no local da intervenção possui 11,30 m de largura, composta por três faixas de rolamento e um acostamento pavimentado de 1,80 m.

7.2 PARÂMETROS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO

A pista existente apresenta características medidas a partir do estudo topográfico, na classe I-A, região plana, velocidade regulamentar de 80 km/h, largura da faixa de rolamento 3,5 m, largura do acostamento 1,80 m. Possui VMD de 29.009 veículos/dia.

Tabela 10 - Características operacionais adotadas.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	
SRE - KM	020EGO0010 - Km 2 + 373 m
Classe da Rodovia	I-A
Relevo	Plano
Velocidade Diretriz (Km/h)	80 km/h
Velocidade de Projeto (Km/h)	80 km/h
Largura da faixa de rolamento (m)	3,5 m
Largura do Acostamento/Faixa de Segurança (m)	1,80 m
VDM (2035)	29.009 veículos/dia
Númer N 10 anos (AASHTO)	2,75 x 10 ⁶

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 I, com velocidade de projeto estabelecida em 80 km/h.

Tabela 11 – 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

As rodovias de Classe I subdividem-se em I-A e I-B. Considerando as características observadas no trecho da GO-020 em estudo — pista dupla, inserção em área urbana e elevado volume de tráfego —, a classificação adotada para o projeto

é Classe I-A.

Tabela 12 - 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

7.3 ELEMENTOS DE PROJETO

7.3.1 Distâncias de visibilidade

Como regra geral, as distâncias de visibilidade para o tráfego da rodovia principal devem ser suficientes para tomada de decisão relativa ao desvio de obstáculo, conforme os valores da Tabela 7.

Tabela 13 - Distância mínima de visibilidade para tomada de decisão.

Velocidade diretriz da rodovia (km/h)	50	60	70	80	90	100	110	120
Distância mínima de visibilidade (m)	145	170	200	230	270	315	330	360

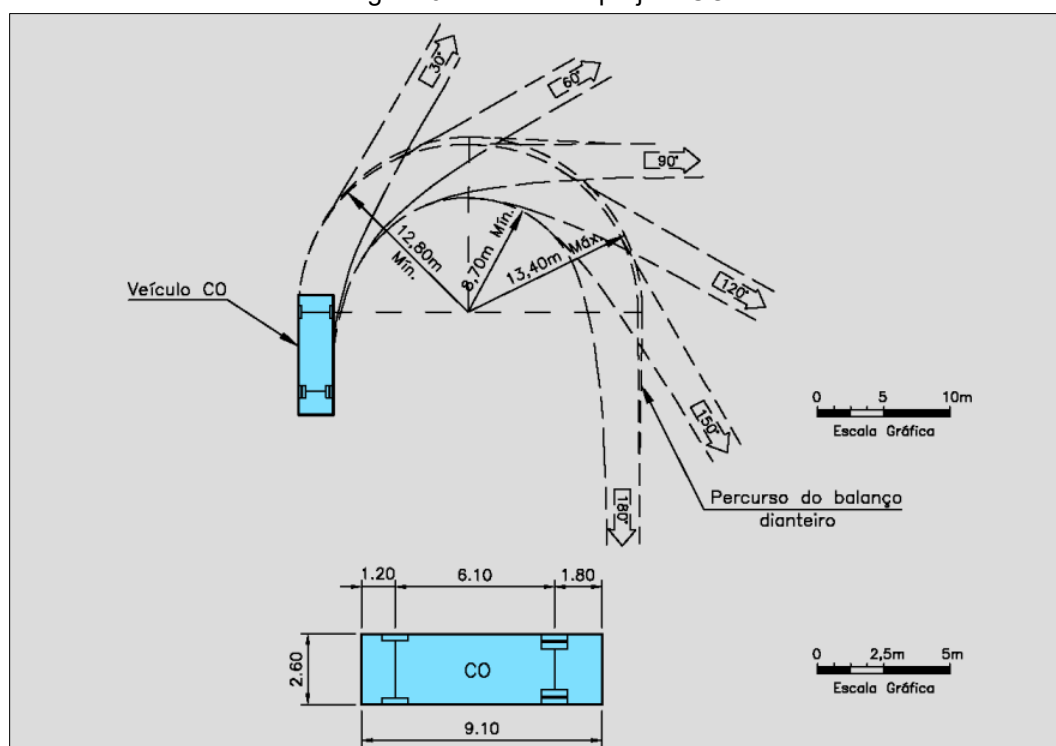
7.3.2 Faixas de mudança de velocidade

A solução adotada para o acesso considerou as condições operacionais e geométricas necessárias para garantir segurança e fluidez no trecho da rodovia. Adotou-se o Projeto de Acesso Tipo C, restrita a acessos com Volume Diário de Giro (VGD) ≤ 100 veículos e veículos críticos dos tipos CO e O (caminhões e ônibus convencionais).

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 6 - Veículo de projeto CO.



Fonte: Manual de Projeto de Interseções do DNIT.

7.3.4 Raios dos bordos

Para as manobras de conversão ao acesso, a partir das faixas de mudança de velocidade, os raios dos bordos da pista deverão estar de acordo com as trajetórias mínimas dos veículos críticos determinados. Para tal, será adotada a Tabela 11, retirada da IPR 718 DNIT - Manual de Projeto de Interseções.

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.



Os terminais de entrada e saída foram dimensionados considerando a Condição A, com ângulo de conversão de 90°, resultando em largura mínima de faixa de 6 m.

Tabela 15 - 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.

Tabela 16 - Condições mínimas de projeto para pistas de conversão.

Ângulo de conversão	Classificação de projeto	Curva composta de três centros		Largura da pista (m)	Área aproximada da ilha (m²)
		Raios (m)	Afastamento (m)		
75°	A	45 - 23 - 45	1,0	4,2	5,5
	B	45 - 23 - 45	1,5	5,4	5,0
	C	55 - 28 - 55	1,0	6,0	5,0
90°	A	45 - 15 - 45	1,0	4,2	5,0
	B	45 - 15 - 45	1,5	5,4	7,5
	C	55 - 20 - 55	2,0	6,0	11,5
105°	A	36 - 12 - 36	0,6	4,5	6,5
	B	30 - 11 - 38	1,5	6,6	5,0
	C	55 - 14 - 55	2,4	9,0	5,5
120°	A	30 - 9 - 30	0,8	4,8	11,0
	B	30 - 9 - 30	1,5	7,2	8,5
	C	55 - 12 - 55	2,5	10,2	20,0
135°	A	30 - 9 - 30	0,8	4,8	43,0
	B	30 - 9 - 30	1,5	7,8	35,0
	C	48 - 11 - 48	2,7	10,5	60,0
150°	A	30 - 9 - 30	0,8	4,8	130,0
	B	30 - 9 - 30	2,0	9,0	110,0
	C	48 - 11 - 48	2,1	11,4	160,0

7.4 DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento das faixas de desaceleração e aceleração foram realizados conforme preconizado no Manual de Projeto de Interseções do DNIT, conforme exposto nas Tabelas 11 e 12 respectivamente.

Tabela 17 - Fatores de ajustamento para as faixas de mudança de velocidade.

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

Tabela 18 - Comprimentos das faixas de mudança de velocidade (faixa de desaceleração).

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 80 km/h, a faixa de desaceleração

foi dimensionada com 125 m incluído taper e a faixa de aceleração foi dimensionada com 210 m incluído taper. A velocidade de segurança da curva de entrada foi adotada como 20 km/h.

7.4.1 Curvas horizontais

Para o dimensionamento do acesso, foram adotados raios de curvatura compatíveis com a velocidade regulamentada da via, de modo a assegurar o conforto operacional. Os cálculos, definições e decisões aqui apresentados foram elaborados com base na IPR 728 do DNIT – Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias.

Para isso, utilizou-se do Manual de Projeto de Acessos de áreas lindeiras a rodovias federais, o acesso em questão assemelha-se à solução 9 – Acesso Tipo C – Faixa de Mudança de Velocidade Nível 3 – Pista Dupla.

Para esse tipo de acesso, a norma preconiza uma curva do tipo circular com Raio Único de 20,0 m.

Para o projeto, foi estabelecido como critério a adequação do acesso a estrutura existente, portanto foram utilizadas curvas compostas, conforme preconizado no Manual de Projeto de Interseções do DNIT.

7.4.2 Baía para parada de ônibus

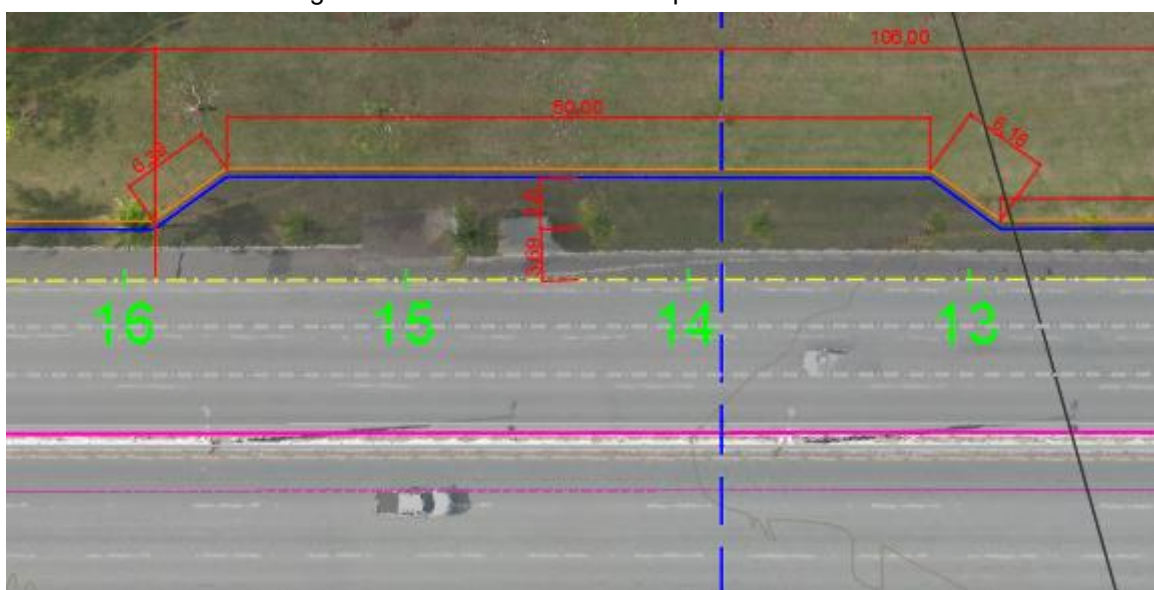
No local em estudo, há um ponto de parada de ônibus que atende a três linhas do transporte coletivo do município de Goiânia. Considerando essa condição, a implantação da baía de parada foi incorporada ao presente projeto de acesso.

Para o dimensionamento da baía, foram consultadas informações junto à Rede Metropolitana de Transporte Coletivo de Goiânia (RMTC) acerca dos horários de circulação dos ônibus nesse trecho. Assim, verificou-se que as linhas não operam de forma simultânea, não havendo, portanto, mais de um veículo no ponto de parada ao mesmo tempo. Dessa forma, a baía foi dimensionada para acomodar um único ônibus por vez.

O dimensionamento geométrico da baía foi realizado considerando uma área

útil de parada de 15 m, compatível com o comprimento máximo de 14 m de um ônibus padrão. Também foi previsto espaço adequado para as transições de entrada e saída da baia, totalizando 50 m de comprimento. Dessa forma, a geometria proposta garante que o veículo de transporte coletivo possa realizar as manobras de entrada e saída de maneira segura, sem interferir significativamente no fluxo principal da via.

Figura 7 - Geometria da baia de parada de ônibus.



8 PAVIMENTAÇÃO

Conforme estabelecido na IP. ROD. 003 – Projetos Rodoviários e Complementares de Pequeno Porte – Interseções Rodoviárias, a dimensionamento foi realizado a partir dos mesmos estudos realizados da rodovia implantada, sob aprovação da GOINFRA. O dimensionamento indicado a seguir será usado apenas como referencial para validação da estrutura adotada.

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 19 - 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%.

Conforme Volume 3B – Estudos Geotécnicos, o valor médio do CBR das camadas de subleito ensaiadas foi de 13,82 com desvio padrão de 4,22. Portanto, foi estabelecido um valor de CBR de 10% para o subleito.

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;

c) 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);

d) 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 20 - Ábaco de dimensionamento

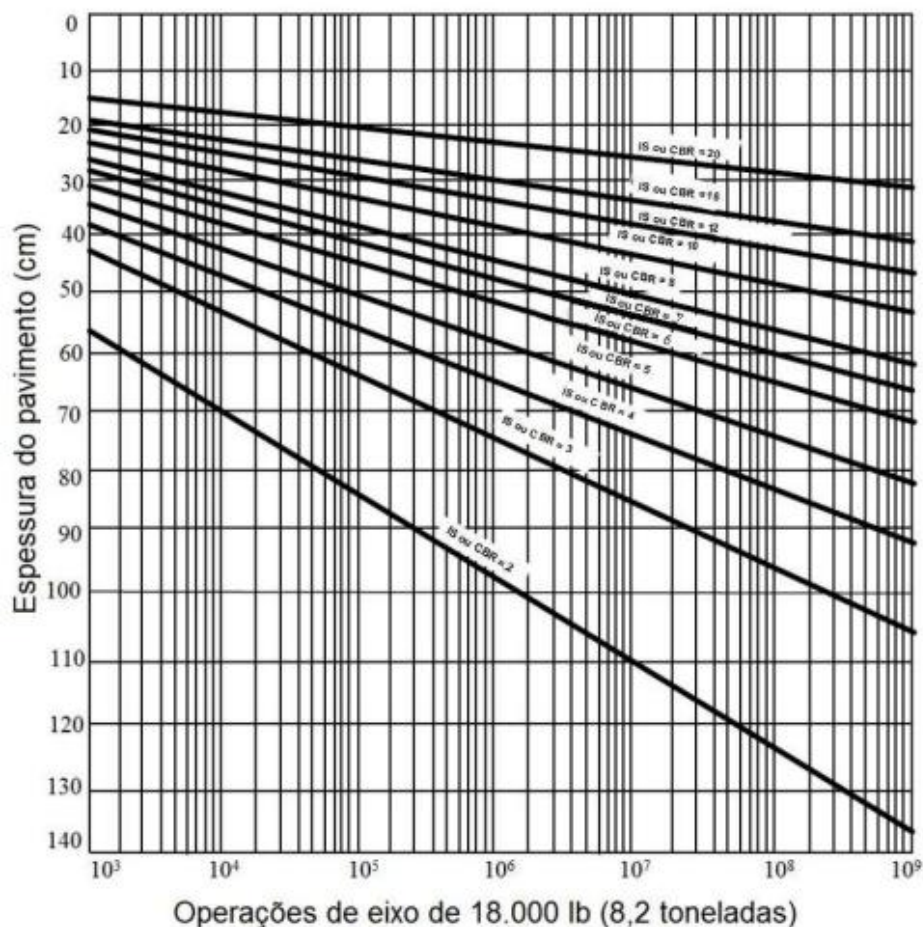


Tabela 21 - Coeficientes de equivalência estrutural

Componentes do Pavimento	Coefficiente 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 σ 7 dias $> 45 \text{ kgf/cm}^2$	1,7
Mat. Estabilizado com $28 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma$ 7 dias $< 45 \text{ kgf/cm}^2$	1,4
Mat. Estabilizado com $21 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma$ 7 dias $< 28 \text{ kgf/cm}^2$	1,2

8.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Subleito Resistência média do subleito: 10,0%;

Revestimento: Material – CBUQ;

Espessura adotada: 9 cm, espessura do pavimento existente;

Espessura Total do Pavimento (obtida no ábaco de dimensionamento): 44 cm;

Base + revestimento (obtida no ábaco de dimensionamento): 27 cm;



- **Base:**

$$B = 27,00 - 2 \times 9 = 9,00 \text{ cm}$$

Adotou-se $B = 20$ cm. (Espessura do pavimento existente)

- **Sub-base:**

$$SB = 42 - 20 - 2 \times 8 = 3,00 \text{ cm}$$

Adota-se $SB = 20$ cm. (Espessura do pavimento existente)

8.2 ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL E LOCALIZAÇÃO DE JAZIDAS

Devido a se tratar de ampliação da faixa existente, será utilizado da reciclagem do material fresado e escavado do acostamento existente para a composição do material de recomposição de aterro e Sub-Base.

O pavimento projetado prevê a execução da sub-base em material granular reciclado do pavimento existente 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 do tipo Brita Graduada Simples (BGS), devendo apresentar CBR mínimo de 80%, de forma a assegurar a adequada capacidade estrutural do pavimento.

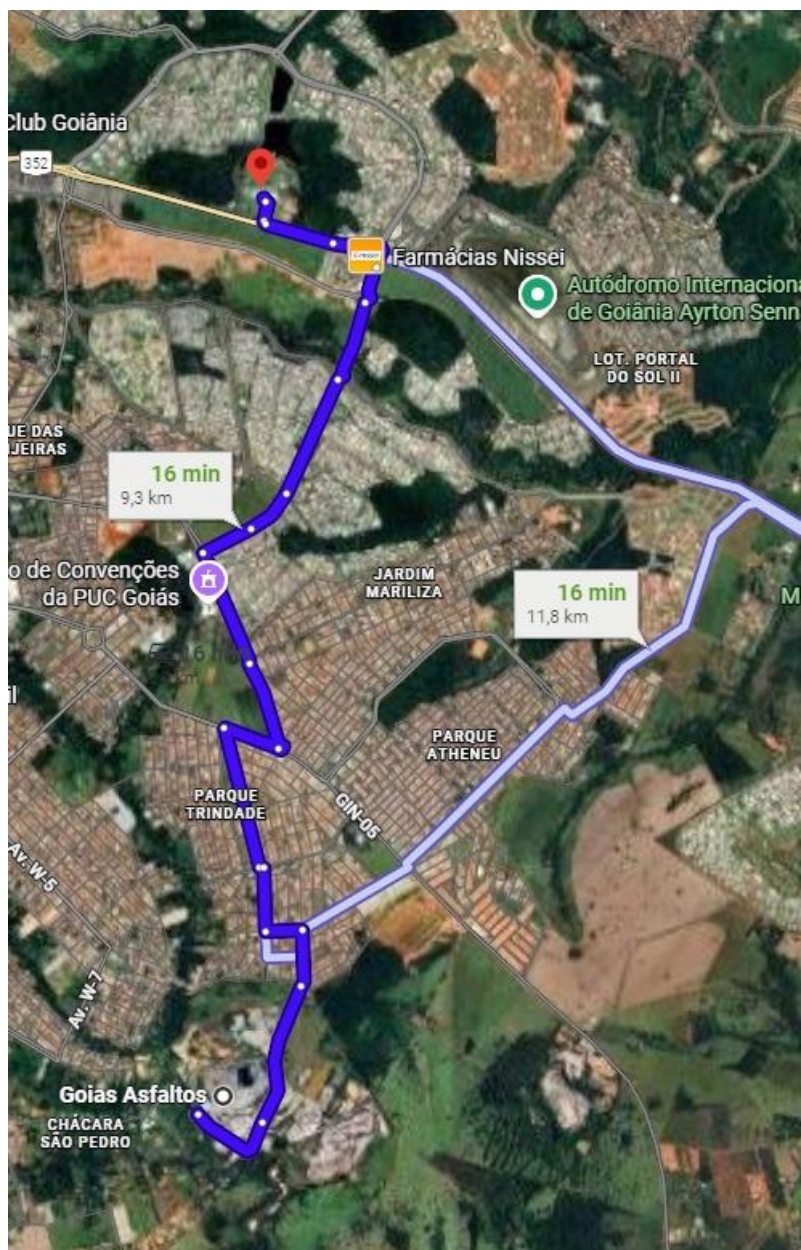
Conforme exposto do Anexo 3B – Estudos Geotécnicos, os materiais ensaiados possuem características adequadas para a reutilização de forma reciclada para recomposição do aterro e execução da Sub-Base.

A Figura XX apresenta a pedreira mais próxima do local de intervenção, onde poderá ser adquirido a Brita Graduada Simples (BGS) para composição da base e a Usinagem de Concreto Asfáltico.

Quanto à camada de rolamento, esta deverá ser executada em duas etapas de 4,5 cm cada: a primeira composta por Concreto Asfáltico Faixa B (Binder) e a camada final por Concreto Asfáltico Faixa C (Rolamento).

A Figura 10 apresenta a usina de produção de asfalto mais próxima da área de intervenção.

Figura 08 - Localização da pedreira e usina de produção de asfalto.



9 ESTUDO HIDROLÓGICO E DRENAGEM

Para a concepção deste projeto, considerou-se o sistema de drenagem existente no entorno da rodovia, o qual já atende adequadamente à precipitação característica da região, com vazões controladas por meio de sarjetas e descidas d'água.

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*”. Assim, adotou-se os parâmetros da região de Goiânia.

Equação geral:

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

Em que:

i = intensidade da chuva (mm/h);

T = tempo de retorno (Anos);

t = duração da precipitação (Minutos); e

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

Parâmetros adotados:

a = 903,0;

b = 0,1970;

c = 13,8; e

d = 0,7682.

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 5 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 130,18 mm/h.

Como a intervenção proposta é de pequena magnitude, apenas 2.406,52, sendo que maior parte dessa área já está impermeabilizada devido ao acostamento, optou-se pela execução de meio-fio ao longo da extensão da obra, interligado à rede de drenagem existente. Dessa forma, o escoamento superficial será direcionado para as descidas já implantadas, que possuem declividade suficiente para garantir a adequada condução das águas pluviais, mesmo em eventos de chuva mais intensa.

9.1 DIMENSIONAMENTO DO MEIO FIO COM SARJETA

O comprimento crítico é determinado a partir do cálculo da capacidade hidráulica do meio-fio, considerando uma lâmina d'água sobre a pista. Adota-se, em geral, o limite de 1,0 m de largura de lâmina para evitar desconforto aos usuários. Nesse caso, a capacidade hidráulica é calculada em função da declividade longitudinal do greide, de modo que a lâmina de 1,0 m na pista corresponda a uma altura aproximada de 3 cm junto ao meio-fio. Ao atingir esse limite, prevê-se a implantação de descidas d'água, que têm a função de eliminar a lâmina acumulada no meio-fio, restabelecendo sua capacidade de escoamento.

O cálculo da vazão admissível é realizado pela equação de Manning, a qual pode ser consultada no livro “Manual de Hidráulica”, de Azevedo Netto. A referida equação é apresentada a seguir:

$$Q = \frac{A}{n} * R^{2/3} * I^{1/2}$$

Em que:

A – Área molhada disponível para escoamento (considerando 1 m de lâmina d'água);

R – Raio hidráulico (considerando 1 m de lâmina d'água);

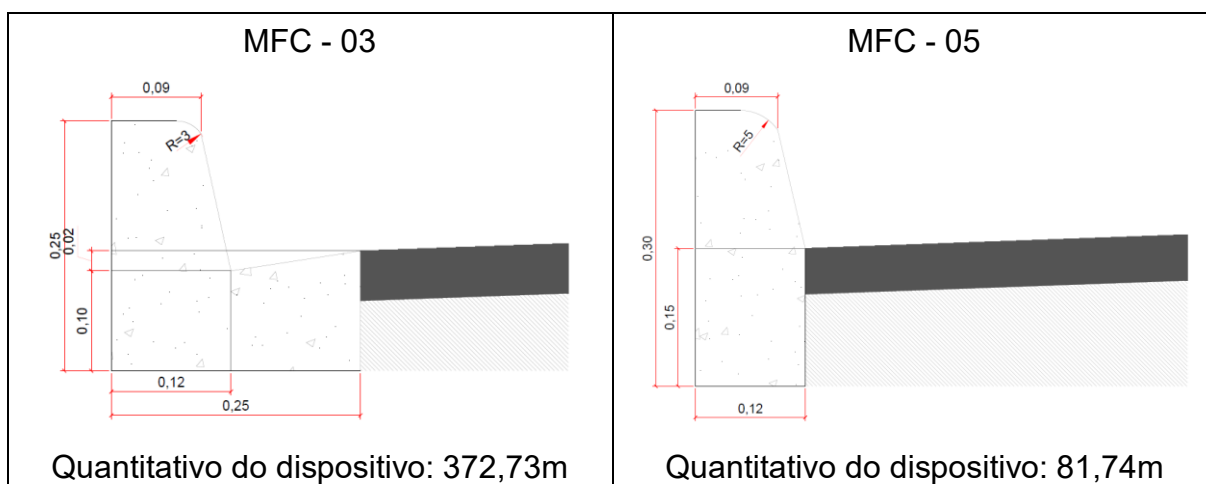
I = declividade longitudinal do greide (variável); e

n = coeficiente de rugosidade (concreto = 0,014).

Tabela 22 – Definição da vazão admissível e comprimento crítico

NOME DO TRECHO	Declividade Longitudinal (m/m)	H no meio fio (m)	Vazão Adm. Calc. (m³/s)	Comprimento Crítico (m)
Faixa de Aceleração	0.0015	0.15	0.034	84.512
Faixa de Desaceleração	0.0024	0.15	0.043	106.901

O cálculo da vazão admissível foi realizado para as faixas de aceleração, desaceleração, e para a baia de parada de ônibus, onde adotou-se um fator de redução de modo a aproximar a capacidade de escoamento às condições reais de funcionamento do sistema.



10 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

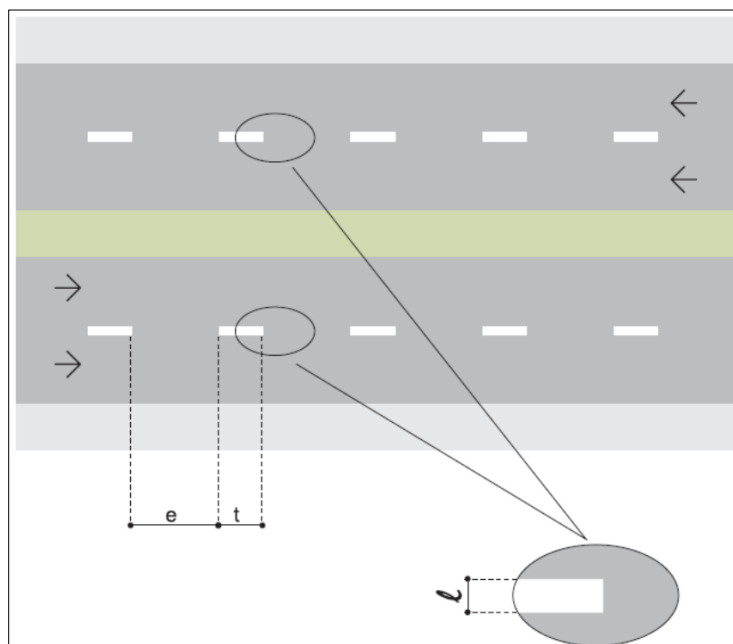
Este projeto segue as recomendações do Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (IPR 743/2010) e dos Manuais de Sinalização de Trânsito do CONTRAN (2022), contemplando todos os elementos necessários para promover a segurança e a organização do tráfego, em conformidade com as normas técnicas e a legislação vigente.

10.1 PROJETO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir informações aos condutores e pedestres, permitindo sua percepção e compreensão sem desviar a atenção do leito da via. Ela será composta por marcas longitudinais, marcas transversais e inscrições no pavimento, complementadas por dispositivos auxiliares de segurança viária.

Considerando que o trecho em estudo é uma rodovia de pista dupla, com três faixas de rolamento por sentido de circulação, será utilizada a Linha de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido (LMS), na cor branca, com espessura de 15 cm. Como neste trecho é permitida alternar entre as faixas de rolamento, será adotada a Linha Simples Seccionada (LMS-2), com cadência 1:2.

Figura 11 - Linha simples seccionada (LMS-2)



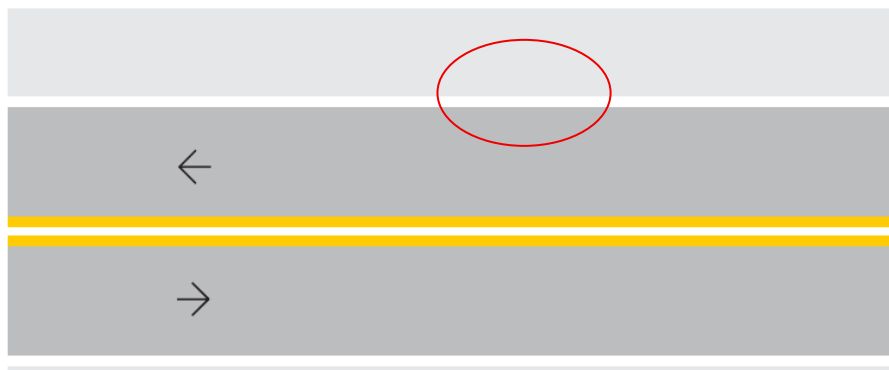
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV .
Tabela 23 - Definição de cadência para linhas seccionadas

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

A Linha de Borda (LBO) delimita, através de linha contínua, os limites laterais da pista destinada ao deslocamento dos veículos. Considerando a velocidade regulamentada nesse trecho é de 80 Km/h, adotou-se a largura de 0,15m.

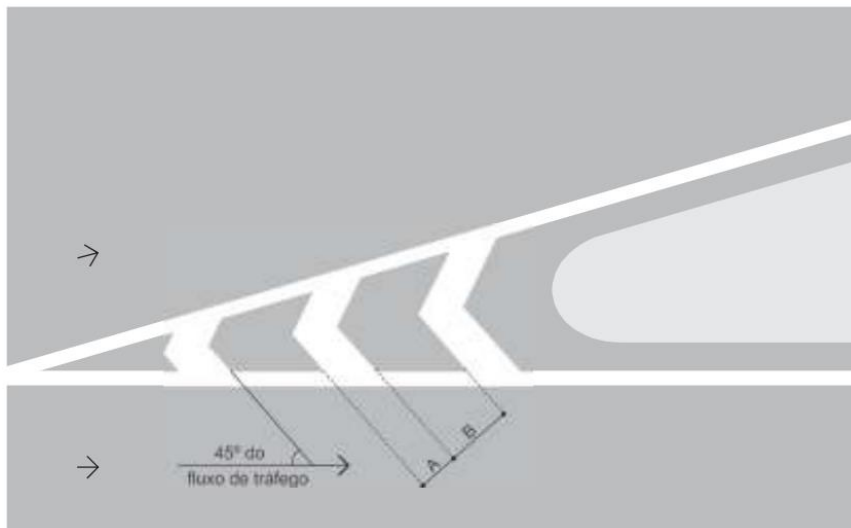
Figura 12 - Linha de bordo (LBO)



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

As marcas de canalização foram aplicadas para orientar e regulamentar o fluxo de veículos nas proximidades da ilha, que tem a função de disciplinar a entrada e saída dos veículos de forma independente, evitando pontos de conflito. Assim, utilizaram-se linhas de canalização para preencher a Zona de Pavimento Não Utilizável (ZPA), na cor branca. O padrão de execução, considerando as dimensões aplicáveis, estão especificados na Tabela 20.

Figura 13 - Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA)



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

Tabela 24 - Dimensões para ZPA.

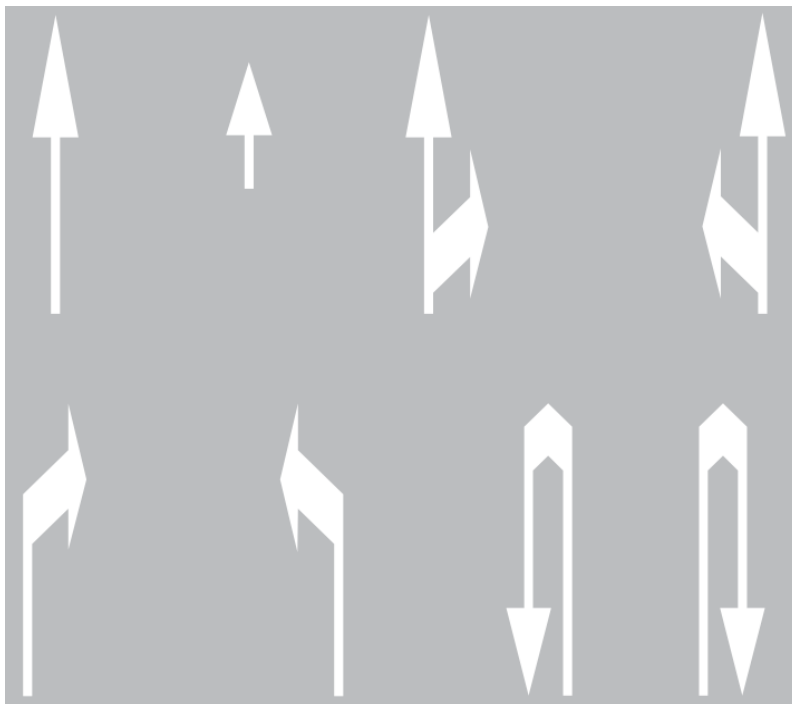
DIMENSÕES	CIRCULAÇÃO	ÁREA DE PROTEÇÃO DE ESTACIONAMENTO
Largura da linha interna A	mínima 0,30 m	mínima 0,10 m
	máxima 0,50 m	máxima 0,40 m
Distância entre linhas B	mínima 1,10 m	mínima 0,30 m
	máxima 3,50 m	máxima 0,60 m

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

Foram aplicadas inscrições no pavimento (legendas) com o objetivo de aprimorar a percepção do condutor e orientar o fluxo de tráfego na aproximação do acesso. Essas legendas desempenham um papel importante na sinalização horizontal, pois transmitem mensagens claras sobre restrições, direções, faixas específicas ou prioridades de passagem, auxiliando na tomada de decisão do motorista de forma rápida e segura.

A pintura de setas indicativas de mudança de faixa no pavimento é utilizada em locais com faixas destinadas a movimentos específicos, com o objetivo de orientar corretamente os condutores e evitar mudanças bruscas de trajetória que possam comprometer a segurança viária. Para o trecho em estudo, foram adotadas setas indicativas de posicionamento (PEM), a serem implantadas na cor branca, com comprimento de 5 m.

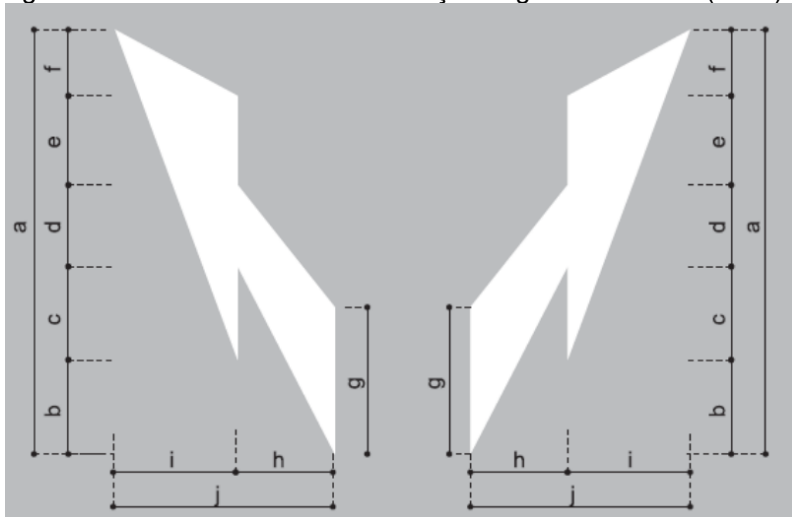
Figura 14 - Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de



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

Adotou-se também seta indicativa de mudança obrigatória de faixa (MOF) na faixa de aceleração indicando a mudança de faixa para os veículos que desejam retornar a faixa principal de circulação. A serem implantadas na cor branca, com 5m de comprimento.

Figura 15 - Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa (MOF) ..

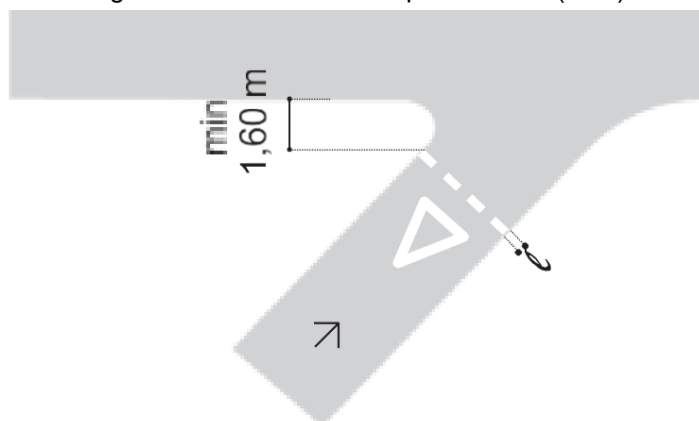


Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN: Volume IV

Foi prevista a sinalização de advertência no pavimento para alertar os condutores quanto a obrigação de ceder passagem aos veículos que circulam pela

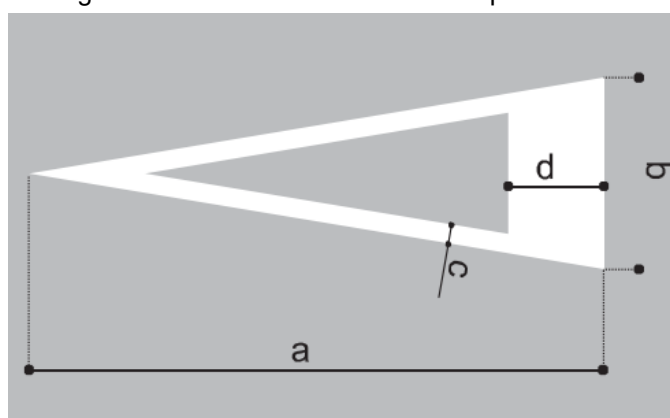
faixa principal da rodovia. Para isso, utilizou-se o símbolo “Dê a Preferência” (SIP), acompanhado da Linha de Dê a Preferência (LDP), que delimita o local onde o veículo deve parar. A LDP deve ser posicionada a uma distância mínima de 1,60 m em relação ao alinhamento com a pista transversal, com traços e espaçamentos de 0,50 m e largura mínima de 0,20 m.

Figura 16 - Linha de “Dê a preferência” (LDP)



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

Figura 17 - Símbolo Indicativo “Dê a preferência”



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

Tabela 25 - Dimensões adotadas para SIP.

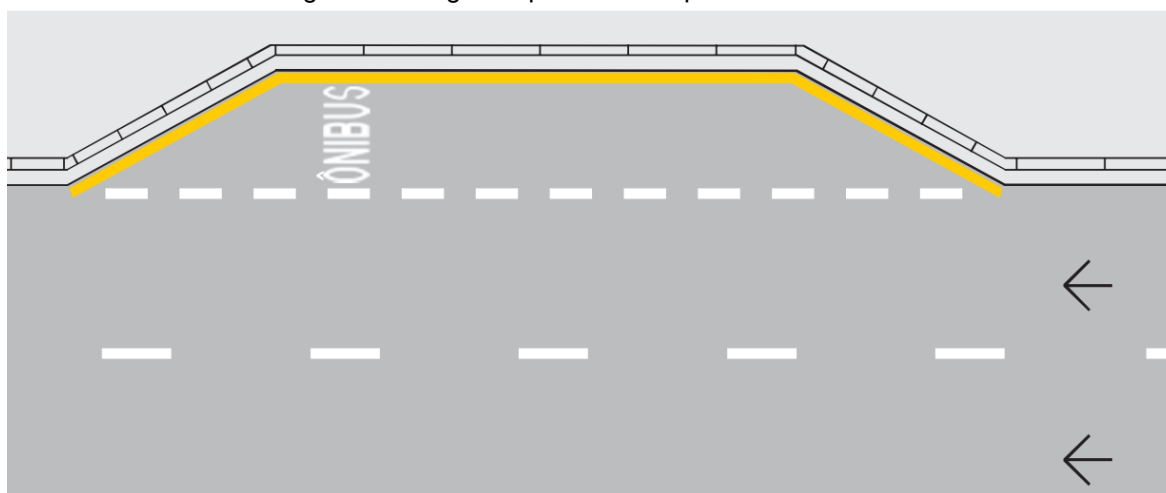
VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h)	DIMENSÕES (m)			
	a	b	c	d
$v \leq 60$	3,60	1,20	0,20	0,55
$v > 60$	6,00	2,00	0,30	1,00

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

Por fim, a sinalização horizontal da baia de parada de ônibus será composta

por uma Marca Delimitadora de Parada de Veículos Específicos (MVE) ao longo de toda a sua extensão, contornando o limite interno da baía e separada das demais faixas de rolamento por linha tracejada. Além disso, será aplicada a legenda “ÔNIBUS”, indicando o veículo ao qual a baía é destinada e reforçando que o espaço é reservado para embarque e desembarque de passageiros.

Figura 18 - Legenda para baía de parada de veículo.



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

Tabela 26 - 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

10.1.1 Materiais adotados

Os serviços de sinalização horizontal previstos neste projeto incluem demarcações, como marcas longitudinais, transversais, de canalização, de delimitação e inscrições no pavimento, 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 23, sendo estabelecido o Nível 0, considerando que o trecho da rodovia está situado no perímetro urbano de Anápolis.

Tabela 27 - 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 28- 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

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 29 - 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

10.2 PROJETO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical tem a função de transmitir informações essenciais aos 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. Para este acesso, foram considerados os aspectos como posicionamento, altura, legibilidade, retrorefletividade e dimensionamento adequado conforme os critérios técnicos estabelecidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN).

10.2.1 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:	Retangular:
Lado = 0,80 m; Fundo = amarelo; Símbolo e orla = preta;	Dimensão do placa = 2,00 X 1,00m; Fundo = amarelo; Legenda e orla = preta;

10.2.2 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 (80km/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:

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

10.2.3 Informativas/ Indicativas

A sinalização vertical de indicação consiste em um conjunto de placas destinadas a identificar vias e pontos de interesse, além de orientar condutores e pedestres quanto a percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços e atrativos turísticos. Também pode desempenhar função educativa, contribuindo para a correta utilização da via.

As placas de identificação de entrada e saída de veículos têm como objetivo orientar os usuários nas aproximações do acesso, fornecendo informações para a correta tomada de decisão. Adotou-se fundo amarelo com legendas na cor preta. As placas possuem 2,00 m de largura por 1,00 m de altura e devem ser instaladas em dois suportes poliméricos.

10.2.4 Materiais adotados na sinalização vertical

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 30 - 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.

10.3 TACHAS E TACHÕES

Deverão ser utilizadas tachas e tachões monodirecionais, indicados para vias de sentido único de circulação, com a finalidade de reforçar a sinalização horizontal por meio de elementos retrorrefletivos. Esses dispositivos aumentam a visibilidade noturna e em condições adversas de luminosidade, além de contribuir para a redução de velocidade e a canalização do tráfego.

As tachas monodirecionais brancas serão aplicadas ao longo das linhas de borda direita e esquerda, bem como nas linhas longitudinais que separam as faixas de rolamento da rodovia. Já os tachões amarelos serão instalados na Zona de Pavimento Não Utilizável (ZPA), próxima à ilha verde, reforçando a segregação entre o fluxo da pista principal e o do acesso.

Esses elementos 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 31 - 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 32 – Dispositivos auxiliares adotados no projeto

Tacha Monodirecional Tipo II - Branca
Tachão Monodirecional Tipo II – Branco



11 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 e a IPR 738 - DNIT.

É essencial um planejamento adequado e uma sinalização específica que advirta os condutores com antecedência, regulamente a velocidade, canalize o fluxo de forma ordenada e forneça informações claras e padronizadas, garantindo o controle seguro do tráfego durante as intervenções.

Durante a execução das obras de implantação do acesso na GO-020, deverá ser implantada uma área de pré-sinalização, destinada a advertir os condutores sobre a existência de intervenções à frente e as possíveis alterações nas condições de tráfego. Nessa área, serão instaladas placas de advertência do tipo Homens Trabalhando (A-24), placas de mensagem complementar indicando a distância e o término dos trechos em obras, além de placas de regulamentação de velocidade (R-19), visando orientar o comportamento dos motoristas e garantir a segurança na aproximação do local.

A extensão da área de pré-sinalização varia conforme o tipo de intervenção. Para este caso, será de 500 m, considerando que as obras ocorrerão sobre o acostamento, e de 100 m para intervenções fora do acostamento.

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, garantindo resistência, durabilidade e visibilidade adequadas. Ao término da obra, todas as placas temporárias deverão ser retiradas, restabelecendo a sinalização permanente da via.



12 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 51 (Quarenta e oito) páginas, incluindo esta, numeradas em ordem sequencial crescente, no qual se destina a elaboração de projeto executivo de engenharia para construção de acesso de veículos na rodovia GO-020, em Goiânia-GO. Este documento refere-se à revisão 00 e está detalhado no quadro abaixo para melhor conferência dos trabalhos.

Revisão	Data	Observação
00	29/10/2025	Emissão Inicial

Goiânia/GO, Outubro de 2025.