ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA VIADUTOS E ALÇAS DE ACESSO NA INTERSEÇÃO GO-020/GO-536

Rodovia: GO-020/GO-536

Trecho: Entr. GO-020/GO-536 (p/ Senador Canedo)

Extensão Viadutos: 50m (2x)

Extensão Ramos: 2,54 Km

SRE: 536EGO0020

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

MARÇO / 2023

ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA VIADUTOS E ALÇAS DE ACESSO NA INTERSEÇÃO GO-020/GO-536

Rodovia: GO-020/GO-536

Trecho: Entr. GO-020/GO-536 (p/ Senador Canedo)

Extensão Viadutos: 50m (2x)

Extensão Ramos: 2,54 Km

SRE: 536EGO0020

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Elaboração: Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda

CONTRATO:
OPUS

MARÇO / 2023

ÍNDICE

1 APRESENTAÇÃO _____ |1.0|

1.1 INTRODUÇÃO _____ |1.0| 1
1.2 COMPOSIÇÃO DO VOLUME 1 RELATÓRIO DO PROJETO _____ |1.0| 1
1.3 MAPA DE LOCALIZAÇÃO, DIVISÃO MUNICIPAL E DISTÂNCIA DA CAPITAL AO TRECHO _____ |1.0| 3
1.4 A.R.T. _____ |1.0| 6
1.5 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE _____ |1.0| 9

2 ESTUDOS_____ |2.0|

2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS_____|2.1|
2.1.1 GENERALIDADES_____ |2.1| 1
2.1.2 METODOLOGIA _____ |2.1| 1
2.1.3 RESULTADOS OBTIDOS_____ |2.1| 4
2.1.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |2.1| 9

2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS _____|2.2|
2.2.1 GENERALIDADES_____ |2.2| 1
2.2.2 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL_____ |2.2| 1
2.2.3 METODOLOGIA_____ |2.2| 8
2.2.4 RESULTADOS OBTIDOS_____ |2.2| 20
2.2.5 APRESENTAÇÃO RESULTADOS _____ |2.2| 26

2.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS _____|2.3|
2.3.1 INTRODUÇÃO _____ |2.3| 1
2.3.2 METODOLOGIA_____ |2.3| 1
2.3.3 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO _____ |2.3| 1
2.3.4 RESULTADOS OBTIDOS_____ |2.3| 7
2.3.5 CONCLUSÕES _____ |2.3| 18

2.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS _____|2.4|
2.4.1 GENERALIDADES_____ |2.4| 1
2.4.2 METODOLOGIA_____ |2.4| 2
2.4.3 RESULTADOS OBTIDOS_____ |2.4| 10
2.4.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |2.4| 59

2.5 ESTUDOS DE TRÁFEGO _____|2.5|
2.5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS _____ |2.5| 1
2.5.2 ÁREA DE ESTUDO_____ |2.5| 1
2.5.3 PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE TRÁFEGO _____ |2.5| 16
2.5.4 METODOLOGIA _____ |2.5| 16
2.5.5 RESULTADOS OBTIDOS _____ |2.5| 26
2.5.6 CÁLCULO DO NÚMEOR N_____ |2.5| 35

2.6 ESTUDOS AMBIENTAIS _____|2.6|
2.6.1 INTRODUÇÃO _____ |2.6| 1
2.6.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO _____ |2.6| 1
2.6.3 PRINCIPAIS IMPACTOS _____ |2.6| 2

3 PROJETOS _____ |3.0|

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO _____ |3.1|

3.1.1 GENERALIDADES _____ |3.1| 1
3.1.2 METODOLOGIA _____ |3.1| 2
3.1.3 RESULTADOS OBTIDOS _____ |3.1| 7
3.1.4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO GEOMÉTRICO _____ |3.1| 7

3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM _____ |3.2|

3.2.1 GENERALIDADES _____ |3.2| 1
3.2.2 METODOLOGIA _____ |3.2| 1
3.2.3 RESULTADOS OBTIDOS _____ |3.2| 7
3.2.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |3.2| 13

3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO _____ |3.3|

3.3.1 GENERALIDADES _____ |3.3| 1
3.3.2 METODOLOGIA _____ |3.3| 7
3.3.3 RESULTADOS OBTIDOS _____ |3.3| 14
3.3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |3.3| 38

3.4 PROJETO DE DRENAGEM E DE OBRAS DE ARTE CORRENTE _____ |3.4|

3.4.1 OBJETIVOS _____ |3.4| 1
3.4.2 METODOLOGIA _____ |3.4| 1
3.4.3 DRENAGEM SUPERFICIAL _____ |3.4| 1
3.4.4 DRENAGEM PROFUNDA _____ |3.4| 11
3.4.5 OBRAS CONTRA EROSÃO _____ |3.4| 16
3.4.6 BUEIROS DE GREIDE _____ |3.4| 16
3.4.7 PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES _____ |3.4| 16
3.4.8 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |3.4| 19

3.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES _____ |3.5|

3.5.1 INTRODUÇÃO _____ |3.5| 1
3.5.2 PROJETO DE DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA _____ |3.5| 1
3.5.3 PROJETO DE CERCAS _____ |3.5| 2
3.5.4 REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DE POSTES _____ |3.5| 3

3.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO _____ |3.6|

3.6.1 GENERALIDADES _____ |3.6| 1
3.6.2 METODOLOGIA _____ |3.6| 1
3.6.3 RESULTADOS OBTIDOS _____ |3.6| 6
3.6.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |3.6| 8

3.7 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS _____ |3.7|

3.7.1 GENERALIDADES _____ |3.7| 1
3.7.2 METODOLOGIA _____ |3.7| 1
3.7.3 RESULTADOS OBTIDOS _____ |3.7| 1
3.7.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |3.7| 5

3.8 PROJETO DE INTERSEÇÕES _____ |3.8|

3.8.1 GENERALIDADES _____ |3.8| 1
3.8.2 LOCALIZAÇÃO DAS INTERSEÇÕES _____ |3.8| 1
3.8.3 METODOLOGIA _____ |3.8| 1
3.8.4 RESULTADOS OBTIDOS _____ |3.8| 18

3.8.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E DRENAGEM DAS INTERSEÇÕES _____ |3.8| 19
3.8.6 APRESENTAÇÃO _____ |3.8| 19

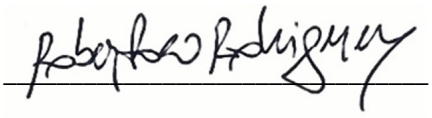
3.9 PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL _____ |3.9|
3.9.1 GENERALIDADES _____ |3.9| 1
3.9.2 PRINCIPAIS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL _____ |3.9| 1
3.9.3 PROJETO DE PROTEÇÃO VEGETAL _____ |3.9| 7
3.9.4 MEDIDAS DE REABILITAÇÃO _____ |3.9| 8
3.9.5 OPERAÇÃO DE MANUTENÇÃO _____ |3.9| 8
3.9.6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS _____ |3.9| 9

3.10 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO _____ |3.10|
3.10.1 INTRODUÇÃO _____ |3.10| 1
3.10.2 METODOLOGIA ADOTADA _____ |3.10| 1
3.10.3 PESQUISA DE MERCADO _____ |3.10| 2
3.10.4 CONSIDERAÇÕES _____ |3.10| 2
3.10.5 RELAÇÃO DAS ÁREAS _____ |3.10| 2
3.10.6 FICHAS E MEMORIAL _____ |3.10| 2
3.10.7 MAPAS DAS PROPRIEDADES RURAIS INTERCEPTADAS _____ |3.10| 2

4 QUANTITATIVOS _____ |4.0|
4.1 PLANILHA DE QUANTITATIVOS _____ |4.0| 2

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICÁVEIS _____ |5.0|
5.1 GENERALIDADES _____ |5.0| 2
5.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS _____ |5.0| 2

Goiânia, 20 de março de 2023



Latitude Engenharia e Tecnologia

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

A empresa **LATITUDE Engenharia e Tecnologia Ltda.** apresenta o Volume 1 - Relatório do Projeto, do **Projeto Executivo dos Viadutos e Ramos** do seguinte local:

Rodovia:	GO-020 / GO-536	
Trecho:	Entr. GO-020 / Entr. Av. PROGRESSO (Senador Canedo)	
Extensão Viaduto:	50 m (x2)	Extensão ramos: 2,54 Km
SRE:	536EGO0020	

O Sistema Rodoviário Estadual da GO-536 neste segmento está detalhado conforme tabela a seguir:

GO	S.R.E	Início	Fim	Km_inicial	Km_Final	Extensão	Situação	Jurisdição	Classe
GO-536	536EGO0020	Fim duplicação	Entr. BR-352/GO-020	1,04	7,79	6,75	PAV	Estadual	Ligações

O projeto dos Viadutos e Ramos é parte integrante do Projeto de Duplicação da GO-536, no segmento SRE536EGO0020, e está sendo apresentado para viabilizar a licitação destas obras em separado. A extensão final dos ramos projetados para os viadutos foi de 2,54 Km.

A GO-536 no trecho em projeto é rota de acesso ao município de Senador Canedo além de ser via de escoamento das indústrias e do terminal de armazenamento e distribuição de óleo diesel, gasolina, gás e derivados (Petrobrás) localizadas às suas margens para as companhias distribuidoras. A duplicação e construção dos viadutos trarão mais rapidez e segurança para os usuários.

O Projeto Executivo é composto pelos seguintes documentos:

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO: Este Relatório constitui a síntese do projeto, tendo a finalidade demonstrar as metodologias e considerações adotadas, bem como fornece todas as informações necessárias à licitação da obra.

VOLUME 2 - PROJETOS EXECUTIVOS: Tem por objetivo apresentar as plantas e detalhes necessários à perfeita compreensão dos serviços a executar.

VOLUME 3A - NOTAS DE SERVIÇO E VOLUME DE TERRAPLENAGEM: Onde são apresentadas as Notas de Serviço e os Cálculos dos Volumes referentes aos serviços de Terraplenagem.

VOLUME 3B - ESTUDOS GEOTÉCNICOS: Onde são apresentados os Boletins de Sondagem e os Resultados dos Ensaios realizados com os materiais do subleito, dos cortes, dos empréstimos e das ocorrências de materiais para pavimentação.

VOLUME 3E – MEMORIAL DE CÁLCULOS ESTRUTURAIS: Onde são apresentadas as memórias de cálculo das obras de arte especiais.

VOLUME 4 – ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO: Onde são apresentados o orçamento, o cronograma físico-financeiro e o plano de trabalho.

VOLUME 6 – DESAPROPRIAÇÃO: Onde são apresentados o projeto de desapropriação contendo esquema geral das áreas e benfeitorias a serem desapropriadas, bem como os valores das desapropriações e cadastro individual dos proprietários.

1.2 COMPOSIÇÃO DO VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

O Volume 1 – Relatório do Projeto compõe-se de cinco capítulos:

1. Apresentação; 2. Estudos; 3.Projetos; 4.Quantitativos; 5.Especificações dos Serviços.

1.2.1. Estudos

Nos estudos são descritas as metodologias utilizadas como discriminados resumidamente a seguir.

Estudos de Traçado e Topográficos: Objetiva elaborar o modelo digital do terreno permitindo a definição da geometria da rodovia e fornecendo os elementos topográficos necessários à elaboração dos estudos, anteprojetos e projetos que compõe o projeto da rodovia em questão.

Estudos Hidrológicos: Tiveram por objetivo a determinação dos elementos necessários ao Projeto de Drenagem. Com base nos dados coletados, foram determinados os parâmetros referentes a pluviometria, clima, tempo de concentração e intensidade de chuva de projeto.

Estudos Geotécnicos: Objetiva elaborar, com auxílio do Estudo Geológico e através de sondagens e ensaios, a perfeita caracterização e qualificação dos materiais a serem movimentados, definindo os que serão utilizados na estrutura do pavimento.

Estudos de Tráfego: Em face de sua importância na análise de viabilidade da rodovia e no projeto de pavimentação, proporcionou a obtenção dos volumes e a classificação dos tráfegos ocorrido, atual e futuro, a máxima precisão possível.

Estudos Geológicos: Compreenderam a caracterização da região atravessada pela rodovia, sob o ponto de vista geomorfológico e pedológico.

Estudo Ambiental: coletar os dados relevantes sobre o meio ambiente na região e delimitar as áreas com restrições ao traçado da diretriz, que possam influenciar a viabilidade ambiental.

1.2.2. Projetos

O escopo de cada Projeto é definido nas instruções de serviços correspondentes. Nos respectivos capítulos são descritas as metodologias utilizadas e os resultados obtidos:

Projeto Geométrico: O Projeto Geométrico constitui, talvez, a parte mais importante do conjunto de atividades necessárias ao desenvolvimento de um Projeto de Estradas, pois este projeto define a localização da estrada em planta e perfil.

Projeto de Terraplenagem: No Projeto de Terraplenagem estuda-se em detalhe as consequências das definições tomadas no projeto geométrico no que diz respeito: à movimentação de terra necessária à implantação da estrada; à estabilização dos taludes de corte e aterro; às fundações dos aterros; às alterações nos movimentos das águas em decorrência do movimento de terra; à localização dos locais de empréstimos e bota-fora; à natureza dos terrenos terraplenados.

Os elementos do Projeto de Terraplenagem fornecem os subsídios necessários à determinação da origem e destino das massas, volumes parciais e totais de corte e aterro e volumes compensados transversalmente da pista nova, além dos locais de mudança de greide da pista existente.

Para suprir as necessidades referentes aos volumes de aterro não compensados, que ocorrem na maior parte do trecho, foram ainda determinadas as áreas de empréstimo lateral.

Projeto de Pavimentação: Dimensiona as estruturas e define os processos executivos do pavimento para a rodovia, indicando a solução mais apropriada, técnica e economicamente.

Projeto de Drenagem: Na fase de projeto são detalhados os elementos dos bueiros, drenagens superficial, subsuperficial e profunda, quando for o caso.

Este projeto é uma consequência das alterações ocorridas na topografia do terreno em decorrência da concepção do Projeto Geométrico e dos serviços previstos no Projeto de Terraplenagem. Sendo o Projeto de Drenagem uma decorrência do Projeto Geométrico, somente poder-se-á projetar os dispositivos de drenagem a partir de dados do Projeto Geométrico.

Projeto de Obras Complementares: Estão compreendidos, neste item, os serviços necessários à melhoria das condições de funcionamento e de proteção do corpo estradal e suas partes integrantes.

Projeto de Sinalização: A fim de garantir ao usuário as informações necessárias no curso de seu deslocamento, foi projetada a sinalização da rodovia, que compreende os seguintes tipos: Sinalização Vertical, Sinalização Horizontal e Sinalização de Segurança.

Projeto de Obras de Arte Especiais: Especifica localização e metodologia para bueiros celulares, pontes e viadutos.

Projeto de Interseções: Define e especifica os serviços constantes dos projetos geométricos das interseções, acessos e retornos.

Projeto de Proteção Ambiental: Consiste no detalhamento das medidas de proteção ambiental, tanto corretivas quanto preventivas indicadas nos *Estudos Ambientais*, objetivando a reabilitação/ recuperação do passivo ambiental e a execução das obras de forma ambientalmente correta.

1.2.3. Quantitativos

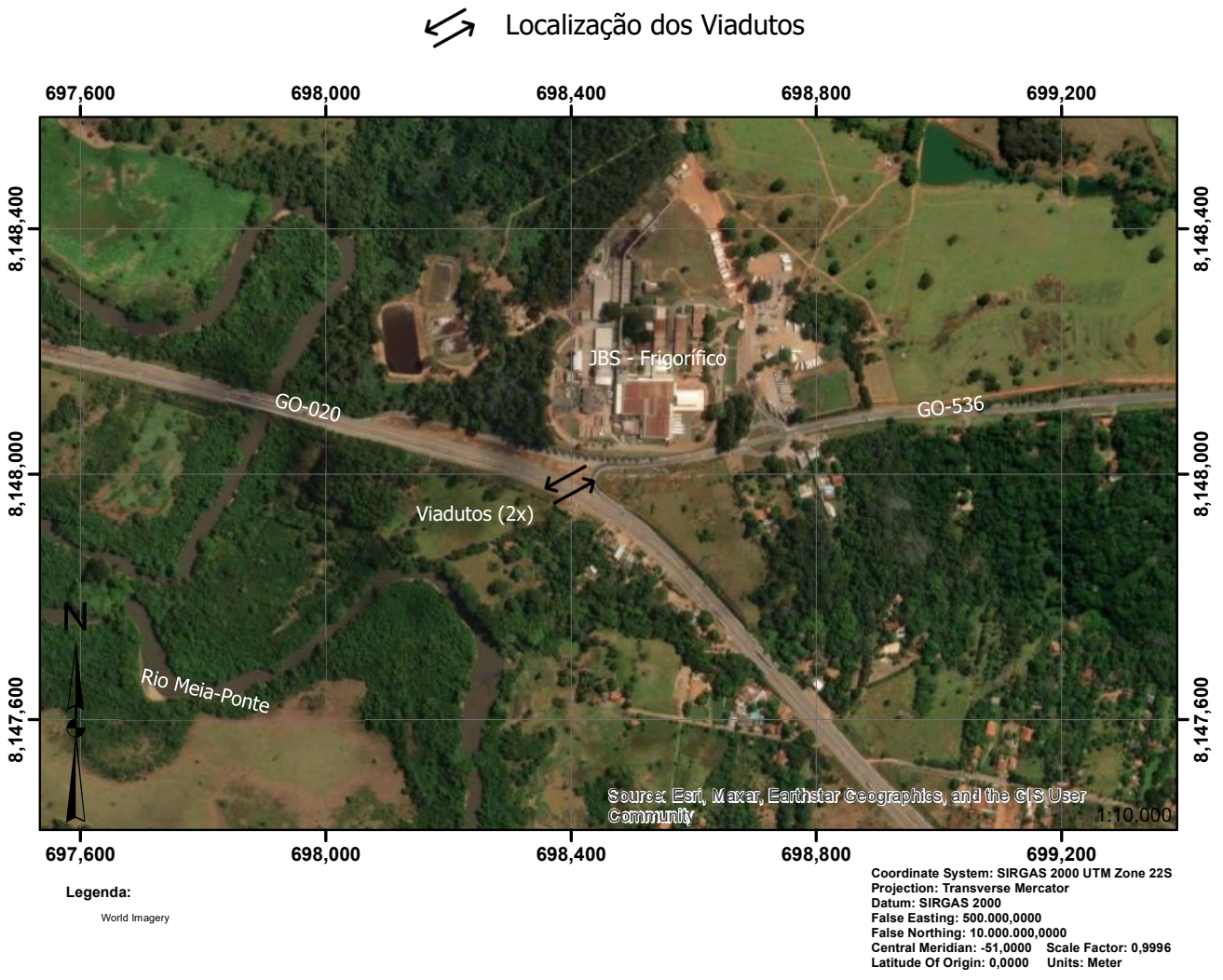
Neste capítulo são mostrados os as quantidades de serviços para a execução das obras.

1.2.4. Especificações dos Serviços

Neste capítulo são relacionadas as principais especificações que devem ser respeitadas durante o desenvolver dos serviços.

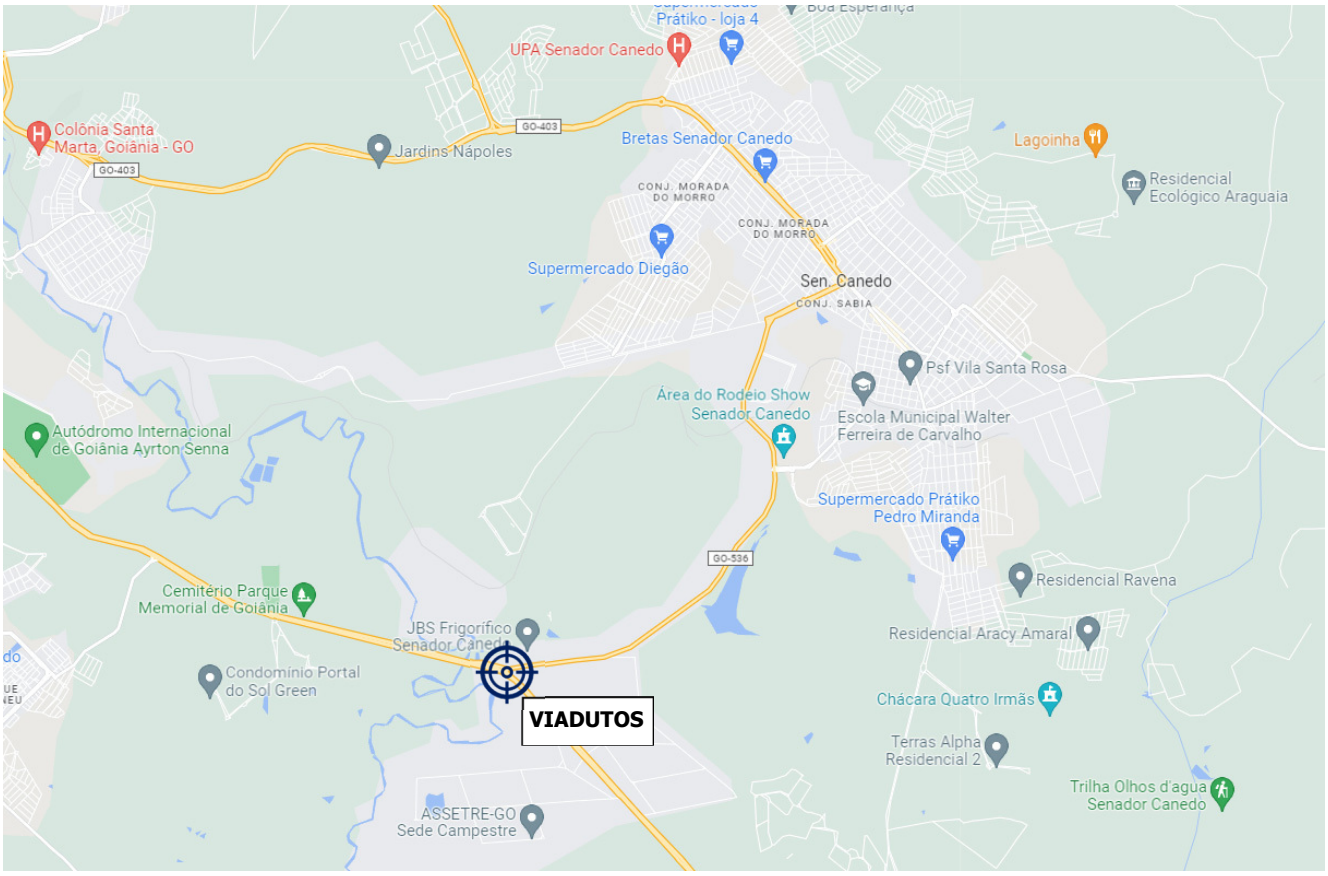
1.3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Os viadutos estão localizados no entroncamento da GO-020 com a GO-536, o local está dentro dos limites do município de Senador Canedo.



Coordenadas UTM

Mapa de Localização

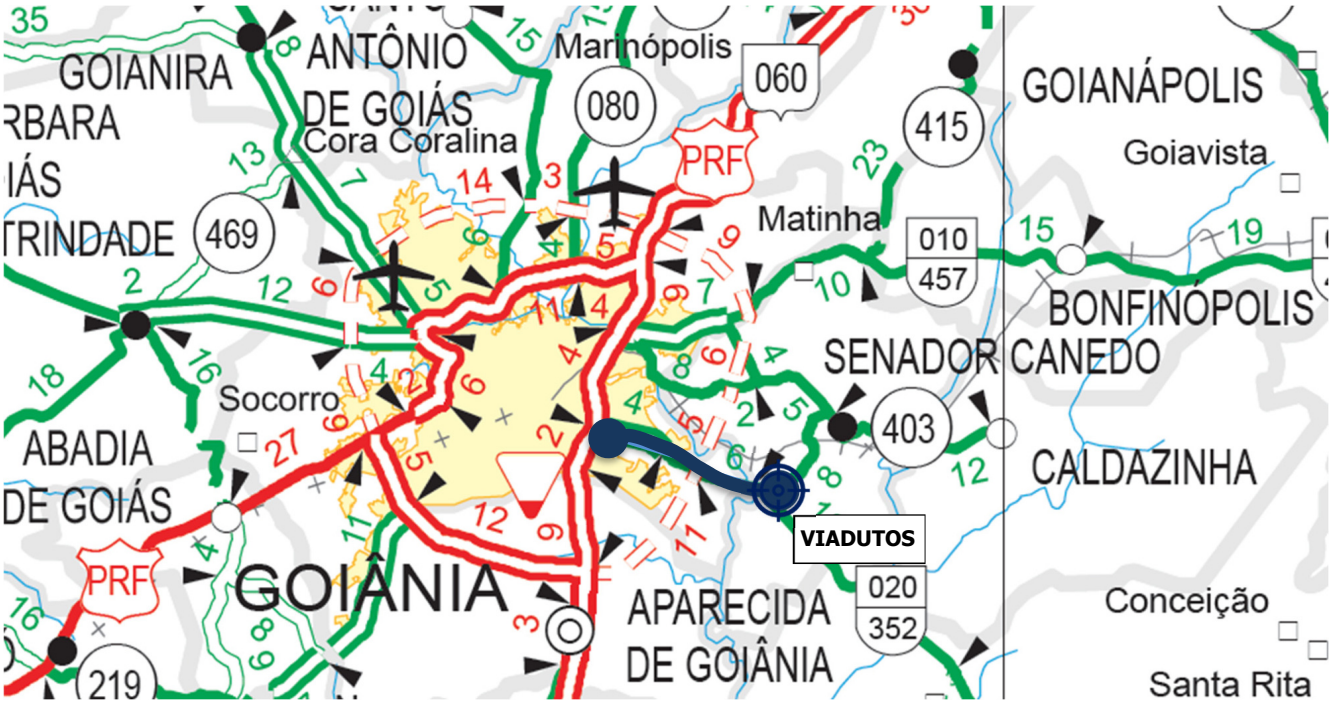


RODOVIA: GO-020xGO-536 ***TRECHO: ENTR. GO-020 / GO-536***

EXTENSÃO VIADUTOS: 50m ***EXTENSÃO RAMOS: 2,54 Km***

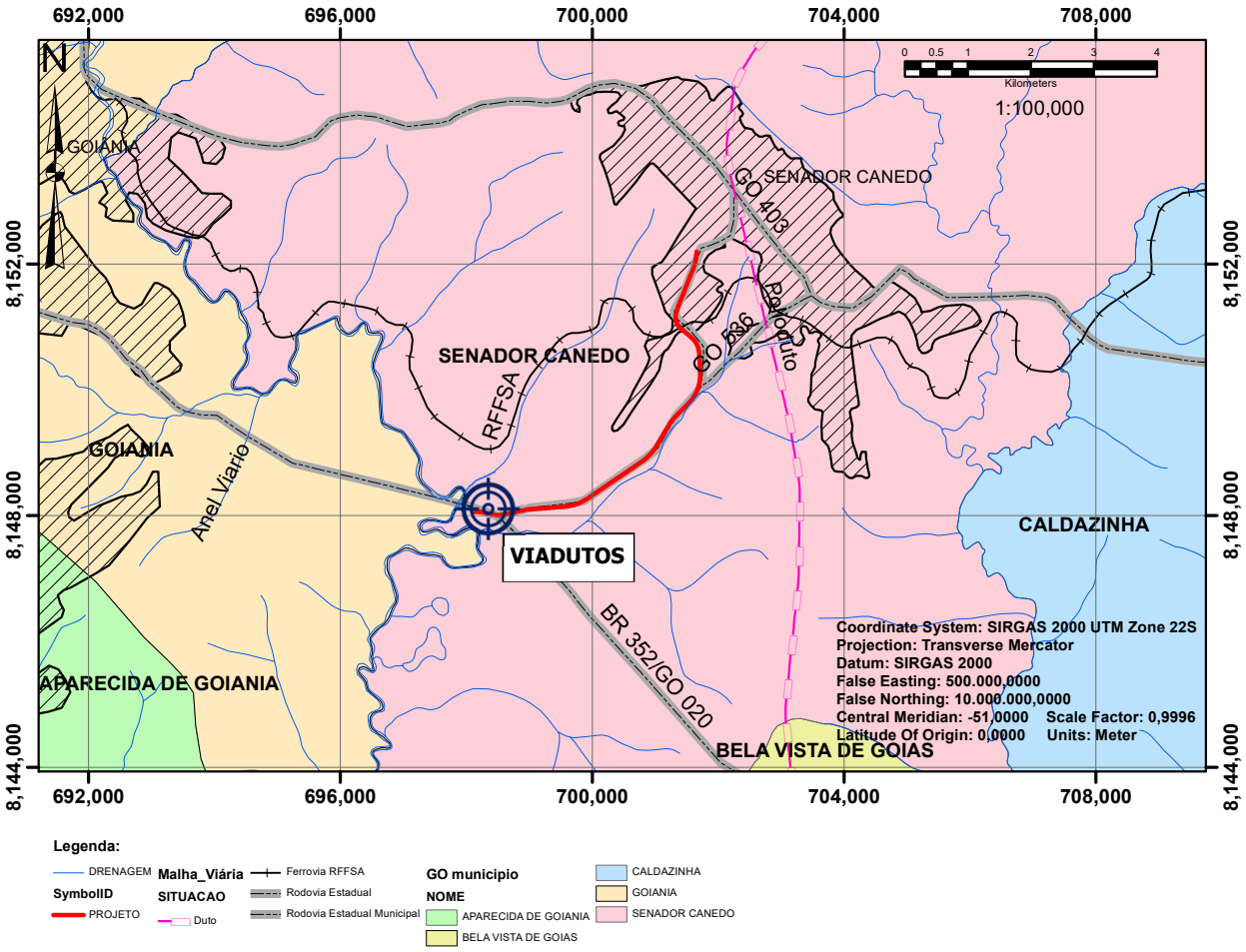
SRE: 536EGO0020

Distância à capital Goiânia-GO



Distância BR-153 / Entr. GO-020xGO-536 = 10,50 Km

MAPA DE DIVISÃO MUNICIPAL



1.4 – ART

Eng. Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues

10/10/2022 14:46 Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1025/2009

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020220252707

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Coautor à 1020220252112

1. Responsável Técnico

ROBERTO ARCESIO N. RODRIGUES RNP: **1003183840**
Título profissional: **Engenheiro Civil** Registro: **6599/D-GO**
Empresa contratada: **LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA - EPP - Registro CREA-GO: 10746**

2. Dados do Contrato

Contratante: **INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA** CPF/CNPJ: **42.238.090/0001-01**
Avenida T 10, Nº 208 Bairro: Setor Bueno CEP: 74223-060
Quadra: 102 Lote: 09-12 Complemento: SALA 2109 Cidade: Goiania-GO
E-Mail: alberto.neto@opus.inc Fone: (62)981130681
Contrato: SN Celebrado em: 22/04/2022 Valor Obra/Serviço R$: 523.500,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-536, Nº SN Bairro: RURAL CEP: 75250-000
Quadra: ND Lote: ND Complemento: Cidade: SENADOR CANEDO-GO
Data de Inicio: 22/04/2022 Previsão término: 30/11/2022 Coordenadas Geográficas: -16.6859374,-49.0914316
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário: **INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA** CPF/CNPJ: **42.238.090/0001-01**
E-Mail: Fone: (62) 981130681 Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Privado

4. Atividade Técnica

ATUACAO	Quantidade	Unidade
PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	7,00	QUILOMETROS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	103,22	METROS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇAÕ DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA A DUPLICAÇÃO DA GO-536, TRECHO: ENTR. AVENIDA PROGRESSO / ENTR. GO-020, COM 7,0 KM DE EXTENSÃO. VIADUTO ESCONSO EM PISTA DUPLA NO ENTRONCAMENTO DA GO-536 COM A GO-020, COM 103,22 METROS DE EXTENSÃO, O QUE CORRESPONDE A UMA ÁREA DE 1.011,56 M2. PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PELO PROJETO DE TERRAPLENAGEM, PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO, PROJETO DE SINALIZAÇÃO, PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES, ESTUDO E COMPONENTE AMBIENTAL E PELOS QUANTITATIVOS DA OBRA, DE ACORDO COM A DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE INSERIDA NO PROJETO.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

GYN, 10 de 10 de 22
Local Data

ROBERTO ARCESIO N. RODRIGUES - CPF: 520.093.001-49

INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA - CPF/CNPJ: 42.238.090/0001-01

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui	Não Possui
88,78	10/10/2022	R$ 88,78	28320690122250392	Registrada/OK		Livro de Ordem	CAT

https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form_impressao.php?NUMERO_DA_ART=1020220252707 1/1

Eng.ª Heloisa Alves Ferreira

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020220252708

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Coautor à 1020220252112

1. Responsável Técnico

HELOISA ALVES FERREIRA RNP: **1003183697**
Título profissional: **Engenheira Civil** Registro: **7027/D-GO**
Empresa contratada: **LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA - EPP - Registro CREA-GO: 10746**

2. Dados do Contrato

Contratante: **INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA** CPF/CNPJ: **42.238.090/0001-01**
Avenida T 10, Nº 208 Bairro: Setor Bueno CEP: 74223-060
Quadra: 102 Lote: 09-12 Complemento: SALA 2109 Cidade: Goiania-GO
E-Mail: alberto.neto@opus.inc Fone: (62)981130681
Contrato: SN Celebrado em: 22/04/2022 Valor Obra/Serviço R$: 523.500,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-536, Nº SN Bairro: RURAL CEP: 75250-000
Quadra: ND Lote: ND Complemento: Cidade: SENADOR CANEDO-GO
Data de Início: 22/04/2022 Previsão término: 30/11/2022 Coordenadas Geográficas: -16.6859374,-49.0914316
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário: **INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA** CPF/CNPJ: **42.238.090/0001-01**
E-Mail: Fone: (62) 981130681 Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Privado

4. Atividade Técnica

ATUACAO	Quantidade	Unidade
PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	7,00	QUILOMETROS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	103,22	METROS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇAÕ DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA A DUPLICAÇÃO DA GO-536, TRECHO: ENTR. AVENIDA PROGRESSO / ENTR. GO-020, COM 7,0 KM DE EXTENSÃO. VIADUTO ESCONSO EM PISTA DUPLA NO ENTRONCAMENTO DA GO-536 COM A GO-020, COM 103,22 METROS DE EXTENSÃO, O QUE CORRESPONDE A UMA ÁREA DE 1.011,56 M2. PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PELOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO, DE ACORDO COM A DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE INSERIDA NO PROJETO.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

GYN, 10 de 10 de 22
Local Data

Heloisa Alves Ferreira
HELOISA ALVES FERREIRA - CPF: 515.191.781-15

INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA - CPF/CNPJ: 42.238.090/0001-01

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
88,78	10/10/2022	R$ 88,78	28320690122250393	Registrada/OK			

André Marcos Nascimento Rodrigues

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020220252112

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES RNP: **1001461983**
Título profissional: **Engenheiro Civil** Registro: **5650/D-GO**
Empresa contratada: **LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA - EPP - Registro CREA-GO: 10746**

2. Dados do Contrato

Contratante: **INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA** CPF/CNPJ: **42.238.090/0001-01**
Avenida T 10, Nº 208 Bairro: Setor Bueno CEP: 74223-060
Quadra: 102 Lote: 09-12 Complemento: SALA 2109 Cidade: Goiania-GO
E-Mail: alberto.neto@opus.inc Fone: (62)981130681
Contrato: SN Celebrado em: 22/04/2022 Valor Obra/Serviço R$: 523.500,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-536, Nº SN Bairro: RURAL CEP: 75250-000
Quadra: ND Lote: ND Complemento: Cidade: SENADOR CANEDO-GO
Data de Inicio: 22/04/2022 Previsão término: 30/11/2022 Coordenadas Geográficas: -16.6859374,-49.0914316
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário: **INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA** CPF/CNPJ: **42.238.090/0001-01**
E-Mail: Fone: (62) 981130681 Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Privado

4. Atividade Técnica

ATUACAO	Quantidade	Unidade
PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	7,00	QUILOMETROS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	103,22	METROS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇAÕ DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA A DUPLICAÇÃO DA GO-536, TRECHO: ENTR. AVENIDA PROGRESSO / ENTR. GO-020, COM 7,0 KM DE EXTENSÃO. VIADUTO ESCONSO EM PISTA DUPLA NO ENTRONCAMENTO DA GO-536 COM A GO-020, COM 103,22 METROS DE EXTENSÃO, O QUE CORRESPONDE A UMA ÁREA DE 1.011,56 M2. PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS TOPOGRÁFICOS, ESTUDOS GEOTÉCNICOS, ESTUDOS HIDROLÓGICOS, ESTUDOS DE TRÁFEGO, PROJETO DE DRENAGEM E OAC, PROJETO DE OAE E PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO, DE ACORDO COM A DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE INSERIDA NO PROJETO.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

GYN, 10 de 10 de 22
Local Data

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES - CPF: 426.850.361-72

INCORPORAÇÃO OPUS 74 SPE LTDA - CPF/CNPJ: 42.238.090/0001-01

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
233,94	07/10/2022	R$ 233,94	28320690122249843	Registrada/OK			

1.5 – DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR **ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos..

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelos **ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**, R.T. da empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda., CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, declara que acompanhou todos os levantamentos topográficos para determinação e/ou restauração do eixo da rodovia apresentados nos Estudos Topográficos, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assume total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:16:21 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR **ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelos **ESTUDOS GEOTÉCNICOS**, R.T. da empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda. de CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, declara que acompanhou todos os trabalhos de investigação e ensaios de campo e de laboratório apresentados nos Estudos Geotécnicos, que essas investigações e ensaios foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:16:43 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR **ESTUDOS DE TRÁFEGO**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelos **ESTUDOS DE TRÁFEGO**, R.T. da empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda., CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, declara que acompanhou todas as pesquisas de contagem e de ocupação de tráfego apresentadas nos Estudos de Tráfego, que essas pesquisas foram realizadas obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IP) em vigor e que assume total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:17:07 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR **ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelos **ESTUDOS HIDROLÓGICOS**, R.T. da empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda. de CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, declara que acompanhou todos os levantamentos hidrológicos e cadastro dos dispositivos de drenagem existentes apresentados nos Estudos Hidrológicos, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:17:37 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR **QUANTITATIVOS**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

A Eng.ª Heloisa Alves Ferreira de CPF n.º 515.191.781-15 responsável pelos **QUANTITATIVOS**, e a empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, aqui representada pelo seu responsável técnico, o Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues, CREA Nº 6599/D, declaramos que calculamos e verificamos os itens de terraplenagem, pavimentação, drenagem superficial, drenagem profunda, obras de arte corrente, obras de arte especial, obras complementares, sinalização, proteção ambiental, administração, canteiro de obras e mobilização do projeto, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade das quantidades apresentadas.

ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149

Assinado de forma digital por ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR ONE, ou=Videoconferencia, ou=20867825000115, cn=ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
Dados: 2022.05.19 10:31:38 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues
CPF n.º 520.093.001-49

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE **PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues, CREA Nº 6599/D, responsável pelo **PROJETO DE TERRAPLENAGEM**, R.T. da empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, declara que desenvolveu o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149

Assinado de forma digital por ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR ONE, ou=Videoconferencia, ou=20867825000115, cn=ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
Dados: 2022.05.19 10:31:52 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues
CPF n.º 520.093.001-49

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE - PROJETO DE **PAVIMENTAÇÃO**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues, CREA Nº 6599/D, responsável pelo **PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**, R.T. da empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda. de CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, declara que desenvolveu o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149

Assinado de forma digital por ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR ONE, ou=Videoconferencia, ou=20867825000115, cn=ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
Dados: 2022.05.19 10:32:12 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues
CPF n.º 520.093.001-49

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR PROJETO DE **DRENAGEM/OAC**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelo **PROJETO DE DRENAGEM / OAC**, R.T da empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, declara que desenvolveu o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:18:06 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR

PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelo **PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**, R.T. da empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, declara que desenvolveu o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:18:33 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR PROJETO DE **SINALIZAÇÃO/OBRAS COMPLEMENTARES**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues, CREA Nº 6599/D, responsável pelo **PROJETO DE SINALIZAÇÃO / OBRAS COMPLEMENTARES**, R.T. da empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, declara que desenvolveu o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149

Assinado de forma digital por ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR ONE, ou=Videoconferencia, ou=20867825000115, cn=ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
Dados: 2022.05.19 10:32:32 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues
CPF n.º 520.093.001-49

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

PROJ. DE DESAPROPRIAÇÃO

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues, CREA Nº 5650/D, responsável pelo **PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO**, R.T da empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, declara que os levantamentos cadastrais e documentais das propriedades da faixa de domínio foram desenvolvidos obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e foram considerados no desenvolvimento do projeto de desapropriação assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172

Assinado de forma digital por ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC SOLUTI Multipla v5, ou=18799897000120, ou=Presencial, ou=Certificado PF A1, cn=ANDRE MARCOS NASCIMENTO RODRIGUES:42685036172
Dados: 2022.06.20 12:18:58 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º André Marcos Nascimento Rodrigues
CPF Nº 426.850.361-72

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR **PROJETO AMBIENTAL**

Ref.: Projeto Executivo de Engenharia dos Viadutos e Alças de Acesso localizados no Entr. da GO-020 com GO-536 (p/ Senador Canedo), com extensão de 50m para cada viaduto e de 2,56 km para os ramos.

O Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues, CREA Nº 6599/D, responsável pelo **COMPONENTE AMBIENTAL / ESTUDO AMBIENTAL**, R.T. da empresa Latitude Engenharia e Tec. Ltda. de CNPJ nº 06.158.623/0001-73, declara que os passivos ambientais existentes na faixa de domínio foram cadastrados e o estudo ambiental da área de influência foram desenvolvidos obedecendo rigorosamente às normas técnicas, instruções de projetos (IP) e legislação em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149

Assinado de forma digital por ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR ONE, ou=Videoconferencia, ou=20867825000115, cn=ROBERTO ARCESIO NASCIMENTO RODRIGUES:52009300149
Dados: 2022.05.19 10:32:51 -03'00'

Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues
CPF n.º 520.093.001-49

2. ESTUDOS

2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

2.1.1 GENERALIDADES

Os Estudos Topográficos foram realizados tendo como referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-02	Instrução de Projetos Rodoviários – Estudos Topográficos

O objetivo destes estudos é o levantamento topográfico da diretriz do projeto (definida no estudo do traçado), permitindo a criação do modelo digital de elevação, o qual servirá de base para extração do perfil e seções do terreno atravessado pelo eixo projetado. Este estudo possibilitará, portanto, a definição dos dados planialtimétricos necessários ao lançamento do projeto definitivo, em planta e perfil, e de suas obras complementares como drenagem, obras de arte e outras que serão consideradas pelos demais projetos, na formulação de suas soluções.

O levantamento realizado para a região do viaduto e suas alças está contido no estudo topográfico realizado para duplicação da GO-536 no trecho Entr. GO-020 / Av. Progresso (Senador Canedo).

2.1.2 METODOLOGIA

2.1.2.1 Estudo do Traçado

O Estudo do Traçado constitui-se na primeira etapa dos estudos topográficos, onde se determina o traçado definitivo da rodovia e estabelecem-se soluções técnicas que possibilitem a melhora das condições de tráfego durante todo o ano.

São vários os fatores que interferem na definição do traçado de uma estrada. Dentre eles, destacam-se:

- Topografia da região: regiões topograficamente desfavoráveis geralmente acarretam grandes movimentos de terra, elevando substancialmente os custos de construção;
- Condições geológicas e geotécnicas do terreno: podem inviabilizar determinada diretriz. São grandes os custos necessários para estabilização de cortes e aterros a serem executados em terrenos desfavoráveis (cortes em rocha, aterros sobre solos moles, etc.);
- Hidrologia e a hidrografia da região: pode também interferir na escolha do traçado de uma estrada, pois os custos das obras de arte e de drenagem geralmente são elevados;
- Presença de benfeitorias ao longo da faixa de domínio da estrada: o mesmo acontece com os custos de desapropriação. Dependendo do número de benfeitorias ao longo da faixa de implantação a estrada, os custos de desapropriação podem inviabilizar o traçado.

2.1.2.2 Reconhecimento

O reconhecimento é a primeira fase da escolha do traçado de uma estrada, quando são levantados e analisados os dados da região, necessários à definição dos possíveis traçados. Nesta fase é definida uma faixa de estudo entre os locais de origem e destino da rodovia, que é examinada com o objetivo de se definir o melhor traçado que faça a ligação entre estes locais. São detectados os principais obstáculos topográficos, geológicos, hidrológicos e escolhidos locais para o lançamento dos anteprojetos.

Os elementos necessários para a fase de reconhecimento são:

- Localização dos pontos inicial e final da estrada;
- Indicação dos pontos obrigatórios de passagem:

- De condição: são estabelecidos antes de qualquer estudo, condicionando a construção da estrada à passagem por eles. São determinados por fatores não técnicos, como fatores políticos, econômicos, sociais, históricos, etc.
- De circunstância: são selecionados no terreno, durante o reconhecimento, pelos quais será tecnicamente mais vantajoso passar a estrada (seja para se obter melhor condição de tráfego e/ou para possibilitar obras menos dispendiosas). Sua escolha é, portanto, um problema essencialmente técnico.

As tarefas a serem desenvolvidas na fase de reconhecimento consistem basicamente de:

- Coleta de dados sobre a região (mapas, cartas, fotos aéreas, topografia, dados socioeconômicos, tráfego, estudos geológicos e hidrológicos existentes, etc.);
- Observação do terreno dentro do qual se situam os pontos obrigatórios de passagem de condição (no campo, em cartas ou em fotografias aéreas);
- A determinação das diretrizes geral e parciais, considerando-se apenas os pontos obrigatórios de condição;
- Determinação dos pontos obrigatórios de passagem de circunstância;
- Determinação das diversas diretrizes parciais possíveis;
- Seleção das diretrizes parciais que forneçam o traçado mais próximo da diretriz geral;
- Avaliação dos traçados.

2.1.2.3 Locação

Na fase de reconhecimento da estrada seleciona-se a alternativa de traçado mais viável, a partir da qual são desenvolvidos os estudos topográficos, empregando-se métodos de alta precisão.

O estaqueamento do eixo se faz de 20 em 20 metros, sendo todos os pontos notáveis tais como: PC, PT, TS, SC, CS, ST, acidentes topográficos, cruzamentos com estradas, margens de rios e córregos, acessos, bueiros, cadastrados durante o levantamento.

A materialização dos pontos em campo é feita através de piquetes em madeira de lei (angico, peroba, jatobá ou ipê) com dimensões de 15 x 3 x 3 cm. Em todos os piquetes implantados, são colocadas estacas testemunhas constituídas de madeira de boa qualidade com cerca de 50 cm de comprimento, 5 cm de largura e 1,5 cm de espessura, pintadas de branco, onde se escreve com tinta à óleo na cor vermelha, o número correspondente.

A locação é feita por sistema GNSS método RTK, atingindo precisões de até 20mm por ponto locado, usando a base de apoio de até 2 km deste ponto, usando o rádio interno do equipamento.

Amarração

Para relocação do eixo projetado foram implantados pares de marcos de concreto ao longo do traçado, dos quais foram determinadas as coordenadas geodésicas.

2.1.2.4 Nivelamento e Contranivelamento

O nivelamento e contranivelamento da rede de RN, implantados aproximadamente a cada 500m, são efetuados geometricamente por meio de níveis digitais e miras código de barra com precisão milimétrica.

Adotou-se, como tolerância para o fechamento de nivelamento com o contra, o valor de classe IN (12 mm x raiz(K), sendo K a distância em Km, se K = 1 km fica 12mm/km, conforme IP-02 da Goinfra. A tabela 5 – Condições para o nivelamento geométrico da norma da ABNT apresenta estas tolerâncias.

Tabela 5 – Condições para o nivelamento geométrico

Classe Método	Instrumento	Visada máxima recomendada m	Tolerância de fechamento *K* expresso em km	Finalidade
I N Geométrico	Nível classe 1	80	6 mm $\sqrt{K}$	Transporte de altitude ou cota
	Nível classe 2		8 mm $\sqrt{K}$	Rede urbana
	Nível classe 3		12 mm $\sqrt{K}$	Poligonal principal

Fonte ABNT NBR 13133:2021

2.1.2.5 Seções Transversais

Para possibilitar a criação do modelo digital de elevação do terreno (ou mdt), ao longo da faixa de exploração, procede-se o levantamento de seções transversais. A partir do eixo de exploração, em todos os piquetes do eixo locado, com emprego da metodologia GNSS RTK, são levantados pontos representativos do relevo, como bordos da pista, crista dos cortes, pé dos aterros, pontos de nível e demais pontos que auxiliem a criação do modelo. As distancias dos pontos da seção não são fixos, mas não excede 5 metros, abrangendo uma faixa mínima de 25m, simétrica ao eixo.

2.1.2.6 Levantamento Cadastral

Em toda a extensão foram levantados os limites das propriedades, as cercas divisórias e construções existentes para fornecer subsídios para o Projeto de Desapropriação, e quando possível o nome dos proprietários.

2.1.2.7 Levantamento de Bacias de Contribuição

O levantamento das áreas das bacias, nos locais de obras-de-arte, é realizado com o auxílio de imagens de satélite, curvas de nível obtidas através do mapeamento 3D do globo terrestre através da missão da NASA conhecida como SRTM - Shuttle Radar Topography Mission, e de cartas cartográficas.

2.1.2.8 Levantamento de Ocorrências de Materiais

As ocorrências de materiais, quando possível são levantadas com cobertura em malha 30 x 30 m, onde, em pelo menos duas interseções, são implantados marcos de amarração, onde são levantadas coordenadas geográficas, possibilitando a qualquer tempo sua localização. Quando não se tem acesso, são registradas coordenadas com GPS, possibilitando a localização através de croqui, para posterior estudo mais detalhado.

2.1.2.9 Levantamento dos Locais de Obras-de-Arte-Especiais e Correntes

Nos locais de implantação das obras-de-arte correntes são executados levantamentos das posições de montante e jusante, permitindo o desenho das seções transversais do talvegue, nos pontos de cruzamento com o eixo locado.

Nos locais de implantação das obras-de-arte especiais são executados levantamentos utilizando a metodologia:

- Implantação de linha base, amarrada ao eixo locado, estaqueada de 10 em 10m, nivelada geometricamente e tanto quanto possível paralela às margens dos cursos d'água, no mínimo 50m para jusante e 50m para montante;
- Levantamento de seções transversais, a partir da linha base, a fim de permitir a determinação da posição dos cursos d'água, com a maior precisão possível;
- Em todas as seções são anotadas todas as informações possíveis, como: margens, nível d'água, fundo, nível aparente de máxima enchente, etc.

2.1.2.10 Levantamento dos Locais de Interseções

Os locais das interseções são levantamentos para estudo de sua concepção geométrica. Para tanto, são prolongadas cada uma das tangentes a uma distância de 200m além do ponto de interseção. Em todos os pontos locados são levantadas seções transversais, de forma a possibilitar o estudo das interferências a serem consideradas no projeto da interseção.

2.1.2.11 Análise do Levantamento

Os trabalhos de escritório referentes às informações colhidas nos estudos topográficos têm por fim organizar a planta da faixa levantada, com a representação do relevo do terreno, permitindo projetar a diretriz da futura estrada e avaliar o custo provável para sua implantação.

Concluídos os serviços de campo, as cadernetas foram encaminhadas ao escritório para os trabalhos de conferência e cálculos, fornecendo dados para a preparação dos desenhos.

2.1.3 RESULTADOS OBTIDOS

2.1.3.1 Estudo de Traçado

A - Preliminares

O traçado das alças de acessos aos viadutos respeitou a geometria proposta para a duplicação da GO-536, cujo projeto se inicia às margens da GO-020.

O estudo de traçado foi desenvolvido em três fases:

- Reconhecimento de Campo;
- Estudo Preliminar de Traçado; e
- Estudo de Traçado.

Levantamento Expedito

Para subsidiar o estudo do traçado foi efetuado o cadastramento da estrada existente, com GPS de navegação, quando foram anotadas informações, tais como:

- Pontos críticos de passagem, curvas de pequenos raios, rampas fortes, e outros aspectos topográficos de interesse;
- Necessidades de obras-de-arte, de drenagem superficial ou profunda;
- Aspectos geológicos, hidrológicos e geotécnicos.

B - Reconhecimento de Campo

Procedeu-se o reconhecimento das estradas existentes através de inspeção terrestre, "in loco", realizada por técnicos da Consultora.

Coletados os dados, as informações foram resumidas em um relatório de visita e num desenho, em planta, da diretriz existente, contendo as curvas horizontais, indicações de possíveis variantes ou retificações e possibilidade de mudanças de raios de curvas.

C - Estudo Preliminar de Traçado

Foram analisadas as informações coletadas em conjunto com os impactos ambientais e econômicos das possíveis alternativas. As principais considerações obtidas para o projeto dos viadutos e alças foram:

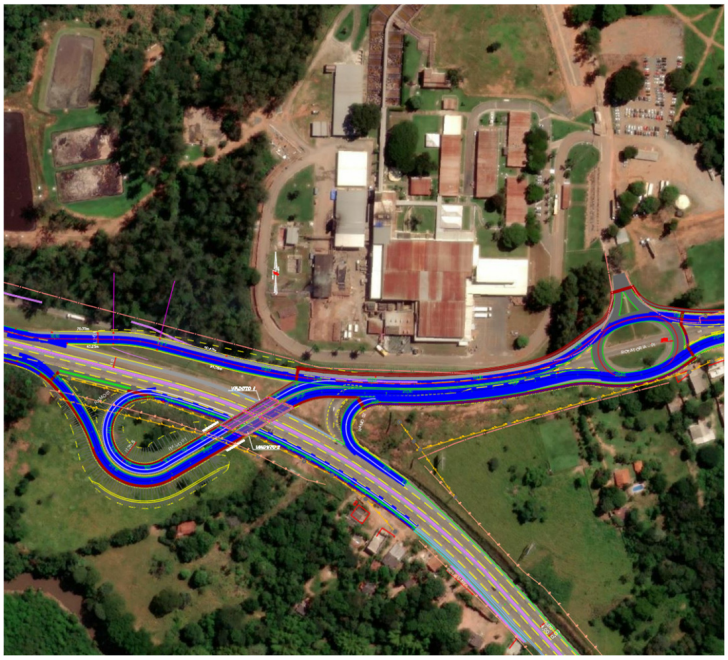
- A alternativa mais viável é a de máximo aproveitamento da diretriz existente, pois possui condições técnicas de aproveitamento, com poucas obras de arte implantadas e greide colado, sendo necessárias algumas adequações para enquadramento às características técnicas vigentes da GOINFRA.
- Os segmentos aproveitados e os novos trechos foram enquadrados à Classe IA (Pista Dupla, controle parcial de acesso), definida de acordo com as diretrizes da GOINFRA.

- Devido a este enquadramento alguns locais sofreram modificações, o que provocou demandas junto aos proprietários para que aprovassem a proposta de traçado.
- Com o aproveitamento de grande parte da diretriz implantada, a situação fundiária do trecho não deverá ser problema, com exceção da implantação dos viadutos projetados, cujas alças ultrapassam os 40m do eixo existente.

Para o levantamento topográfico final foram observados os eixos estaqueados em escritório como referência, adequando-a a realidade local, para acomodar a forma geométrica às exigências das normas da GOINFRA, tanto aos aspectos técnicos, como econômicos.

Apresentamos a seguir imagens dos eixos sobre imagem de satélite que nortearam os levantamentos de campo. As pistas em azul são locais novos ou com intervenção.

Folha - 01



Proposta de traçado: em Azul local com intervenção.

D - Estudo de Traçado

Completado o estudo preliminar do traçado, foi executado o levantamento topográfico cadastral o qual permitiu a criação do modelo digital de elevação do terreno e todos os pontos de interferência, permitindo a extração dos perfis e seções, bem como o desenho dos elementos construtivos existente.

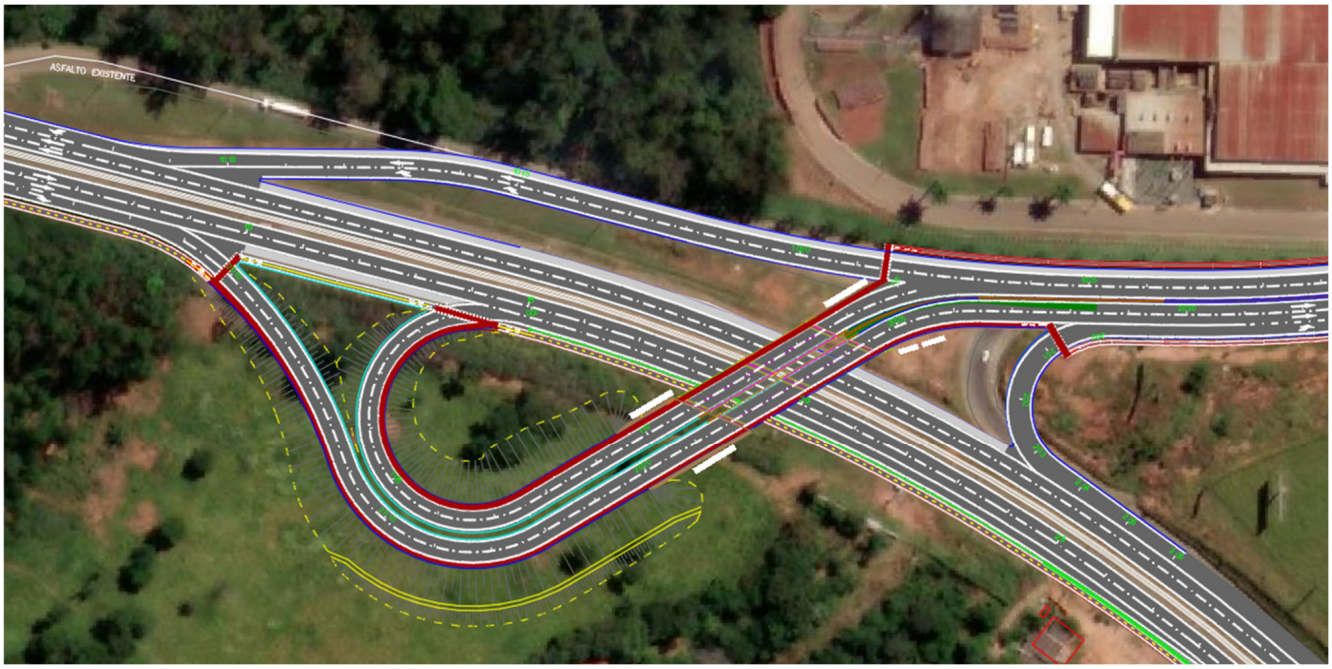
Coletados os dados, as informações foram resumidas através de desenhos:

- Complementação do desenho anteriormente elaborado, onde foram incorporadas informações referentes às variantes, retificações realizadas, necessidade de mudanças de raios de curvas, cruzamentos com outras estradas e cruzamentos com cursos d'água;
- Definição final da diretriz em planta;
- Estudo do perfil da estrada existente, indicando as possibilidades de melhora do traçado em perfil, através da diminuição de rampas, curvas de concordância e dados pertinentes.
- Definição dos eixos das interseções.

Interseções

A geometria da interseção proposta está ilustrada na sequência:

- Estaca 2023+00,00 – Viaduto sobre GO-020.



Características Técnicas

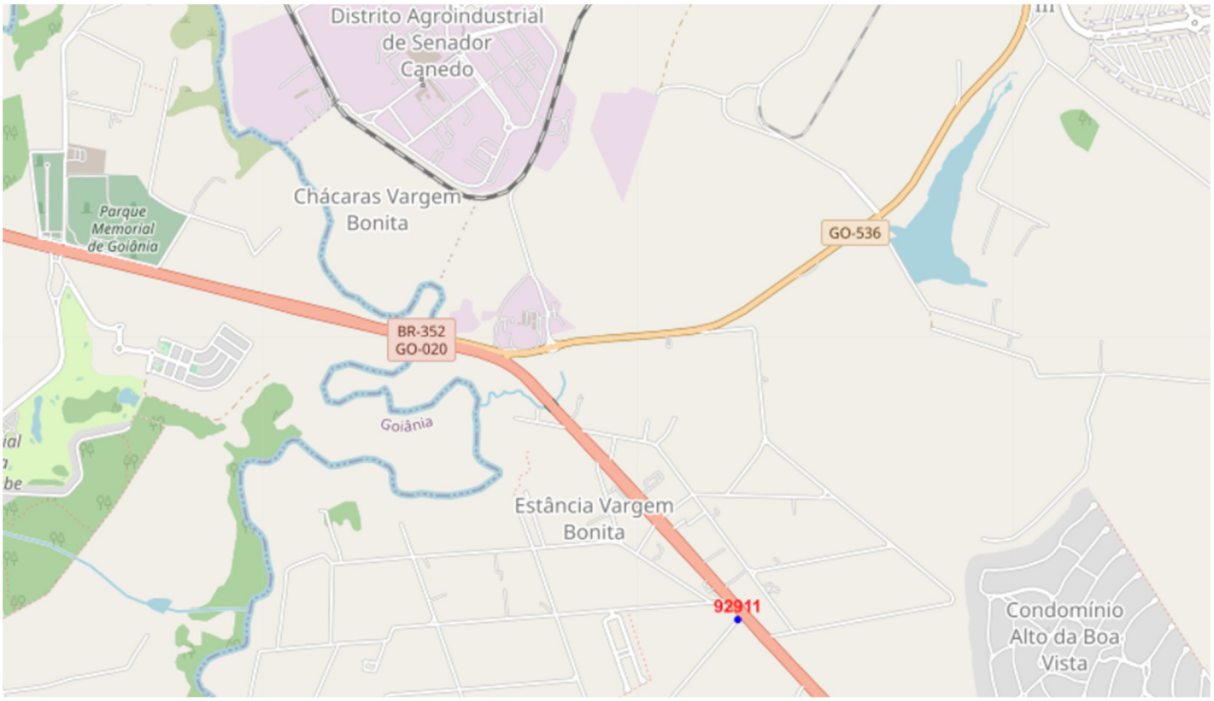
Foram adotadas, na formulação do projeto, em planta e perfil, as características técnicas da GOINFRA para rodovia Classe IA ondulada, baseada na contagem de tráfego e suas características.

2.1.3.2 Levantamento topográfico

Implantação da base geodésica GNSS:

Após uma ampla busca na região, foi encontrado a estação 92911 (RN 2326-T) geodésica do IBGE para o apoio ao levantamento de campo. Com a instalação da base RTK nesta estação foram transportadas as coordenadas para todos os marcos (de 1 a 6) implantados e distribuídos ao longo do trecho, tanto de 1ª quanto de 2ª ordem, sendo possível implantar a poligonal de apoio, bem como as bases de referências de nível – RN, além de pontos de apoio.

ESTAÇÃO IBGE – SAT 92911



Posteriormente partindo do Marco 01 foi feito o nivelamento geométrico passando por todos os Marcos, RNs e pontos de apoio anteriormente rastreados, como forma de validar e conferir a altimetria. Concluído esta etapa, a base do equipamento RTK é deslocada para um deste marcos ou RN para levantamento das seções transversais e pontos de cadastro.

IBGE **Relatório de Estação Geodésica**

Estação :	92911	*Nome da Estação :*	92911	*Tipo :*	Estação GPS
Município :	SENADOR CANEDO			*UF :*	GO
Última Visita:	15/02/2017	*Situação Marco Principal :*	BOM	Última Atualização :	30/07/2018
Conexões :	RN : 2326T			*Inscrição chapa : RN 2326 T*	

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	16º 45' 26,13877" S	*Altitude Normal(m)*	743,8189	*Gravidade(mGal)*	
Longitude	49º 07' 30,01058" W	*Fonte*	Nivelamento Geométrico	*Datum*	
Altitude Geométrica(m)	733,115	*Sigma Altitude(m)*	0,073	*Data Medição*	
Fonte	GPS Geodésico	*Datum*	Imbituba	*Data Cálculo*	
Origem	Ajustada	*Data Medição*	15/02/1990		
Datum	SIRGAS2000	*Data Cálculo*	30/07/2018		
Data Medição	15/02/2017	*Número Geopotencial (m²/s²)*	7.277,131		
Data Cálculo	26/05/2017				
Sigma Latitude(m)	0,003				
Sigma Longitude(m)	0,004				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,013				
UTM(N)	8.146.354,546				
UTM(E)	699.865,842				
MC	-51				

- *Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ªedição disponível em :*
  https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf
- *Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em :*
  ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf
- *As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em :*
  ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf

Localização

No canto de uma cerca de arame; lado direito da porteira de entrada para a Fazenda Vargem Bonita do Sabiá; lado direito da Rodovia GO-020; 2,2 km além da ponte sobre o Córrego Vargem Bonita e 13,59 km além do viaduto 2ª etapa da Rodovia BR-153.

Descrição

Tronco piramidal de concreto, medindo 18 x 18 cm, aflorando 29 cm da base. Possui uma chapa de metal, estampada: RN 2326-T.

Foto(s) .

<u>Implantação dos pontos de apoio planimétrico para levantamento da rodovia.</u>

Foram implantados dois pares de marcos de 1ª ordem, um no início do trecho denominado Marco 01, estando próximo ao trevo do Viaduto projetado no entroncamento da GO-020 x GO-356, e o seu par Marco 02 no centro da rotatória de acesso ao frigorífico JBS. O outro par denominado Marco 5, a 220m do final do trecho do projeto de duplicação da GO-536 (Senador Canedo), e o seu par Marco 6 no centro da rotatória localizada na Av. Progresso, em perímetro urbano.

Para implantação dos Marcos de 1ª ordem, adotou-se a normativa da GOINFRA. Ele é caracterizado por um tronco de pirâmide de base com 40cm, apoiado em uma sapata quadrada na base medindo 1,0 m de largura, com 0,10 m de espessura. Tendo em seu topo um chapa de metal, com um ponto de centragem. Estes marcos foram ocupados por um período de tempo, por um receptor GNSS de dupla frequência.

Complementando o levantamento foi implantado um par de marco geodésico de 2ª ordem a aproximadamente 3,60 km do Marco 01, denominados de Marcos 03 e 04. Na tabela 01 apresentamos as coordenadas de todos os marcos.

Os marcos de apoio, são caracterizados por terem formato piramidal, sem base de concreto, e em seu topo, há uma chapa de metal circular definindo o ponto de centragem. Foram cravados em locais seguros e protegidos.

Após a implantação dos marcos, foi feito transporte de coordenadas a partir da Estação IBGE como informado. O transporte foi feito com período superior a 30 minutos, em função da distância, para garantir alta precisão planimétrica nos pontos de apoio. Para ocupação destes marcos, usamos um receptor GNSS de dupla frequência. As informações relativas as precisões, tempo de ocupação, tipo de equipamento e localização, encontra-se nas Monografia dos Marcos Geodésicos.

Implantação dos pontos de apoio altimétrico para levantamento da rodovia.

Para o nivelamento, foi utilizado como referência inicial a Estação do IBGE. Após a identificação desta base e definição de sua altitude normal (743,819m).

Inicialmente foi feito a implantação da rede de RNs, implantados a cada 500 metros ao longo da rodovia. Os RNs são marcos de concreto de 60 centímetros em tronco de pirâmide, com chapa no topo para controle da altimetria. Cada trecho de 500 metros entre os RNs foi nivelado e contranivelado, com nível digital de alta precisão e mira com código de barra, assegurando melhor precisão do nivelamento.

Os RNs foram cravados entre os marcos de apoio da planimetria, assegurando que o nivelamento e contra nivelamento fosse executado passando também pelos marcos de base da planimetria. Dessa forma criou-se uma rede de altitudes entres os RNs e os Marcos de base. Com esse procedimento foi possível determinar as altitudes ortométricas de todos os Marcos e RNs, sem a necessidade de usar ondulação geoidal do MAPGEO do IBGE.

Nivelamento da poligonal de referência e marcos

Para a locação foi usado os marcos de base implantados e nivelados geometricamente, a cada 500 metros de locação e feito uma conferência de altimetria nos RN de apoio. Também é feito conferencia da planimetria nos marcos base de apoio.

Levantamento topográfico da rodovia – Seções Transversais

Após a implantação da poligonal de referência em campo, iniciou-se o levantamento das seções transversais. As seções foram levantadas pelo método GNSS RTK em todas as estacas do eixo. Em cada seção foi levantado pontos importantes para caracterização do relevo, como bordos, crista do corte, pé dos aterros, pontos de nível e demais elementos importantes para geração do modelo digital do terreno. A cada seção, foi levantado cerca de 20 a 25 metros no mínimo, perpendicular ao eixo, para cada lado. E cada ponto levantado cerca de 3 a 5 metros de distância ou menos, considerando os pontos importantes do relevo. Após a conclusão do levantamento, os dados de campo foram descarregados, em 2 formatos, um no formato nativo do receptor e no formato TXT. Constando os dados de coordenadas, altitude, descrição do ponto, e precisões dos mesmos, e assim, foi possível processá-los nos aplicativos especiais de topografia, possibilitando a elaboração da malha triangular de elevação do terreno, bem como o cadastro dos elementos e feições existentes na faixa levantada.

Levantamentos de Áreas Especiais

Nos locais onde não foi possível a utilização da metodologia RTK, em função das obstruções para o sinal GNSS, utilizou-se a topografia convencional, com estação total. Nestes locais, foram feitas poligonais controladas, com pontos GNSS no início e final dos levantamentos. Regiões com muita vegetação, como as matas dos rios e a mata que cobre a serra, foram levantadas com essa metodologia, com o uso de Estação Total Eletrônica TOPCON, modelo GPT-3007W (Wireless – Bluetooth).

Planta Topográfica

O desenho em planta elaborado em CAD da poligonal de exploração foi feito na escala real com o auxílio de uma malha de coordenadas retangulares. A coordenada de partida foi transportada da Estação Geodésica do IBGE SAT-92911, possuindo coordenadas em projeção UTM SIRGAS 22S.

A partir de interpolações gráficas, com elemento do perfil longitudinal e das seções transversais, foram determinadas as curvas de nível de metro em metro, constituindo um plano cotado, ao longo da faixa de exploração.

Os elementos que indicam a localização dos marcos e dos pontos da poligonal de referência estão apresentados na sequência, para **possibilitar uma futura locação** caso não se encontrem os marcos implantados em campo.

No desenho, constam os elementos de locação, levantamento cadastral e curvas de nível de metro em metro.

Equipamentos Utilizados

Topográficos: para a realização do nivelamento foi utilizado um nível ótico digital da marca GEOMAX, modelo ZDL700, com precisão de 0,7 mm/KM de nivelamento duplo, apoiado em um tripé de alumínio com altura ajustável e com 2 miras com código de barra. Esses equipamentos possuem laudo de calibração fornecido pela empresa CPE tecnologia de Goiânia. Os equipamentos tem memória interna e grava as medidas de nível e distancias. Estes dados foram formatados e calculados nos softwares de topografia. Características:

- ✓ Leitura por código de barras.
- ✓ Precisão de 0,7mm / Km duplo de nivelamento.
- ✓ Alcance de até 105 metros.
- ✓ Aumento da luneta de 24 vezes.
- ✓ Memória interna para 2.000 pontos.
- ✓ Tempo de operação de até 16 horas.

Geodésicos: Receptores GNSS, um da marca Topocom, modelo GR3 de dupla frequência (L1/L2) com RTK integrado, com radio interno, coletora com software LandStar CE, bastões e tripé para apoio dos receptores.

Número de canais: 72 canais universais

Sinais rastreados: GPS: L1, L2 & L5 carrier, CA, L1 P, L2 P, L2C (L5 opcional)
GLONASS: L1, L2 & L5 carrier, L1CA, L2CA, L1 P, L2 P
GALILEO: E2-L1-E1, E5, E6 (opcional)
WAAS/EGNOS :Sim

Precisão: RTK tempo real H: 10mm + 1ppm / V: 15mm + 1ppm
Estático Pós-Processado DGPS H: +3.0mm + 0.5ppm / V: +5.0mm + 0.5ppm

Receptor **GNSS, marca Geomax, modelo Zenith25** de dupla frequência (L1/L2) com RTK integrado, com radio interno, coletora com software LandStar CE, bastões e tripé. Os dados foram gravados nas coletoras no formato nativo do equipamento e no formato txt.

Sinais rastreados: GPS: L1, L2 & L2C
GLONASS: L1, L2

Precisão: Estática horizontal longo - 3 mm + 0.1 ppm e vertical longo - 3,5 mm + 0.4 ppm
Cinemático horizontal - 10 mm + 1 ppm e vertical - 20 mm + 1 ppm.

Estação Total: Estação Total Eletrônica TOPCON, modelo GPT-3007W (Wireless – Bluetooth).

- ✓ Estação Total eletrônica com teclado alfanumérico.
- ✓ Leitura direta de 1 segundo e precisão de 7″ .
- ✓ Display de cristal líquido expandido com menus em Português.
- ✓ Alcance de 3.000 m com 01 prisma.
- ✓ Alcance de 250 metros sem prisma.
- ✓ **Precisão linear de 3 mm + 2ppm.**
- ✓ Compensador no eixo horizontal.
- ✓ Prumo óptico na alidade (Corpo da Estação Total).
- ✓ Luz guia para alinhamento do auxiliar na locação
- ✓ Memória para 24.000 pontos com atributos ou 48.000 pontos de coordenadas.
- ✓ Defini 30 arquivos de obra separados por arquivos.

2.1.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os elementos dos estudos topográficos resultaram em:

- Planta topográfica, desenhada na escala real e preparada para impressão em escala 1:1.000 quando impresso em formato A1 e 1:2.000 quando impresso em A3, com elementos de locação, nivelamento, off-sets, levantamento planimétrico, propriedades e amarrações de marcos de RN, com indicação de curvas de nível de metro em metro;
- Perfil longitudinal, desenhado nas escalas 1:1 horizontal, e 10x na vertical para realçar o terreno, com os elementos do nivelamento e obras-de-arte correntes e especiais;
- Planta topográfica dos levantamentos específicos (trevo e obras-de-arte correntes).

Apresentamos na sequência a relação de Marcos implantados com suas respectivas monografias, e os relatórios do alinhamento proposto, com sua geometria.

SISTEMAS DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS DO LEVANTAMENTO DO PROJETO

O Sistema de coordenadas utilizado nas plantas geométricas do projeto foi o UTM (Universal Transversa de Mercator) zona 22S.

Apresentamos a seguir as seguintes informações:

- Tabela-01 - Coordenadas dos Marcos e RNs;
- Monografia dos Marcos Geodésicos;
- Planilha das características técnicas do alinhamento locado;
- Planilha do Nivelamento;
- Relação de fotos.

TABELA-01 - COORDENADAS DOS MARCOS BASES E DOS RNS (UTM SIRGAS 2000)

DESCRIÇÃO	LADO	COORD. NORTE Y	COORD. ESTE X	ALTITUDE NIVELAMENTO	OBSERVAÇÃO
MA01=RN01		8.148.010,2616	698.428,5773	694,077	NO TREVO
MA02=RN02		8.148.043,3520	698.723,8688	710,127	NO TREVO JBS
RN03	LD	8.148.082,2576	698.994,2162	715,039	POSTE
RN04		8.148.125,2343	699.643,9830	725,351	PERTO ALAMBRADO
RN05		8.148.473,0715	700.277,8749	726,956	PERTO DO POSTE POSTO DE GASOLINA
RN06	LD	8.148.790,4101	700.703,5807	734,291	PERTO DA PISTA
RN07	LD	8.149.133,3746	701.043,4218	732,644	PERTO DA PISTA
MA03=RN08	LE	8.149.524,7695	701.227,4323	734,676	BEIRA DA CERCA
MA04=RN09		8.149.657,1306	701.375,0722	732,407	ENTRE REDE ELETRICA
RN10	LD	8.149.921,0528	701.638,6519	732,974	PERTO MEIO FIO EM FRENTE REDE ELETRICA
RN11	LD	8.150.403,0396	701.717,8706	751,318	TREVO
RN12	LD	8.150.868,3863	701.554,2141	757,622	BEIRA DA CERCA
RN13	LD	8.151.454,3243	701.433,4444	777,502	BEIRA DA CERCA
MA05=RN14	LD	8.151.970,5490	701.629,3797	791,287	BEIRA DO MURO
MA06=RN15		8.152.201,2264	701.649,3593	792,968	TREVO

A Tabela-01 e a Monografia dos Marcos detalhada na sequência, apresentam os marcos e RNs implantados durante o levantamento topográfico realizado tanto para o projeto de implantação dos Viadutos.

MONOGRAFIA DOS MARCOS GEODÉSICOS

Marco M01

VÉRTICE DE APOIO		
Código do Vértice: ***M01***	***Trecho:*** GO-536 (Senador Canedo)	***Município/UF:*** *Senador Canedo / GO*
Responsável Técnico:		***Código do Credenciado:***
Sistema Geodésico de Referência: ***SIRGAS2000***		***Data das Observações:*** 10/05/2022
COORDENADAS ELIPSOIDAIS	***COORDENADAS PLANAS UTM***	***PRECISÕES***
Latitude (j) = 16°44'32.517304" S	N = 8148010.2580	σ(φ) = 0.003
Longitude (l) = 49°08'19.081710" W	E = 698428.5810	σ(λ) = 0.004
Altitude Normal (h) = 694.077	MC = 51°00 Fuso 22	σ(h) = 0.013
Localização:	***Fotografia do Vértice***	***Croqui de Localização***
Descrição: Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.		
Estações de Referência utilizadas:		
Equipamento utilizado: Geomax i25 ***Modelo:*** GMXZENITH25		

Marco M02

VÉRTICE DE APOIO		
Código do Vértice: ***M02***	***Trecho:*** GO-536 (Senador Canedo)	***Município/UF:*** *Senador Canedo / GO*
Responsável Técnico:		***Código do Credenciado:***
Sistema Geodésico de Referência: ***SIRGAS2000***		***Data das Observações:*** 10/05/2022
COORDENADAS ELIPSOIDAIS	***COORDENADAS PLANAS UTM***	***PRECISÕES***
Latitude (φ) = 16°44'31.558512" S	N = 8148043.3520	σ(φ) = 0.003
Longitude (λ) = 49°08'09.098002" W	E = 698723.8660	σ(λ) = 0.004
Altitude Normal (h) = 710.127	MC = 51°00 Fuso 22	σ(h) = 0.014
Localização:	***Fotografia do Vértice***	***Croqui de Localização***
Descrição: Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.		
Estações de Referência utilizadas:		
Equipamento utilizado: Geomax i25 ***Modelo:*** GMXZENITH25		

Marco M03

VÉRTICE DE APOIO		
Código do Vértice: ***M03***	***Trecho:*** GO-536 (Senador Canedo)	***Município/UF: Senador Canedo*** / GO
Responsável Técnico:		***Código do Credenciado:***
Sistema Geodésico de Referência: ***SIRGAS2000***		***Data das Observações:*** 25/05/2022
COORDENADAS ELIPSOIDAIS	***COORDENADAS PLANAS UTM***	***PRECISÕES***
Latitude (φ) = 16°43'42.606741" S	N = 8149524.7610	σ(φ) = 0.003
Longitude (λ) = 49°06'45.060175" W	E = 701227.4340	σ(λ) = 0.004
Altitude Normal (h) = 734.676	MC = 51°00 Fuso 22	σ(h) = 0.013
Localização:	***Fotografia do Vértice***	***Croqui de Localização***
Descrição: Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.		
Estações de Referência utilizadas:		
Equipamento utilizado: Geomax i25 ***Modelo:*** GMXZENITH25		

Marco M04

VÉRTICE DE APOIO		
Código do Vértice: ***M04***	***Trecho:*** GO-536 (Senador Canedo)	***Município/UF: Senador Canedo*** / GO
Responsável Técnico:		***Código do Credenciado:***
Sistema Geodésico de Referência: ***SIRGAS2000***		***Data das Observações:*** 10/05/2022
COORDENADAS ELIPSOIDAIS	***COORDENADAS PLANAS UTM***	***PRECISÕES***
Latitude (φ) = 16°43'38.255974" S	N = 8149657.1250	σ(φ) = 0.003
Longitude (λ) = 49°06'40.119055" W	E = 701375.0760	σ(λ) = 0.004
Altitude Normal (h) = 732.407	MC = 51°00 Fuso 22	σ(h) = 0.013
Localização:	***Fotografia do Vértice***	***Croqui de Localização***
Descrição: Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.		
Estações de Referência utilizadas:		
Equipamento utilizado: Geomax i25 ***Modelo:*** GMXZENITH25		

Marco M05

VÉRTICE DE APOIO		
Código do Vértice: ***M05***	***Trecho:*** GO-536 (Senador Canedo)	***Município/UF:*** *Senador Canedo / GO*
Responsável Técnico:		***Código do Credenciado:***
Sistema Geodésico de Referência: ***SIRGAS2000***		***Data das Observações:*** 10/05/2022
COORDENADAS ELIPSOIDAIS	***COORDENADAS PLANAS UTM***	***PRECISÕES***
Latitude (φ) = 16°42'22.932328" S	N = 8151970.5470	σ(φ) = 0.004
Longitude (λ) = 49°06'32.276831" W	E = 701629.3820	σ(λ) = 0.005
Altitude Normal (h) = 791.287	MC = 51°00 Fuso 22	σ(h) = 0.015
Localização:	***Fotografia do Vértice***	***Croqui de Localização***
Descrição: Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.		
Estações de Referência utilizadas:		
Equipamento utilizado: Geomax i25 ***Modelo:*** GMXZENITH25		

Marco M06

VÉRTICE DE APOIO		
Código do Vértice: ***M06***	***Trecho:*** GO-536 (Senador Canedo)	***Município/UF:*** *Senador Canedo / GO*
Responsável Técnico:		***Código do Credenciado:***
Sistema Geodésico de Referência: ***SIRGAS2000***		***Data das Observações:*** 10/05/2022
COORDENADAS ELIPSOIDAIS	***COORDENADAS PLANAS UTM***	***PRECISÕES***
Latitude (φ) = 16°42'15.422989" S	N = 8152201.2330	σ(φ) = 0.004
Longitude (λ) = 49°06'31.676704" W	E = 701649.3530	σ(λ) = 0.005
Altitude Normal (h) = 792.968	MC = 51°00 Fuso 22	σ(h) = 0.015
Localização:	***Fotografia do Vértice***	***Croqui de Localização***
Descrição: Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.		
Estações de Referência utilizadas:		
Equipamento utilizado: Geomax i25 ***Modelo:*** GMXZENITH25		

NIVELAMENTO

Apresentamos a seguir a planilha de cálculo de nivelamento conforme a IP-02 (4.1) dos pontos locados na poligonal de apoio do projeto, passando por todos os Marcos, RNs e pontos de apoio.

PtID	VISADA RÉ	VISADA VANTE AUX.	VISADA VANTE MUDANÇA	ALTURA DO INSTRUMENTO	ALTITUDE NIVELAMENTO
MA01=RN01	2.746	0	0	696,823	694,077
AU01	3.420	0	92	700,151	696,731
AU02	3.643	0	111	703,683	700,040
AU03	3.851	0	111	707,423	703,572
AU04	3.973	0	602	710,794	706,821
MA02=RN02	3.020	0	667	713,147	710,127
P01	0	2.441	0	713,147	710,706
AU05	3.455	0	704	715,898	712,443
AU06	2.117	0	815	717,200	715,083
AU07	1.278	0	1.523	716,955	715,677
RN03	0	1.916	0	716,955	715,039
AU08	750	0	2.426	715,279	714,529
AU09	1.752	0	1.667	715,364	713,612
AU10	2.705	0	395	717,674	714,969
AU11	3.531	0	201	721,004	717,473
AU12	3.147	0	62	724,089	720,942
AU13	2.919	0	291	726,717	723,798
AU14	2.044	0	483	728,278	726,234
RN04	0	2.927	0	728,278	725,351
P02	0	2.368	0	728,278	725,910
AU15	2.014	0	821	729,471	727,457
AU16	1.757	0	1.485	729,743	727,986
AU17	1.235	0	1.801	729,177	727,942
AU18	1.958	0	1.533	729,602	727,644
AU19	2.283	0	1.040	730,845	728,562
RN05	0	3.889	0	730,845	726,956
AU20	2.071	0	933	731,983	729,912
AU21	2.162	0	1.024	733,121	730,959
AU22	2.027	0	949	734,199	732,172
AU23	1.731	0	1.049	734,881	733,150
P03	0	1.603	0	734,881	733,278
AU24	2.109	0	1.076	735,914	733,805
RN06	0	1.623	0	735,914	734,291
AU25	1.462	0	1.292	736,084	734,622
AU26	1.002	0	1.648	735,438	734,436
AU27	848	0	1.961	734,325	733,477
AU28	1.560	0	1.811	734,074	732,514
RN07	0	1.430	0	734,074	732,644
AU29	1.798	0	1.316	734,556	732,758
AU30	1.543	0	1.261	734,838	733,295
AU31	1.718	0	1.491	735,065	733,347
AU32	2.041	0	1.688	735,418	733,377
MA03=RN08	1.385	0	742	736,061	734,676
P04	0	2.010	0	736,061	734,051
AU33	908	0	2.004	734,965	734,057
AU34	1.327	0	2.312	733,980	732,653
MA04=RN09	0	1.573	0	733,980	732,407

PtID	VISADA RÉ	VISADA VANTE AUX.	VISADA VANTE MUDANÇA	ALTURA DO INSTRUMENTO	ALTITUDE NIVELAMENTO
AU35	597	0	4.667	729,910	729,313
AU36	931	0	2.602	728,239	727,308
AU37	2.331	0	1.819	728,751	726,420
AU38	2.532	0	388	730,895	728,363
AU39	3.200	0	89	734,006	730,806
RN10	0	1.032	0	734,006	732,974
AU40	3.646	0	204	737,448	733,802
AU41	3.702	0	106	741,044	737,342
AU42	3.708	0	241	744,511	740,803
AU43	3.491	0	89	747,913	744,422
AU44	3.125	0	303	750,735	747,610
AU45	2.481	0	321	752,895	750,414
P05	0	1.711	0	752,895	751,184
RN11	0	1.577	0	752,895	751,318
AU46	2.568	0	458	755,005	752,437
AU47	2.714	0	469	757,250	754,536
AU48	2.110	0	804	758,556	756,446
AU49	2.075	0	739	759,892	757,817
RN12	0	2.270	0	759,892	757,622
AU50	2.874	0	604	762,162	759,288
AU51	2.560	0	138	764,584	762,024
AU52	2.194	0	742	766,036	763,842
AU53	3.164	0	149	769,051	765,887
AU54	2.994	0	249	771,796	768,802
AU55	3.668	0	392	775,072	771,404
AU56	2.783	0	211	777,644	774,861
AU57	2.685	0	413	779,916	777,231
P06	0	2.494	0	779,916	777,422
RN13	0	2.414	0	779,916	777,502
AU58	3.130	0	177	782,869	779,739
AU59	3.088	0	246	785,711	782,623
AU60	2.791	0	201	788,301	785,510
AU61	2.564	0	371	790,494	787,930
AU62	2.425	0	449	792,470	790,045
MA05=RN14	0	1.183	0	792,470	791,287
AU63	1.904	0	395	793,979	792,075
AU64	1.686	0	1.526	794,139	792,453
P07	0	1.396	0	794,139	792,743
MA06=RN15	0	0	1.171	794,139	792,968

ALINHAMENTO: VIADUTO GO-020 - RAMO 01

DEFLEXÃO	CURVA Nº	CURVA CIRCULAR				ESTACAS				COORDENADAS						
		R (m)	D (m)	T (m)	AC	TE/PC/PI	EC	CE	ET/PT	PONTO	CC	TE/PC	EC	PI	CE	ET/PT
---	INICIO	---	---	---	---	100+0,00	---	---	---	N	---	---	---	8.147.887,074	---	---
										E	---	---	---	698.513,021	---	---
23° 59' 56,74"	1	644,60	270,00	137,01	23° 59' 56,74"	100+0,00	----	----	113+10,00	N	8.147.387,962	8.147.887,074	----	8.147.973,776	----	8.148.009,836
										E	698.105,103	698.513,021	----	698.406,936	----	698.274,758
21° 49' 51,50"	1	52,46	19,99	10,12	21° 49' 51,50"	113+10,01	----	----	114+10,00	N	8.147.959,230	8.148.009,838	----	8.148.012,501	----	8.148.011,343
										E	698.260,943	698.274,748	----	698.264,989	----	698.254,939
101° 14' 37,26"	1	35,50	62,73	43,25	101° 14' 37,26"	114+10,00	----	----	117+12,73	N	8.147.976,076	8.148.011,343	----	8.148.006,392	----	8.147.965,214
										E	698.259,001	698.254,938	----	698.211,970	----	698.225,204
102° 40' 21,18"	1	35,50	63,61	44,37	102° 40' 21,18"	117+12,73	----	----	120+16,34	N	8.147.976,075	8.147.965,214	----	8.147.922,974	----	8.147.945,484
										E	698.259,001	698.225,204	----	698.238,779	----	698.277,012
35° 09' 58,66"	1	78,50	48,18	24,88	35° 09' 58,66"	127+8,32	----	----	129+16,50	N	8.147.944,800	8.148.012,445	----	8.148.025,067	----	8.148.023,038
										E	698.430,569	698.390,741	----	698.412,177	----	698.436,971
---	FIM	---	---	---	---	129+16,50	---	---	---	N	---	---	---	8.148.023,038	---	---
										E	---	---	---	698.436,971	---	---

ALINHAMENTO: VIADUTO GO-020 - RAMO 02

DEFLEXÃO	CURVA Nº	CURVA CIRCULAR				ESTACAS				COORDENADAS						
		R (m)	D (m)	T (m)	AC	TE/PC/PI	EC	CE	ET/PT	PONTO	CC	TE/PC	EC	PI	CE	ET/PT
---	INICIO	---	---	---	---	200+0,00	---	---	---	N	---	---	---	8.148.006,520	---	---
										E	---	---	---	698.474,507	---	---
145° 17' 37,53"	1	27,00	68,47	86,40	145° 17' 37,53"	200+0,00	----	----	203+8,47	N	8.147.979,526	8.148.006,520	----	8.148.008,263	----	8.147.957,644
										E	698.473,962	698.474,507	----	698.388,120	----	698.458,145
---	FIM	---	---	---	---	206+2,19	---	---	---	N	---	---	---	8.147.926,172	---	---
										E	---	---	---	698.501,682	---	---

EIXO/ALÇA PISTA DIREITA PROJETADO GO-020/GO-536

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - EIXO PISTA DIREITA.GO-536 S. CANEDO										
Nº	AZ / DEFL. PI	R (m)	D / L (m)	AC	TS-PC	ST-PT	PONTO	PI	TS-PC	ST-PT
L61	Az: 104°23'01"	-	159,61	-	2000+0,00	2007+19,61	N E	-	8148084,0227 697986,3816	8148044,3743 698140,9859
C1	29°41'20"	76,66	39,72	029° 41' 20"	2007+19,61	2009+19,33	N E	8148039,3269 698160,6676	8148044,3743 698140,9859	8148025,1940 698175,2657
C2	27°57'56"	154,35	75,33	027° 57' 56"	2009+19,33	2013+14,67	N E	8147998,4608 698202,8787	8148025,1940 698175,2657	8147961,9005 698214,7309
C3	102°31'36"	46,63	83,44	102° 31' 36"	2013+14,67	2017+18,11	N E	8147906,6045 698232,6569	8147961,8991 698214,7314	8147936,0965 698282,7472
L62	Az: 059°30'41"	-	132,74	-	2017+18,11	2024+10,85	N E	-	8147936,0965 698282,7472	8148003,4444 698397,1335
C4	31°38'39"	67,50	37,28	031° 38' 39"	2024+10,85	2026+8,13	N E	8148013,1496 698413,6173	8148003,4444 698397,1335	8148012,7638 698432,7421
L63	Az: 091°09'20"	-	63,85	-	2026+8,13	2029+11,98	N E	-	8148012,7638 698432,7421	8148011,4760 698496,5841
C5	12°12'19"	561,20	119,55	012° 12' 19"	2029+11,98	2035+11,53	N E	8148010,2658 698556,5736	8148011,4760 698496,5841	8148021,7658 698615,4630
L64	Az: 078°57'01"	-	27,06	-	2035+11,53	2036+18,59	N E	-	8148021,7658 698615,4630	8148026,9516 698642,0185
C6	19°53'40"	125,01	43,41	019° 53' 40"	2036+18,59	2039+2,00	N E	8148031,1537 698663,5364	8148026,9516 698642,0185	8148027,7826 698685,2000
C7	46°01'10"	102,33	82,19	046° 01' 10"	2039+2,00	2043+4,19	N E	8148021,1007 698728,1403	8148027,7826 698685,2000	8148047,3596 698762,7668
C8	22°43'45"	84,16	33,39	022° 43' 45"	2043+4,19	2044+17,57	N E	8148057,5807 698776,2450	8148047,3596 698762,7668	8148061,8004 698792,6257
L65	Az: 075°33'16"	-	51,70	-	2044+17,57	2047+9,28	N E	-	8148061,8004 698792,6257	8148074,6978 698842,6922
C9	10°11'37"	862,35	153,42	010° 11' 37"	2047+9,28	2055+2,70	N E	8148093,8850 698917,1758	8148074,6978 698842,6922	8148099,5875 698993,8794

EIXO/ALÇA PISTA ESQUERDA PROJETADO GO-020/GO-536

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - EIXO PISTA ESQUERDA.GO-536 S. CANEDO										
Nº	AZ / DEFL. PI	R (m)	D / L (m)	AC	TS-PC	ST-PT	PONTO	PI	TS-PC	ST-PT
L73	Az: 104°16'15"	-	165,16	-	1000+0,00	1008+5,16	N E	-	8148107,4235 697980,4724	8148066,7101 698140,5364
C17	13°42'45"	135,00	32,31	013° 42' 45"	1008+5,16	1009+17,47	N E	8148062,7088 698156,2677	8148066,7101 698140,5364	8148062,5505 698172,4992
L74	Az: 090°33'30"	-	57,35	-	1009+17,47	1012+14,82	N E	-	8148062,5505 698172,4992	8148061,9916 698229,8419
C18	13°54'12"	173,90	42,20	013° 54' 12"	1012+14,82	1014+17,01	N E	8148061,7850 698251,0443	8148061,9916 698229,8419	8148056,4898 698271,5758
C19	13°18'22"	612,80	142,31	013° 18' 22"	1018+1,39	1025+3,70	N E	8148022,5632 698403,1221	8148040,4138 698333,9083	8148021,1216 698474,5862
L75	Az: 091°09'20"	-	22,19	-	1025+3,70	1026+5,89	N E	-	8148021,1216 698474,5862	8148020,6741 698496,7696
C20	12°12'19"	552,00	117,59	012° 12' 19"	1026+5,89	1032+3,48	N E	8148019,4838 698555,7757	8148020,6741 698496,7696	8148030,7953 698613,6997
C21	26°07'31"	125,82	57,37	026° 07' 31"	1032+3,48	1035+0,85	N E	8148036,3905 698642,3520	8148030,7953 698613,6997	8148054,0307 698665,6131
L76	Az: 052°49'30"	-	16,94	-	1035+0,85	1035+17,79	N E	-	8148054,0307 698665,6131	8148064,2648 698679,1084
C22	46°01'12"	94,60	75,98	046° 01' 12"	1035+17,79	1039+13,77	N E	8148088,5404 698711,1194	8148064,2648 698679,1084	8148082,3630 698750,8163
C23	23°17'26"	220,18	89,50	023° 17' 26"	1039+13,77	1044+3,27	N E	8148075,3856 698795,6549	8148082,3630 698750,8166	8148086,7055 698839,5981
C24	10°11'37"	874,75	155,63	010° 11' 37"	1044+3,27	1051+18,90	N E	8148106,1689 698915,1535	8148086,7057 698839,5989	8148111,9534 698992,9600

2.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.2.1 GENERALIDADES

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-03	Instrução de Projetos Rodoviários – Estudos Hidrológicos
DNIT	IS-203	Estudos Hidrológicos
DNIT	IPR-715	Manual de Hidrologia Básica

2.2.1.1 OBJETIVO

O principal objetivo destes Estudos é a coleta e o processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos, de maneira a possibilitar a determinação das vazões a serem drenadas pelos dispositivos de drenagem superficial, dentro dos tempos de recorrência previstos no projeto.

O estudo hidrológico para a região do viaduto e suas alças está contido nos estudos realizados para duplicação da GO-536 no trecho Entr. GO-020 / Av. Progresso (Senador Canedo).

2.2.2 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

2.2.2.1 DADOS METEOROLÓGICOS

O Estado de Goiás está servido de postos meteorológicos em número considerado razoável. Por sua proximidade da região em estudo a estação meteorológica Goiânia (01649013) localizada no município de mesmo nome, em operação desde 1949, é operada pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, será avaliada por inferir grau de aproximação à realidade climatológica da área em estudo.

2.2.2.2 CLIMA

As características climáticas são classificadas tendo como base NIMER (1979) e IBGE (1977), em função da temperatura média do mês mais frio (TM) em ºC e da pluviosidade (P) em milímetros.

MEDINA (1997) ressalta a importância da ação do clima nas rodovias, elencando em vários itens, a influência da precipitação atmosférica e radiação solar no desempenho dos pavimentos, no subleito e na estrutura.

Goiás

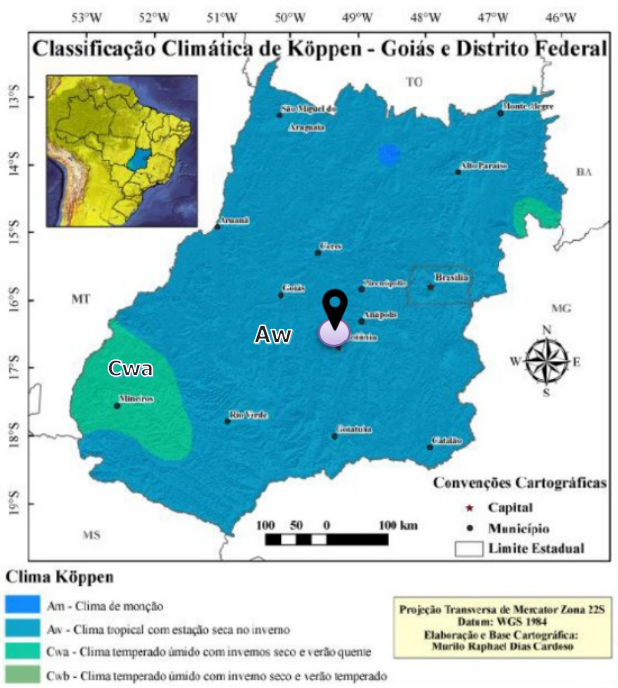
Goiás se caracteriza por ter um clima quente, variando de úmido a semi-árido, com até cinco meses de seca. Segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo AW, característico dos climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca, no inverno, e úmida, no verão, com transições mais próximas dos períodos que estão findando.

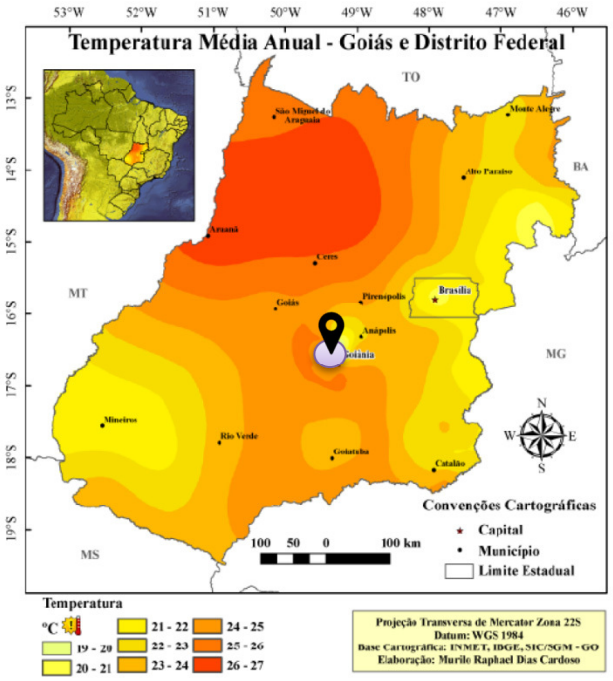
Clima da Região em Projeto

O clima regional se enquadra no grupo dos climas controlados por massas de ar equatoriais/tropicais e no subgrupo dos climas tropicais alternadamente secos e úmidos.

NIMER classifica o clima desta região, como em quase todo Estado de Goiás, como *Clima Semi-Úmido Quente*, dado a uniformidade de seu sistema geral de circulação atmosférica, caracteristicamente tropical, do qual resulta uma quase total uniformidade na marcha estacional da temperatura (máxima na Primavera e mínima no Inverno) e da precipitação (máxima no Verão e mínima no Inverno).

Na classificação de Köeppen o clima do Estado é predominantemente Aw (Clima tropical com estação seca no inverno), sendo esta a classificação para o trecho em projeto. As temperaturas situam-se em médias anuais de 21 a 22 graus.

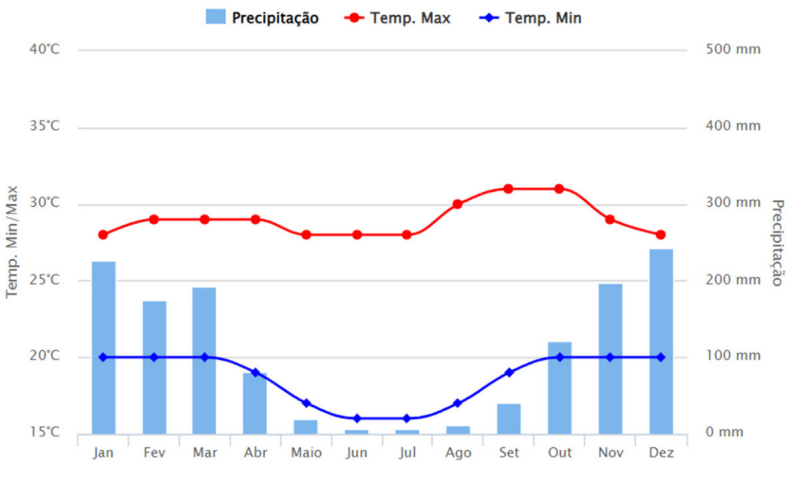




Local do Trecho

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	23.4	23.4	23.2	23	22.2	21.8	21.8	23.8	25.9	25.7	23.7	23.4
Temperatura mínima (°C)	19.8	19.7	19.6	18.8	17.1	16.4	16	17.8	20.2	20.7	20	19.9
Temperatura máxima (°C)	27.7	27.9	27.7	27.9	27.7	27.5	27.7	29.9	31.9	31.2	28.3	27.7
Chuva (mm)	226	179	185	82	17	5	2	7	32	107	203	225
Umidade(%)	78%	78%	79%	71%	60%	53%	46%	37%	39%	54%	74%	78%
Dias chuvosos (d)	16	15	15	9	3	1	0	1	4	11	16	18
Horas de sol (h)	9.3	9.5	9.0	9.4	9.5	9.7	9.9	10.3	10.5	10.3	9.5	9.3

Pluviometria



Na região, a distribuição e a altura das precipitações devem-se, quase que exclusivamente, aos sistemas de circulação atmosférica, o que torna o efeito da topografia insignificante, não chegando a interferir nas tendências gerais, determinadas pelos fatores dinâmicos. Há, durante o ano, um período chuvoso e outro seco, com um mês de transição nas passagens de um para o outro.

O trecho localizado no centro goiano, possui precipitação média anual entre 1400 e 1600 mm, conforme se vê no mapa das precipitações médias do Estado apresentado a seguir.

Umidade Relativa do Ar: O declínio da umidade relativa de maio a setembro é um dos fatores climáticos marcantes da área, permanecendo abaixo de 70% de maio a setembro, podendo atingir valores abaixo de 55%. Na sequência é apresentada a sinopse climática da região.

Quadro 2.2.2

SINOPSE CLIMÁTICA (Fonte: Normais Climatológicas - 1961/1990 - INMET)

POSTO CLIMATOLÓGICO PADRÃO

Código:	1649013	Bacia:	6 Rio Paraná	Altitude:	741 m
N° INEMET:	83423	Latitude:	-16° 40' 25"	Distância do Trecho em Estudo:	120 Km
Estação:	**Goiânia**	Longitude:	-49° 15' 50"		

POSTO PLUVIOMÉTRICO PADRÃO

Código:	**1649013**			Código INEMET:	83423
Número:	GOIANIA 83423			Latitude:	-16 40 25
Responsável:	INMET	Instituto Nacional de Meteorologia		Longitude:	-49 15 50
Operadora:	INMET	Instituto Nacional de Meteorologia		Altitude:	741
Início de Operação:	1.937	**Clima:**	AW	Verão úmido e inverno seco	
Paralisação:	-			Temperaturas elevadas com chuva no verão e seco no inverno. As médias de temperatura dos	
Final de Paralisação:	-			meses é maior que 20°C e no mês mais frio do ano as mínimas são maiores que 18°C.	
Final de Operação:	-				

TEMPERATURA

Máxima Absoluta:	38,4 °C		Média das Máximas:	29,8 °C		Mês mais Frio:	Julho	13,2 °C
Mínima Absoluta:	2,8 °C		Média das Mínimas:	17,7 °C		**Obs.:** O inverno é ameno, com o frio ocorrendo apenas		
Média:	23,2 °C		Média das Médias:	23,2 °C		em ondas espasmódicas por ocasiões das invasões do		
Variação da Temp. Média:	20,8 °C	a 24,6 °C	Mês mais Quente:	Setembro	31,9 °C	anticiclone polar.		

Precipitação / Evaporação / Umidade Relativa

Prec. Máxima Mensal:	270,3 mm		Precipitação Anual:	1.575,9 mm		Mês menor Pluvios.:	Janeiro	270,3 mm
Prec. Máxima Diária:	134,0 mm em 24 h		Evaporação Anual:	1.576,6 mm		Mês maior Pluvios.:	Julho	6,2 mm
Mínima Umidade Relativa:	47,0 %		Déficit Hidr. Anual:	0,7 mm		Mês maior Evapor.:	Agosto	202,4 mm
Mês de Mínima Unid. Rel.:	Agosto		Mês Maior Def. Hid.:	Agosto	189,70 mm			

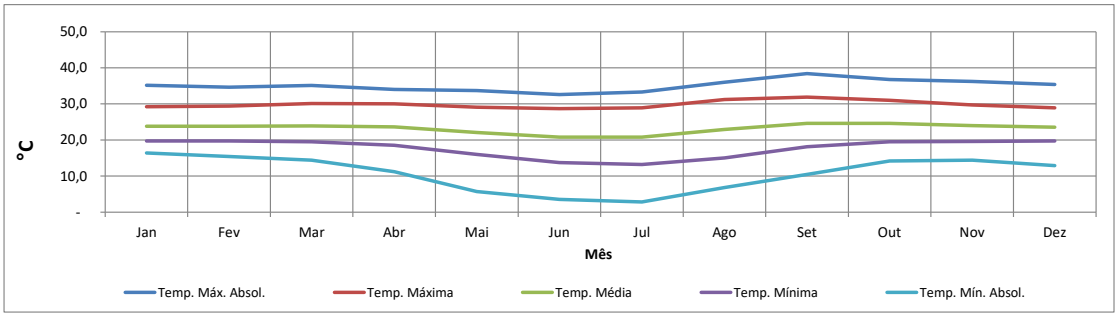
Admitindo-se como separatriz, para definição de meses secos e chuvosos, a altura pluviométrica de 100 mm, há:

N° de Meses Secos:	5 meses	Precip. Total nos Meses Secos:	112,4 mm	7,1% do Total
N° de Meses Úmidos:	7 meses	Precip. Total nos Meses Úmidos:	1463,5 mm	92,9% do Total

Início da Estação Chuvosa:	Outubro	A estação chuvosa se estende de Outubro a Maio apresentando precipitações superiores a 100 mm. Esta estação compreende a primavera, o verão e parte do outono.
Termíno da Estação Chuvosa:	Maio	O período seco cobre parte do outono e todo o inverno (astronômico). Há um estação nitidamente seca, que compreende os meses de junho a setembro, apresentando precipitações inferiores a 100 mm.

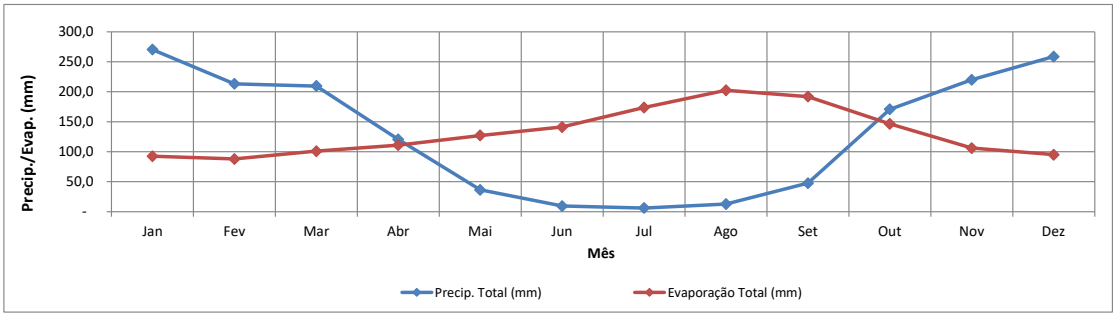
TEMPERATURA MENSAL

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temp. Máx. Absol.	35,2	34,6	35,1	34,0	33,7	32,6	33,3	36,0	38,4	36,8	36,2	35,4	38,4
Temp. Máxima	29,2	29,4	30,1	30,0	29,1	28,7	28,9	31,2	31,9	31,0	29,7	28,9	29,8
Temp. Média	23,8	23,8	23,9	23,6	22,1	20,8	20,8	22,9	24,6	24,6	24,0	23,5	23,2
Temp. Mínima	19,7	19,7	19,5	18,5	16,0	13,7	13,2	15,0	18,1	19,5	19,6	19,7	17,9
Temp. Mín. Absol.	16,4	15,4	14,4	11,2	5,7	3,5	2,8	6,8	10,4	14,2	14,4	12,9	2,8

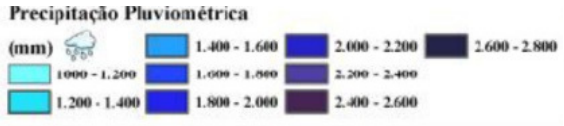


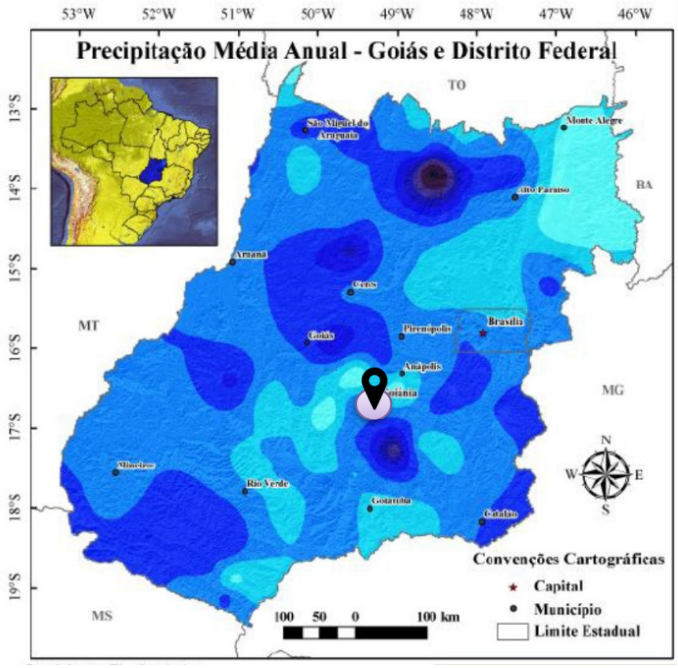
PRECIPITAÇÃO / EVAPORAÇÃO / UMIDADE RELATIVA

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Prec.Máx.em24 h (mm)	124,2	102,4	97,0	81,6	79,1	47,1	28,1	27,4	77,5	107,4	93,2	134,0	134,0
Precip. Total (mm)	270,3	213,3	209,6	120,6	36,4	9,5	6,2	12,7	47,6	170,9	220,0	258,8	1.575,9
Evaporação Total (mm)	92,6	88,0	100,9	111,1	127,2	141,2	173,6	202,4	191,9	146,5	106,2	95,0	1.576,6
Déficit Hídrico	-177,70	-125,30	-108,70	-9,50	90,80	131,70	167,40	189,70	144,30	-24,40	-113,80	-163,80	0,70
Umidade Relativa (%)	75,0	76,0	74,0	71,0	65,0	60,0	53,0	47,0	53,0	65,0	73,0	76,0	65,7



PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL





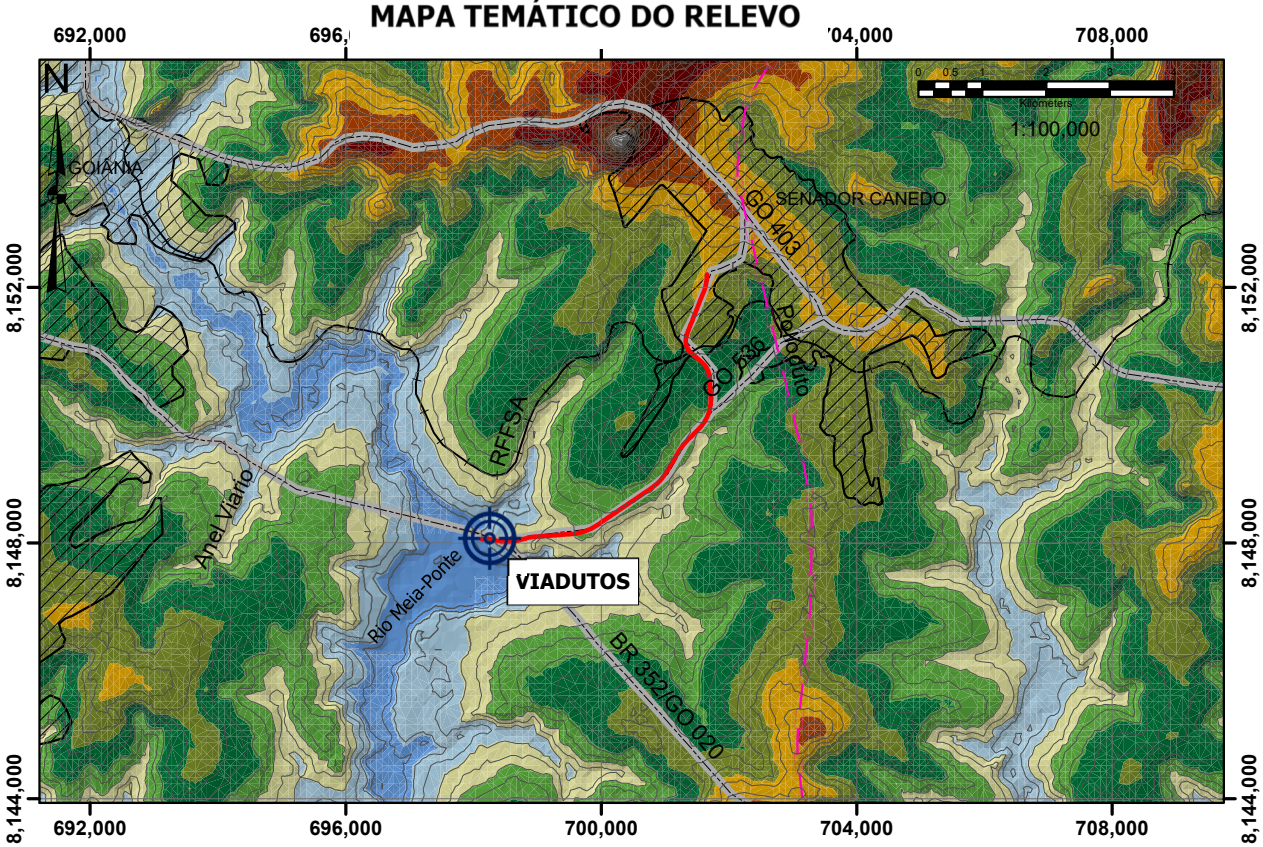
2.2.2.3 RELEVO E HIDROGRAFIA

Relevo

O trecho atravessa uma região plana com declividades entre 0% e 3% em 77,86% da extensão, suave ondulado em 19,65% (3% a 6%), e somente 2,49% com declividades entre 6% e 9%, portanto há uma baixa movimentação no relevo, acentuada somente no início, no entroncamento com rodovia GO-020, na área de influência das várzeas do Rio Meia-Ponte. Ao longo dos 6,70 km a menor cota é de 686,217m, e a maior 792,715m, o que totaliza uma diferença de 106,498 metros de desnível.

Declividade		Classe	
0,00%	3,00%	Relevo plano	77,86%
3,01%	6,00%	Relevo suave ondulado	19,65%
6,01%	12,00%	Relevo ondulado	2,49%
12,01%	20,00%	Relevo forte ondulado	0,00%
20,01%	40,00%	Relevo forte ondulado mais montanhoso	0,00%
40,01%	60,00%	Relevo montanhoso	0,00%
60,01%	100,00%	Fortemente montanhoso	0,00%

MAPA TEMÁTICO DO RELEVO



Legenda:

CN 10m
LOCALIDADE
SymbolID
PROJETO

Malha_Viária
SITUACAO
Duto
Ferrovia RFFSA
Rodovia Estadual
Rodovia Estadual Municipal

Relevo
Altitude
966.533 - 988
945.067 - 966.533
923.6 - 945.067
902.133 - 923.6
880.667 - 902.133
859.2 - 880.667
837.733 - 859.2
816.267 - 837.733
794.8 - 816.267
773.333 - 794.8
751.867 - 773.333
730.4 - 751.867
708.933 - 730.4
687.467 - 708.933
666 - 687.467

Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
Projection: Transverse Mercator
Datum: SIRGAS 2000
False Easting: 500.000,0000
False Northing: 10.000.000,0000
Central Meridian: -51,0000 Scale Factor: 0,9996
Latitude Of Origin: 0,0000 Units: Meter

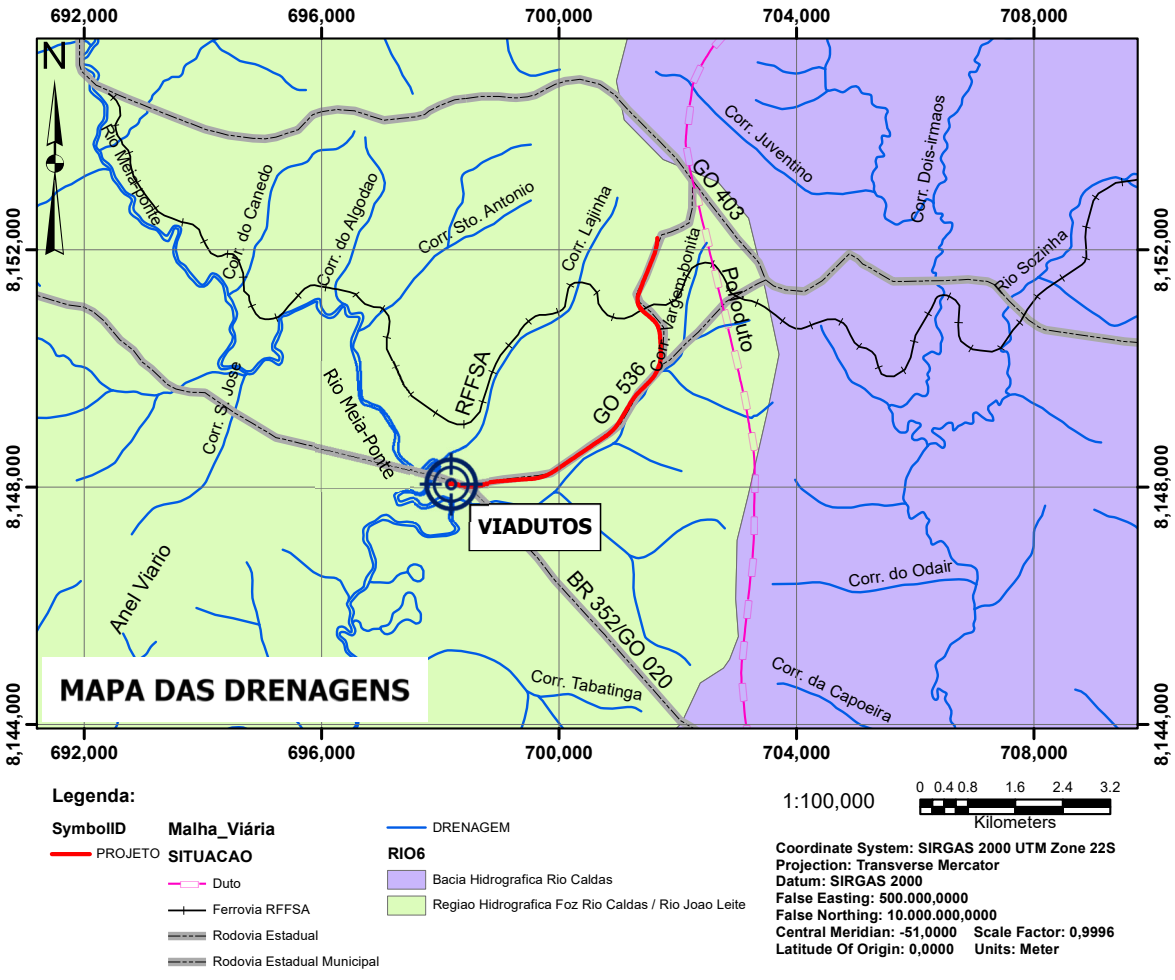
Hidrografia

A Hidrografia do Brasil é dotado de uma densa rede, com predominância de rios de planalto. Segundo a classificação da ANEEL são oito as grandes bacias hidrográficas, sendo cinco autônomas e três agrupadas: as autônomas são: Amazônica [1], Tocantins/Araguaia [2], São Francisco [4], Paraná/Paraguai [6] e Uruguai [7], e as agrupadas: Atlântico Norte/Nordeste [3], Atlântico Leste [5] e Atlântico Sul/Sudeste [8]. Apenas os rios Amazonas e o Paraguai são rios de planície.

Figura 2.2.2 - Divisão Hidrográfica Nacional

Figura 2.2.3 – Bacias Hidrográficas - Goiás

O trecho em estudo está posicionado na Região Hidrográfica do Rio Paraná, na sub-região hidrográfica do Rio Paranaíba, na bacia do Rio Meia-Ponte, na foz do Rio Caldas / Rio João Leite. As bacias hidrográficas foram identificadas e os seus parâmetros quantitativos, como área, forma, extensão e declividade do talvegue principal foram obtidos através de imagens raster do programa da NASA SRTM.



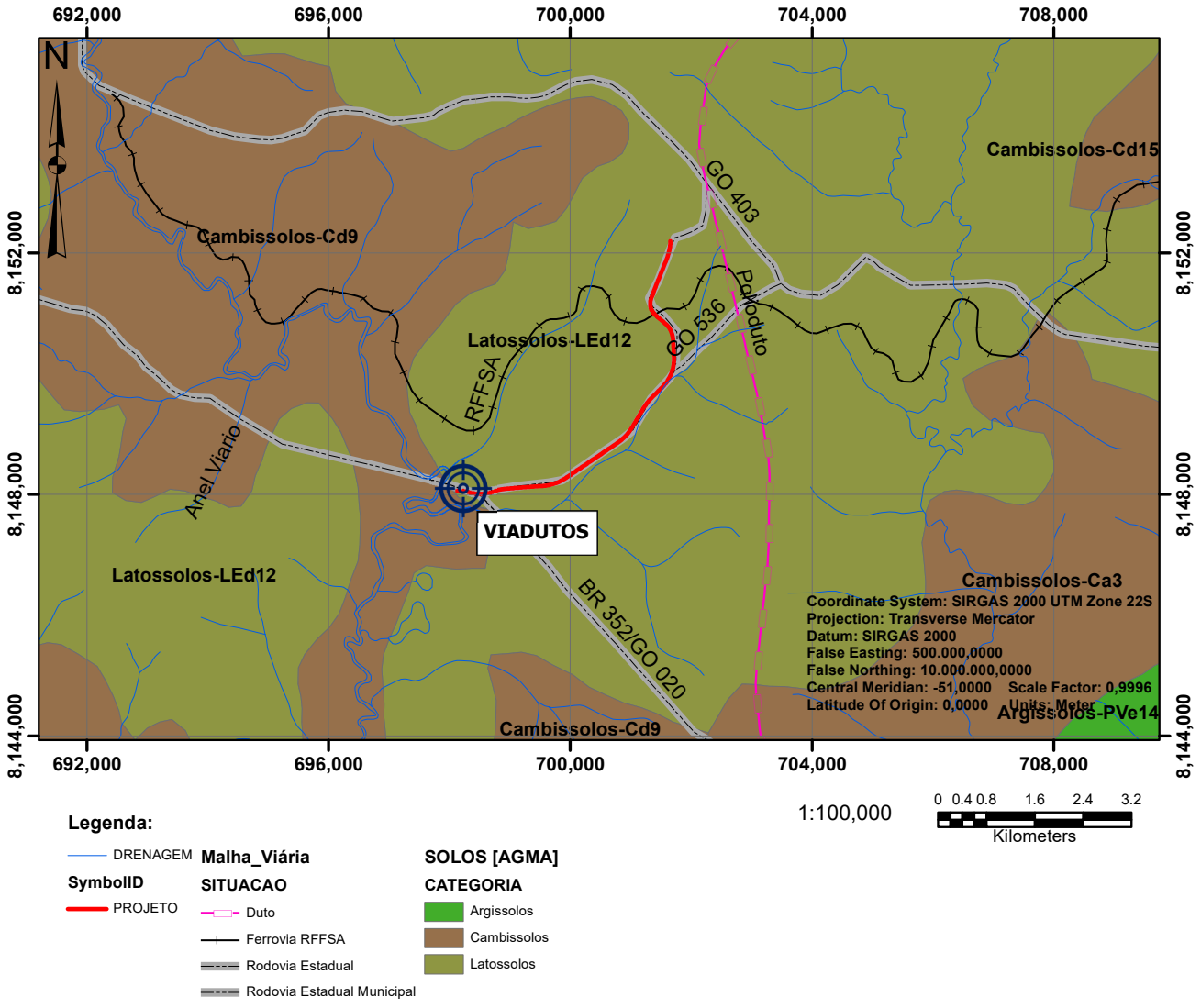
2.2.2.4 SOLOS

O **solo** é uma superfície inconsolidada constituído por camadas que diferem pela natureza física, química, mineralógica e biológica, que se desenvolve pela influência do clima e da atividade biológica. As características do solo são adquiridas lentamente à medida que os processos evoluem e as propriedades dinâmicas do solo são gradativas. O conhecimento destas variáveis é importante para definição dos coeficientes de escoamento "run-off" das águas precipitadas.

O **MAPA DE SOLO** ilustra as variações dos solos encontrados na região. Basicamente se trata de região de **Latossolos**, solos profundos (> 2m) de boa permeabilidade e baixa suscetibilidade à erosão. Próximo do início do trecho ainda na rodovia GO-020, temos uma região de Cambissolos, geralmente associados a relevos mais movimentados (ondulados e forte-ondulados), com variação de profundidade atingindo entre 0,2 a 1,0m portanto com menor capacidade de retenção de água.

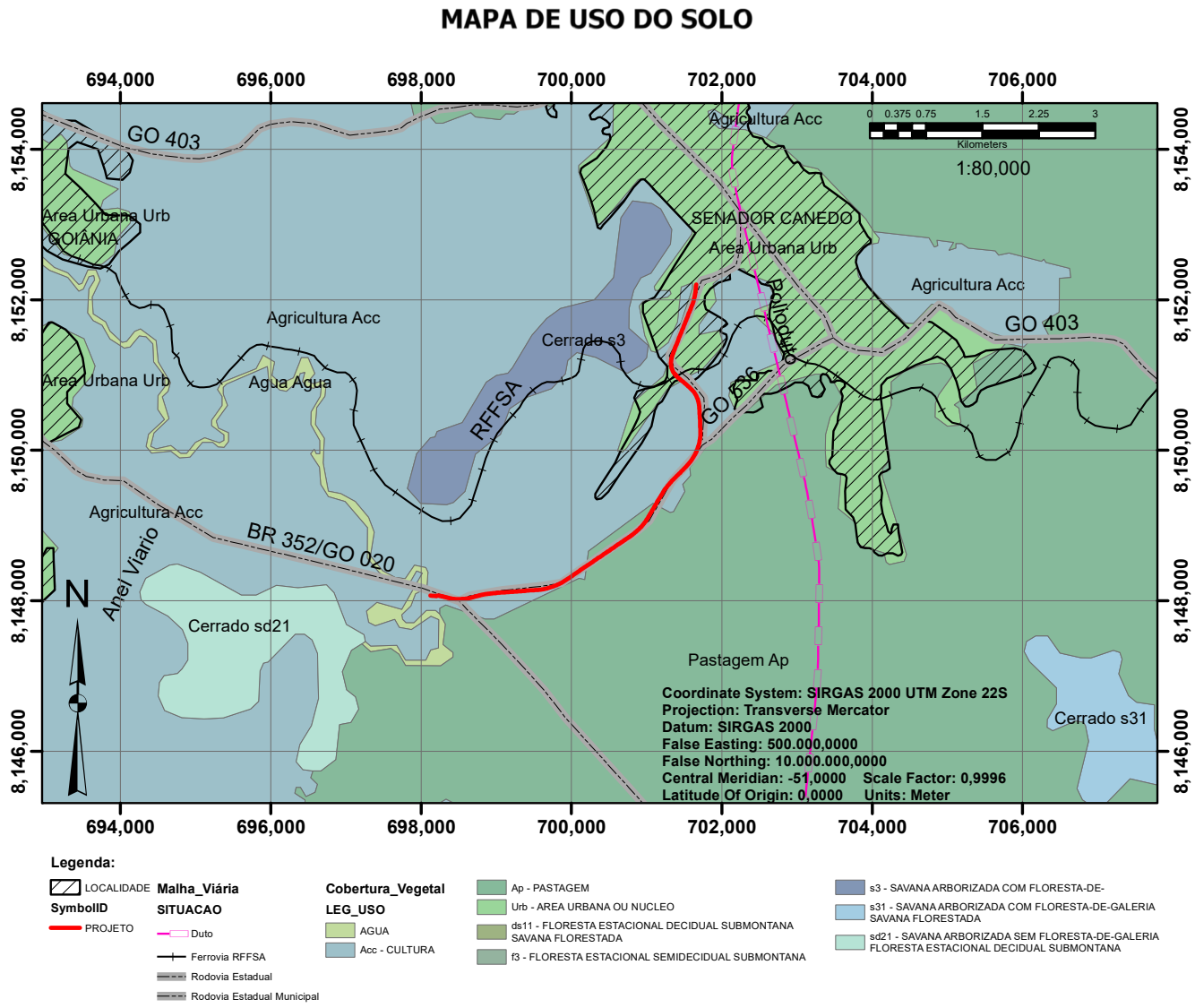
Solos encontrados na região da diretriz:

MAPA DOS SOLOS



2.2.5 VEGETAÇÃO

A **Cobertura Vegetal e Uso** atual das terras na área de influência da rodovia confirma a substituição quase que total do cerrado original, savana arborizada com (s3) ou sem floresta de galeria (sd21), pela urbanização (urb), pastagens (Ap) e culturas anuais (Acc). Do ponto de vista hidrológico as condições são "boas" nas áreas remanescentes de savana[1] e nas áreas de pastagem [2] e "más" nas áreas de culturas anuais (irrigadas ou não). Com o avanço da urbanização a tendência é que mais áreas de agricultura e pastagens sejam ocupadas ao longo dos próximos anos.



A diretriz de projeto apresentado no mapa é referente à duplicação da GO-536, passando pelos via-dutos projetados sobre a GO-020.

[1] Compostas por árvores e arbustos em grande quantidade.

[2] De maneira geral são compostas por gramíneas que se encontram em bom estado, densas e com altura superior a 15 cm.

2.2.3 METODOLOGIA

2.2.3.1 FASES DO ESTUDO

Os Estudos Hidrológicos foram concebidos em duas fases:

Fase Preliminar: Nesta fase foram coletados dados, junto aos órgãos oficiais, que permitissem a caracterização climática, pluviométrica, fluviométrica e física da região, e mais especificamente, na área do trecho em estudo; elementos que permitam a definição das dimensões e demais características físicas das bacias de contribuição (forma, declividade, tipo de solo, recobrimento vegetal) tais como: levantamentos aerofotogramétricos, cartas geográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitopedológicos e/ou outras cartas disponíveis e apontamentos sobre as obras existentes e avaliação do vulto das obras novas.

Fase de Projeto: Nesta fase os dados da fase anterior foram processados para possibilitar a determinação das vazões das bacias e o dimensionamento das obras de drenagem e subdividiram-se em: estudos climáticos, com o objetivo de fornecer subsídios sobre o clima da região e hidrológicos, com o objetivo de determinar o regime pluvial da região em termos de chuvas normais e intensas, totais médios anuais precipitados; máximas, médias e mínimas dos dias de chuvas de cada mês; as precipitações máximas, médias e mínimas mensais e as alturas máximas anuais, durante o período de observação.

Os dados pluviométricos foram processados de modo a se obter: tabelas e histogramas das precipitações pluviométricas máximas, médias e mínimas; mensais, com valores médios da precipitação máxima diária e desvio padrão; tabelas e histogramas do número de dias chuvosos (máximos, médios e mínimos) e curvas de intensidade - duração – frequência.

2.2.3.2 COLETA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Por sua proximidade da região em estudo a seguinte estação do sistema nacional de postos climatológico foi avaliada: *CÓDIGO: 01649013 NOME: GOIÂNIA MUNICÍPIO: GOIÂNIA*

Verificando a série histórica do posto concluímos que os dados fornecidos pelo posto de Goiânia são consistentes, fornecendo resultado assertivo para os estudos hidrológicos.

2.2.3.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos coletados serão processados de modo a se obter:

- Média anual de chuvas da região; média mensal; número de dias de chuva por mês; total anual; alturas máximas e mínimas; registro de chuvas e respectivos pluviogramas; precipitação total; indicação do trimestre mais chuvoso e mais seco; precipitação máxima em 24 horas.
- Curvas de intensidade - duração - frequência;
- Curvas de altura - duração - frequência;
- Histogramas das precipitações pluviométricas mensais e das distribuições mensais dos números de dias de chuva.

Método de Gumbel-Chow

Gumbel, com base na teoria dos extremos de amostras ocasionais, demonstrou que, se o número de observações tende para o infinito, a probabilidade *Pi* de ser qualquer uma das máximas menor do que um certo *Xi*, é dada pela equação:

$$Pi = e^{-e^{-yi}}$$

Sendo:
e = base dos logaritmos neperiano;
yi = a (Xi - Xf) onde: yi = variável reduzida;
a = parâmetro de Gumbel;
Xi = valor da variável aleatória X;
Xf = μ - 0,450 σ → μ = média do universo
σ = desvio padrão do universo

Ven Te Chow mostrou que a maioria das funções de frequência empregadas em análises hidrológicas podem ser resolvida por equações do tipo: $X_t = \overline{X} + \kappa\sigma$. Assim a fórmula de Gumbel, apresentada a seguir, permite fazer com segurança esta estimativa:

$$P = \bar{P} + K\sigma$$

Onde:
- P = precipitação máxima diária, para o tempo de recorrência previsto;
- $\bar{P}$ = valor médio das máximas precipitações diárias anuais;
- K = coeficiente probabilístico de Gumbel;
- σ = desvio padrão das máximas precipitações diárias anuais.

Método das Isozonas

Relações Altura (Intensidade)/Duração/Frequência: Dada a necessidade de se avaliar as relações intensidade / duração / frequência das chuvas de curta duração numa região onde as únicas informações disponíveis são as chuvas diárias, foi utilizado o método das Isozonas.

Este método parte da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas de diferentes estações pluviográficas e prolongando-se as respectivas retas de altura da precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo de abscissas em um mesmo ponto.

Mapa das Isozonas

Torrico (1974) construiu mapas de isozonas que identificam zonas de igual relação entre as alturas de precipitação máxima anual de uma hora com a máxima anual de 24 horas, para diferentes tempos de recorrência (de 5 a 10.000 anos). Foram estabelecidas 8 isozonas para o Brasil. Torrico utilizou, em seu estudo, as mesmas estações de Pfafstetter (1957).

Para cada isozona também apresentou as relações entre as alturas de precipitação de 6 minutos e a de 24 horas, para tempos de recorrência entre 5 e 50 anos e para 100 anos. Para converter a chuva de um dia em chuva de 24 horas propõe que a chuva de um dia seja multiplicada pelo fator 1,10 (≅ 1,095).

Tendo-se a chuva de 24 horas e identificando-se a isozona de interesse, pelas relações apresentadas podem-se obter as alturas de chuva de 1 hora e de 6 minutos, para o tempo de recorrência escolhido. Calculada a precipitação de *1 dia*, pelo método de Gumbel-Chow, esta é convertida em precipitação de 24 h, multiplicando-a por 1,10, que é a relação 24 h/1 dia.

Depois desta correção são obtidos os valores das precipitações de 1 h e 6 min de duração, através das correlações do método das isozonas. Tendo-se as precipitações para durações de 24 h, 1 h e 6 min, são obtidas as precipitações para tempos de duração entre 6 min e 24 h, através de métodos estatísticos.

Com estes valores podem-se construir as curvas de altura de chuva - duração – frequência: H = ($t.T$), e destas obter as curvas de intensidade - duração – frequência I = ($t.T$), onde:

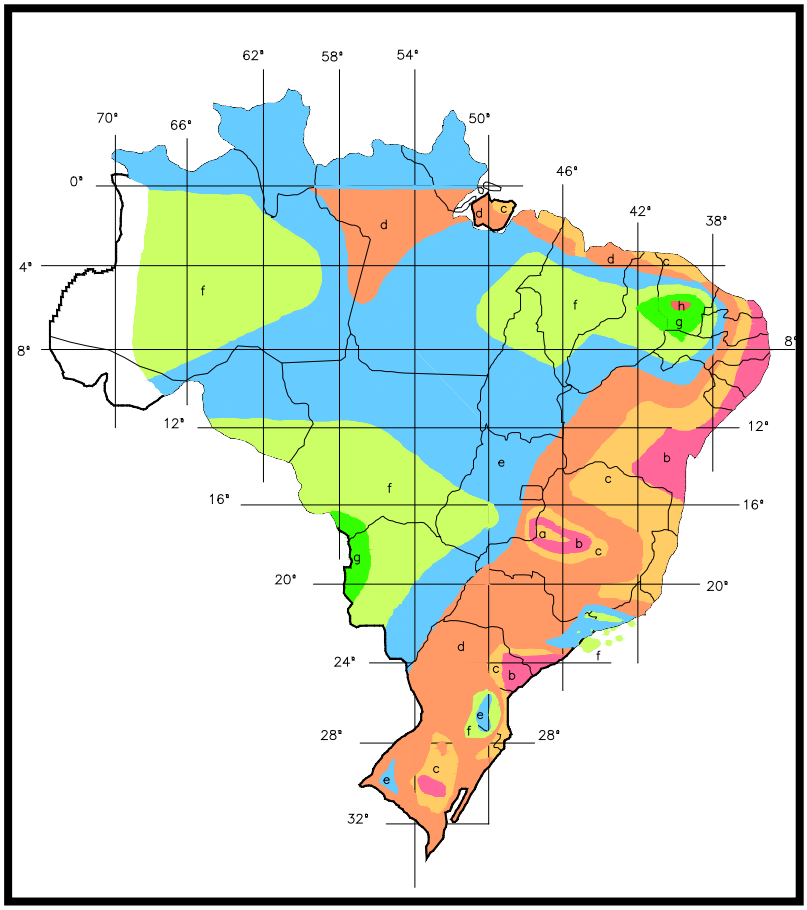
H = altura de precipitação, em mm; t = tempo de duração da chuva, em hora;

T = tempo de recorrência, em anos; I = intensidade de precipitação, mm/h.

Esta metodologia somente é aplicável se existirem dados de um período de observação suficientemente longo (período mínimo de 10 anos), caso contrário os resultados calculados serão imprecisos.

Apresentamos na sequencia o Mapa das Isozonas e no Quadro 2.2.3 os valores das relações.

Mapa das Isozonas



QUADRO 2.2.3 - ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO												
Tempo de Recorrência em Anos												
Zona	1 hora / 24 horas										6min/24h	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5 a 50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	8,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,0	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	42,9	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,8	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,7	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Fonte: MMA / SRH

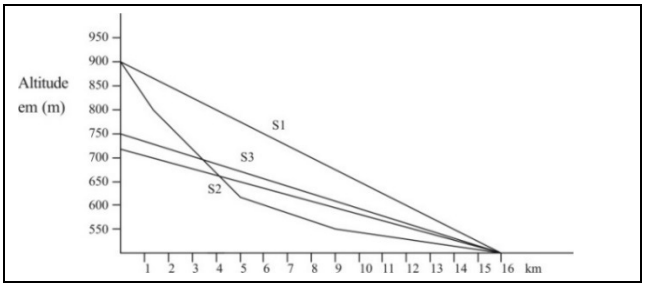
2.2.3.4 DESCARGA DE PROJETO

Bacias Hidrográficas

As bacias interceptadas pela estrada, cujas vazões poderão comprometer a sua estrutura, foram delimitadas usando curvas de níveis das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) apoiada nos shaperfiles das Otobacias para o Estado de Goiás e do projeto geométrico. Foram utilizadas imagens de radar interferométricas da SRTM, com resolução de 30/90 metros. Foram usados programas de CAD e geoprocessamento para elaborar os mapas das bacias hidrográficas e possibilitar a determinação dos dados geométricos das bacias tais como área, comprimento do talvegue e declividade média.

Declividade Média

Conforme IP-03 a declividade do talvegue pode ser calculada através da *divisão do desnível do talvegue com a sua extensão*. Para o cálculo da declividade média das bacias maiores ou que possuem diferentes relevos ao longo da extensão do talvegue, pode-se utilizar ferramentas internas dos programas de geoprocessamento para obtenção do par cota-distância nos locais de mudança de declividade.



Assim, de posse do mapa das bacias com curvas de nível, é possível calcular a declividade ou inclinação, entre estes pontos, obtendo-se com o quociente entre o desnível e o comprimento reduzido do horizonte, de três maneiras (S1, S2 ou S3):

- S_1 - Une a nascente à foz, dá-nos a declividade máxima, sempre teórica;
- S_2 - Declividade média: A área do triângulo formado pelos eixos coordenados e a reta correspondente à inclinação média é igual à área definida pelos eixos coordenados e o perfil longitudinal do rio;
- S_3 - Declividade equivalente constante: Obtém-se através da média harmônica ponderada da raiz quadrada das diversas declividades.

$$S_3 = \left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{Li}{\sqrt{Si}}}\right]^2$$

Si - Declividade de cada trecho; Li - Comprimento real de cada trecho

Portanto, para as bacias maiores com talvegues longos, é interessante calcular uma declividade equivalente. Para o projeto adotaremos a declividade S1 como referência e S3 somente para as bacias que apresentem um talvegue muito extenso.

De acordo com a inclinação média das vertentes, o relevo pode ser classificado como ondulado:

Quadro 2.2.4

CLASSES DE RELEVO		**CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO SEGUNDO A INCLINAÇÃO MÉDIA DAS VERTENTES**	
Declividade	**Classe**	**Tipo de relevo**	**Inclinação**
0 – 3%	Relevo plano	Plano	0 a 2%
3 – 6 %	Relevo suave ondulado	Levemente ondulado	2 a 5%
6 – 12%	Relevo ondulado	Ondulado	5 a 10%
12 – 20%	Relevo forte ondulado	Muito ondulado	10 a 20%
20 – 40%	Relevo forte ondulado mais montanhoso	Montanhoso	20 a 50%
40 – 60%	Relevo montanhoso	Muito montanhoso	50 a 100%
> 60%	Fortemente montanhoso	Escarpado	> 100%

Valores encontrados para os talvegues:

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS DECLIVIDADES DOS TALVEGUES

Relevo plano 0 A 2%	Relevo suave ondulado 2 A 5%	Relevo ondulado 5 A 10%	Relevo forte ondulado 10 A 20%	Relevo montanhoso 20 A 50%	Relevo muito montanhoso 50 a 100%	Fortemente montanhoso > 100%
25,93%	40,74%	33,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Coeficientes de Escoamento

O complexo hidrológico solo-cobertura da terra é a parte fundamental para a composição do coeficiente de escoamento (C e CN) médio das bacias e este a principal variável para estimar a chuva excedente aplicando as metodologias de cálculo das vazões de projeto. Obteve-se os complexos hidrológicos pela análise do mapa de solo e de cobertura da terra, ou seja, as áreas de cada complexo hidrológico.

Os coeficientes de escoamento médios foram obtidos por meio de uma composição ponderada considerando os diversos complexos hidrológicos solo-cobertura da terra ocorridos no interior das bacias, segundo as classificações hidrológicas do solo exposta no Quadro 2.2.5.

O solo constitui o recurso natural mais intensamente utilizado para atender às necessidades de produção contínua de alimentos nas quantidades e variedades exigidas pela humanidade.

A abordagem aqui efetuada é de elevado grau de generalização. Os dados referentes aos solos identificados na região provêm de levantamentos pedológicos em que as unidades de mapeamento são, em sua maioria, constituídas por associações de solos. A potencialidade agrícola retratada neste estudo reflete avaliações interpretativas das características dos solos predominantes na unidade de mapeamento, consideraram-se, também, parâmetros inerentes à topografia predominante na área estudada.

Quadro 2.2.5 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

OROGRAFIA		**PLANO**		**ONDULADO**		**MONTANHOSO**	
CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE		**C**	**CN**	**C**	**CN**	**C**	**CN**
Terrenos estéreis e Áreas urbanizadas	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	D	0,60 - 0,80	70	0,60 - 0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, Pastagens e Matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	65	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e Pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

Fonte: IP-03 - Instruções de Serviço para Estudo Hidrológico – GOINFRA Onde:

A = superfície muito permeável ("Loess" em camadas espessas) - Compreende os solos com baixo potencial de escoamento, contendo alta taxa de infiltração uniforme quando completamente molhados, consistindo principalmente de areias ou cascalhos, ambos profundos e excessivamente drenados. Estes solos têm uma alta taxa de transmissão de água;

B = superfície permeável ("Loess" em camadas rasas e areias) - Compreende os solos contendo moderada taxa de infiltração quando completamente molhados, consistindo principalmente de solos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados, com textura moderadamente fina a moderadamente grossa. Estes solos possuem uma moderada taxa de transmissão de água;

C = superfície semipermeável (terras siltosas e argilosas) - Compreende os solos contendo baixa taxa de infiltração quando completamente molhados, principalmente com camadas que dificultam o movimento da água através das camadas superiores para as inferiores, ou com textura moderadamente fina e baixa taxa de infiltração. Estes solos têm uma baixa taxa de transmissão de água;

D = superfície pouco permeável (argilas expansivas e pavimentos) - Compreende os solos que possuem alto potencial de escoamento, tendo uma taxa de infiltração muito baixa quando completamente molhados, principalmente solos argilosos com alto potencial de expansão. Pertencem a este grupo, solos com uma grande permanência do lençol freático, solos com argila dura ou camadas de argila próxima da superfície e solos expansivos agindo como materiais impermeabilizantes próximos da superfície. Estes solos têm uma taxa muito baixa de transmissão de água.

Observados do ponto de vista hidrológico, os latossolos (LE12) pertencem ao Grupo **A ou B**, do Quadro 2.2.6**.** Sobrepondo o mapa de delimitação de bacias com o mapa de solos verificamos uma distribuição entre área ocupada pelos latossolos de 100%, portanto para consideração do coeficiente teremos que considerar exclusivamente características do Grupo A/B.

A classificação apresentada no Quadro 2.2.6, além de ser muito parecida no processo de desenvolvimento com a original proposta pelo SCS, é direta como a original, bastando localizar a bacia sobre um mapa pedológico para se determinar às classes hidrológicas que nela ocorrem.

De maneira resumida, as características de cada grupo de solo hidrológico, constante do Quadro 2.2.5, proposto por Lombardi Neto et al. (1986) encontram-se no Quadro 2.2.6.

Quadro 2.2.6 – Grupamento de Solos Segundo suas Qualidades, Características e Resistência a Erosão						
Grupo	Grupo de Resistência à erosão	Principais Características				
		Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão Textural (1)	Grandes Grupos de Solos (4)
A	alto	muito profundo (>2m) ou profundo (1 a 2m)	Rápida / rápida Moderada / rápida	Média / média Muito argilosa / muito argilosa Argilosa / argilosa	< 1,2	LR, LE, LV, LVr, LVt, LH, LEa, e LVa Latossolo
B	moderado	profundo (1 a 2m)	Rápida / rápida Rápida / moderada Moderada / moderada	Arenosa / arenosa Arenosa / média Arenosa / argilosa Média / argilosa Argilosa / muito argilosa	1,2 a 1,5	LJ, LVP, PV, PVL, PIn, TE, PVls, R, RPV, RLV, Lea (3), e Lva (3) Argissolo
C	baixo	profundo (1 a 2m) moderadamente profundo 0,5 a 1,0 m)	Lenta / rápida Lenta / moderada Rápida / moderada	Arenosa / média (2) Média / argilosa (2) Arenosa / argilosa Arenosa / muito argilosa	> 1,5	Pml, PVp, PVls, Pc e M Argissolo Cambissolo
D	muito baixo	Moderadamente profundo (0,5 a 1,0m) ou raso (0,25 a 0,50m)	Rápida, moderada ou lenta sobre lenta	muito variável	muito variável	Li-b, Li-ag, gr, Li-fi, Li-ac e PVp (rasos) Neossolo Chernossolo

Observações:

(1) Média da porcentagem de argila do horizonte B (excluindo B3) sobre média da porcentagem de argila de todo horizonte A.

(2) Somente com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B.

(3) Somente aqueles com horizonte A arenoso.

Fonte: Avaliação da Classif. Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do SCS. UNICAMP, 2004

Grupo de Solos encontrados na região da diretriz

CATEGORIA	CLASSE	LEGENDA	GRUPO
LATOSSOLOS	LE	PERMEABILIDADE ALTA	A ou B
CAMBISSOLOS	Cd	PERMEABILIDADE MODERADA	C

Para a metodologia do Hidrograma Sintético, recomendamos usar o número de Curva CN para diferentes condições de do Complexo Hidrológico, obtido da Tabela 11 do Manual de Hidrologia do DNIT.

UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLO A	B	C	D
TERRENOS CULTIVADOS	Sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Fileiras retas	70	80	87	90
PLANTAÇÕES REGULARES	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Fileiras retas	64	76	84	88
CEREAIS	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Fileiras retas	62	75	83	87
LEGUMES OU CAMPOS CULTIVADOS	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
PASTAGENS	Pobres, em curcas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
CAMPOS PERMANENTES	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
CHÁCARAS	Normais	59	74	82	86
ESTRADAS DE TERRA	Más	72	82	87	89
	De superfície duro	74	84	90	92

TIPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS
TIPO A	*Baixo potencial de escoamento superficial e, portanto, alto coeficiente de permeabilidade, mesmo quando totalmente encharcado. Camadas profundas com pouca argila ou silte e mais areia e pedregulho limpo, com textura de boa drenagem. Coeficiente de permeabilidade aproximadamente igual a 10^{-1}.*
TIPO B	*Coeficiente de infiltração moderado quando totalmente encharcado. Inclui solos arenosos em camadas menos profundas que os do Tipo A, condições de drenagens médias, textura moderadamente fina e granular. Coeficiente de permeabilidade entre 10^{-1} a 10^{-3}.*
TIPO C	*Baixo coeficiente de infiltração quando totalmente encharcado composto por camadas com grande percentagem de argila e silte. Coeficiente de permeabilidade variando entre 10^{-1} a 10^{-5}.*
TIPO D	*Alto potencial de escoamento superficial e, conseqüentemente, baixo coeficiente de infiltração quando encharcado. É constituído por camadas de argila próximas à superfície e por solos superficiais sobre horizontes impermeáveis (rochosos). Coeficiente de permeabilidade compreendido entre 10^{-5} a 10^{-7}.*

Outro estudo que correlaciona as características dos solos no Brasil com características hidrológicas foi apresentado por Satori em 2005, e apresenta o seguinte:

Grupo Hidrológico A:

LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso.

Grupo Hidrológico B:

LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.

Grupo Hidrológico C:

ARGISSOLO pouco profundo, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; CAMBISSOLO de textura média e CAMBIS-SOLO HÁPLICO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO.

Grupo Hidrológico D:

NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SOLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.

Para cada tipo de solo constante na base pedológica utilizada (vide anexo II) foi atribuída uma classe hidrológica conforme as descrições acima, com a complementação de estudos mais detalhados para as características do latossolos (Ker, 1997), que são os solos mais abundantes no território brasileiro, vide tabela 2 (ANA, 2017).

Um Estudo da ANA (Nota Técnica 46, 2018) cruzou uma série de informações vetoriais existentes como mapa de uso da terra e ocupação do solo, o pedológico com as classes hidrológicas para os solos brasileiros e Base Hidrográfica Ottocodificada, através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), resultando num dado vetorial no formato de grade de 1km x 1km. Posteriormente valores de CN foram atribuídos para cada quadrícula.

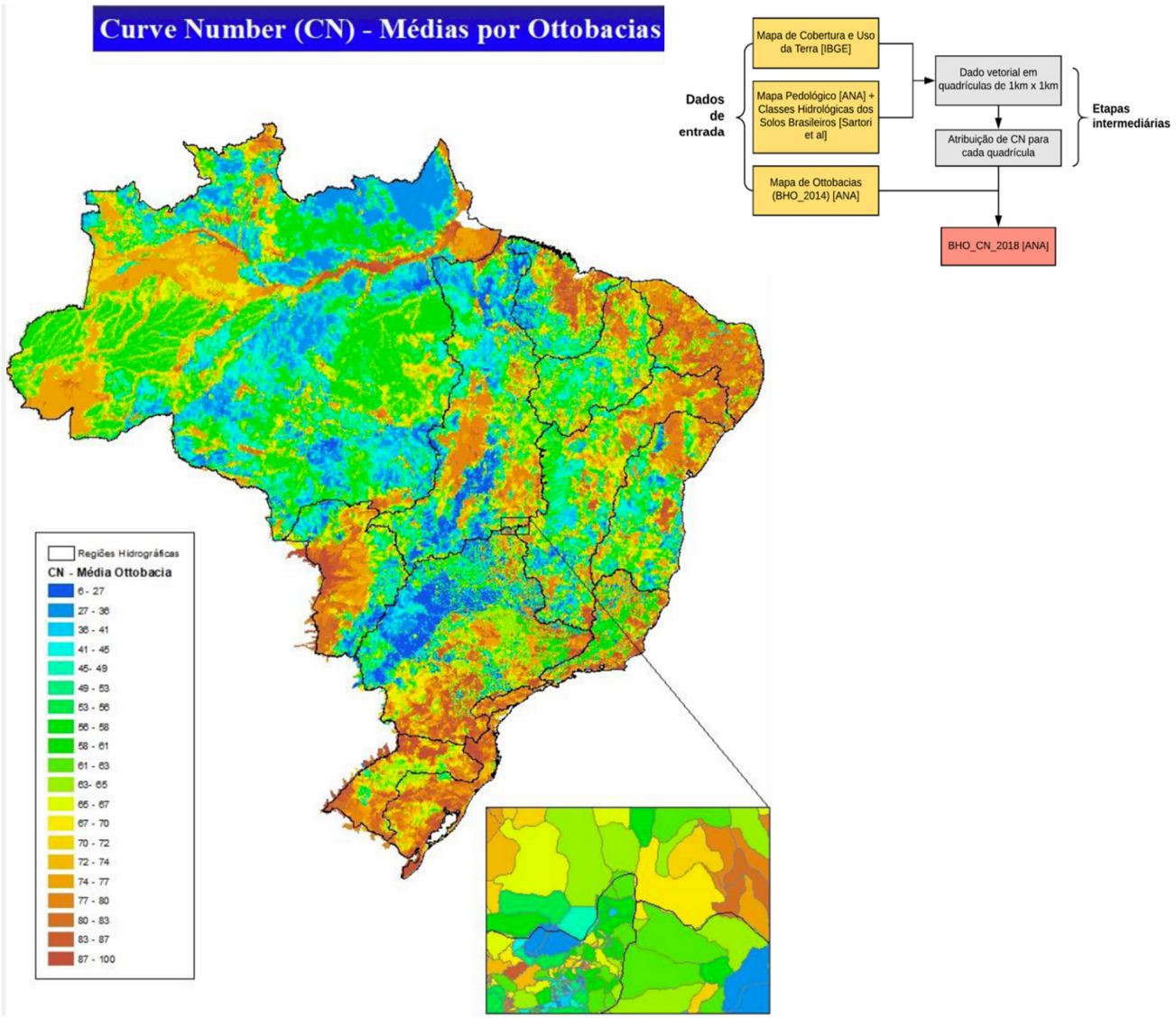
Na Tabela 4 apresentamos os valores de CN adotados na Nota Técnica, proveniente dos estudos de TUCCI, 2004, conforme a classe de uso da terra e ocupação do solo, a qual é bastante parecida com a adotada pelo DNIT, sendo exatamente igual quando a utilização da terra tem as mesmas características.

Tabela 4 : Classes de Uso da Terra e Ocupação do Solo

Classe de Uso da Terra e Ocupação do Solo	Classe Hidrológica do Solo			
	A	B	C	D
Área Artificial	93	93	93	93
Área Agrícola	64	76	84	88
Pastagem com Manejo	6	35	70	79
Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Florestais	60	76	85	90
Silvicultura	26	52	62	69
Vegetação Florestal	36	60	70	76
Mosaico de Vegetação Florestal com Atividade Agrícola	55	72	81	86
Vegetação Campestre	30	58	71	78
Área Úmida	95	95	95	95
Pastagem Natural	36	60	73	79
Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Campestres	47	67	78	83
Corpo d'Água Continental	100	100	100	100
Corpo d'Água Costeiro	100	100	100	100
Área Descoberta	74	84	90	92

Como resultado temos um valor estimado do CN para todo o território brasileiro, o que pode auxiliar na escolha dos valores finais adotados para as bacias hidrográficas em estudo. Nos resultados obtidos apresentaremos o valor encontrado para as bacias do presente projeto.

Fonte Shape File BHO_CN_2018



Tempo de Recorrência

O tempo ou período de recorrência refere-se ao espaço de tempo em anos onde provavelmente ocorrerá um fenômeno de grande magnitude pelo menos uma vez. No caso dos dispositivos de drenagem este tempo diz respeito a enchentes de projeto que orientarão o dimensionamento de modo que a estrutura indicada resista a estas enchentes sem risco de superação, resultando desta forma a designação usual de descarga de projeto. No projeto utilizaremos a recomendação da GOINFRA para definição do TR das obras de drenagem.

ESPÉCIE	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)
Bueiros de Grota e Drenagem Superficial	5 a 10 anos
Drenagem Sub-superficial	10 anos
Bueiros Tubulares	como canal: 15 anos
	como orifício: 25 anos
Bueiros Celulares	como canal: 25 anos
	como orifício: 50 anos
Pontilhão	50 anos
Ponte	100 anos

GOINFRA IP-03 Estudos Hidrológicos

Tempo de Concentração

A avaliação do tempo de concentração de uma bacia é bastante complexa, devido aos inúmeros condicionantes envolvidos, existindo uma grande variedade de expressões de cálculo. No projeto será utilizada a fórmula Kirpich publicada no "California Culverts Pratice", expressa pelas equações equivalentes 1a e 1b para bacias menores que **0,80 km²** e a modificada (2a/2b) para maiores.

EQUAÇÃO 1a	EQUAÇÃO 1b	VARIÁVEIS E UNIDADES:
$T_c = 0{,}95 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$	$T_c = 0{,}95 \times \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0{,}385}$	Onde: Tc = tempo de concentração, em **horas**; L = comprimento do talvegue, em **Km**; H = desnível do talvegue, em **m**; S = declividade média equiv. do talvegue, em **m/km**.

Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstram que a aplicação do hidrograma unitário triangular do US Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados **tempos de concentração 50% maiores** do que os calculados pela expressão proposta por Kirpich. Portanto para áreas maiores de 0,80 km² serão utilizadas as fórmulas 2a ou 2b.

EQUAÇÃO 2a	EQUAÇÃO 2b	VARIÁVEIS E UNIDADES:
$T_c = 1{,}42 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$	$T_c = 1{,}42 \times \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0{,}385}$	Onde: Tc = tempo de concentração, em horas; L = comprimento do talvegue, em Km; H = desnível do talvegue, em m; S = declividade média equiv. do talvegue, em m/km.

A declividade média equivalente dos talvegues maiores foi obtida diretamente dos programas de geoprocessamento, enquanto dos menores foi obtida pela inclinação da reta do perfil longitudinal do curso d'água.

Descarga de Projeto

No estudo das enchentes máximas, uma falha na estimativa desses volumes pode acarretar grandes prejuízos. Uma vez superdimensionado tem-se o desperdício de capital e se subdimensionado leva a grandes prejuízos com a falha da estrutura e em muitos casos coloca em risco a saúde ou até vidas humanas.

O estudo das vazões de contribuição das bacias hidrográficas para efeito do dimensionamento das obras de drenagem é feito segundo a metodologia:

1. Pequenas Bacias (A < 5 Km²): Utilizando o Método Racional, cuja vazão é dada pela fórmula:

$$Q = 0{,}2778 C.I.A$$

Onde: Q = descarga de projeto, em m^3/s;
C = coeficiente de escoamento superficial;
I = intensidade de precipitação, em mm/h;
A = área da bacia, em Km².

2. Médias Bacias (5 < A < 10 Km²): Usando o Método Racional corrigido por um coeficiente de retardo:

$$Q = 0{,}2778 C.I.A.\phi$$

Onde: ϕ= coeficiente de retardo, $\emptyset = A_1^{-0{,}15}$, DNIT para cidades com: 0,5 ≤ Ø ≤ 1,00
Sendo: A_1 = área da bacia, em Ha $\emptyset = A_2^{-0{,}10}$, DNIT para rodovia rural: 0,5 ≤ Ø ≤ 1,00
A_2 = área da bacia, em Km² $\emptyset = \frac{4{,}38}{L \times A_2^{0{,}20}}$, GOINFRA: 0,5 ≤ Ø ≤ 1,00

3. Bacias Intermediárias (10 < A < 20 Km²): Método do Hidrograma Sintético Triangular.

$$Qp = \frac{0{,}208 \,.\, A \,.\, Pe}{T_p}$$

Pe = [(P-5080/CN+50,80)^2]/[P+(20320/CN-203,2)]

Pe=excesso de chuva em mm

P = precipitação para uma duração D (mm) *Duração D é igual a D= 2 x $tc^{0,5}$*

CN = "curve number" deflúvio representativo

$$tp = \sqrt{tc} + 0{,}6.tc$$

tp=tempo de pico em horas (h)

tc = tempo de concentração (h)

4. Grandes Bacias (20 < A < 2.500 Km²): Empregando o Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) associado ao conceito de precipitação efetiva.

O hidrograma unitário é o hidrograma resultante de uma precipitação excedente unitária (1 mm ou 1 cm) uniformemente distribuída sobre a bacia hidrográfica com intensidade constante durante um período específico de tempo.

Os parâmetros do Hidrograma são os seguintes:

$$\mu(T_p) = \frac{2{,}08A}{T_p}$$

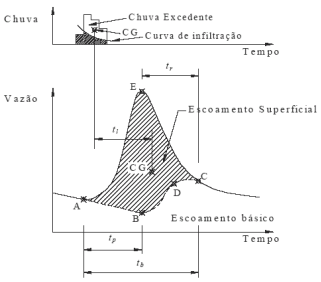
Onde:
μ(Tp) = descarga de pico para uma chuva efetiva de 1 cm, em m³/s
A = área da bacia, em km²
T_p = tempo de pico, em horas.

Tempo de Pico: $T_p = \Delta t/2 + 0{,}6T_c$, em horas.

Sendo:
$\Delta t \approx {}^{T_c}/_{4}\ ou\ {}^{T_c}/_{6}$= Tempo unitário, em horas.
T_c= Tempo de concentração, em horas.

Tempo de Retorno: $Tr = 1{,}67\ Tp$, em horas

Tempo Base: $Tb = 2{,}67\ Tp$, em horas



Metodologia:

- Tempo de retardamento *tl:* é definido como o intervalo de tempo entre o centro de gravidade da precipitação excedente e o centro de gravidade do hidrograma. Para hidrogramas unitários simplificados, o tempo de retardamento é definido como o tempo entre o centro de gravidade da precipitação excedente e o pico do hidrograma;
- Tempo de pico ou de ponta: é o tempo entre o instante em que a vazão começa a crescer (Ponto A) até o pico do hidrograma (Ponto E);
- Tempo de retorno: é o tempo necessário, após o pico, para cessar o escoamento superficial;
- Tempo de base: é o tempo entre o instante em que a vazão começa a crescer (ponto A) e o fim do período de escoamento superficial (ponto C)

Com estes valores estabelece-se o hidrógrafo triangular. Para determinação das descargas é seguido o roteiro:

- conhecidos os parâmetros *μ(Tp)*, *Tp* e *Tr*, calculam-se as ordenadas *μ(Ti)* para qualquer tempo *Ti*, múltiplos exatos ou aproximados do tempo unitário $Ti = n\Delta t$;
- calculam-se as chuvas efetivas *(Pe)* para cada duração *Ti*;
- determinam-se as chuvas efetivas parciais *(qi)* para cada tempo *Ti*;
- conhecido o valores de *qi*, obtêm-se os valores de *Qi;*
- a vazão de projeto será o valor máximo assumido pelo somatório das descargas parciais.

Precipitação Média sobre a Bacia: Determinada através da aplicação de um coeficiente de redução sobre a precipitação obtida para cada tempo unitário:

$$P_m = P\left(1 - W.\log\frac{A}{a}\right)$$

Onde:
P_m = precipitação média sobre a bacia;
P = precipitação no centro de gravidade;
W = no Brasil adota-se → W = 0,10;
A = área da bacia (Para A < 25 km² considerar Pm = P);
a = área base na qual P_m = P (segundo Linsley, Kohler a ≅ 25 km²).

para: 25 km² < A ≤ 2500 km²
e
1 h ≤ t ≤ 48 h

Com isto tem-se o coeficiente de redução: $CR = 1 - 0{,}10\log A/2{,}5$

Chuva Efetiva: Determinada utilizando a metodologia do *US Soil Conservation Service*:

- Para cada valor de Ti determinou-se a precipitação;
- Calcula-se a precipitação média sobre a bacia;
- Determinação da chuva efetiva através da fórmula:

$$q = \frac{(P_m - 5{,}08S)^2}{P_m + 20{,}3S}$$

Onde: q = chuva efetiva, em mm;
P_m = precipitação média sobre a bacia, em mm;
CN = número de deflúvio definido pelo complexo solo - vegetação.

O valor de ***S*** é dado por: $S = \frac{1000 - 10CN}{CN}$

2.2.3.5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o dimensionamento das obras seguimos as seguintes instruções básicas, que serão complementadas no capítulo de drenagem.

Dimensionamento

A definição das obras de drenagem passa pelo uso da fórmula de Manning para canais abertos, associada à equação da continuidade:

$$Q = A.V = A.\frac{R^{2/3}.\sqrt{I}}{n}$$

$$V < V_{CR}$$

Onde:
V = velocidade da lâmina, em m/s;
A = seção de vazão (m²);
R = raio hidráulico, em m;
I = declividade da obra, em m/m;
n = coeficiente de rugosidade;
V_{CR} = velocidade crítica (m/s).

Velocidade Admissível

Velocidade Máxima Admissível: esse limite se faz necessário para proteção do revestimento e é estabelecido pela resistência do mesmo à desagregação por tensões do cisalhamento, bem como pela resistência à erosão quando do transporte de sedimentos pela água → $V \le V_{\max.adm.revestimento}$

Quadro 2.2.8 - VALORES DE n E DA VELOCIDADE CRÍTICA

MATERIAL	Coeficiente de Rugosidade (n)	Velocidade Crítica (m/s)
Concreto Liso	0,010	< 6,0
Concreto Rústico	0,014	< 6,0
Aço Corrugado	0,015	< 6,0
Pedra Arrumada ou Rip-Rap	0,020	< 4,5
Canais Regulares em Terra	0,030	< 1,0
Canais Irregulares em Terra	0,033	< 1,0

Quadro 2.2.9- Velocidade Máxima Admissível

Material	Velocidade (m/s)	Material	Velocidade (m/s)	Material	Velocidade (m/s)
Argila dura	1,10	Cascalho	1,50	Solo cimento	2,00
Areia fina	0,35	Revest. Vegetal	0,60 a 1,80	Gabiões	2,50
Areia grossa	0,50	Revest. de concreto	6,00	Alvenaria	2,50
Cascalho fino	0,80	Revest. Betuminoso	4,00	Rocha sã	4,00

Quando a velocidade de escoamento ultrapassar a inicial de erosão deve ser estudas modificações mudança no revestimento, forma, etc.

Comprimento Mínimo das Pontes

O projeto de uma ponte inicia-se, naturalmente, pelo conhecimento de sua finalidade, da qual decorrem os elementos geométricos definidores do estrado, como, por exemplo, a seção transversal e o carregamento a partir do qual será realizado o dimensionamento da estrutura. Além dessas informações, a execução do projeto de uma ponte exige, ainda, levantamentos topográficos, hidrológicos e geotécnicos. Por se tratar de duplicação temos ainda como referência a ponte antiga construída.

Elementos Topográficos

Nas transposições dos cursos d'água foram efetuados levantamentos de planos cotados e do perfil do eixo da travessia, conforme necessidade da obra. Desta forma, foram obtidas:

- Planta topográfica de cada obra com as respectivas curvas de nível, largura do curso d'água, esconsidade, etc.
- Planta e perfil das passagens antes e após as obras, para o melhor posicionamento das mesmas.

Elementos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos foram divididos em:

- Elementos Pluviométricos e Fluviométricos
- Processamento e Análise dos Dados
- Determinação das Descargas da Bacia

De posse dessas informações, procede-se ao cálculo da cota de máxima cheia, que definirá consequentemente a altura livre e a cota da face inferior da longarina da ponte. Nesse momento pode-se defrontar com duas situações:

1. Numa primeira situação, a cota da face superior do tabuleiro já foi definida pelo projeto geométrico da rodovia. Neste caso, define-se a altura de construção (função do sistema estrutural da superestrutura) e verifica-se se a altura livre disponível é superior ao valor mínimo requerido pelo gabarito da ponte;
2. Numa segunda situação, é calculada a cota de máxima cheia e, depois de adicionada as alturas livres e de construção, obtêm a cota superior do tabuleiro.

A cota de máxima cheia calculada pode ser obtida por diversos métodos da engenharia hidráulica. Quando a ponte for construída sobre rios com grandes vazões, deve ser tomado o cuidado de evitar o refluxo a montante da ponte devido ao estrangulamento da seção de escoamento pela construção do aterro da estrada. Em alguns casos, esse refluxo pode atingir grandes distâncias e diminuir a altura livre sob a ponte.

Elementos Geotécnicos

Objetivando a exploração do subsolo para conhecimento de suas camadas constituintes junto às obras-de-arte especiais, foi procedida a execução de furos de sondagem nos locais onde será implantada esta obra.

Dimensionamento

Inicialmente foram determinados os seguintes elementos:

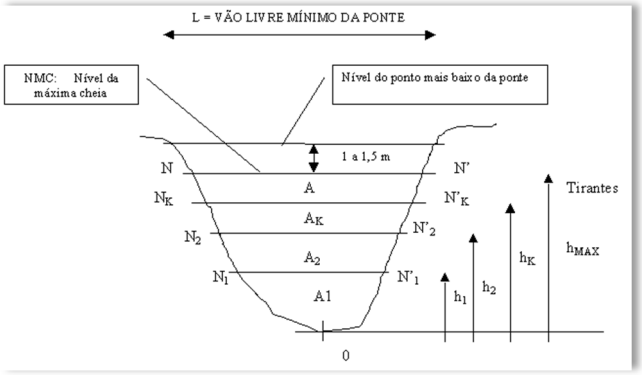
- Comprimento da ponte existente na rodovia;
- Cota de máxima cheia para a descarga de projeto, fornecida pelos estudos hidrológicos ou a partir de inspeção local dos níveis alcançados pela água em máximas cheias conhecidas;
- Tirante livre, ou seja, a altura livre entre o nível de máxima cheia e o ponto mais baixo da estrutura;
- A extensão mínima da obra poderá ser alterada para mais, por imposição das condições topográficas locais e pelo greide da rodovia;
- A velocidade da água nas proximidades da obra;

- A proteção da saia dos aterros de acesso à obra, tendo em vista a máxima cheia.

Para obter os elementos anteriormente citados, foram determinados:

- A descarga de projeto, pelos estudos hidrológicos, levando em conta o tempo de recorrência adotado e os métodos de cálculo recomendados para o caso;
- A declividade do leito do curso d'água, ou da sua lâmina d'água (gradiente);
- Levantamento de seções normais ao curso do rio no local de sua travessia pelo eixo da rodovia, a montante e a jusante;
- Coeficiente de Manning a adotar para o curso d'água.

Determinação da Cota de Máxima da Cheia e Vão da Obra



Para cada altura (h) do nível que a água atinge na seção haverá uma área molhada (A), um perímetro molhado (P) e, consequentemente, um raio hidráulico (R) e uma velocidade (V), definida pela fórmula de Manning.

Variando os diversos valores de h entre os limites possíveis, podem ser calculados os valores da área, perímetro molhado, raio hidráulico e a velocidade, para estes valores.

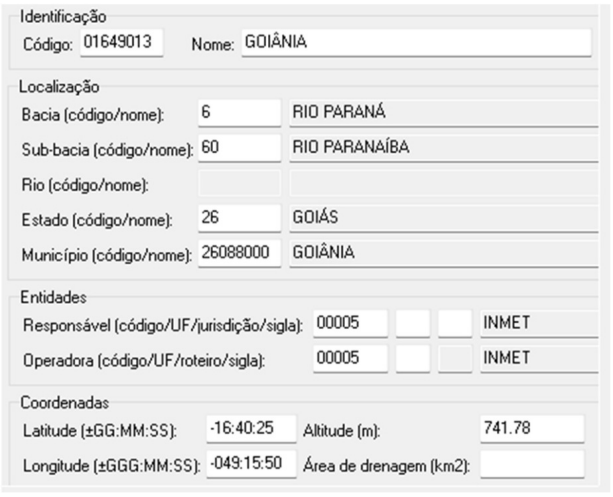
Conhecida a descarga máxima Q_{MAX}, obtida nos estudos hidrológicos, obtém-se o valor da velocidade V para a situação de máxima cheia e o tirante h_{MAX} .

Admitindo-se o tirante como tendo entre 1m e 1,5 m, acima do nível determinado para h_{max}, estabelece-se a cota mínima para a obra. A partir dela determina-se o comprimento mínimo da ponte sob o ponto de vista hidráulico.

2.2.4 RESULTADOS OBTIDOS

2.2.4.1 ANÁLISE DOS DADOS

A localização do posto pluviométrico existente na região foi feita com a utilização da lista dos postos pluviográficos de Goiás e com o auxílio do site da ANA Hidroweb. A estação escolhida foi a estação 01649013 Goiânia por representar bem o regime pluviográficos da região.



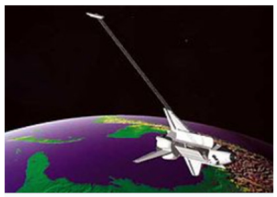
Pela análise dos registros pluviométricos, verificou-se uniformidade do regime de chuvas na área do projeto, caracterizado por dois períodos bem diferenciados: um seco, de maio a setembro, e outro chuvoso, nos meses restantes. A passagem de um período para o outro se dá abruptamente. Os meses de dezembro e janeiro apresentam a maior ocorrência de chuvas em altura precipitada e em números de dias.

2.2.4.2 DADOS CARTOGRÁFICOS

Para uma visão geral da região foram usadas as cartas ao milionésimo do IBGE, complementadas quanto às condições geológicas, pedológicas, de relevo e hidrográficas tendo como fonte o site da ANA e do SIEG - Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás.

A cartografia digital disponível sobre a região se constitui em:

- Cartas do DSG na escala 1:100.000;
- Carta ao milionésimo do IBGE;
- Imagens GoogleEarth;
- SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (**Missão Topográfica Radar Embarcado**);
- Shapes do Estado de Goiás (Segplan).



O SRTM foi levado em uma missão de 11 dias pelo ônibus espacial Endeavour em fevereiro de 2000.[1]

2.2.4.3 CHUVAS NORMAIS

O conhecimento das chuvas normais é importante, não somente, para o Projeto de Drenagem, mas, também, para o Planejamento das Obras. É reconhecido que as variações dos elementos meteorológicos ao longo dos anos determinam as características climáticas de uma região, de tal forma que sua estrutura socioeconômica e até mesmo seus meios de produção são dependentes dessas características.

Pela existência de estação pluviométrica próxima ao segmento em estudo, há possibilidade de estabelecer com segurança o comportamento das chuvas normais e intensas na região. Desta forma definimos um posto como representativo para a área de projeto, o qual possui série longa, possibilitando um coerente processamento estatístico dos dados.

Situação Mensal

Pelos dados apresentados nas figuras a seguir, nota-se que a marcha crescente da precipitação se inicia em julho e vai até janeiro, e em março inicia-se uma marcha decrescente que se encerra em julho. Os meses de abril e outubro são meses de transição entre as estações, pois apresentaram na maioria dos anos um índice pluviométrico médio, de 96,31 mm (abril) e 141,11 mm (outubro).

Analisando a distribuição da precipitação pluviométrica, pode se observar nitidamente a sazonalidade do regime pluviométrico, o período que vai de abril a setembro é caracterizado como seco, pois em média a soma da precipitação nesses meses não ultrapassa, em média, os 10% da precipitação anual, sendo que o mês que apresenta a menor média é julho, com 9,14 mm. Já de outubro a março, a pluviosidade é elevada, ocorrendo, em média, nesses meses 90% da precipitação, no qual o mês de janeiro se destaca como o mais chuvoso (290,42mm).

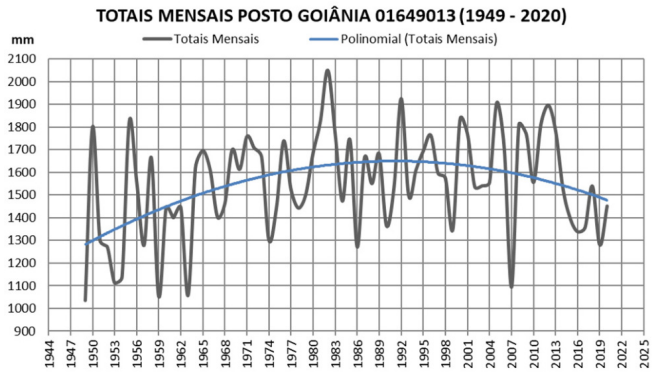
A seguir são apresentados o Quadro de Totais Mensais e os Histogramas de Totais Mensais e Diários, que fornecem um panorama geral das chuvas na região em projeto.

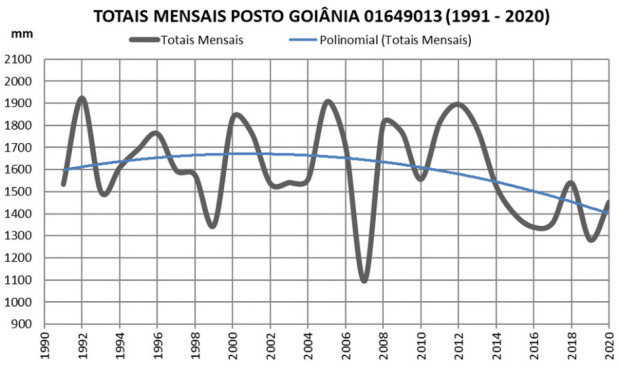
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínimo	73,60	125,10	87,30	1,30	-	-	-	-	1,20	18,20	35,00	146,50
Média	248,64	235,32	257,97	134,06	31,23	8,41	1,48	9,42	44,24	143,77	214,50	270,93
Máximo	484,80	398,00	526,00	325,20	81,60	76,40	15,70	58,90	125,50	368,90	354,80	530,50

TOTAIS MENSAIS POSTO GOIÂNIA 01649013													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1991	301,20	236,60	276,70	168,70	2,90	-	-	-	76,70	131,20	88,50	251,50	1.534,00
1992	257,00	229,30	208,30	169,40	15,80	-	-	0,30	125,50	368,90	214,10	335,70	1.924,30
1993	132,40	249,70	201,20	42,80	17,00	38,00	-	58,90	44,20	178,10	219,60	316,20	1.498,10
1994	337,70	184,90	304,30	67,70	17,70	28,70	8,60	-	5,10	112,00	296,70	247,00	1.610,40
1995	278,00	207,60	398,90	173,80	81,60	3,60	-	-	12,40	104,10	185,30	249,00	1.694,30
1996	213,60	174,40	320,40	239,10	21,00	0,50	0,10	43,50	54,50	308,80	214,80	172,40	1.763,10
1997	268,50	186,90	425,20	122,90	54,80	76,40	-	6,60	33,10	63,60	211,60	146,50	1.596,10
1998	245,90	326,30	264,20	69,60	20,50	0,40	-	3,60	41,30	145,60	256,00	201,00	1.574,40
1999	196,50	188,20	119,20	27,60	66,70	7,00	-	-	70,90	175,00	200,80	295,60	1.347,50
2000	385,70	319,80	207,40	44,60	9,40	-	0,60	31,50	106,00	84,30	327,80	316,40	1.833,50
2001	209,00	226,90	181,60	172,00	72,10	2,00	-	51,50	124,50	185,00	314,70	227,60	1.766,90
2002	253,70	398,00	300,30	27,50	12,00	-	0,20	6,30	69,50	34,40	149,70	284,80	1.536,40
2003	314,90	267,50	202,30	107,90	0,20	-	-	12,90	35,30	110,50	265,20	224,30	1.541,00
2004	282,30	310,20	264,20	120,30	18,00	1,00	5,80	-	6,20	168,10	128,60	251,20	1.555,90
2005	237,50	176,40	526,00	50,40	34,20	2,60	-	3,20	55,80	90,90	269,70	460,20	1.906,90
2006	137,90	217,40	319,10	206,20	20,10	-	-	10,60	84,10	283,40	188,20	238,10	1.705,10
2007	200,10	267,40	87,30	59,60	9,20	5,10	6,00	-	1,80	55,90	223,10	179,70	1.095,20
2008	280,80	294,40	373,80	202,20	53,20	-	-	-	51,80	109,40	197,50	246,20	1.809,30
2009	178,60	148,20	185,60	258,00	41,20	31,30	2,00	16,80	71,00	196,40	194,90	443,90	1.767,90
2010	98,30	208,00	190,40	188,40	-	14,30	-	-	16,90	107,90	281,90	449,80	1.555,90
2011	287,80	240,40	367,10	62,30	-	15,30	-	-	1,20	300,30	245,40	292,80	1.812,60
2012	467,40	357,90	268,00	176,20	41,80	18,50	3,00	-	57,30	92,80	224,50	188,60	1.896,00
2013	353,50	125,10	234,90	44,30	44,10	7,70	-	0,70	32,90	135,20	273,60	530,50	1.782,50
2014	143,60	187,80	361,10	325,20	19,70	-	15,70	-	31,30	69,20	35,00	337,90	1.526,50
2015	73,60	225,20	312,70	101,40	70,70	-	2,50	3,60	30,40	18,20	354,80	202,80	1.395,90
2016	484,80	156,20	156,20	1,30	33,20	-	-	14,00	26,00	204,00	102,00	161,00	1.338,70
2017	169,00	145,00	206,00	195,00	47,00	-	-	-	9,50	51,20	296,10	239,10	1.357,90
2018	206,60	288,70	156,70	224,50	13,10	-	-	18,70	32,00	223,60	186,00	190,10	1.540,00
2019	143,20	195,20	192,10	212,80	78,80	-	-	-	18,00	79,00	152,00	210,00	1.281,10
2020	320,00	320,00	128,00	160,00	21,00	-	-	-	2,00	126,00	137,00	238,00	1.452,00
Mínimo	73,60	125,10	87,30	1,30	-	-	-	-	1,20	18,20	35,00	146,50	1.095,20
Média	248,64	235,32	257,97	134,06	31,23	8,41	1,48	9,42	44,24	143,77	214,50	270,93	1.599,98
Máximo	484,80	398,00	526,00	325,20	81,60	76,40	15,70	58,90	125,50	368,90	354,80	530,50	1.924,30
% do Total	16%	15%	16%	8%	2%	1%	0%	1%	3%	9%	13%	17%	100%

De forma absoluta, dezembro e janeiro são os meses mais chuvosos, seguidos de novembro e março. O mês de menor índice pluviométrico é julho, seguido de junho. Em abril as chuvas começam a declinar, sendo este mês o menos pluvioso do período chuvoso. Chove em média 1.599,98mm ao ano.

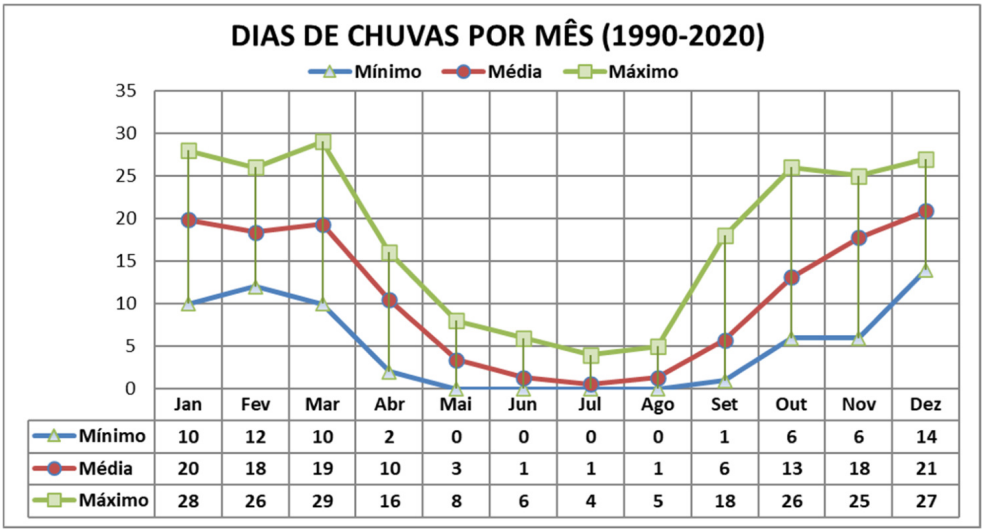
De acordo com a tendência polinomial apresentada nos gráficos dos totais mensais dos últimos 72 anos estamos com valores médios anuais compatíveis com a década de 1960, ou seja, apresentado uma diminuição das chuvas no acumulado do ano. Analisando os últimos 30 anos percebemos o mesmo comportamento de queda.





Número de Dias de Chuva

Em termos médios chove, na região um mínimo de 61 dias e um máximo de 218 dias por ano, com uma média de 130 dias. Na escala mensal os meses de novembro a março apresentam, em média, 19 dias de chuva no mês. No intervalo de maio a setembro esta média se reduz a cerca de 2 dias no mês.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínimo	10	12	10	2	0	0	0	0	1	6	6	14
Média	20	18	19	10	3	1	1	1	6	13	18	21
Máximo	28	26	29	16	8	6	4	5	18	26	25	27

Resumo das Precipitações

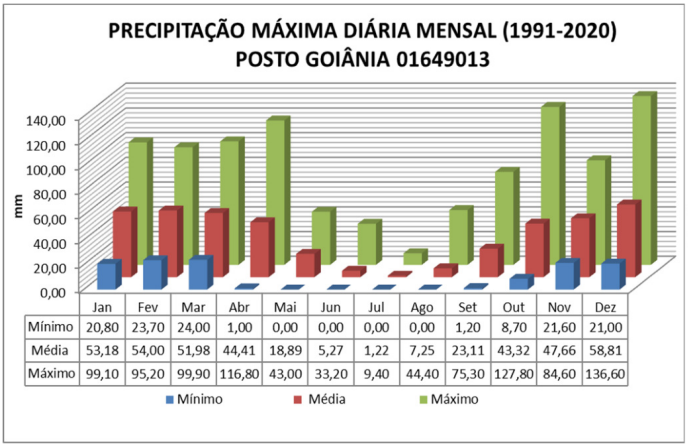
GOIÂNIA 01649013

MÉDIA Meses	Precipitação Mensal (mm)	% do Total	Número Médio Dias de Chuva	Precipitação Máx.	Precipitação Máx.
Janeiro	**248,6**	15,54%	**10**	99,1	**484,8**
Fevereiro	**235,3**	14,71%	10	**95,2**	398,0
Março	**258,0**	16,12%	12	99,9	526,0
Abril	**134,1**	8,38%	6	116,8	325,2
Maio	**31,2**	1,95%	3	43,0	81,6
Junho	**8,4**	0,53%	2	33,2	76,4
Julho	**1,5**	0,09%	1	9,4	15,7
Agosto	**9,4**	0,59%	2	44,4	58,9
Setembro	**44,2**	2,77%	5	75,3	125,5
Outubro	**143,8**	8,99%	9	127,8	368,9
Novembro	**214,5**	13,41%	11	84,6	354,8
Dezembro	**270,9**	16,93%	11	136,6	530,5
Precipitação Máxima Anual Observada					1924,30 mm
Precipitação Mínima Anual Observada					1095,20 mm
Precipitação Média Anual					1599,98 mm
Totais Médios de Novembro a Março					245,47 mm
Totais Médios de Junho e Julho					4,95 mm
Totais Médios Meses de Transição - Abril / Maio e Agosto /					58,24 mm
Mês mais Chuvoso					Dezembro
Mês mais Seco					Julho
Número Médio Anual de Dias Chuvosos					75

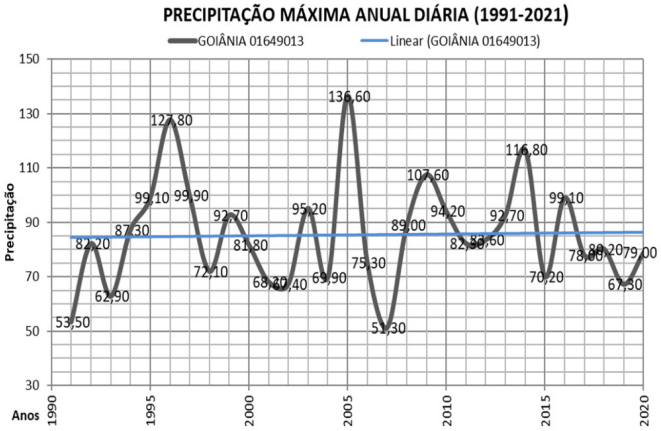
2.2.4.4 Precipitações Intensas

O desenvolvimento da análise das chuvas intensas foi feito empregando a metodologia de Gumbel-Chow, a partir das precipitações máximas diárias das chuvas, em face da não obtenção de registros pluviográficos nas proximidades da região do projeto. Com os dados coletados elaborou-se o estudo estatístico visando a determinação de alturas máximas de chuvas, com duração de um dia, para diferentes períodos de recorrência.

Observa-se que as precipitações mais intensas ocorreram nos meses de novembro/dezembro.



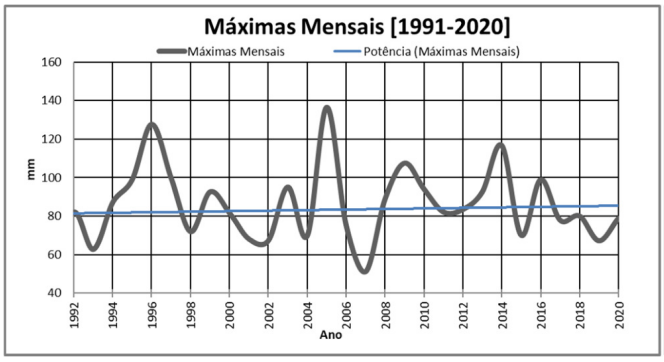
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínimo	20,80	23,70	24,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	8,70	21,60	21,00
Média	53,18	54,00	51,98	44,41	18,89	5,27	1,22	7,25	23,11	43,32	47,66	58,81
Máximo	99,10	95,20	99,90	116,80	43,00	33,20	9,40	44,40	75,30	127,80	84,60	136,60

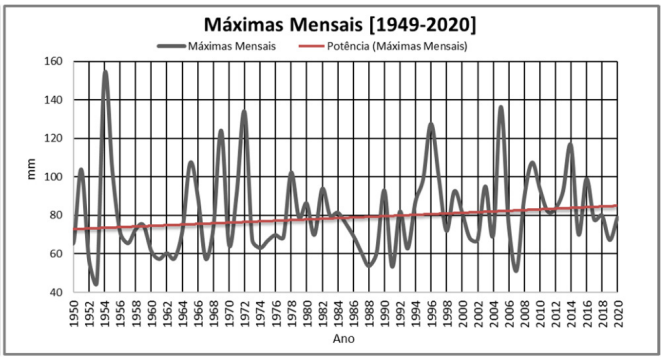


Precipitações Máximas Diárias

MÁXIMAS DIÁRIAS MENSAIS POSTO:GOIÂNIA 01649013													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máxima
1991	50,10	51,70	38,40	43,00	2,90	-	-	-	40,80	53,50	27,80	53,20	53,50
1992	53,70	51,30	37,10	38,40	6,00	-	-	0,30	36,50	67,30	32,00	82,20	82,20
1993	38,70	62,90	39,90	8,40	12,70	24,80	-	37,40	16,10	35,20	55,90	58,00	62,90
1994	48,40	47,80	87,30	26,40	15,00	9,90	8,60	-	5,10	38,30	84,60	47,20	87,30
1995	76,60	33,10	99,10	45,80	35,90	3,60	-	-	9,40	23,00	28,30	47,20	99,10
1996	38,90	23,90	58,00	71,50	20,80	0,50	0,10	40,00	26,00	127,80	50,00	37,20	127,80
1997	52,80	76,00	99,90	25,80	22,20	33,20	-	6,60	11,40	15,00	44,00	52,70	99,90
1998	72,10	56,60	43,50	33,20	15,00	0,40	-	3,60	30,40	50,80	35,50	47,50	72,10
1999	41,60	29,60	32,60	19,10	39,20	6,90	-	-	43,00	92,70	74,30	53,00	92,70
2000	67,20	81,80	46,60	12,70	9,40	-	0,60	21,30	34,50	38,00	61,60	73,30	81,80
2001	47,00	54,20	50,10	55,70	38,00	1,40	-	44,40	68,20	59,20	64,20	49,80	68,20
2002	33,40	67,40	50,00	19,10	6,60	-	0,20	5,60	39,20	11,80	53,00	49,30	67,40
2003	75,90	95,20	26,50	59,40	0,20	-	-	7,10	13,80	32,50	74,40	48,80	95,20
2004	42,60	69,90	53,10	36,80	9,50	1,00	5,10	-	6,20	33,90	25,40	52,10	69,90
2005	46,80	35,40	79,10	33,80	27,70	2,60	-	3,20	31,60	17,60	40,00	136,60	136,60
2006	37,30	52,20	60,90	55,10	17,60	-	-	8,40	75,30	42,40	60,30	47,20	75,30
2007	49,00	36,90	27,80	20,10	8,70	5,10	5,90	-	1,30	29,60	51,30	21,00	51,30
2008	63,60	60,70	89,00	37,70	23,80	-	-	-	16,20	37,80	50,80	48,50	89,00
2009	37,30	23,70	28,80	81,20	35,40	25,50	2,00	12,90	25,00	41,80	48,10	107,60	107,60
2010	20,80	67,20	32,40	94,20	-	14,30	-	-	16,70	44,90	40,20	74,60	94,20
2011	45,00	69,00	54,80	15,20	-	15,10	-	-	1,20	82,30	43,00	44,20	82,30
2012	71,70	83,60	56,40	61,00	23,00	8,20	2,30	-	33,20	21,50	44,90	44,00	83,60
2013	87,50	29,00	65,90	19,70	28,20	5,60	-	0,70	17,30	42,30	61,90	92,70	92,70
2014	32,20	47,80	53,40	116,80	11,50	-	9,40	-	16,00	20,50	21,60	75,50	116,80
2015	30,80	32,30	49,30	35,70	35,00	-	2,50	3,60	16,30	8,70	70,20	40,40	70,20
2016	99,10	39,40	32,10	1,00	18,60	-	-	9,00	18,00	63,00	44,00	53,00	99,10
2017	35,00	56,00	54,00	78,00	43,00	-	-	-	8,80	35,40	41,80	37,60	78,00
2018	78,10	73,60	46,50	80,20	13,10	-	-	13,40	20,90	52,90	29,60	49,80	80,20
2019	59,30	43,70	42,80	67,30	28,80	-	-	-	13,00	41,00	32,00	61,00	67,30
2020	63,00	68,00	24,00	40,00	19,00	-	-	-	2,00	39,00	39,00	79,00	79,00
Mínimo	20,80	23,70	24,00	1,00	-	-	-	-	1,20	8,70	21,60	21,00	*51,30*
Média	***53,18***	***54,00***	***51,98***	***44,41***	***18,89***	***5,27***	***1,22***	***7,25***	***23,11***	***43,32***	***47,66***	***58,81***	***85,44***
Máximo	*99,10*	*95,20*	*99,90*	*116,80*	*43,00*	*33,20*	*9,40*	*44,40*	*75,30*	*127,80*	*84,60*	*136,60*	*136,60*

Diferentemente dos totais mensais, que apresentaram nos últimos 30 anos uma tendência de diminuição, as máximas diárias anuais ficaram estatisticamente constantes, só quando se expande a análise para 72 anos percebe-se uma tendência de ligeira alta.





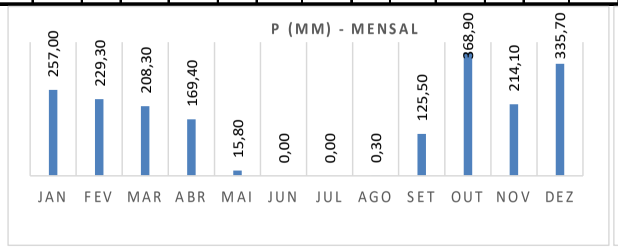
DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (EM MM) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS

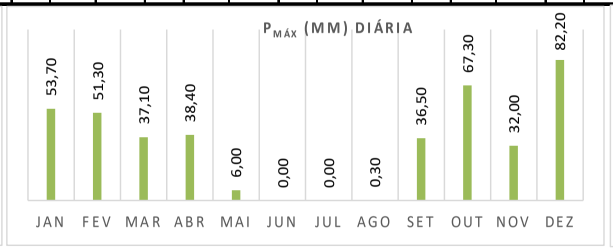
RODOVIA: GO-536 | ESTAÇÃO : GOIÂNIA | RESPONSÁVEL: INMET
TRECHO: Entr. GO-020 / Entr. Av.PROGRESSO | LATITUDE : -16:40:25 | PERÍODO: 1991 - 2020
SRE: 536EGO0020 | LONGITUDE : -049:15:50 | UF: GOIÁS
EXT.: 10,00 Km | CÓDIGO : 1649013 | MUNICÍPIO: GOIÂNIA

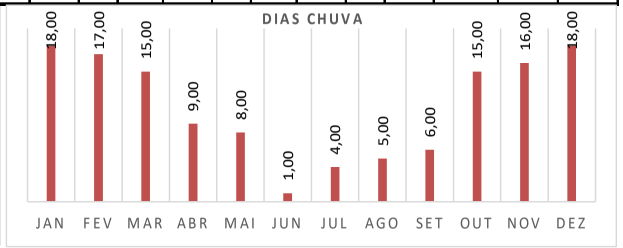
ANOS	MESES																															DADOS ANUAIS		
	janeiro			fevereiro			março			abril			maio			junho			julho			agosto			setembro			outubro			novembro			dezembro			Total (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)			
1991	301,2	Jan	50,1	236,6	Fev	51,7	276,7	Mar	38,4	168,7	Abr	43,0	2,9	Mai	2,9	0,0	Jun	0,0	0,0	Jul	0,0	0,0	Ago	0,0	76,7	Set	40,8	131,2	Out	53,5	88,5	Nov	27,8	251,5	Dez	53,2	1.534,0	NDC	53,5
1992	257,0	18	53,7	229,3	17	51,3	208,3	15	37,1	169,4	9	38,4	15,8	8	6,0	0,0	1	0,0	0,0	4	0,0	0,3	5	0,3	125,5	6	36,5	368,9	15	67,3	214,1	16	32,0	335,7	18	82,2	1.924,3	132	82,2
1993	132,4	23	38,7	249,7	18	62,9	201,2	22	39,9	42,8	15	8,4	17,0	1	12,7	38,0	0	24,8	0,0	0	0,0	58,9	0	37,4	44,2	7	16,1	178,1	13	35,2	219,6	15	55,9	316,2	20	58,0	1.498,1	134	62,9
1994	337,7	22	48,4	184,9	21	47,8	304,3	20	87,3	67,7	14	26,4	17,7	4	15,0	28,7	0	9,9	8,6	0	8,6	0,0	1	0,0	5,1	18	5,1	112,0	23	38,3	296,7	21	84,6	247,0	24	47,2	1.610,4	168	87,3
1995	278,0	12	76,6	207,6	26	33,1	398,9	17	99,1	173,8	10	45,8	81,6	5	35,9	3,6	3	3,6	0,0	0	0,0	0,0	4	0,0	12,4	8	9,4	104,1	14	23,0	185,3	17	28,3	249,0	27	47,2	1.694,3	143	99,1
1996	213,6	24	38,9	174,4	16	23,9	320,4	22	58,0	239,1	9	71,5	21,0	4	20,8	0,5	5	0,5	0,1	1	0,1	43,5	0	40,0	54,5	1	26,0	308,8	12	127,8	214,8	17	50,0	172,4	17	37,2	1.763,1	128	127,8
1997	268,5	21	52,8	186,9	22	76,0	425,2	21	99,9	122,9	14	25,8	54,8	5	22,2	76,4	1	33,2	0,0	0	0,0	6,6	0	6,6	33,1	2	11,4	63,6	11	15,0	211,6	16	44,0	146,5	18	52,7	1.596,1	131	99,9
1998	245,9	16	72,1	326,3	20	56,6	264,2	21	43,5	69,6	10	33,2	20,5	2	15,0	0,4	1	0,4	0,0	1	0,0	3,6	3	3,6	41,3	6	30,4	145,6	14	50,8	256,0	15	35,5	201,0	19	47,5	1.574,4	128	72,1
1999	196,5	21	41,6	188,2	17	29,6	119,2	17	32,6	27,6	9	19,1	66,7	5	39,2	7,0	6	6,9	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	70,9	6	43,0	175,0	11	92,7	200,8	18	74,3	295,6	19	53,0	1.347,5	130	92,7
2000	385,7	22	67,2	319,8	22	81,8	207,4	16	46,6	44,6	9	12,7	9,4	3	9,4	0,0	1	0,0	0,6	0	0,6	31,5	1	21,3	106,0	5	34,5	84,3	14	38,0	327,8	20	61,6	316,4	24	73,3	1.833,5	137	81,8
2001	209,0	21	47,0	226,9	17	54,2	181,6	21	50,1	172,0	5	55,7	72,1	5	38,0	2,0	2	1,4	0,0	0	0,0	51,5	0	44,4	124,5	7	68,2	185,0	9	59,2	314,7	17	64,2	227,6	19	49,8	1.766,9	123	68,2
2002	253,7	25	33,4	398,0	24	67,4	300,3	19	50,0	27,5	10	19,1	12,0	1	6,6	0,0	0	0,0	0,2	1	0,2	6,3	2	5,6	69,5	17	39,2	34,4	10	11,8	149,7	20	53,0	284,8	23	49,3	1.536,4	152	67,4
2003	314,9	19	75,9	267,5	18	95,2	202,3	19	26,5	107,9	8	59,4	0,2	4	0,2	0,0	2	0,0	0,0	0	0,0	12,9	3	7,1	35,3	6	13,8	110,5	18	32,5	265,2	25	74,4	224,3	22	48,8	1.541,0	144	95,2
2004	282,3	21	42,6	310,2	20	69,9	264,2	17	53,1	120,3	5	36,8	18,0	3	9,5	1,0	0	1,0	5,8	1	5,1	0,0	2	0,0	6,2	5	6,2	168,1	6	33,9	128,6	17	25,4	251,2	24	52,1	1.555,9	121	69,9
2005	237,5	28	46,8	176,4	14	35,4	526,0	18	79,1	50,4	13	33,8	34,2	1	27,7	2,6	0	2,6	0,0	0	0,0	3,2	4	3,2	55,8	9	31,6	90,9	11	17,6	269,7	19	40,0	460,2	18	136,6	1.906,9	135	136,6
2006	137,9	26	37,3	217,4	26	52,2	319,1	18	60,9	206,2	13	55,1	20,1	4	17,6	0,0	1	0,0	0,0	2	0,0	10,6	0	8,4	84,1	1	75,3	283,4	14	42,4	188,2	17	60,3	238,1	22	47,2	1.705,1	144	75,3
2007	200,1	25	49,0	267,4	13	36,9	87,3	29	27,8	59,6	7	20,1	9,2	2	8,7	5,1	1	5,1	6,0	0	5,9	0,0	1	0,0	1,8	9	1,3	55,9	16	29,6	223,1	21	51,3	179,7	24	21,0	1.095,2	148	51,3
2008	280,8	14	63,6	294,4	19	60,7	373,8	25	89,0	202,2	14	37,7	53,2	4	23,8	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	0,0	51,8	8	16,2	109,4	26	37,8	197,5	19	50,8	246,2	25	48,5	1.809,3	156	89,0
2009	178,6	20	37,3	148,2	22	23,7	185,6	10	28,8	258,0	9	81,2	41,2	2	35,4	31,3	1	25,5	2,0	2	2,0	16,8	0	12,9	71,0	2	25,0	196,4	10	41,8	194,9	16	48,1	443,9	22	107,6	1.767,9	116	107,6
2010	98,3	23	20,8	208,0	23	67,2	190,4	24	32,4	188,4	13	94,2	0,0	5	0,0	14,3	0	14,3	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	16,9	6	16,7	107,9	8	44,9	281,9	20	40,2	449,8	21	74,6	1.555,9	143	94,2
2011	287,8	18	45,0	240,4	15	69,0	367,1	18	54,8	62,3	15	15,2	0,0	4	0,0	15,3	5	15,1	0,0	1	0,0	0,0	3	0,0	1,2	12	1,2	300,3	16	82,3	245,4	19	43,0	292,8	26	44,2	1.812,6	152	82,3
2012	467,4	17	71,7	357,9	15	83,6	268,0	20	56,4	176,2	6	61,0	41,8	0	23,0	18,5	1	8,2	3,0	0	2,3	0,0	0	0,0	57,3	2	33,2	92,8	10	21,5	224,5	18	44,9	188,6	21	44,0	1.896,0	110	83,6
2013	353,5	20	87,5	125,1	17	29,0	234,9	25	65,9	44,3	12	19,7	44,1	0	28,2	7,7	2	5,6	0,0	0	0,0	0,7	0	0,7	32,9	1	17,3	135,2	21	42,3	273,6	17	61,9	530,5	26	92,7	1.782,5	141	92,7
2014	143,6	22	32,2	187,8	16	47,8	361,1	16	53,4	325,2	8	116,8	19,7	5	11,5	0,0	6	0,0	15,7	0	9,4	0,0	1	0,0	31,3	2	16,0	69,2	14	20,5	35,0	20	21,6	337,9	23	75,5	1.526,5	133	116,8
2015	73,6	16	30,8	225,2	13	32,3	312,7	22	49,3	101,4	16	35,7	70,7	2	35,0	0,0	0	0,0	2,5	4	2,5	3,6	0	3,6	30,4	6	16,3	18,2	9	8,7	354,8	6	70,2	202,8	20	40,4	1.395,9	114	70,2
2016	484,8	12	99,1	156,2	18	39,4	156,2	27	32,1	1,3	10	1,0	33,2	6	18,6	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	14,0	1	9,0	26,0	5	18,0	204,0	8	63,0	102,0	19	44,0	161,0	19	53,0	1.338,7	126	99,1
2017	169,0	27	35,0	145,0	15	56,0	206,0	17	54,0	195,0	2	78,0	47,0	5	43,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	3	0,0	9,5	3	8,8	51,2	13	35,4	296,1	17	41,8	239,1	14	37,6	1.357,9	116	78,0
2018	206,6	10	78,1	288,7	12	73,6	156,7	14	46,5	224,5	8	80,2	13,1	3	13,1	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	18,7	0	13,4	32,0	4	20,9	223,6	6	52,9	186,0	23	29,6	190,1	23	49,8	1.540,0	103	80,2
2019	143,2	19	59,3	195,2	15	43,7	192,1	18	42,8	212,8	14	67,3	78,8	1	28,8	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	0,0	18,0	6	13,0	79,0	22	41,0	152,0	22	32,0	210,0	18	61,0	1.281,1	137	67,3
2020	320,0	13	63,0	320,0	18	68,0	128,0	19	24,0	160,0	15	40,0	21,0	6	19,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	2,0	2	2,0	126,0	7	39,0	137,0	16	39,0	238,0	16	79,0	1.452,0	112	79,0

HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO

	DADOS ANUAIS																																	
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Total (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)
	janeiro			fevereiro			março			abril			maio			junho			julho			agosto			setembro			outubro			novembro			dezembro					
1992	257	18	53,7	229,3	17	51,3	208,3	15	37,1	169,4	9	38,4	15,8	8	6	0	1	0	0	4	0	0,3	5	0,3	125,5	6	36,5	368,9	15	67,3	214,1	16	32	335,7	18	82,2	1924,3	132	82,2







DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS
POSTO GOIÂNIA (01649013)

2.2.4.5 VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS-DE-ARTE

Bacias Hidrográficas

A individualização das bacias hidrográficas foi feita após a elaboração do Mapa do Modelo de Elevação Digital do Terreno com a utilização dos "Shape files" da hidrografia sobreposta digitalmente às imagens de satélite (NASA/SRTM). As áreas e os dados geométricos das bacias, tais como: comprimento do talvegue e declividade média, foram obtidos por computação gráfica. Foi possível então obter as áreas de contribuição, comprimento dos talvegues e o desnível da bacia.

No projeto foram consideradas bacias com área inferior a 0,2 km² como bacias de área mínima, sendo adotada a obra de diâmetro mínimo (BSTC ϕ 1,00m).

Dimensionamento Hidráulico das Obras-de-Arte

O projeto foi desenvolvido no sentido de dotar a rodovia de obras-de-arte cuja seção de vazão atendesse a chuva de projeto para o período de retorno estabelecido pelas normas da GOINFRA, sendo o dimensionamento hidráulico feito como canal, quando as condições geométricas do aterro não permitissem seu dimensionamento como orifício.

Na adoção do tipo e dimensões, levou-se em conta além do fator hidráulico, o fator econômico, imposições locais, dimensões mínimas, que por ventura alterassem em algum caso, a seção previamente fixada além do mínimo exigido. Os estudos indicaram a necessidade de construção de obras-de-arte correntes e especiais.

2.2.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No volume 2 é apresentado o mapa detalhado das bacias hidrográficas. Na sequência é apresentado o quadro dos Estudos Estatísticos das Chuvas por Gumbel, Quadros de Obras de Arte e Memória de Cálculo das Vazões das Obras de Arte.

Composição do Coeficiente de Escoamento Médio

Considerando que podem ocorrem diferenças significativas entre mapas de solo de diferentes escalas e o uso das terras podem mudar ao longo da vida útil das obras-de-arte a serem dimensionadas, assim optou-se por adotar condições médias para o coeficiente de escoamento.

Quadro 2.2.5 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

OROGRAFIA		PLANO		ONDULADO		MONTANHOSO	
CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE		C	CN	C	CN	C	CN
Culturas e Pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

C/CN médio adotado para as bacias: 0,20/40 a 0,40/60 dependendo da localização.

Para a metodologia do Hidrograma Sintético adotaremos CN=50 a 60.

2.2.5.1 Estudo Estatístico das Chuvas

A Tabela IDF – Intensidade Precipitação e Frequência do posto de referência foi calculada, sendo os cálculos apresentados na Tabela de Estudo Estatísticos das Chuvas.

ESTUDO ESTATÍSTICO DAS CHUVAS

MÉTODO DAS PROBABILIDADES EXTREMAS DE GUMBEL

Posto	GOIÂNIA			Município:	GOIÂNIA
Período de Obser.	30	anos, de	1991	a	2020
Latitude	-16:40:25				
Longitude	-049:15:50		Bacia	RIO PARANÁ	
Altitude	550,00 m		Sub-Bacia:	RIO PARANAÍBA	
Código	1649013		Rio:		

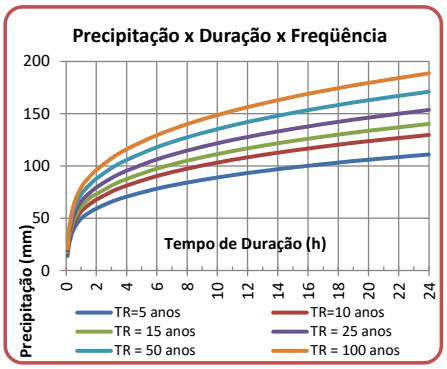
ANO	P (mm)	N° ordem	P (mm) ordenado	P-Pm	$(P-Pm)^2$	F=n / (m+1) %	Tr=1/F
1991	75,00	1	150,00	71,06	5050,00	3,23	31,00
1992	74,00	2	133,00	54,06	2922,84	6,45	15,50
1993	133,00	3	125,00	46,06	2121,83	9,68	10,33
1994	90,20	4	100,00	21,06	443,66	12,90	7,75
1995	93,00	5	100,00	21,06	443,66	16,13	6,20
1996	100,00	6	100,00	21,06	443,66	19,35	5,17
1997	84,00	7	94,10	15,16	229,93	22,58	4,43
1998	150,00	8	93,00	14,06	197,78	25,81	3,88
1999	57,00	9	90,20	11,26	126,86	29,03	3,44
2000	80,50	10	87,20	8,26	68,28	32,26	3,10
2001	125,00	11	85,40	6,46	41,77	35,48	2,82
2002	100,00	12	84,00	5,06	25,64	38,71	2,58
2003	100,00	13	80,50	1,56	2,44	41,94	2,38
2004	80,40	14	80,40	1,46	2,14	45,16	2,21
2005	85,40	15	75,00	-3,94	15,50	48,39	2,07
2006	53,00	16	74,00	-4,94	24,37	51,61	1,94
2007	94,10	17	66,50	-12,44	154,67	54,84	1,82
2008	87,20	18	65,50	-13,44	180,54	58,06	1,72
2009	62,30	19	65,50	-13,44	180,54	61,29	1,63
2010	55,50	20	64,50	-14,44	208,42	64,52	1,55
2011	58,30	21	63,50	-15,44	238,29	67,74	1,48
2012	49,20	22	62,30	-16,64	276,78	70,97	1,41
2013	50,50	23	58,30	-20,64	425,87	74,19	1,35
2014	52,50	24	57,00	-21,94	481,22	77,42	1,29
2015	52,50	25	55,50	-23,44	549,28	80,65	1,24
2016	65,50	26	53,00	-25,94	672,71	83,87	1,19
2017	63,50	27	52,50	-26,44	698,90	87,10	1,15
2018	64,50	28	52,50	-26,44	698,90	90,32	1,11
2019	65,50	29	50,50	-28,44	808,64	93,55	1,07
2020	66,50	30	49,20	-29,74	884,27	96,77	1,03

Pm= 78,94 (Média de P) **Soma= 18619,41** (Soma de $(P-Pm)^2$)
m= 30,00 (Numero de elementos)
σ= 25,34

Formula de Ven Te Chow : Pr=Pm+s*K		
Tr=5 anos	K=	0,866
Tr=10 anos	K=	1,541
Tr=15 anos	K=	1,917
Tr=20 anos	K=	2,188
Tr=25 anos	K=	2,393
Tr=50 anos	K=	3,026
Tr=100 anos	K=	3,653
K *da tabela de WEISE e REID*		

Calculando a chuva de 1 dia:			
→	P5=	100,88	mm
→	P10=	117,98	mm
→	P15=	127,51	mm
→	P20=	134,38	mm
→	P25=	139,57	mm
→	P50=	155,61	mm
→	P100=	171,50	mm

Convertendo chuvas de 1d p/ chuva de 24h:			
→	P5=	110,97	mm
→	P10=	129,78	mm
→	P15=	140,26	mm
→	P20=	147,82	mm
→	P25=	153,53	mm
→	P50=	171,17	mm
→	P100=	188,65	mm



MÉTODO DAS ISOZONAS — **ISOZONA ESCOLHIDA : E**

	1 hora / 24 horas							6 min / 24 horas	
TR	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**50**	**100**	**5 a 50**	**100**
%	44,90	43,60	43,30	43,20	43,00	42,60	42,20	12,60	11,20

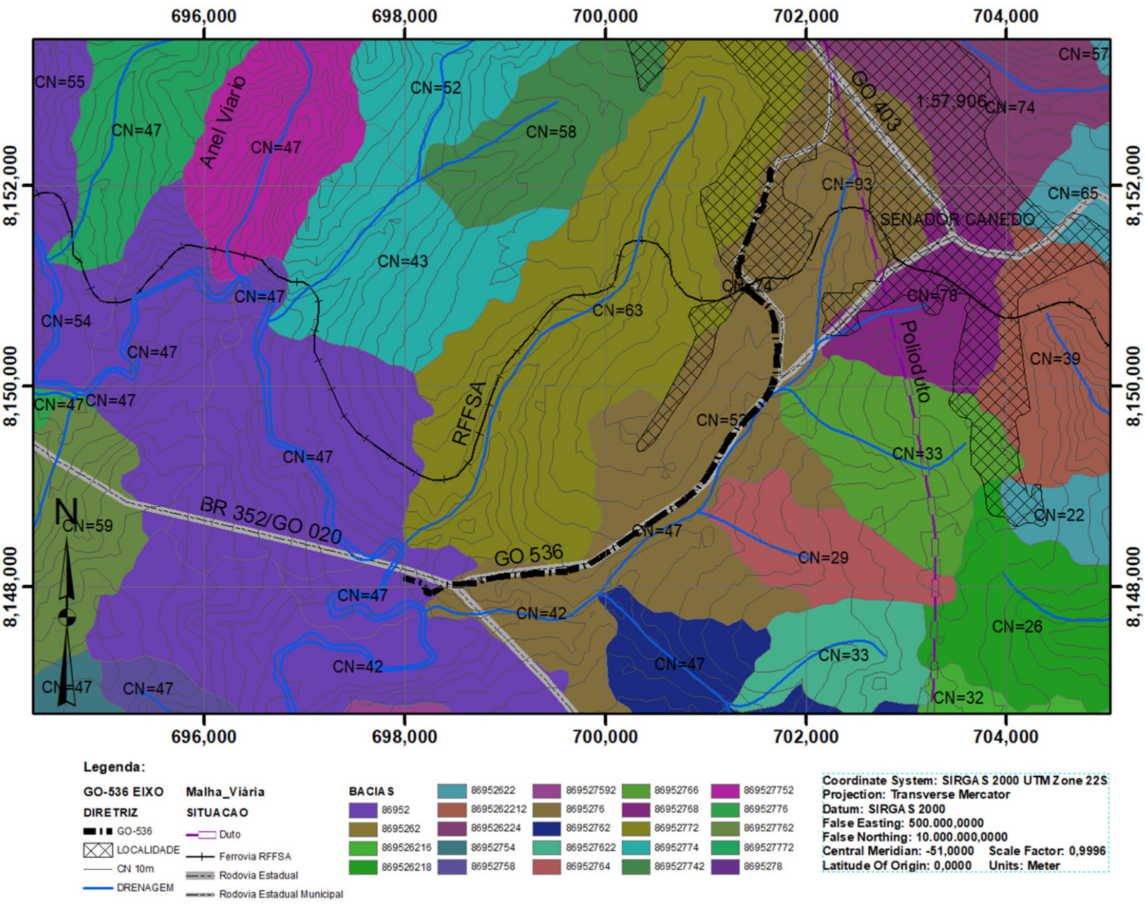
	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
DURAÇÃO	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**50**	**100**
24 h	110,97	129,78	140,26	147,82	153,53	171,17	188,65
1 h	**49,82**	**56,58**	**60,73**	**63,86**	**66,02**	**72,92**	**79,61**
6 min	**13,98**	**16,35**	**17,67**	**18,62**	**19,34**	**21,57**	**21,13**

TABELA DURAÇÃO-PRECIPITAÇÃO-INTENSIDADE - MÉTODO DAS ISOZONAS

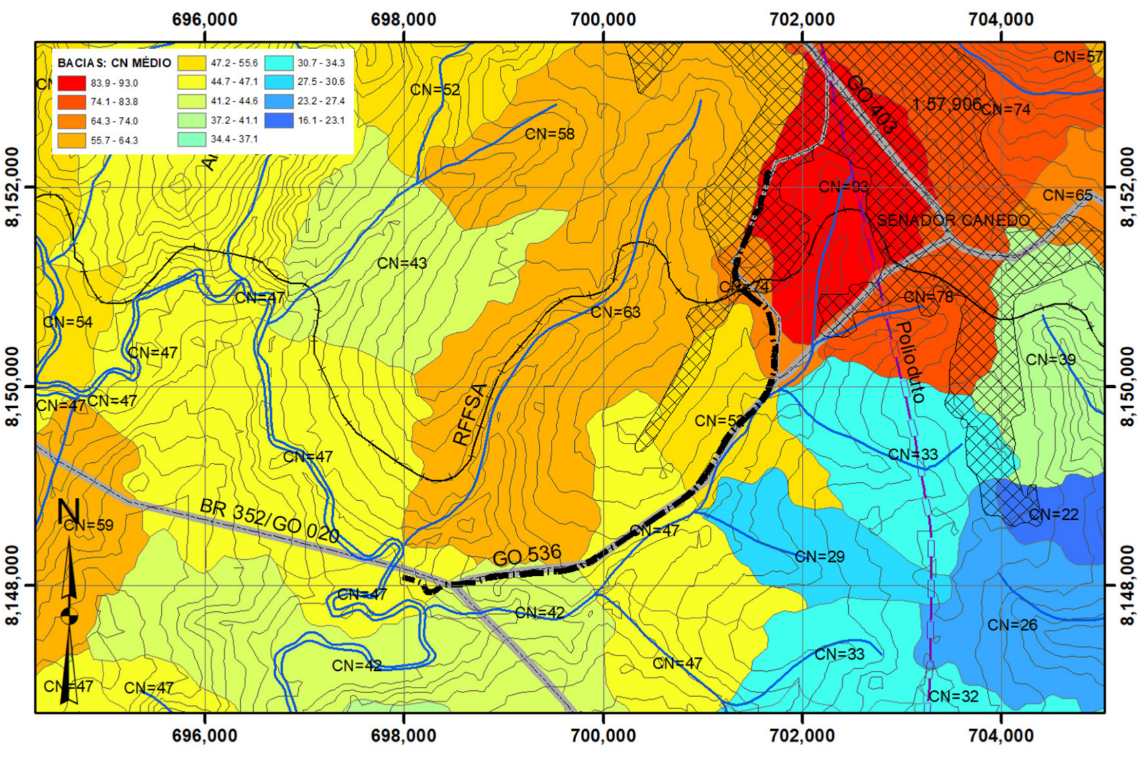
POSTO: GOIÂNIA

DURAÇÃO EM HORAS	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	5		10		15		25		50		100	
	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)
0,100	13,98	139,82	16,35	163,53	17,67	176,73	19,34	193,45	21,57	215,68	21,13	211,29
0,167	21,96	131,53	25,31	**151,57**	27,26	163,25	29,74	178,08	33,00	197,63	34,15	204,51
0,250	28,25	112,98	32,36	129,45	34,81	139,23	37,92	151,67	42,00	168,01	44,40	177,60
0,375	34,56	92,15	39,45	105,19	42,39	113,04	46,14	123,03	51,05	136,12	54,70	145,86
0,500	39,03	78,07	44,47	88,95	47,77	95,54	51,97	103,94	57,46	114,92	62,01	124,01
0,625	42,51	68,01	48,37	77,40	51,94	83,11	56,49	90,39	62,44	99,90	67,67	108,28
0,750	45,35	60,46	51,56	68,74	55,35	73,80	60,19	80,25	66,50	88,67	72,30	96,40
1,000	49,82	49,82	56,58	**56,58**	60,73	60,73	66,02	66,02	72,92	72,92	79,61	79,61
1,250	52,71	42,16	59,98	47,98	64,91	51,93	70,05	56,04	77,42	61,94	84,58	67,67
1,500	55,18	36,79	62,91	41,94	68,32	45,54	73,52	49,02	81,31	54,20	88,87	59,25
1,750	57,37	32,78	65,49	37,42	71,20	40,69	76,60	43,77	84,74	48,42	92,67	52,95
2,000	59,33	29,67	67,82	33,91	72,90	36,45	79,36	39,68	87,84	43,92	96,09	48,05
3,000	65,71	21,90	75,39	25,13	81,11	27,04	88,38	29,46	97,94	32,65	107,27	35,76
4,000	70,65	17,66	81,28	20,32	87,50	21,87	95,40	23,85	105,80	26,45	115,99	29,00
6,000	78,25	13,04	90,36	15,06	97,36	16,23	106,24	17,71	117,97	19,66	129,48	21,58
8,000	84,14	10,52	97,41	12,18	105,02	13,13	114,68	14,33	127,45	15,93	140,00	17,50
10,000	89,00	8,90	103,25	10,33	111,38	11,14	121,68	12,17	135,32	13,53	148,74	14,87
12,000	93,19	7,77	108,29	9,02	116,86	9,74	127,72	10,64	142,10	11,84	156,29	13,02
14,000	96,88	6,92	112,74	8,05	121,70	8,69	133,05	9,50	148,11	10,58	162,97	11,64
16,000	100,19	6,26	116,74	7,30	126,06	7,88	137,86	8,62	153,52	9,59	168,99	10,56
18,000	103,21	5,73	120,39	6,69	130,03	7,22	142,24	7,90	158,45	8,80	174,48	9,69
20,000	105,99	5,30	123,75	6,19	133,69	6,68	146,27	7,31	162,99	8,15	179,54	8,98
24,000	110,97	4,62	129,78	5,41	140,26	5,84	153,53	6,40	171,17	7,13	188,65	7,86
1 DIA	100,88	-	117,98	-	127,51	-	139,57	-	155,61	-	171,50	-

2.2.5.2 Delimitação das Bacias Hidrográficas



Delimitação por variação de CN:



Observa-se pelo mapa de delimitação de bacias que não há um talvegue definido cruzando a diretriz de projeto. Tanto o córrego Lajinha quanto o Margem Bonita tem um percuso paralelo ao eixo, portanto teremos somente sub-bacias menores, cujas áreas delimitadas pelo relevo e pela rodovia permitem o cálculo da vazão para verificação da capacidade hidráulica da obra de arte existente (bueiro de greide).

2.2.5.3 Dados Fisiográficos das bacias

Apresentamos no quadro abaixo as características das bacias hidrográficas e os dados hidrológicos obtidos para o trecho do viaduto e da GO-536 até Senador Canedo:

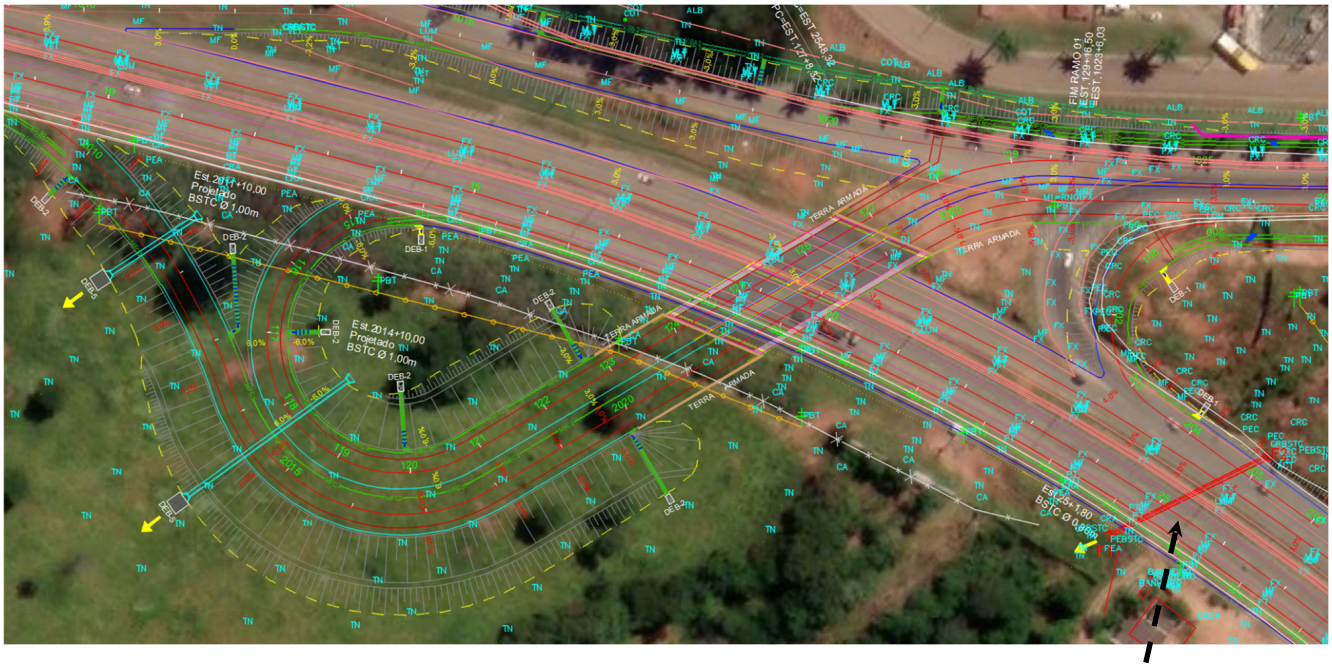
KM	ESTACA	BACIA HIDROGRÁFICA									TR	CURVA IDF		Q
			ÁREA	TALV.	DESN.	DECL.	RUN-OFF		Tc	Tc mod				
		NOME	(Km2)	(Km)	(m)	(%)	C	CN	(Hs)	(Hs)	ANOS	P (mm)	I (mm/h)	(m3/s)
21,24	1061+16	Greide	**0,05**	0,30	10	3,33	0,20		0,25		**10**	32,36	129,45	***0,36***
22,12	1105+16,5	Córrego Grande	**0,39**	1,30	30	2,31	0,20		0,35		**10**	38,09	109,77	***2,38***
22,58	1129+1,5	Córrego do Brejão	**0,41**	1,20	30	2,50	0,20		0,32		**10**	36,51	115,18	***2,63***
23,44	1171+16,5	Córrego Fundo	**0,40**	1,10	25	2,27	0,20		0,31		**10**	35,95	117,11	***2,60***
24,19	1209+14	Grota	**1,10**	1,83	50	2,73	0,20			0,63	**10**	48,59	76,77	***4,70***
22,12	1105+16,5	ór.Grande - Urbanizad	**0,39**	1,30	30	2,31	0,50			0,52	**10**	45,13	86,95	***4,71***

Observação:

Conforme bacias delimitadas não há necessidade de previsão de bueiros de grota na região dos viadutos, somente drenagem superficial e bueiros de greide para encaminhamento das águas precipitadas nos ramos.

2.2.6 Cadastro das obras

Durante o levantamento topográfico foram obtidas fotos da situação atual das drenagens e cursos d´água, as quais apresentamos na sequência. Na região dos viadutos temos um bueiro existente na GO-020 que será mantido e outras duas obras novas para encaminhamento das águas superficiais.



DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA – CADASTRO BUEIROS

Bueiro existente sob a GO-020

2.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

2.3.1 Introdução

Os Estudos de Geológicos foram realizados tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-04	Estudos Geológicos

O estudo geológico foi realizado para o projeto de duplicação da GO-536, e visa dar mais subsídios para os Estudos Geotécnicos e aos Projetos Geométrico, de Obras-de-Arte Correntes e Especiais, sendo a região do viaduto e suas alças contido nestes estudos. Portanto o presente capítulo engloba uma região maior do que a necessária para implantação somente dos viadutos e seus acessos.

2.3.2 Metodologia

A metodologia utilizada na execução destes estudos constituiu-se de:

1. Coleta de dados e informações bibliográficas sobre a região do trecho, interpretação de fotografias aéreas e mapas geológicos existentes, visando delimitar os contatos litológicos e estudos das estruturas, a fim de se programar os trabalhos de campo.
2. De posse de todos os dados acumulados na 1ª etapa, partiu-se para a checagem de campo dos elementos obtidos com a complementação dos estudos da geomorfologia, estudos pedológicos e verificação dos problemas geológicos com apresentação de soluções em cada caso.
3. Trabalhos de escritório, com elaboração final de plantas, perfis, gráficos, execução e montagem final do relatório conclusivo.

2.3.3 Características da Região

Localização: O município de Senador Canedo se estende por 245,3 km² e contava com 121 477 habitantes em 2021, previsão (IBGE, 2022). A densidade demográfica é de, cerca, 344 habitantes por km² no território do município (IBGE, 2022). Vizinho dos municípios de Caldazinha, Goiânia e Aparecida de Goiânia, Senador Canedo se situa a 18 km a Sul-Leste de Goiânia.

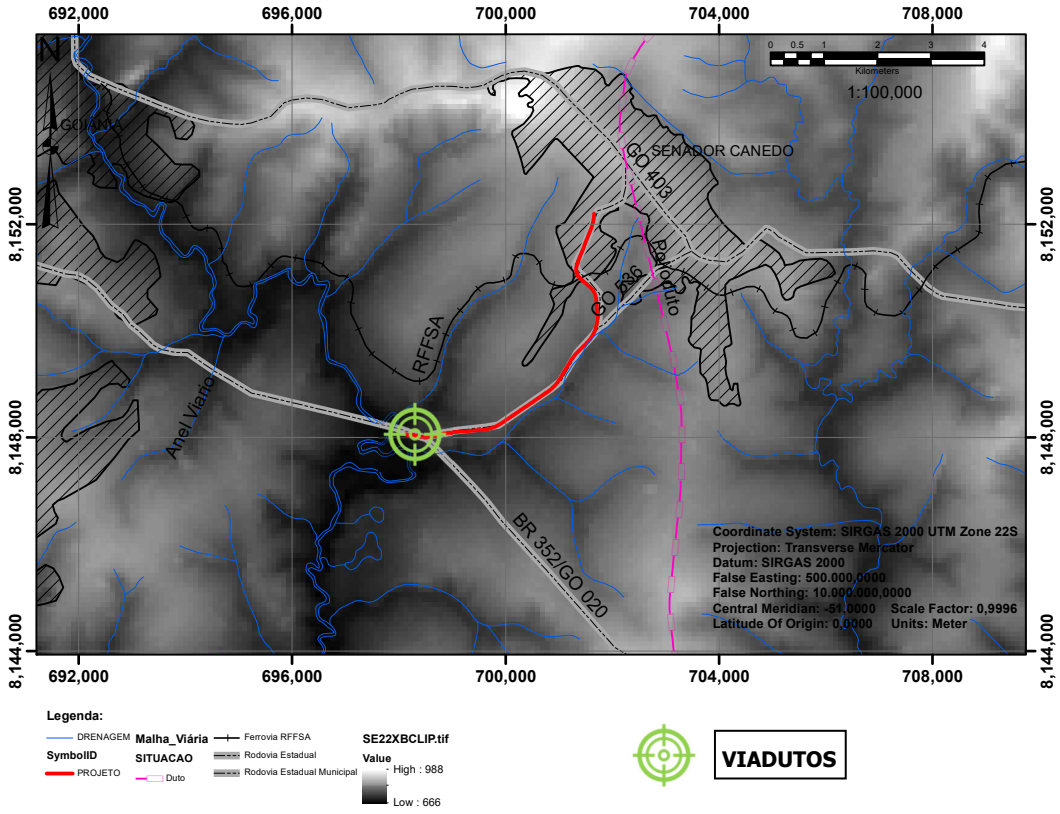
Situado a 789 metros de altitude, de Senador Canedo tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 16° 42' 38'' Sul, Longitude: 49° 5' 12'' Oeste.

Clima: Segundo Nimer [1], o clima da região em projeto, como em quase todo Estado de Goiás, pode ser classificado como Clima Semiúmido Quente, que tem nestas terras uma notável homogeneidade, dado a uniformidade de seu sistema geral de circulação atmosférica, caracteristicamente tropical, do qual resulta uma quase total uniformidade na marcha estacional da temperatura (máxima na Primavera e mínima no Inverno) e absoluta uniformidade na marcha estacional da precipitação (máxima no Verão e mínima no Inverno).

Atualmente a melhor classificação climática é a de Köeppen que leva em conta fatores como relevo, regime de chuvas, temperatura entre outros. Na classificação de Köeppen o clima é classificado como AW (tropical quente e úmido), que se caracteriza por ter uma estação acentuadamente seca no inverno, ocorrendo pelo menos um mês de precipitação inferior a 60 mm; de junho a agosto, a pluviosidade não atinge sequer a metade deste valor. A estação chuvosa, no verão, vai de novembro a março, quando ocorrem mais de 80% das chuvas anuais. Constata-se a existência de dois períodos transacionais: abril/maio e setembro/outubro.

[1] Nimer, E., 1989: Climatologia do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Figura 2.3.1 - Mapa de Imagem Raster Satélite



O clima regional se enquadra no grupo dos climas controlados por massas de ar equatoriais e tropicais e no sub-grupo dos climas tropicais alternadamente secos e úmidos.

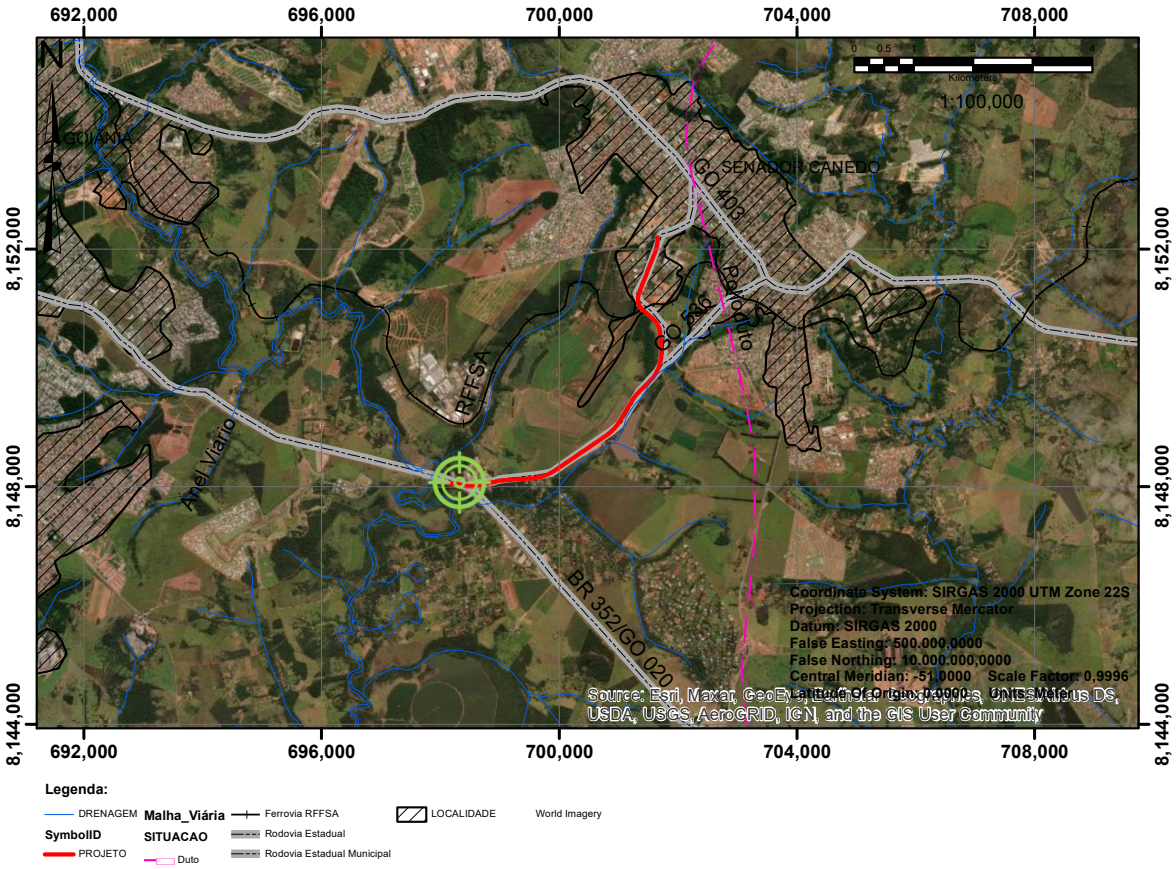


Figura 2.3.2 - Mapa de Imagem Área

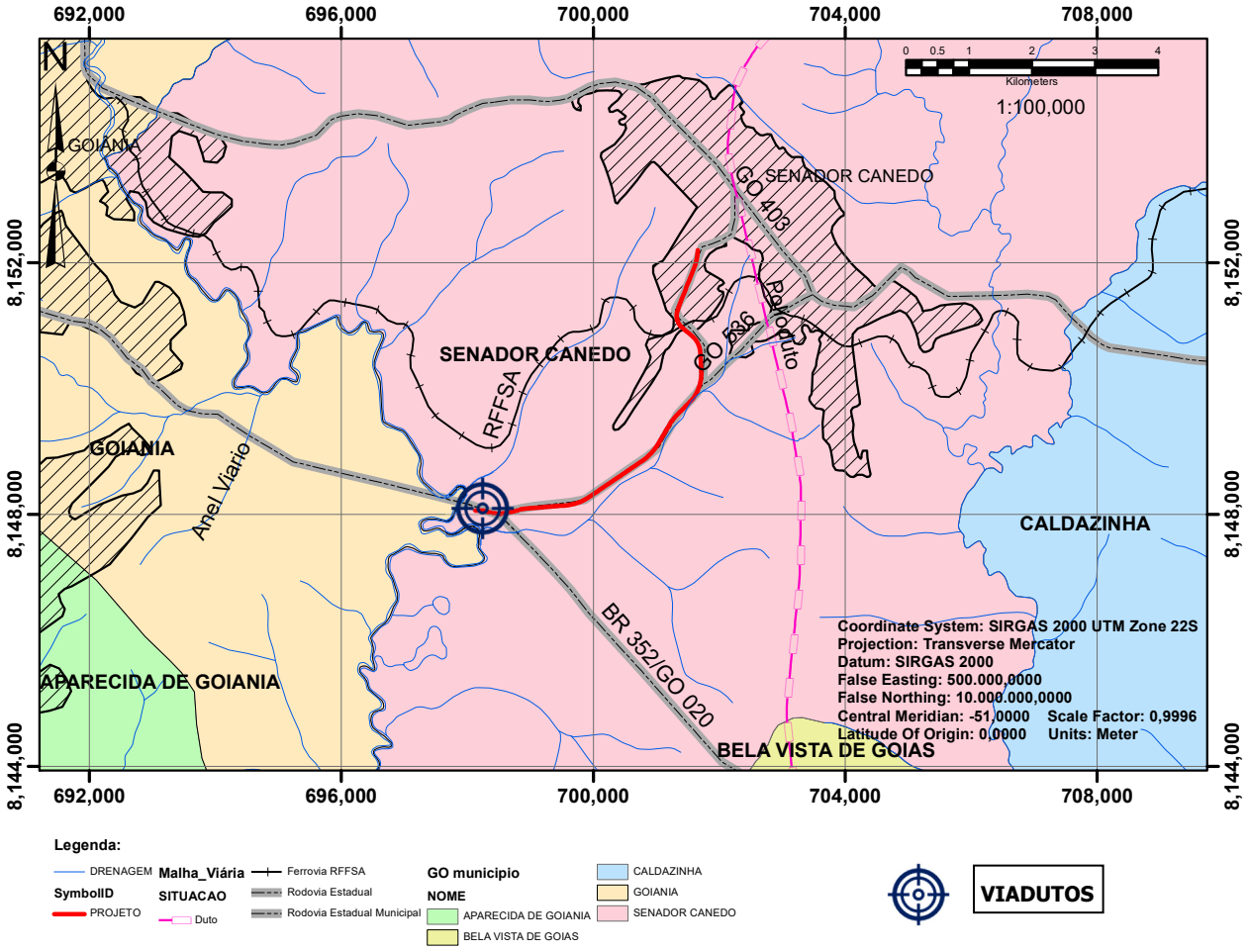
Hidrografia

Bacia Hidrográfica: Rio Meia Ponte

Rios Principais: Ribeirão Bonsucesso, Rio Sozinha e Córrego da Matinha

Ao todo a hidrografia da região Metropolitana de Goiânia é composta por 22 sub-bacias; os mananciais de abastecimento de água em utilização dos rios, ribeirões e córregos se encontram dentro do perímetro urbano de Goiânia e a captação de água se faz através dos seus cursos d'água (85 no total), sendo que todas as sub-bacias pertencem à bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (BORGES e CUNHA, 2014).

Figura 2.3.3 - Mapa de Municípios



Sousa et ali [2] estudando a hidrografia do município de Senador Canedo constatou como resultado, foram delimitadas "*35 bacias hidrográficas e microbacias de drenagem pluvial, considerando dois grupos: as grandes bacias notáveis ... e as menores bacias ou microbacias, não identificadas. A Bacia do Córrego Juventino, afluente do manancial de captação Bonsucesso apresenta o estado mais crítico no município, com apenas 9% de vegetação nativa, seguido do Córrego Vertente. Já os córregos Pari e Lajeado são o que apresentam mais da metade de suas áreas com vegetação de Cerrado (florestal e savânica). Feições de vegetação nativa foram verificadas em todas as bacias, mas em geral com pequenas áreas e mais relacionadas a APPs ...*".

[2] Ana Caroline Rodrigues Cassiano de Sousa et ali - Diagnóstico de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas do município de Senador Canedo – Goiás

Figura 2.3.4 - Mapa das Drenagens

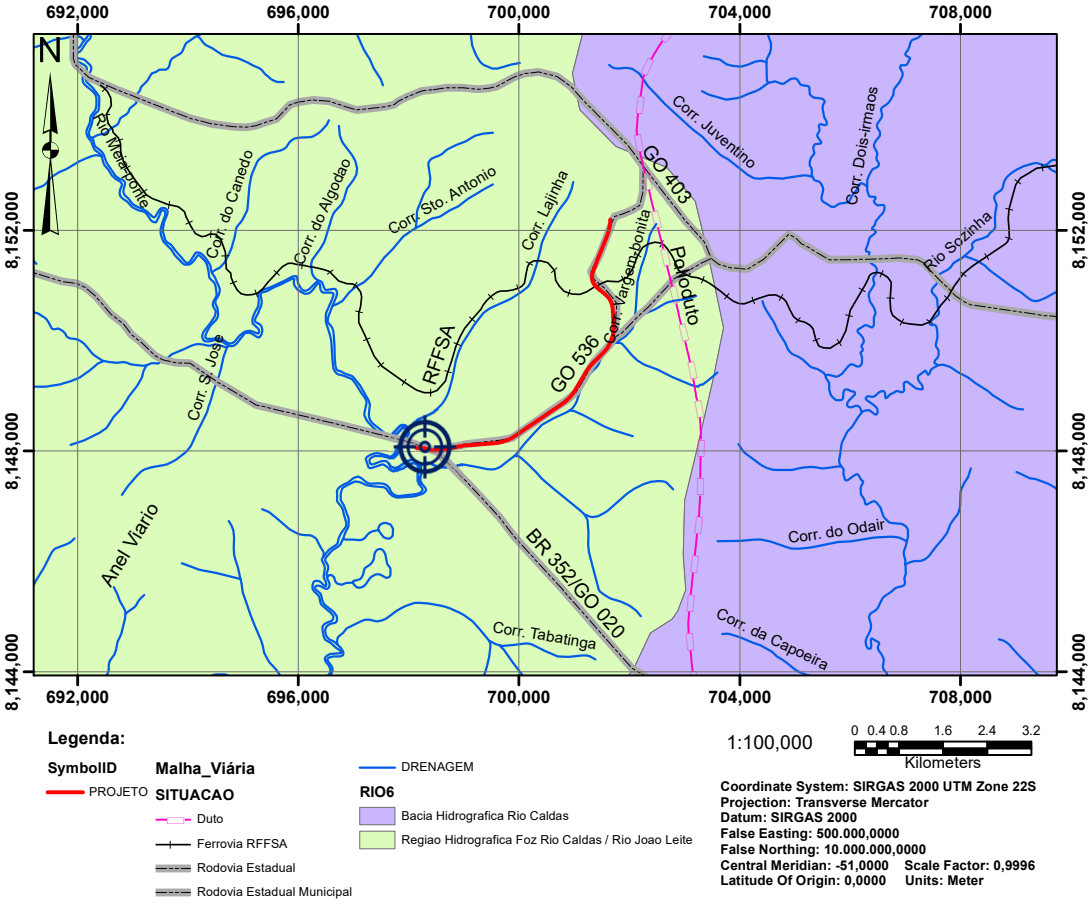
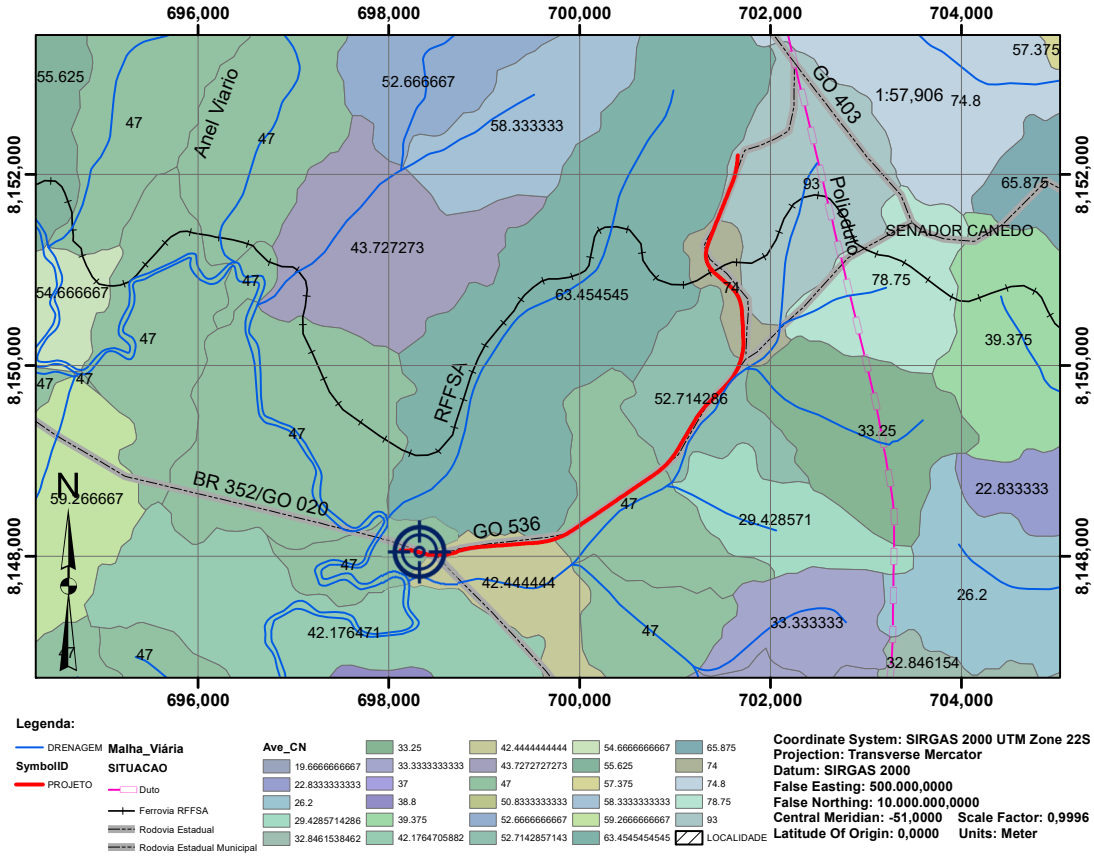


Figura 2.3.5 - Mapa de Bacias CN



Vegetação

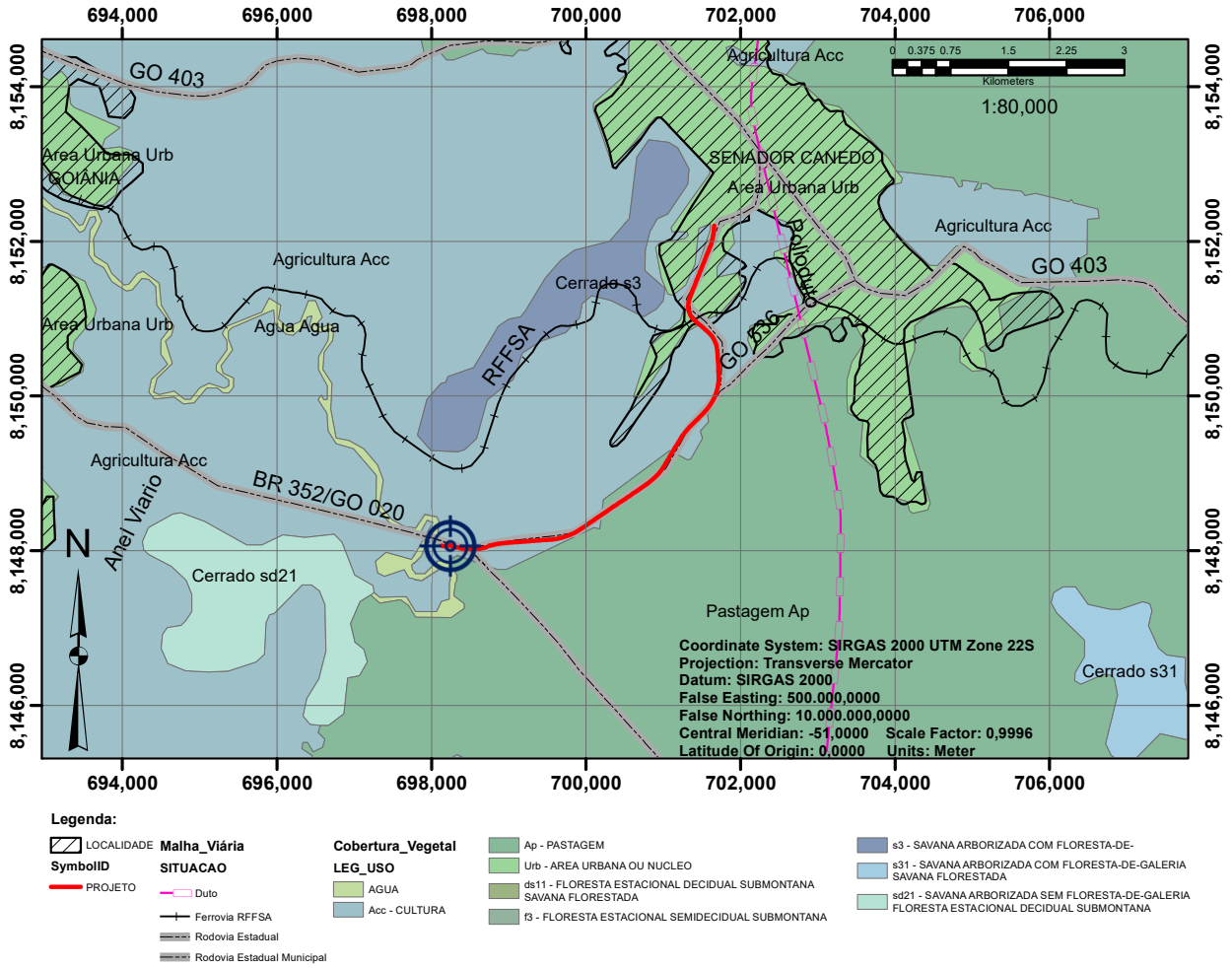
A região do município de Senador Canedo está inserida no bioma Cerrado. Segundo BARBOSA, 1990, apud Malheiros, 2004, este bioma é composto por seis subsistemas: campos, cerrado strictu sensu, cerradão, matas estacionais, matas ripárias e veredas e ambientes alagadiços.

Cada um desses subsistemas apresenta a sua especificidade natural e ecológica, e a diferença fundamental entre eles, principalmente entre os subsistemas abertos, que são o caso dos campos, do cerrado strictu sensu e do cerradão, está na composição mineral do solo, que atuou decisivamente na fisionomia vegetal do Cerrado.

A vegetação que cresce sobre os solos ultramáficos da região de Senador Canedo é formada, sobretudo, por um estrato herbáceo-subarbustivo dominado por espécies pertencentes às famílias Poaceae e Asteraceae (Aquino et al., 2011). Na região em estudo há presença de matas ripárias (mata de galeria) e cerradão.

Devido a ação antrópica a que foi submetida, a boa parte da vegetação nativa foi substituída por atividades agropecuárias, culturas cíclicas ou pastagens. Aparece em certos pontos uma vegetação mais densa formando matas, principalmente no fundo dos vales, devido a existência de umidade, e nas reservas legais das propriedades rurais. Assim, sendo, a predominância da vegetação rasteira e arbustiva de pequeno porte contribui pouco para a retenção de água.

Figura 2.3.6 - Mapa de Cobertura Vegetal



As transformações na paisagem que vêm ocorrendo nas últimas décadas estão limitando as áreas de vegetação natural do cerrado, as quais são atualmente mais representativas na porção centro-oeste da região de distribuição original deste bioma.

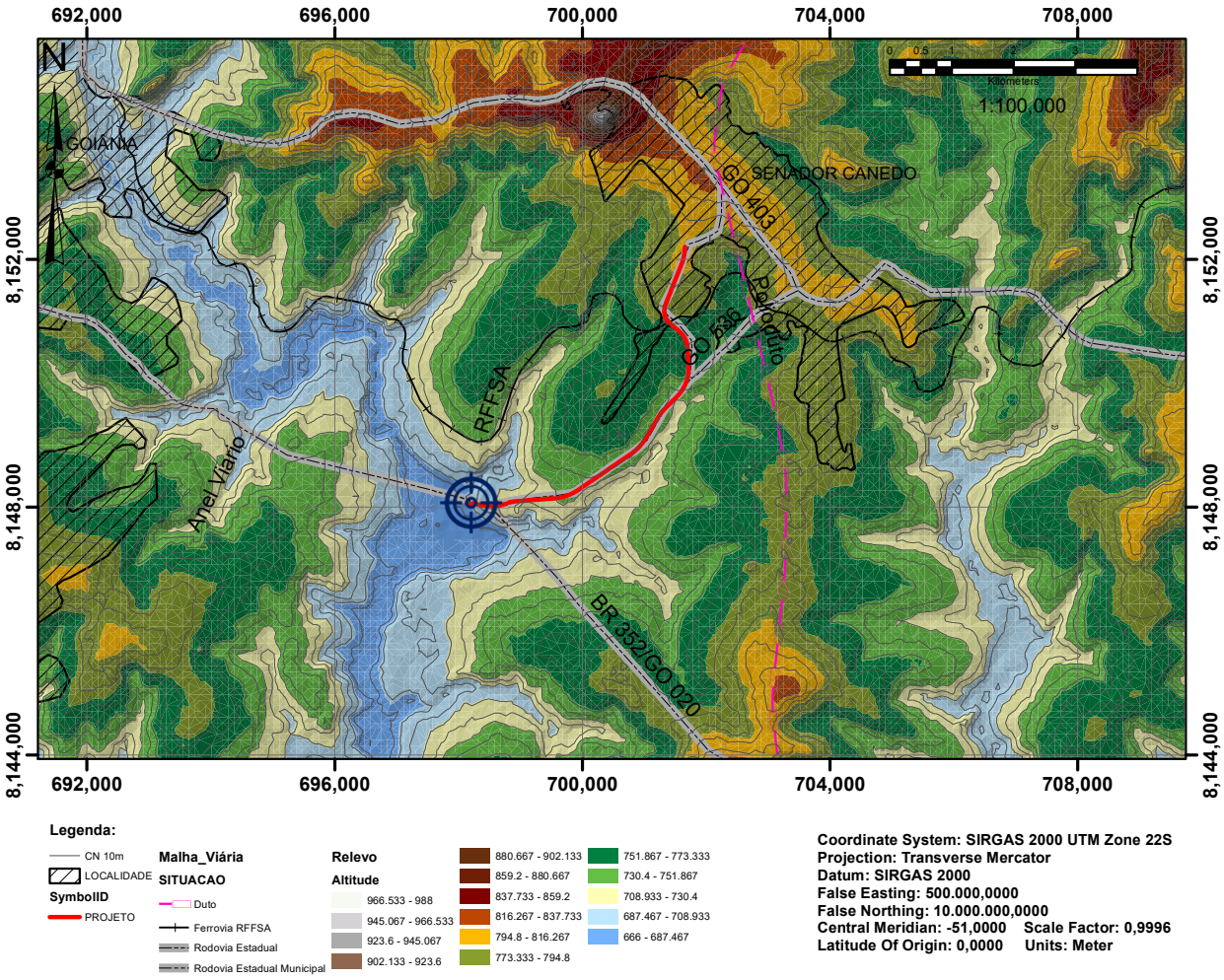
Uso da Terra

A situação atual mostra a redução da vegetação nativa devido as ações antrópicas, traduzida na formação de áreas de pastagens, de agricultura, e áreas urbanas e/ou pela ação predatória.

Altitudes

O Planalto Rebaixado de Goiânia é caracterizado por extensos interflúvios aplainados, chapadas de topo tabular e ondulações suaves, com áreas dissecadas e relevos residuais. Apresenta altitudes entre 720 e 900m, com as formas residuais apresentando altitudes entre 900 e 1040m, como na Serra da Areia. Mica xistos e quartzitos do Grupo Araxá são as litologias predominantes, que também desenvolvem latossolos vermelhos a amarelados localmente com concreções lateríticas.

Figura 2.3.7 - Mapa das Altitudes



Precipitação

O mapa de precipitações médias anuais mostra que não há variações extremas nos totais anuais, pois os menores totais médios da bacia situam-se em torno de 1300 mm e os maiores são próximos de 1800 mm, com poucas exceções. Valores mais elevados são encontrados na parte setentrional da bacia do rio Corumbá e na região sudeste (cabeceiras da bacia do rio Araguari e do Alto Paranaíba), onde as altitudes são mais elevadas, enquanto as regiões de menor pluviosidade estão situadas próximas da região sudoeste, prolongando-se para a região central (Médio Paranaíba). A pluviosidade média volta a aumentar na região mais a oeste, na parte central da região do sudoeste goiano. O valor médio na bacia do rio Paranaíba está em torno de 1.500 mm.

2.3.4 Resultados Obtidos

2.3.4.1 Pedologia

O solo constitui o recurso natural mais intensamente utilizado para atender às necessidades de produção contínua de alimentos nas quantidades e variedades exigidas pela humanidade.

Como o solo é o suporte dos ecossistemas e das atividades humanas sobre a terra, seu estudo é imprescindível e quando se analisa o mesmo, pode-se deduzir sua potencialidade e fragilidade como elemento natural, como recurso produtivo, como substrato de atividades construtivas ou como concentrador de impactos.

Conceito: Pedologia é o estudo do desenvolvimento do solo próximo à superfície. O perfil do solo geralmente mostra uma sequência de camadas (chamadas de horizontes) que se estende de 1,50 a 3,0 metros abaixo da superfície. As propriedades destes horizontes refletem nos materiais que lhe deram origem e afeta fatores ambientais tais como clima, inclinação do talude, e a vegetação sobre o processo de formação. Estando o mapa pedológico restrito as camadas mais superficiais os estudos devem ser complementados com cartas geológicas.

Conceitualmente, o solo é um conjunto de horizontes ou camadas que se deu pela desintegração da rocha-mãe. Paralelamente a isso, esse fenômeno sofre influência física e químicas. As propriedades físicas do solo são elementos importantes, pois os solos diferenciam-se quanto à:

- Textura: é caracterizada pelo tamanho das partículas, enfim na capacidade de infiltração e de absorção da água;
- Estrutura: é o modo como se arranjam às partículas de solos, igualmente à textura, influi na capacidade de infiltração e absorção da água;
- Permeabilidade: determina a maior ou menor capacidade de infiltração que estão diretamente relacionados com a porosidade;
- Densidade do solo: é inversamente proporcional a porosidade e permeabilidade por efeitos de compactação do solo, logo se torna mais erodível;
- Matéria Orgânica: é incorporada no solo permitindo uma maior agregação e coesão entre partículas tornando o solo mais estável em presença de água, mais poroso e com maior poder de retenção da água.

Segundo Villibor et al [3], para a engenharia, **solos** são materiais naturais não consolidados, isto é, constituídos de grãos separáveis por processos mecânicos e hidráulicos, de fácil dispersão em água, e que podem ser escavados com equipamentos comuns de terraplenagem (pá carregadeira, moto-escavo-transportadora, etc.). Geralmente, os materiais constituintes da parte superficial da crosta terrestre e que não se enquadram na condição de solo, são considerados rochas, mesmo que isso contrarie as conceituações adotadas em geologia e em pedologia. O solo pode, também, apresentar-se como estrutura natural ou artificial. Terá estrutura artificial quando transportado e/ou compactado mecanicamente, em aterros, barragens de terra, reforços do subleito de pavimentos etc.

Na engenharia civil, as rochas de resistência muito baixa que se apresentam muito intemperizadas, são tratadas como solo, para efeito da caracterização física e da obtenção dos parâmetros de resistência.

Dentro da classificação dos solos, aqueles que apresentam propriedades peculiares e de comportamento, são denominados de solos tropicais [4] em decorrência da atuação de processo geológico e/ou pedológico típicos das regiões tropicais úmidas. Dentre os solos tropicais destacam-se duas grandes classes: os solos lateríticos e os solos saprolíticos.

Os **solos lateríticos** (later, do latim: tijolo) são solos superficiais, típicos das partes bem drenadas das

[3] Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas – Bases Alternativas com Solos Lateríticos (Douglas F. Villibor e outros)

[4] Segundo VARGAS (1971), a principal característica de um solo tropical é a heterogeneidade, tanto a nível estrutural quanto mineralógico. Por isso, a definição de parâmetros a serem utilizados em projetos geotécnicos, que sejam representativos dos materiais que compõem o maciço, nem sempre é uma tarefa simples, especialmente quando estes parâmetros dizem respeito à resistência.

regiões tropicais úmidas, resultantes de uma transformação da parte superior do subsolo pela atuação do intemperismo, por processo denominado laterização.

Os **solos saprolíticos** (sapro, do grego: podre) são aqueles que resultam da decomposição e/ou desagregação in situ da rocha matriz pela ação das intempéries (chuvas, insolação, geadas) e mantêm, de maneira nítida, a estrutura da rocha que lhe deu origem. São genuinamente residuais, isto é, derivam de uma rocha matriz, e as partículas que o constituem permanecem no mesmo lugar em que se encontrava em estado pétreo.

Os solos saprolíticos constituem, portanto, a parte subjacente à camada de solo superficial laterítico (ou, eventualmente, de outro tipo de solo) aparecendo, na superfície do terreno, somente por causa de obras executadas pelo homem ou erosões. Estes solos são mais heterogêneos e constituídos por uma mineralogia complexa contendo minerais ainda em fase de decomposição. São designados também de solos residuais jovens, em contraste com os solos superficiais lateríticos, maduros.

Uma feição muito comum no horizonte superficial, ou no seu limite, é a presença de uma linha de seixos de espessuras variáveis (desde alguns centímetros até 1,5 m), delimitando o horizonte laterítico do saprolítico.

O **solo do cerrado** é naturalmente vulnerável à erosão porque tem alto teor de areia fina. A concentração de chuvas num só período colabora para aumentar essa sensibilidade. Com todos esses fatores da natureza, há também a atividade humana que acelera ainda mais o processo de erosão, entre eles, o maior problema é a urbanização.

Existem grandes erosões em todo o Estado [5] e são decorrentes de vários fatores entre os quais se destacam os desmatamentos, principalmente das matas ciliares, e o inadequado uso do solo na urbanização, na agricultura e na pecuária.

O regime de chuvas, com um longo período de estiagem, no inverno, e de chuvas torrenciais, no verão, típico do clima da região, propicia elevado índice de lixiviação dos solos e intensa lateritização.

Historicamente, no Brasil, o estudo do solo aplicado à Construção vem sendo desenvolvido a partir de 1937, quando foi montado o primeiro núcleo de pesquisa (pelo IPT em São Paulo). Como exemplo tem-se os solos litólicos e os cambissolos que apresentam horizontes concrecionários, quando de substrato diaclasado, indicando a presença de fontes de materiais utilizáveis para pavimentação de rodovias. O uso da pedologia no planejamento rodoviário depende diretamente de um bom conhecimento pedológico e do conhecimento das aplicações a que se destina o solo, uma vez que nas regiões tropicais há grande dificuldade de identificar correlações entre o material que deu origem ao solo e o solo propriamente; por causa da intensidade e frequência dos efeitos geomorfológicos de retrabalhamento dos mantos superficiais, sendo mais uma incógnita a considerar.

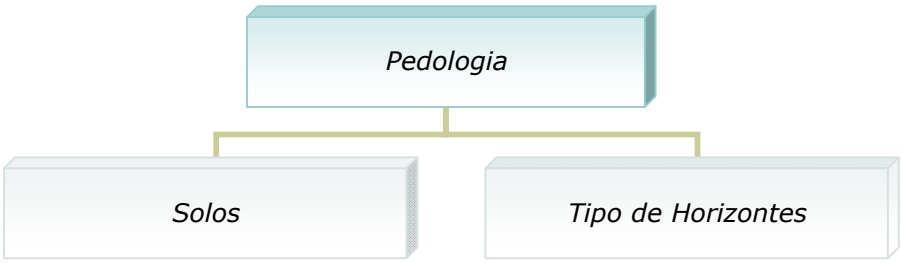
Com base nas características geotécnicas das distintas classes pedológicas dos solos, é possível utilizando-se de mapas pedológicos obter mapas de riscos geotécnico potenciais, fundamentalmente relacionados com o comportamento do solo frente à erodibilidade e permeabilidade, expansibilidade e colapsividade dos solos na região em questão.

A classificação de solos atualmente utilizada no Brasil é relacionada com a ocorrência do solo na paisagem e do conhecimento das aplicações a que se destina o uso do solo. Apesar disto, os mapas pedológicos podem ser utilizados para escolher as áreas potenciais para fornecimento de materiais de pavimentação, bem como para determinar as áreas mais suscetíveis à erosão onde o projeto de drenagem deverá receber maior atenção. No presente projeto estas últimas informações serão as mais valorizadas, uma vez que o mecanismo de erosão do solo pode ser entendido com base no conhecimento do solo, como uma cobertura tridimensional, organizada em sequências pedológicas. Outra informação

[5] Regiões em Senador Canedo está sendo tragadas por enormes erosões e os córregos estão morrendo, vítimas dos danos ao meio ambiente.

muito valorizada, no presente projeto, é o comportamento hidrológico dos solos. Os solos profundos, como os latossolos, se caracterizam pelo pouco ou nenhum escoamento superficial e muito escoamento de base. Em áreas planas e de solos profundos, como as áreas dos latossolos que ocorrem no topo das chapadas, pode não haver escoamento superficial. Isto significa que a fração de água da chuva que não é devolvida à atmosfera por evapotranspiração infiltra no solo até camadas mais profundas, indo recarregar o aquífero.

Para permitir uma interpretação mais adequada nos perfis pedológicos, propõe-se neste trabalho, citar os principais elementos que possam caracterizar o solo na região em projeto. O método utilizado para desenvolver este estudo.



A abordagem aqui efetuada é de elevado grau de generalização. Os dados referentes aos solos identificados na região provêm de levantamentos pedológicos em que as unidades de mapeamento são, em sua maioria, constituídas por associações de solos. A potencialidade agrícola reflete avaliações interpretativas das características dos solos predominantes na unidade de mapeamento, consideraram-se, também, parâmetros inerentes à topografia predominante na área estudada.

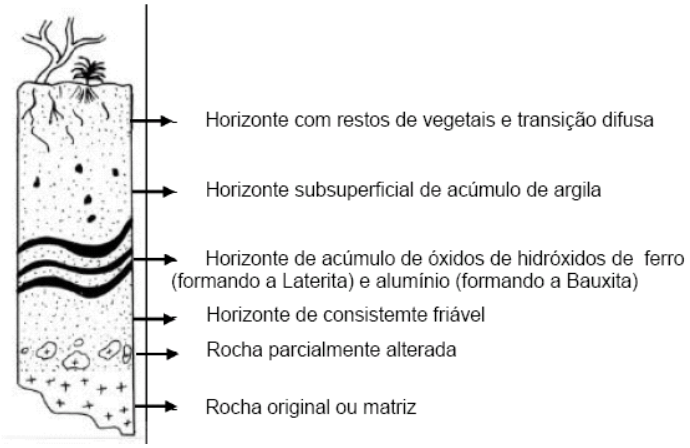
Solo da Região em Projeto

Em Goiás assim como nos diversos estados brasileiros não possui estudos de levantamento de solo em nível de reconhecimento. A paisagem dominante é das chapadas com vegetação arbustiva do cerrado e seus prolongamentos, ocorrendo também, em algumas áreas revestidas de campos e extensões que apresentam florestas. A topografia é variável, sendo muito comuns as amplas áreas elevadas com declive muito suave denominada chapada ou chapadão, quais são circundadas por áreas mais baixas, constituídas por pequenas colinas e morros com relevo suave ondulado.

O resultado da ação por período de tempo mais ou menos longo, de todos estes fatores sobre o material original e sobre seus produtos de alteração é o aparecimento gradual de uma sequência de camadas, cada uma com diferente coloração, teor de cascalho e areia, estrutura, quantidade de matéria orgânica e de nutrientes disponíveis.

Latossolo ou Solo Laterítico

Esquema do Solo

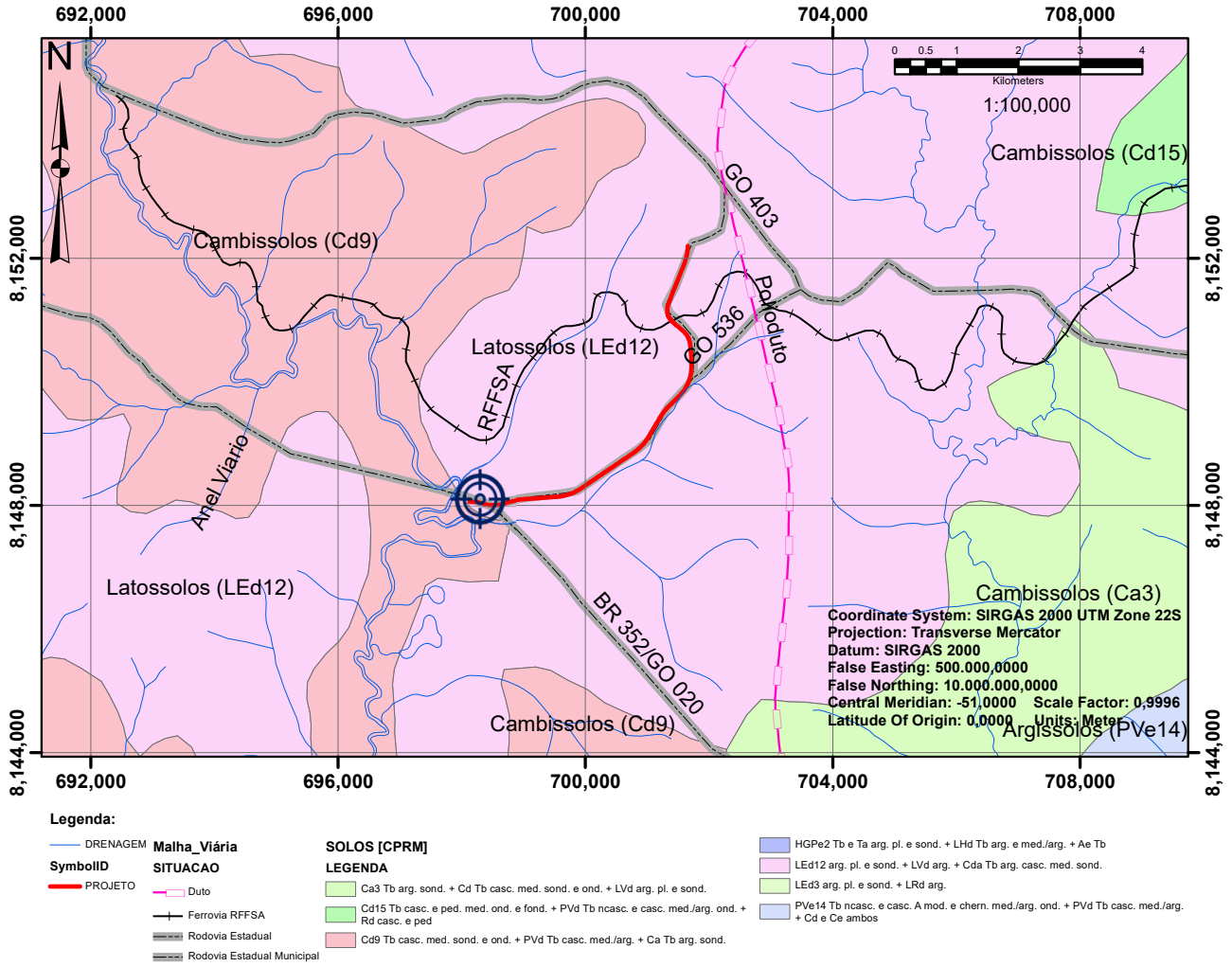


Os Latossolos são os solos de maior ocorrência ao longo da rodovia (ocorrentes em 74,74% da extensão do segmento em estudo), são muito evoluídos, com perfis profundos e bem drenados, onde o intemperismo intenso ocasionou a perda significativa de bases e sílica e concentração relativa de ferro e alumínio. São solos muito homogêneos ao longo do perfil, caracterizados por discreta diferenciação de cor entre os horizontes, que apresentam transição, de maneira geral, difusa.

O termo "Latosol" deriva de "laterite" e "solum", ambos de origem latina, significando, respectivamente, tijolo ou conotando material altamente intemperizado, e solo, foi proposto pelo pedólogo americano

Charles E. Kellog, em uma conferência americana sobre classificação de solos realizada em Washington em 1949. Os Latossolos, como utilizado no Brasil, guardam certa correspondência com os Oxisols, Sols Ferralitiques e Ferralsols dos sistemas americano, francês e FAO, respectivamente.

Figura 2.3.8 - Mapa de Solos [CPRM]

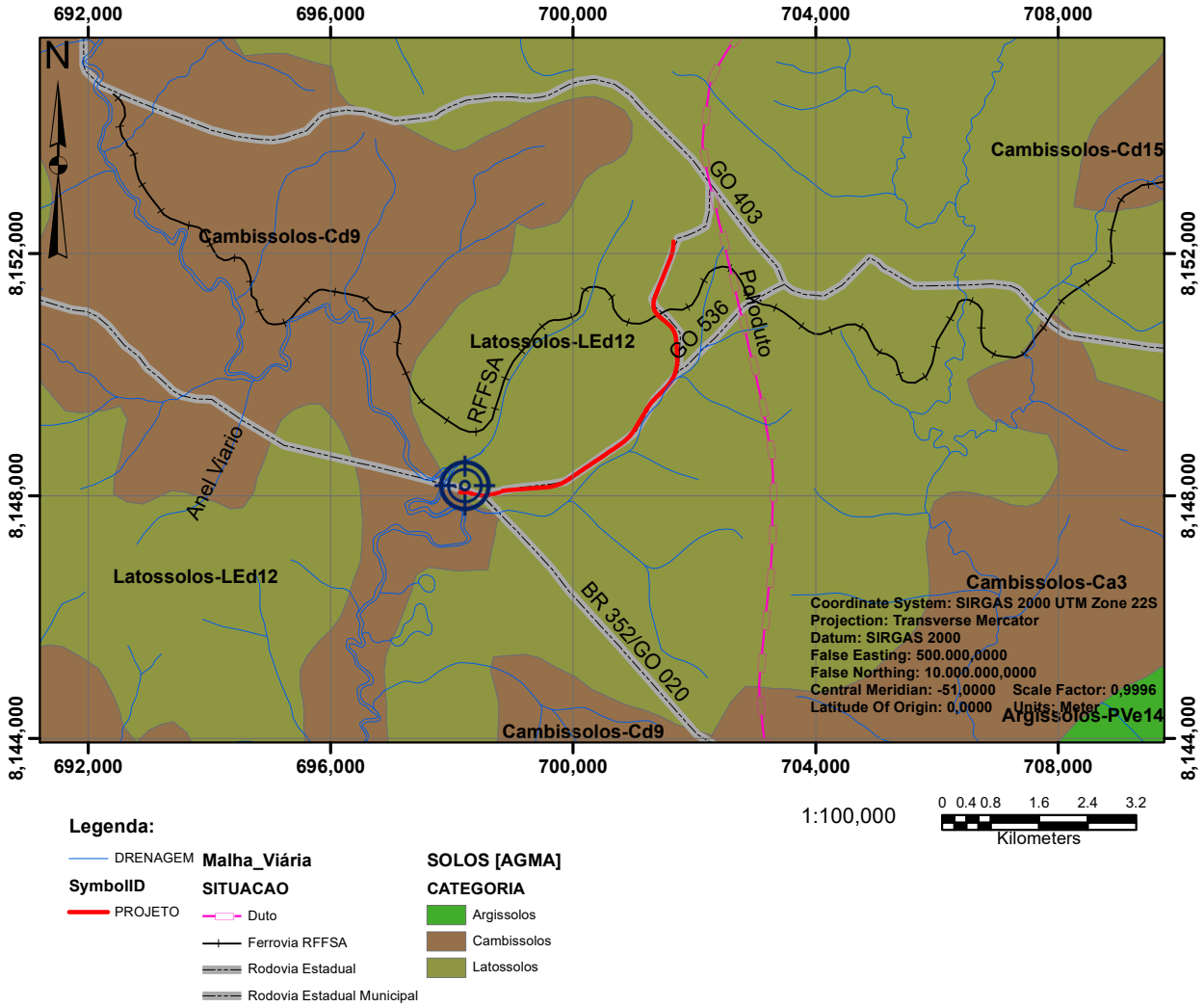


O acentuado processo de intemperismo atuante nesses solos leva à formação de argilas de baixa CTC [6], predominando, na massa do solo, óxidos e caulinita, que faz com que os Latossolos sejam, normalmente, deficientes em nutrientes, com baixa fertilidade natural, sendo em sua maioria ácidos, com baixos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo, e alta saturação com alumínio. Em geral, são constituídos por quantidades variáveis de óxidos de ferro (hematita e goethita) e de alumínio (gibbsita), minerais de argila 1:1 (predomínio de caulinita), quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver a predominância desses materiais.

Os Latossolos são solos com horizonte B latossólico (Bw), que é um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícito pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila 2:1. É um horizonte espesso (>50 cm), com reduzida relação silte/argila, reduzida capacidade de reter e trocar cátions (CTC), reduzido teor de minerais primários facilmente intemperizáveis (MPFI) e reduzida relação SiO2/Al2O3 (Ki). Todas estas características evidenciam o elevado grau de alteração da origem dos solos e sua significativa evolução.

[6] Capacidade de Troca de Cátions (CTC) é o número de cargas negativas do solo capazes de atrair e trocar cátions.

Figura 2.3.9 -Mapa de Solos [AGMA]



São solos normalmente bem drenados, nos quais a água é removida do perfil com facilidade, porém não rapidamente. De um modo geral, são muito porosos, bastante permeáveis e muito resistentes à erosão, características decorrentes do elevado grau de floculação e da constituição da argila do solo.

A porosidade total e a adequada quantidade de macroporos e microporos determinam boas condições de permeabilidade e capacidade de retenção de água, tornando os Latossolos altamente resistentes à erosão, uma vez que grande parte da água da chuva infiltra no solo, reduzindo o escoamento superficial. Mesmo a parte de água que escoa não tem facilidade de carrear partículas, devido à normalmente elevada agregação do solo.

2.3.4.2 Geomorfologia

O mapeamento geomorfológico de Goiás apresenta uma classificação com vários níveis, mas as categorias dominantes são os Sistemas Agradacionais e os Sistemas Denudacionais que estão por sua vez subdivididos em sete formas denudacionais associadas a Superfícies Regionais de Aplainamento (SRAs): as Zonas de Erosão Recuante; Morros e Colinas; Hogbacks; Formas Dômicas; Braquianticlinais; Pseudo-domos e Relevos Tabulares (Goias, 2005; Carvalho e Bayer, 2008). As unidades agradacionais são quatro: Planícies Fluviais, Planícies Fluvias meandriformes, Terraços e Lacustres (GOIAS, 2005; Carvalho & Bayer, 2008).

A geomorfologia é reflexo da geologia, tanto no que diz respeito ao tipo de relevo, quanto ao padrão

de drenagem e à definição de áreas de erosão e sedimentação.

A região do Planalto Central Goiano reproduz feições de relevo resultante da exumação de estruturas dobradas no decorrer dos vários ciclos tectônicos, refletidos através de diferentes estilos estruturais que explicam as particularidades do relevo. A tectônica constitui um fator de grande influência no arranjo da drenagem. Esses fatores litoestruturais, aliados aos de origem climática, favoreceram a intensa disse- cação, em geral muito forte em relação aos demais compartimentos geomorfológicos de Goiás.

Segundo o Projeto RADAM BRASIL (1981), este domínio geomorfológico apresenta uma composição litológica bastante variada, sendo constituída por rochas do pré-Cambriano que não apresentam uma correlação precisa com as formas de relevo. Assim, essas rochas tanto podem suportar relevos elevados do planalto quanto relevos rebaixados da depressão.

Superfície de Goiânia

Situado na porção centro-sul do Estado, abriga a sua capital, Goiânia, e outras cidades. Com cotas altimétricas entre 650 e 850m, a unidade compreende um vasto planalto rebaixado e dissecado, esculpido em litologias pré-cambrianas diversas. Na seção centro-meridional e em segmentos da parte norte, predominam os micaxistos e quarzitos do Grupo Araxá. Na seção setentrional, dominam os gnaisses e granodioríticas.

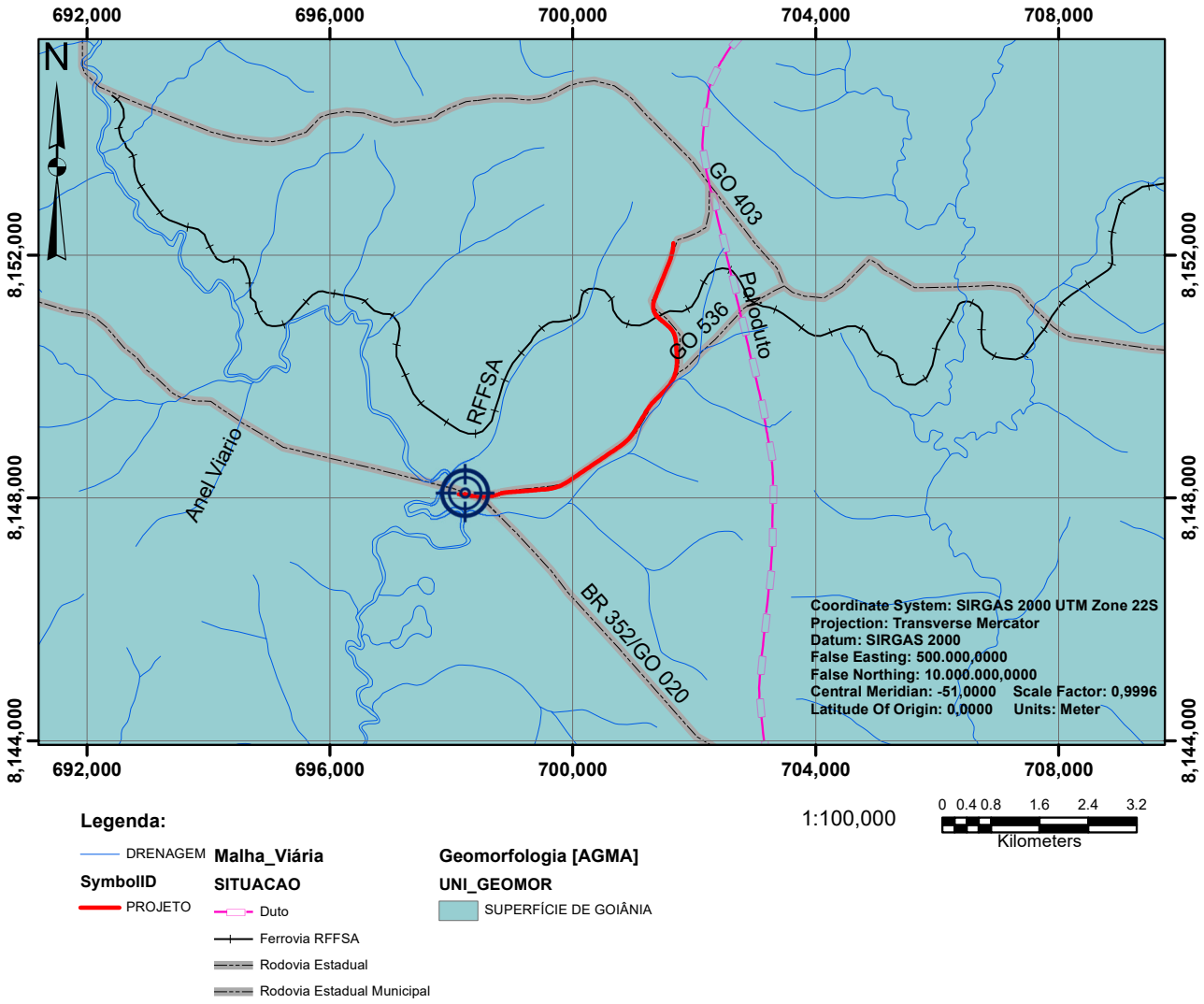
Sobre essas litologias atuaram os processos de dissecação, resultando em relevos predominantemente tabulares, sobre os quais desenvolvem-se Latossolos Vermelho-Escuros e Vermelho-Amarelos.

A unidade em apreço coalesce com as Depressões Intermontanas. Sua definição, através de imagens de radar, foi dada pela posição ascendente das cotas altimétricas para sul e para leste, e também pelo desaparecimento do caráter de intermontana da unidade anterior.

Também coalesce em alguns trechos com a parte mais baixa do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (Planalto dissecado do rio Verde). Tal fato parece estar relacionado à presença de percées abertas por alguns rios da área, posteriormente alargadas e unidas por pediplanação. Essas percées promoveram o rebaixamento de segmentos da zona de contato, provocando a coalescência do Planalto Rebaixado de Goiânia com o Planalto do rio Verde (parte mais baixa). Nestes locais, as cotas altimétricas descem a 350-400m, enquanto a superfície geral do Planalto Rebaixado varia de 650 a 850m, aumentando de oeste para leste. Este fato dá à subunidade em questão um caráter de superfície topográfica de transição entre o Planalto do Rio Verde e o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba.

O Planalto Rebaixado de Goiânia abriga cursos d'água volumosos, encaixados e controlados pela estrutura subjacente. Em sua maioria, pertencem à bacia hidrográfica do Paraná. Dentre eles destacam-se o Rio Paranaíba e seus afluentes: rios Corumbá, Meia Ponte, dos Bois, Turvo, que nascem na porção norte da subunidade e se dirigem para sul, desaguando no rio Paranaíba. Em alguns trechos, esses cursos d'água apresentam leito encaixado. Em outros, notadamente nos altos cursos, comportam áreas de terraços associados a planícies.

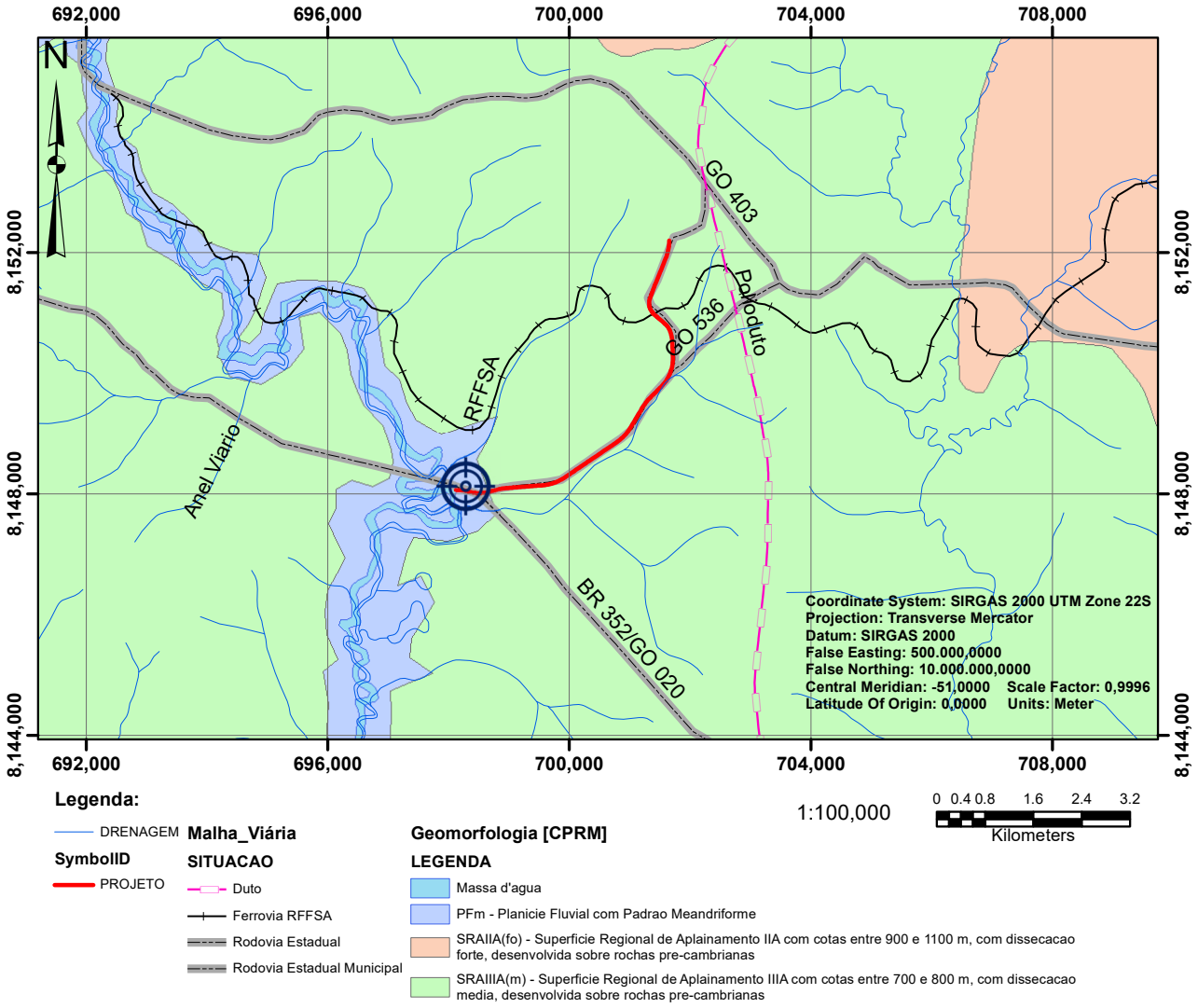
Figura 2.3.9 - Mapa Geomorfologia [AGMA]



Considerando a coalescência do piso das Depressões Intermontanas com a superfície mais baixa do Planalto de Goiânia, admite-se a mesma idade neopleistocênica para a pediplanação do planalto em questão.

Fatos observados em trabalhos de campo mostram que, apesar do relevo constituir uma superfície herdada, os efeitos de transformação do ambiente climático atual já podem ser visualizados. Algumas das concreções ferruginosas observadas não se reportam necessariamente a uma época pretérita. É o caso daquelas encontradas em um terraço do rio Meia Ponte, entre as cidades de Piracanjuba e Hidrolândia. Elas podem estar relacionadas à situação climática atual, onde a alternância de estações secas e úmidas (clima de Savana) permite sua formação.

Figura 2.3.10 - Mapa Geomorfologia [CPRM]



Outro fato relativo ao tempo atual é a própria dissecação da área, levada a efeito pela drenagem de menor porte. E há também a presença de ravinas e boçorocas observadas em vários setores do planalto. Este fato, contudo, não depende essencialmente das condições climáticas vigentes, pois se relaciona à interferência da ação humana sobre o relevo. Ao eliminar a cobertura vegetal para as atividades agropecuárias, o homem expõe o solo à ação das águas de superfície, que têm sua capacidade erosiva multiplicada pela concentração do fluxo.

Na subunidade denominada Superfície Regional de Aplainamento IIA (SRAIIA) há a presença de cotas que variam entre 900m à 1100m, com relevo fortemente dissecado. Superfície Regional de Aplainamento II A (SRAIIA), caracterizada por ser bem desenvolvida e preservada em algumas porções.

Fatos observados em trabalhos de campo mostram que, apesar do relevo constituir uma superfície herdada, os efeitos de transformação do ambiente climático atual já podem ser visualizados. Algumas das concreções ferruginosas observadas não se reportam necessariamente a uma época pretérita. É o caso daquelas encontradas em um terraço do rio Meia Ponte, entre as cidades de Piracanjuba e Hidrolândia. Elas podem estar relacionadas à situação climática atual, onde a alternância de estações secas e úmidas (clima de Savana) permite sua formação.

Outro fato relativo ao tempo atual é a própria dissecação da área, levada a efeito pela drenagem de menor porte. E há também a presença de ravinas e boçorocas observadas em vários setores do

planalto. Este fato, contudo, não depende essencialmente das condições climáticas vigentes, pois se relaciona à interferência da ação humana sobre o relevo. Ao eliminar a cobertura vegetal para as atividades agropecuárias, o homem expõe o solo à ação das águas de superfície, que têm sua capacidade erosiva multiplicada pela concentração do fluxo.

Na subunidade denominada Superfície Regional de Aplainamento IIA (SRAIIA) há a presença de cotas que variam entre 900m à 1100m, com relevo fortemente dissecado. Superfície Regional de Aplainamento II A (SRAIIA), caracterizada por ser bem desenvolvida e preservada em algumas porções.

2.3.4.3 Geologia de Engenharia

A Geologia de Engenharia é definida como a aplicação de conhecimentos das Geociências em estudos, projetos e obras de engenharia. Ou, de acordo com a definição da Associação Internacional de Geologia de Engenharia:

> *"A ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de engenharia e meio ambiente, decorrentes da interação entre a Geologia e os trabalhos e atividades do homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos".*

A Geologia de Engenharia aborda:

- A utilização das rochas, solos ou materiais terrosos como material de construção;
- Os fenômenos que ocorrem na superfície da Terra e que podem trazer algum tipo de problema às obras, destacando-se a alteração, erosão e assoreamento nos diversos ambientes (rios, lagos, mares), os movimentos de massa e a ação da água em subsuperfície;
- Os maciços rochosos e terrosos, sua investigação e como devem ser apresentados ao engenheiro;
- Exemplos de conhecimentos geológicos necessários ao projeto, construção e conservação de diversos tipos de obras.

Geologia Regional

A geologia controla de forma distinta aspectos do meio físico, aspectos do meio geotécnico e até certas variações climáticas que apresentam controle orográfico, desempenhando expressivo controle no padrão, densidade e manutenção de vazões das drenagens superficiais.

A maior parte de Goiás está inserida na Plataforma Sul-Americana, onde se encontra a província Tocantins, ocupada em sua porção oriental pela Faixa Brasília, que constitui um extenso sistema de dobramentos e falhamentos Neoproterozóicos, representando uma unidade geotectônica.

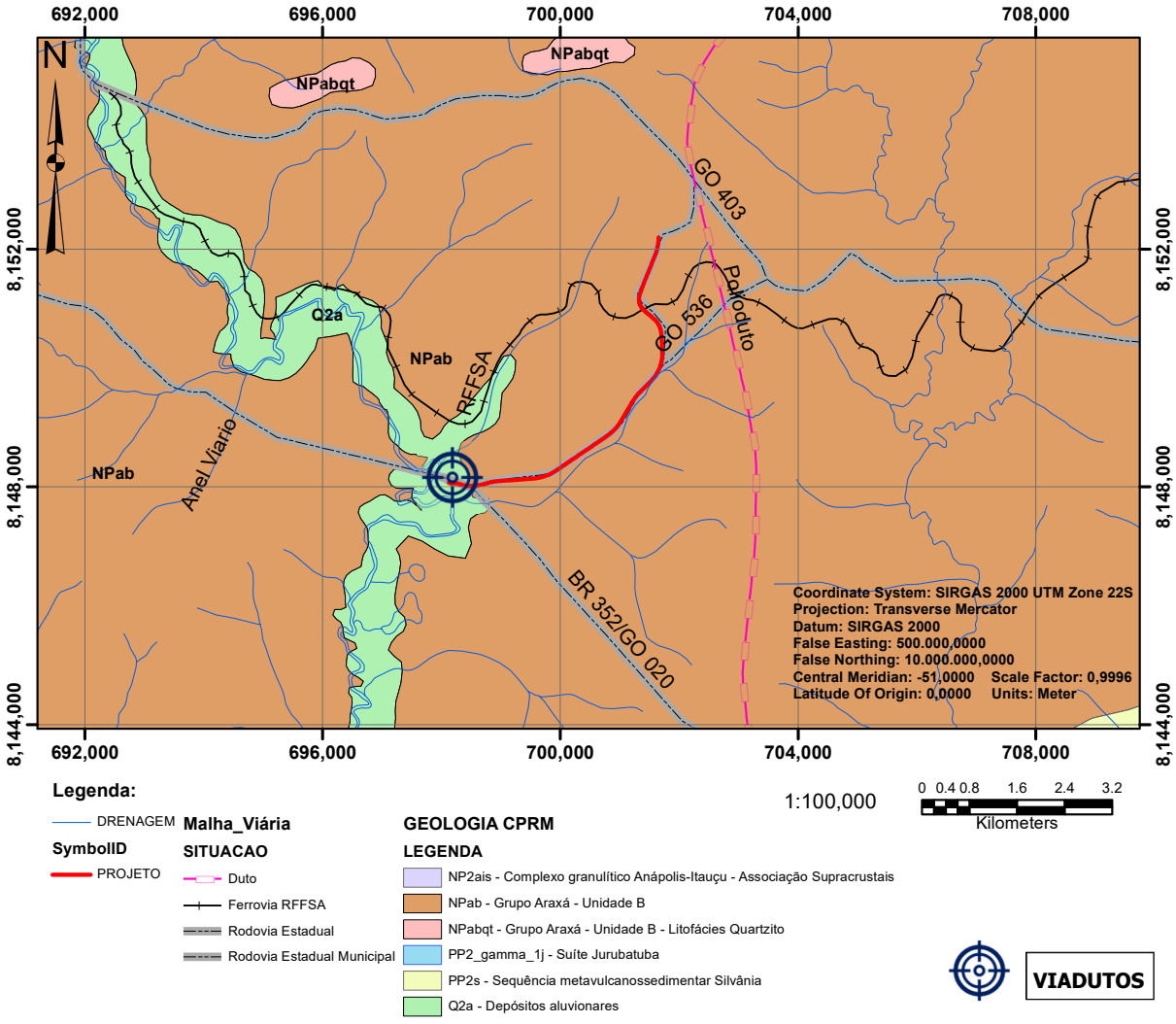
O Planalto Rebaixado de Goiânia ocorre nas porções sul e sudeste. É caracterizado por extenso planalto rebaixado e dissecado, desenvolvido principalmente sobre rochas do Grupo Araxá. A superfície é mantida por depósitos de material clástico, o que indica a atuação de uma morfogênese seca, que mostra submissão, no passado, a condições climáticas de semi-aridez. Os processos de pediplanação ocorreram durante o Neopleistoceno (Ciclo Velhas de King, op. cit.), do qual resultaram cotas em torno de 640m.

Grupo Araxá – Unidade B

PROTEROZÓICO MÉDIO

O Grupo Araxá foi definido originalmente por Barbosa (1955), para um conjunto de metamorfitos (essencialmente micaxistos e quartzitos) aflorantes próximo da cidade de Araxá (Minas Gerais). Esta designação foi estendida aos litótipos assemelhados do estado de Goiás, os quais, no Projeto Brasília (Barbosa, 1969), foram subdivididos em duas unidades: A Unidade "A" representada por micaxistos a duas micas, finos a grosseiros, com granada, estaurolita, cianita, cordierita e intercalações de quartzitos micáceos finos a grosseiros, xistos grafitosos e anfibolitos; e a **Unidade "B", constituída por calcixistos com intercalações de calcários**.

Figura 2.3.11 - Mapa Geologia [CPRM]

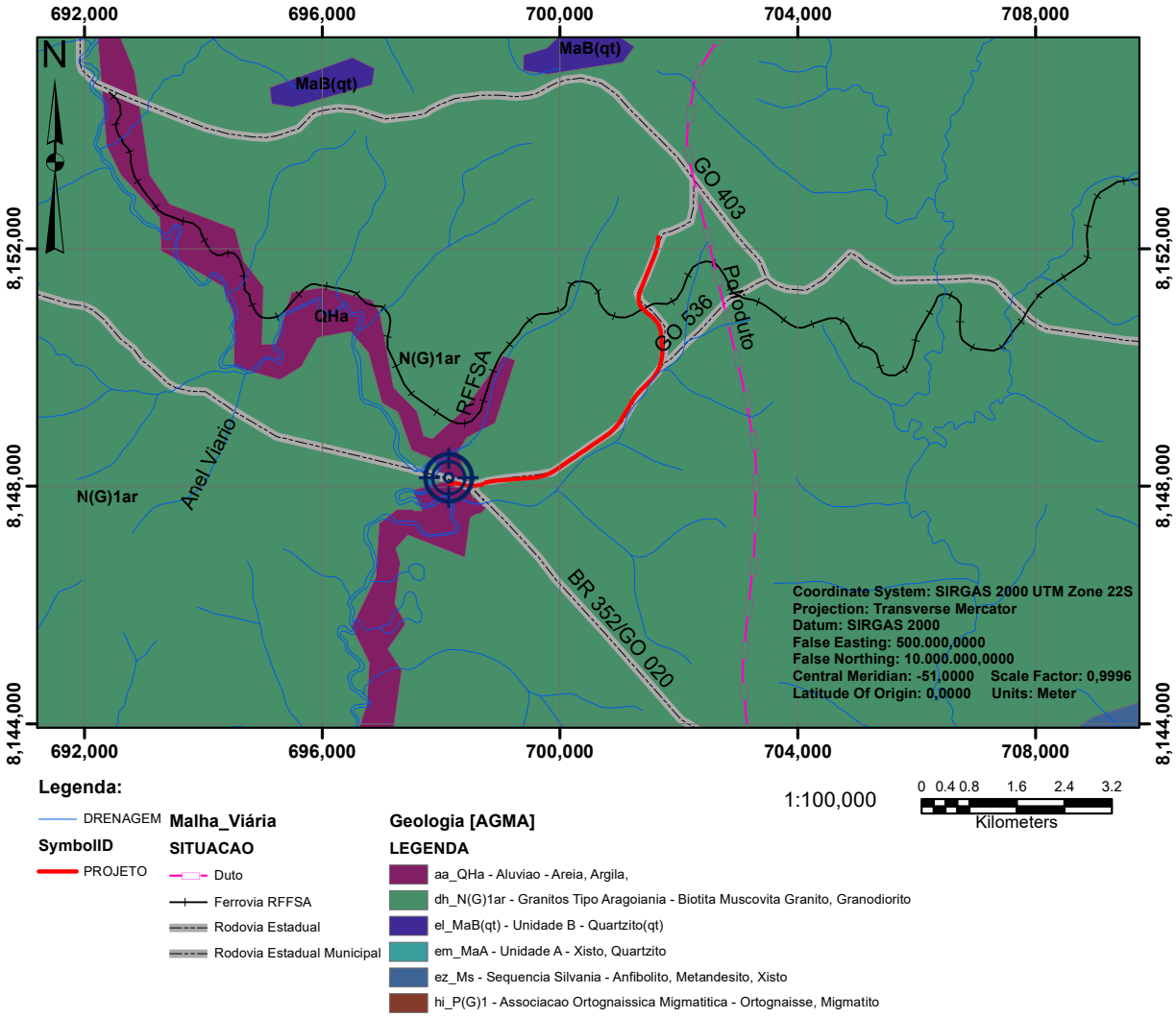


O levantamento geológico das folhas Nerópolis (Araújo et al., 1994), Goiânia (Moreton et al., 1994), Anápolis (Radaelli et al., 1994), Leopoldo de Bulhões (Oliveira et al., 1994), Caraíba (Lacerda Filho et al., 1994), considerou o conjunto dos metassedimentos do Grupo Araxá, da Formação Ibiá e do Grupo Canastra (Barbosa et al., 1970a) um único pacote, denominando-os de Grupo/Araxá Sul de Goiás.

Grupo Araxá (PMa) – Formado essencialmente por metassedimentos e posicionado no Proterozóico Médio.

Unidade B – Muscovita-quartzo xisto, com intercalações de sericita quartzito (qt) e subordinadamente granadabiotita xisto.

Figura 2.3.12 - Mapa Geologia [AGMA]



Granitos Tipo Aragoiânia

Os granitos tipo Aragoiânia correspondem a um conjunto de corpos graníticos, peraluminosos do tipo-S, sintectônicos, de coloração cinza claro, granulação fina a média, às vezes com textura milonítica a ultramilonítica. São constituídos principalmente por plagioclásio (oligoclásio), feldspato potássico, quartzo, biotita, muscovita e granada, e caracterizados como biotita-muscovita metagranitos a metagranodioritos. Esses granitos encontram-se encaixados preferencialmente nas rochas do Grupo Araxá, concordantes com a foliação S2 desses metassedimentos (Lacerda Filho 1994). Estudos geocronológicos realizados por Moreton (1994), através do método Rb-Sr (rocha total), forneceram uma idade de 900 Ma, com razão inicial de 0,706 para essas rochas.

Esta unidade é constituída por gnaisses granitóides de natureza cálcica a calci-alcalina e granulometria média a grossa, textura granoblástica a porfirítica, bandado, com bandas máficas à base de biotita e hornblenda, localmente ocorrências de migmatito tipo metatexito. Os corpos alojam (tectonicamente) fragmentos alóctones de gnaisses arqueanos (Gnaisse Ribeirão).

As determinações de idade pelo método U-Pb em zircões de gnaisses da região de Arenópolis, forneceram valor de 899 Ma; e de titanitas 632 Ma, interpretadas como idade de cristalização do protólito e metamorfismo, respectivamente. Idades modelo Sm-Nd são de 1,1 Ga, com valores de εNd sugerindo uma derivação mantélica para o magma original (Pimentel et al. 1991; Pimentel & Fuck, 1992 apud Lacerda Filho et al. 1999).

Biotita Muscovita

É um mineral típico de rochas metamórficas com protólitos sedimentares (ricos em Al), como filitos, xistos e paragnaisses. Forma-se desde pressões baixas do metamorfismo de contato até pressões médias a altas no metamorfismo regional, ocorrendo desde a fácies sub-xisto verde e não estando presente somente nas fácies granulito. Nas rochas ígneas é mais escasso, porém ocorrem em magmas onde se tem sobra alumínio depois da cristalização de feldspatos, como em granitos ou granodioritos peraluminosos, ocorrendo em conjunto com a biotita, caracterizando os chamados granitos a duas micas. Também é comum em rochas pegmatíticas. Muscovita e sua variedade mais fina, a sericita, costumam ocorrer frequentemente como alteração de alguns minerais, como cristais de feldspato.

2.3.5 Conclusões

Avaliando em conjunto as características geológicas da região, temos as seguintes conclusões de vulnerabilidade.

Vulnerabilidade Ambiental

A Região Metropolitana de Goiânia é constituída por 20 municípios: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Caturaí, Goianápolis, Goiânia, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nerópolis, Nova Veneza, Santo Antônio de Goiás, **Senador Canedo**, Teresópolis de Goiás e Trindade.

Apesar dos padrões de biodiversidade na região do Cerrado terem grandes avanços, ainda são escassos estudos mais detalhados sobre a recuperação de áreas degradadas em locais próximos aos grandes centros urbanos como Goiânia e Brasília.

Com o objetivo de reunir todas as informações em uma única classificação buscou-se coletar as informações do Macrozoneamento, Agroecológico e Econômico de Goiás, elaborado pelo convênio de Goiás, Ministério do Meio Ambiente e o Governo Federal. Segundo o MacroZAEE/GO de 2009, o **mapeamento da vulnerabilidade ambiental** foi realizado por meio da integração entre as informações dos diagnósticos e zoneamento ambientais já elaborados na ZAEE da área do aglomerado urbano de Goiânia.

A expansão desordenada das cidades acarreta uma série de problemas à população. Problemas esses que somam vulnerabilidades de ordem ambiental, econômica e social. Muitas são as cidades brasileiras que possuem "vazios" urbanos e fragilidades ambientais que dificultam o acesso da população a cidade, seus equipamentos e infraestrutura. Isso, é o que ocorre no município de Senador Canedo.

A vulnerabilidade de uma determinada região depende da suscetibilidade de ocorrência de pressões impostas sobre ela, bem como da capacidade de suporte dessas, visto que essas pressões advêm de ações desenvolvidas pelos seres humanos em sua expansão.

Os resultados correspondem com as seguintes zonas de vulnerabilidade:

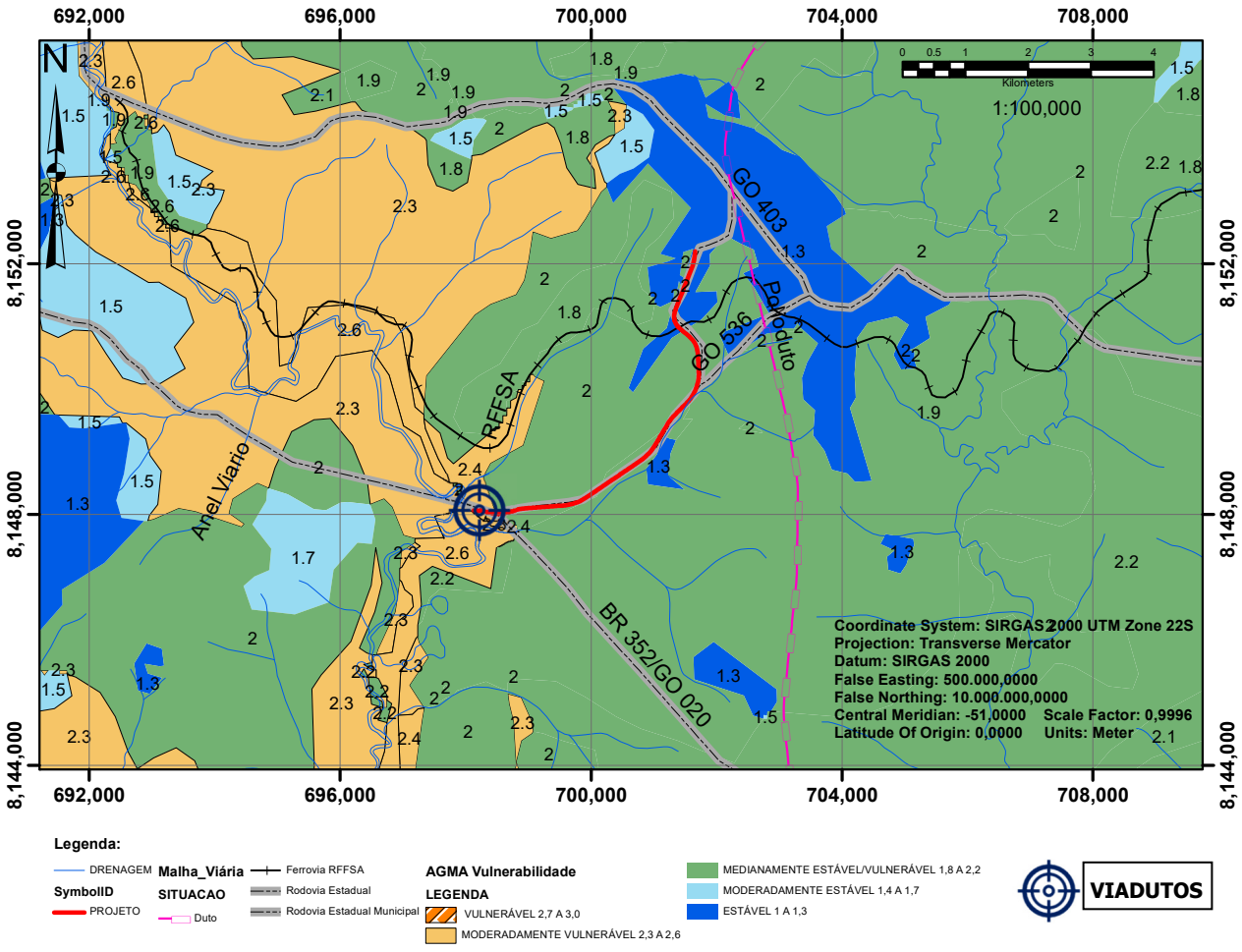
- Zonas de vulnerabilidade baixa: corresponde às considerações desde o ponto de vista hidrogeológico como impermeáveis ou de permeabilidade muito baixa;
- Zonas de vulnerabilidade média: incluem-se neste grupo as formadas por materiais permeáveis por porosidade intergranular ou por fissuração, recobertos por uma zona não saturada cuja espessura proporcionam certo nível de proteção ao aquífero;
- Zonas de vulnerabilidade alta: compreende as unidades formadas por materiais permeáveis por fissuração, nos que a velocidade de circulação e, portanto, de propagação da contaminação é elevada, e se realiza sem obstáculo (escassa capacidade de retenção de contaminantes). Assim mesmo, incluem-se neste grupo os materiais de porosidade intergranular que devido a seu poder de retenção dispõem de maior capacidade de autodepuração do que os anteriores, carecem de um recobrimento suficiente capaz de proporcionar a proteção necessária para preservar a qualidade da água armazenada.

Entre outros fatores, os trabalhos acima citados categorizaram a vulnerabilidade ambiental nas seguintes: (i) "muito baixa", (ii) "baixa", (iii) "média", (iv) "alta" e (v) "muito alta"

As áreas de vulnerabilidade ambiental classificadas como "muito alta", em relação ao total do Estado, estão localizadas na Região dos Afluentes Goianos do Rio Paranã, além dela, todas as regiões que se destacam nesta classificação estão localizadas nas bacias dos rios Tocantins e Araguaia.

Concluímos que foi verificada a existência de áreas de baixa e insignificante vulnerabilidade no Município de Senador Canedo. Na região em projeto a vulnerabilidade é classificada como medianamente estável a estável, nos arredores da cidade, não havendo impeditivos geológicos que afetem a execução das obras.

Figura 2.3.4 - Mapa de Vulnerabilidade



2.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.4.1 GENERALIDADES

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos com base nos seguintes documentos:

REFERÊNCIAS NORMATIVAS		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-07	Instrução de Projetos Rodoviários - IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos
GOINFRA	ES-PAV 002/2019	Especificação de Serviço – Pavimentação – Sub-base e Base Estabilizadas Granulometricamente com ou sem mistura
DNIT	IPR-719	Manual de Pavimentação

Os Estudos Geotécnicos tiveram como referência os Estudos Geológicos, Topográficos e o Projeto Geométrico, sendo elaborado para subsidiar os Projetos de Pavimentação, Terraplenagem e Drenagem.

Como as alças dos viadutos são os trechos iniciais das pistas projetadas para o projeto de duplicação da GO-536, do trecho GO-020/Senado Canedo, os estudos realizados para este projeto serão utilizados para o conhecimento geotécnico dos eixos projetados.

Os Estudos Geotécnicos para efeito do projeto foram divididos em dois grupos:

1. Estudos geotécnicos para terraplenagem;
2. Estudos de ocorrências de materiais para pavimentação e drenagem.

No primeiro grupo foram programados:

- Estudo do subleito, para identificação dos horizontes de solo de mesmas características macroscópicas e a determinação de suas características físicas-mecânicas dos trechos onde serão executados pavimentos novos;
- Estudos de cortes, para identificação e caracterização dos materiais a serem movimentados na operação de terraplenagem;
- Pesquisa do lençol freático para instrução do projeto de drenagem profunda.

No segundo grupo foram programados:

- Prospecção de ocorrências de materiais destinadas às camadas dos pavimentos novos e às obras de arte e serviços complementares;
- Projeção e ensaios de misturas de materiais e de materiais isoladamente, destinados às camadas do pavimento novo;
- Estudos de pedreiras;
- Estudos de areais.

Todos os resultados obtidos nestes Estudos são apresentados no Volume 3B - Estudos Geotécnicos. Os croquis e características das cascalheiras, areais e pedreira são apresentados no Volume 2 – Projeto Executivo.

2.4.2 METODOLOGIA

A sequência metodológica dos Estudos Geotécnicos compreendeu:

- Estudo do subleito, para identificação dos horizontes de solo de mesmas características macroscópicas e determinação de suas características físico-mecânicas;
- Estudos de cortes, para identificação e caracterização dos materiais a serem movimentados na operação de terraplenagem;

- Prospecção de ocorrências de materiais, com definição quali-quantitativa, para destinação às camadas do pavimento.

Observações

Os solos são produtos da ação contínua de diversos agentes que atuam de forma combinada concorrendo para a formação e desenvolvimento dos mais variados tipos de solos em todo o mundo. Estes solos apresentam-se ordenados em distintos perfis que se desenvolvem principalmente em função das condições ambientais predominantes. Aspectos específicos de cada local de ocorrência dos solos, tais como clima, biosfera, material de origem e relevo, assim como o tempo de ação de cada um deles, podem favorecer a formação e evolução de um ou outro tipo de solo.

Assim, devido a diversidade de condições que podem ocorrer na formação de um solo, neste estudo, as informações sobre os solos somente são colocadas como referenciais, apesar de terem sido realizados com o máximo cuidado, não significa garantia que estas investigações revelaram a verdadeiras condições que se descobrirão durante o progresso dos trabalhos.

As dificuldades para uma perfeita caracterização e previsão do comportamento dos solos advêm, do fato que o solo é um material trifásico (constituído por partículas sólidas, líquido e gás), heterogêneo e isotrópico, além das deficiências próprias das amostragens. Seu comportamento é função do nível de tensões, do tempo e do meio em que está inserido e das condições de contorno, além da relação tensão-deformação, que não é linear e não é única.

2.4.2.1 Estudo do Subleito

O estudo do subleito objetivou basicamente caracterizar os materiais que servirão de suporte ao pavimento e foi efetivado após a definição do traçado e lançamento do Projeto Geométrico.

Estudo Preliminar

Definido o greide de terraplenagem da diretriz selecionada, foram estabelecidos os locais a serem sondados, com ou sem coleta de amostras, nos pontos de importância para elaboração dos projetos de terraplenagem, de pavimentação e ao próprio estudo geotécnico.

Inspeção Expedita e Coleta de Amostras

Locação dos furos

Foram previstos furos a cada 200 m ao longo de eixo estradal e em todos os cortes.

Profundidade dos furos

Nos locais de aterros os furos atingiram uma profundidade de 1,00 m, enquanto nos cortes procurou-se alcançar 1,50 m abaixo da linha do greide de terraplenagem, quando não havia impossibilidade de execução por meios de ferramentas manuais.

Coleta de amostras

Em cada furo e para cada horizonte foi coletada uma amostra de 50 kg, excluindo a camada do revestimento primário, quando existia.

Ensaios de Laboratório

Todas as amostras coletadas foram submetidas aos ensaios de caracterização:

1. Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento Simples (DNER-ME 080/94) e Análise Granulométrica por Sedimentação em amostras representativas dos grupos de solos existentes com características geológico-geotécnicas similares;
2. Determinação da Massa Específica Aparente Máxima Seca, da Umidade Ótima e do Índice de Suporte Califórnia de Solos, utilizando amostras não trabalhadas (DNIT 172/2016-ME), em cinco corpos de prova, com energia de compactação do método DNER-ME 164-2013, para solos finos e granulares;

3. Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94) e Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 82/94).

Análise dos Resultados

Após os ensaios de laboratório e os cálculos correlatos foi procedida a análise estatística referente ao Índice de Suporte Califórnia e a Granulometria. Com os resultados desta análise são obtidos os dados necessários aos projetos de terraplenagem, pavimentação e drenagem.

Os resultados dos ensaios foram submetidos a estudos estatísticos, obedecendo à metodologia da GOINFRA e do DNIT/DNER, objetivando a determinação do ISC a ser utilizado no dimensionamento do pavimento.

Para obtenção dos valores estatísticos alguns resultados devem ser abandonados por não representarem o subleito. Para tanto foram abandonados os resultados dos furos:

- Que estivessem enquadrados fora do intervalo definido como aceitável pelo Highway Research Board: $X_{max} = \bar{X} \pm 2{,}5.\sigma, para: 9 \leq N \leq 20$ e $X_{max} = \bar{X} \pm 3.\sigma, para: N > 20$. Como forma de garantir que os valores do ISC provêm de um mesmo universo;
- Que não atingiram o subleito;
- Dos que representavam a primeira camada do solo, adotou-se os resultados do material subjacente e que melhor caracteriza o comportamento do subleito;
- Nos locais de aterros inferiores a 0,60 m, onde o material do subleito não tem condições geotécnicas de dar suporte ao pavimento, neste caso orientou-se a remoção e substituição por material a ser definido no projeto de pavimentação.

Classificação HRB: Classificação HRB-AASHTO é empregada na análise de solos com finalidades rodoviárias, é um dos sistemas mais empregados no Brasil e no mundo, e será utilizada no presente estudo. No Quadro 2.4.1 estão resumidas a metodologia de classificação.

Verifica-se neste quadro que:

a) Os solos grossos foram divididos em três grupos, A1, A2 e A3.

- Grupo A1 - Solos granulares sem finos (pedregulho e areia grossa bem graduada, com pouca ou nenhuma plasticidade).
- Grupo A2 - Solos granulares com finos (pedregulho e areia grossa bem graduados, com material cimentante de natureza friável ou plástico).

  A-2-4 - finos siltosos de baixa compressibilidade

  A-2-5 - finos siltosos de alta compressibilidade

  A-2-6 - finos argilosos de média plasticidade

  A-2-7 - finos argilosos de alta plasticidade

- Grupo A3 - Areias finas

b) Os solos finos foram divididos em quatro grupos, A4, A5, A6 e A7

- Grupo A4 - Solos siltosos com pequena quantidade de material grosso e de argila (baixa compressibilidade LL < 40%)
- Grupo A5 - Solos siltosos com pequena quantidade de material grosso e argila, rico em mica e diatomita (alta compressibilidade LL > 40%)
- Grupo A6 - Argilas siltosas medianamente plásticas com pouco ou nenhum material grosso (baixa compressibilidade)
- Grupo A7 - Argilas plásticas com presença de matéria orgânica (alta compressibilidade). A7-5, IP ≤ LL - 30%
- A7-6, IP > LL - 30%

Quadro 2.4.1 - Classificação HRB-AASTHO

SOLOS GRANULARES % QUE PASSAM NA PENEIRA Nº 200 < 35%								SOLOS SILTE - ARGILA % QUE PASSAM NA PENEIRA Nº 200 > 35%				
GRUPO	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
% QUE PASSAM NAS PENEIRAS Nº 10 Nº 40 Nº 200	A1a	A1b		A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6	A2 - 7				A7 - 5	A7 - 6
	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
A FRAÇÃO QUE PASSA NA PENEIRA Nº 40 DEVE TER: LL IP	6 máx.		NP	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. (LL - 30) máx.	41 mín. (LL - 30) mín.
IG	0		0	0		4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	
COMPOSIÇÃO DO SOLO	Solo constituído de uma mistura bem graduada de pedra, pedregulho, areia grossa, média e fina e um material ligante não plástico ou de pequena plasticidade.		Areia fina de praia ou então de deserto sem ligante (argila ou silte) ou então pequena quantidade de silte sem plasticidade	São solos que contém grande variedade de materiais granulares, os quais estão no limite entre os solos do grupo A1 e A3 e materiais silte-argilosos do grupo A4, A5, A6 e A7.				Os solos do grupo A4 têm como material típico silte não plástico ou moderadamente plástico, tendo em geral 75 % que passam na peneira 200; podem conter também uma mistura de silte e 64% de areia e pedregulho. Os solos do grupo A5 contêm materiais semelhantes ao do grupo A4, sendo porém diatomáceos ou micáceos, tem elevado LL, sendo portanto, altamente elásticos.	O solo típico deste grupo é a argila, tendo 75% ou mais que passa na peneira 200. Contêm também mistura de solo argi-loso e 61% de areia e pedregulho Tem alta variação de volume entre o estado úmido e seco.	Os solos deste grupo contêm material semelhante ao descrito no grupo A6, tendo, porém alto LL, que é característico do grupo A5, sendo plástico e sofrendo grande mudança de volume.	
	Predomina pedra e pedregulho com ligante sem areia fina.	Predomina areia média com ou sem ligante, bem graduado.		Contêm materiais granulares com 35% ou menos, que passam na # 200 e com uma parte mínima que passa na # 40, que têm as mesmas caraterísticas dos materiais do grupo A4 e A5. Contêm também pedregulho com porcentagem de silte ou IP > que dos solos do grupo A1, e areia fina com silte não plástico com % acima do solo do grupo A3.		São semelhantes aos solos do grupo A2 - 4 e A2 - 5, a parte que passa na peneira 40 contêm argila plástica, tendo as mesmas características dos solos do grupo A6 no caso do A2 - 6 ou A7 no caso de A2 - 7.				Contêm todos materiais com IP moderado em relação ao LL, podendo ser altamente elásticos e sofrem grandes variações de volume.	Contêm materiais com alto valor de IP em relação ao LL, estando sujeitos a grandes variações de volume.
Funcionamento como sub-base	Excelente a bom							Fraco a pobre				

Índice de Suporte de Projeto

Pela IP-07 GOINFRA: *"Os materiais de sub-leito deverão atender às seguintes condições mínimas:*

- *ISC min ≥ 6%*
- *Expansão ≤ 2%"*

O ISC foi obtido com amostras moldadas em laboratório, procurou-se agrupar os resultados em famílias homogêneas, considerando que o agrupamento tenha um comportamento, em termos de suporte, equivalente. Adota-se para ISC de projeto da família homogênea, um valor médio situado entre os seguintes valores estatísticos:

$$IS_p = \bar{X} \pm K1 * \sigma \qquad \text{e} \qquad IS_p = \bar{X} \pm K2$$

Onde: $\bar{X}$ = média;

K1 = coeficiente tabelado em função do número de determinações (Quadro 2.4.2)

K2 = (1,29*σ/RAIZ(N))±0,68*σ

σ = desvio padrão da amostra

Quadro 2.4.2

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL

N	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = n° de amostras k = coeficiente multiplicador α = risco do Executante

Pode-se ao final adotar um valor médio geral que englobe os valores obtidos, desde que técnica e economicamente viável.

Os resultados das sondagens e ensaios efetuados são apresentados no Volume 3B - Estudos Geotécnicos.

Recomendações Executivas

- O subleito e as camadas granulares do pavimento deverão ser compactadas com, no mínimo, 100% de grau de compactação;
- Todos os materiais do subleito que apresentam ISC < 2% e/ou expansão > 2% deverão ser substituídos por materiais com ISC > ISCp;
- A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento é 15cm;
- As espessuras mínima e máxima de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10cm e 20cm.

2.4.2.2 Estudos dos Corte e do Lençol Freático

As sondagens de corte são efetivadas após a definição do Greide de Terraplenagem do Projeto Geométrico. Em todos os cortes projetados foram executadas sondagens, no mínimo um furo, independentes de espaçamento, com as amostras coletadas numa profundidade mínima de 1,00 m abaixo do greide de projeto, e com localizações e cotas referenciadas ao eixo locado.

Segundo a IP-07 GOINFRA:

"Os materiais a serem movimentados na terraplenagem, bem como os materiais constituintes do subleito deverão ser caracterizados geotecnicamente, através da realização de investigações, de tipos e quantidades suficientes a serem definidas no plano de sondagens/investigações, devendo contemplar, no mínimo:

a. Realização de sondagens ao longo dos segmentos de corte, incluindo horizontes subjacentes ao greide de terraplenagem previsto para fins de orientação na elaboração dos projetos de pavimentação, geotécnico/terraplenagem e drenagem profunda.

b. Furos de sondagem com espaçamentos variáveis em segmentos de corte, máximo de 150m respeitando o número mínimo de furos de sondagens conforme o quadro a seguir:

Quadro 2.4.3	
Extensão do Corte	***Número mínimo de furos de sondagens***
Até 300 metros	*3 furos*
300 a 400 metros	*4 furos*
Superior a 400 metros	*1 furo a cada 150 metros*

NOTAS:

- *Os furos deverão ser distribuídos de forma a abranger o segmento inicial, o central e o segmento final do corte;*
- *Em trechos cujos perfis longitudinais acompanham o terreno natural (greide colado), greide de rodovias implantadas e ainda aterros com altura inferior a 0,60 metros, o espaçamento máximo dos furos de sondagem deverá ser de 200 metros;*
- *A profundidade a ser sondada para fins de coleta de amostras deverá atingir 1,0 metro abaixo do greide de terraplenagem. Deverá ser coletada uma amostra representativa para cada horizonte de material de todo furo de sondagem e caso não ocorra variação, deve ser coletada uma amostra a cada 3,0 metros sondados;*
- *Tirar fotos georreferenciadas de todos os furos de sondagem que possibilite visualizar a profundidade do furo;*
- *Retirar material suficiente para a realização de ensaios de contraprova, que poderão ser solicitados a critério da Fiscalização, aleatoriamente, em qualquer tempo.*

c. Elaboração do boletim de sondagem, no qual deverá constar a estaca, posição do furo, as profundidades de início e fim do horizonte coletado e a classificação expedita do material.

...

Os materiais de corte deverão atender às seguintes condições mínimas:

- *ISC min ≥ 2%*
- *Expansão ≤ 4%*
- *Material com ISC abaixo de 2% não deve ser utilizado, nem mesmo como corpo de aterro.*

No caso de cortes, deverão ser observadas e anotadas no boletim de sondagem, a presença do nível d´água ou umidade excessiva, até a profundidade de 2,0 metros abaixo do greide do projeto geométrico (pavimento acabado) em todos os furos dos cortes ou em greide colado. Deve-se ainda ser coletadas amostras para determinação da umidade natural.

Sempre que se atingir uma camada impenetrável, a sondagem deverá prosseguir até 1 metro abaixo do greide de terraplenagem, adotando-se o sistema de sondagem rotativa, para caracterização total do corte quanto ao volume de material de 2ª e/ou 3ª categoria."

Foram executados furos de sondagens e coletadas amostras conforme a seguinte metodologia:

- Acima do greide de terraplenagem o material de cada furo foi coletado por horizonte;
- Não foram coletadas amostras abaixo do greide, nos seguintes casos:
  - quando ocorreu camada impenetrável;
  - quando o material acima do greide, durante a sondagem, foi considerado como desqualificável para subleito.

2.4.2.3 Empréstimo Lateral e Concentrados

São necessárias para execução dos aterros quando não há compensação longitudinal suficiente entre cortes e aterros. O material será ensaiado e dependendo dos resultados terá indicação de destino final para corpo de aterro ou para as camadas finais, como é o caso do presente estudo.

Os furos geotécnicos para definição dos empréstimos laterais geralmente são feitos intercalados com os furos do subleito, perfazendo um total de 100 em 100 metros.

Para empréstimos concentrados são avaliados com malhas reticuladas de 50m por 50m, com no mínimo 5 furos de sondagem.

Segundo a IP-07 GOINFRA:

"A escolha no campo das áreas de empréstimos será feita em função das indicações do projeto de terraplenagem. Nos empréstimos laterais os ensaios de compactação e ISC deverão ser realizados de 100 metros em 100 metros. O bordo interno das caixas previstas, deverão estar, no mínimo, a 5 metros dos off-sets da saia do aterro ou da crista do corte. Ao longo de toda a extensão do projeto serão executados ensaios para determinação da massa especifica aparente "in situ" de modo a se obter elementos para definir o fator de contração aterro/corte.

Onde forem previstos empréstimos concentrados, deverão ser feitos, pelo menos cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade igual à prevista para o empréstimo. Para caixas de empréstimo maiores que 10.000 m² deverá ser feito um reticulado com malha de 50 metros de lado, com espaçamento máximo de 50 metros entre os furos.

...

Nas caixas de empréstimo laterais, a profundidade a ser explorada deverá ser limitada a, no máximo, 2,00 metros."

2.4.2.4 Estudo de Ocorrências de Solo (Jazidas)

O estudo de materiais compreende:

- Localização e estudo de ocorrências de materiais granulares.

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

Estudo Preliminar

O reconhecimento compreendeu a delimitação de áreas de possíveis ocorrências de material indicadas pelos proprietários rurais, Secretaria de Infra da Prefeitura e de áreas licenciadas para exploração obtida junto a órgãos públicos.

Inspeção de Campo e Coleta das Amostras

Nas áreas das ocorrências, julgadas viáveis, são lançados reticulados de 30 x 30 m, em cujos vértices são procedidos os furos de sondagem.

Pela IP-07 GOINFRA tem-se:

> *"Nas ocorrências de materiais granulares julgadas viáveis pelos estudos preliminares, em cada nó da malha de 30 metros de lado serão executados furos de sondagem com coleta de amostras para realização de ensaios de granulometria por peneiramento simples, limite de liquidez, limite de plasticidade, de equivalente de areia, e em furos alternados, ensaios de compactação na energia mais adequada ao material, ISC e densidade "in situ". Para a avaliação dos volumes utilizáveis, só poderá ser considerada a área efetivamente sondada.*
>
> *Deverão ser apresentados os boletins de todas as sondagens executadas, onde deverá constar a estaca, posição de cada furo, as cotas do início e fim de cada horizonte e a respectiva classificação expedida do material.*
>
> *Deverá ser tiradas fotos georreferenciadas de todos os furos de sondagem que possibilite visualizar a profundidade do furo.*
>
> *...*
>
> *Deverão ser apresentados os croquis das ocorrências de materiais, delimitando-se as malhas dos furos com os respectivos números, áreas dos materiais aproveitáveis, bem como os perfis dos solos correspondentes, constando as espessuras de capa e de material aproveitável. Deverão constar ainda informações tais como número da ocorrência, nome do proprietário, endereço, distância ao eixo da rodovia, condições de acesso e exploração, vegetação existente área e volume a ser explorado. Deverá ser apresentado o quadro estatístico dos resultados dos ensaios e as curvas granulométricas do material e da faixa da equação para a qual se enquadra, representando os valores de Xmáx e Xmín."*

Procura-se definir, por ocasião da sondagem: espessura da capa vegetal ou de terra, a ser removida; espessura da camada de cascalho; e tipo do material sondado. Os furos são aprofundados até alcançar a última camada aproveitável, e são medidas e anotadas as profundidades das diversas camadas.

Os solos residuais proveniente de decomposição de rochas podem ser classificados conforme Quadro 2.4.4:

Quadro 2.4.4 – Decomposição de Rochas em Solos Residuais (DNER – 1996)

TIPO DE ROCHA	COMPOSIÇÃO MINERAL	TIPO DE SOLOS	COMPOSIÇÃO
Basalto	Plagioclásio Piroxênios	Argiloso (pouca areia)	Argila
Quartzito	Quartzo	Arenoso	Quartzo
Filito	Micas (sericita)	Argiloso	Argila
Granito	Quartzo Feldspato Mica	Areno-argiloso (micáceo)	Quartzo e a argila (micáceo)
Calcário	Calcita	-	Argila

Ensaios de Laboratório

Os materiais provenientes das amostras foram submetidos aos ensaios:

1. Análise Granulométrica de solos por Peneiramento (DNER-ME 080-64);
2. Determinação da Massa Específica Aparente Máxima Seca, da Umidade Ótima e do Índice de Suporte Califórnia de Solos, utilizando amostras não trabalhadas (DNER-ME 049/94), em cinco corpos de prova, com energia de compactação do método DNIT 164/2013-ME;
3. Determinação do limite de liquidez (DNIT-ME 122/94) e Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 82/94), para os solos granulares.

Segundo a IP-07 GOINFRA: *"Os solos empregados no reforço de sub-leito deverá atender às condições mínimas abaixo especificadas:*

a) Reforço de sub-leito:

- *ISC min ≥ ISC do sub-leito*
- *Expansão ≤ 2 % (medida com sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras).*

Análise dos Resultados

Após os ensaios de laboratório e os cálculos correlatos, procede-se à determinação do Índice de Grupo, a classificação segundo o HRB e análise estatística dos parâmetros de interesse do projeto, cujos valores máximos e mínimos, por natureza de ensaio, para cada ocorrência, são definidos mediante as seguintes expressões:

$X_{máx} = \bar{X} + \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} + 0{,}68\sigma$	$X_{mín} = \bar{X} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} - 0{,}68\sigma$

onde: $\bar{X}$ = média; σ = desvio padrão; N = número de amostras

Os solos empregados na sub-base e base do pavimento deverão atender às condições mínimas especificadas nos Quadros 2.4.5 e 2.4.6.

Quadro 2.4.5 – RESUMO DAS ESPECIFICAÇÕES PARA MATERIAL DE SUB-BASE E BASE

	SOLOS NÃO LATERÍTICOS	SOLOS LATERÍTICOS
REFORÇO DE SUBLEITO	ISCmin deverá ser superior ao ISC do subleito (Proctor Normal) e Expansão ≤ 2%	
SUB-BASE	ISCmin ≥ 20% (*)	ISCmin ≥ 20% (*)
	Índice de Plasticidade ≤ 15	-
	Limite de liquidez ≤ 30	-
	Expansão ≤ 1,0%	Expansão ≤ 1,0%
BASE	Faixa A-B-C-D-E-F	Faixa A-B-C
	Expansão < 0,5%	Expansão < 0,5% ; Eq. Areia>30%
	Limite de liquidez ≤ 25 (passante na #40)	LL ≤ 40
	Índice de plasticidade ≤ 6 (**)	IP ≤ 15
Para N ≤ 5 x 10^6	ISCmin ≥ 60%	ISCmin ≥ 60%
Para N >5 x 10^6	ISCmin ≥ 80%	ISCmin ≥ 80%
	P200% <= 2/3 x P40%	P200% <= 2/3 x P40%

* Caso de sub-base com espessura ≥ 20 cm deverá ser constituída de duas camadas. **Fonte: GOINFRA ES-PAV 002/2019**

** Caso o IP seja superior a 6, o solo deverá apresentar o Equivalente de Areia ≥ 30%, para ser utilizado (pág. 7 da norma).

Deverão possuir composição granulométrica satisfazendo uma das faixas do quadro abaixo de acordo com o número "**N"** de tráfego para solo não lateríticos.

Quadro 2.4.6 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – SOLOS NÃO LATERÍTICOS						
Tipos Peneiras	**Para N > 5 X 10^6**				**Para N < 5 X 10^6**	
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
	% EM PESO PASSANDO					
2"	100	100	-	-	-	-
1"	-	75-90	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
N° 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100
N° 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
N° 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
N° 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25

Fonte: Especificação GOINFRA – ES – P 04/01

Quadro 2.4.7 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – SOLOS LATERÍTICOS						
Tipos Peneiras	**Para N > 5 X 10^6**				**Para N < 1 X 10^6**	
	A	**B**			**C**	
	% EM PESO PASSANDO					
2"	100	-			-	
1"	75 – 100	100			-	
3/8"	40 – 85	60 - 95			100	
N° 4	20 – 75	30 – 85			50 – 100	
N° 10	15 – 60	15 – 60			35 – 90	
N° 40	10 – 45	10 – 45			20 – 80	
N° 200	5 - 30	5 – 30			8 - 40	

Fonte: Especificação GOINFRA – ES – P 04/01

2.4.2.5 Estudos das Ocorrências de Materiais Pétreos

A prospecção de rochas objetiva provisão de material pétreo adequado, tendo como destinação as camadas do pavimento, o sistema geral de drenagem e as obras complementares.

Segundo a IP-07 GOINFRA: *"Nas ocorrências de materiais pétreos (pedreiras) serão feitos os seguintes ensaios:*

a) Abrasão Los Angeles (DNER-ME 035/98);

b) Adesividade;

c) Durabilidade;

d) Granulometria por peneiramento simples;

e) Índice de forma.

No estudo dos materiais pétreos, obedecer ao que recomenda a Norma ABNT-NBR 064/90, para reconhecimento e amostragem para fins de caracterização das ocorrências de rochas."

2.4.2.6 Estudo das Ocorrências de Areias

A prospecção de areais objetiva provisão de material, com granulometria adequada, para utilização nas obras de drenagem, obras-de-arte correntes e especiais.

Segundo a IP-07 GOINFRA: *"No caso das areias de rio, as sondagens para a coleta das amostras serão retiradas nos locais da exploração da ocorrência;*

Nos depósitos de areia serão feitos os seguintes ensaios:

a) Granulometria;

b) Teor de matéria orgânica;

c) Equivalente de areia."

Na ocorrência são extraídas amostras para realização dos ensaios de equivalente de areia - DNER-ME 054/97 e Impureza orgânica - DNER-ME 055/95.

2.4.3 RESULTADOS OBTIDOS

2.4.3.1 Estudo do Subleito e Empréstimos

Os estudos geotécnicos para as alças dos viadutos foram avaliados estatisticamente em conjunto com o trecho de 6 km do futuro projeto de duplicação da GO-536, pois são o início das pistas esquerda e direita deste projeto, e como os resultados indicam uma homogeneidade dos solos neste curto trecho rodoviário, a solução será adotada unificada.

Os furos de sondagem de subleito, cortes e empréstimos laterais foram efetivados nos locais previstos e nas profundidades indicadas no plano de sondagem. Após a abertura dos furos, os materiais obtidos foram classificados de maneira expedita, quanto à cor, textura, uniformidade, presença de matéria orgânica e revestimento primário; e registrados no boletim de sondagem, com as cotas de cada horizonte. No caso de materiais considerados "impenetráveis", a sondagem foi suspensa e a cota anotada no boletim de sondagem.

Delimitados os horizontes, teve início a coleta das amostras. Em cada furo e em cada horizonte foram coletadas amostras, ensacadas, etiquetadas e encaminhadas ao laboratório.

Resultados para o Subleito

Após os ensaios de laboratório e os cálculos correlatos, procedeu-se a análise estatística dos resultados. Interpretando os resultados desta análise foram obtidos os dados necessários para elaboração dos projetos de terraplenagem, pavimentação e drenagem. Os furos de sondagem do subleito abrangem a área da plataforma, alternando entre o eixo, lado esquerdo e direito. Constatou-se, analisando os resultados, que os solos ao longo da diretriz da pista esquerda possuem pouca variação, abrangendo solos das famílias de solos Silto-Argilosos, dos tipos A-4 (50% dos resultados) e A-6 (50%).

Na tabela a seguir apresentamos os percentuais obtidos de distribuição por tipo de solo:

A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-6	A-2-7	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6	Total:
0	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*0*	*3*	*0*	*0*	6,00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	100%

O valor médio do ISC variou de 7,8% a 8,2% com média de 8,0%. Devido a curta extensão não faz sentido subdividir em famílias homogêneas para melhor definição do índice de suporte global. O Índice de Plasticidade variou de NP (não plástico) para os solos A4, passando para 13,5% (A-6).

Solos com IP baixo indica considerável percentual de areia, pouca absorção de água, baixa contração que, no campo, significa recalque nulo. Nessas condições, o solo apresentará bom suporte, devido a estabilidade. Ao contrário, solos com índice de plasticidade médios elevados, apresentam inconvenientes de absorção de água, e consequente contração na perda, podendo ocasionar trincas e diminuição do suporte.

O projeto prevê greide elevado nos aterros com drenagem superficial e profunda nos cortes. Prevê ainda o rebaixo e a compactação das camadas de aterros com altura menor que 60cm e dos cortes, com a remoção e reaproveitamento do solo de boa qualidade nas camadas finais, com isso garantimos um comportamento satisfatório do subleito em ambas as situações.

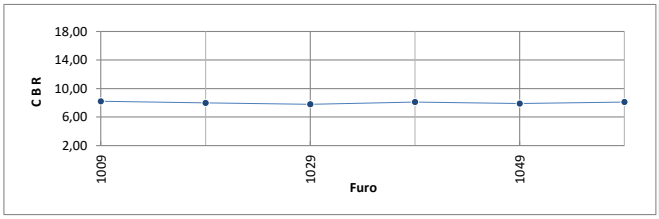
Observação:

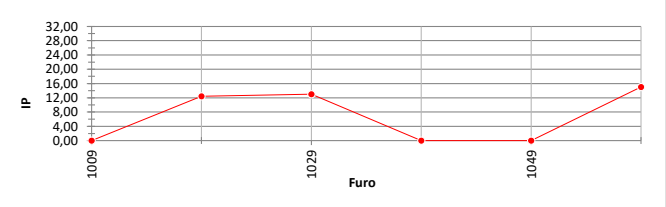
Para o correto dimensionamento do pavimento, serão considerados também os resultados dos empréstimos que constituirão os aterros executados, principalmente as camadas finais de terraplenagem (último metro).

Da **Análise Estatística Total** das Amostras do subleito obteve-se os seguintes resultados:

Quadro 2.4.8 – Análise Estatística das Amostras do Subleito

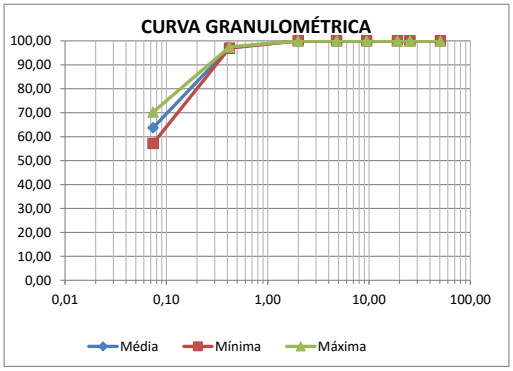
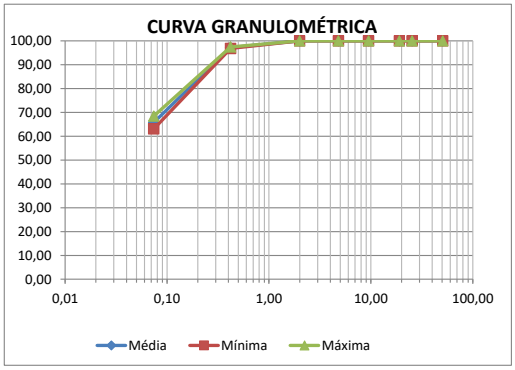
ANÁLISE ESTATÍTICA TOTAL DAS AMOSTRAS																				
N.º VALORES - N	6	6	6	6	6	6	6	6		6		6		6	6	6	6	6	6	6
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,2	64,7	29,7		6,7		7		1514	18,3	**8,0**	0,13	1212,0	11,8	80,1
DESVIO PADRÃO - σ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	3,10	2,31		1,36		1		21	1,12	0,15	0,03	23	0,83	2,0
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,0	60,4	26,4		4,8		5		1484,2	16,7	7,8	0,1	1179,5	10,7	77,3
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	69,1	32,9		8,7		8,3		1542,8	19,9	8,2	0,2	1244,5	13,0	82,9
ANÁLISE ESTATÍTICA POR TIPO DE SOLO ENCONTRADAS NO SUBLEITO (NÚMERO AMOSTRAS > 5)																				
N.º VALORES - N	3	3	3	3	3	3	3	3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,2	63,7	NL		**NP**		5,7	**A-4**	1523,0	18,7	**8,1**	0,1	1209,3	11,8	79,4
DESVIO PADRÃO - σ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,2					0,8		16,1	0,8	0,2	0,0	23,9	0,9	2,2
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,0	57,1					4		1498,1	17,5	7,8	0,1	1172,3	10,4	76,0
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	70,3					7,1		1547,9	19,9	8,3	0,2	1246,3	13,3	82,8
N.º VALORES - N	3	3	3	3	3	3	3	3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,2	65,8	29,7		**13,5**		7,5	**A-6**	1504,0	17,9	**8,0**	0,1	1214,7	11,8	80,8
DESVIO PADRÃO - σ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,7	2,3		1,4		0,6		23,5	1,4	0,2	0,0	27,2	0,9	1,9
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	63,1	26,1		11,4		7		1467,6	15,7	7,7	0,1	1172,5	10,4	77,8
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	68,4	33,2		15,6		8,5		1540,4	20,0	8,2	0,2	1256,9	13,3	83,8





Na sequência fazemos um resumo por tipo de solo.

Quadro 2.4.9 – Subleito por tipo de Solo

ANÁLISE DOS SOLOS DO SUBTRECHO											
ENTR. GO-020 / ENTR. AVENIDA PROGRESSO (SENADOR CANEDO)											
SUPORTE DO SUBLEITO											
GRUPO DE SOLOS											
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.			A-4					A-6			
ANÁLISE ESTATÍSTICA			N	Média	Desvio Padrão	Mínima	Máxima	N	Média	Desvio Padrão	Mínima	Máxima
GRANULOMETRIA % EM PESO PASSANDO		2"		100,00	0,00	100,00	100,00		100,00	0,00	100,00	100,00
		1"	3	100,00	0,00	100,00	100,00	3	100,00	0,00	100,00	100,00
		3/4"	3	100,00	0,00	100,00	100,00	3	100,00	0,00	100,00	100,00
		3/8"	3	100,00	0,00	100,00	100,00	3	100,00	0,00	100,00	100,00
		4	3	100,00	0,00	100,00	100,00	3	100,00	0,00	100,00	100,00
		10	3	100,00	0,00	100,00	100,00	3	100,00	0,00	100,00	100,00
		40	3	97,23	0,15	97,00	97,47	3	97,17	0,21	96,84	97,49
		200	3	63,70	4,23	57,14	70,26	3	65,77	1,72	63,09	68,44
ÍNDICES		LL	3	NL				3	29,67			
FÍSICOS		IP	3	NP				3	13,47			
I.G.			3	6	1	4	7	3	8	0,63	6,57	8,51
Umidade Ótima (%)			3	18,7	0,8	17,5	19,9	3	17,9	1,4	15,7	20,0
Densidade Máxima (Kg/m³)			3	1523,0	16,1	1498,1	1547,9	3	1504,0	23,5	1467,6	1540,4
I.S.C. FINAL (%)			3	8,1	0,2	7,8	8,3	3	8,0	0,2	7,7	8,2
EXPANSÃO (%)			3	0,1	0,0	0,1	0,2	3	0,1	0,0	0,1	0,2
GO-536 Estudo:	FAIXA GRANULOMÉTRICA											
PROMEDE	ISC p/ Projeto		ISCm=8,07 (p/ N.FUROS=3)					ISCm=7,97 (p/ N.FUROS=3)				

Índice de Suporte de Projeto do Subleito:

O DNIT (2005) normatizou um método com o intuito de dividir o pavimento de um trecho em segmentos sequenciais que apresentem comportamento homogêneo, quando da avaliação estrutural. O processo é baseado no método das diferenças acumuladas da AASHTO, que consiste na seguinte sequência de cálculo:

- Calcula-se o valor médio para toda a rodovia do parâmetro a ser analisado (no caso de pavimentos novos o ISC é o parâmetro usado);
- Calcula-se a diferença entre o valor pontual e o valor médio;
- Calculam-se os valores acumulados das diferenças;
- Plota-se um gráfico onde as abscissas são as distâncias e as ordenadas, os valores acumulados das diferenças.

A variação do coeficiente angular da curva assim obtida indica uma mudança do comportamento médio de um determinado segmento para outro, caracterizando matematicamente, as extremidades dos segmentos homogêneos.

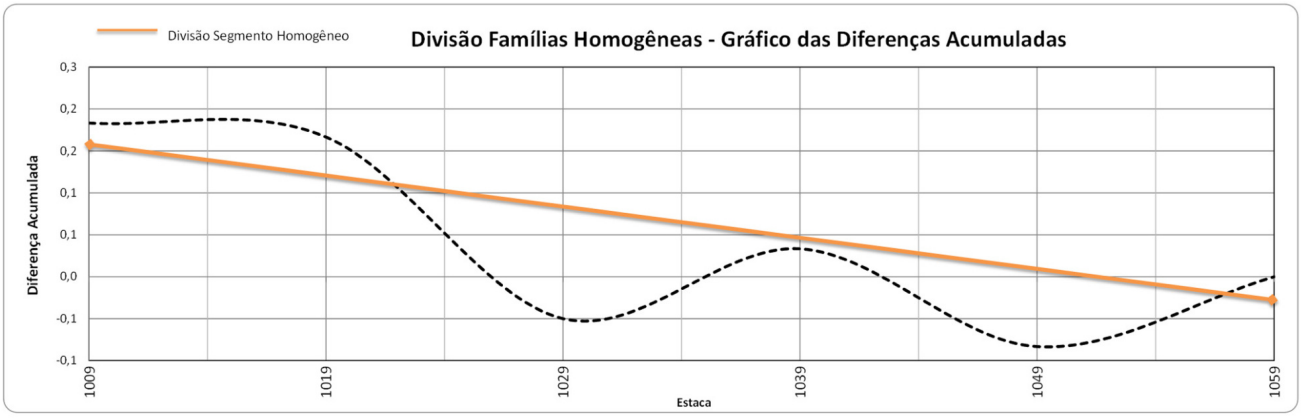
Este método pode levar a uma divisão do trecho em inúmeros segmentos, dada as limitações de ordem construtiva é pouco recomendável um parcelamento excessivo em segmentos de curtas extensões, por outro lado é aconselhável que não sejam tomados segmentos com extensão superior a 20 km. Assim, procurou-se restringir a extensão máxima dos segmentos homogêneos entre 1 Km e 15 Km.

Como resultado da aplicação do método o trecho foi dividido em segmentos homogêneos, para fins de análise estatística e determinação do IS de projeto. Foram calculados todos os valores característicos que os representam e que são utilizados na definição das soluções.

Pelo gráfico das diferenças acumuladas dividimos os ensaios de subleito, fornecendo os segmentos teoricamente de comportamento semelhantes. Desta maneira teremos um conhecimento completo da faixa estradal podendo selecionar os materiais para as fases de execução.

Pelos resultados o ISC de projeto considerando somente os dados de subleito seria de **ISCp=7,9%.**

RESUMO DE ESTUDOS ESTATÍSTICOS DO SUBLEITO - EIXO DA DIRETRIZ													
RODOVIA:GO-536			TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR.GO-536										
Nº	ENTRE ESTACAS		Extensão Km	Classif. TRB * (Solo predomin.)	Faixa de Variação de Umidade	ISC DO SUBLEITO (%)						OBSERVAÇÕES
						N	Média X	Desvio S	µ1=	µ2=	ADOTADO ISC %	
1	1.009	1.059	1,00	A-4	Na Umidade Ótima (Hot)	6	8,0	0,1	7,81	7,84	**7,9**	



ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS MATERIAIS: SUBLEITO

RODOVIA:	GO-519	LOTE:	ÚNICO
TRECHO:	ENTR. GO-020 / ENTR.GO-536		
SUBTRECHO:			

SEGMENTO HOMOGÊNIO 1

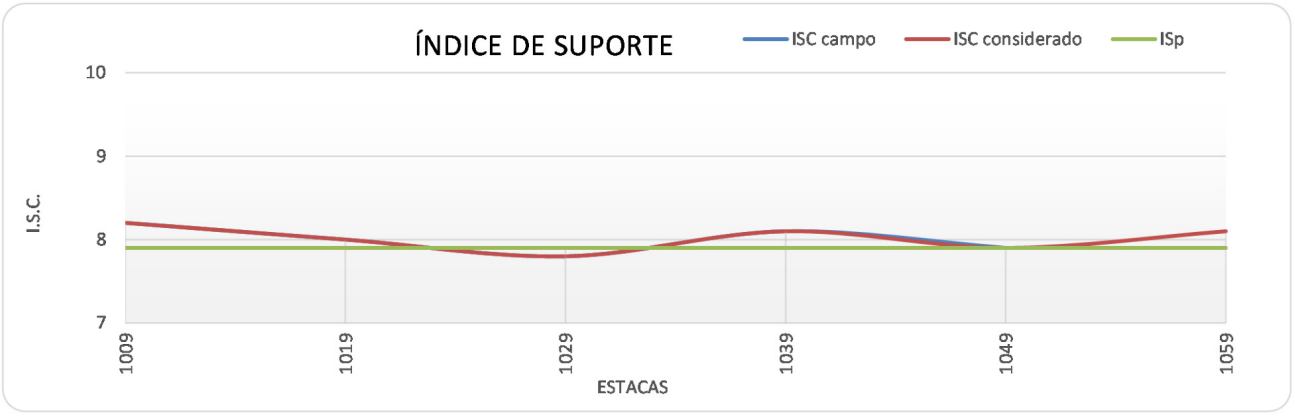
MATERIAL PROVENIENTE SUBLEITO

ESTACA INICIAL:	1.009	ESTACA FINAL:	1059	EXTENSÃO:	1.000,00 m
FUROS EXECUTADOS:	6	FUROS ENSAIADOS:	6	DIST.MÉD.ENTRE FUROS:	167 m

CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUPORTE DE PROJETO (ISp)

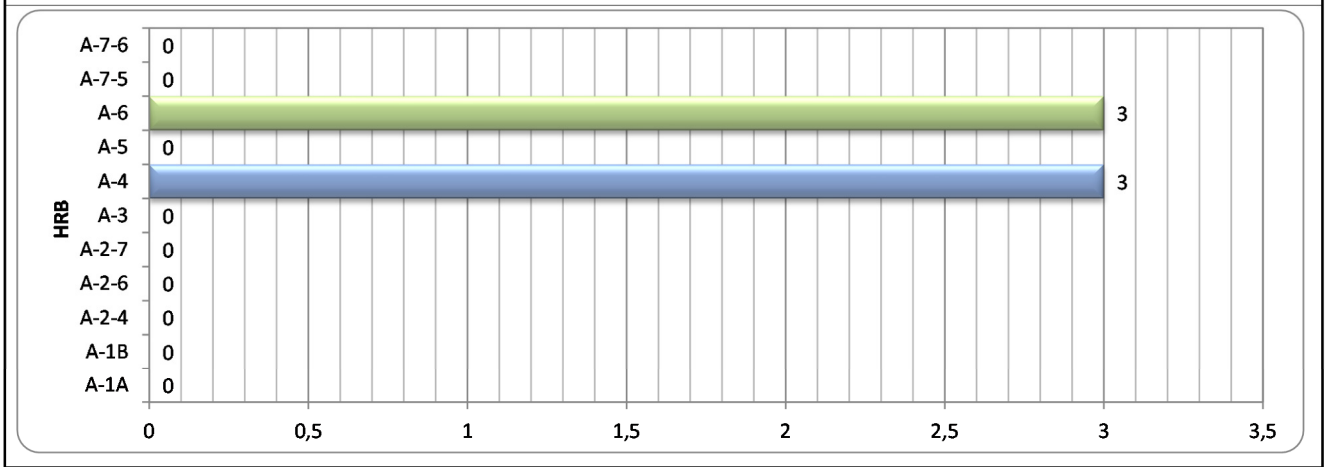
VALOR MÉDIO:	$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} =$	8,02		DESVIO PADRÃO:	0,15	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X}-X)^2}{n-1}} =$	
MÉDIA DO UNIVERSO	$\mu = \overline{X} - K\sigma = \mu_{mín} =$	7,81	K = 1,41	$X_{mín} = X_{méd} \pm \frac{1.29*\sigma}{\sqrt{N}} \pm 0.68*\sigma$	Xmín=7,84 Xmáx=8,19	*Isp=*	7,9

GRÁFICO — ISc<ISp=17% Isc>Isp=83%



GRANULOMETRIA		LIMITES FÍSICOS		RESILIÊNCIA MÉDIA	
Solo predominante:	A-4			Fração fina que passa na peneira n° 200:	63,7%
Peneira n° 4	100,00	LL	NL	Classificação quanto a resiliência (média Seg.) - Tipo:	2
Peneira n° 10	100,00	IP	NP	Solos com grau de resiliência intermediário - apresentam comportamento regular como subleito. Seu uso com reforço requer estudos e ensaios especiais	
Peneira n° 200	63,70	% de NP	100%		

CLASSIFICAÇÃO TRB / NÚMERO DE AMOSTRAS



Variação do ISC por Tipo de Solo							
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Máximo	-	-	-	8,2	-	8,1	-
Médio	-	-	-	8,1	-	8,0	-
Mínimo	-	-	-	7,9	-	7,8	-
% Seg.				50,0%		50,0%	

Variação do ISC no Segmento	
Máximo	8,2
Médio	8,0
Mínimo	7,8

Sedimentação

Para entender melhor o comportamento e a caraterização do solo são também fundamentais determinar outras caraterísticas que podem ser obtidas em laboratório através de ensaios de análise granulométrica por sedimentação.

A determinação da curva granulométrica pode ser feita através de um peneiramento, para solos grossos (areias e pedregulhos) e de uma sedimentação para os solos finos (siltes e argilas). Quando o solo é formado por uma parcela de solo grosso e de solo fino (mais comum), a determinação da curva granulométrica é feita através de um peneiramento e sedimentação realizados simultaneamente.

A textura do solo pode ser determinada mediante a inúmeros procedimentos manuais ou automáticos, sendo o ensaio de sedimentação o mais comumente adotado.

O ensaio de peneiramento é realizado para partículas de dimensões superiores a 0,075 mm. Para partículas de dimensões inferiores a 0,075 mm usa-se, geralmente, o método de sedimentação.

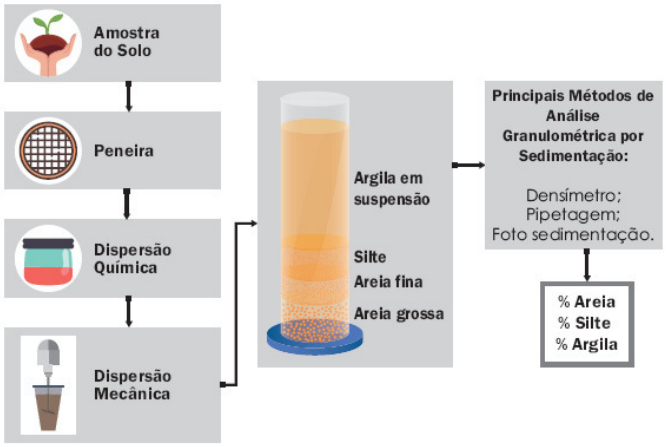


Figura 2.4.1 - Ilustração do ensaio de sedimentação

Quadro 2.4.10 – Designação das partículas do solo em função das suas dimensões segundo AASHTO

Cascalho	76,2 a 2 mm
Areia	2 a 0,075 mm
Silte	0,075 a 0,002 mm
Argila	< 0,002 mm

A Figura na sequência ilustra de forma genérica, as etapas da realização do ensaio de sedimentação. O processo é iniciado submetendo solos na peneira, excluindo partículas maiores como areias grossas, cascalhos e pedras (pedregulhos). Em seguida a mesma é submergida em solução aquosa contendo dispersante químico, durante período de 12 horas, para romper ligações argila-argila. Após esta fase, a amostra é submetida durante 15 minutos ao misturador motorizado, em seguida é levada à proveta e completada até a graduação com mais água destilada, sendo deixada em repouso (ABNT, 1984 e ABNT, 1986)

A classificação do subleito em tipo I, II ou III será feita de acordo com as suas características resilientes em função do valor do CBR e porcentagem de silte (S), conforme tabela a seguir:

Quadro 2.4.11 - Classificação quanto a Resiliência			
Grupos de Solos			
CBR %	S %		
	≤35	35 a 65	>65
≥10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

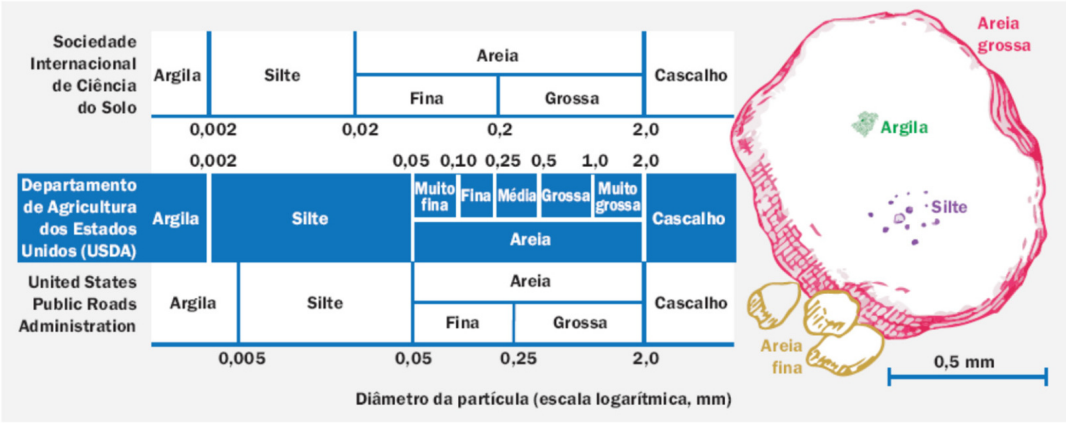


Figura 2.4.2 - Classificação do tamanho das partículas de solo

O solo é produzido através da ação de cinco fatores: **clima**, destacando-se a precipitação pluvial e temperatura; **biótico**, vegetação nativa, organismos vivos, animais e os seres humanos; **topografia**, inclinação, aspecto e posição do terreno; **material de origem**, precursores geológicos ou orgânicos; **tempo**, período desde que os materiais de origem começaram a se transformarem.

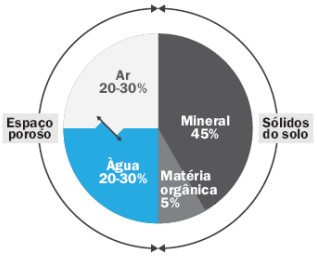


Figura 2.4.3 - Proporção de componentes e as fases do solo

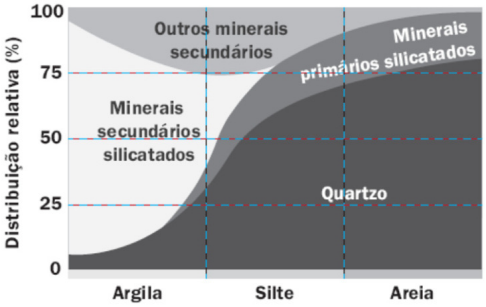


Figura 2.4.4 - Relação tamanho das partículas × tipos de minerais presentes.

Pelos ensaios de sedimentação observamos que a maioria dos solos é composta por fragmentos de rocha (**areia fina a média**). A areia é formada de diversos minerais, entretanto, predominantemente os grãos de areia são constituídos de quartzo, conforme ilustrado na Figura ao lado. Devido a predominância de partículas maiores, proporcionando maiores espaços vazios entre as partículas, solos arenosos são bem arejados, soltos, propensos a seca, com fraca capacidade de retenção de água e de drenagem rápida.

Os ensaios de sedimentação realizados indicaram que os solos classificados quanto a Resiliência serão em grande maioria do **Tipo II**, com percentual de silte menor que 35% e ISC varia de 6% a 9%.

Resumo dos resultados dos ensaios de Sedimentação:

PENEIRAMENTO/COMPACTAÇÃO					SEDIMENTAÇÃO						RESILIÊNCIA
ESTACA	#200 % PASSANDO	IP %	HRB	ISC %	PEDREGULHO	AREIA		FINA	SILTE	ARGILA	TIPO I / II / III
						GROSSA	MÉDIA				
1029	63,9	13	A6	7,8	0,00	0,00	16,49	14,36	18,97	50,18	II
1109	72,00	23	A7-6	7,8	17,70	10,18	15,81	5,99	15,12	35,2	II
1169	69,00	18	A6	7,7	16,67	11,25	1,24	4,83	29,4	36,61	II
1229	68,40	24	A7-6	7,9	0,00	0,00	18,9	6,63	23,49	50,98	II
1289	41,70	NP	A4	9,5	0,00	0,00	23,61	4,78	20,89	50,72	I

Os ensaios completos de sedimentação podem ser verificados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

No Quadro 2.4.12 apresentamos o ensaio da 1229+0 como representativo do trecho.

Quadro 2.4.12 – Exemplo do Ensaio de sedimentação realizado Est. 1029+0.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS

RODOVIA: GO-536
TRECHO: SENADOR CANEDO
AMOSTRA: **ESTACA: 1029** **DATA:** set/22

Amostra Total Seca		Umidade Higroscópica		Resumo Granulometria			
Amostra Total Úmida (g)	0,00	Peso Cápsula Nr.120(g)	22,30	Pedregulho		Areia Fina	
Retido nr. 10 (g)	0,00	Cápsula e Solo Úmido (g)	93,30	Acima 4,8 mm	0,00	0,42 - 0,05 mm	14,36
Passando Nr. 10 Úmida (	0,00	Cápsula e Solo Seco (g)	92,50	Areia Grossa		Silte	
Água (g)	0,00	Solo Seco (g)	70,20	4,8 - 2,0 mm	0,00	0,05 - 0,005 mm	18,97
Passando Nr. 10 Seca (g	0,00	Água (g)	0,80	Areia Média		Argila	
Amostra Total Seca (g	0,00	Umidade Higroscópica(%)	1,14	2,0 - 0,42 mm	16,49	Abaixo 0,005mm	50,18
		Fator de Correção	0,9887	Total			100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL (AT)

Peneiras	Material Retido			% Que Passa	Peneiras
	Peso (g)	% Amostra Total	% Acumulada	Amostra Total	(mm)
1 1/2 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	38,10
1 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	25,40
3/4 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	19,10
3/8 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50
Nr. 4	0,00	0,00	0,00	100,00	4,80
Nr. 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00
Total Ret. #10	0,00				

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA PARCIAL (AP)

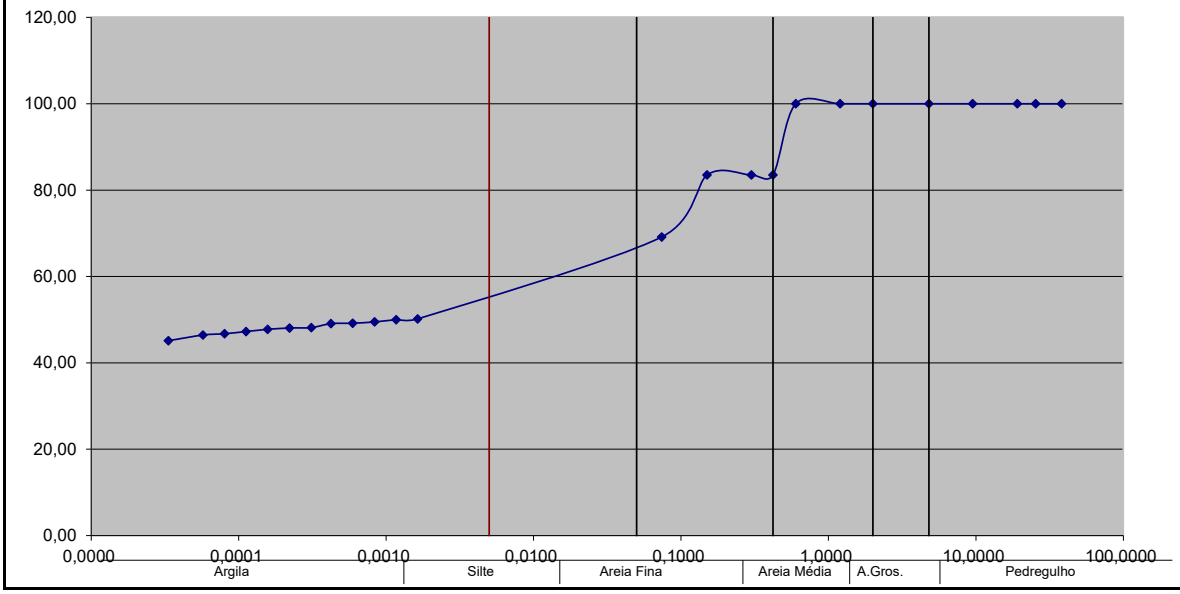
Amostra Parcial (Ph) = 100 Amostra seca parcial = 98,87

Peneiras	Material Retido			% Que Passa	% Que Passa	Peneiras
	Peso (g)	% Amostra Total	% Acumulada	Amostra Parcial	Amostra Total	(mm)
Nr. 16	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	1,2
Nr. 30	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,6
Nr. 40	16,30	16,49	16,49	83,51	83,51	0,42
Nr. 50	0,00	0,00	16,49	83,51	83,51	0,3
Nr. 100	0,00	0,00	16,49	83,51	83,51	0,15
Nr. 200	14,20	14,36	30,85	69,15	69,15	0,074

SEDIMENTAÇÃO

Amostra Parcial (Ph) = 100,00 Amostra seca parcial = 98,87
Densidade dos Grãos 2711 Densímetro Nr. 1

Tempo Decorrido (min)	Leitura	Temperatura (Celsius)	Correção	Leitura Corrigida	Altura de Queda (cm)	% Que Passa Amostra Total	Diâmetros Partículas(mm)
0,5	49,2	22	0,4	49,6	9,30	50,18	0,0016
1,0	49,0	22	0,4	49,4	9,50	49,98	0,0012
2,0	48,5	22	0,4	48,9	9,70	49,48	0,0008
4,0	48,2	22	0,4	48,6	9,80	49,17	0,0006
8,0	48,1	22	0,4	48,5	9,90	49,07	0,0004
15,0	47,2	22	0,4	47,6	10,10	48,16	0,0003
30,0	47,1	22	0,4	47,5	10,20	48,06	0,0002
60,0	46,6	23	0,6	47,2	10,30	47,76	0,0002
120,0	46,1	23	0,6	46,7	10,50	47,25	0,0001
240,0	45,6	23	0,6	46,2	10,70	46,74	0,0001
480,0	45,3	23	0,6	45,9	10,90	46,44	0,0001
1.440,0	44,0	23	0,6	44,6	11,10	45,12	0,0000



Empréstimos

Devido às características semiurbanas do trecho estudou-se áreas de empréstimos concentrados em detrimento de caixas de empréstimos laterais, uma vez que a faixa de domínio vem sendo ocupada pela expansão urbana, evitando assim prejudicar o acesso aos empreendimentos existentes e planejados com abertura de caixas. Com o resultado deste estudo podemos selecionar a utilização das caixas utilizadas para execução de corpo de aterro ou para as camadas finais, de forma a se respeitar os valores de suporte ISC de projeto adotado no projeto de pavimentação.

Como no subleito, os empréstimos estudados serão constituídos de solos Silto-Argilosos com IP variando 12% a 20% com pouca variação de ISC, 7% a 10%. Para a execução das camadas finais (último metro) serão indicados na distribuição das massas os empréstimos que forneçam solo com ISC > ISCp para garantia de suporte do subleito, padronizando a solução da estrutura do pavimento.

As escavações devem se processar mediante a previsão da utilização adequada, assim, apenas serão transportados para a constituição dos corpos de aterros ou camadas finais, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuados nos cortes e empréstimos, sejam compatíveis com as especificações da Execução dos Aterros, em conformidade com o projeto.

➢ Empréstimo Concentrado 01 (Acesso Est. 1147+0)

Nesta caixa foram ensaiados quinze (15) furos, apresentando os seguintes resultados:

Distribuição percentual dos tipos de solos dos empréstimos:

A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-6	A-2-7	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6	Total:
0	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*8*	*1*	*6*	15,00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	53,33%	6,67%	40,00%	100%

O valor global médio do ISC resultou em 8,5%, variando entre 6,9% e 10,2%, sendo que a caixa de empréstimo utilizada para as camadas finais de aterro, último metro, deverão ser selecionadas para que forneçam um ISC > ISC_P de projeto, sendo indicadas na distribuição dos materiais. Para corpo de aterro as caixas utilizadas deverão ter ISC > 4%.

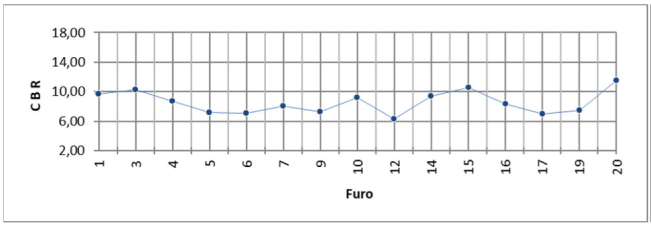
O Índice de Plasticidade médio geral foi 16,30, reforçando as características silto-argilosas da região.

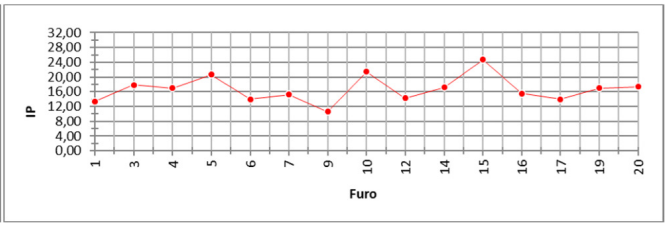
A média da umidade ótima para utilização dos empréstimos nos aterros resultou em 18,60%, com um mín. de 17,4% e máx. de 19,8%. A compactação de um trecho deve estar dentro da faixa de (hot – 2,0)% ≤ h ≤ (hot + 2,0)%, caso contrário, deverá ser procedido um "umedecimento" ou "aeração", acompanhado dos processos de homogeneização, até se conseguir o enquadramento da faixa de "teor de umidade de compactação".

Da **Análise Estatística Total** das Amostras dos empréstimos obteve-se os seguintes resultados:

Quadro 2.4.13

ANÁLISE ESTATÍTICA TOTAL DAS AMOSTRAS																				
N.º VALORES - N	15	15	15	15	15	15	15	15		15		15		15	15	15	15	15	15	15
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,7	66,2	37,8		16,7		9		1539	18,6	**8,5**	1,01	1274,0	10,9	82,8
DESVIO PADRÃO - σ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,55	1,87	5,36		3,54		2		28	1,10	1,53	2,68	27	0,93	2,1
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,9	64,1	31,9		12,8		7		1508,2	17,4	6,9	-1,9	1244,4	9,9	80,4
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	68,2	43,7		20,6		10,8		1570,3	19,8	10,2	4,0	1303,6	12,0	85,1
ANÁLISE ESTATÍTICA POR TIPO DE SOLO ENCONTRADAS NO SUBLEITO (NÚMERO AMOSTRAS > 5)																				
N.º VALORES - N	8	8	8	8	8	8	8	8		8		8		8	8	8	8	8	8	8
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,6	65,6	33,5		**16,3**		8,6	**A-6**	1532,3	18,8	**8,5**	0,6	1275,6	11,1	83,2
DESVIO PADRÃO - σ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	2,0	3,1		2,4		1,1		30,7	1,2	1,6	1,4	23,0	1,2	1,6
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,5	63,0	29,5		13,2		7		1492,0	17,2	6,4	-1,2	1245,5	9,5	81,1
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	68,2	37,5		19,5		10,2		1572,5	20,4	10,6	2,4	1305,7	12,7	85,2
N.º VALORES - N	6	6	6	6	6	6	6	6		6		6		6	6	6	6	6	6	6
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,9	66,5	42,7		**18,2**		10,0	**A-7-6**	1541,7	18,5	**8,8**	1,7	1266,7	10,8	82,3
DESVIO PADRÃO - σ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,5	2,1		4,1		1,8		21,9	1,0	1,6	4,1	32,0	0,6	3,0
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,8	64,4	39,7		12,4		7		1510,8	17,1	6,5	-4,0	1221,5	10,0	78,1
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	68,5	45,7		23,9		12,5		1572,5	19,9	11,0	7,4	1311,8	11,6	86,5





ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS MATERIAIS: CAIXA DE EMPRÉSTIMO 01

RODOVIA:	GO-519	LOTE:	ÚNICO
TRECHO:	ENTR. GO-020 / ENTR. AVENIDA PROGRESSO (SENADOR CANEDO)		
SUBTRECHO:			

SEGMENTO HOMOGÊNIO 1

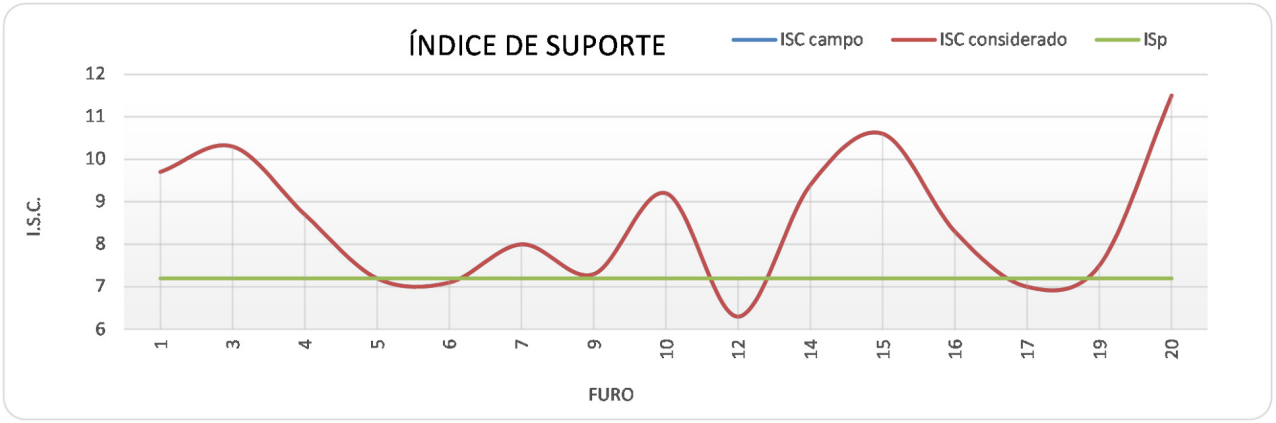
MATERIAL PROVENIENTE DA CAIXA DE EMPRÉSTIMO 01

FURO INICIAL:	1	FURO FINAL:	20	EXTENSÃO:	380,00 m
FUROS EXECUTADOS:	15	FUROS ENSAIADOS:	15	DIST.MÉD.ENTRE FUROS:	25 m

CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUPORTE DE PROJETO (ISp)

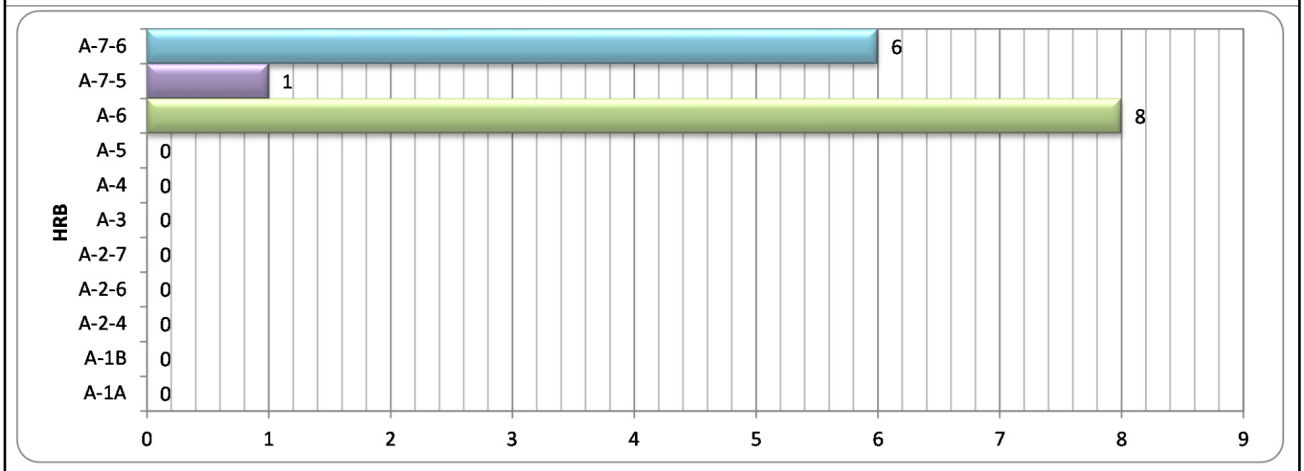
VALOR MÉDIO:	$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} =$	8,54		DESVIO PADRÃO:	1,53	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X}-X)^2}{n-1}} =$	
MÉDIA DO UNIVERSO	$\mu = \overline{X} - K\sigma = \mu_{mín} =$	6,85	K = 1,1	$X_{mín} = X_{méd} \pm \frac{1.29*\sigma}{\sqrt{N}} \pm 0.68*\sigma$	Xmín=6,99 Xmáx=10,09	*Isp*=	7,2

GRÁFICO — ISc<ISp=20% Isc>Isp=80%



GRANULOMETRIA		LIMITES FÍSICOS		RESILIÊNCIA MÉDIA	
Solo predominante:	A-6			Fração fina que passa na peneira n° 200:	65,6%
Peneira n° 4	100,00	LL	33,50	Classificação quanto a resiliência (média Seg.) - Tipo:	2
Peneira n° 10	100,00	IP	16,33	Solos com grau de resiliência intermediário - apresentam comportamento regular como subleito. Seu uso com reforço requer estudos e ensaios especiais	
Peneira n° 200	65,59	% de NP	0%		

CLASSIFICAÇÃO TRB / NÚMERO DE AMOSTRAS



Variação do ISC por Tipo de Solo								Variação do ISC no Segmento	
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7		
Máximo	-	-	-	-	-	11,5	10,6		
Médio	-	-	-	-	-	8,5	8,6	**Máximo**	11,5
Mínimo	-	-	-	-	-	7,0	6,3	**Médio**	8,5
% Seg.						53,3%	46,7%	**Mínimo**	6,3

Da análise estatística concluímos que os valores mínimos são de 6,85% e 6,99%. Assim para garantir que o índice de projeto da caixa de empréstimo 01 adotado esteja acima de 80% dos dados da amostra, definiremos o **ISCp $_{Cx01}$ = 7,20%.**

- **Empréstimo Concentrado 02 (Acesso Est. 1078+0)**

Nesta caixa foram ensaiados vinte e quatro (24) furos, apresentando os seguintes resultados:

Distribuição percentual dos tipos de solos dos empréstimos:

A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-6	A-2-7	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6	Total:
0	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*15*	*0*	*9*	24,00

O valor global médio do ISC resultou em 8,3%, variando entre 7,3% e 9,3%, sendo que a caixa de empréstimo utilizada para as camadas finais de aterro, último metro, deverão ser selecionadas para que forneçam um ISC > ISC$_P$ de projeto, sendo indicadas na distribuição dos materiais. Para corpo de aterro as caixas utilizadas deverão ter ISC > 4%.

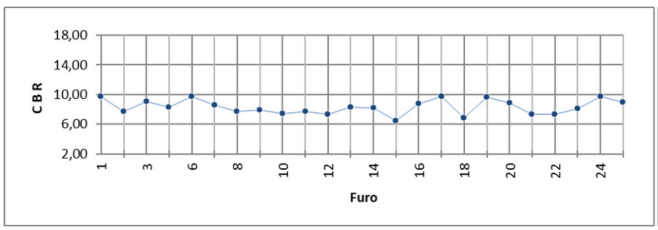
O Índice de Plasticidade médio geral foi 17,60%, como ocorreu na Caixa de Empréstimo 01, são características de solos silto-argilosos da região.

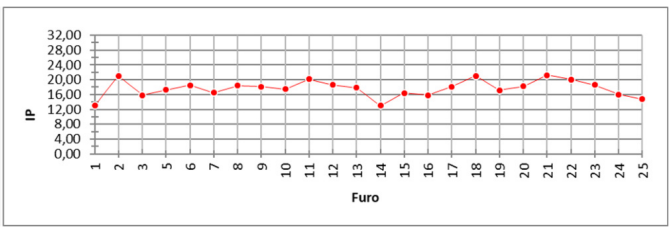
A média da umidade ótima para utilização dos empréstimos nos aterros resultou em 18,80%, com um mín. de 17,6% e máx. de 20,0%. A compactação de um trecho deve estar dentro da faixa de (hot – 2,0)% ≤ h ≤ (hot + 2,0)%, caso contrário, deverá ser procedido um "umedecimento" ou "aeração", acompanhado dos processos de homogeneização, até se conseguir o enquadramento da faixa de "teor de umidade de compactação".

Da **Análise Estatística Total** das Amostras dos empréstimos obteve-se os seguintes resultados:

Quadro 2.4.13

ANÁLISE ESTATÍTICA TOTAL DAS AMOSTRAS																				
N.º VALORES - N	24	24	24	24	24	24	24	24		24		24		24	24	24	24	24	24	24
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	497,0	67,6	37,6		17,6		10		1548	18,8	**8,3**	0,10	1268,5	11,9	82,2
DESVIO PADRÃO - σ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1960,45	2,19	5,25		2,24		1		40	1,21	0,98	0,04	41	1,13	2,4
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-1483,1	65,4	32,3		15,4		8		1507,4	17,6	7,3	0,1	1226,9	10,8	79,8
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	2477,0	69,9	42,9		19,9		11,1		1589,2	20,0	9,3	0,1	1310,2	13,1	84,6
ANÁLISE ESTATÍTICA POR TIPO DE SOLO ENCONTRADAS NO SUBLEITO (NÚMERO AMOSTRAS > 5)																				
N.º VALORES - N	15	15	15	15	15	15	15	15		15		15		15	15	15	15	15	15	15
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	736,7	66,7	34,4		**16,5**		8,9	**A-6**	1553,9	18,4	**8,6**	0,1	1271,5	11,7	82,0
DESVIO PADRÃO - σ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2479,9	1,7	3,7		1,8		0,8		32,1	1,1	1,0	0,0	35,5	1,2	2,2
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-1991,2	64,8	30,3		14,5		8		1518,6	17,1	7,5	0,1	1232,5	10,4	79,6
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	3464,6	68,6	38,5		18,5		9,8		1589,2	19,6	9,6	0,1	1310,5	13,1	84,4
N.º VALORES - N	9	9	9	9	9	9	9	9		9		9		9	9	9	9	9	9	9
	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200	LL	LP	IP	E.A	I.G	H.R.B	D.Máx	Ho	C.B.R	Exp.	D.camp.	ho.	G.C
MÉDIA - X	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	69,2	42,9		**19,5**		11,2	**A-7-6**	1538,9	19,6	**7,9**	0,1	1263,7	12,3	82,5
DESVIO PADRÃO - σ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0	2,0		1,4		0,9		52,4	1,0	0,9	0,1	51,4	0,8	2,7
Xmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,4	66,7	40,4		17,7		10		1473,3	18,3	6,7	0,0	1199,4	11,2	79,1
Xmáx.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	71,7	45,4		21,3		12,3		1604,4	20,8	9,0	0,2	1327,9	13,3	85,9





Da análise estatística concluímos que os valores mínimos são de 7,32% e 7,38%. Assim para garantir que o índice de projeto da caixa de empréstimo 02 adotado esteja acima de 80% dos dados da amostra, definiremos o **ISCp $_{Cx02}$ = 7,40%.**

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS MATERIAIS: CAIXA DE EMPRÉSTIMO 02

RODOVIA:	GO-519	LOTE:	ÚNICO
TRECHO:	ENTR. GO-020 / ENTR. AVENIDA PROGRESSO (SENADOR CANEDO)		
SUBTRECHO:			

SEGMENTO HOMOGÊNIO 1

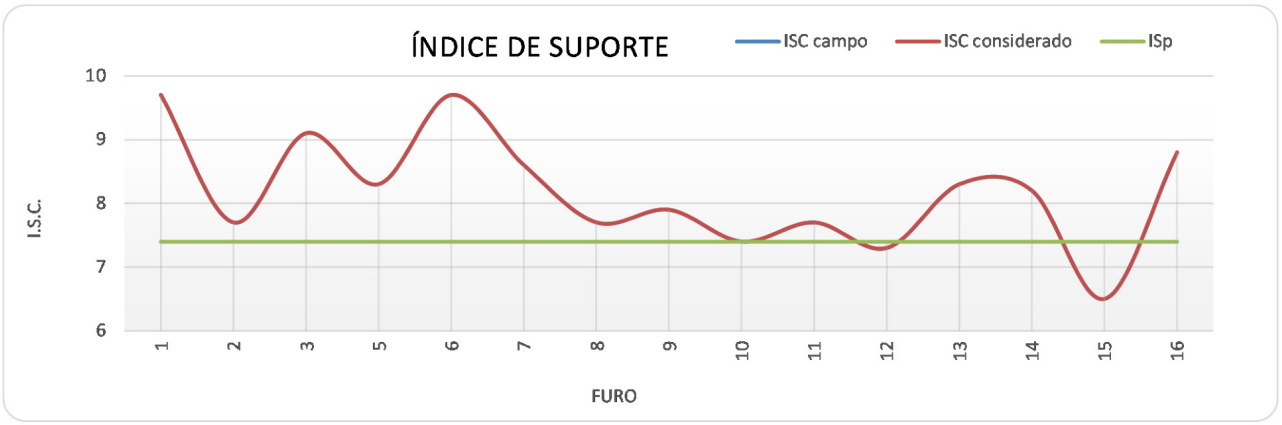
MATERIAL PROVENIENTE DA CAIXA DE EMPRÉSTIMO 02

FURO INICIAL:	1	FURO FINAL:	25	EXTENSÃO:	480,00 m
FUROS EXECUTADOS:	24	FUROS ENSAIADOS:	24	DIST.MÉD.ENTRE FUROS:	20 m

CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUPORTE DE PROJETO (ISp)

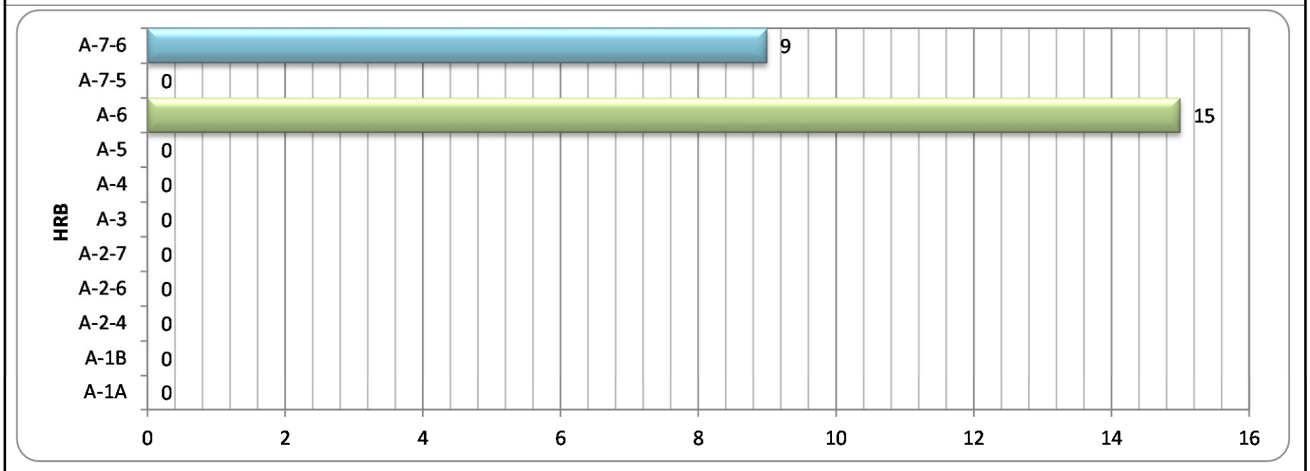
VALOR MÉDIO:	$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} =$	8,30		DESVIO PADRÃO:	0,98	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X} - X)^2}{n-1}} =$	
MÉDIA DO UNIVERSO	$\mu = \overline{X} - K\sigma = \quad \mu_{mín} =$	7,32	$K =$ 1,01	$X_{mín} = X_{méd} \pm \frac{1.29*\sigma}{\sqrt{N}} \pm 0.68*\sigma$	Xmín=7,38 Xmáx=9,23	*Isp=*	7,4

GRÁFICO — ISc<ISp=21% — Isc>Isp=79%



GRANULOMETRIA		LIMITES FÍSICOS		RESILIÊNCIA MÉDIA	
Solo predominante:	A-6			Fração fina que passa na peneira n° 200:	66,7%
Peneira n° 4	100,00	LL	34,43	Classificação quanto a resiliência (média Seg.) - Tipo:	2
Peneira n° 10	100,00	IP	16,48	Solos com grau de resiliência intermediário - apresentam comportamento regular como subleito. Seu uso com reforço requer estudos e ensaios especiais	
Peneira n° 200	66,71	% de NP	0%		

CLASSIFICAÇÃO TRB / NÚMERO DE AMOSTRAS



Variação do ISC por Tipo de Solo								Variação do ISC no Segmento	
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7		
Máximo	-	-	-	-	-	9,7	9,7		
Médio	-	-	-	-	-	8,6	7,9	**Máximo**	9,7
Mínimo	-	-	-	-	-	6,5	6,8	**Médio**	8,3
% Seg.						62,5%	37,5%	**Mínimo**	6,5

- **Furos profundos e Cortes**

Devido a tipologia do terreno e as condições de terraplenagem encontradas na diretriz existente a duplicar, foram projetados poucos cortes no greide do projeto geométrico proposto. Os cortes profundos foram realizados em três grupos, o primeiro próximo à alça de acesso à GO-020 sentido Goiânia ao lado do Frigorífico JBS, o segundo no corte que será realizado na interseção em desnível na estaca 1108+15 para passagem inferior sobre o viaduto, e o terceiro na região da estaca 1197+0 à 1204+0.

De acordo com os resultados dos estudos os materiais encontrados continuam sendo das famílias dos solos Silto-Argilosos, sendo que os dois primeiros grupos poderão ser utilizados para execução dos corpos dos aterros de terraplenagem, e o terceiro podendo ser utilizado também para as camadas finais em conjunto com os empréstimos selecionados.

As sondagens efetuadas e a inspeção visual do terreno indicam que as escavações deverão ser processadas em materiais de 1ª categoria, conforme foram observados nos boletins referentes aos furos profundos. No Quadro 2.4.14 estão indicados os locais avaliados:

QUADRO 2.4.14 – FUROS PROFUNDOS

FIRMA: LATITUDE ENGENHARIA	BOLETIM DE SONDAGEM					
	RODOVIA:	GO-536			OCORRÊNCIA: EMPRÉSTIMOS E CORTES	
	TRECHO:	SENADOR CANEDO			ESTACA:	
	SUB-TRECHO:	GO-020 / GO-536			DATA: OUT/2022	
FURO OU ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE		CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	LEITURAS DE GPS	OBSERVAÇÕES
1012	EX	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,60	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
		2,60	4,80	SILTE ROSA		
1018	EX	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	1,90	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
ESTUDO PARA EMPRÉSTIMOS						
1054	L.E	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,00	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
1056	L.E	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,00	ARGILA ARENOSA AMARELA		
1059	L.E	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,00	ARGILA ARENOSA AMARELA		
1064	L.E	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,00	ARGILA ARENOSA AMARELA		
1067	L.E	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,00	ARGILA ARENOSA AMARELA		
1109	EX	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	4,00	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
		4,00	5,80	SILTE ROSA		
1109	LD	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	3,60	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
		3,60	5,00	SILTE ROSA		
1109	LE	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	3,40	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
		3,40	5,00	SILTE ROSA		
1197	EX	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,40	ARGILA ARENOSA VERMELHA		
1204	EX	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL		
		0,20	2,30	ARGILA ARENOSA VERMELHA		

QUADRO 2.4.15 - FUROS PROFUNDOS ISC

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS				ESTUDO CORTE / EMPRÉSTIMOS								ESTUDO PARA EMPRÉSTIMOS						
Trecho: ENTR. GO-020 / ENTR. GO-536			REGISTRO															
Localização: EIXO			ESTACA OU FURO	1012	1012	1018	1054	1056	1059	1064	1067	1109	1109	1109	1109	1109	1197	1204
			POSIÇÃO	EX	EX	EX	L.E	L.E	L.E	L.E	L.E	EX	LD	LD	LE	LE	EX	EX
			PROFUNDIDADE (m)	0,20-2,60	2,60-4,80	0,20-1,90	0,20-1,80	0,20-1,80	0,20-2,00	0,20-2,00	0,20-2,00	0,20-7,90	0,20-3,60	3,60-5,00	0,20-3,40	3,40-5,00	0,20-2,40	0,20-2,30
		GRANULOMETRIA % EM PESO PASSANDO	1"															
			3/4"															
			3/8"															
			4,0															
			10,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
			40,0	97,4	98,3	96,7	97,7	96,8	67,4	97,6	97,1	95,8	95,1	98,8	97,4	98,2	96,5	97,2
			200,0	66,3	69,4	65,3	63,7	61,9	66,8	59,6	62,1	68,3	64,8	70,6	64,6	69,3	65,6	67,4
Material: Vários		ÍNDICES	LL	32,5	NL	33,9	43	35,7	32,3	35,0	35,2	50,9	37	NL	49,6	NL	38,8	42,8
		FÍSICOS	IP	16,9	NP	16,7	19,6	15,6	16,9	17,5	17,3	17,9	16,9	NP	19,2	NP	19	26,3
		EQUIV. AREIA																
		I.G.		9	7	9	8	7	12	8	8	9	8	9	11	9	10	14
		CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-6	A-4	A-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-6	A7-6	A6	A-4	A7-6	A-4	A7-6	A7-6
		EN. COMP. / Nº GOLPES		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		COMPACTAÇÃO LABORATÓRIO	UMID.(%)	19,8	22,1	19,5	17,5	18,0	16,8	17,2	17,0	24,8	20,0	20,4	21,8	21,0	19,6	21,8
			D.(Kg/m³)	1583	1461	1579	1585	1577	1607	1588	1613	1510	1650	1382	1540	1448	1521	1571
		COMPACTAÇÃO CAMPO	D.(Kg/m³)				1299	1249	1239	1308	1288							
			UMID.(%)				11,9	11,3	12,4	12,0	12,4							
			% COMP.				82,0	79,2	77,1	82,4	78,8							
		CP Nº 1	UMID.(%)	14,7	17,1	14,7	13,5	13,8	12,8	13,0	12,6	18,8	14,9	15,7	16,7	16,0	18,7	17,7
			D.(Kg/m³)	1351	1295	1400	1444	1412	1457	1467	1436	1380	1535	1311	1355	1325	1358	1510
			I.S.C.(%)															
			EXP.(%)															
Estudo: FURO PROFUNDO / CORTES	Rodovia: GO-020 /GO-536	CP Nº 2	UMID.(%)	16,7	19,1	16,7	15,5	15,8	14,8	15,0	14,7	20,8	16,9	17,7	18,7	18,0	20,7	19,7
			D.(Kg/m³)	1455	1365	1485	1499	1487	1557	1548	1561	1436	1587	1342	1428	1375	1420	1548
			I.S.C.(%)	6,4	3,6	4,6	4,6	4,8	5,7	6,8	6,8	3,9	8,8	2,6	4,7	1,9	6,6	8,1
			EXP.(%)	0,18	0,35	0,18	0,18	0,19	0,19	0,22	0,18	0,28	0,18	0,38	0,28	0,38	0,18	0,18
		CP Nº 3	UMID.(%)	18,8	21,1	18,7	17,6	17,9	16,9	17,1	16,7	22,9	18,9	19,7	20,7	20,0	22,8	21,8
			D.(Kg/m³)	1570	1445	1561	1585	1576	1607	1588	1613	1492	1636	1375	1520	1430	1515	1571
			I.S.C.(%)	8,8	5,6	8,5	8,1	8,1	9,1	9,6	9,5	7,1	10,9	4,0	9,6	3,6	9,8	10,9
			EXP.(%)	0,18	0,28	0,18	0,09	0,22	0,18	0,22	0,18	0,18	0,18	0,28	0,12	0,28	0,18	0,18
		CP Nº 4	UMID.(%)	20,8	23,1	20,7	19,7	19,9	18,9	19,1	18,8	24,9	20,9	21,7	22,8	22,1	24,8	23,8
			D.(Kg/m³)	1560	1430	1553	1466	1511	1549	1556	1583	1502	1629	1469	1511	1420	1492	1542
			I.S.C.(%)	4,3	3,0	5,1	4,0	3,8	4,8	4,6	4,0	4,2	4,8	1,6	6,8	3,4	4,3	6,4
			EXP.(%)	0,12	0,28	0,12	0,00	0,14	0,18	0,18	0,09	0,18	0,12	0,28	0,12	0,28	0,12	0,18
LATITUDE ENGENHARIA		CP Nº 5	UMID.(%)	22,9	25,1	22,7	21,7	22,0	21,0	19,1	20,8	26,9	22,9	23,7	24,8	24,1	26,9	25,8
			D.(Kg/m³)	1460	1335	1470	1443	1438	1504	1556	1522	1440	1550	1300	1460	1340	1397	1460
			I.S.C.(%)	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0
			EXP.(%)	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		I.S.C. FINAL (%)		8,6	5,0	8,3	8,2	8,1	9,2	9,6	9,5	7,0	10,9	4,0	8,8	3,5	9,2	10,9
		EXPANSÃO (%)		0,16	0,28	0,16	0,09	0,13	0,18	0,15	0,12	0,18	0,16	0,28	0,12	0,28	0,16	0,18

De acordo com os resultados, poderemos selecionar material dos cortes mais rasos para as camadas finais, enquanto os cortes mais profundos com resultados variados de ISC, sendo mais indicados direcioná-los para corpo de aterro.

Fundação dos Aterros e Obras de Arte Correntes

Basicamente, quanto aos aterros, os maiores cuidados que se deve ter durante o projeto referem-se à avaliação das condições de fundações. Para tanto foram realizadas observações de campo e não foram encontradas indicações da necessidade de soluções especiais para fundação de aterros.

2.4.3.2 Umidade / Lençol Freático

Os furos de sondagem realizados no subleito e nos cortes foram avaliados quanto à umidade e a presença de água. Através da observação visual dos furos de sondagem, constata-se que a variação do nível do lençol freático é grande durante o ano. Como a época da sondagem executada para o projeto foi feita em agosto/setembro (período seco de poucas chuvas), recomenda-se que sejam executados estudos complementares do lençol freático durante a execução das obras.

No projeto de drenagem foram indicados os locais previstos para execução dos drenos profundos. Como são poucos trechos, optou-se por indica-los, preservando a estrutura do pavimento. Os materiais utilizados na implantação dos drenos deverão satisfazer às exigências dos projetos específicos, tanto no que se refere aos tubos, aos materiais usados para o envolvimento dos drenos, quanto aos filtros e processos construtivos (Ver Projeto de Drenagem Profunda).

2.4.3.3 ISC DE PROJETO

Como os aterros serão executados com materiais provenientes dos empréstimos concentrados estudados, apresentamos no quadro a seguir o Resumo Estatístico das Caixas de Empréstimo:

RESUMO DO ESTUDOS ESTATÍSTICOS DAS CAIXAS DE EMPRÉSTIMO												
RODOVIA: GO-519			TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)									
Nº	ESTUDO CAIXAS DE EMP. CONCENTRADAS		ACESSO EST.	Classif. TRB * SOLO	Faixa de Variação de Umidade	ISC DO SUBLEITO (%)						
						N	Média X	Desvio S	µ1=	µ2=	ADOTADO ISC %	
1	CX.	1	1147+0	A-6/A-7-6	HOT	15	8,5	1,5	6,85	6,99	**7,2**	
2	CX.	2	1078+0	A-6/A-7-6	HOT	24	8,3	1,0	7,32	7,38	**7,4**	

Adotaremos o Índice de Suporte do Subleito o valor médio de **ISCp=7,30%**, sendo este valor utilizado para definição das espessuras das camadas de pavimentação.

Portanto não serão indicados para execução das camadas finais material com ISC < ISCp, sendo direcionados para execução de corpo de aterro.

Observamos que o índice de suporte obtido no eixo da diretriz projetada foi de 7,9%, garantindo o suporte necessário para as camadas do pavimento, trazendo a qualidade para a obra mesmo nos trechos com aterros muito baixos ou em cortes rasos, onde em teoria não necessita de importação de material para a terraplenagem.

RESUMO DE ESTUDOS ESTATÍSTICOS DO SUBLEITO - EIXO DA DIRETRIZ												
RODOVIA:GO-536			TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR.GO-536									
Nº	ENTRE ESTACAS		Extensão Km	Classif. TRB * (Solo predomin.)	Faixa de Variação de Umidade	ISC DO SUBLEITO (%)						OBSERVAÇÕES
						N	Média X	Desvio S	µ1=	µ2=	ADOTADO ISC %	
1	1.009	1.059	1,00	A-4	Na Umidade Ótima (Hot)	6	8,0	0,1	7,81	7,84	**7,9**	

Fator de Homogeneização

A relação entre o volume de material no corte de origem, e o volume de aterro compactado resultante corresponde ao fator de homogeneização (Fh).

ANÁLISE ESTATÍTICA TOTAL DAS AMOSTRAS CX.01							
15	15	15	15	15	15	15	15
D.Máx	Ho	**C.B.R**	Exp.	D.camp.	ho.	G.C	EMPOLAMENTO
1539	18,6	**8,5**	1,01	1274,0	10,9	82,8	1,21
28	1,10	1,53	2,68	27	0,93	2,1	
1508,2	17,4	6,9	-1,9	1244,4	9,9	80,4	1,21
1570,3	19,8	10,2	4,0	1303,6	12,0	85,1	1,20

ANÁLISE ESTATÍTICA TOTAL DAS AMOSTRAS CX.02							
24	24	24	24	24	24	24	24
D.Máx	Ho	**C.B.R**	Exp.	D.camp.	ho.	G.C	EMPOLAMENTO
1548	18,8	**8,3**	0,10	1268,5	11,9	82,2	1,22
40	1,21	0,98	0,04	41	1,13	2,4	
1507,4	17,6	7,3	0,1	1226,9	10,8	79,8	1,23
1589,2	20,0	9,3	0,1	1310,2	13,1	84,6	1,21

O fator Fh pode ser avaliado na etapa de projeto pela relação abaixo:

$$Fh.cx1 = \frac{\gamma \text{saterro}}{\gamma \text{scorte}} = \frac{1539}{1274} = 1{,}21$$

$$Fh.cx2 = \frac{\gamma \text{saterro}}{\gamma \text{scorte}} = \frac{1548}{1268} = 1{,}22$$

Grau de Compactação onde,
$\gamma saterro$ = massa espec. aparente seca após compactação no aterro;
$\gamma scorte$ = massa espec. aparente seca do material no corte de origem.

O fator de homogeneização médio com o material das caixas de empréstimo a ser adotado será de **Fh=1,22**, proveniente da divisão das médias das densidades de laboratório com as médias das densidades "in situ". O valor da umidade média para compactação dos aterros será de **18,7%,** tendo uma variação de 17,4% a 20%.

2.4.3.4 Estudo das Ocorrências de Materiais Granulares

Foi estudada uma ocorrência de jazida de solo granular, denominada de **Jazida-01**. *Os solos empregados no reforço de sub-leito, sub-base e base de pavimentos deverão atender às condições mínimas especificadas no Quadro 2.4.5.*

Os materiais destinados a **sub-base** foram ensaiados com energia AASHTO Intermediário (26 golpes) sem mistura, alcançando ISC_{min} > 30% para todas os furos avaliados. Os resultados dos ensaios das ocorrências de solo, resumidos na sequência, foram comparados com os limites estabelecidos pela Especificação da GOINFRA ES-PAV 002/2019 para execução de sub-base e base.

Os materiais coletados para **base** provenientes da jazida 01 foram ensaiados variando a energia AASHTO entre Intermediário e Modificada, para um completo conhecimento dos índices de suporte alcançados, avaliando a granulometria e os demais índices físicos como o IP - Índice de plasticidade. Foram feitas misturas com 1% e 2% de cimento visando diminuir a plasticidade e melhorar o índice de suporte.

Para definição do volume a ser explorado foram considerados os volumes recomendados pelo Manual de Pavimentação do DNIT para quantidades mínimas de materiais a serem reconhecidas, para cada quilometro de pavimento de estrada, que são aproximadamente as seguintes:

- Regularização e reforço do subleito 2 500m³
- Sub-base 2 000m³
- Base 2 000m³

Atestamos que a ocorrência atende aos quesitos técnicos e ambientais como material de construção e que não foram observados empecilhos para o licenciamento ambiental das mesmas.

Material da Jazida 01:

- Distância de transporte de **41,60 Km;**
  Volume sondado da jazida → **191.700,00 m³**;
- Volume útil da jazida → **1287.550,00 m³**
- Atende a especificação para **sub-base**, quando compactada com energia Proctor Intermediário, e ainda continua a atender ao mesmo uso quando aumentamos a energia para Proctor Modificado;
- Atende as especificações para **base**, quando melhorado com 2% de cimento e compactado com energia Proctor Modificado, atingindo ISCmin > 80%.

Os resultados obtidos com o **solo *in natura* e melhorado com cimento** foram:

Quadro 2.4.16 –Resultados Estatístico da Jazida-01

Resultados dos Ensaios – Solo `*in natura*´						
Energia de Compactação	LL	IP	Faixa	ISC (médio)	Expansão	Utilização
26 Golpes	27,99 / NL	8,88 / NP	A (LATERÍTICO)	44,20	0	Sub-base
55 Golpes				64,80	0	Sub-Base
Resultados dos Ensaios – Mistura Solo + Cimento						
Mistura solo+% cimento	LL	IP	Faixa	ISC (médio)	Expansão	Utilização
55 Golpes: SOLO+1% cim.	NL	NP	A (LATERÍTICO)	86,10	0	Base
55 Golpes: SOLO+2% cim.				141,38	0	Base

Devido à distância de transporte da ocorrência ao trecho em projeto, será avaliado outras opções técnicas visando verificar a parte econômica para execução das camadas do pavimento.

Jazida 1 – Atestados de Manifestação de Interesse

DECLARAÇÃO DE INTERESSE
NO FORNECIMENTO DE ISUMOS PARA AS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA

SOLO/CASCALHO

A empresa/proprietário Mauro Fernando de O. Castro.

Inscrito no CNPJ / CPF nº 361.170.641-87. Declara que tem interesse no Fornecimento do insumo solo/cascalho comercial, conforme a sua disponibilidade, pelo período da obra.

O valor será negociado com a empresa executora, na época da mobilização para inicio dos trabalhos, por metro cubico (m^3).

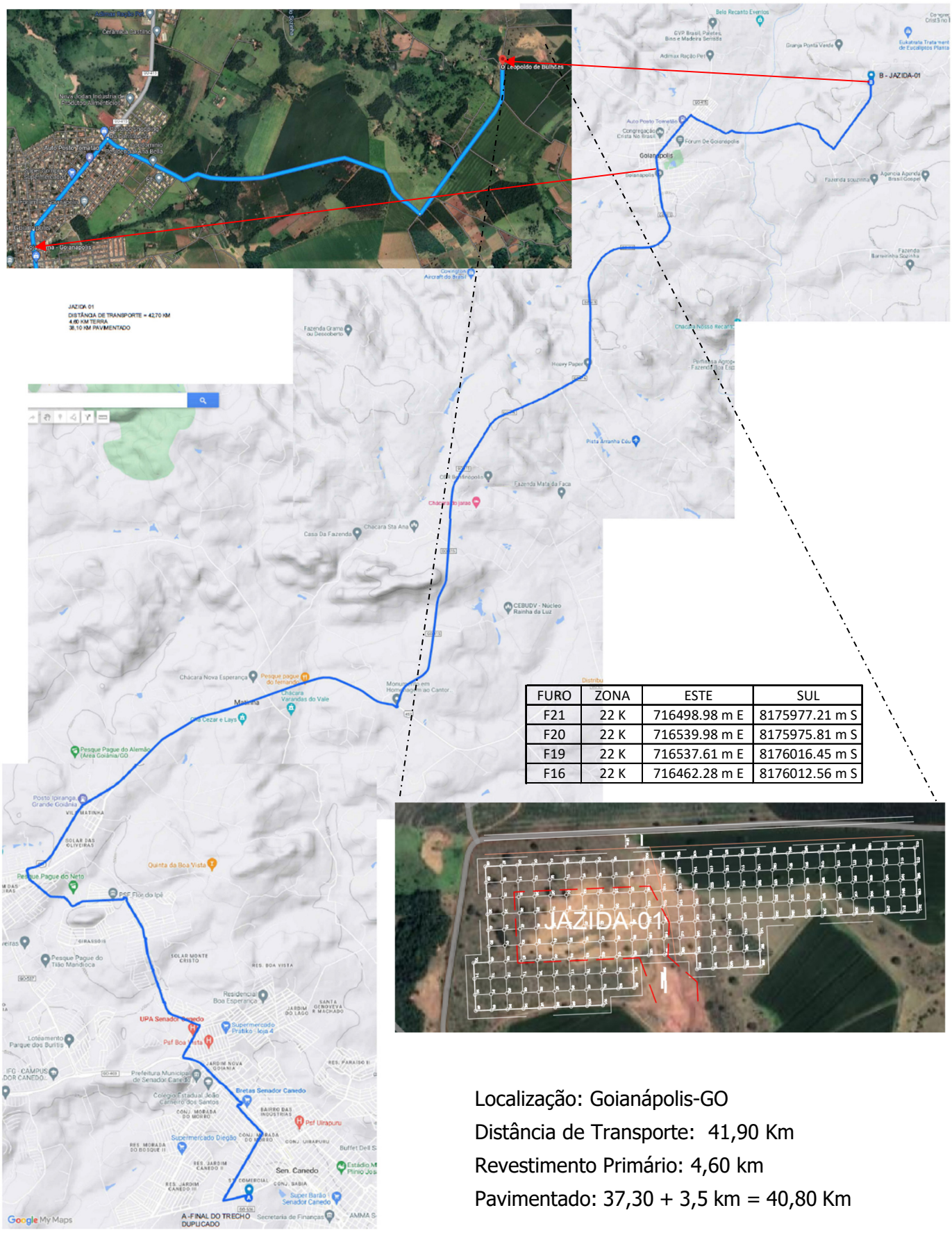
Sendo o que tinha a declarar, assino a presente declaração.

Goiânia, GO, em 10 de outubro de 2022

Assinatura do Responsável

Apresentamos a seguir o croqui de localização e o resumo estatístico da jazida, apresentando os resultados in natura e com mistura.

Figura 2.4.5 - Imagem de localização da Jazida-01



FURO	ZONA	ESTE	SUL
F21	22 K	716498.98 m E	8175977.21 m S
F20	22 K	716539.98 m E	8175975.81 m S
F19	22 K	716537.61 m E	8176016.45 m S
F16	22 K	716462.28 m E	8176012.56 m S

Localização: Goianápolis-GO

Distância de Transporte: 41,90 Km

Revestimento Primário: 4,60 km

Pavimentado: 37,30 + 3,5 km = 40,80 Km

Resultados Estatísticos da Jazida-01:

E S T A T Í S T I C A D A S A M O S T R A S - I N D I C A Ç Õ E S G E R A I S

OCORRÊNCIA:	**JAZIDA-01 (IN NATURA)**
MATERIAL:	**CASCALHO LATERÍTICO ARENOSO**
LOCALIZAÇÃO:	GOIANÁPOLIS
DISTÂNCIA AO EIXO:	42,2 Km
PROPRIETÁRIO:	Maria Kozlowski
ENDEREÇO:	Fazenda Olhos D´água
BENFEITORIAS:	-
TIPO DE VEGETAÇÃO:	Pasto
ÁREA:	191.700,00m²
VOLUME DO EXPURGO:	38340 (Área x 0,2)
VOLUME UTILIZÁVEL:	287.550,00m³
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL:	1,50m
UTILIZAÇÃO:	Sub-Base e Base c/ mistura
MALHAS:	30x30m

Ens. de Caracteriz. das Amostras		X.méd.	σ	X.máx	X.mín
Granulometria (% em peso passando) geral	1"	99,44	0,67	100,00	98,85
	3/4"	93,73	2,24	95,69	91,78
	3/8"	76,32	3,52	79,39	73,24
	4	53,94	4,50	57,88	50,00
	10	41,05	3,22	43,86	38,23
	40	38,02	2,85	40,51	35,53
	200	18,52	2,36	20,58	16,46
L.L. :		27,99	3,05	31,05	24,93
I.P. :		8,88	2,24	11,12	6,63
E.A.:		29,79			
I.G. MODAL:		0			
Class. TRB Modal:		A-1b (4),			

Compactação e ISC Amostras		X.méd.	σ	X.máx	X.mín
ENERGIA PROCTOR INTERMEDIÁRIO 26 Golpes	M.E.A.S Máx.	1997,16	33,66	2028,73	1965,59
	Umidade Ótima	10,85	0,88	11,68	10,03
	EXP	0,08	0,05	0,13	0,03
	I.S.C.	44,20	8,95	52,59	35,80
ENERGIA PROCTOR INTERMODIFICAD 40 Golpes	M.E.A.S Máx.				
	Umidade Ótima				
	EXP				
	I.S.C.				
ENERGIA PROCTOR MODIFICADO 55 Golpes	M.E.A.S Máx.	2096,71	46,16	2150,61	2042,82
	Umidade Ótima	11,11	0,35	11,53	10,70
	EXP	0,05	0,04	0,10	0,00
	I.S.C.	64,80	8,69	74,95	54,65

Fator de Homogeneização de Vol. p/ 55 Golpes

$$f\ c/j = \frac{\gamma_{máx.}}{\gamma_{in\ situ}} = \frac{2096,71}{1673,57} = 1,253$$

OBS.: A-1b (4), () indica o número de furos com a classificação TRB indicada para os 7 ensaios com energia de 55 Golpes.

Desgaste a Abrasão "Los Angeles":	39,60%
Densidade Média "In Situ":	1673,57
Umidade Natural:	7,00

De acordo com os resultados, o material da Jazida-01 "in natura" atende as especificações para uso na camada de sub-base, mas não as atende para uso na camada de Base. Visando aumentar o índice de suporte faremos mistura com cimento para escolher o percentual mais econômica para a obra.

ESTATÍSTICA DAS AMOSTRAS - INDICAÇÕES GERAIS	
OCORRÊNCIA:	**JAZIDA-01 (MELHORADO COM CIMENTO)**
MATERIAL:	**CASCALHO LATERÍTICO ARENOSO**
LOCALIZAÇÃO:	GOIANÁPOLIS
DISTÂNCIA AO EIXO:	42,2 Km
PROPRIETÁRIO:	Maria Kozlowski
ENDEREÇO:	Fazenda Olhos D´água
BENFEITORIAS:	-
TIPO DE VEGETAÇÃO:	Pasto
ÁREA:	191.700,00m²
VOLUME DO EXPURGO:	38340 (Área x 0,2)
VOLUME UTILIZÁVEL:	287.550,00m³
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL:	1,50m
UTILIZAÇÃO:	Sub-Base e Base c/ mistura
MALHAS:	30x30m

Granulometria Média da Mistura		X.méd.	σ	X.máx	X.mín
Granulometria (% em peso passando) solo+2% cimento	**1"**	99,55	0,84	100,00	98,53
	3/4"	93,87	1,53	95,71	92,02
	3/8"	77,97	2,38	80,83	75,10
	4	53,37	2,69	56,61	50,13
	10	39,85	2,19	42,49	37,21
	40	37,07	2,13	39,63	34,50
	200	18,20	0,91	19,30	17,10
L.L. :		NL			
I.P. :		NP			
E.A.:					
I.G. MODAL:		0			
Class. TRB Modal:		A-1b (6),			

Compactação e ISC Amostras		X.méd.	σ	X.máx	X.mín
ENERGIA PROCTOR MODIFICADO 55 Golpes (J-01+1% Cimento)	M.E.A.S Máx.	2123,67	38,11	2169,65	2077,68
	Umidade Ótima	11,08	0,51	11,70	10,47
	EXP	0,02	0,04	0,06	-0,03
	I.S.C.	86,10	6,45	93,88	78,32
ENERGIA PROCTOR MODIFICADO 55 Golpes (J-01+ 2% Cimento)	**M.E.A.S Máx.**	**2147,50**	**22,02**	**2174,08**	**2120,92**
	Umidade Ótima	**10,88**	**0,60**	**11,61**	**10,16**
	EXP	**0,02**	**0,04**	**0,06**	**-0,03**
	I.S.C.	**141,38**	**9,49**	**152,83**	**129,94**
	M.E.A.S Máx.				
	Umidade Ótima				
	EXP				
	I.S.C.				

Fator Homogeneização 55 Golpes (J-01+ 2% Cimento)

$$FH_{2\%cim} = \frac{2147,50}{1673,57} \times 0,98 = 1,26$$

OBS.: A-1b (6), () indica o número de furos com a classificação TRB indicada para os 6 ensaios com energia de 55 Golpes (J-01+ 2% Cimento).

Desgaste a Abrasão "Los Angeles":	39,60%
Densidade Média "In Situ" da Jazida-01:	1673,57
Umidade Natural:	7,00

De acordo com os resultados, o material da Jazida-01 melhorado com 1% de cimento não atende as especificações mínimas para uso na camada de base. Portanto o percentual de 2% de cimento será adotado para a mistura a ser utilizada.

DESGASTE POR ABRASÃO LOS ANGELES
ABNT-NBR(6465)

DATA:
out-22
RELATÓRIO Nº
1
FOLHA:
1

RODOVIA: GO-536	**ESTACA DE ACESSO: 3093+1,07**
TRECHO: GO-020 / SENADOR CANEDO	**OCORRÊNCIA: JAZIDA 1**

GRADUAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA ENSAIO

PENEIRAS		ABNT						
Pass.	Ret.	Grad. A	Grad. B	Grad. C	Grad. D	Grad. E	Grad. F	Grad. G
1.1/2"	1"	1250±25				2500±50		
1"	3/4"	1250±25				2500±50		
3/4"	1/2"	1250±10	2500±50			5000±50	5000±50	
1/2"	3/8"	1250±10	2500±50				5000±25	5000±25
3/8"	1/4"			2500±50				5000±25
1/4"	Nº.4			2500±50				
Nº.4	Nº.8				5000±100			
Nº. de Esferas		12	11	8	6	12	12	11
N. Revoluções		700	700	700	700	1100	1100	1100
Peso antes do ensaio (gr)		5000,0						

RESULTADO DO ENSAIO

	ENCONTRADO	ESPECIFICADO
% DESGASTE	**49,2%**	**< 55%**
GRADUAÇÃO	**"B"**	**-**

OBS:

Segundo indicações GOINFRA ES-PAV 002/2019, deve ser menor que 55%

Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO

Responsável Laboratório

.

Sub-base

De acordo com a norma da GOINFRA ES-PAV 002/2019: ***SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMENTRICAMENTE*** *– É a camada do Pavimento Asfáltico situada imediatamente abaixo da camada de BASE, constituída de solos ou a mistura de produtos de britagem e solos, que obtém a estabilidade para cumprir suas funções apenas devido a uma conveniente compactação, sem necessidade de nenhum aditivo químico.*

O solo granular encontrado na **Jazida-01** foi caracterizado como Solo Laterítico Arenoso. Verificando os resultados dos materiais ensaiados é possível utilizar o material in natura na camada de **sub-base**, com energia do Proctor Intermediário (26 golpes).

- Sub-base com solos lateríticos:

ISCmin > 20% ok! & Expansão < 1,0% Ok!

Outa opção a ser avaliada é a mistura de solo local, proveniente das caixas de empréstimo, com uma proporção de brita, já que devido ao custo do transporte do cascalho da J-01 ao trecho, em torno de 42 Km, pode ser mais vantajoso o uso da mistura.

- **Estudo da mistura de Solo Fino da Caixa de Empréstimo 02 com brita:**

Tipo de solo da Cx. Empréstimo 02:

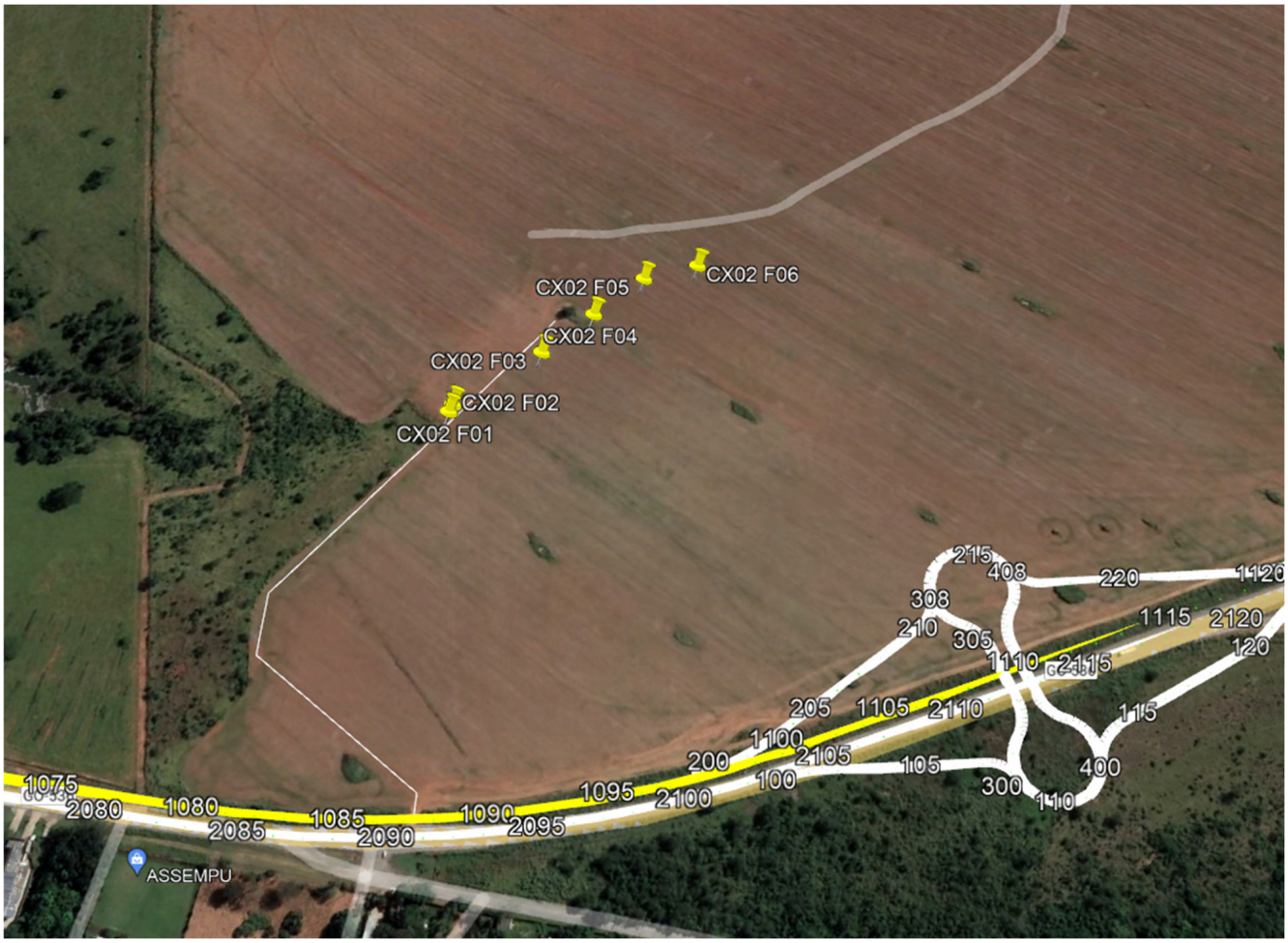
Para utilização do solo da Caixa de Empréstimo 02 na camada de sub-base, é necessária uma mistura com brita, visando aumentar o índice de suporte, além de um enquadramento mínimo em uma das faixas granulométricas informadas na norma para a camada de base.

BOLETIM DE SONDAGEM	
EMPRESA:	LATITUDE ENGENHARIA E TEC.
RODOVIA:	GO-519
TRECHO:	ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)
ESTUDO:	CAIXA CONCENTRADA 02

JAZIDA	FURO	PROFUNDIDADE		CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	LE	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL
		0,20	2,80	ARGILA ARENOSA AMARELA
8	LE	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL
		0,20	2,80	ARGILA ARENOSA AMARELA
15	LE	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL
		0,20	2,80	ARGILA ARENOSA AMARELA
19	LE	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL
		0,20	2,80	ARGILA ARENOSA AMARELA
24	LE	0,00	0,20	CAMADA VEGETAL
		0,20	2,80	ARGILA ARENOSA AMARELA

Foram feitas misturas com os seguintes percentuais de solo/brita: 70/30, 65/35 e 60/40. Os resultados serão apresentados na sequência.

Localização da Caixa de Empréstimo 02: Acesso Est.1087+0 + 0,55 Km



CAIXA DE EMPRÉSTIMO - 02

FURO	ZONA	LESTE	SUL
1	22 K	699616.00 m E	8148486.00 m S
2	22 K	699617.00 m E	8148493.00 m S
3	22 K	699670.00 m E	8148556.00 m S
4	22 K	699700.00 m E	8148601.00 m S
5	22 K	699730.00 m E	8148645.00 m S
6	22 K	699769.00 m E	8148668.00 m S

Declaração de Interesse:

DECLARAÇÃO DE INTERESSE
NO FORNECIMENTO DE ISUMOS PARA AS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA

SOLO/CASCALHO

A empresa/proprietário Cleiton Gomes Pirim,

Inscrito no CNPJ / CPF nº 944043211 04. **Declara que tem interesse no Fornecimento do insumo solo/cascalho comercial, conforme a sua disponibilidade, pelo período da obra.**

O valor será negociado com a empresa executora, na época da mobilização para inicio dos trabalhos, por metro cubico (m^3).

Sendo o que tinha a declarar, assino a presente declaração.

_____,GO, em 10 de Agosto de 2022

CV 01 corrigido
02

Cleiton Gomes Pirim

Assinatura do Responsável

Telefone Contato: 62-992-39-9054

Digitalizado com CamScanner

➢ Resultado Estatístico das misturas testadas:

ESTATÍSTICA DAS AMOSTRAS - INDICAÇÕES GERAIS	
OCORRÊNCIA:	**MISTURA SOLO (CAIXA-02) + BRITA (PEDREIRA BRITEC)**
MATERIAL:	**ARGILA ARENOSA AMARELA + BRITA**
LOCALIZAÇÃO OCORRÊNCIA:	EST. 1087+0
DISTÂNCIA AO EIXO:	0,55 Km
PROPRIETÁRIO:	CLEITON GOMES PERIM
ENDEREÇO:	GO-536 Zona Rural Senador Canedo-GO
BENFEITORIAS:	-
TIPO DE VEGETAÇÃO:	Lavoura
ÁREA:	21.600,00m²
VOLUME DO EXPURGO:	4320 (Área x 0,2)
VOLUME UTILIZÁVEL:	56.160,00m³
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL:	2,60m
UTILIZAÇÃO:	Sub-Base c/ mistura de brita.
MALHAS:	30x30m

Granulometria Média da Mistura		X.méd.	σ	X.máx	X.mín
Granulometria (% em peso passando) solo+2% cimento	**1"**	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/4"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/8"	86,80	0,00	86,80	86,80
	4	73,70	0,00	73,70	73,70
	10	68,40	0,00	68,40	68,40
	40	64,30	0,00	64,30	64,30
	200	51,30	0,00	51,30	51,30
L.L. :		25,20	0,00	25,20	25,20
I.P. :		10,40	0,00	10,40	10,40
E.A.:					
I.G. MODAL:		3			
Class. TRB Modal:		A-6 (5).			

Compactação e ISC Amostras		X.méd.	σ	X.máx	X.mín
ENERGIA PROCTOR INTERMEDIÁRIO (CX.02 70% SOLO+30% BRITA)	M.E.A.S Máx.	1886,40	38,06	1934,23	1838,57
	Umidade Ótima	14,50	0,45	15,06	13,94
	EXP	0,13	0,05	0,19	0,06
	I.S.C.	20,58	1,45	22,41	18,75
ENERGIA PROCTOR INTERMEDIÁRIO (CX.02 65% SOLO+35%	**M.E.A.S Máx.**	**1954,20**	**39,09**	**2003,33**	**1905,07**
	Umidade Ótima	**13,30**	**0,72**	**14,21**	**12,39**
	EXP	**0,17**	**0,02**	**0,20**	**0,14**
	I.S.C.	**25,80**	**1,36**	**27,51**	**24,09**
ENERGIA PROCTOR INTERMEDIÁRIO (CX.02 60% SOLO+40% BRITA)	M.E.A.S Máx.	2001,00	21,79	2028,39	1973,61
	Umidade Ótima	12,46	0,61	13,23	11,69
	EXP	0,11	0,02	0,13	0,09
	I.S.C.	39,22	1,28	40,83	37,61

Fator Homogeneização (CX.02 65% SOLO+35% BRITA)

$FH_{2\%cim} = \frac{1954,20}{1268,54} \times 0,65 = 1,00$

OBS.: A-6 (5). () indica o número de furos com a classificação TRB indicada para os 5 ensaios com energia de (CX.02 65% SOLO+35% BRITA).

Desgaste a Abrasão "Los Angeles":	-
Densidade Média "In Situ" da Caixa Empréstimo-02:	1268,54
Umidade Natural:	11,94

O resultado da mistura de 65% de solo da Cx. Emp. 02 com 35 % de brita (15% BRITA 1+10% BRITA 0+10 % PÓ DE PEDRA) da pedreira Britec apresentou resultado satisfatório. Assim caso esta opção seja mais econômica será adotada no projeto.

Base

De acordo com a norma da GOINFRA ES-PAV 002/2019: ***BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE*** *– É a camada do Pavimento Asfáltico situada imediatamente abaixo da camada de Revestimento Asfáltico, constituída de solos ou a mistura de produtos de britagem e solos, que obtém a estabilidade para cumprir suas funções apenas devido a uma conveniente compactação e arranjo granulométrico, sem necessidade de nenhum aditivo químico.*

Figura 2.4.6
Comparação entre os Tipos de Estruturas de Pavimentos

Fonte: DER-PR

O tráfego, o clima, as tensões e a qualidade dos materiais que compõem a estrutura do pavimento são fatores que influenciam a sua vida útil. Bases com características drenantes podem minimizar os efeitos nocivos da ação da água e do tráfego, nas camadas superpostas. É recomendável que essas camadas drenantes sejam constituídas por materiais estabilizados granulometricamente, para que possam também resistir e distribuir esforços verticais para a fundação do pavimento. As camadas drenantes devem ser mais abertas, ou seja, a quantidade de agregados finos deve ser consideravelmente inferior à quantidade de agregados graúdos, para que a água possa percolar mais livremente (BORBA e SANTOS, 2013).

Ao longo de sua vida útil, o pavimento é solicitado pelas repetições das cargas impostas pelo tráfego e tende, no decorrer do tempo, a perder sua capacidade de suporte e a se deteriorar. As patologias estruturais são decorrentes de deformações permanentes e de deformações elásticas. Irregularidades nos revestimentos dos pavimentos, como fissuras e afundamento de trilhas de roda, surgem devido à fadiga das camadas subjacentes. Para melhor desempenho do pavimento, essas camadas devem ser bem graduadas, serem resistentes à abrasão, e apresentar elevada resistência ou capacidade de suporte. (MELLO, 2015).

A maioria das especificações que normatizam a execução de base e sub-base estabelece critérios de qualidade do material e abordam características físicas, químicas e propriedades mecânicas.

A qualidade dos materiais granulares, para uso em projetos de pavimentação, normalmente, é expressa em termos de suporte ou resistência. No Brasil, em geral, emprega-se, como critério de aceitabilidade dos materiais granulares, o ensaio do CBR.

Para estudo da jazida-01 foram executadas malhas 30 x 30 m, e informados cotas do início e fim de cada horizonte dos furos, das amostras foram feitos os ensaios normativos e classificação expedida do material. Foram apresentadas as características e volume útil da jazida adotada.

Avaliando o solo da **Jazida-01**, constatamos 64% dos ensaios foram classificados como **solos A-1b** contendo uma mistura bem graduada de pedra, pedregulho, areia grossa, média e fina e um material ligante não plástico ou de pequena plasticidade, predominando areia média com ou sem ligante, bem graduado. Os valores obtidos de $\mathbf{IP_{J\text{-}01}=8,84}$ atendem ao limite de **IP<15** para solos lateríticos, no entanto apesar da granulometria enquadrar na Faixa A, o índice de suporte estatisticamente não atingiu o mínimo normativo de 80%, obtendo-se um $\mathbf{ISC_{médio} = 64,80\%.}$

Portanto será necessário um estudo de misturas para o enquadramento nas normas. Temos algumas opções a serem avaliadas para a camada de base, como o melhoramento do solo com cimento, e devido a distância de transporte da Jazida-01 até o trecho, estudar se é mais vantajoso e construção da camada com BGS – Brita Graduada Simples, devido a proximidade da pedreira ao trecho.

Base com mistura

O estudo de técnicas para estabilização de solos tropicais se faz ainda mais profícuo quando se observa o cenário atual no Brasil, com grande desenvolvimento urbano, aumentando a demanda por materiais de pavimentação, fazendo com que as jazidas de cascalho lateríticos sejam cada vez mais exploradas e reduzidas, devido ao conhecido suporte que este material oferece para camadas de base e sub-base, demanda a busca de alternativas viáveis para projetos de pavimentação, no que concerne ao uso racionalizado dos materiais.

Além disso, as jazidas, atualmente, representam problema ambiental, já que normalmente são encontradas em bordas de chapadas, áreas de preservação. Outra preocupação constatada por CUNHA (2011) é que, não obstante à escassez das jazidas de cascalho laterítico, a qualidade do solo encontrado nos dias de hoje também reduziu (CBR < 40%).

Assim, como foi constatado a necessidade de execução de misturas no material coletado, foram executados ensaios com mistura 1% 2% de Cimento, ensaios apresentados na sequência. ***BASE DE SOLO MELHORADO COM CIMENTO (BSMC)*** *– É a Camada do Pavimento Asfáltico situada imediatamente abaixo do Revestimento Asfáltico, constituída de uma mistura compactada de solo, cimento e água, previamente determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório. Os teores usuais de cimento estão situados na faixa de 2 a 4%, em peso, em relação ao total da mistura (GOINFRA ES-PAV 004/2019).*

Observado os resultados dos ensaios é possível constatar que:

- A mistura com **1% de Cimento** já apresentou um resultado bem melhor, em relação ao CBR, que o com o material in natura, mas ficando ainda abaixo do 80% regulamentado.
- A mistura com **2% de Cimento** forneceu resultado satisfatórios tanto para os índices de suporte com plasticidade, atende ainda a **Faixa A para Solo Laterítico** da especificação GOINFRA 02/2019 ES;
  - ✓ Trata-se, em média, de material com IP = NP, passando 39,85% na peneira n° 10 e 18,20% na peneira n° 200, com ISCmin = 129,94%, quando compactado com energia equivalente ao ensaio **Proctor Modificado** (55 golpes);
  - ✓ Nota-se uma baixa dispersão dos resultados do Índice de Suporte Califórnia, tal fato é expresso pelo **coeficiente de variação de 9,49%**, comprovando que o material da jazida é um material uniforme;
  - ✓ Considerando as características granulométricas e físicas o material pode ser destinado para Base (2% de Cimento) (**ISCmédio= 141,38%**);
  - ✓ A mistura com 2% de cimento pode ser usada na camada de base do pavimento atendendo a especificação **GOINFRA ES-PAV 004/2019 - Sub-base e Base de Solo Melhorado com Cimento**.

Apresentamos na sequencia os resumos laboratoriais obtido para o solo da Jazida-01 melhorado com cimento.

- Resumo das Misturas com material da Jazida-01 mais 1% de cimento.

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS	TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)	Localização: Est. 1275 Lado Dir.	OBSERVAÇÕES							
			ESTACA OU FURO		137	142	160	176	196	202
			POSIÇÃO		1%cim	1%cim	1%cim	1%cim	1%cim	1%cim
			PROFUNDIDADE (m)							
			GRANULOMETRIA % EM PESO PASSANDO	1"	98,90	100,00	99,60	100,00	100,00	98,00
				3/4"	93,30	94,10	94,30	94,40	95,60	95,50
				3/8"	73,70	78,50	77,80	82,00	77,70	79,90
				4	50,30	51,60	45,80	56,30	51,10	50,80
				10	37,30	39,50	41,90	41,70	37,30	40,00
				40	34,90	37,90	38,70	38,90	35,40	38,10
				200	18,80	19,40	19,40	18,90	17,80	19,30
		RESUMO SOLO MELHORADO COM 1% CIMENTO	ÍNDICES	LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
			FÍSICOS	IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
			EQUIV. AREIA							
			I.G.		0	0	0	0	0	0
			CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b
			EN. COMP. / Nº GOLPES		55	55	55	55	55	55
			COMPACTAÇÃO LABORATÓRIO	UMID.(%)	10,70	11,90	10,60	10,80	11,00	11,50
				D.(Kg/m³)	2110	2183	2100	2074	2129	2146
			COMPACTAÇÃO CAMPO	D.(Kg/m³)	1690	1660	1690	1710	1700	1684
				UMID.(%)	6,80	6,80	6,80	7,20	7,60	7,60
				% COMP.	80,10	76,00	80,50	82,40	79,80	78,50
			CP Nº 1	UMID.(%)	6,30	7,50	6,30	6,70	7,00	7,30
				D.(Kg/m³)	1944	2071	2010	1951	1982	2015
				I.S.C.(%)						
				EXP.(%)						
	RODOVIA: GO-519	JAZIDA-01 (IN NATURA)	CP Nº 2	UMID.(%)	8,40	9,50	8,40	8,80	9,00	9,30
				D.(Kg/m³)	2.052,00	2.122,00	2.058,00	2.022,00	2.068,00	2.090,00
				I.S.C.(%)	70,60	77,50	61,60	77,50	55,10	62,30
				EXP.(%)	0,09	0,04	0,00	0,00	0,18	0,00
			CP Nº 3	UMID.(%)	10,40	11,60	10,40	10,80	11,10	11,30
				D.(Kg/m³)	2110	2181	2100	2074	2129	2146
				I.S.C.(%)	82,70	98,80	90,90	85,90	79,10	82,90
				EXP.(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
			CP Nº 4	UMID.(%)	12,50	13,60	12,50	12,90	13,10	13,40
				D.(Kg/m³)	2075	2154	2070	2016	2059	2108
				I.S.C.(%)	60,80	64,60	57,00	60,60	44,00	56,10
				EXP.(%)	0,00	0,09	0,00	0,00	0,09	0,00
LATITUDE			CP Nº 5	UMID.(%)	14,50	15,60	14,50	14,90	15,10	15,40
				D.(Kg/m³)	2028	2104	2043	1992	1921	2058
				I.S.C.(%)						
				EXP.(%)						
			I.S.C. FINAL (%)		81,80	96,60	90,50	86,00	79,30	82,40
			EXPANSÃO (%)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00

Com 1% de cimento a diminuição da plasticidade foi obtida, resultando em "Não Plástico", obtendo-se ainda um aumento no índice de suporte, porém alguns valores ficar abaixo de 80% do Proctor modificado.

- Resumo das Misturas com material da Jazida-01 melhorado com 2% de cimento.

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS										
	TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)	Localização: Est. 1275 Lado Dir.	OBSERVAÇÕES							
			ESTACA OU FURO		115	140	152	171	180	211
			POSIÇÃO		2%cim	2%cim	2%cim	2%cim	2%cim	2%cim
			PROFUNDIDADE (m)							
			GRANULOMETRIA % EM PESO PASSANDO	1"	100,00	100,00	100,00	97,90	100,00	99,4
				3/4"	92,90	93,60	96,60	94,50	92,30	93,3
				3/8"	77,20	74,10	79,20	80,00	80,40	76,9
				4	55,20	52,50	51,90	57,90	52,10	50,6
				10	40,70	40,50	37,90	43,50	37,70	38,8
				40	37,50	37,20	36,50	40,90	35,00	35,3
				200	17,60	18,80	16,80	19,40	18,40	18,2
		RESUMO SOLO MELHORADO COM 2% CIMENTO	ÍNDICES	LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
			FÍSICOS	IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
			EQUIV. AREIA							
			I.G.		0	0	0	0	0	0
			CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b
			EN. COMP. / Nº GOLPES		55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55
			COMPACTAÇÃO LABORATÓRIO	UMID.(%)	10,10	10,40	10,60	11,20	11,60	11,4
				D.(Kg/m³)	2149	2137	2182	2135	2120	2162
			COMPACTAÇÃO CAMPO	D.(Kg/m³)	1694	1726	1696	1680	1674	1690
				UMID.(%)	6,70	6,40	7,00	7,20	6,40	7,2
				% COMP.	78,80	77,80	77,70	78,70	79,00	78,2
			CP Nº 1	UMID.(%)	6,00	6,40	6,20	6,80	7,60	7,0
				D.(Kg/m³)	1999	2046	2061	2029	2028	2025
				I.S.C.(%)						
				EXP.(%)						
	RODOVIA: GO-519	JAZIDA-01 (IN NATURA)	CP Nº 2	UMID.(%)	8,00	8,50	8,20	8,80	9,70	9,1
				D.(Kg/m³)	2087	2107	2145	2086	2104	2083
				I.S.C.(%)	84,50	81,50	141,60	82,40	114,30	84,6
				EXP.(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
			CP Nº 3	UMID.(%)	10,10	10,50	10,20	10,90	11,70	11,1
				D.(Kg/m³)	2149	2136	2181	2134	2119	2160
				I.S.C.(%)	142,90	125,60	147,10	134,80	145,60	151,1
				EXP.(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
			CP Nº 4	UMID.(%)	12,10	12,60	12,30	12,90	13,70	13,1
				D.(Kg/m³)	2093	2100	2166	210	2100	2121
				I.S.C.(%)	97,70	75,50	92,40	100,40	104,30	109,3
				EXP.(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LATITUDE			CP Nº 5	UMID.(%)	14,20	14,60	14,30	15,00	15,80	15,2
				D.(Kg/m³)	2056	2063	2105	2047	2050	2089
				I.S.C.(%)						
				EXP.(%)						
			I.S.C. FINAL (%)		143,00	125,60	147,10	135,10	145,80	151,7
			EXPANSÃO (%)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00

Com 2% de cimento a diminuição da plasticidade foi consolidada ("Não Plástico"), e um efetivo aumento no índice de suporte foi obtido. Conforme cálculos estatísticos os valores mínimos superaram os 80% exigidos por norma.

Resultados Estatísticos da Jazida-01 com solo melhorado com cimento:

Jazida-01 Melhorada com 2% de cimento

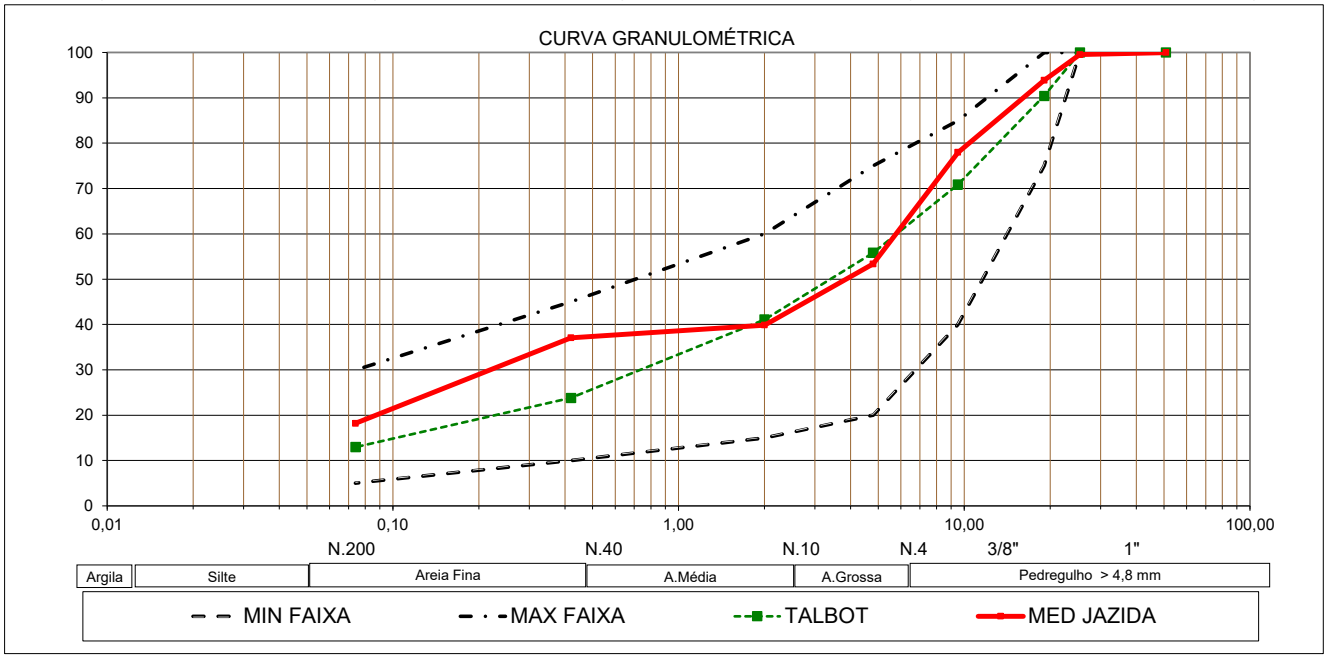
JAZIDA-01 (MELHORADO COM CIMENTO)													
MATERIAL:	**CASCALHO LATERÍTICO ARENOSO**												
LOCALIZAÇÃO:	**GOIANÁPOLIS**												
DISTÂNCIA DO EIXO:	**42,2 Km**									**Tipo de Solo**			
ÁREA:	**191.700m²** **ESPESSURA MÉDIA= 1,50m**									DNIT 098/2007		DNIT 141/2010	
VOLUME DE EXPURGO:	**38340 (Área x 0,2)**									Laterítico		Não Laterítico	
VOLUME UTILIZÁVEL:	**287.550m³**									**X**			
UTILIZAÇÃO:	**NECESSÁRIO MISTURA**									**Diâmetro Máximo (mm):**		**25,4**	
PENEIRAS		**GRANULOMETRIA (%)**			**FAIXA**	**A**			**Curva de**	**MATERIAL PARA BASE**			
Nº	**Abertura (mm)**	**Máximo**	**Médio**	**Mínimo**	**Tolerância da Faixa**	**DNIT 098/2007 MIN**	**DNIT 098/2007 MAX**	**Tolerância da Faixa**	**TALBOT n=0,35**	Plasticidade	IP <= 15	Atende	
										Granulometria	FAIXA A	Atende	
2"	50,8	100,0	100,0	100,0	93	100	100	100	100	ISC	ISC>80%	Atende	
1"	25,4	100,0	99,6	98,5	93	100	100	100	100	P200 / P40<=66,67%		Atende (49,1%)	
3/4"	19,1	95,71	93,87	92,02	68	75	100	100	90	CONCLUSÃO		NECESSÁRIO MISTURA	
3/8"	9,50	80,83	77,97	75,10	33	40	85	92	71	**55 Golpes (J-01+ 2% Cimento)**		EA =	-
Nº 4	4,80	56,61	53,37	50,13	15	20	75	80	56		Máx.	Méd.	Mín.
Nº 10	2,00	42,49	39,85	37,21	10	15	60	65	41	Dmáx.	2174,08	2147,50	2120,92
Nº 40	0,42	39,63	37,07	34,50	5	10	45	50	24	Umid.Ótima	11,61	10,88	10,16
Nº 200	0,074	19,30	18,20	17,10	3	5	30	32	13	Exp.	0,06	0,02	-0,03
										I.S.C.	152,83	141,38	129,94
		L.L.= NL				H.R.B.= A-1b (6),				I.G.= 0,00		I.P.= NP	

Com 1% de cimento o limite mínimo de ISC de 80% não foi atingido estatisticamente, além de ser um percentual muito pequeno, bem abaixo da faixa recomendada que varia de 3% a 5% de cimento para uso em solos melhorados com cimento. Portanto adotaremos o percentual de 2% de cimento para o melhoramento do solo granular da jazida, atendendo aos parâmetros normativos.

A curva granulométrica obtida encaixou bem nos limites especificados para a Faixa A da norma GOIN-FRA ES-PAV 002/2019 para solos lateríticos.

Gráfico da Curva Granulométrica Faixa A – Solo Laterítico

Finos= 18,20% Areia Fina= 18,87% Areia Média= 2,78% Areia Grossa= 13,52% PEDREGULHO: 46,63%



Resumo das Misturas com material da Jazida-01 melhorado com 2% de cimento.

- Com 2% de cimento a diminuição da plasticidade foi consolidada, resultando em "Não Plástico", e um efetivo aumento no índice de suporte.
- Portanto adotaremos o percentual de 2% de cimento para o melhoramento do solo granular da jazida, atendendo aos parâmetros normativos.
- A curva granulométrica obtida encaixou bem nos limites especificados para a Faixa A da norma GOINFRA ES-PAV 002/2019 para solos lateríticos.

➢ Análise Econômica: Definição do melhor custo-benefício para a obra:

Faremos uma avaliação se a execução da base com Brita Graduada Simples – BGS, ficaria mais econômica do que a utilização de base melhorada com cimento, já que temos uma pedreira localizada a 11 km do início do trecho. Na sequência serão apresentadas as planilhas de custo das duas opções analisadas.

Custo e Distância de transporte dos insumos cimento, brita e solo:

Cimento Goiânia:	Custo insumo = 670,00 R$/ton	DT = 15,00 Km
Brita Goiânia:	Custo insumo = 76,37 R$/m³	DT = 11,00 Km
Solo Jazida:	Custo insumo = 11,69 R$/m³	DT = 45,40 Km

Conclusão:

- Sub-Base:

Conforme planilha apresentada ao lado, para execução da sub-base temos o menor custo quando se utiliza solo da **Cx. Empréstimo 02 + 35% de brita** ao custo de R$ 123,60 /m³, ao invés de se utilizar a Jazida-01 distante 45,40 km sem mistura ao valor de R$ 259,07 /m³.

- Base:

O preço do serviço de estabilização de Brita Graduada Simples ficou em R$ 259,07, enquanto estabilizar a mistura de solo com 2% de cimento tem um valor de R$ 309,15/m³, **portanto o uso de BGS para a camada de base mostrou-se mais vantajosa economicamente, sendo escolhida no presente projeto,** devido ao alto custo do transporte de solo da Jazida-01.

Sub-Base: Mistura 65% de Solo + 35% Brita

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS										
LATITUDE ENGENHARIA	Rodovia: GO - 536	Trecho: GO-020 / SENADOR CANEDO	MISTURA: 65% SOLO+15% BRITA 1+10% BRITA 0+10 % PÓ DE PEDRA	OBSERVAÇÕES						
				ESTACA OU FURO		1	8	15	19	24
				POSIÇÃO		LE	LE	LE	LE	LE
				PROFUNDIDADE (m)		0,20-2,80	0,20-2,80	0,20-2,80	0,20-2,80	0,20-2,80
				GRANULOMETRIA % EM PESO PASSANDO	1"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
					3/4"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
					3/8"	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8
					4	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7
					10	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4
					40	64,3	64,3	64,3	64,3	64,3
					200	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3
				ÍNDICES	LL	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2
				FÍSICOS	IP	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
				EQUIV. AREIA						
				I.G.		3	3	3	3	3
				CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-6	A-6	A-6	A-6	A-6
				EN. COMP. / Nº GOLPES		26	26	26	26	26
				COMPACTAÇÃO LABORATÓRIO	UMID.(%)	12,7	13,3	13,5	14,4	12,6
					D.(Kg/m³)	1965	2011	1922	1960	1913
				COMPACTAÇÃO CAMPO	D.(Kg/m³)					
					UMID.(%)					
					% COMP.					
				CP Nº 1	UMID.(%)	8,5	9,0	9,4	9,8	8,4
					D.(Kg/m³)	1779	1911	1765	1797	1913
					I.S.C.(%)					
					EXP.(%)					
			Estudo: MISTURA 02	CP Nº 2	UMID.(%)	10,5	11,1	11,5	11,8	10,4
					D.(Kg/m³)	1894	1959	1879	1870	1874
					I.S.C.(%)	18,7	18,8	19,7	18,7	15,3
					EXP.(%)	0,25	0,23	0,20	0,25	0,23
				CP Nº 3	UMID.(%)	12,5	13,1	13,5	13,9	12,5
					D.(Kg/m³)	1965	2010	1922	1957	1942
					I.S.C.(%)	24,4	27,6	25,5	27,6	24,7
					EXP.(%)	0,18	0,18	0,20	0,18	0,18
				CP Nº 4	UMID.(%)	14,6	15,2	15,6	15,9	14,5
					D.(Kg/m³)	1909	1973	1879	1927	1887
					I.S.C.(%)	13,3	16,3	16,4	17,3	17,9
					EXP.(%)	0,18	0,19	0,20	0,18	0,16
				CP Nº 5	UMID.(%)	16,6	17,2	17,6	18,0	16,5
					D.(Kg/m³)	1782	1913	1862	1891	1833
					I.S.C.(%)					
					EXP.(%)					
				I.S.C. FINAL (%)		24,3	27,5	25,5	26,9	24,8
				EXPANSÃO (%)		0,17	0,19	0,20	0,15	0,15

TABELA COMPARATIVO

SERVIÇO	CAMADA	CUSTO
SOLO JAZIDA-01 IN NATURA	SUB-BASE	R$255,37
CX.EMPR.02 + 35% DE BRITA	SUB-BASE	R$123,60
SOLO JAZIDA 01 + 2 % DE CIMENTO	BASE	R$309,15
BGS - BRITA GRADUADA SIPLES	BSE	R$259,07

Composições de custos unitários utilizadas para estimativa dos custos de referência.

Custo de Estabilização da sub-base com solo da Jazida-01:

Tabela de Preços: TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SET/22 - COM DESONERAÇÃO Data base: 01/09/2022
Serviço: 40335 ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.) Unidade: m3

(A)Equipamento	Código auxiliar	Ut. Pr	Ut. Impr	Vl. Hr. Prod	Vl. Hr. Imp	Consumo	Custo Horário
TRATOR DE PNEUS AGRÍCOLA - MF 4292 OU EQUIVALENTE	30005	0,1800	0,8200	132,99	28,29	1,0000	47,13
ROLO PÉ DE CARNEIRO AUTOPROPELIDO - CA 250 OU EQUIVALENTE	30009	1,0000	0,0000	183,76	61,16	1,0000	183,76
GRADE DE DISCO - 24X24	30013	0,1800	0,8200	4,09	2,63	1,0000	2,89
ROLO LISO VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO - CS533 E OU EQUIVALENTE	30014	0,5200	0,4800	200,57	61,36	1,0000	133,74
CAMINHÃO TANQUE 10.000L	30040	0,3100	0,6900	328,19	48,88	1,0000	135,46
MOTONIVELADORA - CAT 120K OU EQUIVALENTE	30046	0,2800	0,7200	234,15	76,62	1,0000	120,72
						(A)Total:	**623,70**

,

(B)Mão-de-Obra	Código auxiliar	Eq. Salarial	Sal/Hora	Encargos(%)	Consumo	Custo Horário
ENCARREGADO DE SERVIÇO	20002	10,06	19,30	91,86	0,5000	9,65
AJUDANTE	20003	6,82	13,08	91,86	6,0000	78,48
GREDISTA	20013	8,85	16,97	91,86	1,0000	16,97
					(B)Total:	**105,10**

(C)Itens de Incidência	Código auxiliar	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
EPI	11	1,1200	X			1,18
ALIMENTAÇÃO	12	9,6000	X			10,09
TRANSP. DE PESSOAL	13	4,7900	X			5,03
					(C)Total:	16,30

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	745,10
(D) Produção da Equipe	55,6900
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	**13,38**

(F)Materiais	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
				(F)Total:	**0,00**

(G)Serviços	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	40300	m2	0,45	1,1900	0,54
ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	40305	m2	0,39	1,1900	0,46
ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	40316	m3	11,69	1,1900	13,91
				(G)Total:	**13,91**

(H)Itens de Transporte	Código auxiliar	Unid.	Fórmula	X1	X2	X3	Custo	Consumo	Custo Unit.
TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCALHO)	40320	m3km	X*CU*CONS.	4,6		40,8	3,23	1,190	174,50
							(H)Total:		**174,50**

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	201,79
BDI 26,55	53,58
Preço Unitário Total	**255,37**

Custo final da estabilização de solo in natura (J-01) para sub-base = R$ 255,37 / m³

Custo de Estabilização da sub-base com solo (CX. Empréstimo) + 35% brita:

Tabela de Preços: TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SET/22 - COM DESONERAÇÃO - Data base: 01/09/2022
Serviço: ESTAB. SOLO BRITA 35% EM PESO - USINA (AC) Unidade: m3

(A)Equipamento	Código auxiliar	Ut. Pr	Ut. Impr	Vl. Hr. Prod	Vl. Hr. Imp	Consumo	Custo Horário
ROLO PÉ DE CARNEIRO AUTOPROPELIDO - CA 250 OU EQUIVALENTE	30009	1,0000	0,0000	183,76	61,16	1,0000	183,76
ROLO LISO VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO - CS533 E OU EQUIVALENTE	30014	0,5200	0,4800	200,57	61,36	1,0000	133,74
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS REBOCÁVEL	30018	0,4000	0,6000	10,71	6,43	1,0000	8,14
CAMINHÃO TANQUE 10.000L	30040	0,1700	0,8300	328,19	48,88	1,0000	96,36
						(A)Total:	**422,00**

,

(B)Mão-de-Obra	Código auxiliar	Eq. Salarial	Sal/Hora	Encargos(%)	Consumo	Custo Horário
ENCARREGADO DE SERVIÇO	20002	10,06	19,30	91,86	0,5000	9,65
AJUDANTE	20003	6,82	13,08	91,86	9,0000	117,72
GREDISTA	20013	8,85	16,97	91,86	1,0000	16,97
					(B)Total:	**144,34**

(C)Itens de Incidência	Código auxiliar	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
EPI	11	1,1200	X			1,62
ALIMENTAÇÃO	12	9,6000	X			13,86
TRANSP. DE PESSOAL	13	4,7900	X			6,91
					(C)Total:	**22,39**

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	588,73
(D) Produção da Equipe	55,6900
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	**10,57**

(F)Materiais	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
				(F)Total:	

(G)Serviços	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
USINAGEM DE SOLO BRITA 35% EM PESO		m3	70,89	1	70,89
				(G)Total:	**70,89**

(H)Itens de Transporte	Código auxiliar	Unid.	Fórmula	X1	X2	X3	Custo	Consumo	Custo Unit.
TRANSPORTE DA MISTURA	40325	m3km	X*CU*CONS.	0	0	3,42	3,23	1,467	16,20
							(H)Total:		**16,20**

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	**97,67**
BDI 26,55	**25,93**
Preço Unitário Total	**123,60**

Custo final da estabilização de solo in natura (CX.Emp.) + 35% Brita para sub-base = R$ 123,60 / m³

Portanto o custo-benefício de se utilizar solo local com mistura de 35% de brita mostrou-se mais econômico do que o uso in natura do material da J-01 na sub-base.

Custo da Usinagem Solo+35% Brita para sub-base com solo (CX. Empréstimo):

Tabela de Preços: TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SET/22 - COM
Data base: 01/09/2022
Serviço: USINAGEM SOLO BRITA 35% EM PESO (SVA)
Unidade: m3

(A)Equipamento	Código auxiliar	Ut. Pr	Ut. Impr	Vl. Hr. Prod	Vl. Hr. Imp	Consumo	Custo Horário
CARREGADEIRA DE PNEUS CAT - 950 H OU EQUIVALENTE	30007	0,3300	0,6700	412,62	162,20	1,0000	244,83
USINA MISTURADORA DE SOLO 300 t/h	30016	0,4600	0,5400	213,96	112,31	1,0000	159,06
GRUPO GERADOR 145 / 160 KVA	30043	0,4600	0,5400	151,86	5,28	1,0000	72,70
						(A)Total:	**476,59**

,

(B)Mão-de-Obra	Código auxiliar	Eq. Salarial	Sal/Hora	Encargos(%)	Consumo	Custo Horário
ENCARREGADO DE SERVIÇO	20002	10,06	19,30	91,86	0,2500	4,83
AJUDANTE	20003	6,82	13,08	91,86	3,0000	39,24
					(B)Total:	**44,07**

(C)Itens de Incidência	Código auxiliar	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
EPI	11	1,1200	X			0,49
ALIMENTAÇÃO	12	9,6000	X			4,23
TRANSP. DE PESSOAL	13	4,7900	X			2,11
					(C)Total:	**6,83**

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	527,49
(D) Produção da Equipe	55,6900
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	**9,47**

(F)Materiais	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
BRITA - COMERCIAL (AC)	10082	m3	76,37	0,455	34,75
				(F)Total:	34,75

(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	40300	m2	0,45	1,1900	0,54
ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	40305	m2	0,39	1,1900	0,46
ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	40316	m3	11,69	1,1900	13,91
				(G)Total:	**14,91**

(H)Itens de Transporte	Código auxiliar	Unid.	Fórmula	X1	X2	X3	Custo	Consumo	Custo Unit.
TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	40445	m3km	X*CU*CONS.	0,5			2,35	1,190	1,40
TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	40445	m3km	X*CU*CONS.			11	2,35	0,455	11,76
							(H)Total:		11,76

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	**70,89**
BDI 26,55	18,82
Preço Unitário Total	89,71

Custo de Estabilização da base com solo melhorado com 2% de cimento:

Tabela de Preços: TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SET/22 - COM DESONERAÇÃO - T181 Data base: 01/09/2022
Serviço: 40350 ESTABILIZAÇÃO SOLO-CIMENTO 2% PESO - PISTA Unidade: m3

(A)Equipamento	Código auxiliar	Ut. Pr	Ut. Impr	Vl. Hr. Prod	Vl. Hr. Imp	Consumo	Custo Horário
TRATOR DE PNEUS AGRÍCOLA - MF 4292 OU EQUIVALENTE	30005	0,3000	0,7000	132,99	28,29	1,0000	59,70
ROLO PÉ DE CARNEIRO AUTOPROPELIDO - CA 250 OU EQUIVALENTE	30009	1,0000	0,0000	183,76	61,16	1,0000	183,76
GRADE DE DISCO - 24X24	30013	0,3000	0,7000	4,09	2,63	1,0000	3,06
ROLO LISO VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO - CS533 E OU EQUIVALENTE	30014	0,5200	0,4800	200,57	61,36	1,0000	133,74
CAMINHÃO TANQUE 10.000L	30040	0,2800	0,7200	328,19	48,88	1,0000	127,08
MOTONIVELADORA - CAT 120K OU EQUIVALENTE	30046	0,4200	0,5800	234,15	76,62	1,0000	142,78
CAMINHÃO DISTRIBUIDOR DE CIMENTO	30120	0,1500	0,8500	471,27	68,20	1,0000	128,66
						(A)Total:	**778,78**

,

(B)Mão-de-Obra	Código auxiliar	Eq. Salarial	Sal/Hora	Encargos(%)	Consumo	Custo Horário
ENCARREGADO DE SERVIÇO	20002	10,06	19,30	91,86	0,5000	9,65
AJUDANTE	20003	6,82	13,08	91,86	6,0000	78,48
GREDISTA	20013	8,85	16,97	91,86	1,0000	16,97
					(B)Total:	**105,10**

(C)Itens de Incidência	Código auxiliar	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
EPI	11	1,1200	X			1,18
ALIMENTAÇÃO	12	9,6000	X			10,09
TRANSP. DE PESSOAL	13	4,7900	X			5,03
					(C)Total:	16,30

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	900,18
(D) Produção da Equipe	55,6900
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	**16,16**

(F)Materiais	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
CIMENTO PORTLAND CP II - 32	10010	Kg	0,67	41,2600	27,64
				(F)Total:	**27,64**

(G)Serviços	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	40300	m2	0,45	1,2600	0,57
ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	40305	m2	0,39	1,2600	0,49
ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	40316	m3	11,69	1,2600	14,73
				(G)Total:	**14,73**

(H)Itens de Transporte	Código auxiliar	Unid.	Fórmula	X1	X2	X3	Custo	Consumo	Custo Unit.
TRANSPORTE LOCAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	40449	tkm	X*CU*CONS.			3,42	1,68	0,04126	0,24
TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	40450	TKM	X*CU*CONS.			20,00	0,91	0,04126	0,75
TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCALHO)	40320	m3km	X*CU*CONS.	4,6		40,8	3,23	1,260	184,77
							(H)Total:		**185,76**

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	244,29
BDI 26,55	64,86
Preço Unitário Total	**309,15**

Empolamento da Jazida considerado = 1,26
Espessura útil da jazida considerada = 1,00 m

Custo final da mistura solo melhorado com 2% de cimento = R$ 309,15 / m³

Custo de Estabilização da base com Brita Graduada Simples:

Tabela de Preços: TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SET/22 - COM DESONERAÇÃO - Data base: 01/09/2022
Serviço: 40607 ESTABILIZAÇÃO BRITA GRADUADA - USINA Unidade: m3

(A)Equipamento	Código auxiliar	Ut. Pr	Ut. Impr	Vl. Hr. Prod	Vl. Hr. Imp	Consumo	Custo Horário
ROLO LISO VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO - CS533 E OU EQUIVALENTE	30014	0,5200	0,4800	200,57	61,36	1,0000	133,74
ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO - 27 T	30015	1,0000	0,0000	220,03	86,38	1,0000	220,03
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS REBOCÁVEL	30018	0,4100	0,5900	10,71	6,43	1,0000	8,18
CAMINHÃO TANQUE 10.000L	30040	0,1700	0,8300	328,19	48,88	1,0000	96,36
MOTONIVELADORA - CAT 120K OU EQUIVALENTE	30046	0,2900	0,7100	234,15	76,62	1,0000	122,30
						(A)Total:	580,61

,

(B)Mão-de-Obra	Código auxiliar	Eq. Salarial	Sal/Hora	Encargos(%)	Consumo	Custo Horário
ENCARREGADO DE SERVIÇO	20002	10,06	19,30	91,86	0,5000	9,65
AJUDANTE	20003	6,82	13,08	91,86	9,0000	117,72
GREDISTA	20013	8,85	16,97	91,86	1,0000	16,97
					(B)Total:	144,34

(C)Itens de Incidência	Código auxiliar	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
EPI	11	1,1200	X			1,62
ALIMENTAÇÃO	12	9,6000	X			13,86
TRANSP. DE PESSOAL	13	4,7900	X			6,91
					(C)Total:	22,39

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	747,34
(D) Produção da Equipe	57,5600
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	12,98

(F)Materiais	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
				(F)Total:	

(G)Serviços	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
USINAGEM DE BRITA GRADUADA (SVA)	47100	m3	123,42	1	123,42
				(G)Total:	123,42

(H)Itens de Transporte	Código auxiliar	Unid.	Fórmula	X1	X2	X3	Custo	Consumo	Custo Unit.
TRANSPORTE DA MISTURA	40325	m3km	X*CU*CONS.	0	3,42	11	3,23	1,467	68,31
							(H)Total:		68,31

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	204,72
BDI 26,55	54,35
Preço Unitário Total	259,07

Custo Usinagem de Brita Graduada = R$ 123,42 / m³

Custo final da mistura BGS – Brita Graduada Simples = R$ 259,07 / m³

Além do custo em si ser menor, temos ainda o ganho ambiental de utilizar o insumo brita de um local explorado comercialmente, com controle e licenciamento ambiental.

Custo de Usinagem de Brita Graduada Simples:

Tabela de Preços: TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - SET/22 - COM Data base: 01/09/2022
Serviço: USINAGEM DE BRITA GRADUADA (SVA) Unidade: m3

(A)Equipamento	Código auxiliar	Ut. Pr	Ut. Impr	Vl. Hr. Prod	Vl. Hr. Imp	Consumo	Custo Horário
CARREGADEIRA DE PNEUS CAT - 950 H OU EQUIVALENTE	30007	0,4000	0,6000	412,62	162,20	1,0000	262,36
USINA MISTURADORA DE SOLO 300 t/h	30016	0,5100	0,4900	213,96	112,31	1,0000	164,15
GRUPO GERADOR 145 / 160 KVA	30043	0,5100	0,4900	151,86	5,28	1,0000	80,03
						(A)Total:	**506,54**

,

(B)Mão-de-Obra	Código auxiliar	Eq. Salarial	Sal/Hora	Encargos(%)	Consumo	Custo Horário
ENCARREGADO DE SERVIÇO	20002	10,06	19,30	91,86	0,2500	4,83
AJUDANTE	20003	6,82	13,08	91,86	3,0000	39,24
					(B)Total:	**44,07**

(C)Itens de Incidência	Código auxiliar	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
EPI	11	1,1200	X			0,49
ALIMENTAÇÃO	12	9,6000	X			4,23
TRANSP. DE PESSOAL	13	4,7900	X			2,11
					(C)Total:	**6,83**

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	557,44
(D) Produção da Equipe	57,5600
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	**9,68**

(F)Materiais	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
BRITA - COMERCIAL (AC)	10082	m3	76,37	1,4667	112,01
				(F)Total:	112,01

(G)Serviços	Código auxiliar	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
				(G)Total:	**0,00**

(H)Itens de Transporte	Código auxiliar	Unid.	Fórmula	X1	X2	X3	Custo	Consumo	Custo Unit.
TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	40445	m3km	X*CU*CONS.	0,5			2,35	1,467	1,72
							(H)Total:		1,72

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	**123,42**
BDI 26,55	32,77
Preço Unitário Total	156,19

Custo da Usinagem utilizada na composição de BGS = R$ 123,42

2.4.3.5 Estudo do Areal

A prospecção de areais objetiva provisão de material, com granulometria adequada, para utilização nas obras de drenagem, obras-de-arte correntes e especiais.

Na ocorrência extraíram-se amostras para realização dos ensaios de:

- Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 083/98);
- Impureza orgânica, método DNER-ME 055/94; e
- Equivalente de areia, método DNER-ME 054/97.

Após pesquisa na região foi identificado um local de exploração comercial de areia, com produção média de 250m³ diários (variável caso a necessidade seja maior), estando a empresa com interesse em fornecer areia para a obra.

Justificamos a adoção do Areal-01 pela menor distância de transporte, 16,90 km do areal até o local do viaduto. Apresentamos na sequência as características dos areais.

AREAL 01

Quadro 2.4.17 – AREAL 01	
OCORRÊNCIA	**LOCALIZAÇÃO**
AREAL 1	Município de aquisição: Zona rural de Senador Canedo-GO. Distância de transporte até o entroncamento GO-020xGO-536 é de 16,80 km. Coordenadas: 696913.60 m E / 8140032.47 m S Areia = Areia Média proveniente de britagem Equivalente de areia = 95,65% Impureza orgânica = Inferior a 300ppm, portanto **satisfatória.**

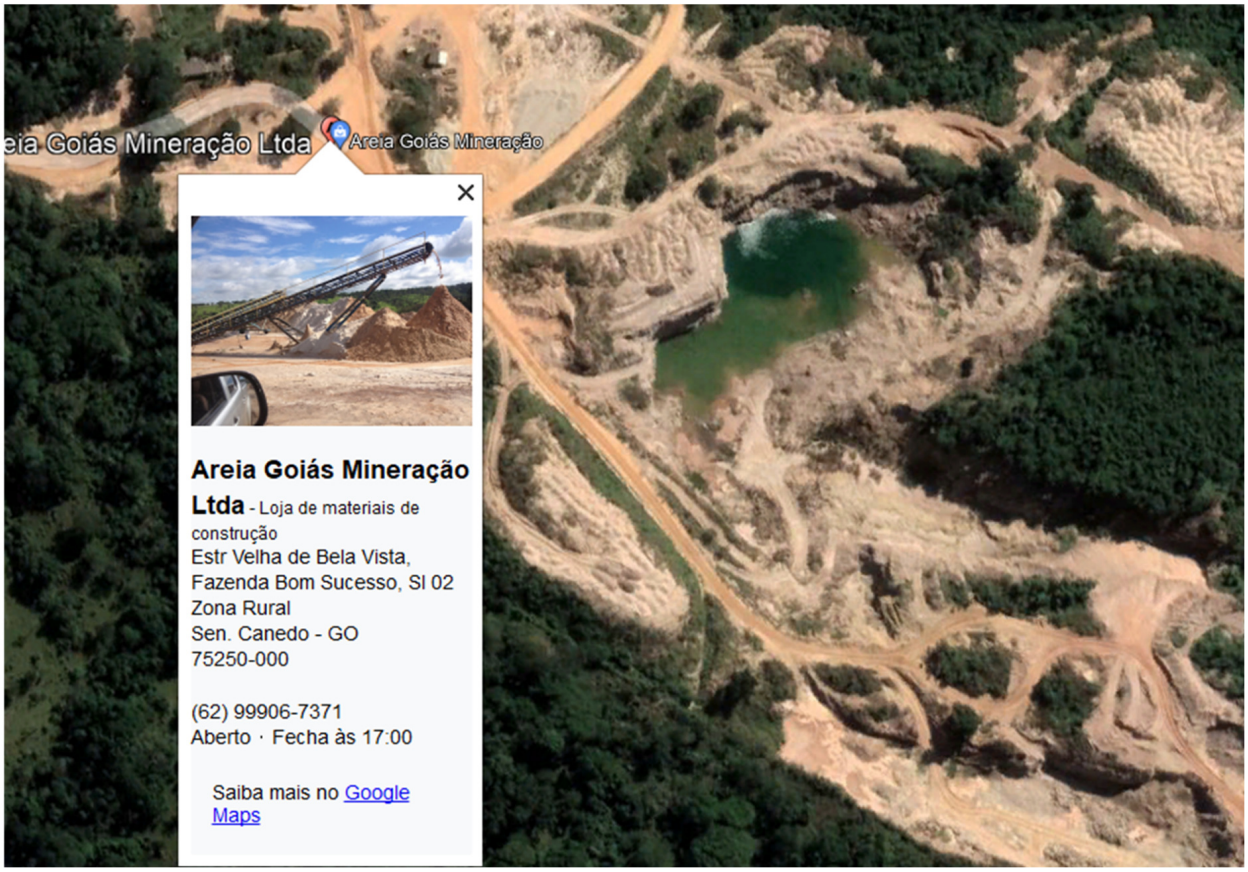


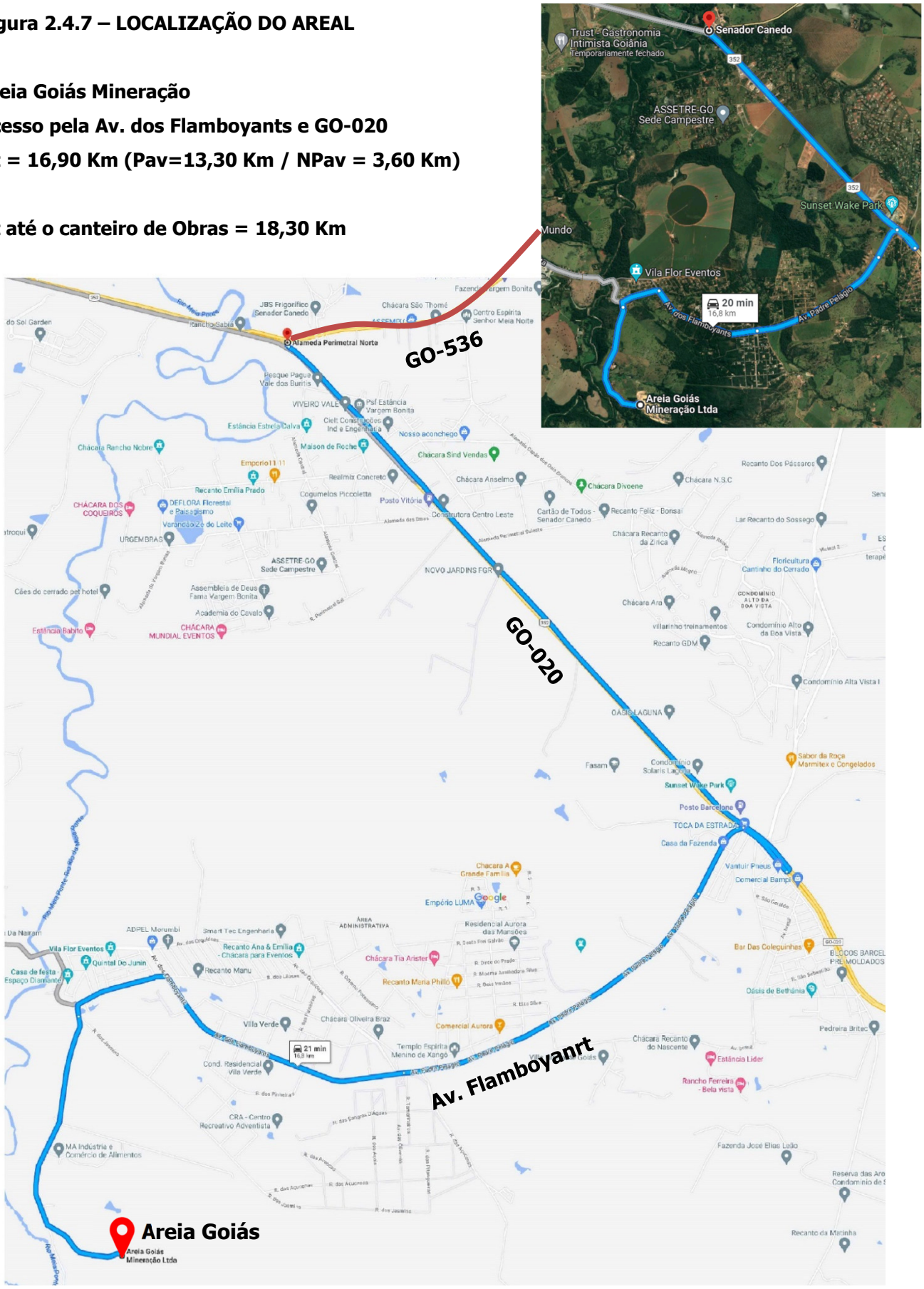
Figura 2.4.7 – LOCALIZAÇÃO DO AREAL

Areia Goiás Mineração

Acesso pela Av. dos Flamboyants e GO-020

Dt = 16,90 Km (Pav=13,30 Km / NPav = 3,60 Km)

Dt até o canteiro de Obras = 18,30 Km



Declaração de interesse:

DECLARAÇÃO DE INTERESSE

NO FORNECIMENTO DE INSUMOS PARA AS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA GO- AREIA

A empresa AREIA GOIAS MINERAÇÃO, inscrita no CNPJ 11.338.568/0001-33, declara que tem interesse no fornecimento do insumo areia comercial, conforme a sua disponibilidade, pelo período da obra.

O valor será negociado com a empresa executora, na época da mobilização para início dos trabalhos, por tonelada de areia fornecida.

Sendo o que tinha a declarar, assino a presente declaração.

Goiânia-GO em 14 de novembro de 2022.

Telefone: Jorge Parga

629 9906-7371

Scanned with CamScanner

Fotos Areal 01:

DNER-ME 054/97 – EQUIVALENTE DE AREIA

LATITUDE ENGENHARIA	OBRA:	GO-536
	TRECHO:	SENADOR CANEDO
	LOCALIZAÇÃO:	
	MATERIAL:	
	DATA:	26/10/2022

COMEÇO DO ENSAIO (HORAS)	FIM DO PERÍODO DE 10 MINUTOS DE REAGÊNCIA (HORAS)	PERÍODO DE 20 MIN. DE SEDIMENTAÇÃO		ALTURA DO TOPO DE ARGILA h1 (cm)	ALTURA DO TOPO DE AREIA h2 (cm)	EQUIVALENTE DE AREIA h2x100/h1	EQUIVALENTE DE AREIA MÉDIO
		INÍCIO (HORAS)	FIM (HORAS)				
REGISTRO	ESTACA OU FURO:			AMOSTRA:		CAMADA:	
AM - 1				**11,5**	**11,2**	97,4	
AM -2				**12,4**	**11,9**	96,0	95,65%
AM - 3				**10,9**	**10,2**	93,6	

$$EA = \frac{\text{LEITURA NO TOPO DA AREIA}}{\text{LEITURA NO TOPO DA ARGILA}} \times 100,0$$

OBSERVÇÃO:

Equivalente de Areia (EA) = 95,65%

O equivalente de areia é superior a 55%. Portanto pode ser utilizada como agregado miúdo na confecção de CBUQ e Concreto.

Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO

Laboratorista .

DNER-ME 083/94 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Relatório nº:
OBRA:
Trecho: GO-536
Subtrecho: SENADOR CANEDO
LOCAL: I

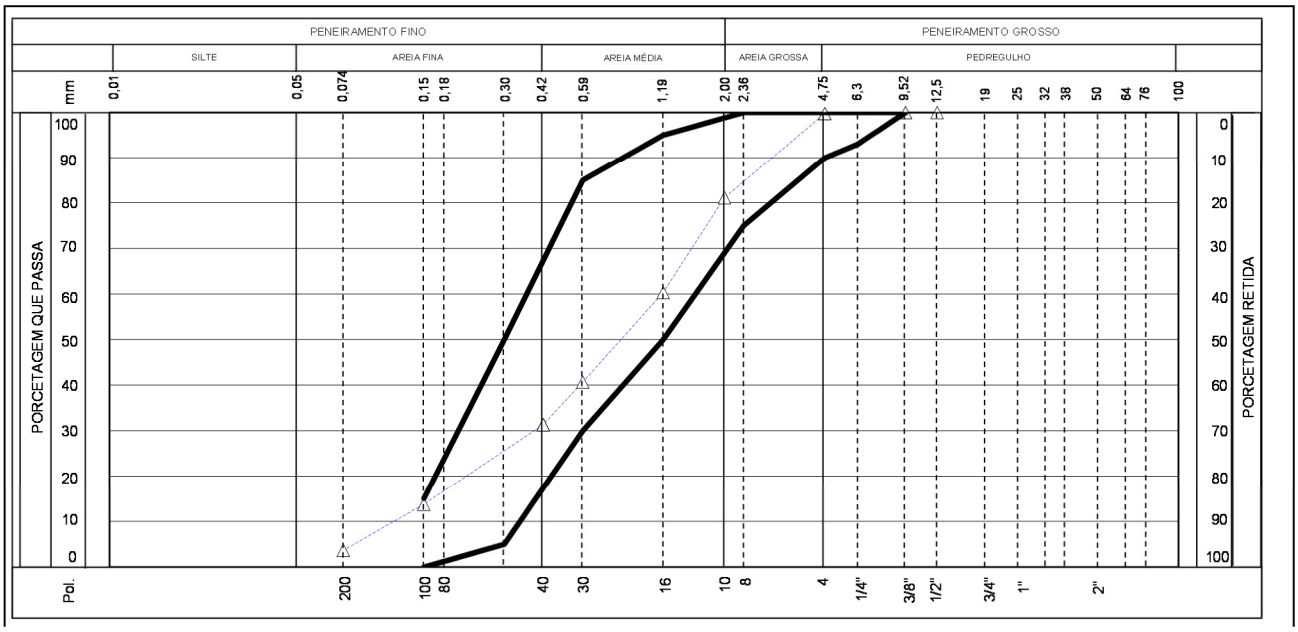
Material: AREIA NATURAL MÉDIA
Procedência/Localização: AREAL GOIÁS
Distância do Eixo
Utilização:
Data de realização do Ensaio: 26/10/2022

Peso total da amostra:	500,00	AMOSTRA 01				Material: **Areia**		
Granulometria						**Especificações : DNER-EM 38/97 NBR 7211/2009**		**Peneira (mm)**
Peneira		**Material Retido**			**Mat. Passando**			
		Peso-g	**% Amostra total**	**% Acumulada**	**% Acumulada**	**Limite Inferior**	**Limite Superior**	
pol	**mm**							
2"	50							
1 1/2"	38							
1 1/4"	32							
1"	25							
3/4"	19							
1/2"	12,5	**0,00**	0,00%	0,00%	100,00%			
3/8"	9,52	**0,00**	0,00%	0,00%	100,00%	100	100	
1/4"	6,3					100	93	
n° 4	4,75	**1,10**	0,22%	0,22%	99,78%	100	90	
n° 8	2,36					100	75	
n° 10	2,0	**93,20**	18,64%	18,86%	81,14%			
n° 16	1,18	**104,10**	20,82%	39,68%	60,32%	95	50	
n° 30	0,59	**98,20**	19,64%	59,32%	40,68%	85	30	
n° 40	0,42	**46,60**	9,32%	68,64%	31,36%			
n° 50	0,30					50	5	
n°80	0,18							
n°100	0,15	**88,10**	17,62%	86,26%	13,74%	15	0	
n° 200	0,075	**50,30**	10,06%	96,32%	3,68%			
Prato		**18,40**	3,68%	100,00%	0,00%			
Total		**500,00**	**100,00%**					

Dimensão Máxima Característica:	4,75 mm
Módulo de finura:	3,15

Classificação Granulométrica:

Pedregulho	0,22%
Areia Grossa	18,64%
Areia Média	49,78%
Areia Fina	27,68%



Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO
Execução e Coordenação dos Ensaios

As considerações e resultados contidos neste relatório são restrita às amostras ensaiadas e ao ensaio.

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA RTA ENGENHEIROS CONSULTORES, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PROJETOS DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO, REFORÇO E REABILITAÇÃO DAS PONTES RODOVIÁRIA	FOLHA:

DNER-ME 055/95 – DETERMINAÇÃO DE IMPUREZAS ORGÂNICAS

OBRA:	GO-536
LOCAL:	SENADOR CANEDO
CIDADE	SENADOR CANEDO
MATERIAL:	AREIA NATURAL MÉDIA
DATA:	26/10/2022
AREAL	AREAL GOIÁS

Ref.: Verificação de impureza orgânica em agregado miúdo (NBR NM 49/2001).

A verificação da impureza orgânica em agregado miúdo é obtida a partir de uma comparação colorimétrica entre uma solução preparada padrão e a solução com a amostra.

O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Coloração da amostra em comparação com a amostra padrão	Especificação de impureza orgânica de acordo com a NBR 7211/2009
AM01	AREAL GOIÁS	Mais clara	A solução obtida no ensaio deve ser mais clara que a solução-padrão

Esta análise permite afirmar que a amostra de areia em questão atende aos limites máximos aceitáveis para concreto de substâncias nocivas no agregado miúdo em relação à massa do material, no tocante à impurezas orgânicas.

Após execução do ensaio constatou-se resultado inferior a 300ppm, estando de acordo com a especificação.

Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO

Execução e Coordenação dos Ensaios

2.4.3.6 Estudo da Pedreira

As propriedades dos agregados (grossos e finos) utilizados em misturas betuminosas são essenciais para o desempenho do pavimento tais como resistência ao desgaste e deformação permanente (JANOO & KORHONEN, 1999, apud FONTES, 2009). Frequentemente as degradações de um pavimento como deformação permanente, desagregação superficial e a textura superficial são devidas ao uso e seleção inadequada de agregados (KANDHAL et al., 1997, apud FONTES, 2009).

Portanto é importante caracterizar os finos de maneira a não comprometer o desempenho de uma mistura betuminosa em termos de fendilhamento por fadiga, resistência à deformação permanente e desagregação.

As características dos agregados finos que influenciam o desempenho das misturas betuminosas são as seguintes:

- Dependendo do tamanho da partícula, os finos podem atuar como um "filer" (enchimento), que neste caso tende a aumentar a percentagem de betume da mistura, tendo como consequência o aparecimento de degradações como rodeiras e exsudações;
- Alguns tipos de finos interagem com o betume tornando-o rígido, tendo como resultado uma mistura betuminosa mais sensível ao fissuramento;
- Alguns finos tornam a mistura betuminosa susceptível à ação da água, conduzindo à desagregação da mistura.

Foi estudada uma ocorrência de pedra comercial, cujo material pétreo é de qualidade satisfatória (Mica-Xisto), como foi confirmado pelo desgaste por abrasão Los Angeles inferior a 40% (máximo nas especificações da GOINFRA) e no teste de durabilidade inferior a 12%. A ocorrência possui instalações necessárias ao seu bom funcionamento.

Razão Social	**GRUPO BRITEC**
Setor	MINERAÇÃO
CNPJ	28.173.708/0001-63
Atividade Primária (CNAE)	Extração e britamento de pedras e outros materiais para construção e beneficiamento associado
Fundação	2008
Localização	Zona Rural, Bela Vista de Goiás
Endereço	Rodovia GO-020, Km 18
CEP	75.240-000
ROCHA	Mica-Xisto
PORTE	Médio

Todos os ensaios foram aprovados sendo indicada para o uso na obra.

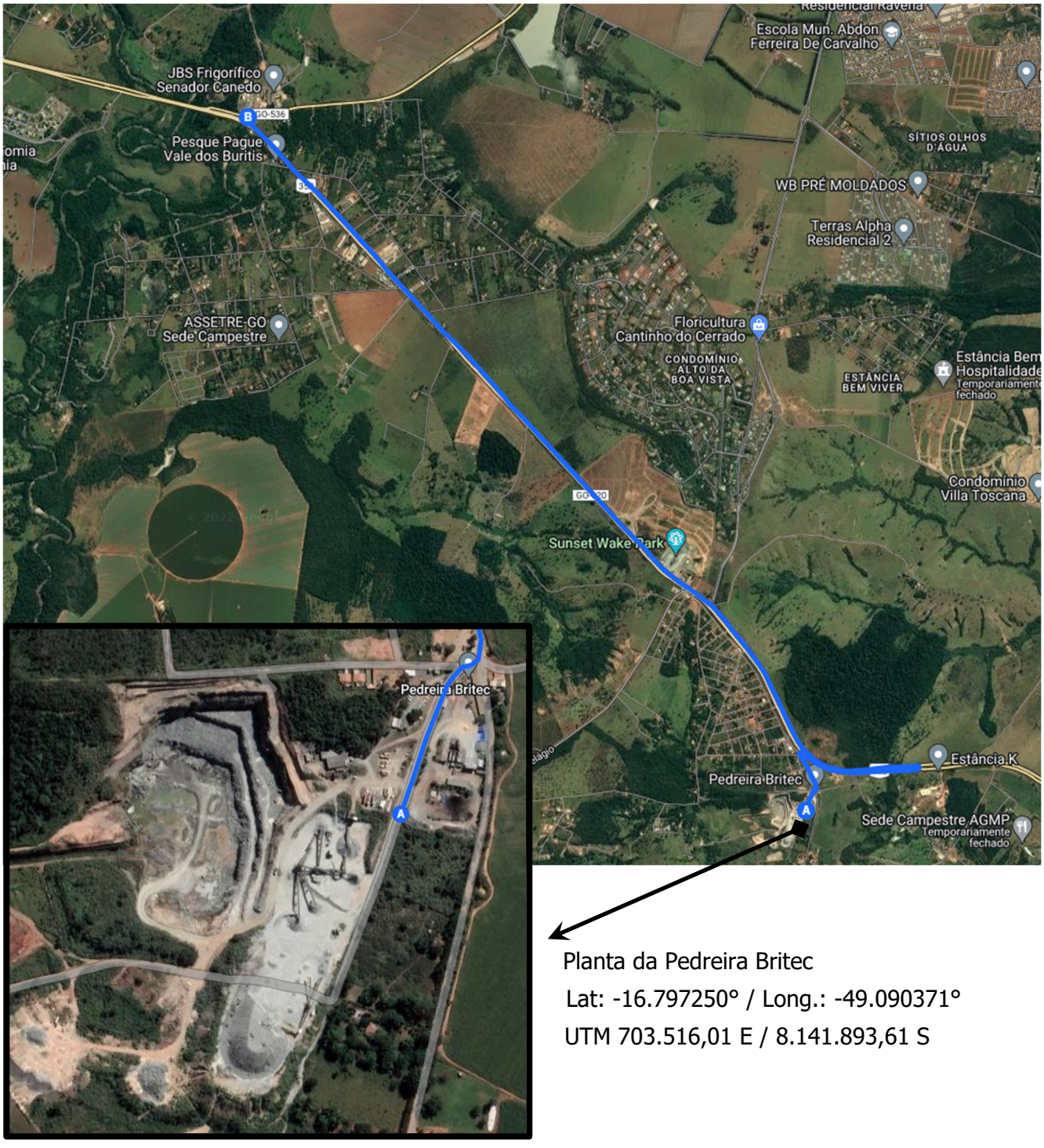
Declaração de interesse:

Não foi possível a obtenção da declaração por escrito. Mas nos foi informado que a produção pode ser adaptada à demanda, e que há disponibilidade de fornecimento para a obra.

Quadro 2.4.17 - PEDREIRAS	
OCORRÊNCIA	LOCALIZAÇÃO/CARACTERÍSTICAS
Pedreira P-01 Britec	Localiza-se a 11 km do início do trecho em projeto, a Pedreira Britec produz **pedra de origem mica-xisto**, podendo fornecer material pétreo para pavimentação e dispositivos de concreto. Índice de Forma Agregado = 1,83 Abrasão = 36,20% (<40%) Durabilidade = 5,80% (<12%) Adesividade ao CAP 50/60 satisfatório.

Apresentamos na sequencia o mapa de localização, declaração e os resultados laboratoriais da Pedreira.

Figura 2.4.8 – LOCALIZAÇÃO DA PEDREIRA BRITEC (DT até o canteiro = 11,82 Km, até o viaduto 10,40Km)



Planta da Pedreira Britec
Lat: -16.797250° / Long.: -49.090371°
UTM 703.516,01 E / 8.141.893,61 S

Fotos ilustrativas:

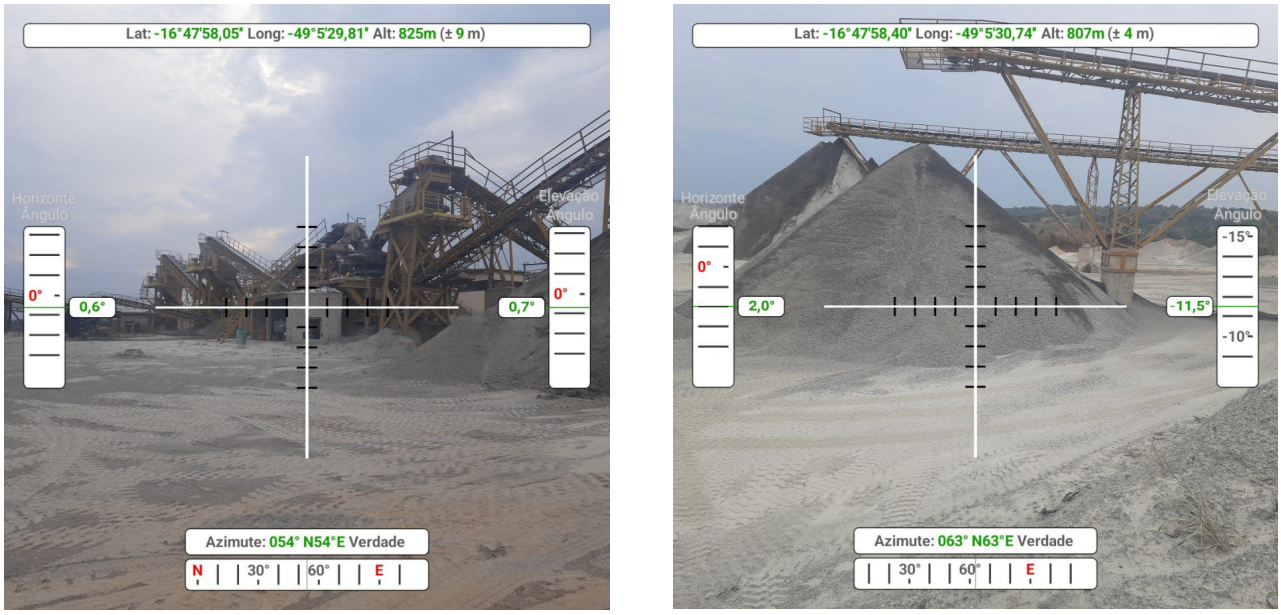


Figura 2.4.9 - Britador em operação

Relação de produtos ofertados pelo Grupo Britec na planta industrial da GO-020:

BRITA 0

Granulometria variando de 6 mm a 12 mm. Usado na fabricação de concreto convencional e bombeado, fabricação de manilhas, meio-piso, galpões, postes de concreto, pisos, blocos de concreto, artefatos e pré-moldados. Também é utilizada na produção de CBUQ, injeção de graunt e tratamento asfáltico (triplo ou duplo), para capeamento de avenidas e estradas vicinais e acabamentos em geral.

PÓ DE BRITA

Granulometria até 4,0 mm e malha de 5mm. Usado em obras de terraplenagem como material para sub-base, estabilizador de base; Calçamento de piso pré-moldados e paralelos, principalmente calçadas; Confecção de argamassa para assentamento e emboço. Também é utilizado nas usinas de asfalto para calçamentos com base asfáltica; Indústria de pré-moldados; Fabricação de massa asfáltica para recapeamento de estradas, avenidas e estabilizador do solo;

BRITA 1

Granulometria variando de 12 mm à 19 mm. Bastante usado em edificações de prédios, colunas, vigas e lajes.
Também é utilizado na fabricação do CBUQ e bombeado.

PEDRA DE MÃO

Pedras maiores, com tamanhos variados. Obtidos através do desmonte da rocha por explosivos. Usado na construção civil em base e sub-base de pavimentos, concreto ciclópico, fundações, gabiões, drenos, contenção de barrancos e encostas;

BRITA 2

Granulometria variando de 19 mm a 25 mm. Trata-se do produto mais usado na construção civil, onde é utilizado em fundações, pisos para estacionamentos, concretos mais grossos e drenos;

CBUQ

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente é um dos tipos de revestimentos asfálticos mais utilizados do mundo.
Alta Qualidade, maior aderência, resistência elevada e durabilidade incontestável.
Nossos produtos passam por rigorosos testes de qualidade, até chegar à sua obra. Para isso temos uma equipe de alta qualificação e todos os equipamentos e maquinários para distribuir e abastecer todo o estado em diversas obras.

Ensaios realizados:

- Análise granulométrica;
- Durabilidade;
- Desgaste por abrasão;
- Adesividade e
- Índice de forma.

Quadro 2.4.18

DESGASTE POR ABRASÃO LOS ANGELES DNER - ME 035/98	DATA: **OUTUBRO 2022** RELATÓRIO Nº **2** FOLHA: **1**

RODOVIA: GO-536	**ESTACA DE ACESSO:**
TRECHO: GO-020 / SENADOR CANEDO	**PEDREIRA: BRITEC**

GRADUAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA ENSAIO

PENEIRAS		ABNT						
Pass.	Ret.	Grad. A	Grad. B	Grad. C	Grad. D	Grad. E	Grad. F	Grad. G
1.1/2"	1"	1250±25				2500±50		
1"	3/4"	1250±25				2500±50		
3/4"	1/2"	1250±10	2500±50			5000±50	5000±50	
1/2"	3/8"	1250±10	2500±50				5000±25	5000±25
3/8"	1/4"			2500±50				5000±25
1/4"	Nº.4			2500±50				
Nº.4	Nº.8				5000±100			
Nº. de Esferas		12	11	8	6	12	12	11
N. Revoluções		700	700	700	700	1100	1100	1100
Peso antes do ensaio (gr)		5000,0						
Retido na Peneira Nº. 12		3190,0						

RESULTADO DO ENSAIO

	ENCONTRADO	ESPECIFICADO
% DESGASTE	**36,2%**	**< 40**
GRADUAÇÃO	**"B"**	**-**

OBS:

Segundo indicações GOINFRA ES-PAV 009/2019, deve ser menor que 40,0%

Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO

Laboratorista Responsável

ADESIVIDADE AO LIGANTE BETUMINOSO - NORMA DNER-ME 078/94

RODOVIA: GO-536

TRECHO: SENADOR CANEDO

PROCEDÊNCIA:

OBRA:

Encaminha-se resultado do ensaio de adesividade em amostra de agregado graúdo brita 1 com procedência

PEDREIRA:

ROCHA: MICAXISTO

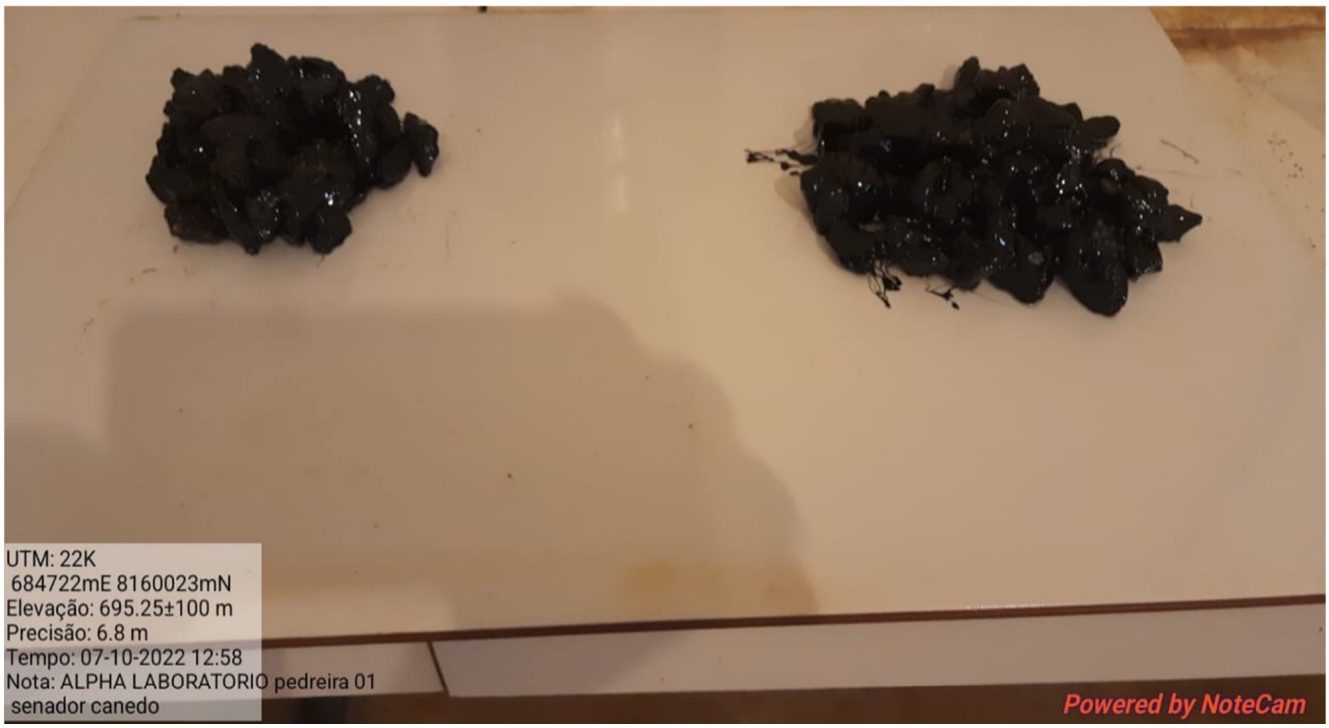
O procedimento de espalhamento do ligante sobre o agregado consiste em aquecer o ligante e agregados nas temperaturas recomendadas e proceder o recobrimento dos mesmos de maneira uniforme e contínua.

Obs: As amostras, após espelhamento e cura dos ligantes, foram colocadas em imersão em banho-maria a 40ºC por 72 horas. Após as 72 horas em estufa, o agregado em análise tem adesividade satisfatória.

Na execução do ensaio, foi utilizado o ligante CAP50/60

SATISFATÓRIO (x) **NÃO SATISFATÓRIO ( )**

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



DATA DO ENSAIO: 23/10/2022 á 25/10/2022

Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO

LABORATORISTA RESPONSÁVEL

LATITUDE ENGENHARIA	**DNER - ME 089/94**	

AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE PELO EMPREGO DE SOLUÇÕES DE SULFATO DE SÓDIO OU DE MAGNÉSIO

EXAME QUALITATIVO

6000 (g)	QUANTIDADE DE PARTÍICULAS AFETADAS (g)			
Desintegração	Fendilhamento	Esmagamento	Quebra/Laminagem	Resultado %
74,8	50,9	93,3	139,7	5,8

EXAME QUANTITATIVO

Dimensão da partícula	Abertura para determinar perda	Porcentagem em peso retida (%)
63,5 mm a 38,0 mm	32,0 mm	
38,0 mm a 19,0 mm	16,0 mm	
19,0 mm a 9,5 mm	8,0 mm	97,2
9,5 mm a 4,8 mm	4,0 mm	4,1

Relatório n°
TRECHO:
OBRA: GO - 536
PROCEDÊNCIA: PEDREIRA BRITEC
LOCALIZAÇÃO: SENADOR CANEDO
MATERIAL: BRITA 1

Data de realização do Ensaio: 21/10/2022

A norma DNER-037/97 - Agregado graúdo para concreto de cimento - Determina que o agregado submetido ao ensaio de durabilidade, não deve apresentar perda superior a **12%**.

ÍNDICE DE FORMA DO AGREGADO

REF.: Determinação do Índice de Forma em Agregado - NBR 7809/2006.

LOCALIZAÇÃO: GO-536 SENADOR CANEDO

Encaminha-se resultado do ensaio de determinação do índice de forma em agregado graúdo brita (1) com procedência (**PEDREIRA** BRITEC)

Este valor é obtido estatisticamente com a somatória das relações de meidas entre o comprimento e a espessura dos grãos da amostra.

O índice de forma permite avaliar a qualidade de um agregado graúdo em relação à forma dos grãos, considerando os agregados com grãos de forma cúbica, tidos como de forma ótima e que apresentam índice como valor próximo de 1. Os grãos lamelares apresentam valores bem mais altos, sendo considerado aceitável um valor limite de até 3 para agregados lamelares.

O valor encontrado para a amostra foi um índice de 2,04. Aceitável.

Data do Ensaio: 24/10/2022

Jose Borges de Oliveira Jr.
Engenheiro Agrimensor
CREA 10188792260-GO

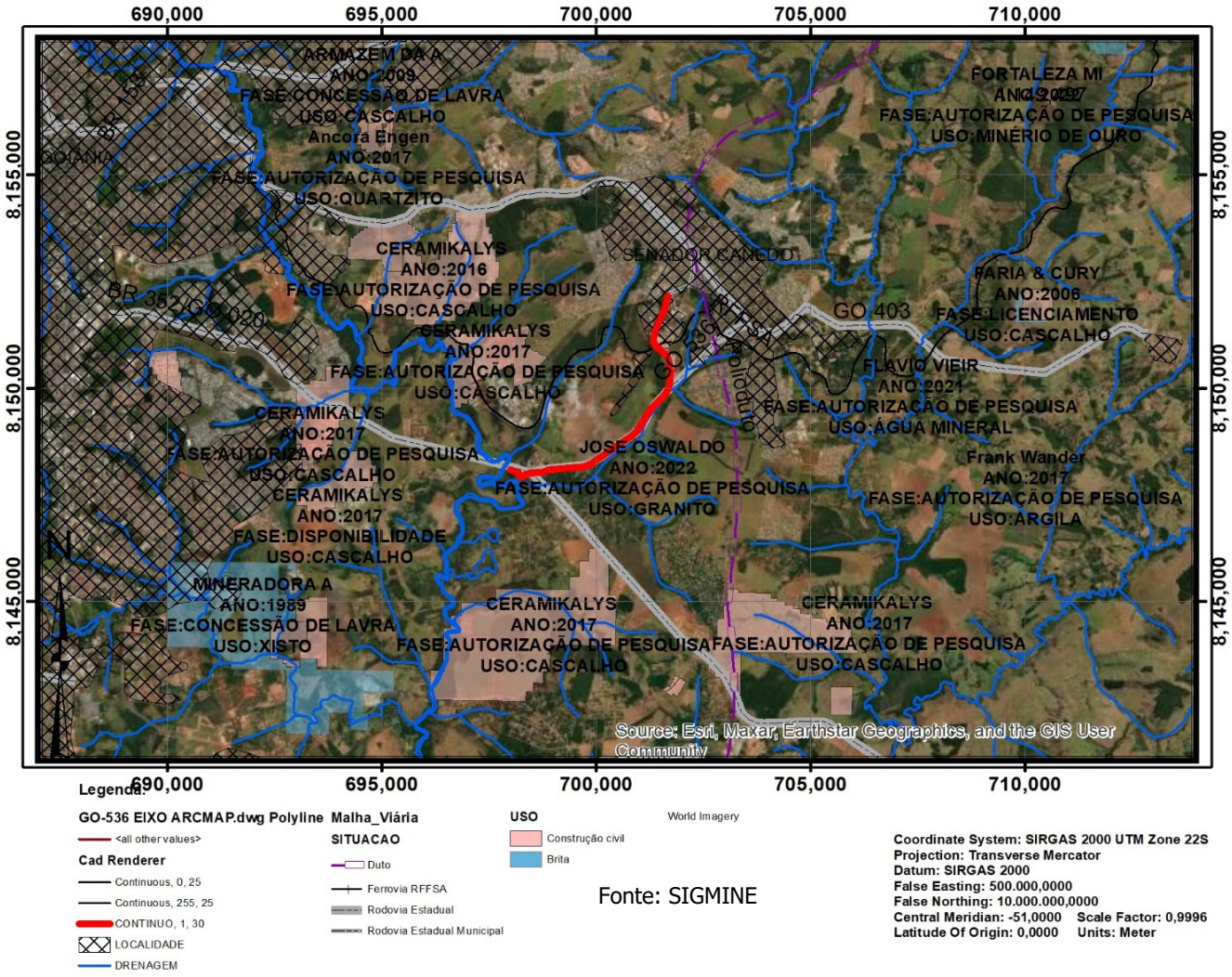
LABORATORISTA RESPONSÁVEL

2.4.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Além dos resultados apresentados neste capítulo, no Volume 3B - Estudos Geotécnicos são apresentados os ensaios completos (boletins e resumos) e no Volume 02 - Projeto de Execução subitem Projeto de Pavimentação são apresentados os resultados dos ensaios, croquis de localização e estudos estatísticos das ocorrências de materiais para execução da pavimentação no formato A3.

Nota sobre levantamento das ocorrências para jazidas de sub-base e base:

Conforme recomenda a Goinfra, foi feito uma pesquisa utilizando a ferramenta do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). Na figura abaixo apresentamos as possíveis áreas a serem avaliadas para utilização.



Fonte: SIGMINE

A equipe de Geotecnia ao procurar ocorrência de jazidas inicia os trabalhos procurando a Secretaria de Obras da Prefeitura da cidade mais próxima, cujas informações relevantes a respeito de localizações são obtidas. Proprietários e empresários em seguida são contactados iniciando o processo de visita e reconhecimento.

A ferramenta SIGMINE auxilia neste processo, mas as informações obtidas muitas vezes não são conclusivas. Conforme o mapa elaborado com as informações do SIGMINE, as áreas hachuradas como ocorrência de cascalho são todas de uma empresa única empresa de nome CERAMIKALYS. Pesquisando o status da ocorrência quase todas estão como "AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA", desde 2016/2017, portanto não estão autorizadas a explorar o material.

Analisando as áreas com imagens de satélite, identifica-se regiões de agricultura com pivô central, áreas com loteamentos, etc, não sendo necessariamente áreas potenciais para fornecimento de cascalho para obra rodoviária.

A equipe de geotecnia até visitou alguns deste locais mais próximas ao trecho, tendo como resposta o não interesse em fornecer devido entre outros, a compromisso firmado com loteamentos fechado. Portanto, considerando a época realizada dos levantamentos de campo para geotecnia, as melhores opções são as apresentadas no projeto.

2.5 ESTUDOS DE TRÁFEGO

2.5.1 GENERALIDADES

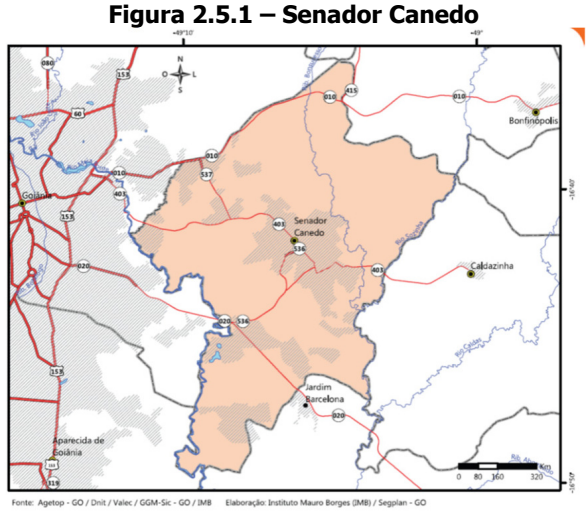
Os Estudos de Tráfego foram realizados tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-05	Estudo de Tráfego - 2018
DNIT	IPR-719	Manual de Pavimentação
DNER	IPR-723	Manual de Estudo de Tráfego

Visam obter informações de tráfego necessárias à elaboração dos projetos geométrico e de pavimentação, e foram orientados no sentido de caracterizar o tráfego existente e futuro da rodovia.

2.5.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DOS VIADUTOS

Figura 2.5.1 – Senador Canedo



O município de Senador Canedo se estende por 245,3 km² e contava com 121 477 habitantes em 2021, previsão (IBGE, 2022). A densidade demográfica é de, cerca, 344 habitantes por km² (IBGE, 2022). Vizinho de Caldazinha, Goiânia e Aparecida de Goiânia, Senador Canedo se situa a 18 km a Sul-Leste de Goiânia.

Situado a 789 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 16° 42' 38" Sul, Longitude: 49° 5' 12" Oeste.

Senador Canedo é sede do maior Polo Petroquímico do Centro-Oeste brasileiro, localizada na região metropolitana de Goiânia, possuindo uma localização geográfica privilegiada, com acesso aos principais centros de distribuição de passageiros, cargas e de comercialização (PMSC, 2022).

O seu desenvolvimento econômico e social é referência em Goiás e no país como uma cidade que obteve grande crescimento econômico e habitacional. A cidade é um dos maiores arrecadadores de ICMS e a quinta mais competitiva, de acordo com dados da Secretaria de Planejamento de Goiás. Com um amplo crescimento no setor de serviços, na área de habitação e comércio em geral (PMSC, 2022).

A GO-536 (Senador Canedo - Entr. BR-352/GO-020), ou Alameda Perimetral Norte, no trecho em projeto, possui função múltipla dentro da rede viária, podendo ser classificada como local, já que no trecho de 6,6 km, abrange o tráfego local de ligação entre áreas do perímetro urbano de Senador Canedo e da Entr. BR-352/GO-020 e coletora por receber o tráfego de rodovias vicinais e avenidas. Integra o sistema de rodovia estadual com a nomenclatura 536EGO0010, estando atualmente pavimentada com uma pista.

O tráfego a ser gerado é potencialmente alto, determinado pela economia crescente da região possibilitando o incremento do fluxo de cargas e pessoas. A obra é considerada estratégica, visando facilitar o escoamentos dos produtos com mais segurança.

Histórico

Figura 2.5.2 - Síntese

SÍNTESE

Área: 248.291km²
Distância da capital: 16 km
Densidade Demográfica: 414,62 hab/Km²
População estimada (2016): 102.947
Numero de eleitores (2016): 65.611
Criação do município: Lei 10435 de 28/01/1988
Aniversário: 01 de junho
Gentílico: Canedense

Hidrografia
Bacia Hidrográfica: Rio Meia Ponte
Rios Principais: Ribeirão Bonsucesso, Rio Sozinha e Córrego da Matinha

Relevo e Vegetação
Altitute média: 801m
Relevo: aplainado
Ecossistema: Chapadas com vegetação arbustivas dos cerrados

Clima:
Tipo climático: Tropical com estação seca
Variação Média de Temperatura: 18,5º e 30º C
Precipitação acumulada anual média: 1.500 mm

Em Goiás, no início da sua colonização, a extração do ouro respondeu pelo processo inicial de ocupação do território, pois ele foi o principal fator de geração de riqueza e de povoamento do território. As cidades que nasceram à beira das minas obedeciam à lógica do empreendimento: tinham que ser erguidas ali, de olho nas bateias.

O chamado "ciclo do ouro" foi caracterizado por fluxos populacionais desordenados e anárquicos, com pouca racionalidade na implantação dos primeiros núcleos urbanos. Cidades efêmeras que se transformaram em cidades fantasmas após o esgotamento das minas. Somente algumas permaneceram de pé e chegaram ao tempo presente. Há necessidade de dizer que o ouro espalhou pelo território indivíduos obcecados pela riqueza fácil.

Senador Canedo se originou da construção da estrada de ferro da Rede Ferroviária Federal. Trabalhadores de Minas Gerais e Bahia se deslocavam para essa região para trabalhar na sua construção. A fazenda do Senador Canedo foi o local onde foram construídos os acampamentos dos trabalhadores, originando as primeiras moradias do futuro município.

Figura 2.5.3 – Estação Ferroviária de Senador Canedo

Estação Ferroviária - meados da década de 30. Fonte: Prefeitura

A formação territorial do município de Senador Canedo teve seu início na década de 1930, com a implantação da Estrada de Ferro Centro-Oeste, dando origem ao povoado de São Sebastião.

De acordo com Lima (2010) e IBGE (2010), o nome da cidade é uma homenagem ao Senador Antônio Amaro da Silva Canedo, primeiro representante do estado de Goiás em cenário nacional. Em 1953, o povoado foi elevado à condição de distrito de Goiânia, e em 1988, a Assembleia Legislativa de Goiás aprovou a emancipação do município, sancionada como Lei n. 10.435 de 09 de janeiro de 1988 pelo então governador Henrique Santillo.

A Estação de Senador Canedo foi inaugurada no dia 07 de setembro de 1950. O povoado permaneceu com o nome de Esplanada até por volta de 1953, quando foi elevado à condição de Distrito por intermédio da então Vereadora da cidade de Goiânia, Maria José Cândido. O estudo histórico feito por Moraes (2003) afirma ser a origem do povoado anterior à chegada da ferrovia, logo como local de pouso de boiadas na "região do Batata e do Bonsucesso"...

A condição de Distrito se deu por um Decreto-Lei assinado pelo então Prefeito de Goiânia, Venerando de Freitas Borges, e passou a se chamar Senador Canedo, isto porque a Estação já possuía este nome.

A emancipação do povoado de Esplanada ocorreu em 1988, época em que o município passou a denominar-se Senador Canedo. A efetivação, entretanto, só ocorreu em 1989. O distrito foi emancipado pela Lei n. 10.435 de 1988. Senador Canedo funcionou como periferia de Goiânia por quatro décadas, com infraestrutura urbana precária, servindo no contexto metropolitano como local de assentamento do excedente humano de Goiânia (LIMA, 2010).

A ocupação dos municípios pertencentes à região metropolitana de Goiânia intensificou-se, já que exigia o reordenamento e a apropriação dos loteamentos de Goiânia, que para serem aprovados, deveriam conter infraestrutura.

Senador Canedo, ... é um dos municípios que fazem parte da RMG, próximo desse grande centro consumidor a 16 km, tendo uma localização geográfica privilegiada e malha viária favorável. Com área territorial de 244,745 km² em 2002 chegou a 248,291 km² em 2016, e a densidade demográfica também apresentou elevação, passando de 97,67 hab/km² em 1991 para 216,88 hab/km² em 2000 e 344,27 hab/km² em 2010 (IMB, 2011).

Sua emancipação se deu em junho de 1989, Lei n. 10.435 assinada pelo Governador Henrique Santillo, com a pretensão de desenvolver o local e propiciar aos seus habitantes mais qualidade de vida. Seu crescimento populacional e processos de urbanização devem ser compreendidos dentro da RMG por pertencer ao mesmo aglomerado urbano, tendo interferências no cotidiano de seus habitantes, entre as quais a mobilidade urbana, que é um problema comum às grandes cidades brasileiras.

Com uma localização estratégica e proximidade com a capital lhe possibilita usufruir de sua infraestrutura econômica, como o aeroporto e os acessos pavimentados, sendo também beneficiado com o terminal ferroviário, que faz a diferença e o coloca como município competitivo (IMB, 2011).

Na aplicação das Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, o executivo foi mais efetivo no que se refere aos novos parcelamentos para ocupação dos vazios urbanos e facilitação do acesso à moradia de interesse social. Hoje a cidade conta com vários loteamentos em processo de ocupação ... por famílias de renda baixa.

Mas o grande crescimento da economia e do desenvolvimento de Senador Canedo se deu com a instalação do Polo Distribuidor da Petrobrás, a Transpetro, importante terminal de distribuição de combustível. Em 1996, pelo fato de estar perto dos grandes polos, como Goiânia e Brasília, em uma localização geográfica privilegiada, com boa malha viária, incrementou seu crescimento econômico ao ligar o município a Paulínia – SP pelos dutos, abastecendo toda região Centro-Oeste, exceto o entorno do Distrito Federal, ... A partir de então Senador Canedo começa a se fazer presente na lista dos municípios em destaques em arrecadação de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e composição do PIB. O PIB per capita foi de R$ 37.760,56 em 2010 e R$ 26.760,89 em 2015, impactado pelo Polo Petroquímico da Petrobrás, gerando um total de receitas maior que as despesas, com percentual das receitas oriundas de fontes externas de 71,1%.

O funcionamento da Ferrovia Norte-Sul (FNS) – implantada no governo Sarney (1985 – 1990) e retomada como Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo Lula (2003 – 2010) – ligou Senador Canedo a Anápolis ... e facilitou ainda mais o escoamento da produção, reforçando o crescimento da economia local. O curto período em que a estrada de ferro funcionou como transporte de passageiros e outras mercadorias, antes de ser monopolizado pelo transporte de combustíveis, foi um fator decisivo na migração e no êxodo rural do sul goiano em direção a capital e de suma importância na formação e dinâmica interna do distrito de Senador Canedo (LIMA, 2010).

Carvalho de Castro et al. (2018) colocam que a implantação da Ferrovia Norte-Sul se apresenta como uma tentativa de promover maior integração nacional cortando o território brasileiro de Norte a Sul, resgatando projetos do setor ferroviário. Tal integração foi fundamental para desenvolvimento da RMG e, consequentemente o município de Senador Canedo. Em razão do crescimento e expansão do vilarejo começaram a chegar os imigrantes, que sentiram a necessidade de uma atividade que gerasse lucro. Assim, o setor agropecuário foi adotado passando a se constituir na primeira fonte de renda do povoado, fato que permaneceu ativo durante um período bem longo. Em meados da década de 1990, a cooperativa de carne que era responsável pela geração de empregos e lucratividade do município, decretou falência, e com isso o município de Senador Canedo financeiramente ficou estagnado por um tempo muito significativo. A cidade também apresentou alternativas e uma nova fase na economia foi se descortinando após esse período de inércia financeira da agropecuária (Prefeitura de Senador Canedo, s/d).

*No que tange as potencialidades econômicas de Senador Canedo, essas estão na produção local da agropecuária e nas atividades industriais, construção civil, comércio e serviços. Juntamente com Goiânia e Aparecida de Goiânia, são os municípios que mais recebem investimentos privados, além de possuírem prefeituras com melhores condições financeiras para a implementação de políticas públicas compensatórias (IMB, 2011). (**Expansão Urbana e Vulnerabilidades Sócioambientais no Distrito Sede de Senador Canedo – GO** – 2019)*

Características da Região Metropolitana de Goiânia (IFG)

A Região Metropolitana de Goiânia possui 7.315,15 km² de área total e 2.173.006 habitantes (297,05 de densidade populacional), distribuídos em 20 municípios, de acordo com os dados do IBGE. Do universo da sua população, 98,02% vive em área urbana e apenas 1,98% em área rural. A população masculina (48,46%) é levemente inferior à feminina (51,54%). Mais da metade da população da microrregião (59,91 %) reside no município de Goiânia.

Os 20 municípios que compõem a Região Metropolitana de Goiânia são: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Caturaí, Goianápolis, Goiânia, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nova Veneza, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, ***Senador Canedo****, Terezópolis de Goiás e Trindade ...*

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, foi transferida aos Estados a competência para instituir regiões metropolitanas, assim, através da Lei Complementar nº 27 de 1999, foi criada a Região Metropolitana de Goiânia constituída de 11 municípios. Com a Lei Complementar nº 78 de 2010 a Região Metropolitana de Goiânia – RMG passou a ser constituída por 20 Municípios: ...

Figura 2.5.4 – Microrregião de Goiás

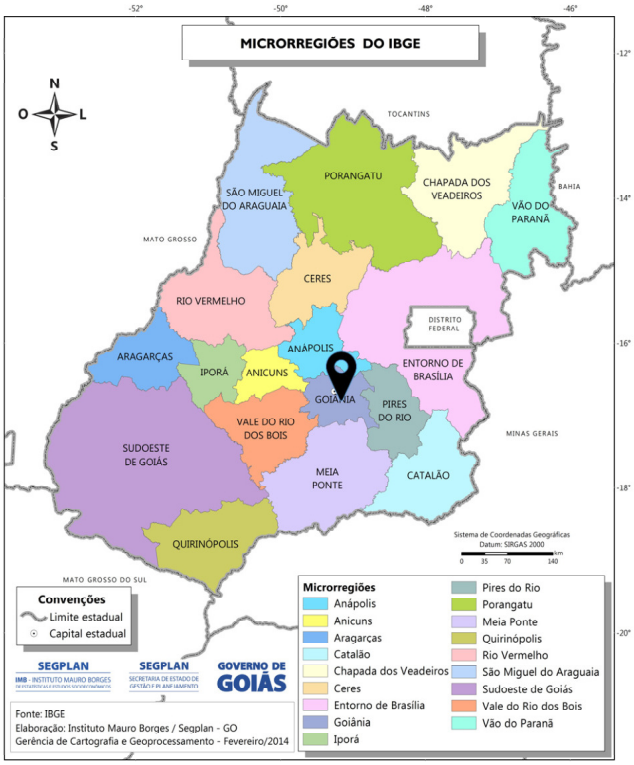
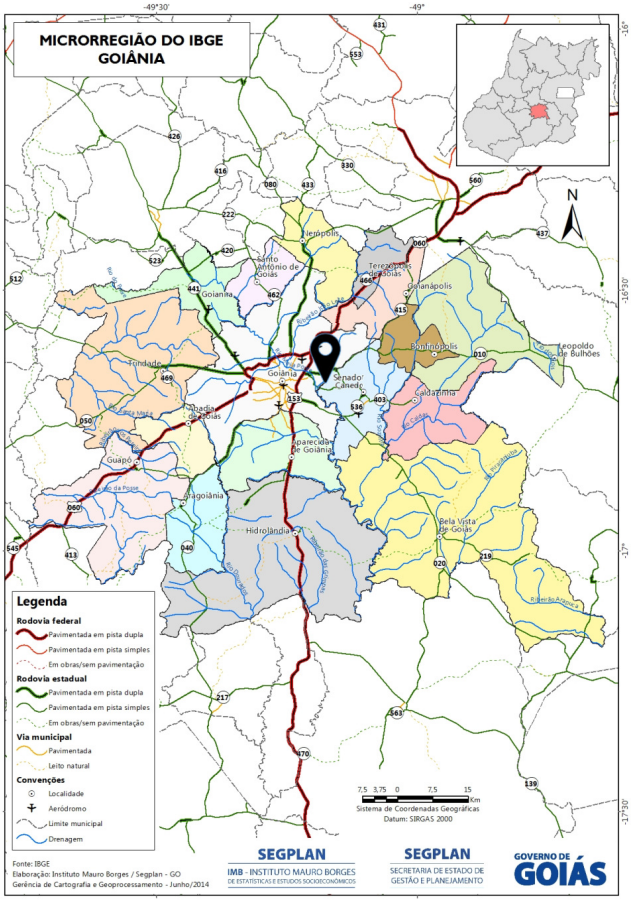
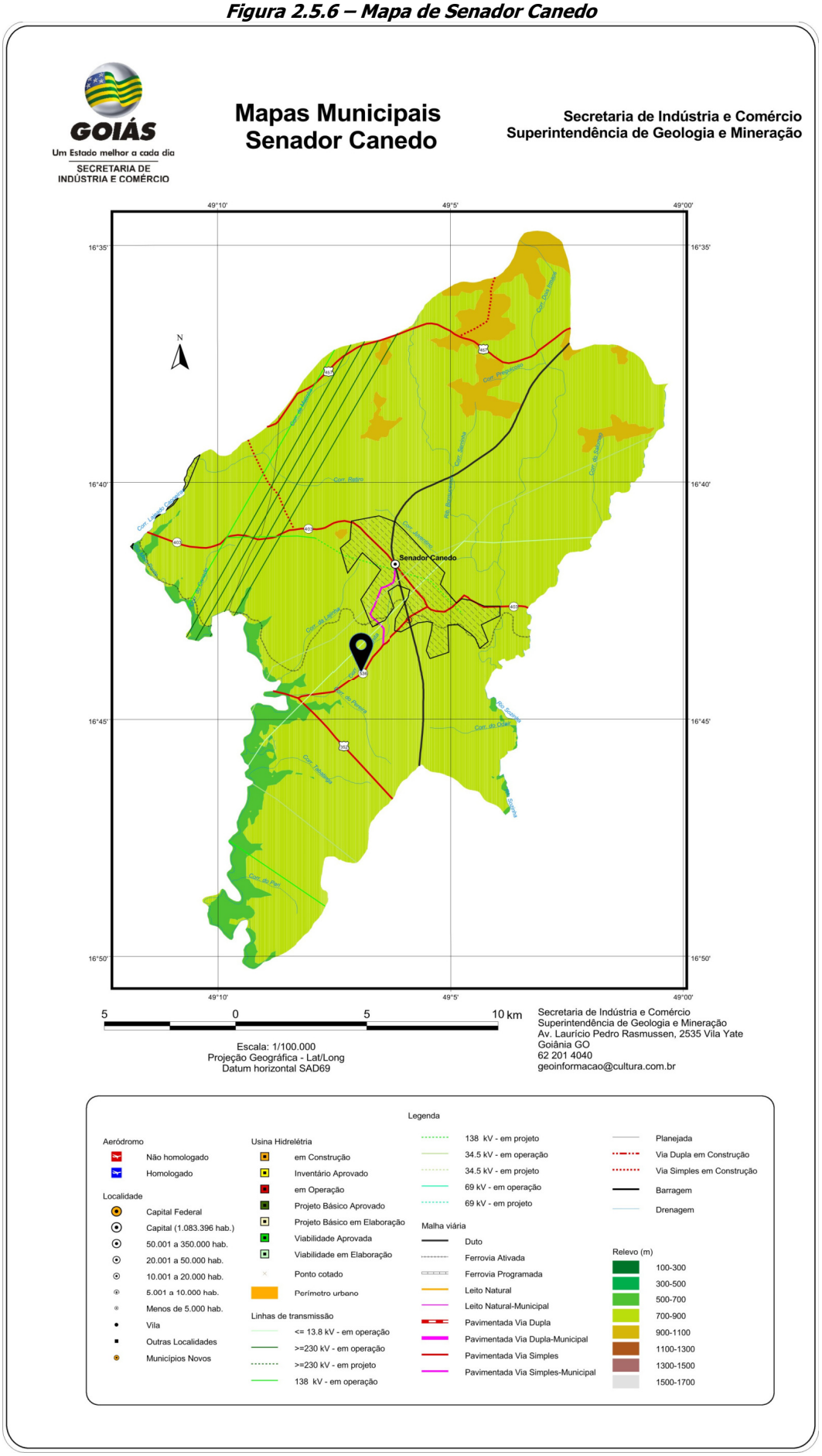


Figura 2.5.5 – Microrregião de Goiânia



Localização do trecho

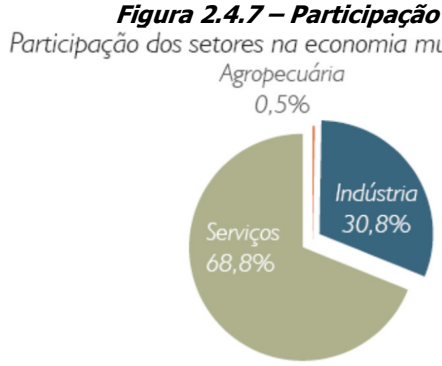
Figura 2.5.6 – Mapa de Senador Canedo



Economia

Senador Canedo está entre os municípios que mais crescem no estado. Sua importância econômica se atesta por sua posição como segundo maior gerador de ICMS do estado (22,83% do total arrecadado). Figura entre as dez maiores economias, corroborando para o bom resultado o desempenho da indústria do ramo de alimentos e de produtos de higiene, vestuário, papel e químicos, o que consolida o município como polo industrial.

Figura 2.4.7 – Participação na economia



Fonte:IMB/Segplan-GO/IBGE

Figura 2.5.8 – Produto Interno Bruto

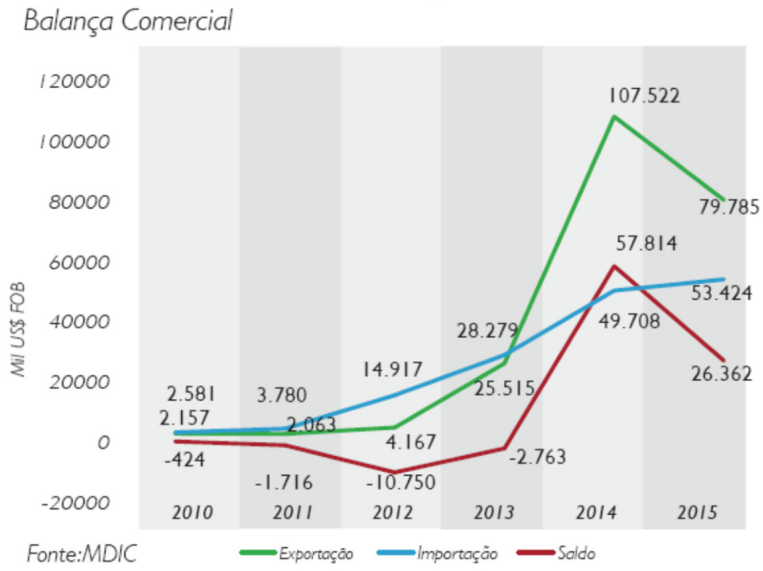
Produto Interno Bruto (R$ mil), participação e posição no ranking estadual – 2010 e 2013

Variáveis	2010			2013		
	Valor	Part.	Rank	Valor	Part.	Rank
PIB Total	963.842	0,9%	16º	2.324.055	1,5%	9º
Serviços	653.622	1,2%	12º	1.364.408	1,7%	9º
Indústria	191.922	0,7%	20º	611.006	1,8%	9º
Agropecuária	6.598	0,1%	212º	8.997	0,1%	213º
PIB *per capita* (R$)	11.420,07		119º	24.459,10		58º

Fonte:IMB/Segplan-GO/IBGE

A indústria de transformação representa 30,8% de sua estrutura produtiva, e o setor de serviços 68,8%. O município abriga o terminal da Transpetro, o Centro Distribuidor da Petrobrás (ligado por duto à refinaria de Paulínea-SP) e distribuidoras regionais de combustíveis, o distrito agroindustrial e terminal base da Ferrovia Centro Atlântica (FCA), ponto de integração entre as malhas ferroviárias do norte e sudeste. No modal rodoviário, dispõe de quatro acessos pavimentados (GO 010; 020 e 403) fatores decisivos para sair do 20º para o 9º lugar no ranking de participação no Valor Adicionado no estado no setor de Indústria de 2010 para 2013; e no Setor de Serviços da 12ª posição para a 9ª posição.

Figura 2.4.9 – Balança Comercial



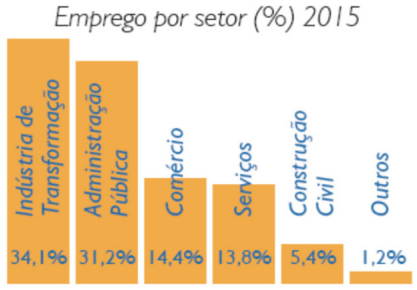
Fonte:MDIC

Com localização geográfica privilegiada, fácil acesso a importantes rodovias e ferrovias de integração estadual e federal com ligação ao Porto Seco de Anápolis e ao Aeroporto Santa Genoveva em Goiânia, importantes centros de distribuição do estado, Senador Canedo, apesar do cenário internacional desfavorável, apresentou saldo positivo em sua balança comercial nos anos de 2014 e 2015.

De acordo com dos dados do RAIS/MTE, a Indústria de Transformação é o setor que mais emprega no município (34,1%), seguida pela Administração Pública, responsável por 31,2% dos empregos. O cenário vem se modificando de forma acentuada na esteira da crise econômica do país onde a Indústria de Transformação perdeu 1.044 postos de trabalho no período recente, representando 88,3% do total de perdas.

*A população de Senador Canedo em idade ativa (PIA) totaliza 69.732, das quais 45.803 são economicamente ativas (PEA), enquanto a população não economicamente ativa - PNEA totaliza 23.929 (34,3%). Na PEA, a maioria está ocupada (92,2%); e somente 7,8% está desocupada. Os homens tem uma participação maior na PEA: 55,8%, e apresentam um percentual menor de desocupados: 3,0%. (**IMB, 2022**)*

Figura 2.5.10 – Empregos



Fonte:RAIS/MTE

Figura 2.5.11 – Número de Empregados

Número de empregados admitidos e desligados – 2015

Grandes setores	Admitidos	Desligados	Saldo
Indústria de Transformação	2.635	3.679	-1.044
Serviços	1.282	1.193	89
Comércio	1.108	1.085	23
Construção Civil	1.140	1.249	-109
Agropecuária, Silvicultura e Pesca	92	92	0
Serviços Ind.de Utilidade Pública	66	189	-123
Administração Pública	-	1	-1
Extrativa Mineral	7	25	-18
Total	6.330	7.513	-1.183

Fonte:Caged/MTE

Figura 2.5.12 – Igreja Matriz

Figura 2.5.13 – Monumento das Bençãos

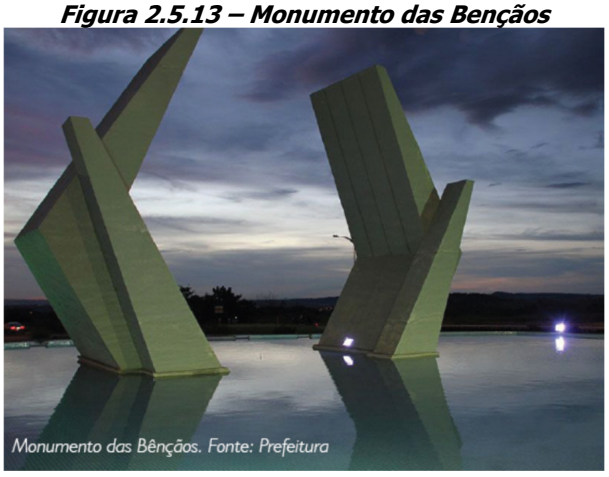
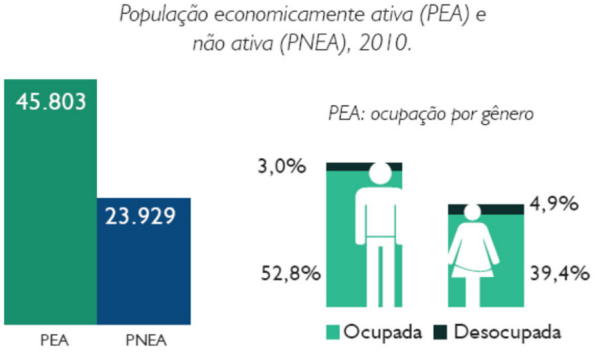
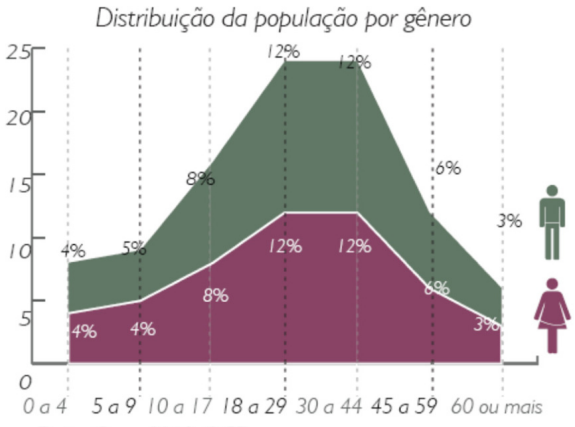


Figura 2.5.14 – População Economicamente Ativa e não Ativa



Fonte: IBGE
Obs: A soma da PEA (ocupada e desocupada) e PNEA é igual a PIA.

Figura 2.5.15 – Distribuição da População



Fonte: Censo 2010, IBGE.

Figura 2.5.16 – Indicadores Demográficos

Indicadores demográficos	
Taxa de Mortalidade Infantil (por 1.000 nascidos vivos) (2014)	9,93
Esperança de Vida ao Nascer (anos de idade) (2010)	74,59
Taxa de Fecundidade (filhos por mulher em idade fértil) (2010)	2,12
Taxa de Crescimento Geométrico Populacional (%) (2016)	3,36
Taxa de urbanização (%) (2010)	99,61

Fonte: Censo 2010 e Cidades / IBGE.

Do ponto de vista econômico a região de abrangência do município é considerada a 5ª economia de Goiás, medida através de seu produto interno bruto (PIB), destacando-se no setor de serviços e como principal polo de distribuição de combustíveis do Estado. Ao mesmo tempo, conta em seu território com uma expressiva produção industrial de alimentos, de móveis e do setor coureiro.

Trabalho e Rendimento

No censo de 2010 a renda per capita média dos domicílios particulares permanentes da zona urbana era de R$ 537,38. O município tem a característica de maior uniformidade de renda, ou seja, os domicílios estão entre 2 a 5 salários mínimos. A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita inferior a R$ 140,00 passou de 40,59% em 1991 para 25,53% em 2000, e para 7,63% em 2010 de acordo com IBGE (LIMA 2010). A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos pode ser descrita através do Índice de Gini que foi de 0,43 (IBGE, 2010). A classificação decorrente desse índice coloca como porcentagem de pessoas extremamente pobres 1,59% e de pessoas pobres de 7,63%.

A taxa de atividade da população de 18 anos ou mais economicamente ativa era de 76,53% em 2010, enquanto que a taxa de desocupação ou população economicamente ativa desocupada era 7,02%. A população economicamente inativa era de 16,5%. Das pessoas economicamente ativas ocupadas 2,15% trabalhavam no setor agropecuário, 034% na indústria extrativa, 11,2% na indústria de transformação, 13,51% no setor de construção, 1,13% no setor de utilidade pública, 16,42% no comércio e 48,29% no setor de serviços (IBGE, 2010).

*Em 2010, o percentual da população em domicílios com água encanada era de 99,11%, com energia elétrica era 99,97%, e com coleta de lixo 98,79%. A porcentagem da população com banheiro e água encanada é de 90,44%. Nos índices de vulnerabilidade social, a porcentagem de crianças fora da escola de 0 a 5 anos é de 69,0% e de 6 a 14 anos é de 3,17%; 8,75% não estudam, não trabalham e são vulneráveis na faixa de 15 a 24 anos. No tocante à família, a porcentagem de mulheres entre 10 e 17 anos que tiveram filhos é de 3,39%. A taxa de atividade de 10 a 14 anos é de 8,72%. Mães chefes de família sem o ensino fundamental e com filho menor é de 26,61%; vulneráveis e dependentes de idosos é de 1,20%. Quanto a taxa de renda, a porcentagem de vulneráveis à pobreza é de 27,88%, crianças extremamente pobres é de 2,77%, e pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal é de 31,05% (IBGE, 2010). (**Expansão Urbana e Vulnerabilidades Sócioambientais no Distrito Sede de Senador Canedo – GO** – 2019)*

*Em 2020, o salário médio mensal era de 2,3 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 17.8%. Na comparação com os outros municípios do estado, ocupava as posições 29 de 246 e 77 de 246, respectivamente. Já na comparação com cidades do país todo, ficava na posição 887 de 5570 e 1704 de 5570, respectivamente. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 31.8% da população nessas condições, o que o colocava na posição 199 de 246 dentre as cidades do estado e na posição 4330 de 5570 dentre as cidades do Brasil. (**IBGE**, 2020)*

Aspectos sociais

Segundo o ... IBGE, em 2010 a cidade possuía 84.443 habitantes, a densidade demográfica é de 341,01 habitantes/Km². Sendo que nos últimos cinco anos a população quadruplicou em decorrência da chegada de indústrias. Esse crescimento avantajado trouxe para a pequena

cidade, que não se encontrava preparada para essa explosão de desenvolvimento, alguns problemas que terão que ser atacados no futuro, a fim de que não gere a desordem e torne o município vítima de seu próprio crescimento, sucumbindo por incapacidade de contornar o que ele mesmo gerou. A população urbana, do total acima, é de 84.111 habitantes e a rural de 332 habitantes. Desse total, 42.211 habitantes do sexo masculino e 42.232 habitantes do feminino, sendo que dessa população, 23.379 habitantes têm menos de 15 anos; 57.843 habitantes com idade entre 15 e 64 anos e 3.221 habitantes acima de 65 anos.

...

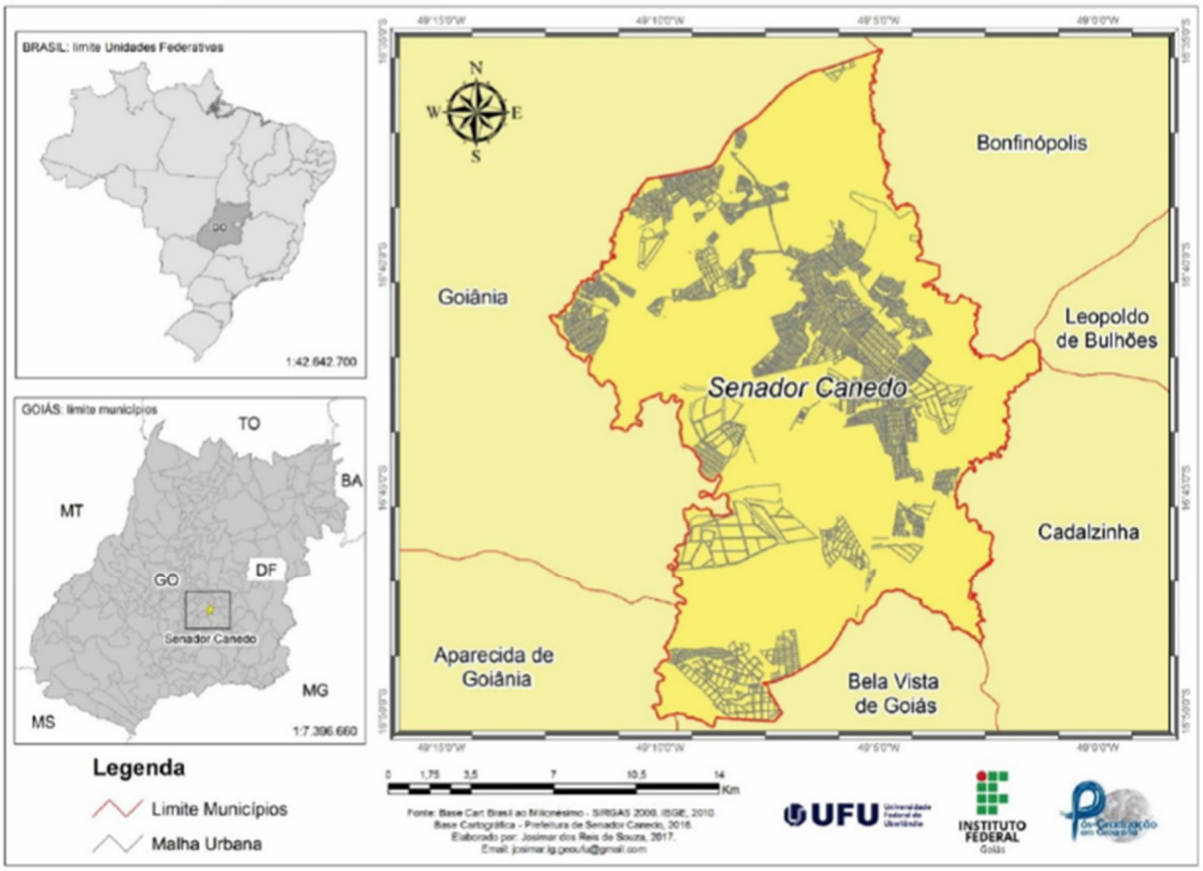
Conforme ... (o) IBGE (2010), a explosão demográfica do município se deu em cinco anos, contudo, sem planejamento e de forma desordenada, aumentando ainda mais as mazelas dos serviços públicos ofertados à população. O acréscimo da população urbana foi assustador, enquanto o decréscimo da rural se apresenta cada vez maior.

...

Entre 1991 e 2010 houve um significativo crescimento populacional de 253,24% ... de Senador Canedo, em contrapartida, entre 2000 e 2010 houve uma grande diminuição da população rural ..., visto que, em 1991, eram a maioria, o que evidencia a consolidação do município como essencialmente urbano (IBGE, 2010).

Na Figura a seguir é apresentado o mapa de Senador Canedo com os loteamentos existentes.

Figura 2.5.17



*A expansão da metrópole aumenta o desafio referente à oferta de infraestrutura urbana e de serviços, como escola, saneamento básico, postos de saúde, energia elétrica, etc. Ressalta-se que um crescimento desordenado aprofunda a desigualdade territorial, com áreas desprovidas de serviços básicos. (**Expansão Urbana e Vulnerabilidades Sócioambientais no Distrito Sede de Senador Canedo – GO** – 2019).*

O município de Senador Canedo convive com um significativo crescimento populacional, apresentando uma taxa de crescimento de 3,36% em 2016. Entre 1991 e 2010 houve um crescimento de 253,24% na população. Destaca-se que entre 2.000 e 2010, houve uma grande diminuição da população rural, que em 1991 era maioria, o que evidencia a consolidação do município como essencialmente urbano (taxa de urbanização de 99,61%).

Tabela 2.5.1 – Ranking de População (2000, 2010 e 2017)

Tabela 7 – Ranking dos vinte maiores municípios goianos em população - 2000, 2010 e 2017.

Municípios	População (hab.)					
	Censo 2000	Classif.	Censo 2010	Classif.	Estimativa 2017	Classif.
Goiânia	1.093.007	1º	1.302.001	1º	1.466.105	1º
Aparecida de Goiânia	336.392	2º	455.657	2º	542.090	2º
Anápolis	288.085	3º	334.613	3º	375.142	3º
Rio Verde	116.552	5º	176.424	4º	217.048	4º
Luziânia	141.082	4º	174.531	5º	199.615	5º
Águas Lindas de Goiás	105.746	6º	159.378	6º	195.810	6º
Valparaíso de Goiás	94.856	7º	132.982	7º	159.500	7º
Trindade	81.457	8º	104.488	8º	121.266	8º
Formosa	78.651	10º	100.085	9º	115.789	9º
Novo Gama	74.380	12º	95.018	10º	110.096	10º
Senador Canedo	**53.105**	**15º**	**84.443**	**14º**	**105.459**	**11º**
Itumbiara	81.430	9º	92.883	11º	102.513	12º
Catalão	64.347	14º	86.647	13º	102.393	13º
Jataí	75.451	11º	88.006	12º	98.128	14º
Planaltina	73.718	13º	81.649	15º	88.863	15º
Caldas Novas	49.660	17º	70.473	16º	84.900	16º
Santo Antônio do Descoberto	51.897	16º	63.248	17º	71.887	17º
Goianésia	49.160	18º	59.549	18º	67.507	18º
Cidade Ocidental	40.377	19º	55.915	19º	66.777	19º
Mineiros	39.024	20º	52.935	20º	62.750	20º
Total dos 20 municípios	**2.988.377**		**3.770.925**		**4.353.638**	
Total do ESTADO	**5.003.228**		**6.003.788**		**6.778.772**	
Participação (%)	**59,73**		**62,81**		**64,22**	

Fonte: IBGE

Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Sistematização e Disseminação de Informações Socioeconômicas - 2018.

A densidade demográfica também apresentou elevação, passando de 97,67 hab/km², em 1991, para 414,62 hab/km² em 2016. O deslocamento de populações para Senador Canedo está fortemente marcado pela presença de jovens, que se deslocam à procura de empregos e oportunidades no próprio município, ou de moradia mais acessível com perspectiva de obtenção de empregos e oportunidades nos municípios vizinhos: Goiânia e Aparecida de Goiânia.

Figura 2.5.18 – Praça Criativa

Praça Criativa do Setor Central. Fonte: Prefeitura

Figura 2.5.19 – UPA

UPA. Fonte: Prefeitura

A configuração da população por gênero apresenta-se homogênea - somente na faixa de 5 a 9 anos os homens são maioria. De resto, as mulheres estão em número levemente superior.

A expectativa de vida ao nascer cresceu 5,5 anos na primeira década do milênio, passando de 69,1, em 2000, para 74,6 anos, em 2010. Em 1991 era de 64,4 anos.

Dados de 2014 mostram a taxa de mortalidade infantil em um patamar de 9,93 - dentro dos padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde que é de 10 mortes para cada 1.000 nascidos.

Figura 2.5.20 – Índice de Desenvolvimento Humano

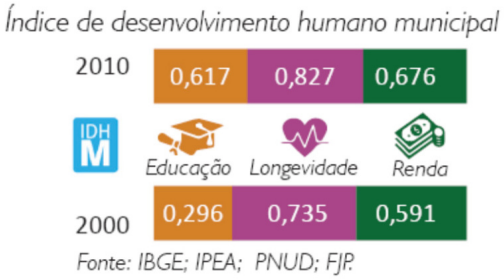
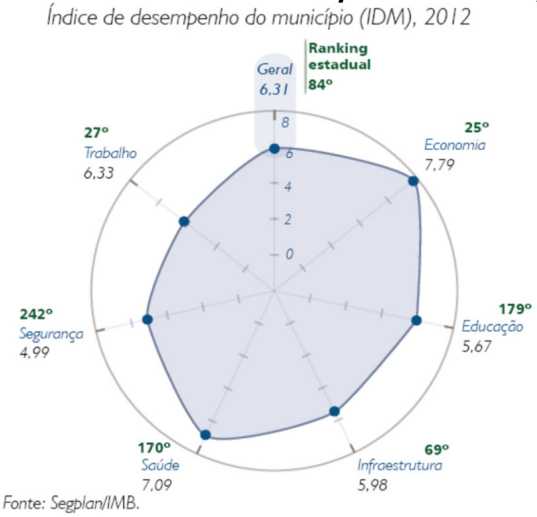


Figura 2.5.21 – Índice de Desempenho do Município



O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Senador Canedo é 0,701, que o situa na faixa de desenvolvimento humano alto. A dimensão que mais contribui para o IDHM é a Longevidade, seguida de Renda e de Educação. Apesar do intenso desenvolvimento econômico-social dos últimos anos, o 84º lugar no índice geral do Índice de Desempenho Municipal, ... indica que Senador Canedo merece atenção nas dimensões segurança, educação, saúde, infraestrutura e trabalho de forma que sua pujança econômica se receita na área social.

Figura 2.5.22 – Ensino Fundamental

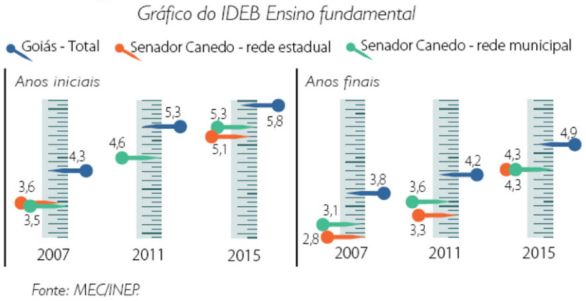


Figura 2.5.23 – Saúde e Saneamento

Saúde e saneamento	2015
Hospitais (número)	2
Leitos (número)	98
Número de Leitos por 1.000 Habitantes	0,98
População Atendida com Água (%)	[1]
População Atendida com Esgoto (%)	[1]

Fonte: Datasus/Saneago. Nota [1] – Atendido pela prefeitura.

Figura 2.5.24 – GO-403

Figura 2.5.25 – Perfil dos Jovens

Na área educacional, os indicadores mostram uma tendência de melhora crescente na série histórica, mas com o desempenho mantendo-se abaixo da média estadual em todos os níveis contemplados na análise, assinalando para a necessidade de se aprimorar instrumentos para a efetividade nos resultados do processo ensino-aprendizagem.

A Agência de Saneamento de Senador Canedo (SANESC) trabalha no serviço de abastecimento de água ... e conta ainda com uma estação de tratamento de esgoto em operação e outra em fase de construção. O atendimento da área urbana com água tratada e coleta de lixo está praticamente universalizado. Na área de saúde, as UBSs do município, ... funcionam sem registro de superlotação ou pessoas sem serem atendidas.

*Em estudo do IMB, Senador Canedo ocupa a 127ª posição em vulnerabilidade juvenil, e se oportunidade de acesso à educação e emprego influência de forma positiva o resultado, o número da violência entre os jovens em Senador Canedo é um alerta. (**IMB, 2022**)*

Tabela 2.5.2 – Unidades Locais de Empresas e Pessoal Ocupado (2013 a 2015)

Tabela 3 - Brasil, Centro-Oeste, ESTADO DE GOIÁS e maiores municípios: Unidades locais de empresas e pessoal ocupado total em 31/12 – 2013 – 15.

Especificação	Número de unidades locais			Pessoal ocupado total		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Brasil	**5.874.465**	**5.589.526**	**5.603.592**	**55.166.521**	**55.263.992**	**53.541.695**
Centro-Oeste	**453.409**	**436.291**	**442.263**	**4.561.819**	**4.618.135**	**4.474.227**
ESTADO DE GOIÁS	**182.129**	**175.579**	**179.491**	**1.645.974**	**1.646.924**	**1.623.217**
Goiânia	63.408	61.265	62.929	690.377	678.744	668.262
Aparecida de Goiânia	9.539	9.390	9.841	132.333	130.670	119.910
Anápolis	10.231	10.015	9.914	105.508	109.278	107.526
Rio Verde	6.065	5.764	5.910	56.861	57.534	57.307
Itumbiara	3.881	3.725	3.657	31.301	31.629	31.748
Catalão	3.432	3.612	3.543	29.490	29.679	28.512
Caldas Novas	3.473	3.551	3.553	24.102	25.508	26.620
Luziânia	3.679	3.420	3.270	25.563	25.408	25.028
Jataí	2.995	2.713	2.676	20.872	20.997	21.296
Valparaíso de Goiás	2.459	2.338	2.374	17.098	18.974	18.290
Senador Canedo	**1.558**	**1.481**	**1.531**	**17.369**	**18.709**	**18.251**
Goianésia	2.070	1.960	2.234	14.684	15.340	16.277
Mineiros	1.943	1.675	1.732	16.816	17.625	16.133
Formosa	2.607	2.585	2.601	16.688	16.491	16.017

Fonte: IBGE / Cadastro Central de Empresas.

Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Sistematização e Disseminação de Informações Socioeconômicas - 2018.

OBS: Até o ano de referência de 2006 as empresas e outras organizações eram classificadas segundo a versão 1.0 da CNAE. A partir de 2007, com o objetivo de manter a comparabilidade internacional, bem como de dotar o País com uma classificação de atividades econômicas atualizada com as mudanças no sistema produtivo das empresas, passou a vigorar a versão 2.0 da CNAE.

Distrito Agroindustrial de Senador Canedo

No setor industrial, a política de fomento à industrialização do Estado beneficiou Senador Canedo com a implantação do Distrito Industrial de Goiânia (1968) e de indústrias frigoríficas. Porém, somente após sua emancipação política, Senador Canedo passou a receber investimentos empresariais, somando, em 1997, um total de 20 estabelecimentos industriais, entre eles o Polo Coureiro e Calçadista de Goiás, o Terminal de Distribuição de Derivados de Petróleo e diversas microempresas. Quanto ao setor de comércio e serviços, este passou por um grande desenvolvimento, acompanhando o crescimento demográfico da região.

Em 1991 a Câmara Municipal aprovou o Plano Diretor-Físico-Espacial de Senador Canedo (GO), algumas providências e definições sobre o setor secundário foram tomadas no âmbito da Lei.

Tabela 2.5.3 – Distrito Industrial de Senador Canedo

Tabela 6 - ESTADO DE GOIÁS: Distritos industriais, sob gestão da GOIASINDUSTRIAL - Posição: Março/ 2014.

Distrito	Área (m²)	Nº de empresas	Distância do distrito a Goiânia (km)	Obras de infraestrutura	Setor de Atividade
Distrito Agroindustrial de Senador Canedo (Polo Coureiro)	**1.036.379,00**	**29**	**18**	**Fornecimento de água bruta (prefeitura), pavimentação asfáltica com meio-fio, rede de energia elétrica, rede telefônica, sede administrativa e sistema de tratamento de esgoto.**	**Fabricação de papel, máquinas e equipamentos, reciclagem, químicos, artefatos de cimento/madeira/metálico/tanoaria, embalagens de plástico, móveis de madeira/metal/outros, agrícolas, embalagens de papelão/madeira, estruturas metálicas, tintas e revestimentos e alimentícios.**

Fonte: GOIASINDUSTRIAL – Companhia de Distritos Industriais de Goiás.

Elaboração: SEGPLAN-GO / IMB / Gerência de Sistematização e Disseminação de Informações Socioeconômicas - 2018

EIA – Estudos de Impacto Ambiental.

RIMA – Relatório Impacto Ambiental.

O município assumiu a responsabilidade de garantir o desenvolvimento de sua economia, inclusive o setor secundário. Dessa maneira foi criado o zoneamento especial para implementação de uma área da cidade destinada ao setor industrial, bem como a presença de algumas indústrias, como do polo coureiro-calçadista e o polo confeccionista.

Terminal da Petrobrás - A base econômica de Senador Canedo

O Terminal da Petrobrás Transporte S.A. - Transpetro, é uma subsidiária da Petrobrás que começou a operar em Senador Canedo em 1996. Trata-se de um centro de distribuição de combustível do Poliduto São Paulo-Brasília (OSBRA), em Goiás, responsável pelo transporte de óleo diesel, gasolina, álcool e GLP oriundos da Refinaria do sistema REPLAN, em Paulínia-SP, com 780 km de extensão. Para a construção do duto, a estatal de petróleo investiu cerca de U$ 350 milhões. O Terminal está instalado numa área de 940 m², onde trabalham cerca de 40 pessoas, entre funcionários da subsidiária e terceirizados, que realizam serviços de rotina.

Terminal da Ferrovia Centro-Atlântica - FCA

Com a chegada da ferrovia as cidades existentes começaram a se urbanizar, novos núcleos urbanos se desenvolveram. Até o início da implantação da ferrovia, a área que forma a atual Microrregião de Catalão era constituída apenas por Catalão e Ipameri. Da mesma forma, a área que constitui a Microrregião de Pires do Rio, era formada apenas por Orizona e Silvânia. Porém, com a ferrovia, vários núcleos urbanos começaram a surgir (povoados, vilas, distritos e cidades), ou seja, uma nova configuração territorial foi marcando as áreas do Sudeste Goiano.

A Ferrovia Centro-Atlântica (FCA) é uma empresa que presta serviços logísticos, para as regiões sudeste, nordeste e centro-oeste, transportando produtos industrializados e insumo. Em 31/10/2007, a ANTT decidiu aceitar a devolução, pela FCA, do trecho entre Senador Canedo-Goiânia, um trecho de 4,5 km. Hoje a FCA define como fim da linha tronco o pátio de Leopoldo de Bulhões - bifurcação para o polo de Anápolis. De Leopoldo de Bulhões até Senador Canedo é apenas um ramal [1].

Se na Ferrovia Norte Sul, o "trem" tende a ser um propulsor de desenvolvimento, com a efetiva operação da Rumo em trecho goiano, na Centro Atlântica, ou melhor na antiga Estrada de Ferro de Goyaz, centenária via-férrea que padece pelo esquecimento do poder público e falta de interesse da concessionária, a VLI, subsidiária da Vale.

Figura 2.5.26 - A estação nova em 2006

Figura 2.5.27 - A estação nova em 11/2010

Figura 2.5.28 – Vagões Abandonados em Senador Canedo

Saúde (IBGE)

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 11,31 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 1,9 para cada 1.000 habitantes. Comparado com todos os municípios do estado, fica nas posições 98 de 246 e 68 de 246, respectivamente. Quando comparado a cidades do Brasil todo, essas posições são de 2480 de 5570 e 1604 de 5570, respectivamente.

[1] A ferrovia chegou a Anápolis em 1935, e havia a intenção de levá-la a Cidade de Goiás, mas com a construção de Goiânia, houve a modificação do projeto, com a construção de um ramal entre Leopoldo de Bulhões e a nova capital.
Os trens operaram em Goiânia entre o início da década de 1950 até a década de 1980, quando houve a retirada do polo ferroviário para construção da nova Rodoviária de Goiânia. O terminal ferroviário foi levado para Senador Canedo e atualmente está completamente abandonado.
O CREA-GO encaminhou ofício à ANTT, recomendando a não renovação da concessão com a VLI. O documento ressalta que, de acordo com levantamento feito pela ANTT, o volume de transporte em Goiás continua o mesmo desde 2006. Ou seja, o volume de cargas com origem ou destino em Goiás e Distrito Federal em 2020 é inferior ao de 2006, com exceção do transporte de bauxita com origem em Brasília. Em relação à ociosidade da ferrovia (2021) mostra que, em Goiás, a ferrovia está ociosa, com níveis próximos a 90%, mesmo havendo uma grande demanda de cargas a serem transportadas.

Território e Ambiente (IBGE)

Apresenta 25% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 63,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 10,8% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 104 de 246, 194 de 246 e 52 de 246, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 3354 de 5570, 3499 de 5570 e 2710 de 5570, respectivamente.

Infraestrutura e Transporte

Em 2015, Senador Canedo foi citada entre as 50 cidades pequenas mais desenvolvidas do Brasil, segundo pesquisa da Consultoria Urban Systems ocupando a quarta colocação no ranking, atrás apenas das cidades de Paulínia-SP, Lucas do Rio Verde-MT e Ipojuca-PE, e em 2016, ... Senador Canedo integra a lista das 100 melhores cidades do Brasil para se fazer negócios.

Por se tratar de uma região em franco desenvolvimento econômico abrigando o maior polo distribuidor de combustíveis do Centro Oeste e empresas de porte como JBS, Cicopal, Jaipel, dentre outras, o IFG e a UEG instalaram campus ..., oferecendo cursos no eixo Tecnológico e Processos Industriais (IFG) nas áreas de refrigeração e climatização, química, automação industrial e mecânica, e a UEG cursos de graduação e especialização na área de logística. O município conta também com a Faculdade Evangélica de Senador Canedo e Faculdade Padrão.

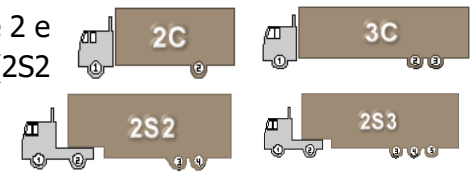
*Obras infra estruturais como a duplicação das rodovias GO 020 (Senador Canedo-Bela Vista), e da GO 403 (Goiânia-Senador Canedo), iluminação ao longo da pavimentação, viaduto no cruzamento da GO 010, são apontadas como fomentadoras do setor imobiliário na região, destacando, sobretudo, a expansão dos condomínios horizontais. (**IMB, 2022**)*

Tráfego

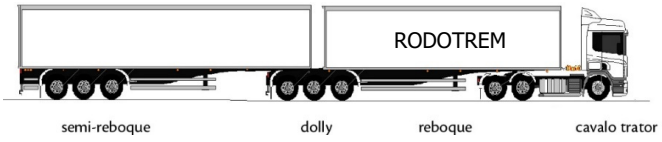
Ao longo do trecho em projeto, o tráfego terá característica múltipla, de acesso local à longa distância. As viagens **locais ou de curtíssima distância** são as geradas na área de influência da rodovia e tendo como destino a mesma região. As viagens de **curta distância** são as que tem como destino o o próprio município, por ser uma rodovia com características urbanas, e municípios circunvizinhos. A viagem de **longa distância** faz ligações com os municípios mais afastados do Estado. A determinação de um destino leva em consideração o trânsito de pessoas e de carga, de curta e de longa distância, inter-regional e internacional.

A frota será heterogênea, com grande percentual de veículos de passeio, e por veículos de carga de curta e longa distância.

Os veículos de carga identificados são em sua maioria veículos de 2 e 3 eixos (2C e 3C), seguidos pelos semi-reboques de 4 e 5 eixos (2S2 e 2S3).



Em menor número os caminhões de 7 e 9 eixos do tipo Rodotrem (combinação de dois semirreboques ligados por um *dolly* de dois eixos). Esta combinação atinge um peso bruto total (PBTC) de 74 toneladas, o que aumenta em 64% a capacidade de carga transportada (comparando-se com uma combinação tradicional de três eixos (6×2). Esse veículo necessita, por lei, ser tracionado por caminhão 6×4. No momento da solicitação da licença (A E T – Autorização Especial de Trânsito), é preciso definir o trajeto a ser percorrido pelo veículo.



Instruções de Projeto

Os seguintes tópicos da IP-05 não se aplicam ao presente estudo de tráfego, sendo mais indicados para estudos de viabilidade para obras de maior porte, como obras de concessão rodoviária:

- Elaboração de matrizes de geração e distribuição de viagens;
- Elaboração de sistemas viários alternativos;
- Análise da distribuição modal;
- Alocação das viagens na malha.

2.5.3 PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE TRÁFEGO

Importância do Tráfego para o Projeto Geométrico

O projeto geométrico deve ser adequado para o volume futuro estimado, para o tráfego diário e a hora de pico, para as características dos veículos e para a velocidade de projeto.

- Deve ser seguro para os motoristas;
- Deve ser consistente, evitar trocas de alinhamentos, greide, etc;
- Ser completo (sinalização e controle);
- Ser econômico (em relação aos custos iniciais e custos de manutenção);
- Além de ser esteticamente agradável para os motoristas e usuários, trazer benefícios sociais e não agredir o meio ambiente.

Importância do Estudo de Tráfego no Projeto de Pavimentação

O tráfego é o principal carregamento a ser considerado em todo método de dimensionamento. Entretanto, a avaliação de seu efeito sobre os pavimentos é uma tarefa complexa e constitui uma das maiores dificuldades encontradas na tentativa de tornar racional o projeto destas estruturas. Dentre os principais fatores que concorrem para a complexidade do problema estão incluídos:

- Heterogeneidade das configurações dos eixos dos veículos que compõem a frota;
- A ampla faixa de variações dos Fatores de Equivalência de Cargas (FEC) devido:
    - Valores das cargas por eixo: dados disponíveis indicam que, no Brasil, os caminhões pesados trafegam com sobrecargas entre 20 a 30%, em média 25% superior ao máximo permitido;
    - Pressão de inflação dos pneumáticos: estudos indicam uma ampla faixa de variação nos Fatores de Equivalência de Carga (FEC) decorrentes de alterações na pressão de enchimento, desde 15 até 100% para o caso de eixos simples com rodado duplo;
- Bem como a variação destes ao longo do período de análise;
- Variações na velocidade de translação das cargas de eixo, condicionadas pela geometria da via e volume de tráfego;
- Efeito do meio ambiente (temperatura e umidade);
- Comportamento dos materiais das camadas do pavimento e do subleito.

Registra-se que estudos e relatórios de órgãos internacionais creditam ao mau estado das estradas um prejuízo de cerca de 2% do PIB dos países latino-americanos. Para cada dólar poupado em manutenção no momento adequado, há um acréscimo de três dólares com obras de reabilitação e para os usuários (custos de operação adicionais), chamado de ante economia.

2.5.4 METODOLOGIA

2.5.4.1 Cálculo do Número N

No cálculo do número N foram utilizados os métodos do DNER/DNIT estabelecidos no Manual de Pavimentação – DNIT.

Para o projeto de pavimentação os veículos comerciais são de fundamental importância, devido a maior carga deslocada. As solicitações originadas pelos veículos leves podem ser consideradas desprezíveis. Entretanto, para o projeto geométrico todos os veículos são importantes.

O número N de operações do eixo padrão de 8.2tf é calculado pela expressão:

$$N_j = V_j.FV.FR.FP$$

Onde:

Nj = Número total de repetições do eixo simples padrão (ESP) ao longo de um período de "j" anos. No Brasil foi adotado o ESP com roda dupla, carga total de 8,2 toneladas (18000lbs) e pressão de pneu de 5,6 Kgf/cm² (80psi);
Vj = Volume total de veículos comerciais (ônibus e caminhões) até o ano "j";
FV = Fator de veículos ponderado em relação às classes correntes no trecho em estudo;
FR = Fator climático regional;
FP = Fator de pista

A partir de dados inicialmente conhecidos é calculado, para o período de projeto, o volume médio anual através das fórmulas:

1. O VMD (volume médio diário de veículos) determinado para o ano de abertura da rodovia ao tráfego, foi projetado, segundo uma taxa de crescimento geométrico anual (t%) para o horizonte de projeto:

$$\overline{VMDij} = Voi.(1+ti)^P$$

Onde:
$\overline{VMDij}$ = Volume médio diário, nos dois sentidos de tráfego, da classe "i" de veículos no ano j;
Voi = Volume médio diário nos dois sentidos de tráfego, da classe "i" de veículos, referido ao ano base da coleta de dados;
ti = Taxa geométrica de crescimento, para a classe "i" de veículos;
P = Período considerado, desde o ano base de *Voi* até o ano "j".

2. O volume total de tráfego durante o período será:

$$Vj = 365.\sum \overline{VMDj}$$

Onde:
$\sum \overline{VMDj}$ = Volume médio diário acumulado desde a abertura do trecho até o ano "j".

3. O fator de veículo (**FV**) é um número que multiplicado pela quantidade de veículos em operação, resulta no número de eixos equivalentes ao eixo padrão.

$$FV = \sum FVi.Ki$$

e

$$FVi = FCi.FEi$$

Onde:
Ki = Percentual, de veículos da classe "i", em relação ao total de veículos;
FVi = Fator de veículos da classe "i";
FCi = Fator de cargas da classe "i";
FEi = Fator de eixos da classe "i".

4. O fator de eixo (**FE**) é um valor que transforma o tráfego em número de eixos médios por veículo em números de passagens de eixos equivalentes.

$$FE = \sum FEi.Ki$$

Sendo:
FE = fator de eixo da frota ocorrente no trecho em estudo.

Para a determinação do FE, calcula-se o número de eixos dos tipos de veículos atuantes na rodovia, através da expressão:

$$FE = \left(\frac{P_2}{100}\right).2 + \left(\frac{P_3}{100}\right).3 + ... + \left(\frac{P_n}{100}\right).n$$

Onde:
P2 = porcentagem de veículos de 2 eixos;
P3 = porcentagem de veículos de 3 eixos;
Pn = porcentagem de veículos de n eixos;
P2 + P3 + ...+ Pn = 100%

5. A determinação do fator de carga (**FC**) é baseada no conceito de equivalência de operações, que é um número que relaciona o efeito de uma passagem de qualquer tipo de veículo sobre o pavimento com o efeito provocado pela passagem de um veículo considerado padrão.

$$FC = \sum FCi.Ki$$

Sendo: *FC* = fator de carga da frota ocorrente no trecho em estudo.

No projeto serão utilizados os fatores de equivalência de carga desenvolvidos pelo USACE adotados no método de projetos de pavimentos flexíveis novos do DNER/DNIT.

6. Daí tem-se:

$FV = FE \,.\, FC$ Onde: *FV* = fator de veículo da frota

Para o período de projeto foi adotado P=10 anos, por não serem aconselháveis períodos maiores, devido à dificuldade de avaliação da configuração das cargas e dos eixos dos veículos.

Contagem de Veículos no Tráfego

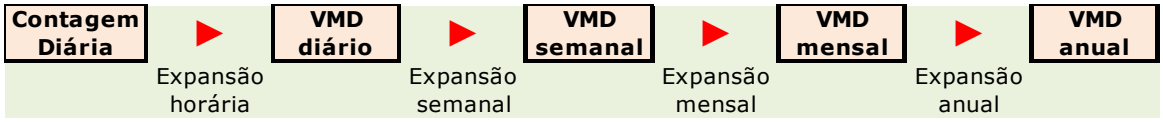
As contagens de tráfego são feitas com o objetivo de conhecer-se o número de veículos que passam através de um determinado ponto da estrada, durante certo período, podendo-se determinar o Volume Médio Diário (VMD), a composição do tráfego (automóveis, caminhões, motos, etc.), etc. Tais dados servem para a avaliação do número de acidentes, classificação das estradas e fornecem subsídios para o planejamento rodoviário, projeto geométrico, estudos de viabilidade e projetos de construção e conservação. Permitem também através da análise de diversos elementos, por exemplo, determinar a tendência de crescimento do tráfego e variações de volume.

DNIT (2006) ainda afirma que é de uso corrente os seguintes conceitos de volume médio diário:

1. **Volume médio diário anual (VMDa):** número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365;
2. **Volume médio diário mensal (VMDm):** número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere;
3. **Volume médio diário semanal (VMDs):** número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm;
4. **Volume médio diário em um dia da semana (VMDd):** número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

O volume de tráfego varia ao longo do tempo, sendo classificado nas seguintes escalas de variações cíclicas temporais:

1. **Variação anual:** Como reflexo das mudanças na economia do país, o fluxo de tráfego normalmente se altera de ano a ano. Este efeito faz com que seja necessário um cuidado especial na utilização de dados antigos, uma vez que podem levar a uma avaliação errônea da importância da rodovia (DNIT/IPR, 2006);
2. **Variação mensal ou sazonal:** As mudanças contínuas dos valores dos volumes de tráfego ao longo dos meses de um ano são, primeiramente, em função do tipo de rodovia (rural, urbana ou turística) e do tipo de atividades socioeconômicas da área servida pela via;
3. **Variação semanal:** As variações diárias do volume também estão relacionadas com o tipo de rodovia. Percebe-se que no padrão urbano os volumes são aproximadamente constantes, durante os dias da semana, e que existe um leve declínio nos fins de semana e feriados, sendo o volume do domingo mais baixo que o do sábado (FHWA, 2001);
4. **Variação horária:** Os volumes de tráfego também variam ao longo do dia, apresentando pontos máximos ou picos. A compreensão destas variações é importante, uma vez que é no horário de pico que deverão ocorrer os eventos mais relevantes (DNIT/IPR, 2006).



O volume horário de projeto (VHP) é o volume adotado para dimensionamento dos detalhes geométrico das vias e interseções, determinação de nível de serviço, planejamento da operação da via, sinalização e regulamentação do trânsito.

A região em projeto não tem dados de tráfego existentes, com séries longas, que possam ser aproveitados no presente projeto para aplicação dos fatores de expansão.

Dados Existentes

Nas rodovias circulam veículos de passageiros (carros de passeio) e veículos comerciais (caminhões e ônibus). Do ponto de vista do projeto geométrico, leva-se em conta o tráfego total, mas do ponto de vista do dimensionamento do pavimento, o tráfego de veículos comerciais tem efeito preponderante.

A idade média da frota brasileira circulante atingiu 10 anos em 2020 e a de motocicletas aumentou

para 8 anos e 4 meses. No período de oito anos (2013 a 2020), o envelhecimento da frota em circulação elevou-se em 1 ano e 7 meses. As possibilidades de reversão desse fenômeno dependem do aumento da taxa de crescimento das vendas de veículos novos, um programa de renovação da frota.

Distribuição da frota nos estados

Estado	Part. (%)	Estado	Part. (%)	Estado	Part. (%)
São Paulo	29,58%	Espírito Santo	1,98%	Sergipe	0,68%
Minas Gerais	12,91%	Mato Grosso	1,73%	Tocantins	0,52%
Paraná	7,59%	Pará	1,56%	Amapá	0,24%
Rio de Janeiro	7,28%	Mato Grosso do Sul	1,40%	Acre	0,23%
Rio Grande do Sul	6,62%	Maranhão	1,19%	Roraima	0,18%
Santa Catarina	5,51%	Rio Grande do Norte	1,10%		
Bahia	3,89%	Paraíba	1,08%	**Total geral**	**100%**
Goiás	3,38%	Amazonas	1,03%		
Distrito Federal	2,88%	Piauí	0,83%		
Pernambuco	2,83%	Alagoas	0,81%		
Ceará	2,24%	Rondônia	0,73%		

A contagem volumétrica de veículos é indispensável para a engenharia de tráfego e também de suma importância para mensurar o dimensionamento de vias, verificar a necessidade de rotatórias, inclusão de acessos, estabelecerem parâmetros de operação, dentre outros fatores que possam garantir um fluxo contínuo e seguro para os veículos.

Os órgãos rodoviários brasileiros baseiam suas decisões sobre planejamento, projeto, construção e conservação de rodovias em pesquisas sobre trânsito. O VMD (Volume Médio Diário) é umas das ferramentas fundamentais para os estudos das rodovias. A análise do VMD facilita localizar e projetar instalações para operação rodoviária, realizar análise estatístico de acidentes, estabelecer classificação das rodovias, analisar a capacidade da via, estabelecer as tendências de tráfego no futuro, planejar o sistema rodoviário, medir a demanda atual da via, classificar os tipos de veículos, prever a manutenção na via, verificar a funcionalidade e o comportamento da rodovia, prever saturação e gargalos nas proximidades das cidades, planejar operações e manutenções em geral da via.

Rodovias Estaduais

A malha rodoviária estadual liga as principais cidades goianas a sua capital, Goiânia. Dentre as quais, em volume de tráfego, se destacam as rodovias GO-020, GO-070, GO-050, GO-520, GO-330, GO-174, GO-060, GO-080, GO-521 e GO-139, todas com VMD maior que 4.000 veículos.

Juntamente com os novos vetores de crescimento, a liberação cambial abriu e potencializou para a Goiás uma série de oportunidades cuja viabilização, contudo, dependia do desenvolvimento de uma moderna infraestrutura de transportes e logística no estado. Uma infraestrutura e uma logística capazes de permitirem uma circulação mais fluida de mercadorias e pessoas, intersetores e regiões, bem como de viabilizar maior integração com os mercados nacionais e globais.

Nesse desafio Goiás não estará sozinho. Empreender uma nova infraestrutura de transportes e logística torna-se hoje um desafio nacional, fundamental para o sucesso do esforço exportador. Goiás, portanto, pode, e deve, contar com o apoio do Governo Federal para a realização de suas estratégias e projetos na área.

A percepção de que Goiás necessitava de uma nova infraestrutura logística surgiu no documento Plano de Desenvolvimento do Sistema de Transportes do Estado de Goiás (PDTG, 2011), documento que foi elaborado pela Secretaria de Infraestrutura, com apoio do Banco Mundial [2].

[2] O PDTG é uma ferramenta estratégica para orientar as ações do governo e garantir o desenvolvimento do Estado. Considerado o primeiro planejamento estratégico intermodal de transportes, realizado em Goiás, o PDTG contou na sua elaboração com a participação das instâncias: Federal, Estadual, Municipal, e, também, da sociedade civil. Foi realizado em duas etapas. Na primeira, a análise e diagnóstico da situação dos modais em Goiás. Na segunda, as proposições, recursos necessários, fontes de financiamento e cronograma de execução.

2.5.4.2 Pesagem dos Eixos Fixos

Como a Portaria DENATRAN n° 60, de 2 de julho de 2008, homologada para trafegar nas rodovias brasileiras 103 veículos e combinações de veículos de carga de até 57 t, com livre trânsito em todo o território nacional, 79 combinações de veículos de carga com mais de 57 t, sujeitas à obtenção de Autorização Especial de Trânsito (AET) e relaciona 19 versões de ônibus e combinações de veículos de passageiros de até 39,5 t que podem circular livremente e outras 7 combinações de veículos de passageiros com mais de 39,5 t que dependem de AET, portanto, são **182 combinações de veículos** de carga e **26 combinações de veículos** de passageiros possíveis de trafegar nas rodovias e ruas brasileiras.

Considerado os limites de carga por eixo e a diversidade de combinações de veículos de carga é passageiros possíveis tem-se **inúmeras possibilidades**.

A produtividade do transporte de cargas no Brasil, medida a partir da quantidade de toneladas quilômetro útil produzida por mão de obra empregada no setor, é deficiente, atingindo segundo a CNT (2002), apenas 22% daquela registrada no sistema de transporte dos Estados Unidos. Para melhorar a produtividade, algumas empresas e associações de pequenos e médios empresários estão começando a trabalhar quase que apenas com Composições de Veículos de Carga, com bitrens, com maior capacidade de carga, maior potência, motores mais duráveis e menor consumo de combustível. O aumento das CVC's deve ser bem avaliado, pois os mesmos interferem no fluxo do tráfego, no desempenho e na durabilidade dos pavimentos, pontes e viadutos.

No Brasil existe uma diversidade muito grande de nomes técnicos e populares indicando, principalmente, as diversas configurações de CVC's, a nomenclatura atual contém um elevado grau de imprecisão, gerando graves equívocos no estabelecimento de uma base tecnicamente sensata, seja no projeto das rodovias, seja na certificação e operação dos CVC's. No Quadro a seguir apresenta-se a configuração gráfica e a classificação da frota de veículos ou combinações de veículos e seu respectivo PBT, utilizadas no projeto.

Os veículos comerciais devem obedecer a limites de peso total e carga por eixo, segundo a legislação em vigor no país, de acordo com as seguintes características:

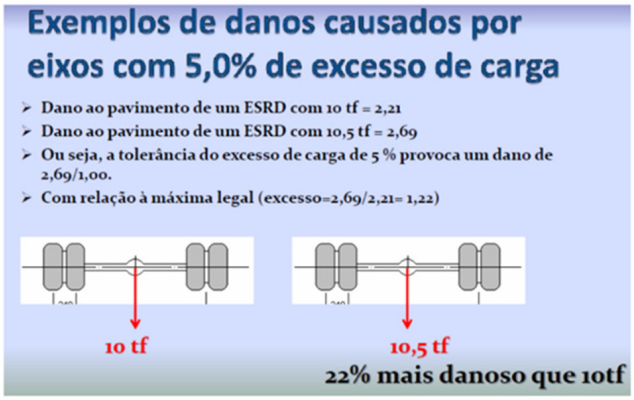
1. Peso bruto por eixo isolado: 10 t quando o apoio no pavimento se dá em 4 pneus e 6 t quando o apoio no pavimento se dá em 2 pneus;
2. Peso bruto por conjunto de 2 eixos tandem de 17 t;
3. Peso bruto por conjunto de 2 eixos não em tandem de 15 t;
4. Peso bruto por conjunto de três eixos em tandem, aplicável somente a semi-reboque, de 25,5t;
5. Peso bruto total por veículo ou combinação de veículo de 45 t.

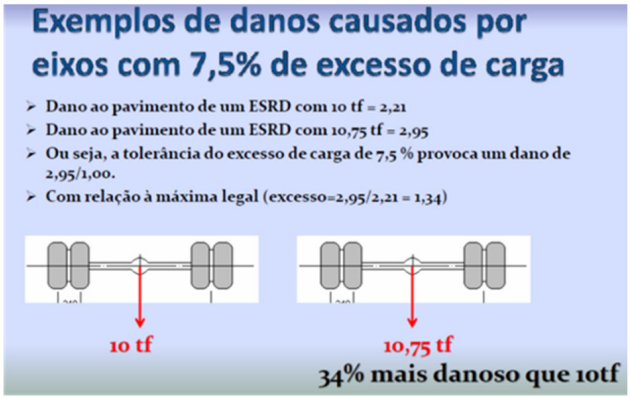
Tolerâncias: Aos valores relativos aos pesos por eixo pode-se acrescentar uma tolerância de 7,5% por eixo (Lei n° 7408) possibilitando a passagem por balança sem multa, desde que não se ultrapasse **5% do Peso Bruto Total (PBT)** do veículo. Obedecendo ao artigo 82 do código nacional de trânsito, o PBT máximo permitido na combinação é de 45.000 kgf, mesmo que a soma dos pesos permitidos por eixo ultrapasse este valor. Acrescentando-se os 5% de tolerância, chega-se a 47.250 kgf sem multas.

Quadro 2.5.1

EIXO ou CONJUNTO DE EIXOS	RODAGEM	SUSPENSÃO	ENTRE-EIXOS (m)	CARGA (kg)	TOLERÂNCIA (7,5%)
Isolado	simples	direcional	-	(1) 6.000	6.450
Isolado	simples	direcional	-	(2) 6.000	6.450
Isolado	dupla	-	-	10.000	10.750
Duplo	simples	direcional	-	12.000	12.900
Duplo	dupla	tandem	>1,20 ou ≤ 2,40	17.000	18.280
Duplo	dupla	não em tandem	>1,20 ou ≤ 2,40	15.000	16.130
Duplo	simples+dupla	especial	< 1,20	9.000	9.680
Duplo	simples+dupla	especial	>1,20 ou ≤ 2,40	13.500	14.520
Duplo	Extralarga(4)	pneumática	>1,20 ou ≤ 2,40	17.000	18.280
Triplo(3)	dupla	tandem	>1,20 ou ≤ 2,40	25.500	27.420
Triplo(3)	Extralarga(4)	pneumática	>1,20 ou ≤ 2,40	25.500	27.420

Os efeitos das sobrecargas permitidas por lei são bastante danosos ao pavimento, aumentando em até 34% o dano causado, diminuindo a sua vida útil. Portanto devem ser considerados no dimensionamento do pavimento.





Na Resolução CONTRAN nº 803, de 22 de outubro de 2020, o valor de 7,5% foi alterado para 10%, permitindo-se eventuais 12,5% dependendo da situação:

> *Art. 6º Na fiscalização de peso dos veículos por balança rodoviária serão admitidas as seguintes tolerâncias:*
>
> *I - 5% (cinco por cento) sobre os limites de pesos regulamentares para o peso bruto total (PBT) e peso bruto total combinado (PBTC); e*
>
> *II **- 10% (dez por cento)** sobre os limites de peso regulamentares por eixo de veículos transmitidos à superfície das vias públicas.*
>
> *Parágrafo único. No carregamento dos veículos, a tolerância máxima prevista neste artigo não pode ser incorporada aos limites de peso previstos em regulamentação do CONTRAN.*
>
> *Art. 7º Quando o peso verificado for igual ou inferior ao PBT ou PBTC estabelecido para o veículo, acrescido da tolerância de 5% (cinco por cento), mas ocorrer excesso de peso em algum dos eixos ou conjunto de eixos, aplicar-se-á multa somente sobre a parcela que exceder essa tolerância.*
>
> *§ 1º A carga deverá ser remanejada ou deverá ser efetuado transbordo, de modo a que os excessos por eixo sejam eliminados.*
>
> *§ 2º O veículo somente poderá prosseguir viagem depois de sanar a irregularidade, respeitado o disposto no art. 10, sem prejuízo da multa aplicada.*
>
> *Art. 8º Quando o peso verificado estiver acima do PBT ou PBTC estabelecido para o veículo, acrescido da tolerância de 5% (cinco por cento), aplicar-se-á a multa somente sobre a parcela que exceder essa tolerância.*
>
> *Parágrafo único. O veículo somente poderá prosseguir viagem depois de efetuar o transbordo da parcela que exceder a tolerância prevista no caput, respeitado o disposto no art. 10.*
>
> *Art. 9º O veículo só poderá prosseguir viagem após sanadas as irregularidades, observadas as condições de segurança.*
>
> *§ 1º Nos casos em que não for dispensado o remanejamento ou transbordo da carga, o veículo deverá ser recolhido ao depósito, sendo liberado somente após sanada a irregularidade e pagas todas as despesas de remoção e estada.*
>
> *§ 2º A critério do agente, observadas as condições de segurança, poderá ser dispensado o remanejamento ou transbordo de produtos perigosos, produtos perecíveis, cargas vivas e passageiros.*
>
> *Art. 10. Na fiscalização de peso por eixo ou conjunto de eixos, independentemente da natureza da carga, o veículo poderá prosseguir viagem sem remanejamento ou transbordo, desde que os excessos aferidos em cada eixo ou conjunto de eixos sejam simultaneamente inferiores a **12,5% (doze e meio por cento)** do menor valor entre os pesos e capacidades máximos estabelecidos pelo CONTRAN e os pesos e capacidades indicados pelo fabricante ou importador.*

Para considerar estes novos valores adotamos o **percentual médio de 5% de tolerância por eixo**. No Quadro 2.5.xx apresenta-se a configuração gráfica e a classificação da frota de veículos ou combinações de veículos e seu respectivo PBT, utilizadas no projeto.

2.5.4.3 Fatores de Equivalência de Carga

No passado, o Brasil somente possuía um tráfego consolidado nas regiões sul e sudeste, atualmente nota-se um quadro que está deslocando o centro de gravidade das cargas – haja vista o desenvolvimento expressivo pelo qual está passando a Região Norte e Centro-Oeste, pelo avanço da fronteira agrícola, que está proporcionando riqueza e pujança para áreas onde nunca se imaginou ser possível o desenvolvimento de atividades agrícolas, com alto grau de especialização e produtividade, superiores

a média histórica nacional e mundial [3].

A variação do Fator de Equivalência de Carga com o peso por eixo simples, duplo ou triplo (Ps, Pd, Pt), é dada pelas equações indicadas no Quadro.

Quadro 2.5.2 - FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA		
FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO USACE (DNER 1998)		
TIPO DE EIXO	**FAIXA DE CARGAS (TON)**	**EQUAÇÕES (P em TON)**
Dianteiro Simples e Traseiro Simples	0 a 8	$FC = 2{,}0782 \times 10^{-4} \times p^{4{,}0175}$
	≥ 8	$FC = 1{,}8320 \times 10^{-6} \times P^{6{,}2542}$
Tandem Duplo	0 a 11	$FC = 1{,}592 \times 10^{-4} \times P^{3{,}472}$
	≥ 11	$FC = 1{,}528 \times 10^{-6} \times P^{5{,}484}$
Tandem Triplo	0 a 18	$FC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3{,}3549}$
	≥ 18	$FC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5{,}5789}$
FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO (DNER-PRO 159/85)		
TIPO DE EIXO	**EQUAÇÕES (P em TON)**	
Simples de Rodagem Simples	$FC = (P / 7{,}77)^{4{,}32}$	
Simples de Rodagem Dupla	$FC = (P / 8{,}17)^{4{,}32}$	
Tandem Duplo (Rodagem Dupla)	$FC = (P / 15{,}08)^{4{,}14}$	
Tandem Triplo (Rodagem Dupla)	$FC = (P / 22{,}95)^{4{,}22}$	

P = Peso Bruto Total sobre o Eixo

Fonte: Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos – DNER – 1998

O fluxo de veículos de carga varia com a sazonalidade e a carga transportada por estes veículos é uma incógnita. Para o desenvolvimento de um estudo completo sobre os efeitos dos veículos de carga sobre o pavimento da rodovia em estudo, seria necessária a programação de uma ampla sequência de pesagens da frota dos veículos de carga.

Segundo Neuto Gonçalves dos Reis [4]: estima-se que 25% **dos veículos** que são utilizados no escoamento da safra nacional de grãos **apresentam excesso de carga**, sendo que 20% de excesso de peso já encurta 52% da vida do pavimento.

Para considerar estes novos valores normativos adota-se o percentual médio de 10% de tolerância por eixo. No Quadro 2.5.xx apresenta-se a configuração gráfica e a classificação da frota de veículos ou combinações de veículos e seu respectivo PBT, utilizadas no projeto.

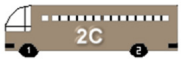
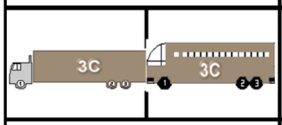
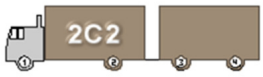
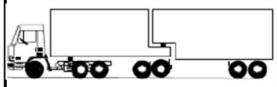
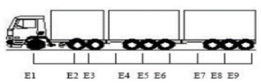
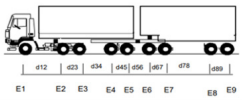
Peso Bruto Total sobre Eixo Adotado no Projeto: Para o cálculo dos fatores de equivalência de carga é necessário conhecer o peso (P) a ser considerado, distribuído percentualmente entre veículos vazios, carregados com carga máxima e com carga máxima com tolerância.

Considerando para o presente estudo que um percentual grande dos veículos de carga é proveniente da indústria de produção de calcário, com controle rigoroso de pesagem na entrada e saída, e outro para o transporte de cana para a usina álcool, podemos considerar que os caminhões serão carregados com carga máxima controlada. Nesta situação pode-se também considerar um aumento no percentual de caminhões vazios, que chegam para carregamento.

[3] Plano Diretor Estratégico de Pesagem Nacional - PDNEP - Volume II - Pesquisa de Tráfego - Junho/2006

[4] Plano Diretor Estratégico de Pesagem Nacional – PDNEP - Volume IV - Aspectos Legais - Tomo II - Considerações Gerais da Lei da Balança - Junho/2006

Quadro 2.5.3 - Classificação e Limites de Carga dos Principais Veículos da Frota Brasileira

CLASSIFICAÇÃO E LIMITES DE CARGA DOS PRINCIPAIS VEÍCULOS DA FROTA BRASILEIRA									
CONFIGURAÇÃO DO VEÍCULO	CLASSIFICAÇÃO	Nº EIXOS		CARGA POR EIXO (TONELADAS)					PESO BRUTO TOTAL (TON.)
				1º EIXO	2º EIXO	3º EIXO	4º EIXO	5º EIXO	
Leve	2C	2	Vazio	3,30	4,50				7,80
			Carga Legal	6,00	10,00				16,00
			Com Tolerância	6,30	10,50				16,80
	2C	2	Vazio	2,10	3,20				5,30
			Carga Legal	6,00	10,00				16,00
			Com Tolerância	6,30	10,50				16,80
	3C	3	Vazio	3,30	8,20				11,50
			Carga Legal	6,00	17,00				23,00
			Com Tolerância	6,30	17,85				24,15
	2S1	3	Vazio	3,30	4,70	3,40			11,40
			Carga Legal	6,00	10,00	10,00			26,00
			Com Tolerância	6,30	10,50	10,50			27,30
	2S2	4	Vazio	4,40	5,20	5,30			14,90
			Carga Legal	6,00	10,00	17,00			33,00
			Com Tolerância	6,30	10,50	17,85			34,65
	3S1	4	Vazio	4,40	6,50	5,30			16,20
			Carga Legal	6,00	17,00	10,00			33,00
			Com Tolerância	6,30	17,85	10,50			34,65
	2C2	4	Vazio	3,30	4,50	2,20	2,20		12,20
			Carga Legal	6,00	10,00	10,00	10,00		36,00
			Com Tolerância	6,30	10,50	10,50	10,50		37,80
	2S3	5	Vazio	4,40	4,80	5,70			14,90
			Carga Legal	6,00	10,00	25,50			41,50
			Com Tolerância	6,30	10,50	26,78			43,58
	3S2	5	Vazio	4,60	7,20	5,30			17,10
			Carga Legal	6,00	17,00	17,00			40,00
			Com Tolerância	6,30	17,85	17,85			42,00
	3C2	5	Vazio	2,60	5,70	2,20	2,20		12,70
			Carga Legal	6,00	17,00	10,00	10,00		43,00
			Com Tolerância	6,30	17,85	10,50	10,50		45,15
	3S3	6	Vazio	4,60	7,20	5,70			17,50
			Carga Legal *	6,00	17,00	25,50			48,50
			Com Tolerância	6,30	17,85	26,78			50,93
	3T4	7	Vazio	4,60	7,40	5,30	3,30		20,60
			Carga Legal	6,00	17,00	17,00	17,00		57,00
			Com Tolerância	6,30	17,85	17,85	17,85		59,85
	3Q6	9	Vazio	4,60	5,70	6,70	6,70		23,70
			Carga Legal	6,00	17,00	25,50	25,50		74,00
			Com Tolerância	6,30	17,85	26,78	26,78		77,70
	3T6	9	Vazio	4,60	7,60	3,90	3,10	3,10	22,30
			Carga Legal	6,00	17,00	17,00	17,00	17,00	74,00
			Com Tolerância	6,30	17,85	17,85	17,85	17,85	77,70

Fonte: DNER-PRO 159/85 e ALBANO, J.F.

No DNIT é amplamente utilizado um percentual de 80% carregado e 20% vazio, para o presente projeto adotaremos os seguintes percentuais:

- **20% circulam vazios;**
- **80% circularão totalmente carregados com carga máxima.**
  Sendo que destes 80%, 30% estarão com sobrecarga de 5% (dentro da Lei).

Apresentamos no Quadro 2.5.4 os fatores de equivalência de carga para esta situação.

Quadro 2.5.4 - Fatores de Equivalência de Carga

Configuração	Número de Eixos					Carga por Eixo (Toneladas)					USACE						AASHTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	FEC1	FEC2	FEC3	FEC4	FEC5	FC	FEC1	FEC2	FEC3	FEC4	FEC5	FC
VEÍCULOS VAZIOS																						
ONI2	1	1				2,1	3,2				0,004	0,022				**0,026**	0,004	0,017				**0,021**
ONI3	1	2				2,1	3,2				0,004	0,009				**0,013**	0,004	0,002				**0,005**
2C	1	1				3,3	4,5				0,025	0,087				**0,113**	0,025	0,076				**0,101**
3C	1	2				3,3	8,2				0,025	0,237				**0,262**	0,025	0,080				**0,105**
4C	1	3				3,3	9,0				0,025	0,128				**0,153**	0,025	0,019				**0,044**
2S1	1	1	1			3,3	4,7	3,4			0,025	0,104	0,028			**0,158**	0,025	0,092	0,023			**0,139**
2S2	1	1	2			4,4	5,2	5,3			0,080	0,156	0,052			**0,288**	0,086	0,142	0,013			**0,241**
2S3	1	1	3			4,4	4,8	5,7			0,080	0,113	0,028			**0,221**	0,086	0,100	0,003			**0,189**
3S1	1	2	1			4,4	6,5	5,3			0,080	0,106	0,169			**0,355**	0,086	0,031	0,154			**0,271**
3S2	1	2	2			4,6	7,2	5,3			0,096	0,151	0,052			**0,299**	0,104	0,047	0,013			**0,164**
3S3	1	2	3			4,6	7,2	5,7			0,096	0,151	0,028			**0,274**	0,104	0,047	0,003			**0,154**
2I2	1	1	1	1		3,3	4,5	2,2	2,2		0,025	0,087	0,005	0,005		**0,123**	0,025	0,076	0,003	0,003		**0,108**
2C2	1	1	1	1		3,3	4,5	2,2	2,2		0,025	0,087	0,005	0,005		**0,123**	0,025	0,076	0,003	0,003		**0,108**
2C3	1	1	1	2		3,3	4,5	2,2	3,2		0,025	0,087	0,005	0,009		**0,127**	0,025	0,076	0,003	0,002		**0,106**
3C2	1	2	1	1		2,6	5,7	2,2	2,2		0,010	0,067	0,005	0,005		**0,087**	0,009	0,018	0,003	0,003		**0,034**
3C3	1	2	1	2		2,6	5,7	2,2	3,2		0,010	0,067	0,005	0,009		**0,091**	0,009	0,018	0,003	0,002		**0,032**
2I3	1	1	1	1	1	3,3	6,9	2,2	2,2	2,2	0,025	0,487	0,005	0,005	0,005	**0,527**	0,025	0,482	0,003	0,003	0,003	**0,517**
3I2	1	2	1	1		3,1	8,2	2,5	2,5		0,020	0,237	0,008	0,008		**0,273**	0,019	0,080	0,006	0,006		**0,111**
3I3	1	2	1	1	1	3,1	8,2	2,2	2,2	2,2	0,020	0,237	0,005	0,005	0,005	**0,271**	0,019	0,080	0,003	0,003	0,003	**0,110**
3T4	1	2	2	2		4,6	7,4	5,3	3,3		0,096	0,166	0,052	0,010		**0,324**	0,104	0,052	0,013	0,002		**0,171**
3Q6	1	2	3	3		4,6	5,7	6,7	6,7		0,096	0,067	0,047	0,047		**0,258**	0,104	0,018	0,006	0,006		**0,133**
3T6	1	2	2	2	2	4,6	7,6	3,9	3,1	3,1	0,096	0,182	0,018	0,008	0,008	**0,312**	0,104	0,059	0,004	0,001	0,001	**0,169**
VEÍCULOS CARREGADOS - CARGA LEGAL																						
ONI2	1	1				6,0	10,0				0,278	3,289				**3,567**	0,327	2,394				**2,722**
ONI3	1	2				6,0	17,0				0,278	8,549				**8,827**	0,327	1,642				**1,970**
2C	1	1				6,0	10,0				0,278	3,289				**3,567**	0,327	2,394				**2,722**
3C	1	2				6,0	17,0				0,278	8,549				**8,827**	0,327	1,642				**1,970**
4C	1	3				6,0	25,5				0,278	9,300				**9,578**	0,327	1,560				**1,887**
2S1	1	1	1			6,0	10,0	10,0			0,278	3,289	3,289			**6,857**	0,327	2,394	2,394			**5,116**
2S2	1	1	2			6,0	10,0	17,0			0,278	3,289	8,549			**12,116**	0,327	2,394	1,642			**4,364**
2S3	1	1	3			6,0	10,0	25,5			0,278	3,289	9,300			**12,867**	0,327	2,394	1,560			**4,282**
3S1	1	2	1			6,0	17,0	10,0			0,278	8,549	3,289			**12,116**	0,327	1,642	2,394			**4,364**
3S2	1	2	2			6,0	17,0	17,0			0,278	8,549	8,549			**17,376**	0,327	1,642	1,642			**3,612**
3S3	1	2	3			6,0	17,0	25,5			0,278	8,549	9,300			**18,127**	0,327	1,642	1,560			**3,530**
2I2	1	1	1	1		6,0	10,0	10,0	10,0		0,278	3,289	3,289	3,289		**10,146**	0,327	2,394	2,394	2,394		**7,511**
2C2	1	1	1	1		6,0	10,0	10,0	10,0		0,278	3,289	3,289	3,289		**10,146**	0,327	2,394	2,394	2,394		**7,511**
2C3	1	1	1	2		6,0	10,0	10,0	17,0		0,278	3,289	3,289	8,549		**15,406**	0,327	2,394	2,394	1,642		**6,759**
3C2	1	2	1	1		6,0	17,0	10,0	10,0		0,278	8,549	3,289	3,289		**15,406**	0,327	1,642	2,394	2,394		**6,759**
3C3	1	2	1	2		6,0	17,0	10,0	17,0		0,278	8,549	3,289	8,549		**20,665**	0,327	1,642	2,394	1,642		**6,007**
2I3	1	1	1	1	1	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,278	3,289	3,289	3,289	3,289	**13,436**	0,327	2,394	2,394	2,394	2,394	**9,905**
3I2	1	2	1	1		6,0	17,0	10,0	10,0		0,278	8,549	3,289	3,289		**15,406**	0,327	1,642	2,394	2,394		**6,759**
3I3	1	2	1	1	1	6,0	17,0	10,0	10,0	10,0	0,278	8,549	3,289	3,289	3,289	**18,695**	0,327	1,642	2,394	2,394	2,394	**9,153**
3T4	1	2	2	2		6,0	17,0	17,0	17,0		0,278	8,549	8,549	8,549		**25,924**	0,327	1,642	1,642	1,642		**5,255**
3Q6	1	2	3	3		6,0	17,0	25,5	25,5		0,278	8,549	9,300	9,300		**27,426**	0,327	1,642	1,560	1,560		**5,090**
3T6	1	2	2	2	2	6,0	17,0	17,0	17,0	17,0	0,278	8,549	8,549	8,549	8,549	**34,473**	0,327	1,642	1,642	1,642	1,642	**6,897**
VEÍCULOS CARREGADOS - COM TOLERÂNCIA																						
ONI2	1	1				6,3	10,5				0,338	4,463				**4,801**	0,404	2,956				**3,360**
ONI3	1	2				6,3	17,9				0,338	11,171				**11,509**	0,404	2,010				**2,414**
2C	1	1				6,3	10,5				0,338	4,463				**4,801**	0,404	2,956				**3,360**
3C	1	2				6,3	17,9				0,338	11,171				**11,509**	0,404	2,010				**2,414**
4C	1	3				6,3	26,8				0,338	12,209				**12,547**	0,404	1,917				**2,321**
2S1	1	1	1			6,3	10,5	10,5			0,338	4,463	4,463			**9,265**	0,404	2,956	2,956			**6,317**
2S2	1	1	2			6,3	10,5	17,9			0,338	4,463	11,171			**15,973**	0,404	2,956	2,010			**5,370**
2S3	1	1	3			6,3	10,5	26,8			0,338	4,463	12,209			**17,011**	0,404	2,956	1,917			**5,277**
3S1	1	2	1			6,3	17,9	10,5			0,338	11,171	4,463			**15,973**	0,404	2,010	2,956			**5,370**
3S2	1	2	2			6,3	17,9	17,9			0,338	11,171	11,171			**22,681**	0,404	2,010	2,010			**4,424**
3S3	1	2	3			6,3	17,9	26,8			0,338	11,171	12,209			**23,719**	0,404	2,010	1,917			**4,331**
2I2	1	1	1	1		6,3	10,5	10,5	10,5		0,338	4,463	4,463	4,463		**13,728**	0,404	2,956	2,956	2,956		**9,273**
2C2	1	1	1	1		6,3	10,5	10,5	10,5		0,338	4,463	4,463	4,463		**13,728**	0,404	2,956	2,956	2,956		**9,273**
2C3	1	1	1	2		6,3	10,5	10,5	17,9		0,338	4,463	4,463	11,171		**20,436**	0,404	2,956	2,956	2,010		**8,327**
3C2	1	2	1	1		6,3	17,9	10,5	10,5		0,338	11,171	4,463	4,463		**20,436**	0,404	2,010	2,956	2,956		**8,327**
3C3	1	2	1	2		6,3	17,9	10,5	17,9		0,338	11,171	4,463	11,171		**27,144**	0,404	2,010	2,956	2,010		**7,380**
2I3	1	1	1	1	1	6,3	10,5	10,5	10,5	10,5	0,338	4,463	4,463	4,463	4,463	**18,191**	0,404	2,956	2,956	2,956	2,956	**12,229**
3I2	1	2	1	1		6,3	17,9	10,5	10,5		0,338	11,171	4,463	4,463		**20,436**	0,404	2,010	2,956	2,956		**8,327**
3I3	1	2	1	1	1	6,3	17,9	10,5	10,5	10,5	0,338	11,171	4,463	4,463	4,463	**24,899**	0,404	2,010	2,956	2,956	2,956	**11,283**
3T4	1	2	2	2		6,3	17,9	17,9	17,9		0,338	11,171	11,171	11,171		**33,852**	0,404	2,010	2,010	2,010		**6,434**
3Q6	1	2	3	3		6,3	17,9	26,8	26,8		0,338	11,171	12,209	12,209		**35,928**	0,404	2,010	1,917	1,917		**6,247**
3T6	1	2	2	2	2	6,3	17,9	17,9	17,9	17,9	0,338	11,171	11,171	11,171	11,171	**45,024**	0,404	2,010	2,010	2,010	2,010	**8,444**

2.5.4.4 Fatores de Veículos (F.V.)

Os FV para automóveis e caminhões leves (embora calculáveis) são desprezíveis, interessando especialmente, os para caminhões médios, pesados, reboques e semi-reboques (Manual de Pavimentação – DNER). A partir dos dados relativos à pesagem adotada, e considerando os fatores de equivalência, determina-se para os diversos tipos de veículos comerciais os fatores de carga e de veículo.

Apresentamos a seguir os cálculos dos caminhões mais representativos:

Quadro 2.4.5 - Fatores de Veículo

TIPO	CONDIÇÃO	%	FEC1	FEC2	FEC3	FEC4	FEC5	FATOR DE EQUIVALÊNCIA	EQUIVALÊNCIA DE OPERAÇÕES	FV
2C	Vazio	20%	0,025166	0,087492				0,113	0,023	3,2466
	Carga Legal	50%	0,277914	3,289467				3,567	1,784	
	Com Tolerância	30%	0,338094	4,463213				4,801	1,440	
3C	Vazio	20%	0,025166	0,236976				0,262	0,052	7,9186
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802				8,827	4,413	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139				11,509	3,453	
4C	Vazio	20%	0,025166	0,127768				0,153	0,031	8,5836
	Carga Legal	50%	0,277914	9,299809				9,578	4,789	
	Com Tolerância	30%	0,338094	12,20919				12,547	3,764	
2S1	Vazio	20%	0,025166	0,104193	0,028373			0,158	0,032	6,2393
	Carga Legal	50%	0,277914	3,289467	3,289467			6,857	3,428	
	Com Tolerância	30%	0,338094	4,463213	4,463213			9,265	2,779	
2S2	Vazio	20%	0,079939	0,156398	0,052075			0,288	0,058	10,9076
	Carga Legal	50%	0,277914	3,289467	8,548802			12,116	6,058	
	Com Tolerância	30%	0,338094	4,463213	11,17139			15,973	4,792	
2S3	Vazio	20%	0,079939	0,11339	0,027601			0,221	0,044	11,5809
	Carga Legal	50%	0,277914	3,289467	9,299809			12,867	6,434	
	Com Tolerância	30%	0,338094	4,463213	12,20919			17,011	5,103	
3S1	Vazio	20%	0,079939	0,105774	0,168836			0,355	0,071	10,9208
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802	3,289467			12,116	6,058	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139	4,463213			15,973	4,792	
3S3	Vazio	20%	0,079939	0,105774	0,168836			0,355	0,071	16,2337
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802	3,289467			12,116	6,058	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139	4,463213			15,973	4,792	
2C2	Vazio	20%	0,025166	0,087492	0,004936	0,004936		0,123	0,025	9,2160
	Carga Legal	50%	0,277914	3,289467	3,289467	3,289467		10,146	5,073	
	Com Tolerância	30%	0,338094	4,463213	4,463213	4,463213		13,728	4,118	
3C2	Vazio	20%	0,009657	0,067041	0,004936	0,004936		0,087	0,017	13,8509
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802	3,289467	3,289467		15,406	7,703	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139	4,463213	4,463213		20,436	6,131	
3C3	Vazio	20%	0,009657	0,067041	0,004936	0,009033		0,091	0,018	18,4939
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802	3,289467	8,548802		20,665	10,332	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139	4,463213	11,17139		27,144	8,143	
3T4	Vazio	20%	0,095569	0,165926	0,052075	0,010051		0,324	0,065	23,1826
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802	8,548802	8,548802		25,924	12,962	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139	11,17139	11,17139		33,852	10,156	
3T6	Vazio	20%	0,095569	0,182024	0,017952	0,00809	0,00809	0,312	0,062	30,8060
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802	8,548802	8,548802	8,548802	34,473	17,237	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139	11,17139	11,17139	11,17139	45,024	13,507	
ONI2	Vazio	20%	0,004095	0,02224				0,026	0,005	3,2293
	Carga Legal	50%	0,277914	3,289467				3,567	1,784	
	Com Tolerância	30%	0,338094	4,463213				4,801	1,440	
ONI3	Vazio	20%	0,004095	0,009033				0,013	0,003	7,8688
	Carga Legal	50%	0,277914	8,548802				8,827	4,413	
	Com Tolerância	30%	0,338094	11,17139				11,509	3,453	

2.5.4.5 Fator Climático Regional (FR)

Como no Brasil não há estudos que relacionam a sensibilidade dos materiais à umidade com a variação do número "N", o DNER o considera igual a **1** (DNER 1981 e 1996).

2.5.4.6 Fator Direcional

Na falta de dados específicos, são adotadas as porcentagens de tráfego de veículos comerciais, na faixa mais solicitada, referida a tráfego nos dois sentidos, relacionadas no Quadro.

O tráfego considerado para efeito de projeto é o da faixa mais solicitada da rodovia. Na falta de dados mais precisos, a Tabela 43 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT fornece indicações quanto às percentagens de veículos comerciais na faixa de trânsito selecionada para o projeto. Para o presente estudo foi adotado o valor de 40%.

Quadro 2.5.6 - FATOR DIRECIONAL	
NÚMERO DE FAIXAS DE TRÁFEGO NOS DOIS SENTIDOS	**PORCENTAGEM DE VEÍCULOS COMERCIAIS NA FAIXA MAIS SOLICITADA**
Duas	50%
Quatro	35% a 48%
Seis ou mais	25% a 48%

Fonte: DNIT

2.5.5 RESULTADOS OBTIDOS

O número "N" foi calculado, ano a ano, até o 10° ano, a partir dos dados da contagem de tráfego e em função dos dados e critérios apresentados a seguir.

2.5.5.1 Dados de Tráfego

Coleta de Dados de Tráfego

Para a elaboração dos Estudos de Tráfego foram feitas contagens volumétricas próximo da interseção de acesso ao frigorífico JBS, já na GO-536. Este local foi considerado o mais adequado, pois para o tráfego com origem na GO-020 capta o volume que acessará o viaduto para Senador Canedo. E para o tráfego originário de Senador Canedo, considera o tráfego da região central e da região sudeste. Isto posto, a contagem contemplou os seguintes movimentos de tráfego:

- Movimento 01: origem: GO-020 –> destino: Senador Canedo;
- Movimento 02: origem: Senador Canedo -> destino: GO-020;

Figura 2.5.29- - Vista aérea do local de implantação do posto de contagem

Nesta pesquisa foram coletados os volumes de tráfego de automóveis, ônibus e caminhões. Também foi calculado o quantitativo de veículos em unidades de carro de passeio (UCP), ou seja, o número equivalente de carros de passeio que exerce os mesmos efeitos na capacidade da rodovia que o referido veículo.

No Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) temos:

Nos estudos alemães, o Manual para a Determinação da Capacidade de Rodovias (... HBS, ano 2000), contém uma tabela de equivalência de veículos motorizados, bicicleta, e veículos não classificados, em carros de passeio, para aplicação em estudos de capacidade de interseções. Essa tabela é compatível com valores apresentados pelo Highway Capacity Manual, edição de 1994. Por se tratar de dados atuais e necessários para utilizar o método alemão de determinação de capacidade é adotada neste Manual para transformar um volume de veículos de tráfego misto em Unidades de Carro de Passeio (UCP), conforme Tabela 9.

Tabela 9 - Fator de equivalência em carros de passeio

Tipo de Veículo	VP	CO	SR/RE	M	B	SI
Fator de Equivalência	1	1,5	2	1	0,5	1,1

Delimitação da Área de Influência

Área de Influência

Por área de influência entende-se o espaço geográfico que contém a maior parte dos clientes de um empreendimento. A determinação da área de influência é de capital importância tanto na localização, quanto na gestão de um empreendimento.

Geralmente a área de influência é dividida em quatro:

1. **Imediata ou Natural:** área física ou mercado mais próximo de uma rodovia específica. Assume-se que a carga movimentada dessa região irá sempre passar pela rodovia devido a sua proximidade geográfica;
2. **Primária:** área dominada por uma rodovia específica, ou seja, área na qual os embarcadores sempre consideram a opção de utilização do transporte rodoviário;
3. **Secundária:** a área geográfica que utiliza o transporte rodoviário para movimentar parte de sua importação ou exportação, ou seja, área na qual os embarcadores consideram a opção de utilização eventual do transporte rodoviário por uma rodovia específica;
4. **Terciária:** a área que uma rodovia específica atende como resultado de tarifas ou de serviços de transporte em terra competitivos, ou seja, área na qual o transporte rodoviário compete com os demais modais de transporte.

Essa classificação reflete o grau de atração de viagens e, consequentemente, o grau de impacto no sistema viário causado pelo empreendimento. Variáveis como: natureza e tamanho do empreendimento, acessibilidade, densidade, barreiras físicas, limitações de tempo, distância de viagem, poder de atração e competição do empreendimento, dentre outras, são utilizadas para o cálculo das áreas de influência primária, secundária e terciária.

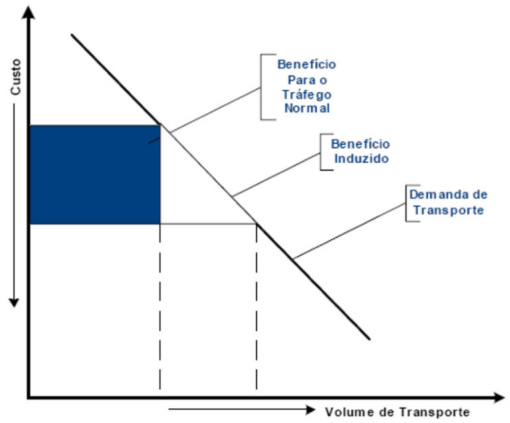
Área de Influência do Trecho em Projeto

Um empreendimento da magnitude da duplicação proposta propaga influência e dinamismo para a região. É importante estabelecer claramente o referencial conceitual e metodológico a ser seguido para a definição da Área de Influência, uma vez que o problema central da avaliação dos efeitos em um projeto de transporte está em relacionar os conceitos teóricos às especificidades do projeto.

No caso específico deste estudo, uma das questões fundamentais para avaliar a área que será impactada de sua construção é determinar em que medida o investimento induzirá o processo de desenvolvimento econômico da sua região de influência.

O problema central da avaliação dos efeitos dinâmicos dos investimentos está relacionado à previsão da atividade econômica e da sua demanda derivada por serviços de transporte.

Nessas previsões, é costume se distinguir: demanda existente sem os investimentos e demanda induzida ou gerada pela redução dos custos de transporte.



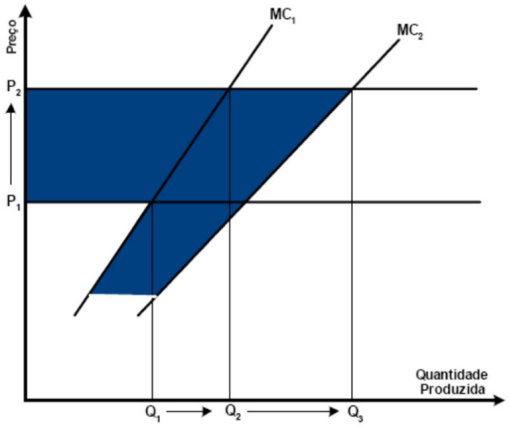
Demanda e Benefícios de Projetos em Regiões Maduras

Fonte: DNIT (2005)

Em áreas econômica e socialmente maduras e bem estabelecidas, inclusive em termos de oferta de serviços de infraestrutura, os investimentos em transporte normalmente seguem ou acompanham o crescimento da demanda.

Os benefícios da duplicação são determinados pelo tráfego existente e sua expansão natural, sendo a magnitude dos benefícios induzidos relativamente menor. Assim, quanto maior for a demanda de transporte existente sem o investimento, maior será a área do retângulo que indica o benefício para o tráfego normal. No mesmo sentido, quanto menor for o impacto do investimento, em termos de indução de demanda (tráfego), menor será a área do triângulo correspondente (DNIT, 2005).

A base conceitual para a definição das áreas de influência reside no alcance dos efeitos diretos e indiretos do empreendimento, respectivamente. Porém, se forem considerados também os menores níveis de impactos, a área de influência pode assumir dimensões muito extensas.



Benefícios do Produtor de Redução do Custo de Transporte

Fonte: DNIT (2005)

A área de abrangência do Projeto foi delimitada em conformidade com os seguintes critérios:

- Em primeira hipótese refere-se aos municípios que dela dependem ou que possam vir a utilizar a rodovia em parte ou em toda de sua extensão, seja para o transporte de cargas, seja de passageiros (Área de Influência Direta);
- A instalação de empreendimentos de grande porte em espaços com ocupação pré-existente, provoca nestes espaços alterações profundas e definitivas. No caso da rodovia em estudo, empreendimento de caráter estruturante, espera-se impactos significativos no desenvolvimento em seus vários aspectos, em especial na sócia-economia do Estado de Goiás;
- A efetiva influência exercida pela rodovia, considerando a ampliação da escala e da velocidade características da atual dinâmica de ocupação territorial e de uso dos recursos naturais;
- A presença de rodovias, associadas aos fluxos demográficos e relações econômicas já conhecidas, que balizam dinâmicas em áreas próximas e tendem a afetar o território em torno da rodovia.

A área em estudo tem nos transportes um ponto de estrangulamento de sua economia, pois com a urbanização, indústrias e empresas instaladas no trecho o nível de capacidade da via tem diminuído, causando insegurança aos usuários e acidentes, além de inibir a abertura de novos empreendimentos.

Zona de Tráfego

Na área de influência da rodovia temos uma geração de tráfego devido ao distrito industrial e base de distribuição de produtos petroquímicos. A fim de facilitar a obtenção e posterior análise das informações a respeito do tráfego, a área de estudo deverá ser dividida em zonas. Cada zona deverá ser definida de modo que qualquer viagem com origem ou destino nessa zona possa ser considerada como partindo ou chegando a um ponto determinado da mesma (centroide). O centroide é a representação pontual da zona. É como se todos os dados pesquisados e analisados estivessem concentrados nesse ponto. Corresponde ao centro de gravidade das viagens geradas.

Conforme definição, os Municípios de Senador Canedo e Goiânia serão definidos como o centroide da Zona de Tráfego de influência direta. As viagens com origem e destino em uma mesma zona constituem o tráfego local e seu volume cresce com as dimensões da zona.

Para o trecho em estudo, simplificando a metodologia, teremos duas Zonas de Tráfego a considerar, sendo a Zona Direta, o tráfego local, originado pelas empresas e indústrias da região, e a Zona Indireta, originada pelo transporte dos insumos para outras regiões. Por se tratar da duplicação de uma via existente, de curta extensão, em que o maior centro de geração de tráfego localiza-se na Zona Indireta, **consideramos que é possível agrupar os dados de origem/destino em um único posto de contagem, fornecendo a base estatística para determinação das viagens atuais e futuras.**

Conforme contagem classificatória realizada, podemos estabelecer uma Zona de Tráfego homogênea, já que não observamos uma variação significativa de influência de outros municípios, e nem zonas externas de tráfego, pela distância deste trecho aos grandes centros urbanos.

- Senador Canedo é **sede do maior Polo Petroquímico do Centro-Oeste brasileiro**, localizada na região metropolitana de Goiânia, possuindo uma localização geográfica privilegiada, com acesso aos principais centros de distribuição de passageiros, cargas e de comercialização;
- O seu desenvolvimento econômico e social é referência em Goiás e no país como uma cidade que obteve grande crescimento econômico e habitacional. A cidade é um dos maiores arrecadadores de ICMS e a quinta mais competitiva, de acordo com dados da Secretaria de Planejamento de Goiás. Com um amplo crescimento no setor de serviços, na área de habitação e comércio em geral;
- Empresas e Indústrias de Destaque: Distritos Industriais com empresas do setor moveleiro, confecção, cartonados, cerâmicas, alimentícias, químicas, entre outros. Polo Petroquímico: sede da subsidiária da Petrobrás – Transpetro, empresas do ramo de combustível, gás GLP e derivados de petróleo;
- Comparando com outros municípios, em relação as receitas realizadas, temos: no país → 192º; no estado → 5º e na região geográfica imediata → 3º;
- Comparando com outros municípios, em relação ao total receitas empenhadas, temos: no país → 194º; no estado → 5º e na região geográfica imediata → 3º.

2.5.5.2 Volume Médio Diário de Tráfego de Projeto

Os levantamentos foram realizados durante o período de três dias, totalizando 1 ponto de contagem. Nesse local foram instalados um conjunto de contadores. Assim, foram obtidas informações sobre a quantidade e classificação de veículos que trafegam no trecho da rodovia, além de outros parâmetros. Esses dados são fundamentais para projeto, construção, operação, manutenção, planejamento e gerenciamento de um sistema rodoviário.

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

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

Na figura 2.5.29 apresentamos a localização do posto. A partir dos dados obtidos com a pesquisa classificatória realizada em campo foi possível observar que o volume médio diário do tráfego no trecho em questão da rodovia GO-536 é de cerca de **10.630,00 veículos/dia** (automóveis, ônibus e caminhões - 2022). Ao se transformar os volumes de tráfego em UCP (unidades de carros de passeio), temos um volume diário de 12.476 ucp/dia. Sendo que o sentido de tráfego Senador Canedo►GO-020 corresponde a 52% do tráfego na rodovia.

Com base nestes valores os viadutos e seus ramos se enquadram nas **Classe IA**, pista dupla com controle parcial de acesso, devendo adotar as características desta classe nos projetos.

2.5.5.3 Composição do Tráfego

O tráfego da rodovia é majoritariamente composto por veículos leves, cerca de 78% do total. No entanto, em se tratando de uma via quase semi-urbana, o volume de tráfego de veículos pesados é consideravelmente grande, correspondendo a 2278 veículos/dia.

Com relação aos veículos comerciais, cerca de 66% do volume é composto por veículos do tipo ônibus, 2C e 3C, cerca de 23% são de semi-reboques e cerca de 12% de reboques.

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

Tabela 2.5.5 (Pista Simples - 2022)

Sentido de Tráfego	Veículos Leves	Ônibus	Caminhões		Semi-reboque		Reboque	Veículos Comerciais	VMD Misto	VMD UCP
			2C	3C	2S3	3S3				
GO-020 - Senador Canedo	4032	150	286	306	102	83	132	1059	5091	5932
Senador Canedo - GO-020	4320	161	268	320	149	179	142	1219	5539	6544
Dois sentidos de tráfego	8352	311	554	626	251	262	274	2278	10630	12476
	78,58%	2,93%	5,21%	5,89%	2,36%	2,46%	2,58%	21,43%		
% comercial		13,65%	24,32%	27,48%	11,02%	11,50%	12,03%	100,00%		

2.5.5.4 Flutuação Horária

Para ambos os sentidos de tráfego nota-se que no início da manhã e no início da noite ocorrem os maiores volumes de tráfego. No período da manhã o pico horário ocorre entre 08:00 e 09:00, contabilizando 947 veículos. Já no início da noite, o pico horário ocorre entre as 17:00 e 18:00, contabilizando 859 veículos. A tabela abaixo ilustra a flutuação horária do tráfego na rodovia.

Tabela 2.5.6 (Pista Simples - 2022)

Intervalo Horário	Sentido GO-020 - Senador Canedo			Sentido Senador Canedo - GO-020			Dois sentidos		
	Veículos Leves	Veículos Comerciais	Total	Veículos Leves	Veículos Comerciais	Total	Veículos Leves	Veículos Comerciais	Total
00:00-01:00	6	3	9	6	5	11	12	8	20
01:00-02:00	8	3	11	11	5	16	19	8	27
02:00-03:00	11	4	15	14	3	17	25	7	32
03:00-04:00	6	4	10	11	5	16	17	9	26
04:00-05:00	5	4	9	8	3	11	13	7	20
05:00-06:00	33	30	63	53	33	86	86	63	149
06:00-07:00	108	23	131	153	30	183	261	53	314
07:00-08:00	355	70	425	370	76	446	725	146	871
08:00-09:00	367	103	470	351	126	477	718	229	947
09:00-10:00	179	78	257	191	86	277	370	164	534
10:00-11:00	202	89	291	258	106	364	460	195	655
11:00-12:00	216	72	288	226	85	311	442	157	599
12:00-13:00	244	59	303	235	65	300	479	124	603
13:00-14:00	253	51	304	274	56	330	527	107	634
14:00-15:00	228	80	308	226	90	316	454	170	624
15:00-16:00	251	82	333	283	94	377	534	176	710
16:00-17:00	252	86	338	283	97	380	535	183	718
17:00-18:00	345	64	409	374	76	450	719	140	859
18:00-19:00	343	66	409	346	75	421	689	141	830
19:00-20:00	208	30	238	240	36	276	448	66	514
20:00-21:00	158	23	181	144	25	169	302	48	350
21:00-22:00	107	10	117	101	12	113	208	22	230
22:00-23:00	89	16	105	91	20	111	180	36	216
23:00-00:00	58	9	67	71	10	81	129	19	148
Total	**4032**	**1059**	**5091**	**4320**	**1219**	**5539**	**8352**	**2278**	**10630**

Planilhas da Contagem Classificatória:

Rodovia: GO-536

MÉDIA ARREDONDADA DA CONTAGEM DE TRÁFEGO DE TRÊS DIAS POR SENTIDO

GO-020 / GO-536 (SEN. CANEDO)

HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	SOMA
P / U	06	08	11	06	05	33	108	355	367	179	202	216	244	253	228	251	252	345	343	208	158	107	89	58	4032
2CB				01		04	02	10	17	12	13	10	08	08	13	11	14	08	07	03	04	02	02	01	150
3CB																									
2C	01	01	01	01	01	07	08	19	26	22	23	19	17	16	20	21	24	17	19	08	05	02	06	02	286
3C/4C	01		01	01	01	10	07	21	30	23	26	20	18	13	23	23	24	21	19	09	08	02	04	01	306
2S1																									
2S2																									
2S3		01	01			04	02	06	09	06	08	09	05	04	08	09	09	06	06	02	03	01	01	02	102
3S2																									
3S3	01	01	01	01		01	02	05	06	06	08	06	05	03	06	08	06	05	06	02	01	01	01	01	83
2C2																									
2C3																									
3C2/3C3/3C4																									
3T4						03	01	04	08	05	05	03	03	04	05	04	04	03	04	04	01	01	01	01	64
3T6					02	01	01	05	07	04	06	05	03	03	05	06	05	04	05	02	01	01	01	01	68
Moto																									
																									5091

GO-536 (SEN. CANEDO) / GO-020

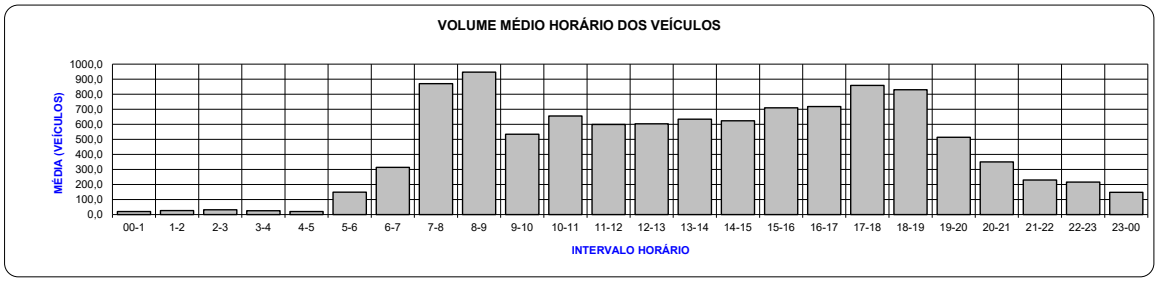
HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	SOMA
P / U	06	11	14	11	08	53	153	370	351	191	258	226	235	274	226	283	283	374	346	240	144	101	91	71	4320
2CB				01		04	06	09	17	12	13	11	08	08	12	13	13	09	09	07	03	01	04	01	161
3CB																									
2C	01	01	01		01	09	07	17	27	20	23	19	14	12	20	20	21	17	17	07	05	03	04	02	268
3C/4C	01		01		01	08	07	21	28	24	28	24	18	17	24	25	26	21	21	09	07	03	04	02	320
2S1																									
2S2																									
2S3	01	01	01			04	03	09	16	10	14	10	09	08	11	12	11	09	09	04	03	02	01	01	149
3S2																									
3S3	01	02		03		05	04	11	21	12	16	12	10	04	12	14	14	11	11	04	04	01	04	03	179
2C2																									
2C3																									
3C2/3C3/3C4																									
3T4						02	01	04	09	04	06	04	02	05	05	04	06	05	03	03	01	01	01		66
3T6	01	01		01	01	01	02	05	08	04	06	05	04	02	06	06	06	04	05	02	02	01	02	01	76
Moto																									
																									5539

RODOVIA: GO-536

VOLUME MÉDIO GERAL DE TRÁFEGO - POSTO Nº 01 (2 SENTIDOS)

VMD = SOMA (2 SENTIDOS) / NÚMERO DE DIAS

HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	TOT	Ft.Eq.	UCP
P / U	12,0	19,0	25,0	17,0	13,0	86,0	261,0	725,0	718,0	370,0	460,0	442,0	479,0	527,0	454,0	534,0	535,0	719,0	689,0	448,0	302,0	208,0	180,0	129,0	8352,0	1,0	8352,0
2CB				2,0		8,0	8,0	19,0	34,0	24,0	26,0	21,0	16,0	16,0	25,0	24,0	27,0	17,0	16,0	10,0	7,0	3,0	6,0	2,0	311,0	1,5	466,5
3CB																										1,5	
2C	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	16,0	15,0	36,0	53,0	42,0	46,0	38,0	31,0	28,0	40,0	41,0	45,0	34,0	36,0	15,0	10,0	5,0	10,0	4,0	554,0	1,5	831,0
3C/4C	2,0		2,0	1,0	2,0	18,0	14,0	42,0	58,0	47,0	54,0	44,0	36,0	30,0	47,0	48,0	50,0	42,0	40,0	18,0	15,0	5,0	8,0	3,0	626,0	2,0	1252,0
2S1																										2,0	
2S2																										2,0	
2S3	1,0	2,0	2,0			8,0	5,0	15,0	25,0	16,0	22,0	19,0	14,0	12,0	19,0	21,0	20,0	15,0	15,0	6,0	6,0	3,0	2,0	3,0	251,0	2,0	502,0
3S2																										2,0	
3S3	2,0	3,0	1,0	4,0		6,0	6,0	16,0	27,0	18,0	24,0	18,0	15,0	7,0	18,0	22,0	20,0	16,0	17,0	6,0	5,0	2,0	5,0	4,0	262,0	2,0	524,0
2C2																										2,0	
2C3																										2,0	
3C2/3C3/3C4																										2,0	
3T4						5,0	2,0	8,0	17,0	9,0	11,0	7,0	5,0	9,0	10,0	8,0	10,0	8,0	7,0	7,0	2,0	2,0	2,0	1,0	130,0	2,0	260,0
3T6	1,0	1,0		1,0	3,0	2,0	3,0	10,0	15,0	8,0	12,0	10,0	7,0	5,0	11,0	12,0	11,0	8,0	10,0	4,0	3,0	2,0	3,0	2,0	144,0	2,0	288,0
Moto																										1,0	
																										1,0	
TOTAL	20,0	27,0	32,0	26,0	20,0	149,0	314,0	871,0	947,0	534,0	655,0	599,0	603,0	634,0	624,0	710,0	718,0	859,0	830,0	514,0	350,0	230,0	216,0	148,0	10630,0		12475,5



Sentido GO-020 / Senador Canedo

Rodovia: GO-536

CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO

SENTIDO: GO-020 / GO-536 (SEN. CANEDO)

		00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
22/03/2022	P / U	07	08	10	05	06	33	106	350	355	180	195	210	235	245	226	267	265	345	330	200	150	101	85	56
	2CB				01		04	03	09	16	11	12	10	08	07	11	11	12	09	09	04	03	01	02	01
	3CB																								
	2C	01		01		01	08	07	18	28	21	24	20	15	13	21	22	23	18	18	08	06	02	04	02
	3C/4C	01		01		01	09	07	20	30	24	27	22	18	14	24	24	25	20	20	09	06	03	04	02
	2S1																								
	2S2																								
	2S3			01			03	02	05	08	06	07	07	05	04	07	07	07	05	05	02	02	01	01	01
	3S2																								
	3S3	01					02	02	05	07	06	07	06	04	03	06	06	06	05	05	02	02	01	01	01
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3T4						02	01	04	08	04	05	03	02	03	04	04	05	04	04	02	01	01	01	
	3T6					01	01	01	04	07	04	05	04	03	03	04	05	05	03	04	02	01	01	01	
	Moto																								

		00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
23/03/2022	P / U	05	09	11	06	04	31	101	340	365	158	205	215	239	255	210	220	240	348	336	204	158	109	87	55
	2CB						04		11	19	12	15	09	07	09	15	10	16	06	02	01	07	04	03	
	3CB																								
	2C		01	01	03		05	09	22	24	26	22	18	21	24	18	20	26	15	22	07	04	03	09	01
	3C/4C	01		01			12	09	24	32	23	25	18	18	11	24	24	25	25	20	09	11		04	
	2S1																								
	2S2																								
	2S3		02				05	03	08	10	04	08	11	04	02	09	11	12	07	06	05	04			03
	3S2																								
	3S3			01	03			02	05	04	06	10	06	05	03	06	12	06	05	08	02		01		01
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3T4						05		04	09	07	06	04	06	05	07	03	02	01	03	07		02		01
	3T6					03		01	05	07	04	07	05	01	02	06	06	05	05	07	01			01	01
	Moto																								

		00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
24/03/2022	P / U	07	08	12	06	06	36	116	375	380	198	205	222	259	260	249	265	250	341	363	220	165	111	94	62
	2CB				01		04	03	09	17	12	13	11	08	07	12	12	13	09	09	04	03	01	02	01
	3CB																								
	2C			02		01	08	07	17	27	20	23	19	14	12	20	21	22	17	17	08	06	02	04	02
	3C/4C	01			02	01	08	06	18	28	22	25	20	17	13	22	22	23	18	18	08	06	03	04	02
	2S1																								
	2S2																								
	2S3			01			03	02	06	09	07	08	08	06	05	08	08	08	06	06		02	01	01	01
	3S2																								
	3S3		01				02	02	06	08	07	08	07	05	04	07	07	07	06	06	02		01		01
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3T4						02	01	04	08	04	05	03	02	03	04	04	05	04	04	02	01	01	01	
	3T6					01	01	01	05	08	05	06	05	04	04	05	06	06	04	05	02	01	01	01	
	Moto																								

Sentido Senador Canedo / GO-020

RODOVIA: GO-536

CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO

SENTIDO: GO-536 (SEN. CANEDO) / GO-020

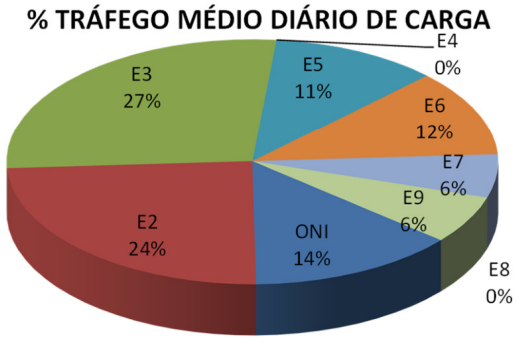
	HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
22/03/2022	P / U	06	11	16	10	08	55	159	385	366	199	269	235	245	285	235	295	295	390	360	250	150	105	95	74
	2CB				01		04	03	08	14	10	11	09	07	06	10	10	11	08	08	04	03	01	02	01
	3CB																								
	2C	01		01		01	10	07	19	30	22	26	21	16	14	22	23	24	19	19	08	06	03	04	02
	3C/4C	01		01		01	09	08	23	30	27	31	27	20	19	27	28	29	24	23	10	08	03	05	03
	2S1																								
	2S2																								
	2S3			01			03	02	06	11	07	09	07	05	05	08	08	08	06	06	03	02	01	01	01
	3S2																								
	3S3	01					04	03	08	15	09	11	09	07	03	09	10	10	08	08	03	03	01	03	01
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3T4						02	01	04	08	04	05	03	02	03	04	04	05	04	03	02	01		01	
	3T6					01	01	02	05	08	06	06	05	04	02	06	06	06	03	05	02	02	01	01	01
	Moto																								

	HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
23/03/2022	P / U	07	11	14	12	08	55	159	385	366	199	269	235	245	285	235	295	295	390	360	250	150	105	95	74
	2CB				01		05	08	10	20	14	15	14	09	10	14	16	15	11	10	09	04		06	01
	3CB																								
	2C	01	01	01		01	10	08	19	30	23	26	21	16	14	23	23	24	19	19	08	06	03	04	03
	3C/4C	01				01	10	09	25	33	29	33	29	21	20	29	30	31	25	25	11	09	04	05	01
	2S1																								
	2S2																								
	2S3	03	01	01			05	04	10	18	11	15	11	09	09	13	13	13	10	10	05	04	01	01	
	3S2																								
	3S3	01	04		05		06	05	13	24	14	18	14	11	05	14	16	16	13	13	05	05	01	05	04
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3T4						03		05	11	05	08	05	03	04	06	05	08	06	04	03		01		
	3T6					01		03	05	09	04	06	05	04	03	06	06	06	04	05	05	03	01		03
	Moto																								

	HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
24/03/2022	P / U	06	10	13	11	07	48	140	339	321	175	237	207	216	251	207	260	260	343	317	220	132	92	84	65
	2CB				01		04	06	08	16	12	13	11	07	08	12	13	13	09	08	07	03		05	01
	3CB																								
	2C		01	01		01	07	05	13	20	15	18	14	11	09	15	15	16	13	13	05	04	02	03	02
	3C/4C	01				01	06	05	15	20	17	19	17	13	12	17	18	19	15	15	07	05	02	03	01
	2S1																								
	2S2																								
	2S3		01	01			05	04	10	18	12	17	12	12	09	13	15	13	10	10	05	04	04		01
	3S2																								
	3S3	01	03		04		06	05	13	24	14	18	14	11	05	14	16	16	13	13	05	05	01	05	05
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3T4						02		03	08	03	05	05	02	08	05	03	05	05	03	05	03			
	3T6	01	03		01			02	05	08	02	06	05	04	02	06	06	06	06	05		02	01	04	
	Moto																								

TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO POR CLASSE

N.EIXOS	TMD	TIPO	%
Passeio	8.352	AUTO	100,0%
ONI	311	ÔNIBUS	13,7%
E2	554	CAM	24,3%
E3	626		27,5%
E4		SEMI-R../ CAM+REB.	
E5	251		11,0%
E6	262		11,5%
E7	130	TREMIN./ BITREM/ RODOTR.	5,7%
E8			
E9	144		6,3%
Total Carga	2.278		100,0%



	Classe detalhada			
	Classe	N. EIXOS	TMD	%
AUTO	AUTO	E2	8.352,00	78,6%
ÔNIBUS	ONI2	E2	311,00	2,9%
TRIBUS	ONI3	E3		
CAMINHÃO	2C	E2	554,00	5,2%
CAMINHÃO TRUCADO	3C	E3	626,00	5,9%
CAMINHÃO	4C	E4		
SEMI-REBOQUE	2S1	E3		
SEMI-REBOQUE	2S2	E4		
SEMI-REBOQUE	2S3	E5	251,00	2,4%
SEMI-REBOQUE	3S1	E4		
SEMI-REBOQUE	3S2	E5		
SEMI-REBOQUE	3S3	E6	262,00	2,5%
SEMI-REBOQUE	2I2	E4		
CAM+REB	2C2	E4		
CAM+REB	2C3	E5		
CAM+REB	3C2	E5		
CAM+REB	3C3	E6		
SEMI-REBOQUE	2I3	E5		
SEMI-REBOQUE	3I2	E5		
SEMI-REBOQUE	3I3	E6		
BI-TREM	3T4	E7	130,00	1,2%
TREMINHÃO	3Q6	E9		
RODOTREM	3T6	E9	144,00	1,4%
MOTOS	MOTO			
	Total		**10.630**	**100,0%**

2.5.6 Cálculo do Número N

O número equivalente "N" necessário ao dimensionamento do pavimento é definido pelo número de repetições equivalentes de um eixo padrão de 8,2 tf (18.000 lb) durante o período de vida útil do projeto.

Na determinação do Número "N" são considerados fatores relacionados ao tráfego e respectivas categorias de veículos, definida em função da carga e do número de eixos dos veículos. Seus valores anuais e acumulados durante o período de projeto são calculados com base nas projeções de trânsito sendo necessário para isso o conhecimento qualitativo e quantitativo da composição dos veículos.

2.5.6.1 Taxas de Crescimento ou Expansão

O cenário para a região é otimista considerando como referência o crescimento da população, do PIB, da frota e da renda. Naturalmente o tráfego sofrerá expansão pela quantidade de veículos que serão acrescidos adquiridos pela população devido ao crescimento econômico de sua renda.

Ao considerar o objeto da análise - a rodovia GO-536 (Senador Canedo) / GO-020 - suas contagens de tráfego foram feitas em 2022. Apesar das restrições que apresenta, a projeção por taxa fixa é largamente utilizada no Brasil, pelo fato de que na maioria das vezes não se dispõe das informações necessárias para aplicação de modelo mais elaborado. Ademais, a aplicação de uma projeção geométrica é recomendada pelo DNIT, uma vez que a variação exponencial é a mais provável para períodos curtos ou de média duração.

Assim, a Consultora houve por bem adotar uma taxa de crescimento no valor de **3% a.a. tanto para carros** quanto **para ônibus e caminhões**, julgada adequada, baseado no fato de que as indústrias e o comércio da região estão em plena operação e, portanto os dados fornecidos já contemplam um limite regular de produção com a respectiva demanda de carga. E a região tem a perceptiva de tornar-se um grande polo de condomínios horizontais da Grande Goiânia, com vários implantados ou em implantação.

2.5.6.2 Fator de Veículo da Frota

Para o tráfego comercial total tendo em vista a distribuição percentual verificada, tem-se:

Quadro 2.5.7 – Pista Simples

FATOR DE VEÍCULO DA FROTA DE PROJETO								
TIPO DE VEÍCULOS	Número de Eixos	CLASSE	QUANT.	%	USACE		AASHTO	
					FVi	TOTAL	FVi	TOTAL
ÔNIBUS	E2	ONI2	311	13,65%	3,229	0,4409	2,373	0,3240
TRIBUS	E3	ONI3	0	0,00%	7,869	0,0000	1,710	0,0000
CAMINHÃO	E2	2C	554	24,32%	3,247	0,7896	2,389	0,5810
CAMINHÃO TRUCADO	E3	3C	626	27,48%	7,919	2,1761	1,730	0,4754
CAMINHÃO	E4	4C	0	0,00%	8,584	0,0000	1,649	0,0000
SEMI-REBOQUE	E3	2S1	0	0,00%	6,239	0,0000	4,481	0,0000
SEMI-REBOQUE	E4	2S2	0	0,00%	10,908	0,0000	3,841	0,0000
SEMI-REBOQUE	E5	2S3	251	11,02%	11,581	1,2760	3,762	0,4145
SEMI-REBOQUE	E4	3S1	0	0,00%	10,921	0,0000	3,847	0,0000
SEMI-REBOQUE	E5	3S2	0	0,00%	15,552	0,0000	3,166	0,0000
SEMI-REBOQUE	E6	3S3	262	11,50%	16,234	1,8671	3,095	0,3559
SEMI-REBOQUE	E4	2I2	0	0,00%	9,216	0,0000	6,559	0,0000
CAM+REB	E4	2C2	0	0,00%	9,216	0,0000	6,559	0,0000
CAM+REB	E5	2C3	0	0,00%	13,859	0,0000	5,898	0,0000
CAM+REB	E5	3C2	0	0,00%	13,851	0,0000	5,884	0,0000
CAM+REB	E6	3C3	0	0,00%	18,494	0,0000	5,224	0,0000
SEMI-REBOQUE	E5	2I3	0	0,00%	12,281	0,0000	8,725	0,0000
SEMI-REBOQUE	E5	3I2	0	0,00%	13,888	0,0000	5,900	0,0000
SEMI-REBOQUE	E6	3I3	0	0,00%	16,872	0,0000	7,983	0,0000
BI-TREM	E7	3T4	130	5,71%	23,183	1,3230	4,592	0,2620
TREMINHÃO	E9	3Q6	0	0,00%	24,543	0,0000	4,445	0,0000
RODOTREM	E9	3T6	144	6,32%	30,806	1,9474	6,016	0,3803
TOTAL			**2278**	**100,00%**		**9,8200**		**2,7932**

2.5.6.3 Projeção do Tráfego

Ao planejar a implantação de uma rodovia, um dos principais aspectos a serem considerados no projeto é a estimativa da demanda da mesma. Isto porque é justamente a demanda, que nada mais é do que o volume de tráfego esperado, que determinará as proporções da infraestrutura da via a ser implantada (DNIT, 2006).

Entretanto, além da inquestionável necessidade de, ainda na fase de projeto, estimar o volume de veículos que deverá incidir sobre a rodovia no horizonte de sua vida útil, faz-se imprescindível realizar o acompanhamento da evolução do volume de tráfego após o início da operação da rodovia.

Quadro 2.5.8

PROJEÇÃO DO TRÁFEGO

Taxas de Crescimento de Tráfego	
VEÍCULOS	TAXA DE CRESCIMENTO
Veículos Leves	3,00%
Ônibus	3,00%
Caminhões	3,00%

Composição do Tráfego	
VEÍCULOS	%
Veículos Leves	78,57%
Ônibus	2,93%
Caminhões	18,50%

Ano	AUTO	ONI2	ONI3	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2I2	2C2	2C3	3C2	3C3	3T4	3Q6	3T6	TOTAL
2022	8352	311	0	554	626	0	0	0	251	0	0	262	0	0	0	0	0	130	0	144	**10630**
2023	8603	320	0	571	645	0	0	0	259	0	0	270	0	0	0	0	0	134	0	148	**10949**
2024	8861	330	0	588	664	0	0	0	266	0	0	278	0	0	0	0	0	138	0	153	**11277**
2025	9126	340	0	605	684	0	0	0	274	0	0	286	0	0	0	0	0	142	0	157	**11616**
2026	9400	350	0	624	705	0	0	0	283	0	0	295	0	0	0	0	0	146	0	162	**11964**
2027	9682	361	0	642	726	0	0	0	291	0	0	304	0	0	0	0	0	151	0	167	**12323**
2028	9973	371	0	662	748	0	0	0	300	0	0	313	0	0	0	0	0	155	0	172	**12693**
2029	10272	383	0	681	770	0	0	0	309	0	0	322	0	0	0	0	0	160	0	177	**13074**
2030	10580	394	0	702	793	0	0	0	318	0	0	332	0	0	0	0	0	165	0	182	**13466**
2031	10898	406	0	723	817	0	0	0	328	0	0	342	0	0	0	0	0	170	0	188	**13870**
2032	11224	418	0	745	841	0	0	0	337	0	0	352	0	0	0	0	0	175	0	194	**14286**
2033	11561	431	0	767	867	0	0	0	347	0	0	363	0	0	0	0	0	180	0	199	**14715**
2034	11908	443	0	790	893	0	0	0	358	0	0	374	0	0	0	0	0	185	0	205	**15156**
2035	12265	457	0	814	919	0	0	0	369	0	0	385	0	0	0	0	0	191	0	212	**15611**
2036	12633	470	0	838	947	0	0	0	380	0	0	396	0	0	0	0	0	197	0	218	**16079**
2037	13012	485	0	863	975	0	0	0	391	0	0	408	0	0	0	0	0	203	0	224	**16562**
2038	13403	499	0	889	1005	0	0	0	403	0	0	421	0	0	0	0	0	209	0	231	**17059**
2039	13805	514	0	916	1035	0	0	0	415	0	0	433	0	0	0	0	0	215	0	238	**17571**
2040	14219	530	0	943	1066	0	0	0	427	0	0	446	0	0	0	0	0	221	0	245	**18098**
2041	14645	545	0	972	1098	0	0	0	440	0	0	460	0	0	0	0	0	228	0	253	**18641**
2042	15085	562	0	1001	1131	0	0	0	453	0	0	473	0	0	0	0	0	235	0	260	**19200**
2043	15537	579	0	1031	1165	0	0	0	467	0	0	488	0	0	0	0	0	242	0	268	**19776**
2044	16003	596	0	1062	1200	0	0	0	481	0	0	502	0	0	0	0	0	249	0	276	**20369**

2.5.6.4 Determinação do Número "N"

O Número "N" de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foi calculado pela expressão: N = 365 x VMD x K x FV x FR ,onde:

VMD = Volume Médio Diário Anual nos dois sentidos, para veículos comerciais;

K = Fator Direcional = 0,40 (pista dupla); FV = Fator de Veículos da Frota; FR = Fator Climático Regional igual a 1,00.

Considerou-se o período de início da realização das obras de pavimentação (objeto do presente projeto) o ano de 2023. O cálculo do Número "N" é apresentado a seguir.

QUADRO 2.5.9 – PROJEÇÃO DO "VMD" E DOS VALORES DE "N" – Pista Dupla

PROJEÇÃO DO "VMD" (NOS DOIS SENTIDOS) E DOS VALORES DE "N"								
Rodovia: GO-020/GO-536			*Trecho:* ENTR. GO-020 / ENTR. GO-536					
Extensão: VIADUTOS (2x 50m)			*S.R.E.:* 536EGO0020					
Ano da Pesquisa	*Taxa de Crescimento do Tráfego (%)*			*Número de Anos Para Estimativa*	*Fatores de Veículo - FV*		*Fator Climático Regional*	*Fator de Pista*
	Passeio	*Coletivo*	*Carga*		*Método USACE*	*Método AASHTO*	*FR*	*FP*
2.022	3,00%	3,00%	3,00%	20	9,820	2,793	1,00	0,40
VMD	*Composição da Frota*			*Ano Para Cálculo de "N"*	*Número "N"*		*Observações*	
	Passeio	*Coletivo*	*Carga*					
10.630	78,57%	2,93%	18,50%	**2.033**				
Ano	*Veículo - Tipo*			*Total Veículos Comerciais*	*Método USACE*	*Método AASHTO*		
	Passeio	*Coletivo*	*Carga*					
2.022	8.352	311	1.967	2.278			CONTAGEM	
2.023 (*0 °*)	8.603	320	2.026	2.346			OBRA	
2.024 (*1 °*)	8.861	330	2.087	2.417	3,46E+06	9,86E+05		
2.025 (*2 °*)	9.126	340	2.149	2.489	7,03E+06	2,00E+06		
2.026 (*3 °*)	9.400	350	2.214	2.564	1,07E+07	3,05E+06		
2.027 (*4 °*)	9.682	361	2.280	2.641	1,45E+07	4,12E+06		
2.028 (*5 °*)	9.973	371	2.349	2.720	1,84E+07	5,23E+06		
2.029 (*6 °*)	10.272	383	2.419	2.802	2,24E+07	6,38E+06		
2.030 (*7 °*)	10.580	394	2.492	2.886	2,66E+07	7,55E+06		
2.031 (*8 °*)	10.898	406	2.567	2.973	3,08E+07	8,76E+06		
2.032 (*9 °*)	11.224	418	2.644	3.062	3,52E+07	1,00E+07		
2.033 (*10 °*)	**11.561**	**431**	**2.723**	**3.154**	**3,97E+07**	**1,13E+07**		
2.034 (*11 °*)	11.908	443	2.805	3.248	4,44E+07	1,26E+07		
2.035 (*12 °*)	12.265	457	2.889	3.346	4,92E+07	1,40E+07		
2.036 (*13 °*)	12.633	470	2.976	3.446	5,41E+07	1,54E+07		
2.037 (*14 °*)	13.012	485	3.065	3.550	5,92E+07	1,68E+07		
2.038 (*15 °*)	13.403	499	3.157	3.656	6,44E+07	1,83E+07		
2.039 (*16 °*)	13.805	514	3.252	3.766	6,98E+07	1,99E+07		
2.040 (*17 °*)	14.219	530	3.349	3.879	7,54E+07	2,14E+07		
2.041 (*18 °*)	14.645	545	3.450	3.995	8,11E+07	2,31E+07		
2.042 (*19 °*)	15.085	562	3.553	4.115	8,70E+07	2,48E+07		
2.043 (*20 °*)	15.537	579	3.660	4.239	9,31E+07	2,65E+07		

Valor final de N = 3,97 x 10^7

2.6 ESTUDO AMBIENTAL

2.1.1 GENERALIDADES

O Estudo Ambiental neste capítulo foi desenvolvido com aspecto generalista, tendo como referência a ISMA-2001. Informações mais específicas do trecho serão apresentados no Volume-05 Projeto Ambiental.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
AGETOP	ISMA-2001	INSTRUÇÃO DE SERVIÇO PARA MEIO AMBIENTE

Variável Ambiental

A variável ambiental veio adicionar ao processo de gestão rodoviária um novo componente, com o qual completa o círculo de interfaces do Setor, que já trabalhava os aspectos sociais, técnicos e econômicos associados aos seus empreendimentos. A viabilidade ambiental passa a ser critério de tomada de decisão, de forma conjunta com os demais critérios.

O avanço da legislação ambiental tem exigido que a implantação de obras rodoviárias incorpore cuidados cada vez maiores para evitar e/ou minimizar os impactos que provocam no meio onde se inserem. A tecnologia de construção tem incorporado especificações e procedimentos de serviço que consideram de forma adequada estes requisitos.

No entendimento desta Consultora, as considerações ambientais devem fazer parte da rotina de trabalho, de forma coordenada e continuada, iniciando-se na fase de planejamento indo até a recuperação de passivos ambientais, passando pelo licenciamento ambiental de obra, a implantação e a gestão do empreendimento rodoviário.

A Obra

A obra em estudo é a construção de viadutos e seus ramos para o acesso em desnível à GO-536 no entroncamento com a GO-020, e transpõem ambientes rurais antropizados. Apesar de promover melhorias nas condições de vida da população de seu entorno, trará também alguns impactos ambientais, principalmente na fase de obra.

2.6.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- Rodovia: GO-020/GO-536
- Trecho: ENTRONCAMENTO GO-020 / ENTR. GO-536 (P/ SENADOR CANEDO)
- S.R.E.: 536EGO0020
- Extensão Viadutos/Ramos: 50m (x2) / 2,58 Km

2.6.2.1 PROJETO DE ENGENHARIA

As obras definidas no presente projeto fazem parte do Projeto de Duplicação da GO-536, portanto dotarão o trecho considerado de infraestrutura e recursos capazes de oferecer um serviço de melhor nível qualitativo, em termos de condições de apoio, conforto, segurança e atendimento, dentro da conceituação mais moderna e compatível com o nível de renda da região.

As principais características do empreendimento são a seguir resumidas.

Características da Pista Projetada:

☑ Tipo de terreno (relevo) ..... Plano a leve ondulado.

Geometria Terraplenagem

☑ Faixas de rolamento da pista duplicada ..... 2 pistas de 3,60

☑ Largura subleito ..... 12,30 m

☑ Largura da faixa de domínio (trecho rural).....40/40 total = 80,00 m

Pavimentação

☑ Largura da plataforma – faixas de rolamento (3,60+3,60)..... 7,20 m

☑ Largura dos Acostamentos interno / externo..... 0,60 / 2,50 m

☑ Tipo de revestimento CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente).

As obras incluem:

- Construção e pavimentação da rodovia;
- Construção de bueiros tubulares, celulares e ponte;
- Construção de interseções nos entroncamentos;
- Instalação de dispositivos de segurança rodoviária, compreendendo sinalização horizontal e vertical, defensas laterais, obras complementares de estabilização de taludes e paisagismo;
- Adoção de dispositivos e medidas, em diversos tópicos, relacionadas com a prevenção e mitigação do impacto sobre o meio-ambiente.

2.6.3 PRINCIPAIS IMPACTOS

Os impactos podem ser considerados de média relevância, principalmente levando-se em conta as condições locais e a natureza do empreendimento. Esses impactos estão relacionados principalmente com a fase de implantação do empreendimento, suas proporções dependerão primordialmente da condução dos trabalhos e dos níveis e critérios de controle e fiscalização. Uma vez identificados e avaliadas suas incidências foram formuladas medidas mitigadoras - de natureza preventiva, corretiva ou compensatória, para os impactos negativos; e otimizadoras - para os impactos positivos.

De uma maneira geral, o elenco de medidas, em determinados casos associadas entre si e/ou objetivando atenuar um conjunto de vários impactos serão implementadas através dos Programas Ambientais – muitos dos quais deverão continuar durante a fase de operação da Rodovia.

A listagem dos vários impactos ambientais e as correspondentes medidas mitigadoras, a serem empreendidas.

Impactos	Medidas Mitigadoras
Aumento da Emissão de Ruídos e Poeiras	• Planejamento de horários adequados para o transporte de materiais e equipamentos. • Controle do teor de umidade do solo. • Utilização de equipamentos de segurança (máscaras, botas, luvas, etc.) • Monitoramento dos níveis de efluentes e ruídos das descargas dos motores. • Controle e manejo das velocidades médias e níveis de emissões dos veículos. • Divulgação dos resultados do monitoramento e controle.
Início e/ou Aceleração de Processos Erosivos	• Projeto de estabilização dos taludes. • Execução de drenagem eficiente. • Implantação de sistemas provisórios de drenagem. • Execução de revestimento vegetal dos taludes.

Impactos	Medidas Mitigadoras
Carreamento de Sólidos e Assoreamento da Rede de Drenagem	• Equilibrar os balanços de corte e aterro. • Construção de valetas, taludes e drenagens adequadas. Recomposição da vegetação ciliar. • Revegetar as margens da rodovia e os taludes de cortes e aterros. • Recuperar as áreas degradas.
Interferências com a Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas	• Treinamento aos Grupamentos locais de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Polícia Rodoviária.
Interferências com Mananciais Hídricos	• Treinamento aos Grupamentos locais de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Polícia Rodoviária. • Construção de Tanques de Retenção, próximo aos Mananciais.
Alteração no Desenvolvimento das Atividades Minerárias.	• Regularização dos taludes criados, com implantação de proteção superficial. • Consideração correta dos parâmetros hídricos e geológico-geotécnicos para evitar degradação precoce nas áreas de obtenção de materiais. • Observação das respostas geológico-geotécnicas promovidas pela natureza frente as novas condições de equilíbrio exigidas. • Remoção manual e individual de blocos instáveis ou fixação através de tirantes. Programa de recuperação das áreas degradadas. Privilegiar a contratação de serviços e insumos de empresas regionais. • Exigir, dos fornecedores, atestados de idoneidade e registros de licenciamentos ambientais. • Elaboração de planos de exploração racional de pedreiras e jazidas. • Monitoramento, controle e adequação desses planos, ao longo da exploração. • Desenvolvimento de Planos de Recuperação Ambiental.
Deposição de Material de Descarte	• Otimização da terraplenagem, no sentido de haver compensação entre os volumes de cortes e aterro, a fim de minimizar a necessidade de bota-foras. • Seleção de locais adequados para a deposição dos materiais de descarte, levando-se em conta relevo, drenagem, composição paisagística, flora e fauna e ocupação humana nas proximidades. • Elaboração de Especificações Técnicas para a seleção de locais destinados a bota-foras. • Monitoramento e readequação dos bota-foras gerados.
Supressão da Vegetação Nativa.	• Evitar desmatamentos desnecessários, especialmente em formações ciliares.
Ampliação da Fragmentação dos Ambientes Florestais.	• Evitar desmatamentos desnecessários, especialmente em formações ciliares.
Aumento da Pressão sobre os Recursos Vegetais.	• Adoção de programa de esclarecimento junto aos operários envolvidos na obra.
Risco de Incêndios.	• Todo o lixo degradável gerado na obra deverá ser adequadamente disposto, adotando-se procedimentos que evitem possibilidades de incêndios. • Implantar campanhas de esclarecimento aos usuários para evitar eventos iniciadores de incêndios (p. ex.: pontas de cigarros).
Alteração nos Hábitos da Fauna.	• Evitar a implantação de canteiros de obras próximos a ambientes florestados. • Evitar desmatamentos desnecessários, especialmente em formações ciliares; • Controlar a entrada de pessoal da obra nas áreas de mata próximas.
Aumento da Caça Predatória.	• Controlar as incursões do pessoal da obra às áreas florestais nas proximidades. • Reprimir qualquer tipo de agressão à fauna, proibindo-se o uso de armas de fogo e armadilhas. • Evitar a implantação de canteiros de obras próximos a ambientes florestados.
Formação de Ambientes Propícios ao Desenvolvimento de Vetores.	• Ensacar o lixo gerado nos canteiros e alojamentos, para o recolhimento pelo serviço local ou para seu transporte a locais indicados pelas Prefeituras; • O lixo degradável poderá ser incinerado, adotando-se procedimentos que evitem contaminação dos cursos d'água e incêndios.

Impactos	Medidas Mitigadoras
Alteração na Estrutura de Taxocenoses Aquáticas.	• Evitar a formação de focos erosivos nas margens dos rios e em áreas adjacentes. • Evitar o comprometimento da cobertura ciliar. • Otimizar os processos de implantação, reduzindo a duração do impacto sobre as taxocenoses aquáticas. • Disposição dos esgotos sanitários em fossas sépticas, instaladas a distância segura de cursos d'água e de poços de abastecimento. • Adequar o cronograma de obras ao regime pluviométrico local. • Limitar os desmatamentos ao mínimo necessário.
Redução da Área de Produção Agropecuária.	• Indenizações pelas áreas e pela produção renunciada.
Alteração no Cotidiano da População.	• Comunicação constante do DNIT com a população local, priorizando informações sobre os desvios de tráfego e cronograma das ações mais próximas aos centros urbanos e localidades rurais. • Planejamento da mobilização de mão-de-obra, máquinas, materiais e equipamentos, de forma a minimizar as perturbações na vida da população residente. • Contato constante com as Prefeituras locais e demais órgãos públicos, acompanhando as alterações sofridas nos municípios e adotando medidas para minimizar o impacto.
Alteração no Quadro Demográfico.	• Priorização da contratação de mão-de-obra local, de forma a reduzir a entrada de pessoas estranhas à região.
Alteração no Nível Atual e na Tendência de Evolução da Taxa de Acidentes.	• Repasse de informações detalhadas para a população da Área de Influência Direta. • Atenção especial às escolas e outros locais de concentração de população. • Reforço na sinalização nas áreas urbanas e aglomerados rurais. • Elaboração de Planos específicos para situações de emergência. • Divulgação da redução nos índices de acidentes e fatalidades.
Possibilidade de Acidentes com Cargas Perigosas.	• Atendimento às norma brasileira NBR-7500 e NBR-8286 da ABNT. • Treinamento dos Motoristas. • Instituição de Seguro Ambiental. • Em caso de vazamento com produtos corrosivos, proteger a área por dique, canalizando o produto para local adequado e então neutralizá-lo. • Em acidentes com materiais reativos ou gases, prever a evacuação de áreas povoadas. • Caso haja um princípio de incêndio em carreta ou caminhão carregado com produto químico inflamável deve-se separar a unidade de tração da carroçaria. • Instalação de uma Central de Emergência para Cargas Perigosas próximo a Mananciais de Abastecimento. • Elaboração de Planos específicos para situações de emergência. • Treinamento aos Grupamentos locais de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Polícia Rodoviária.
Aumento da Oferta de Postos de Trabalho.	• Priorização da contratação de mão-de-obra local.
Aumento da Demanda por Bens e Serviços.	• Priorização da contratação de mão-de-obra local.
Aumento da Renda Local e das Arrecadações Públicas.	• Priorização da contratação de mão-de-obra local.
Redução do Consumo de Combustível.	• Campanhas de divulgação sobre a redução do consumo de combustível, vantagens da duplicação da rodovia em relação ao conforto dos usuários e benefícios aos diversos setores da economia.
Aumento do Tráfego de Veículos e Máquinas.	• Evitar que o tráfego das obras interfira nas áreas urbanas. Caso isso ocorra, providenciar sinalização adequada, de acordo com o Código Brasileiro de Trânsito. • Planejar o transporte dos equipamentos pesados, de forma a respeitar os gabaritos das rodovias. • Informar e orientar as comunidades afetadas. • Planejar, com as Prefeituras, as modificações necessárias nos fluxos das vias.

Impactos	Medidas Mitigadoras
Melhoria dos Acessos Vicinais.	• Sinalização adequada e informações à comunidade sobre as alterações nas condições de tráfego.
Alteração nas Condições de Fragmentação das Áreas Urbanas.	• Implementação das soluções de Paisagismo, Engenharia de Trânsito e Sinalização constantes dos Projetos. • Implementação dos Programas de Paisagismo e de Ordenamento Territorial.
Interferência com Infra-estrutura Viária e de Transmissão.	• Planejamento das obras em comum acordo com os concessionários.
Alteração no Quadro de Saúde.	• Realizar exames médicos admissionais e periódicos, ao longo da construção. • Tratar, adequadamente, a água de consumo bem como todos os efluentes dos canteiros. • Desenvolver atividades de educação em saúde, envolvendo toda a mão-de-obra contratada. • Fiscalizar continuamente as condições sanitárias dos canteiros de obras.
Interferência com o Patrimônio Arqueológico.	• Acompanhamento das frentes de obras por arqueólogo, de acordo com as exigências e recomendações do IPHAN, na busca de vestígios arqueológicos. Caso seja detectada a existência de vestígios, deverá ser implementado um programa de salvamento desses bens.

Impactos diretos das obras:

Atividade	Impacto	Medidas Mitigadoras	Observações
Desmatamento e limpeza	Remoção da cobertura vegetal	Providenciar a estocagem do material para recuperação do canteiro de obras, caminhos de serviços e das áreas de bota-fora	O material excedente deverá ser incinerado de forma controlada.
Exploração de áreas de empréstimos.	Remoção da cobertura vegetal	Providenciar a estocagem do material resultante da limpeza para recuperação da área explorada. Revegetar com hidrossemeadura. Efetuar o plantio de árvores e arbustos.	As atividades de plantio deverão ser precedidas da reposição do solo orgânico estocado e da recorformação da área.
	Proliferação de vetores e indução a processos erosivos.	Reconformar a área explorada, evitando o empoçamento de águas, e reintegrando a área ao contexto do relevo local. Revegetar conforme acima.	
Bota-fora	Assoreamentos, degradação de áreas preservadas ou utilizáveis, intrusão visual, comprometimento do sistema de drenagem.	Dispor o bota-fora em locais já degradados, promovendo sua adequada conformação e compactação. A conformação deverá buscar a estabilidade do maciço e a sua integração à paisagem local. Deverão ser previstos dispositivos de drenagem evitando o carreamento de materiais.	
Movimentação de equipamentos com geração de poeira	Poluição do ar, redução dos níveis de segurança, prejuízos à saúde de trabalhadores.	Prever aspersão de água, de acordo com a freqüência necessária. Utilizar a cobertura com lonas no transporte de materiais terrosos.	
Canteiro de obras	Poluição sonora.	Manter os equipamentos regulados para evitar ruídos desnecessários.	A fiscalização deverá ser rigorosa quanto aos aspectos de higiene e segurança do canteiro de obras. Especial cuidado deverá ser conferido quando da utilização das fontes de água.
	Contaminação das fontes de água.	Especial cuidado deverá ser conferido à exploração das fontes de abastecimento, evitando sua contaminação por óleos, depósito de lixo, desmatamento desnecessário.	
	Deposição de efluentes	Construção de fossas sépticas e sumidouro, em local apropriado.	
	Dispersão de lixo	Zelar pela coleta e deposição de lixo em locais adequados.	
	Degradação visual.	O acampamento deverá ser ser construído respeitando áreas mínimas e com acabamento adequado.	
	Segurança	Controlar a velocidade dentro e fora do canteiro de obras. Adotar uma sinalização superabundante. Manter os operários uniformizados adequadamente e zelar pelo uso do equipamento de segurança. Evitar prolongar as jornadas de trabalho.	

Observa-se que os impactos em sua maioria são reversíveis ou de caráter temporário. As medidas mitigadoras são apresentadas no Projeto de Proteção Ambiental. Os principais impactos positivos advindos com a implantação do empreendimento são:

- Redução dos índices de acidentes;
- Redução dos custos operacionais para o usuário;
- Redução dos custos de conservação;
- Aumento dos níveis de conforto;
- Recuperação do passivo ambiental;
- Aumento temporário da oferta de emprego.

3. PROJETOS

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

3.1.1 GENERALIDADES

A elaboração deste projeto foi desenvolvida tendo como referência o seguinte documento:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-08	Instrução de Serviço para Projeto Geométrico

As definições geométricas das alças e dos viadutos fazem parte dos estudos realizados para implantação da duplicação da rodovia GO-536, feitas segundo normas bem definidas, em que a introdução de melhoramentos significativos estava limitada a aspectos muitos restritos, em face do próprio escopo do contrato e das limitações de área, como a necessidade de se manter dentro da faixa de domínio existente, resultando num projeto geométrico da pista nova que não difere, em essência, do que corresponde à pista existente.

Os eixos, esquerdo e direito, sofreram uma pequena modificação após a rotatória de acesso ao complexo JBS para o encaixe provisório na pista simples existente, quando comparado com o projeto de duplicação original.

Neste projeto consta a definição dos alinhamentos horizontal e vertical das alças de acesso, objetivando melhorias operacionais e aumento da capacidade e segurança de trânsito. Procurou-se adotar as características técnicas de rodovia Classe I da GOINFRA, que corresponde à rodovia com pista dupla, com interseções em desnível, mas admitindo-se interseções no mesmo nível e controle parcial de acesso.

O Projeto Geométrico iniciou-se na fase de estudos topográficos, com a realização da exploração locada, após a etapa de reconhecimento do trecho. Nos locais onde houve necessidade de intervenção na pista existente, como retornos, interseções, etc., elaborou-se o projeto próprio para as mesmas.

No projeto foram mantidas as características originais da pista existente, tais como, largura de pista e acostamentos. No projeto das interseções e retornos, e nas modificações de traçado da pista existente, foram obedecidas às características técnicas atuais da GOINFRA com as novas larguras consideradas na pista nova.

O projeto da pista existente da GO-356 apresenta características geométricas razoáveis, caracterizado pela existência de médias tangentes e curvas horizontais na maioria com bons raios, bem como perfil longitudinal condizente com a classe da rodovia. Por se tratar de uma via semiurbana, com acessos a indústrias e empresas, sendo a segunda metade do trecho integrada ao sistema viário do município, não há grandes modificações geométricas necessárias a se fazer.

As satisfatórias características geométricas foram primordiais para se decidir, em conjunto com a necessidade de se evitar desapropriação, pela duplicação da rodovia em diretriz paralela a rodovia existente.

A região atravessada pela rodovia, apresenta em sua extensão, relevo plano-ondulado, oferecendo condições geométricas para desenvolvimento de velocidade diretriz de 80 Km/h, prejudicada somente pelas interseções do tipo rotatória, que acabam por diminuir as velocidades médias.

Os viadutos darão acesso ao futuro projeto de duplicação que prevê uma nova pista de rolamento com duas faixas de 3,6 m, largura de acostamento externo de 2,50 m e a largura mínima de acostamento interno será de 0,60m, o canteiro central terá largura média de 4m.

As obras definidas no Projeto de Engenharia dotarão o trecho considerado de infraestrutura e recursos capazes de oferecer um serviço de melhor nível qualitativo, em termos de condições de apoio, conforto, segurança e atendimento, dentro da conceituação mais moderna.

Para tanto, foram definidos os seguintes grupos de serviços:

- Projeto de dois viadutos de concreto armado;
- Construção dos ramos de acesso aos viadutos;
- Melhoramento da geometria da rotatória de acesso à JBS.

Baseando-se no alinhamento definido no Estudo do Traçado, que promoveu o aproveitamento de segmento da estrada semiurbana existente, sem deixar de proporcionar características adequadas ao desenvolvimento seguro do tráfego previsto, obteve-se um projeto em conformidade com as instruções da GOINFRA, para Rodovia Classe I Pista Dupla.

3.1.2 METODOLOGIA

3.1.2.1 Características do Projeto

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

- Elementos oriundos dos serviços de campo (locação, nivelamento, seções transversais do terreno, etc.), após a definição da diretriz final;
- Norma para Projeto Geométrico da GOINFRA IP-08;
- Manual para Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER/1999 e Manual de Interseção do DNIT;
- Observações locais;
- Sugestões da Fiscalização.

Segundo o Manual de Projeto Geométrico, os critérios usados para se definir a classe de uma rodovia são os seguintes:

1. Posição hierárquica dentro da classificação funcional;
2. Volume médio diário de tráfego;
3. Nível de serviço;
4. Outros condicionantes.

Atualmente a rodovia apresenta características que já superaram a classe IB Pista Simples, com mais de 200 veículos/hora e volume diário médio bidirecional de mais de 1400 veículos mistos, sendo um indicativo de que o segmento sofre de deficiência quanto ao nível de serviço.

Considerando-se os volumes de tráfego atual e as projeções realizadas conclui-se que a rodovia se enquadrada na Classe IA - Pista Dupla, no segmento em estudo, pois os volumes de tráfego previstos para o horizonte de projeto correspondem a níveis de serviços inferiores a "C" em uma via de pista simples, conforme norma da ASTHOO.

Procurou-se atender os parâmetros apresentadas no Quadro 3.1.1 para relevo ondulado. Devido as condições impostas pelas interseções em desníveis, a inclinação máxima de 5% foi superada em curtos trechos, portanto fora dos parâmetros de declividade máxima sugerida na IP-08, mas plenamente justificável.

A Velocidade de 80 Km/h da GO-536 se reduz para 60Km/h na aproximação das interseções, será de 30 km/h no laço do Ramo-01 e do Ramo-02, de 40 Km/h no laço da Pista Direita. A largura de 3,60m para as faixas, 2,50 m para o acostamento externo e 0,60m para o interno foram respeitadas, bem como a largura de 4,00m do canteiro central no segmento onde foi possível a sua construção.

Apresentamos a seguir o Quadro 3.1.1 das Características Técnicas Básicas para a Classe IA.

Quadro 3.1.1 - RODOVIA CLASSE IA – RECOMENDAÇÕES GOINFRA					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		**UNID**	**PLANO**	**ONDULADO**	**MONTANHOSO**
Velocidade da Diretriz		Km/h	100	**80**	60
Distância mínima de visibilidade de parada		m	185	**130**	85
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem		m	670	**540**	410
Raio mínimo de curva horizontal (e=8%)		m	395	**230**	115
Inclinação longitudinal do terreno Rampa máxima		%	3	**4,5 – 5,0**	6
Valor mínimo de k para curvas verticais Convexas:			52	**26**	11
Valor mínimo de k para curvas verticais Concavas:			45	**30**	18
Largura da Faixa de Rolamento (P/ cada pista de rolamento)		m	3,6	**3,6**	3,6
Largura do Acostamento Externo		m	2,50	**2,50**	2,50
Largura do Acostamento Interno – Pista de 2 faixas		m	1,20 a 0,60	**1,00 a 0,60**	0,60 a 0,50
Taxa máxima de superelevação		%	8	**8**	8
Gabarito mínimo vertical		m	5,50	**5,50**	5,50
Largura da Faixa de Domínio		m	80,00	**80,00**	80,00
Largura do canteiro central		m	3 a 7	**3 a 7**	3 a 7
Largura dos Elementos de Drenagem:		m	1,00	**1,00**	1,00
Declividade Transversal em Tangente:	Semi-pista	%	3	**3**	3
	Acostamento	%	3	**3**	3
Inclinação dos Taludes (V/H):					
Corte (até 10 m de altura)		Solo	1/1	**1/1**	1/1
		Rocha	10/1	**10/1**	10/1
Aterro (até 10 m de altura)			1/1,5	**1/1,5**	1/1,5

3.1.2.2 Projeto Planialtimétrico

O alinhamento da locação foi desenhado a partir do cálculo de coordenadas cartesianas dos vértices dos alinhamentos retos, a partir dos elementos constantes nas cadernetas de locação. Todos os pontos notáveis de curvas horizontais foram representados com indicação de seus elementos de definição.

Para a representação do relevo na faixa de domínio foram utilizadas as seções transversais levantadas por "nuvem de pontos". Estas seções foram executadas a partir do eixo locado e referidas às cotas de nivelamento geométrico. A partir destes dados, foi representado o relevo da faixa de domínio, através de curvas de nível equidistantes de 1m.

O desenho do alinhamento geométrico recebeu ainda, em complementação, de elementos referentes ao próprio Projeto Geométrico, ao Projeto de Drenagem, de Obras-de-Arte e de Pavimentação.

Projeto Planimétrico

- Alinhamento do eixo locado, estaqueamento de 20 em 20 m, e numeradas as estacas sequencialmente;
- Elementos definidos das curvas horizontais que são os pontos: PI, PC, PT, TS, ST, CS, SC, desenvolvimentos, raios e ângulo central = ângulo de deflexão;
- Representação das Bordas da Plataforma e do eixo locado;
- Curvas de nível equidistantes de 1 metro;
- Obras-de-arte indicadas em convenção tipo, mostrando o seu tipo, comprimento e esconsidade;
- Indicação da faixa de domínio marcada simetricamente em relação ao eixo locado;
- Posição das amarrações, número, localização ou dos marcos implantados;
- Pontos de coordenadas para amarração do traçado em planta;
- Posição das referências de nível, número, localização e cotas dos RNs ou Marcos;
- Representação dos "off-sets", em convenções de corte e aterro;
- Representação das interseções em planta.

Projeto Altimétrico

- Perfil Longitudinal do eixo locado e projeto do greide de terraplenagem no eixo da rodovia, em malha quadrada centimétrica, nas escalas horizontais (1:2000) e vertical (1:200);
- Rampas dos alinhamentos inclinados;
- Comprimento das projeções horizontais das curvas verticais de concordância;
- Cotas dos pontos: PIV, PCV e PTV de cada curva vertical;
- Comprimentos das flechas "e(máx.)";
- Representação da drenagem;
- Representação dos furos de sondagem do subleito, em perfil longitudinal.

As condições obtidas para o greide de terraplenagem atendem às especificações de visibilidade recomendadas para a velocidade de 80 Km/h.

3.1.2.3 Superelevação

A superelevação é a inclinação transversal da pista nas curvas, feitas em torno do bordo de referência, de modo a assegurar ao tráfego condições de segurança e conforto.

As superelevações das curvas foram calculadas utilizando a fórmula do DNIT:

$$e = e_{máx}\left(\frac{2R_{mín}}{R} - \frac{R_{mín}^2}{R^2}\right)$$

Onde: e = taxa de superelevação a adotar (m/m)

$e_{máx}$ = taxa máxima de superelevação adotada (m/m) → $e_{máx}$ = 8%

R = raio da curva (m)

$R_{mín}$ = raio mínimo para taxa máxima de superelevação adotada para a velocidade diretriz em questão (m)

Para R > 1000 m adotou-se e = 3,0%. Para raios acima de 3200 m a superelevação é dispensável.

Os valores assim obtidos foram arredondados. Nos acostamentos foi adotada a mesma declividade transversal da pista.

A distribuição da superelevação foi feita da seguinte forma:

- entre o ponto de abaulamento (**PA**) (ponto de início da transição vertical, em que a pista tem abaulamento completo) e o ponto de nível (**PN**) (ponto em que a semi pista externa ou toda a pista, no caso de duas curvas consecutivas próximas em sentido contrários, está em nível), é feita a rotação da pista externa, em torno do eixo da plataforma, em uma distância T, calculada de sorte a manter a transição, em perfil, segundo uma rampa máxima de 1:200, ao longo do eixo;

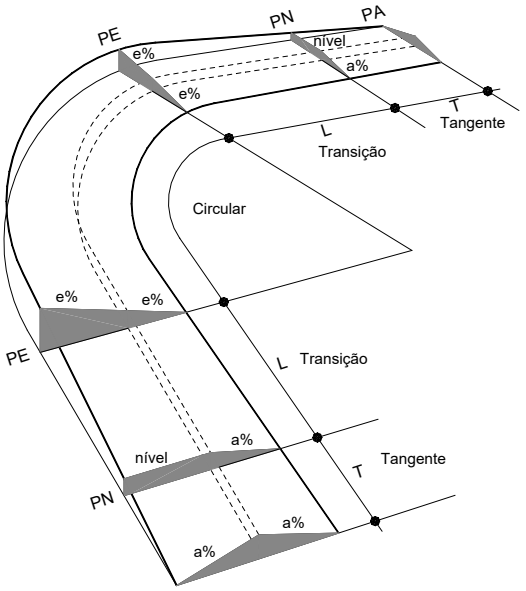


Figura 3.1-1: Giro da Plataforma em Torno do Eixo

- Entre o ponto de nível (**PN)** e o ponto de máxima superelevação (**PE**), em uma distância *L*, toda a plataforma gira em torno de seu eixo até atingir a taxa de superelevação total. O ponto **PE** coincide com o ponto TS, no caso das curvas com raios inferiores a 600m. Nas curvas circulares, o ponto **PE** esta situado dentro da curva, a $L/3$ do PC;
- Nas curvas com espirais de transição entre SC e CS e nas curvas circulares entre $PC + L/3$ e $PT - L/3$, a superelevação total deverá ser mantida;
- A partir deste ponto segue-se em razão inversa as rotações descritas para o começo da concordância.

Para manter uma mesma taxa de variação da superelevação nos trechos em T (em tangente) e L (em curva), o comprimento de transição é:

$$T = \frac{Ldt}{e}$$

Onde: T = comprimento de transição da tangente / abaulamento (m);
L = comprimento de transição da superelevação (m);
dt = declividade transversal da pista em tangente (%);
e = superelevação mantida no trecho circular (%)

Para a determinação do $L_{Rmín}$ do trecho de variação da superelevação:

- $L_{Rmín}$ é determinado em função da máxima inclinação relativa (α);
- Quando $L_{Rmín}$ calculado for menor que Ls (comprimento de transição), adota-se L=Ls, isto é, a variação da superelevação é feita junto com a transição;
- Quando $L_{Rmín}$ > Ls, deve-se analisar a possibilidade de aumentar o Ls, para um valor Ls=L> $L_{Rmín}$ de forma a ter toda a variação da superelevação dentro da transição, quando isso não for possível ou quando a curva não tiver transição a variação da superelevação deve ser feita parte no trecho em tangente e parte no trecho circular.

3.1.2.4 Superlargura

Superlargura é uma largura adicional dada à pista nos trechos em curva de modo a assegurar ao tráfego condições de segurança e comodidade.

De acordo com o DNIT a superlargura, para o caso de pistas de 2 faixas, é calculada pela fórmula:

$$S = Lt - Lb$$

$$Lt = \{2(G_c + G_l) + G_{bd}\} + FD$$

Onde: S = superlargura total da pista
Lt = largura total em curva da pista ; n = 2 (pista de 2 faixas de rolamento)
Lb = largura básica estabelecida para a pista em tangente
Onde: G_c = gabarito estático do Veículo de Projeto (VP) em curva
G_l = gabarito (folga) lateral do VP em movimento G_L=0,90)
G_{bd} = gabarito requerido pelo percurso do balanço dianteiro do VP em curva
FD = folga dinâmica. Folga transversal adicional para considerar a maior dificuldade em manter a trajetória de veículo em curvas, determinada de forma experimental e empírica.

Desdobrando as parcelas acima, obtém-se:

$$G_c = L_v + (R - \sqrt{R^2 - E^2})$$

$$G_{bd} = \sqrt{R^2 + BD(2E + BD)} - R$$

$$FD = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Onde: L_v = largura física do VP, em metros (adota-se L_v=2,60m)
E = distância entre eixos do VProjeto, em metros (para CO, adota-se E=6,10m, p/ SR E=10,00 e para BT7/BT9 E=10,60 m)
R = raio da curva, em metros
Onde: BD = balanço dianteiro do VP, em metros (adota-se BD=1,20m)

V = velocidade diretriz, em Km/h

A distribuição da superlargura é feita com as seguintes características:

- Nas curvas circulares (raios superiores a 650m), embora tratando-se de elementos desvinculados, por uma questão de coerência e para evitar multiplicidade de critérios, faz-se coincidir a transição da superlargura e a transição da superelevação, ou seja 2/3 na tangente e 1/3 na curva. Para raios acima de 900m a superlargura é dispensável.
- Nas curvas com espirais de transição (raios inferiores a 650m), a distribuição da superlargura foi realizada linearmente entre os pontos TS e SC onde atinge o seu valor máximo, segundo o comprimento L_S, permanecendo constante entre os pontos SC e CS, onde inicia o processo inverso.

Para o projeto de duplicação, conforme prevê o Manual de Projeto Geométrico do DNIT, com duas faixas no mesmo sentido, separadas por canteiro central, com acostamento interno de 0,60cm e acostamento externo de 2,50m, ambos nivelados com as faixas centrais de 3,60m cada, a superlargura só

se justifica para raios muito pequenos, e que "a existência de acostamentos pavimentados contribui para reduzir a necessidade de superlargura da pista principal".

Corrobora ainda o fato da velocidade diretriz da GO-536 de 80 km/h, na média, ser reduzida pelas rotatórias obrigatoriamente projetadas devido às ligações com as avenidas urbanas do sistema viário do município.

Tabela 3.1.1 - Valores dos raios acima dos quais é dispensável a Superlargura (Pista de 2 faixas)

Velocidade Diretriz (km/h)	Larg. de Pista de 6,00 m Veículos de projeto		Largura de Pista de 6,60 m Veículos de projeto					Largura de Pista de 7,20 m Veículos de projeto				
	CO	O	CO	O	CA	BT9	BTL	CO	O	CA	BT9	BTL
30	3.000	3.000	340	450	600	700	1.000	130	195	260	330	450
40	3.000	3.000	400	550	700	800	1.000	160	220	290	370	500
50	3.000	3.000	550	700	800	1.000	1.000	190	260	330	400	550
60	3.000	3.000	600	800	1.000	1.000	1.500	220	300	380	450	600
70	3.000	3.000	800	1.000	1.000	1.000	1.500	290	340	400	500	600
80	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500	310	390	450	550	700
90	-	-	1.000	1.000	1.500	1.500	2.000	360	400	500	600	800
100	-	-	1.000	1.500	1.500	2.000	2.000	400	500	550	600	800
110	-	-	1.500	1.500	2.000	2.000	2.500	450	550	600	700	900

3.1.2.5 Curvas Verticais

Utilizou-se para concordância parábola do 2º grau. Esta parábola é definida pelo seu parâmetro de curvatura *k*, que equivale ao comprimento da curva no plano horizontal, em metros, para cada 1% de variação da rampa. Os comprimentos *y* das curvas de concordância vertical são obtidos multiplicando os valores do parâmetro *k* pela diferença algébrica *A* das rampas concordadas, ou seja: $y = k \cdot A$

O cálculo de *k* ser baseia normalmente na necessidade de proporcionar as distâncias de visibilidade de parada, e calculada pelas fórmulas:

Parábola Simples: $k = \frac{y^2}{800e}$

Parábola Composta: $k = \frac{y_1^2}{200e}$ (1º ramo) $k = \frac{y_2^2}{200e}$ (2º ramo)

Devido às características do terreno, procurou-se estabelecer Kmin desejável no projeto para região plana/ondulada, utilizando para curva côncava k > 30 e para curva convexa k > 26, com o intuito de garantir condições de segurança e conforto ao usuário da rodovia. Os casos extremos foram estudados separadamente. Os valores de *k* são apresentados nas planilhas do projeto vertical.

Os valores mínimos as projeções horizontais das parábolas côncavas e convexas foram determinadas através das fórmulas:

Parábolas Convexas: Se L < y: $y = \frac{0{,}5L^2}{h1 + h2 + 2\sqrt{h1 + h2}} . \alpha$

Se L > y: $y = 2L - \frac{2}{\alpha}(h1 + h2 + 2\sqrt{h1 + h2})$

Onde: L = distância de visibilidade; y = projeção horizontal da parábola;
h_1= 1,20m = altura do olho do observador; h_2= altura do obstáculo = 0,10m;
$\alpha = i_1 - i_2$ = diferença de rampas.

Parábolas Côncavas: Se L < y: $$y = \frac{L}{1{,}2 + 2jh}$$

Se L > y: $$y = 2L\frac{1{,}5 + 2jL}{\alpha}$$

Onde: L = distância de visibilidade; y = projeção horizontal da parábola;

h = altura dos faróis (0,75m); j = ângulo do eixo dos faróis com limite de iluminação = 0,1º.

3.1.3 RESULTADOS OBTIDOS

Procurou-se no projeto harmonizar os traçados planimétricos e altimétricos, estudando-os em conjunto e adequando a rodovia ao terreno, com o aproveitamento da implantação existente nos trechos tecnicamente viáveis, propondo modificações de traçado nos locais problemáticos, de forma adequá-lo as normas de projeto, para região ondulada.

No projeto em perfil, foi feito o uso de curvas verticais de concordâncias parabólicas, tanto côncavas como convexas, dimensionadas para assegurarem a visibilidade de parada diurna recomendada pelas normas. As características geométricas planimétricas básicas foram atendidas na totalidade do traçado tomando-se como padrão as características mínimas para região ondulada. Na altimetria a rampa máxima adotada superou a máxima recomendada pela Classe da rodovia, devido às condições impostas pelo relevo na travessia do viaduto, tornando inexequível rampas inferiores.

Nos trechos em curva dos ramos a largura da plataforma foi definida conforme recomendação tabelada no Manual de Interseção, apresentada no Capítulo 3.8. A superelevação foi convenientemente calculada permitindo adotar uma velocidade diretriz de 30km/h para os ramos 1 e 2 das interseções e de 40 km/h para as pistas esquerda e direita.

Terceira Faixa: não foi necessário a implantação de 3ª. Faixa no presente projeto.

Recomenda-se rigor na execução do projeto de drenagem, pois foram tomadas as providências necessárias para garantir o seu funcionamento de maneira satisfatória evitando o surgimento de processo erosivo, principalmente por a diretriz atravessar solos desprotegidos pelo desmatamento.

A faixa de domínio fixada é de 40 m, simétrica em relação ao eixo.

3.1.4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO GEOMÉTRICO

No Volume 2 – Projeto de Execução são apresentados os Desenhos, Seções Transversais e Convenções.

As características das curvas horizontais e verticais da linha tronco e ramos dos trevos, bem como as notas de serviços de terraplenagem estão apresentados no Volume 3A – Notas de Serviço e Cálculos de Volumes.

Apresentamos a seguir as informações relativos aos eixos principais projetados, sendo que o início da pista esquerda abrange a alça de ligação da GO-020 com a GO-536, à jusante dos viadutos, e que o início da pista direita é o ramo de acesso ao viaduto 02, que liga a GO-020 à pista direita da GO-536.

- Pista Direita: 880,00 m (Est. final 1044+0,00)
- Pista Esquerda: 946,20 m (Est. final 2047+06,2)
- Ramo 01: 596,50 m (Est. final 129+16,50)
- Ramo 02: 117,89 m (Est. final 205+17,89)

Características técnicas da rodovia GO-536 – Futura Pista Esquerda Duplicada

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS DO PROJETO - PISTA ESQUERDA	
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	
CLASSE	I
REGIÃO	ONDULADO
VELOCIDADE DIRETRIZ	80 Km/h
DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE PARADA	140m
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM	500m
NÚMERO DE EQUIVALÊNCIA "N" PARA 10 ANOS	$3{,}97 \times 10^{7}$
CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL	
LARGURA DA PLAT. TERRAPLENAGEM (SEM CICLOVIA / COM)	12,30 / 15,80
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO (3,60 / 3,60)	7,20
LARGURA DO ACOSTAMENTO (EXTERNO / INTERNO)	1,50 / 0,30
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO (40,00 / 40,00)	80,00
ABAULAMANTO DA PLATAFORMA	3,00%
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H)	1/1
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H)	1/1,5

CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA

1 - PLANIMETRIA	%	QUANT.	UNID.
1.01 - DESENVOLVIMENTO TOTAL		1.038,83	m
1.02 - DESENVOLVIMENTO EM CURVA	61,66%	640,56	m
1.03 - DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE	38,34%	398,27	m
1.04 - NÚMERO DE PONTOS DE INTERSEÇÃO		1,00	un
1.04.1 - NÚMERO DE PI's SECOS		0,00	un
1.04.2 - NÚMERO DE CURVAS		8,00	un
1.05 - RAIO MÍNIMO		94,60	m
1.06 - TANGENTE MÁXIMA		165,16	m
1.07 - FREQUÊNCIA DO RAIO MÍNIMO		1,00	un
1.08 - NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m		6,00	un
1.09 - TAXA MÁXIMA DE SUPERELEVAÇÃO		7,60%	%

RAIOS	*FREQUÊNCIA*	*DESENVOLVIMENTO CC*	*DESENV. CC+Lc*	*%*
94,60	1	75,98	75,98	7,31%
99,99	1	36,22	36,22	3,49%
125,82	1	57,37	57,37	5,52%
135,00	1	32,31	32,31	3,11%
173,90	1	42,20	42,20	4,06%
552,00	1	117,59	117,59	11,32%
612,80	1	142,31	142,31	13,70%
1021,75	1	136,58	136,58	13,15%
	8	***640,56***	***640,56***	***61,66%***

CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PERFIL

2 - ALTIMETRIA	QUANT.	UNID.
2.1 - INTERVALO SUPERIOR DE RAMPA	0.1 1.0	%
2.2 - COMPRIMENTO SOB RAMPAS DO INT. SUPERIOR	1463,90	m
2.3 - % DE TRAÇADO NO INTERVALO SUP. DE RAMPA	29,28	%
2.4 - CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS	Kmin Côncavo	Kmin Côvexo
2.4.1 - Kmin	13,73	-1128,04
2.5 - CARACTERÍSTICAS	EXTENSÃO	%
2.5.1 - EXTENSÃO TOTAL	5.000,00	0,00
2.5.2 - EXTENSÃO EM NÍVEL (-0,5% A +0,5%)	83,90	1,68
2.5.3 - EXTENSÃO EM CURVA (PARÁBOLA)	2.240,00	44,80
2.5.4 - EXTENSÃO EM RAMPA	2.760,00	55,20
	Rampa	Comprimento
2.5.5 - DECLIVIDADE MÁXIMA ASCENDENTE =	7,610%	120,00
2.5.6 - DECLIVIDADE MÍNIMA ASCENDENTE =	0,162%	13,90
2.5.7 - DECLIVIDADE MÁXIMA DESCENDENTE =	-2,680%	210,00
2.5.8 - DECLIVIDADE MÍNIMA DSCENDENTE =	-0,611%	360,00

PERFIL	*COTA MÁXIMA*	*Km*	*COTA MÍNIMA*	*Km*
GREIDE	752,062	24,910	676,098	20,010

ASCENDENTES			*DESCENDENTES*		
INTERVALO	*COMPRIMENTO*	*%*	*INTERVALO*	*COMPRIMENTO*	*%*
0,1 a 1,0	1.463,90	29,28	-0.1 a -1.0	580,00	11,60
1,1 a 2,0	360,00	7,20	-1.1 a -2.0	330,00	6,60
2,1 a 3,0	570,00	11,40	-2.1 a -3.0	390,00	7,80
3,1 a 4,0	-	-	-3.1 a -4.0	-	-
4,1 a 5,0	950,00	19,00	-4.1 a -5.0	-	-
5,1 a 6,0	166,10	3,32	-5.1 a -6.0	-	-
6,1 a 7,0	-	-	-6.1 a -7.0	-	-
7,1 a 8,0	190,00	3,80	-7.1 a -8.0	-	-

Características técnicas da rodovia GO-536 – Pista Direita Remodelada

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS DO PROJETO - PISTA DIREITA				
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS				
CLASSE			I	
REGIÃO			PLANO/ONDULADO	
VELOCIDADE DIRETRIZ			80 Km/h	
DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE PARADA			140m	
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM			500m	
NÚMERO DE EQUIVALÊNCIA "N" PARA 10 ANOS			$3,97x10^7$	
CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL				
LARGURA DA PLAT. TERRAPLENAGEM			11,80	
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO (3,60 / 3,60)			7,20	
LARGURA DO ACOSTAMENTO (EXTERNO / INTERNO)			1,50 / 0,30	
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO (40,00 / 40,00)			80,00	
ABAULAMANTO DA PLATAFORMA			3,00%	
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H)			1/1	
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H)			1/1,5	
CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA				
1 - PLANIMETRIA		%	QUANT.	UNID.
1.01 - DESENVOLVIMENTO TOTAL			1.104,65	m
1.02 - DESENVOLVIMENTO EM CURVA		59,87%	661,40	m
1.03 - DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE		40,13%	443,25	m
1.04 - NÚMERO DE PONTOS DE INTERSEÇÃO			1,00	un
1.04.1 - NÚMERO DE PI's SECOS			0,00	un
1.04.2 - NÚMERO DE CURVAS			9,00	un
1.05 - RAIO MÍNIMO			46,63	m
1.06 - TANGENTE MÁXIMA			159,61	m
1.07 - FREQUÊNCIA DO RAIO MÍNIMO			1,00	un
1.08 - NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m			8,00	un
1.09 - TAXA MÁXIMA DE SUPERELEVAÇÃO			7,60%	%
RAIOS	*FREQUÊNCIA*	*DESENVOLVIMENTO CC*	*DESENV. CC+Lc*	*%*
46,63	1	83,44	83,44	7,55%
67,50	1	37,28	37,28	3,37%
76,66	1	39,72	39,72	3,60%
100,00	1	44,06	44,06	3,99%
102,33	1	82,19	82,19	7,44%
125,01	1	43,41	43,41	3,93%
154,35	1	75,33	75,33	6,82%
561,20	1	119,55	119,55	10,82%
1018,25	1	136,42	136,42	12,35%
	9	***661,40***	***661,40***	***59,87%***
CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PERFIL				
2 - ALTIMETRIA			QUANT.	UNID.
2.1 - INTERVALO SUPERIOR DE RAMPA			0.1 1.0	%
2.2 - COMPRIMENTO SOB RAMPAS DO INT. SUPERIOR			1825,00	m
2.3 - % DE TRAÇADO NO INTERVALO SUP. DE RAMPA			35,86	%
2.4 - CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS			Kmin Côncavo	Kmin Côncavo
2.4.1 - Kmin			13,58	-28,22
2.5 - CARACTERÍSTICAS			EXTENSÃO	%
2.5.1 - EXTENSÃO TOTAL			5.089,79	0,00
2.5.2 - EXTENSÃO EM NÍVEL (-0,5% A +0,5%)			660,00	12,97
2.5.3 - EXTENSÃO EM CURVA (PARÁBOLA)			2.917,00	57,31
2.5.4 - EXTENSÃO EM RAMPA			2.172,79	42,69
			Rampa	Comprimento
2.5.5 - DECLIVIDADE MÁXIMA ASCENDENTE =			5,988%	67,00
2.5.6 - DECLIVIDADE MÍNIMA ASCENDENTE =			0,096%	10,00
2.5.7 - DECLIVIDADE MÁXIMA DESCENDENTE =			-3,213%	106,50
2.5.8 - DECLIVIDADE MÍNIMA DSCENDENTE =			-0,664%	45,00
PERFIL		*COTA MÁXIMA*	*Km*	*COTA MÍNIMA*	*Km*
GREIDE		714,595	40,950	677,361	40,020
ASCENDENTES			*DESCENDENTES*		
INTERVALO	*COMPRIMENTO*	*%*	*INTERVALO*	*COMPRIMENTO*	*%*
0,1 a 1,0	1.825,00	35,86	-0.1 a -1.0	250,00	4,91
1,1 a 2,0	340,00	6,68	-1.1 a -2.0	535,00	10,51
2,1 a 3,0	459,79	9,03	-2.1 a -3.0	-	-
3,1 a 4,0	178,00	3,50	-3.1 a -4.0	220,00	4,32

RAMO PISTA ESQUERDA (SENTIDO GO-536 / GO-020 PARA GOIÂNIA)

ALINHAMENTO HORIZONTAL – PISTA ESQUERDA

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - EIXO PISTA ESQUERDA ATÉ JBS										
Nº	AZ / DEFL. PI	R (m)	D / L (m)	AC	TS-PC	ST-PT	PONTO	PI	TS-PC	ST-PT
L113	Az: 104°16'15"	-	165,16	-	1000+0,00	1008+5,16	N E	-	8148107,4235 697980,4724	8148066,7101 698140,5364
C17	13°42'45"	135,00	32,31	013° 42' 45"	1008+5,16	1009+17,47	N E	8148062,7088 698156,2677	8148066,7101 698140,5364	8148062,5505 698172,4992
L114	Az: 090°33'30"	-	57,35	-	1009+17,47	1012+14,82	N E	-	8148062,5505 698172,4992	8148061,9916 698229,8419
C18	13°54'12"	173,90	42,20	013° 54' 12"	1012+14,82	1014+17,01	N E	8148061,7850 698251,0443	8148061,9916 698229,8419	8148056,4898 698271,5758
C19	13°18'22"	612,80	142,31	013° 18' 22"	1018+1,39	1025+3,70	N E	8148022,5632 698403,1221	8148040,4138 698333,9083	8148021,1216 698474,5862
L115	Az: 091°09'20"	-	22,19	-	1025+3,70	1026+5,89	N E	-	8148021,1216 698474,5862	8148020,6741 698496,7696
C20	12°12'19"	552,00	117,59	012° 12' 19"	1026+5,89	1032+3,48	N E	8148019,4838 698555,7757	8148020,6741 698496,7696	8148030,7953 698613,6997
C21	26°07'31"	125,82	57,37	026° 07' 31"	1032+3,48	1035+0,85	N E	8148036,3905 698642,3520	8148030,7953 698613,6997	8148054,0307 698665,6131
L116	Az: 052°49'30"	-	16,94	-	1035+0,85	1035+17,79	N E	-	8148054,0307 698665,6131	8148064,2648 698679,1084
C22	46°01'12"	94,60	75,98	046° 01' 12"	1035+17,79	1039+13,77	N E	8148088,5404 698711,1194	8148064,2648 698679,1084	8148082,3630 698750,8163
C23	20°45'21"	100,00	36,22	020° 45' 21"	1041+2,45	1042+18,67	N E	8148075,1369 698797,2528	8148077,9525 698779,1590	8148078,9162 698815,1701
C24	7°39'33"	1021,75	136,58	007° 39' 33"	1042+18,68	1049+15,26	N E	8148093,0315 698882,0895	8148078,9159 698815,1685	8148098,1021 698950,2949

CARACTERÍSTICAS DO ALINHAMENTO VERTICAL – PISTA ESQUERDA:

GOINFRA

CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS **RODOVIA:** GO-230 **TRECHO:** Entr. BR-251 (VILA-PROPÍCIO) / ENTR. BR-414

PCV				PIV				PARABOLA								PTV			
Estaca	+	Fra	Cota	Estaca	+	Fra	Cota	Y/y1	y2	COTA	Flexa	Rampa	K/k1	k2	Ptv->Pcv	Estaca	+	Fra	Cota
				1000	+	0,00	675,690					1,168%							
1.000,00	+	10,00	675,807	1001	+	10,00	676,040	40		676,098	0,057	2,314%	34,91		10,00	1002	+	10,00	676,503
1.003,00	+	10,00	676,966	1005	+	10,00	677,892	80		678,067	0,176	4,070%	45,57		20,00	1007	+	10,00	679,520
1.008,00	+	10,00	680,334	1010	+	10,00	681,961	80		682,315	0,354	7,610%	22,60		20,00	1012	+	10,00	685,005
1.018,00	+	10,00	694,137	1020	+	0,00	696,420	60		696,055	-0,365	2,744%	-12,33		120,00	1021	+	10,00	697,243
1.021,00	+	10,00	697,243	1023	+	0,00	698,066	60		697,873	-0,194	0,162%	-23,23		0,00	1024	+	10,00	698,115
1.025,00	+	3,90	698,137	1027	+	3,90	698,202	80		698,784	0,583	5,988%	13,73		13,90	1029	+	3,90	700,597
1.033,00	+	15,00	706,052	1036	+	5,00	709,047	100		708,705	-0,342	3,254%	-36,58		91,10	1038	+	15,00	710,674
1.044,00	+	0,00	714,091	1048	+	0,00	716,695	80	130	715,437	-1,257	-1,823%	-25,45	-67,20	105,00	1054	+	10,00	714,324
				1061	+	12,00	711,735												

RAMO PISTA DIREITA (SENTIDO GO-020 PARA GO-536 SENADOR CANEDO)

ALINHAMENTO HORIZONTAL – RAMO PISTA DIREITA

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - EIXO PISTA DIREITA ATÉ JBS										
Nº	AZ / DEFL. PI	R (m)	D / L (m)	AC	TS-PC	ST-PT	PONTO	PI	TS-PC	ST-PT
L143	Az: 104°23'01"	-	159,61	-	2000+0,00	2007+19,61	N E	-	8148084,0227 697986,3816	8148044,3743 698140,9859
C1	29°41'20"	76,66	39,72	029° 41' 20"	2007+19,61	2009+19,33	N E	8148039,3269 698160,6676	8148044,3743 698140,9859	8148025,1940 698175,2657
C2	27°57'56"	154,35	75,33	027° 57' 56"	2009+19,33	2013+14,67	N E	8147998,4608 698202,8787	8148025,1940 698175,2657	8147961,9005 698214,7309
C3	102°31'36"	46,63	83,44	102° 31' 36"	2013+14,67	2017+18,11	N E	8147906,6045 698232,6569	8147961,8991 698214,7314	8147936,0965 698282,7472
L124	Az: 059°30'41"	-	132,74	-	2017+18,11	2024+10,85	N E	-	8147936,0965 698282,7472	8148003,4444 698397,1335
C4	31°38'39"	67,50	37,28	031° 38' 39"	2024+10,85	2026+8,13	N E	8148013,1496 698413,6173	8148003,4444 698397,1335	8148012,7638 698432,7421
L125	Az: 091°09'20"	-	63,85	-	2026+8,13	2029+11,98	N E	-	8148012,7638 698432,7421	8148011,4760 698496,5841
C5	12°12'19"	561,20	119,55	012° 12' 19"	2029+11,98	2035+11,53	N E	8148010,2658 698556,5736	8148011,4760 698496,5841	8148021,7658 698615,4630
L126	Az: 078°57'01"	-	27,06	-	2035+11,53	2036+18,59	N E	-	8148021,7658 698615,4630	8148026,9516 698642,0185
C6	19°53'40"	125,01	43,41	019° 53' 40"	2036+18,59	2039+2,00	N E	8148031,1537 698663,5364	8148026,9516 698642,0185	8148027,7826 698685,2000
C7	46°01'10"	102,33	82,19	046° 01' 10"	2039+2,00	2043+4,19	N E	8148021,1007 698728,1403	8148027,7826 698685,2000	8148047,3596 698762,7668
C8	25°14'47"	100,00	44,06	025° 14' 47"	2044+0,58	2046+4,65	N E	8148070,7981 698793,6742	8148057,2658 698775,8297	8148075,4268 698815,5859
L127	Az: 078°04'18"	-	0,00	-	2046+4,65	2046+4,65	N E	-	8148075,4268 698815,5859	8148075,4272 698815,5877
C9	7°40'35"	1018,25	136,42	007° 40' 35"	2046+4,65	2053+1,07	N E	8148089,5468 698882,4269	8148075,4272 698815,5877	8148094,6116 698950,5532

CARACTERÍSTICAS ALINHAMENTO VERTICAL – RAMO PISTA DIREITA

GOINFRA

CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS — **RODOVIA:** GO-230 — **TRECHO:** Entr. BR-251 (VILA-PROPÍCIO) / ENTR. BR-414

PCV				PIV				PARABOLA								PTV			
Estaca	+	Fra	Cota	Estaca	+	Fra	Cota	Y/y1	y2	COTA	Flexa	Rampa	K/k1	k2	Ptv->Pcv	Estaca	+	Fra	Cota
				2000	+	0,00	675,655					1,297%							
2.001,00	+	0,00	675,915	2004	+	0,00	676,693	120		677,189	0,496	4,601%	36,32		20,00	2007	+	0,00	679,454
2.007,00	+	10,00	679,914	2008	+	10,00	680,834	40		680,922	0,088	6,363%	22,71		10,00	2009	+	10,00	682,107
				2017	+	0,00	691,650					5,266%			150,00				
2.018,00	+	0,00	692,704	2019	+	10,00	694,283	60		694,094	-0,189	2,744%	-23,79		20,00	2021	+	0,00	695,107
2.025,00	+	0,00	697,302	2026	+	10,00	698,125	60		697,926	-0,199	0,096%	-22,66		80,00	2028	+	0,00	698,154
2.028,00	+	10,00	698,163	2030	+	10,00	698,202	80		698,791	0,589	5,988%	13,58		10,00	2032	+	10,00	700,597
2.037,00	+	0,00	705,987	2039	+	12,00	709,100	52	98	708,621	-0,479	3,168%	-28,22	-100,25	90,00	2044	+	10,00	712,205
2.047,00	+	10,00	714,106	2048	+	10,00	714,740	20	40	714,595	-0,145	0,995%	-13,80	-55,21	60,00	2050	+	10,00	715,138
				2053	+	10,00	715,735												

VIADUTO GO-020 x GO-536 – RAMO-01 (LAÇO)

RAMO-01 (LAÇO – SENTIDO GO-536 PARA BELA-VISTA)

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - VIADUTO JBS - RAMO 01										
Nº	AZ / DEFL. PI	R (m)	D / L (m)	AC	TS-PC	ST-PT	PONTO	PI	TS-PC	ST-PT
C32	23°59'57"	644,60	270,00	023° 59' 57"	100+0,00	114+0,00	N E	8147973,7760 698406,9358	8147887,0737 698513,0211	8148009,8358 698274,7577
C33	21°49'51"	52,46	19,99	021° 49' 51"	113+10,01	115+0,00	N E	8148012,5007 698264,9886	8148009,8383 698274,7484	8148011,3428 698254,9386
C34	101°14'37"	35,50	62,73	101° 14' 37"	115+0,00	117+12,73	N E	8148006,3923 698211,9703	8148011,3428 698254,9380	8147965,2144 698225,2037
C35	102°40'21"	35,50	63,61	102° 40' 21"	117+12,73	120+16,34	N E	8147922,9738 698238,7787	8147965,2137 698225,2039	8147945,4844 698277,0116
C36	35°09'59"	78,50	48,18	035° 09' 59"	127+8,32	129+16,50	N E	8148025,0668 698412,1773	8148012,4454 698390,7407	8148023,0381 698436,9707

GOINFRA

CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS **RODOVIA:** GO-536 **TRECHO:** VIADUTO GO-020xGO-536 RAMO-01

PCV				PIV				PARABOLA								PTV			
Estaca	+	Fra	Cota	Estaca	+	Fra	Cota	Y/y1	y2	COTA	Flexa	Rampa	K/k1	k2	Ptv->Pcv	Estaca	+	Fra	Cota
				100	+	0,00	688,022					1,949%							
100,00	+	5,00	688,120	105	+	15,00	690,264	110	125	688,882	-1,382	-2,774%	-43,79	-56,54	5,00	112	+	0,00	686,796
114,00	+	11,00	685,381	116	+	1,00	684,549	60		685,357	0,808	8,003%	5,57		51,00	117	+	11,00	686,950
120,00	+	10,00	691,671	122	+	0,00	694,072	60		693,678	-0,394	2,744%	-11,41		59,00	123	+	10,00	694,896
128,00	+	0,00	697,365	129	+	0,00	697,914	20	15	697,806	-0,107	0,237%	-18,61	-10,47	90,00	129	+	15,00	697,949
				129	+	16,50	697,953								1,50				

VIADUTO GO-020 x GO-536 – RAMO-02 CONEXÃO

RAMO-02 (CONVERSÃO À DIREITA – CONEXÃO GO-020 COM GO-536 PARA SENADOR CANEDO)

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - VIADUTO JBS - RAMO 02										
Nº	AZ / DEFL. PI	R (m)	D / L (m)	AC	TS-PC	ST-PT	PONTO	PI	TS-PC	ST-PT
C37	145°18'51"	33,50	84,96	145° 18' 51"	200+0,00	204+4,96	N E	8148008,2646 698388,0319	8148006,1011 698495,2832	8147945,4515 698474,9919
L146	Az: 125°50'29"	-	32,92	-	204+4,96	205+17,89	N E	-	8147945,4515 698474,9919	8147926,1725 698501,6821

GOINFRA

CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS **RODOVIA:** GO-536 **TRECHO:** VIADUTO GO-020xGO-536 RAMO-02

PCV				PIV				PARABOLA								PTV			
Estaca	+	Fra	Cota	Estaca	+	Fra	Cota	Y/y1	y2	COTA	Flexa	Rampa	K/k1	k2	Ptv->Pcv	Estaca	+	Fra	Cota
				200	+	19,15	697,847					-12,012%							
203,00	+	10,00	691,739	204	+	5,00	689,937	15	25	690,466	0,529	-0,720%	2,13	5,90	50,85	205	+	10,00	689,757
				205	+	17,89	689,700								7,89				

3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.2.1 GENERALIDADES

Este Projeto foi realizado tendo como referência o seguinte documento:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-09	Instrução de Serviço para Projeto de Terraplenagem e Revestimento Primário

O projeto de terraplenagem apresenta-se como decorrência lógica dos Estudos Geológicos e Geotécnicos e do Projeto Geométrico os quais possibilitaram o conhecimento das características dos solos movimentados e os elementos necessários à quantificação dos volumes para implantação do corpo estradal.

Como informado os viadutos e ramos apresentados neste projeto são parte integrante do Projeto de Duplicação da GO-536, assim procurou-se manter a concepção proposta na distribuição de massa elaborada, evitando-se futuros bota-foras, com a utilização de cortes e alargamentos de cortes nos aterros.

A terraplenagem envolve o conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento executados a fim de passar-se de um terreno em seu estado natural para uma nova conformação topográfica desejada.

Os elementos utilizados no projeto constituem-se, principalmente, nos seguintes itens:

- Perfil longitudinal;
- Seções transversais do terreno;
- Planta topográfica do projeto;
- Greide do projeto;
- Elementos métricos das seções transversais típicas e específicas;
- Elementos geotécnicos;
- Pesquisas locais;
- Sugestões da Fiscalização.

Elementos Básicos

O estudo das massas teve por finalidade o cálculo dos volumes e a orientação das massas a serem movimentadas para a implantação da rodovia. Constituem-se, principalmente, nos seguintes itens:

- Cálculo dos volumes;
- Indicação dos volumes a serem movimentados em cada trecho de terraplenagem;
- Especificação do tipo de movimentação: cortes e aterros compensados; cortes e aterros não compensados; e cortes com bota fora; e
- Determinação da distância média de transporte, correspondente a cada trecho de construção.

3.2.2 METODOLOGIA

3.2.2.1 Análise do Perfil Geotécnico Longitudinal

No desenho do perfil, no Projeto Geométrico, estão apresentados individualmente, os furos de sondagem realizados ao longo do eixo com as respectivas camadas de materiais constituintes e indicados os tipos de solo, segundo a classificação HRB.

Os estudos geotécnicos e geológicos executados nos cortes indicam a ocorrência de materiais de 1ª categoria, dificilmente teremos 2ª ou 3ª nos cortes mais profundos.

3.2.2.2 Taludes de Corte e Aterro

No talude em solos homogêneos a tendência é sempre da instabilização ocorrer de forma rotacional porque esta forma geométrica estabelece a maior relação peso/superfície.

A inclinação dos taludes é definida a partir do conhecimento de informações sobre a natureza do material, segurança, economia, compensação de volumes e necessidade de estética. Observadas as indicações dos Estudos Geotécnicos.

De uma maneira geral, as inclinações (v:h) recomendados são as seguintes:

Para aterros:

1,0 : 2,0 ..... arenosos, segurança

1,0 : 1,5 ..... areno-argiloso, argilosos

1,0 : 1,0 .....aterros c/ fragmentos de rocha

Para cortes:

10,0: 1,0 .....rocha sã

1,5: 1,0 .....terrenos s/ escorregamento

1,0: 1,0 .....terrenos c/ escorregamento

1,0: 1,5 .....empréstimo, estética, erosão

A definição dos taludes de corte e aterro foi feita de acordo com as condições geotécnicas dos solos locais. Além dos condicionantes intrínsecos do solo, os taludes foram estudados quanto a proteção contra erosão, segurança de tráfego e economia da obra.

- **Aspectos de Proteção contra Erosão:** Para conservação dos taludes há necessidade de implantação de proteção vegetal, assim, quanto mais suave for o talude, mais facilmente se conseguirá o revestimento vegetal. Um talude de 45º (H=1 /V=1) é, de um modo geral, o limite prático para que a proteção vegetal possa ser fixada com êxito. Taludes mais suaves facilitam o trabalho de implantação e a posterior conservação;
- **Aspectos Econômicos:** Para conseguir maiores excedentes nos cortes é mais econômico promover seu alargamento e suavização de seus taludes. O alargamento é benéfico ao sistema de drenagem, melhora a segurança da rodovia e seus aspectos paisagísticos;
- **Banquetas de Corte e Aterro:** Para as situações onde a diferença entre os bordos e o offset superam 9 metros de altura foram projetadas banquetas, melhorando a estabilidade do maciço.
- **Aspectos de Segurança de Tráfego:** A suavização dos taludes aumenta a visibilidade da rodovia, principalmente nas curvas, aumentando, psicologicamente, a sensação de segurança nos usuários.

Adotou-se as seguintes inclinações de taludes:

- Taludes de Corte: Não há razões para escolha de inclinação inferior a 1, na horizontal, para 1, na vertical, nem sob o ponto de vista de estabilidade, nem de proteção contra a erosão. Os aspectos paisagísticos e de segurança de tráfego serão favorecidos por essa rampa.
- Taludes de Aterro: Foram projetados com taludes de 1,5, na horizontal, para 1, na vertical por estarem essas declividades sancionadas pela prática rodoviária nos solos que ocorrem no trecho.

Proteção de Taludes

Considerando a natureza pedológica do solo local é necessária a proteção dos taludes, tanto de corte como de aterro, para minimizar os efeitos erosivos aos quais são facilmente submetidos.

Em toda a estrada, os taludes de corte e aterro, serão protegidos por um sistema constituído de valetas de proteção de cortes e aterros, sarjetas revestidas de gramas nas banquetas e plantação de grama em todos os taludes, sejam de corte ou de aterro.

A grama é um dos meios mais simples e mais baratos de proteção de taludes contra a erosão pelo vento e pelas águas de chuva. Depois que a grama cresce, ela absorve a maior parte do impacto das gotas de chuva e suas raízes fixam o solo adjacente, impedindo que ele seja carregado pelas águas talude abaixo.

É muito importante que a grama forme um tapete contínuo, antes que a erosão tenha tempo de se desenvolver. Caso contrário, sua colocação é completamente ineficaz. A erosão se produz de maneira particularmente rápida em taludes formados por solos de pouca coesão, como siltes puros e areias muito finas. O revestimento do talude com grama é uma medida efetiva, porém dispendiosa.

Algumas técnicas sofisticadas e onerosas podem ser empregadas com o objetivo de manter os solos finos num talude suave, como o emprego de mantas de tecido especiais, como o BIDIM, durante o tempo necessário para que a grama lance raízes.

Além de erodir a superfície dos taludes, a ocorrência de chuvas pesadas pode causar, frequentemente, o aparecimento de erosões e bolsões produzidos pelo carregamento do solo do talude. Isto significa que o solo superficial era menos permeável que o solo de aterro, de modo que o crescimento da pressão da água origina o "estouro" do solo. Para impedir que o fato se repita, deve-se aterrar a zona erodida com pedregulhos ou pedra britada, e não com o mesmo tipo de solo que foi carregado.

Fundação dos Aterros

No estudo geotécnico-geológico as características dos solos de fundação dos aterros são analisadas, e dependendo da situação são propostas medidas corretivas. Em locais de baixo suporte propõe-se a substituição do horizonte, em pelo menos 40 cm, do nível de fundação, nos locais onde se constatada tal necessidade técnica.

Escalonamento de Aterros

Nos casos de alargamento dos aterros existentes ou sobre encostas com forte inclinação transversal, devem ser tomadas medidas destinadas a solidarizar o maciço ao terreno natural. Pode ser empregada a escarificação para a produção de ranhuras acompanhando as curvas de nível ou, preferencialmente, a execução de degraus no terreno. O material resultante da escavação dos degraus deve, sempre que possível, ser empregado na composição do corpo do aterro.

No alargamento de aterros, sua execução, obrigatoriamente, deve ser procedida de baixo para cima, acompanhado de degraus nos seus taludes. Desde que justificado em projeto, pode a execução ser feita por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, complementando-se após com material importado, toda a largura da referida seção transversal. No caso de aterros em meia encosta, o terreno natural deve ser, também, escavado em degraus.

Nos pontos de passagem de corte para aterro, precedendo este último, a escavação transversal ao eixo deverá ser executada até profundidade necessária para evitar recalques diferenciais.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal. A espessura da camada compactada não deverá ultrapassar a 30cm (trinta centímetros) no corpo do aterro. Para a camada final, a espessura não deverá ultrapassar a 20cm (vinte centímetros).

3.2.2.3 Notas de Serviço

Para perfeita execução dos serviços de terraplenagem foram elaboradas notas de serviço de terraplenagem, onde são apresentados através de coordenadas os pontos de interseção dos taludes de corte e aterro com o terreno natural (offsets), cotas do eixo e as coordenadas dos bordos da plataforma.

Nas notas de serviço, as cotas do projeto, as distâncias e as cotas dos bordos direito e esquerdo, referem-se ao plano de transição do subleito para o pavimento, constituído pela sub-base ou base.

3.2.2.4 Cálculo dos Volumes e Diagrama de Massa

Os volumes de terraplenagem, estaca por estaca, em cortes e aterros, foram calculados através de processamento eletrônico a partir do perfil longitudinal do terreno, do greide projetado e dos dados

das seções transversais. O computador foi alimentado, também, com informações concernentes as seções transversais típicas e com dados para cálculo de curvas verticais e superelevação.

O programa efetuou o cálculo dos volumes de cortes, aterros, compensação lateral e excedentes, em cada interperfil da rodovia em estudo, determinando-se, subsequentemente, os volumes acumulados e o valor correspondente da ordenada do diagrama de massas (Diagrama de Brückner).

Os volumes foram calculados pelo método da semi-soma das áreas de corte e aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto.

Para o cálculo do volume de compensação lateral e do volume excedente em cada interperfil, foi levado em conta o fator de homogeneização. Nestas condições, as parcelas positivas (cortes) ou negativas (aterros) cujo somatório definiu o valor local da ordenada Brückner, foram medidas em unidades homogêneas.

No cálculo de cubação do movimento de terra, com a classificação dos materiais escavados, separa-se o volume dos materiais a serem empregados nas camadas do "Corpo do Aterro" e nas camadas da "Camada Final" (últimos 1,00 metro). Na quantificação dos volumes a serem compactados, a fim de não se ter duplicidade de quantitativos, deverá ser descontado o volume da última camada da "Camada Final do Aterro", correspondente ao subleito, pois a compactação desta camada já está inclusa na composição do serviço "Regularização e compactação do Subleito". No caso de aterros sobre solos moles deverá ser apresentado para a GOINFRA alternativas para aprovação;

No desenvolvimento destes trabalhos foi utilizada a seguinte metodologia:

- Cálculo das ***áreas das seções transversais*** compreendidas entre a plataforma de terraplenagem e o terreno natural, entre os pontos de off-sets;
- ***Cálculo dos volumes*** de cortes, aterros e compensação lateral, em cada interperfil da rodovia;
- O ***volume de compensação lateral*** **(VCL)** em um dado interperfil que contém volumes de corte e aterro é o menor destes dois volumes, estando ambos medidos em unidades homogeneizadas.

  Assim, se ***Va*** e ***Vc*** são respectivamente os volumes de aterro e corte no interperfil, ***F*** é o fator de homogeneização ou fator de empolamento e ***VCL*** é o volume de compensação lateral, têm-se:

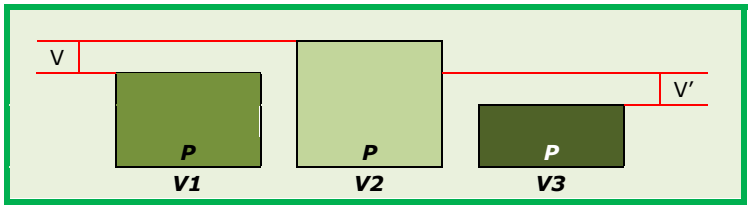
  $VCL = Vc$, se $Vc < F.Va$ $\qquad$ $VCL = F.Va$, se $F.Va < Vc$

  Segundo esta maneira de encarar, ***VCL***, está sempre expresso em unidade de volumes de corte.
- O ***volume excedente (VEX)*** é a parte do volume de terraplenagem (corte ou aterro) que excede o volume da compensação lateral ocorrente no interperfil. Expressando-o em unidades homogeneizadas, tem-se:

  $VEX = Vc - F.Va$ $\qquad$ Se, $Vc > F.Va$, $VEX > 0$ = Volume excedente de corte, positivo.

  Se, $Vc < F.Va$, $VEX < 0$ = Volume excedente de aterro, negativo.
- O valor da ***ordenada de Bruckner*** (ou do diagrama de massas) em cada estaca, é definido pelo somatório algébrico dos volumes excedentes, em todos os interperfis que procedem a estaca considerada, computando-se como positivos os volumes excedentes de corte e como negativos, os de aterro. As ordenadas estão referenciadas a unidade de volume de material escavado (corte);
- A análise da terraplenagem foi realizada com auxílio do **diagrama de massas (diagrama de Brückner)**. De posse do relatório de volumes estudou-se, através de processamento eletrônico, possibilidades de compensação entre volumes de cortes e de aterros. Para auxiliar no estudo das alternativas fez-se um levantamento preliminar de todos os elementos indicativos quanto a necessidades de reaterro, da disponibilidade de materiais de corte para as camadas finais da terraplenagem e também se posicionou as caixas de empréstimo disponíveis, para melhor visualizar todos os elementos envolvidos.

Fator de Homogeneização



As propriedades físicas importantes para o cálculo do fator de homogeneização são o peso, empolamento e redução.

1. **Peso específico**: depende do tipo de material;
2. **Empolamento**: Pode ser definido como o aumento de volume sofrido por um material ao ser removido de seu estado natural. É expresso como sendo a percentagem do aumento de volume em relação ao volume original (aumento do índice de vazios). O fator de conversão pode ser definido como a relação entre o peso específico no estado solto e o peso específico no estado natural ou corte:

$$f_{ce} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$$

Segundo o Manual de Implantação Básico (DNIT):

> *O fator de homogeneização é a relação entre o volume do material no corte de origem e o volume que este mesmo material ocupará no aterro, após ser compactado. Este fator normalmente é avaliado pela relação inversa das correspondentes densidades aparentes secas, ou seja:*
>
> $$F_h = \frac{D_{comp}}{D_{corte}}$$
>
> *Onde:*
>
> *- D_{corte}: densidade aparente seca do material ocorrente no corte de origem (densidade "in situ");*
>
> *- D_{comp}: densidade aparente seca do material, extraído do corte, após compactação no aterro.*

Desde que se proceda à avaliação destes dois parâmetros é possível, portanto, inferir o fato de homogeneização aplicável a um determinado segmento possuidor de características semelhante.

Assim, no cálculo dos volumes excedentes levou-se em consideração um fator de homogeneização, ou seja, os volumes de corte e aterro se compensam depois de efetuadas as necessárias correções de volume, mediante a aplicação do fator de empolamento. Este procedimento conduz à homogeneização das parcelas aditivas e subtrativas que são integradas no diagrama de Brückner.

Foram feitas as seguintes considerações nos volumes de terraplenagem:

a. **Empolamento**: volume total de aterros (V_a) será acrescido em X%, conforme estudo geotécnico.

b. **Volume total de terraplenagem**: $V_{Corte} = V_A + X\%\ V_A$

Deve-se considerar para o cálculo dos volumes a serem escavados o fator de homogeneização. Assim, os volumes de corte e empréstimo do Quadro de Origem e Destino das Massas correspondem ao valor que deverá ser escavado a fim de atender aos aterros.

A partir desta metodologia, pode ser considerado para o cálculo dos volumes a serem escavados um fator de multiplicação de X%, como a relação média, para o trecho em projeto, entre o volume escavado e o correspondente volume compactado.

3.2.2.5 Alargamento de Cortes

Face à necessidade de empréstimo de material para execução dos aterros ao longo do trecho, a indicação de alargamento de corte é uma alternativa recomendada. Nos cortes muitos baixos onde não passavam de "raspagem" ou presença de rocha esta solução foi abandonada preliminarmente.

Nos cortes que podem produzir maior quantidade de material de aterro estudaram-se as características geotécnicas dos solos antes de indicar esta solução.

3.2.2.6 Determinação das Distâncias de Transporte

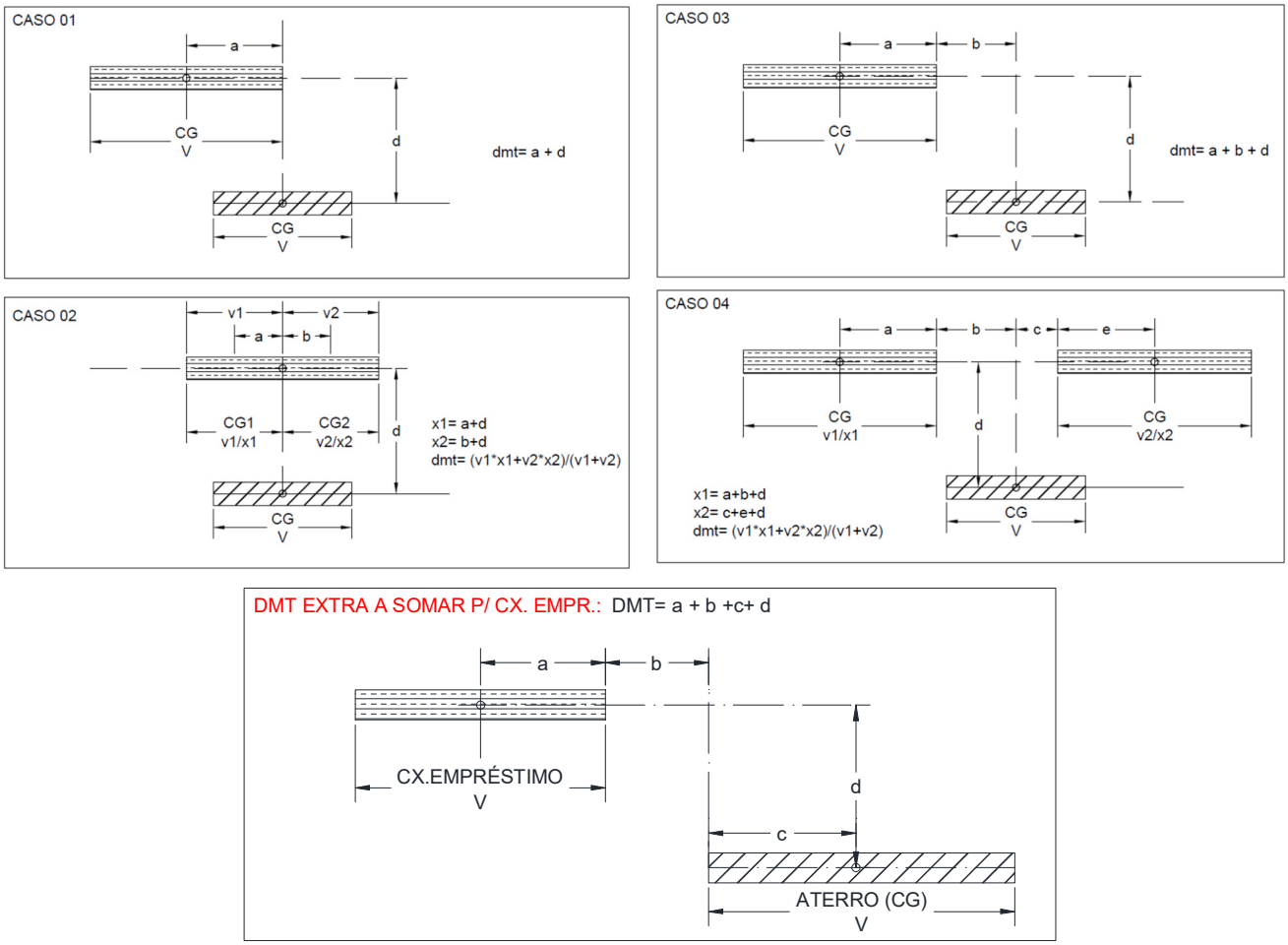
As distâncias médias de transporte (DMT) podem ser determinadas utilizando-se as propriedades de diagrama de Bruckner ou através da planilha eletrônica adotando-se como centro de massa a estaca média do intervalo considerado como origem e destino.

- **Propriedades do Diagrama de Bruckner:**

1. Corte e de aterros compensados**:** utilizando-se o diagrama de massas, dividindo-se a área dos polígonos delimitados pelas horizontais de equilíbrio e pela linha do diagrama, pelo volume compensado, representado pela ordenada máxima no trecho considerado;
2. Aterros sem compensação**:** onde se evidencia a necessidade de empréstimos, as DMT foram calculadas, identicamente a dos trechos compensados longitudinalmente, fechando-se convenientemente, através de uma linha vertical, o polígono delimitado pela linha do diagrama e a horizontal de equilíbrio e adicionando, finalmente, a distância compreendida entre o centro de gravidade do empréstimo à extremidade mais próxima do segmento em questão;
3. **Cortes sem compensação:** caracterizados por "bota-foras", as DMT foram determinadas, para cada segmento, através de estudos realizados nos elementos do projeto geométrico (planta e perfil) para a determinação dos pontos mais convenientes à disposição dos materiais.

- **Propriedades usadas na Planilha:**

Por ser mais direta e automatizada, além de permitir a conferência e interpretação, adotou-se no projeto a metodologia da planilha eletrônica, considerando para cálculo da DMT os casos ilustrados abaixo.



3.2.2.7 Instruções do Projeto de Terraplenagem

Concluída a análise e determinada a distância média de transporte dos diversos segmentos, procede-se à confecção do quadro de distribuição das massas, elemento de instrução do Projeto de Terraplenagem, onde são registrados: a origem do material escavado, indicando-se a estaca inicial e final e a identificação da operação de terraplenagem (compensação lateral, compensação longitudinal, empréstimo, bota-fora); o destino do material escavado, com a discriminação das estacas extremas, do volume depositado e da destinação (compensação lateral, aterro e bota-fora); os volumes básicos; as distâncias médias de transporte e momento de transporte de cada volume básico; e a classificação dos volumes básicos, segundo as categorias definidas pela GOINFRA.

Classificação dos Materiais Escavados

Com o intuito de se uniformizar as características do subleito e visando o melhor aproveitamento possível dos materiais a serem escavados, procedeu-se a análise das características dos materiais a movimentar, classificando-os em *"UTILIZÁVEIS* e *NÃO UTILIZÁVEIS"*.

Quadro 3.2.1 - Classificação dos Materiais Escavados

DISCRIMINAÇÃO	DESTINO	CLASSIFICAÇÃO
IS > IS_P, Exp. < 2 (1ª e 2ª Categorias, Não Orgânicos)	"S" - Camada Superior e corpo de aterro	UTILIZÁVEIS
IS > 4, Exp. < 4 (1ª e 2ª Categorias, Não Orgânicos)	"I" - Camada Inferior (corpo de aterro)	
3ª Categoria - Solos moles e Camada Vegetal	"BF" - Bota-Fora	NÃO UTILIZÁVEIS

Os materiais *"UTILIZÁVEIS"* foram classificados em duas categorias: *"S"* (camadas finais) e *"I" (corpo de aterro)*, em função de suas características de suporte e expansão, prevendo-se a sua utilização na camada superior ou inferior dos aterros respectivamente. Os materiais considerados *"NÃO UTILIZÁVEIS"*, foram designados por "BF" e destinados a bota-foras.

A classificação dos materiais ocorrentes nos cortes será feita segundo a especificação GOINFRA-ES-T 03/2019.

3.2.3 RESULTADOS OBTIDOS

3.2.3.1 Generalidades

Para iniciar o Projeto de Terraplenagem foi necessário que o Projeto Geométrico estivesse definido em planta, perfil e seções transversais (plataformas de terraplenagem).

Terraplenagem

Os trabalhos concernentes à dinâmica das massas abrangem uma pequena gama de atividades a serem executadas, basicamente envolvendo:

1. Desmatamento e limpeza da faixa de trabalho;
2. Escavação de materiais de 1ª categoria em caixas de empréstimo e em materiais de 1ª e/ou 2ª categorias em cortes para implantação da plataforma projetada; e
3. Compactação de aterro a 95% da energia do Proctor normal, no corpo de aterro, e a 100% do Proctor Normal, nas camadas superiores.

Fator de Homogeneização

Como exposto anteriormente ***a utilização do coeficiente de homogeneização é cabível, somente, na fase de projeto***, para o estudo da origem e destino dos materiais nas seções de corte e aterro, bem como dimensionamento e viabilidade das caixas de empréstimo laterais e concentradas.

☑ **Fator de Homogeneização Adotado 1,22**

Este valor médio foi obtido da divisão das densidades obtidas dos ensaios de compactação pela densidade "in-situ" (ton/m³), apresentado no Estudo Geotécnico.

Não se deve utilizar deste coeficiente genérico para medição dos volumes de terraplenagem. As medições devem tomar como base as seções transversais líquidas, com a cota primitiva realizada após as operações de desmatamento, destocamento e limpeza.

Fonte de Materiais

As **fontes de materiais**, sua avaliação qualitativa e quantitativa, disponíveis neste projeto **são apenas indicativos**, e se prestam ao cálculo da estimativa de custo dos serviços pelo Contratante.

A **responsabilidade pela determinação das fontes de materiais** a utilizar e sua avaliação quantitativa e qualitativa, bem como a viabilidade ambiental, é do **Contratado**, que na fase de preparação de sua proposta deverá certificar-se de todos os parâmetros envolvidos.

Seção Transversal Tipo

A seção transversal tipo de terraplenagem foi definida a partir da seção final da rodovia, da espessura das camadas do pavimento e da inclinação dos taludes, obedecida às instruções de serviço da GOINFRA. As notas de serviço já incluem esses fatores.

Lt = Lpista + Lacost + Folga construtiva

A folga engloba: questões executivas, operacionais, projeção do talude do pavimento e a inclusão de dispositivos de drenagem. O presente projeto de duplicação apresenta diversas situações de seção tipo transversal, as quais são apresentadas em detalhes nos desenhos presentes no Volume 02 deste projeto. De maneira geral a seção típica da nova pista possui uma largura de 12,30m conforme abaixo:

Quadro 3.2.2 - SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DA NOVA PISTA DO PROJETO DE DUPLICAÇÃO		
Largura da pista de rolamento com 2 faixas de 3,60 m	2 x 3,60m	7,20 m
Acostamentos interno e externo	2,50 / 0,60	3,10 m
Projeção Taludes Pav. + Faixas para drenagem + arredondamento	2 x 1,05m	2,00 m
Largura da plataforma de terraplenagem (Lt)	**7,10 / 5,20**	**12,30 m**

A largura da plataforma, no caso de aterros, obrigará a aproveitar a faixa de drenagem para arredondamento da concordância com a pavimentação ou, alternativamente, a construção de meio fio sobre a base terminada.

A largura da plataforma será constante nos cortes, nos aterros, nas seções mistas, independente da espessura do pavimento. Foi previsto superelevação e superlargura nas curvas, sendo a rotação da semi-pista externa feita em respeito ao eixo da pista.

As larguras adotadas no projeto estão apresentadas nas figuras a seguir, sendo estes os valores considerados para o cálculo dos volumes e levantamento dos quantitativos.

Notas de Serviço

Todos os cálculos referentes a terraplenagem (áreas das seções, notas de serviço e volumes) foram executados através de processamento eletrônico, para o qual foram fornecidos dados das seções transversais, cota do terreno natural, greide de terraplenagem, plataforma de aterro e corte, superelevação e superlargura.

O programa não leva em consideração a classificação dos materiais de terraplenagem em cada seção, sendo a mesma feita manualmente. Nas notas de serviço estão relacionados os "off-sets" de terraplenagem, para cada estaca. Estes "off-sets" foram determinados, a partir das seções transversais levantadas, do greide e dos ângulos dos taludes.

Orientação da Execução da Terraplenagem:

A operação de terraplenagem será executada de conformidade com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias da GOINFRA. Foi prevista a remoção da camada vegetal, o rebaixamento de cortes nos

trechos de solos "I" - Camada Inferior (corpo de aterro) ou de rocha, e a execução de camada final de terraplenagem com solos *"S"* - Camada Superior ou corpo de aterro

A espessura adotada de material com qualificação "S", que constituíra a camada final dos aterros é de 100 cm. A espessura do rebaixamento e posterior recomposição, com material "S", nos trechos em corte com solos "I" (corpo de aterro), será de 60 cm. Deve-se ter cuidado especial na seleção dos materiais destinados à execução destas camadas, porquanto no projeto de pavimentação admitiu-se que toda a camada final de terraplenagem, com materiais "S", funcionasse como um reforço do subleito, para efeito de dimensionamento do pavimento.

Nas camadas finais devem ser utilizados somente materiais de 1ª categoria, entre os melhores existentes nas proximidades (Ver capítulo 3.3 – Projeto de Pavimentação).

Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas, na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% PN da massa específica aparente seca do ensaio DNIT 164/2013-ME, para o corpo dos aterros, e 100% do PN para as camadas finais.

3.2.3.2 Serviços Preliminares (GOINFRA-ES-T 01/2019)

Durante a execução destes serviços deverão ser tomadas todas as providências para a preservação da paisagem natural, empregando técnicas que não desfigurem o meio ambiente.

Desmatamento, Destocamento e Limpeza (GOINFRA-ES-T 01/2019)

O desmatamento da faixa de domínio deve ser suficiente somente para garantir a insolação, as operações de construção, evitar que as quedas de árvores afetem o tráfego e a visibilidade dos motoristas, procurando não expor os solos e os taludes naturais à erosão.

Como recomendações mínimas, têm-se:

- Não deve ser permitido o uso de explosivos para remoção de vegetação;
- Conforme a especificação GOINFRA-ES-T 01/01, a área mínima, na qual as operações de desmatamento, destocamento e limpeza, serão executadas em sua plenitude, será compreendida entre os off-sets de cortes ou aterros com acréscimo de 2m para cada lado. No caso de empréstimos a área mínima será indispensável à sua exploração.

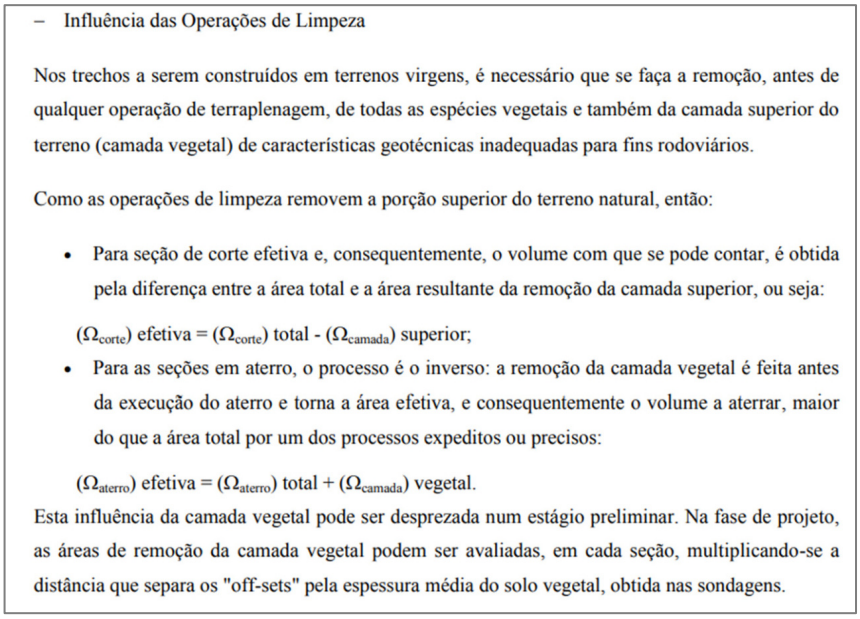
A estas áreas serão acrescidas as áreas de desmatamento e a limpeza das caixas de empréstimo, que deverão se restringir às áreas estritamente necessárias. O destocamento e limpeza devem se limitar à área compreendida entre os offsets.

Na limpeza, a camada vegetal deverá ser estocada para uso futuro na recomposição vegetal de taludes, empréstimos, etc., em áreas regularizadas e drenadas. Em princípio não deve ser exigido o destocamento e a limpeza nas áreas de bota-fora.

A queimada de materiais proveniente do desmatamento e destocamento deverá ser feita em época oportuna, com a autorização dos órgãos ambientais, de maneira apropriada com o fim de evitar a propagação do fogo pela vegetação remanescente.

As técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição deverão seguir as especificações da Goinfra.

O **Manual de Implantação Básica de Rodovia, 3ª Edição IPR-742/2010 DNIT**, na página 203, detalha a necessidade de se considerar este rebaixo nas seções primitivas de projeto, o que altera os volumes de movimentação de terra previstos, sendo seguida pela fiscalização realizada pelo órgão nos projetos de âmbito federal:



– Influência das Operações de Limpeza

Nos trechos a serem construídos em terrenos virgens, é necessário que se faça a remoção, antes de qualquer operação de terraplenagem, de todas as espécies vegetais e também da camada superior do terreno (camada vegetal) de características geotécnicas inadequadas para fins rodoviários.

Como as operações de limpeza removem a porção superior do terreno natural, então:

- Para seção de corte efetiva e, consequentemente, o volume com que se pode contar, é obtida pela diferença entre a área total e a área resultante da remoção da camada superior, ou seja:

(Ω_{corte}) efetiva = (Ω_{corte}) total - (Ω_{camada}) superior;

- Para as seções em aterro, o processo é o inverso: a remoção da camada vegetal é feita antes da execução do aterro e torna a área efetiva, e consequentemente o volume a aterrar, maior do que a área total por um dos processos expeditos ou precisos:

(Ω_{aterro}) efetiva = (Ω_{aterro}) total + (Ω_{camada}) vegetal.

Esta influência da camada vegetal pode ser desprezada num estágio preliminar. Na fase de projeto, as áreas de remoção da camada vegetal podem ser avaliadas, em cada seção, multiplicando-se a distância que separa os "off-sets" pela espessura média do solo vegetal, obtida nas sondagens.

Extrato da página 203 do Manual de Implantação Básica DNIT 2010

O mesmo recomenda a GOINFRA na norma Terraplenagem – Serviços Preliminares: ES-T 001/2019 GOINFRA.

*3.3 - A limpeza compreende a operação de remoção de camada de solo ou material orgânico, **na profundidade média de 20cm**, bem como de quaisquer outros objetos e materiais indesejáveis que ainda subsistam.*

*3.8 - A limpeza deverá ser executada em **toda a faixa de domínio**, para garantir melhor segurança rodoviária. Nos casos onde não for possível limpar toda a faixa (exemplo: corte). A área mínima, na qual as referidas operações serão executadas em sua plenitude, será compreendida entre os off-sets de cortes ou aterros com acréscimo **de 2m para cada lado**.*

Caminhos de Serviço (GOINFRA-ES-T 02/2019)

Tratando-se de vias temporárias construídas, portanto sem maiores preocupações com os requisitos estruturais e de drenagem, os caminhos de serviço exigem manutenção permanente. Devem ser implantados, preferencialmente, a jusante da plataforma e se possível dentro dos limites da faixa de domínio. Após o término das obras deverão ser recompostos, evitando problemas que possam ameaçar a rodovia no que tange à formação de erosões; aliado a esse fato pode ocorrer formação de empoçamentos de águas que permitem a proliferação de transmissores de doenças.

As técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição deverão seguir as especificações da Goinfra.

Caixas de Empréstimo (GOINFRA-ES-T 04/2019)

A IP-09 recomenda que o material para aterros deve ser obtido, sempre que possível, por meio de alargamento dos cortes; quando necessário procurar empréstimos primeiramente fora da faixa de domínio e depois analisar os empréstimos laterais. Em qualquer circunstância, ter em mente as consequências da localização destas caixas em futuros melhoramentos da rodovia.

O material de empréstimo retirado de caixas laterais, cujos bordos deverão ficar a 5 m dos offsets dos aterros, procurando manter neste caso a caixa dentro da faixa de domínio. Caso se faça necessário maior volume de material, o mesmo será obtido por um aprofundamento da caixa de empréstimo, ou, em último caso, por um aumento das dimensões da caixa.

O posicionamento das caixas de empréstimo foi feito de acordo com o ISC do solo local, ou seja, locais que apresentaram valores próximos da média obtida para o subtrecho, escolhido segundo os critérios geotécnicos, para que fosse evitado o subdimensionamento do pavimento e garantindo a qualidade da camada final de aterro.

Na exploração das caixas, deverão ser observadas as seções apresentadas, devendo ser executada drenagem conveniente de modo a se evitar o represamento das águas.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações da GOINFRA.

Acabamento e Recomposição de Empréstimos

Depois de exploradas e concluídos todos os serviços na caixa de empréstimo, seus taludes serão re-conformados na proporção de 1:4 (vertical:horizontal), distribuindo-se sobre os mesmos o resto de material orgânico removido por ocasião do desmatamento e da limpeza da faixa da estrada e das próprias caixas de empréstimo. O mesmo cuidado deverá ser tomado nos acessos.

A declividade longitudinal destas caixas será em função da profundidade de exploração, das condições de drenagem e da declividade do terreno existente.

3.2.3.3 Análise do Perfil Geotécnico Longitudinal

Os estudos geotécnicos indicaram a predominância de materiais de 1ª categoria, os poucos cortes a serem realizados não indicaram materiais mais compactos, portanto, conforme Estudos Geotécnico, não será previsto material a ser escavado de 2ª ou 3ª categoria.

Com base nesses estudos, procedeu-se à seleção de materiais de corte e de áreas de empréstimos para a construção do corpo estradal. Foram constatados materiais úmidos. Para a construção de aterros assente sobre terreno de fundação saturado ou de baixa capacidade de carga, a boa engenharia prevê ou a remoção de parte da camada de fundação e o adensamento do fundo da cava com pedra rachão ou execução de drenos transversais/longitudinais. O preparo da fundação, onde o emprego de equipamento convencional de terraplenagem não for possível, ou que as características da fundação exijam soluções específicas, será definido pela Fiscalização na Obra.

O agulhamento consiste na operação de cravação, por compactação, de material granular diretamente no subleito. Os materiais granulares mais indicados para o agulhamento são os pedregulhos limpos, cascalhos e piçarras resistentes, com dimensão superior a 2,5 cm.

Para os locais de solos úmidos foram previstos drenos profundos para os locais mais críticos, sendo previsto a escarificação do fundo com substituição de material onde se constata material de baixo suporte, e elevação do greide com aterro superior a 1,00m, como forma de garantir a estabilidade.

Não foram detectados solos expansivos, até o nível do subleito de cortes e aterros.

3.2.3.4 Cortes e Aterros (GOINFRA-ES-T 03/2019 e 05/2019)

Cortes: A distribuição dos materiais foi feita analisando-se os resultados dos ensaios realizados, com o material do subleito, empréstimos e cortes, sua natureza, qualidade e distância de transporte.

Os solos destinados aos aterros serão solos selecionados, provenientes de empréstimos ou cortes a serem escavados. Os materiais provenientes dos cortes somente foram destinados para as camadas finais de aterros quando apresentavam $ISC \geq IS_p$.

Foi previsto rebaixo de 60cm como forma de garantir um mínimo de 60cm, ou três camadas, compactadas a 100% do PN. Os quantitativos estão indicados nas planilhas de distribuição de massa.

Nos cortes onde **não** será necessária a substituição de material, forame considerados e quantificados um rebaixamento, com aproveitamento do material existente, de 40 cm abaixo do greide de projeto, a fim de se ter um mínimo de 03 camadas controladas na fase da terraplenagem. Para a consideração do rebaixamento citado, será considerada a escavação e transporte de apenas duas das três camadas, pois a última (fundo) será apenas escarificada e compactada.

Nesta operação, será computada apenas a compactação de duas das três camadas, tendo em vista que a primeira camada será o subleito e este tem sua compactação inclusa no serviço "Regularização e compactação do Subleito".

Ao se atingir o greide de terraplenagem, se os solos do subleito forem inadequados, isto é, constituídos por solos de ou expansão maior que 2%, possuírem capacidade de suporte inferior ao **ISC de projeto = 7,3%** ou orgânicos, é necessário o rebaixamento do greide de terraplenagem na espessura estabelecida de no mínimo 60cm, ou a definida pela fiscalização. A substituição deve ser feita com materiais que atendam os parâmetros CBR ≥ 8,5% e expansão ≤ 2%.

Escavação: Refere-se ao volume total escavado para construção do trecho em questão, independentemente de seu destino.

Aterros:

Os aterros a serem assentados sobre terreno virgem deverão ter preferencialmente altura mínima de 60 cm, nos casos onde forem necessários aterros com altura inferior. O projeto garanti que abaixo do greide de terraplanagem sejam executadas 3 camadas de 20 cm compactadas.

A espessura adotada de material com qualificação "S", que constituíra a camada final dos aterros, é de 100 cm. Nesta camada devem ser utilizados somente materiais de 1ª categoria, entre os melhores existentes nas proximidades. Cuidados especiais deverão ser tomados na construção da camada final de terraplenagem, com materiais "S", porquanto no dimensionamento do pavimento considerou-se que ela funcionará como reforço do subleito.

Na construção dos aterros foram previstos graus de compactação de 95% do Proctor Normal para o corpo do aterro e 100% do **PN para as camadas finais, últimos 100cm**.

Para os aterros com altura inferior a 3,0 metros, foi previsto a compactação do fundo (terreno natural) onde será apoiada a primeira camada do aterro. A compactação do terreno onde será levantado o aterro consistirá na escarificação do terreno em 20 cm e sua posterior compactação na energia apropriada, conforme a altura do aterro.

Substituição: Referem-se aos materiais que serão utilizados no Rebaixo de Cortes e na Fundação de Aterro - Substituição de Solo Mole.

Especificações: As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações da GOINFRA para Aterros: ES-T 005/2019 e ES-T 003/2019 Cortes.

3.2.3.5 Bota-Fora

Os materiais não utilizáveis escavados durante os serviços de terraplenagem foram destinados a bota-fora, que, preferencialmente, devem estar localizados dentro da faixa de domínio, recompondo caixas de empréstimo, recomendando-se a devida compactação. Deverão estar localizadas, preferencialmente, em áreas situadas a jusante da rodovia. Para evitar que o escoamento das águas pluviais carreie o material depositado, causando assoreamentos, os taludes dos bota-foras deverão ser projetados com inclinação suficiente para evitar escorregamentos e com proteção de revestimento vegetal, inclusive nos bota-foras com material de 3ª categoria, após informação final, a fim de incorporá-los à paisagem local.

3.2.3.6 Indicação da Deflexão de Projeto do Sub-leito

Conforme metodologia sugerida, na IP-09, teremos:

D_{adm} – deflexão admissível, em 0,01 mm.

N – Número de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 ton, de projeto (N10).

h_{eq} – espessura de pavimento equivalente sobre o sub-leito

h_{eq} = h(capa) + [h(base) x k(base) / 2,0] + [h(subbase) x k(subbase) / 2,0]

sendo:

h(capa): espessura da capa, em centímetros, independentemente do tipo de revestimento.

h(base): espessura da base, em centímetros.

k(base): coeficiente de equivalência estrutural da base, conforme Tabela 1

h(subbase): espessura da base, em centímetros.

k(subbase): coeficiente de equivalência estrutural da subbase, conforme Tabela 1.

CÁLCULO DE DEFLEXÃO ADMISSÍVEL (IP-09 GOINFRA)

CONFIGURAÇÃO DO PAVIMENTO

DESCRIÇÃO	ESP. (cm)	k
CBUQ	10,00	2,0
Solo/Mistura	15,00	1,0
Cascalho	20,00	1,0
Reforço	0,00	0,96

Revestimento	
Base	
Sub-Base	
Sub-Leito	

EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

DESCRIÇÃO	k
CBUQ / Binder	2,0
Base Granular	1,0
Brita Graduada	1,0
Solo Melhorado Cimento	1,2

CONTAGEM DE TRÁFEGO:

N10 =	**3,97E+07**	**repetições**

FORMULAÇÃO

Deflexão Capa:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10)
Deflexão Base:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10) + {[h(capa) x k(capa) / 2,0]} /40
Deflexão Subbase:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10) + {[h(capa) x k(capa) / 2,0] + [h(base) x k(base) / 2,0]} / 40
Deflexão Sub-leito:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10) + {[h(capa) x k(capa) / 2,0] + [h(base) x k(base) / 2,0] + [h(subbase) x k(subbase) / 2,0]} / 40

CÁLCULO

log(Dadm)	**1,673**	
Dadm (capa)	**47,1**	0,01 mm
Dadm (base)	**83,7**	0,01 mm
Dadm (subbase)	**128,9**	0,01 mm
Dadm (sub-leito)	**229,1**	0,01 mm

3.2.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O Projeto de Terraplenagem é constituído basicamente dos seguintes elementos:

1. Seções Transversais Tipo;
2. Relatório de Volumes;
3. Notas de Serviço de Terraplenagem.
4. Arquivo digital com as seções de terraplenagem gabaritadas.

As notas de serviço e o cálculo de volumes de terraplenagem são apresentados nos volumes 3A - Notas de Serviço e Cálculos de Volumes. No Volume 3 - Projeto de Execução, são apresentadas as seções transversais tipo de terraplenagem.

Apresentamos a seguir o resumo geral dos volumes obtidos das seções gabaritadas dos eixos projetados, bem como o respectivo resumo dos volumes, e a planilha resumo da distribuição de massa, a qual contém todo o detalhamento da movimentação de terra do projeto (as planilhas da distribuição de terras está apresentada no Volume 02 – Terraplenagem.

A coluna rebaixo, na planilha resumo geral dos volumes, representa o volume de escavação necessário para garantia de que tenhamos sempre 60cm, ou três camadas finais, compactadas a 100% do PN.

RGDM – Resumo Geral da Distribuição de Massa

TRANSPORTE DE MATERIAIS – ORIGEM DOS MATERIAIS													TOTAL	DESTINO DOS MATERIAIS				
INTERVALOS EM METROS	COMPEN. LATERAL	1ª CATEGORIA TRATOR	1ª CATEGORIA CB	2ª CATEGORIA CB	3ª CATEGORIA CB	EMPRÉSTIMO CB	REBAIXO DE SUBLEITO 1a	REBAIXO DE SUBLEITO 2a	SOLO ESTOCADO	ESCARIFI-CAÇÃO	REMOÇÃO DE SOLO MOLE	REBAIXO EM ROCHA - CB		CAMADAS FINAIS TERRAPLENAGEM	CORPO DE ATERRO	COMPACTAÇÃO FUNDO	SOLO ESTOCADO	BOTA-FORA
0 - 50	1.007,51	84,73	-	-	-	-	6.450,60	-	6.450,60		-	-	13.993,44	7.542,66	0,18		6.450,60	-
50 - 200		-	330,87	-	-	405,91	-	-	-		-	-	736,78	330,87	405,91		-	-
200 - 400		-	974,71	-	-	2.474,41	-	-	-		-	-	3.449,12	761,77	2.687,35		-	-
400 - 600		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-
600 - 800		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-
800 - 1000		-	-	-	-	7.333,61	-	-	-		-	-	7.333,61	364,46	6.969,15		-	-
1000 - 1200		-	-	-	-	17.577,68	-	-	-		-	-	17.577,68	3.228,36	14.349,32		-	-
1200 - 1400		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-
1400 - 1600		-	-	-	-	853,60	-	-	-		-	-	853,60	852,79	0,81		-	-
1600 - 1800		-	-	-	-	7.789,04	-	-	-		-	-	7.789,04	3.460,47	4.328,57		-	-
1800 - 2000		-	-	-	-	12.740,02	-	-	-		-	-	12.740,02	4.963,42	7.776,60		-	-
2000 - 3000		-	-	-	-	48.227,71	-	-	-		-	-	48.227,71	3.378,52	44.849,19		-	-
3000 - 5000		-	-	-	-	17.113,17	-	-	-		-	-	17.113,17	-	17.113,17		-	-
5000 - 10000		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-
SEM TRANSPORTE										3.191,12			3.191,12			3.191,12		
TOTAL	1.007,51	84,73	1.305,58	-	-	114.515,15	6.450,60	-	6.450,60	3.191,12	-	-	133.005,29	24.883,32	98.480,25	3.191,12	6.450,60	-
PERCENTUAL(%)	0,76%	0,06%	0,98%	0,00%	0,00%	86,10%	4,85%	0,00%	4,85%	2,40%	0,00%	0,00%	100,00%	18,71%	74,04%	2,40%	4,85%	0,00%

DISTÂNCIA PONDERADA DOS TRANSPORTES: 2,32 Km

ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRÉSTIMO: **55.974,49** m²

EXPANSÃO (%)

VOLUME DE ATERRO COMPACTADO:
(VOLUME GEOMÉTRICO - m³) 104.308,80

MATERIAL SATISFATÓRIO COMO SUBLEITO E ACABAMENTO DE CORTES E ATERROS — ISCp >7,2% — $IS \geq ISCp$

ESCAVAÇÃO MÉDIA (m³/Km) = 70.373,17

EXTENSÃO PARA O CÁLCULO (Km médio Pista Esq.+Pista Dir.) = 1,89

MATERIAL SATISFATÓRIO PARA UTILIZAÇÃO COM CORPO DE ATERRO: — ISC — >=4

FATOR DE COMPACTAÇÃO K= 1,22

MATERIAL DE CORTE E REBAIXOS DESTINADO A BOTA-FORA:	-	BOTA-FORA CORTES = 0,00	BOTA-FORA REBAIXO= 0,00	
MATERIAL DE BOTA-FORA DESTINADO A CAIXA DE EMPRÉSTIMO:	-			
VOLUME DE COMPACTAÇÃO DE BF (Exceto Mat.3a+Solo Mole+BF confinado em Cx. Emp.) =	-	*(ÁREA MEDIDA NA PAV. PARA DESCONTAR NA COMPACT. A 100% DO PN DA TERRAP.)*		
VOLUME DA CAMADA DE SUBLEITO (ÚLTIMOS 20 CM DA C.F.T.) [Área subleito x 20 cm]	5.507,09	*Área =* *27.535,45* m²		
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 95% PN (12 GOLPES)=	80.721,51	**71.392,89**	**Decontado valor medido no Item Solo Reforçado (viadutos) =**	9.328,62
VOLUME DE COMPACTAÇÃO A 100% PN (12 GOLPES)=	23.587,28	**22.246,41**	**Decontado valor medido no Item Solo Reforçado (viadutos) =**	1.340,87

GRAU MÍNIMO DE COMPACTAÇÃO:
CAMADA FINAL TERRAPLENAGEM - CFT = 100% PN
CORPO DE ATERRO =95% PN
(ENERGIA DO PROCTOR NORMAL=PN)

VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 95% PN (12 GOLPES)=	**71.392,89** m³	(DESCONTADO VOLUME DE SOLO REFORÇADO)
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 100% PN (12 GOLPES)=	**16.739,32** m³	(DESCONTADO VOLUME DA CAMADA DE SUBLEITO E SOLO REFORÇADO)

OBSERVAÇÕES:

Previsto rebaixo nos cortes para tratar e recompactar 60cm a 100% do PN. Idem para os aterros com menos de 60cm, previsto rebaixo e recompactação para que se garanta que 60cm estejam compactados a 100% do PN.

Para os solos obtidos na operação de rebaixo que não atendem a ISC>7,2% devem ser substituídos por solo selecionado de empréstimos e direcionados para corpo de aterro.

Conforme instrução normativa IP-09, foi previsto escarificação e compactação da fundação dos aterros com altura menor de 3,00m, numa espessura de 20cm.

Limpa Rodas: No caso de serem projetados são descontadas as áreas de regularização de subleito na área total de regularização por não existir terraplenagem nessas áreas.

Todos os quantitativos de terraplenagem obtidos no projeto estão detalhados nas planilhas de distribuição dos materiais apresentado no Volume-02 – Terraplenagem.

RESUMO GERAL DOS VOLUMES

VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

RODOVIA: GO-536 TRECHO: ENTR. GO-020 / SENADOR CANEDO

EIXO	CORTE VOLUME m³	CORTE REBAIXO h=0,40m m³		CORTE ESCARIFICAÇÃO FUNDO h=0,20m m³		VOLUME DE LIMPEZA CORTE / ATERRO m³		ATERRO REBAIXO h<0,60m m³		ATERRO REBAIXO 0,60<h<3,00m m³		ATERRO Volume m³	Comp. Lateral. m³	Volumes de Compactação	
LINHA TRONCO		**ESQ.**	**DIR**	**ESQ.**	**DIR**	**CORTE**	**ATERRO**	**ESQ.**	**DIR**	**ESQ.**	**DIR**	**ATERRO**		**95% PN**	**100% PN**
Pista Direita 2000-2047	*843,37*	40,24	1709,12	*20,12*	*854,56*	382,77	1004,97	*391,59*	*494,05*	207,57	77,02	*59.409,54*	*332,84*	53.034,57	6.707,81
Esquerda 1000-1044	*706,59*	1445,06	151,86	*722,53*	*75,93*	328,96	992,66	*639,97*	*323,39*	392,87	298,04	*20.585,86*	*532,89*	14.337,50	6.781,25
VIADUTOS		**ESQ.**	**DIR**	**ESQ.**	**DIR**	**CORTE**	**ATERRO**	**ESQ.**	**DIR**	**ESQ.**	**DIR**	**ATERRO**		**95% PN**	**100% PN**
GO-020 RAMO-01	*590,26*	538,01	60,71	*269,01*	*30,36*	190,08	499,03	*315,57*	*1,77*	38,23	8,79	*32.291,43*	*80,10*	29.097,43	3.274,10
GO-020 RAMO-02	*94,54*	190,14	22,08	*95,07*	*11,04*	27,36	101,92	*82,50*	*44,54*	1,56	88,42	*748,69*	*61,68*	194,76	615,61
	2.234,76	**2.213,45**	**1.943,77**	**1.106,73**	**971,89**	**929,17**	**2.598,58**	**1.429,63**	**863,75**	**640,23**	**472,27**	**113.035,52**	**1.007,51**	**96.664,26**	**17.378,77**
	2.234,76	4.157,22		2.078,61				2.293,38		1.112,50		114.043,03		114.043,03	

ESCALONAMENTOS	**ESQUERDO**	**DIREITO**
VIADUTO GO-020 RAMO-02	84,73	0,00
	84,73	

VOLUME DE CORTE + EMPRÉSTIMO = ATERRO + BOTA-FORA

ATERROS & BOTA-FORA	ATERRO GERAL	LIMPEZA SOMA ATERRO	COMP.LAT	TOTAL
ATERRO+C.LAT. LINHA TRONCO	79.995,40	1997,63	865,73	*82.858,76*
ATERRO VIADUTOS RAMOS	33.040,12	600,95	141,78	*33.782,85*
PREENCHIMENTO CANTEIRO CIVLOVIA	186,64	-	-	*186,64*
VOLUME DE ESCALONAMENTO	84,73			*84,73*
REBAIXO SUBLEITO ATERRO	3.405,88			*3.405,88*
REBAIXO SUBLEITO CORTE	4.157,22			*4.157,22*
ESCARIFICAÇÃO FUNDO CORTE	2.078,61			*2.078,61*

	1a	2a	3a	
BOTA-FORA LT	-	-	-	

TOTAL ATERRO+BF 126.554,69

CORTES & EMPRÉSTIMOS	CORTE GERAL	LIMPEZA DIMINUI CORTE	COMP.LAT	TOTAL
CORTES LINHA TRONCO	1.549,96	711,73	865,73	1.703,96
CORTES VIADUTOS RAMOS	684,80	217,44	141,78	609,14
EMPRÉSTIMO PARA ATERRO	114.328,51			114.328,51
EMPRÉSTIMO PARA CANTEIRO CIVLOVIA	186,64			186,64
ESCALONAMENTO CORTE	84,73			84,73
CORTE PARA REBAIXO DE SUBLEITO TRECHO EM ATERRO	3.405,88			3.405,88
CORTE PARA REBAIXO DE SUBLEITO TRECHO DE CORTE	4.157,22			4.157,22
CORTE PARA ESCARIFICAÇÃO FUNDO DE TRECHO EM CORTE	2.078,61			2.078,61
			TOTAL CORTE+EMP. P/ ATERRO	126.554,68

CORTE SEM TRANSPORTE SOLO ESTOCADO 6.450,60

Totalização Resumo Geral dos Volumes - RGV	**133.005,28**
Planilha ResumoGeralDistribuiçãoMateriais - RGDM	**133.005,29**

VOLUMES DE TERRAPLENAGEM PISTA *ESQUERDA*

GOINFRA — **LATITUDE ENG.**

Resumo dos Volumes com Compensação Lateral — RODOVIA: GO-536 — TRECHO: PISTA ESQUERDA — Fator.homog.=1,22

Material de Corte (m³)			Material de Aterro (m³)							Compensado Lateralmente m³
Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³		Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Vol.Corpo m³	% Corpo	Vol.CFT m³	% CFT	
1000 + 0,00	1011 + 0,00	389,16					-	0,0%	13,07	100,0%	13,07
PE.C1			PE.A1	1011 + 0,00	1027 + 0,00	19.304,15	14.336,68	73,9%	5.075,54	26,1%	108,07
1027 + 0,00	1031 + 0,00	286,61					0,18	0,1%	209,58	99,9%	209,76
PE.C2			PE.A2	1031 + 0,00	1042 + 0,56	1.281,71	0,64	0,0%	1.412,66	100,0%	131,59
1042 + 0,56	1044 + 0,00	30,82					-	0,0%	70,40	100,0%	70,40
PE.C3											
	CORTE:	706,59			ATERRO:	20.585,86	14.337,50	67,9%	6.781,25	32,1%	532,89
	LIMPEZA:	328,96			LIMPEZA:	992,66					
	TOTAL CORTE:	377,63			TOTAL ATERRO:	21.578,52					

VOLUMES DE TERRAPLENAGEM PISTA DIREITA

GOINFRA — **LATITUDE ENG.**

Resumo dos Volumes com Compensação Lateral — RODO\ GO-536 — TRECHO: PISTA DIREITA EST. 2000-2047 — Fator.homog.=1,22

Material de Corte (m³)			Material de Aterro (m³)							Compensado Lateralmente m³
Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Vol.Corpo m³	% Corpo	Vol.CFT m³	% CFT	
2000 + 0,00	2008 + 19,47	470,71				-	0,0%	2,71	100,0%	2,71
PD.C22			PD.A-15	2008 + 19,47	2021 + 13,68	52.719,94	48.842,57	92,6%	3.877,61	7,4%	0,24
				2021 + 13,68	2024 + 6,42	-					-
			PD A-16	2024 + 6,42	2031 + 0,00	5.935,52	4.192,00	70,3%	1.774,03	29,7%	30,51
2031 + 0,00	2036 + 0,00	196,41					-	0,0%	200,84	100,0%	200,84
PD.C23			PD-A17A	2036 + 0,00	2042 + 0,00	752,49	-	0,0%	818,90	100,0%	66,41
2042 + 0,00	2043 + 0,00	8,72					-	0,0%	16,83	100,0%	16,83
PD.C24A			PD-A-17B	2043 + 0,00	2043 + 4,19	1,59	-	0,0%	4,65	100,0%	3,06
2043 + 4,19	2047 + 0,00	167,53					-	0,0%	12,24	100,0%	12,24
PD.C24B	CORTE:	843,37			ATERRO:	59.409,54	53.034,57	88,77%	6.707,81	11,23%	332,84
	LIMPEZA:	382,77			LIMPEZA:	1.004,97					
	TOTAL CORTE:	460,60			TOTAL ATERRO:	60.414,51					

VOLUMES DE TERRAPLENAGEM VIADUTO GO-020

RAMO-01

GOINFRA — **LATITUDE ENG.**

Resumo dos Volumes com Compensação Lateral — RODOVIA: GO-536 — TRECHO: VIADUTO GO-020 - RAMO 01 — Fator.homog.=1,22

Material de Corte (m³)			Material de Aterro (m³)							Compensado Lateralmente m³
Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Vol.Corpo m³	% Corpo	Vol.CFT m³	% CFT	
100 + 0,00	113 + 10,00	590,26						0,58	100,0%	0,58
V1.C38			V1.A26	113 + 10,00	124 + 3,86	29.343,38	26.719,51	90,8%	2.703,39	9,2%	79,52
				124 + 3,86	126 + 16,10	-					-
			V1.A27	126 + 16,10	129 + 16,50	2.948,05	2.377,92	80,5%	570,13	19,5%	-
	CORTE:	590,26			ATERRO:	32.291,43	29.097,43	89,9%	3.274,10	10,1%	80,10
	LIMPEZA:	190,08			LIMPEZA:	499,03					
	TOTAL CORTE:	400,18			TOTAL ATERRO:	32.790,46					

RAMO-02

GOINFRA — **LATITUDE ENG.**

Resumo dos Volumes com Compensação Lateral — RODOVIA: GO-536 — TRECHO: VIADUTO GO-020 - RAMO 02 — Fator.homog.=1,22

Material de Corte (m³)			Material de Aterro (m³)							Compensado Lateralmente m³
Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Estaca Inicial	Estaca Final	Volume m³	Vol.Corpo m³	% Corpo	Vol.CFT m³	% CFT	
			V1.A28	200 + 10,00	204 + 10,00	748,69	194,76	24,0%	615,05	76,0%	61,12
204 + 10,00	205 + 17,89	94,54							0,56	100,0%	0,56
V1.C39											-
	CORTE:	94,54			ATERRO:	748,69	194,76	24,0%	615,61	76,0%	61,68
	LIMPEZA:	27,36			LIMPEZA:	101,92					
	TOTAL CORTE:	67,18			TOTAL ATERRO:	850,61					

Planilha de Quantidades dos Serviços: Terraplenagem dos Ramos dos Viadutos

	TERRAPLENAGEM		
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**Quant.Tot**
40001	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m2	87.340,51
40010	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	m3	13.993,44
40015	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	736,78
40016	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	3.449,12
40019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	m3	7.333,61
40020	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.001 A 1.200M)	m3	17.577,68
40022	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.401 A 1.600M)	m3	853,60
40023	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.601 A 1.800M)	m3	7.789,04
40024	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2.000M)	m3	12.740,02
40025	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2.001 A 3.000M)	m3	48.227,71
40026	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5.000M)	m3	17.113,17
40100	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m3	71.392,89
40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m3	16.739,32
	INDENIZAÇÃO MATERIAL DE EMPRÉSTIMO	m3	61.836,64
40120	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTIMO	m2	55.974,49

Desmatamento:

NOTA DE SERVIÇO PARA DESMATAMENTO Ø < 15cm					
ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL
INICIAL	FINAL		EXTENSÃO	LARGURA	(m²)
		CAIXA DE EMPRÉSTIMO			55.974,49 m²
	(conforme área apresentada no Quadro RGDM)				
		CANTEIRO DE OBRAS	PREVISTO NO ITEM DE CANTEIRO OBRAS		0,00 m²
VIADUTO ENTR. GO-536 / GO-020					
RAMO 01 + PISTA DIR. (2000/2022)					14.312,28 m²
RAMO 02 + PISTA DIR. (2027/2055+2,70)					5.845,66 m²
PISTA ESQUERDA					
1000 + 0,00	1004 + 11,67		91,67	2,82	258,83 m²
1004 + 2,30	1023 + 9,93		387,63	10,97	4.253,02 m²
1012 + 16,62	1037 + 2,21		485,59	11,09	5.387,18 m²
1038 + 8,16	1044 + 0,00		111,84	11,70	1.309,05 m²

Total: 87.340,51

PLANILHA MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS REBAIXOS – PISTA ESQUERDA

PISTA ESQUERDA: ALTURA ATERRO < 0,60 m

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA:					**GO-536**					*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO H<0,60m			TRECHO:					**PISTA ESQUERDA**					
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	COTA VERMELHA	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
1011	+	0,00	7,17	0,55	0,05	0,00	0,00	0,06	5,33	0,54	0,06	0,00	0,00
1011	+	1,06	7,20	0,53	0,07	1,06	4,06	0,09	5,36	0,51	0,09	1,06	2,92
1011	+	10,00	7,52	0,29	0,31	8,94	19,53	0,32	5,60	0,33	0,27	8,94	16,38
1012	+	0,00	7,79	0,10	0,50	10,00	8,14	0,62	6,01	0,05	0,55	10,00	3,04
1012	+	0,75	7,85	0,08	0,52	0,75	0,49	0,64	6,05	0,03	0,57	0,75	0,11
1025	+	0,00	10,52	0,01	0,59	20,00	2,12	2,18					
1025	+	3,70	10,19	0,22	0,38	3,70	8,33	1,98					
1025	+	3,90	10,18	0,23	0,37	0,20	0,47	1,97					
1025	+	4,19	10,15	0,25	0,35	0,29	0,73	1,96					
1025	+	10,00	9,64	0,57	0,03	5,81	32,03	1,66					
1027	+	10,00						0,41	4,60	0,19	0,41	40,00	35,70
1028	+	0,00						0,25	4,60	0,35	0,25	10,00	15,98
1028	+	10,00						0,16	4,60	0,44	0,16	10,00	20,04
1029	+	0,00						0,14	4,60	0,46	0,14	10,00	21,06
1029	+	3,90						0,16	4,60	0,44	0,16	3,90	7,97
1029	+	10,00						0,19	4,60	0,41	0,19	6,10	11,52
1030	+	0,00						0,24	4,60	0,38	0,22	10,00	17,45
1030	+	10,00						0,30	4,60	0,30	0,30	10,00	14,02
1031	+	0,00						0,35	4,60	0,25	0,35	10,00	11,30
1031	+	10,00						0,41	4,60	0,20	0,40	10,00	9,00
1031	+	12,13						0,42	4,60	0,19	0,41	2,13	1,82
1032	+	0,00						0,46	4,60	0,14	0,46	7,87	5,00
1032	+	3,48						0,48	4,60	0,12	0,48	3,48	1,91
1032	+	10,00						0,52	4,78	0,08	0,52	6,52	2,48
1032	+	11,07						0,53	4,84	0,07	0,53	1,07	0,38
1032	+	15,52						0,57	5,20	0,03	0,57	4,45	0,80
1035	+	9,10	9,62	0,59	0,01	20,00	112,94	0,51					
1035	+	10,00	9,64	0,57	0,03	0,90	4,95	0,50					
1035	+	17,79	9,68	0,54	0,06	7,79	40,97	0,62					
1036	+	0,00	9,69	0,54	0,06	2,21	11,49	0,61					
1036	+	5,00	9,71	0,52	0,08	5,00	25,46	0,65					
1036	+	10,00	9,95	0,39	0,21	5,00	19,56	0,70					
1036	+	18,74	10,21	0,40	0,20	8,74	35,27	0,53					
1037	+	5,00	10,18	0,50	0,10	6,26	32,09	0,38					
1037	+	10,00	10,15	0,60	0,00	5,00	30,25	0,35					
1038	+	5,00						0,22	6,06	0,38	0,22	15,00	34,73
1038	+	10,00	10,57	0,53	0,07	5,00	27,83	0,12	5,94	0,48	0,12	5,00	14,32
1038	+	12,82						0,17	5,83	0,43	0,17	2,82	7,10
1038	+	15,00						0,21	5,20	0,39	0,21	2,18	4,45
1039	+	0,00	10,60	0,57	0,03	5,00	30,14	0,30	5,20	0,30	0,30	5,00	7,88
1039	+	5,00	10,16	0,30	0,30	5,00	15,20	0,30	5,20	0,30	0,30	5,00	7,78
1039	+	10,00	10,08	0,23	0,37	5,00	11,54	0,37	5,20	0,26	0,34	5,00	6,74
1039	+	13,77	10,28	0,25	0,35	3,77	9,70	0,50	5,20	0,26	0,34	3,77	5,18
1040	+	0,00	10,89	0,28	0,32	6,23	19,11	0,48	5,20	0,34	0,26	6,23	10,99
1040	+	5,43	11,05	0,43	0,17	5,43	25,55	0,17	5,20	0,43	0,17	5,43	12,02
1040	+	10,00	11,11	0,55	0,05	4,57	27,78	0,05	5,33	0,55	0,05	4,57	13,33
1041	+	0,00	10,98	0,57	0,03	10,00	62,48	0,03					
1041	+	2,45	11,06	0,29	0,31	2,45	7,90	-0,10					
1041	+	2,45	11,06	0,29	0,31	0,00	0,00	-0,10					
1041	+	10,00	11,24	0,11	0,49	7,55	9,24	-0,23					
1043	+	20,00	9,71	0,02	0,58	20,00	4,59	-0,41					
						191,65	639,97					226,27	323,39

PISTA ESQUERDA: 0,60 m < ALTURA ATERRO < 3,00 m

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes					RODOVIA: **GO-536**							*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO 0,60<H<3,00m					TRECHO: **PISTA ESQUERDA**							
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
1012	+	10,00	8,37	0,20	0,88	0,00	0,00	0,91	7,01	0,20	1,76	0	0
1012	+	14,82	8,70	0,20	1,03	4,82	8,39	1,01	7,37	0,20	1,63	4,82	7,11
1013	+	0,00	9,09	0,20	1,27	5,18	9,42	1,12	7,08	0,20	1,40	5,18	7,33
1013	+	1,75	9,22	0,20	1,35	1,75	3,23	1,20	6,98	0,20	1,33	1,75	2,44
1013	+	10,00	9,46	0,20	1,65	8,25	15,60	1,49	6,95	0,20	1,18	8,25	11,47
1014	+	0,00	10,14	0,20	1,95	10,00	20,28	1,67	7,45	0,20	1,55	10	14,90
1014	+	10,00	10,76	0,20	2,29	10,00	21,52	2,07	7,95	0,20	1,88	10	15,89
1014	+	10,08	10,77	0,20	2,29	0,08	0,17	2,07	7,95	0,20	1,88	0,08	0,13
1014	+	17,01	11,42	0,20	2,42	6,93	15,83	2,34	8,48	0,20	2,18	6,93	11,75
1015	+	0,00	11,98	0,20	2,47	2,99	7,16	2,45	8,69	0,20	2,33	2,99	5,20
1015	+	10,00	11,42	0,20	2,70	10,00	22,84	2,78	9,38	0,20	2,80	10	18,77
1015	+	11,08	11,39	0,20	2,72	1,08	2,46	2,82	9,46	0,20	2,85	1,08	2,04
1022	+	10,00	14,05	0,20	2,92	20,00	56,19	4,39					
1023	+	0,00	13,48	0,20	2,58	10,00	26,96	4,02					
1023	+	10,00	12,88	0,20	2,20	10,00	25,75	3,60					
1024	+	0,00	12,15	0,20	1,69	10,00	24,31	3,18					
1024	+	10,00	11,31	0,20	1,14	10,00	22,63	2,72	4,75	0,20	2,86	10	9,51
1025	+	0,00						2,18	4,61	0,20	2,36	10	9,22
1025	+	3,70						1,98	4,60	0,20	2,21	3,7	3,40
1025	+	3,90						1,97	4,60	0,20	2,20	0,2	0,18
1025	+	4,19						1,96	4,60	0,20	2,19	0,29	0,27
1025	+	10,00						1,66	4,60	0,20	1,89	5,81	5,35
1026	+	0,00						1,25	4,60	0,20	1,45	10	9,20
1026	+	5,89						1,05	4,60	0,20	1,24	5,89	5,42
1026	+	9,19						0,95	4,60	0,20	1,14	3,3	3,04
1026	+	10,00						0,93	4,60	0,20	1,12	0,81	0,75
1027	+	0,00						0,63	4,60	0,20	0,82	10	9,20
1033	+	0,00						0,62	6,10	0,20	0,63	20	24,41
1033	+	10,00						0,78	6,23	0,20	0,72	10	12,46
1033	+	15,00						0,76	6,30	0,20	0,77	5	6,30
1034	+	0,00						0,55	6,37	0,20	0,83	5	6,37
1034	+	10,00						0,39	6,54	0,20	0,96	10	13,08
1034	+	13,26						0,36	6,60	0,20	1,00	3,26	4,30
1035	+	0,00						0,47	6,60	0,20	1,02	6,74	8,90
1035	+	0,85						0,48	6,61	0,20	1,03	0,85	1,12
1035	+	9,10						0,51	6,56	0,20	0,96	8,25	10,83
1035	+	10,00						0,50	5,20	0,20	0,95	0,9	0,94
1035	+	17,79						0,62	5,20	0,20	0,89	7,79	8,10
1036	+	0,00						0,61	5,20	0,20	0,90	2,21	2,30
1036	+	5,00						0,65	5,20	0,20	0,89	5	5,20
1036	+	10,00						0,70	5,20	0,20	0,90	5	5,20
1036	+	18,74						0,53	5,20	0,20	0,81	8,74	9,09
1037	+	0,00						0,51	6,48	0,20	0,81	1,26	1,63
1037	+	5,00						0,38	6,48	0,20	0,80	5	6,48
1037	+	10,00						0,35	6,42	0,20	0,76	5	6,42
1038	+	0,00						0,30	6,17	0,20	0,62	10	12,35
1041	+	18,62	11,24	0,20	0,65	20,00	44,97	-0,46					
1042	+	0,00	11,21	0,20	0,66	1,38	3,09	-0,46					
1042	+	10,00	10,84	0,20	0,62	10,00	21,69	-0,45					
1042	+	18,67	10,39	0,20	0,71	8,67	18,01	-0,45					
1042	+	18,68	10,39	0,20	0,71	0,01	0,02	-0,45					
1043	+	0,00	10,29	0,20	0,71	1,32	2,72	-0,46					
1043	+	10,00	9,81	0,20	0,62	10,00	19,62	-0,44					
						172,46	392,87					241,08	298,04

PISTA ESQUERDA: REBAIXO DE CORTE

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes					RODOVIA: **GO-536**							*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO DE CORTE					TRECHO: **PISTA ESQUERDA**							
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
1000	+	0,00	3,60	0,40	-0,21			-0,39	0,49	0,40	-0,39	0	0
1000	+	10,00	3,78	0,40	-0,17	10,00	15,10	-0,39	0,49	0,40	-0,39	10	1,96
1001	+	0,00	4,00	0,40	-0,13	10,00	16,02	-0,38	0,48	0,40	-0,37	10	1,90
1001	+	10,00	4,25	0,40	-0,15	10,00	16,99	-0,37	0,46	0,40	-0,36	10	1,86
1002	+	0,00	4,47	0,40	-0,14	10,00	17,90	-0,36	0,45	0,40	-0,35	10	1,81
1002	+	10,00	4,66	0,40	-0,09	10,00	18,64	-0,37	0,47	0,40	-0,37	10	1,88
1003	+	0,00	4,94	0,40	-0,15	10,00	19,77	-0,38	0,47	0,40	-0,37	10	1,89
1003	+	10,00	5,19	0,40	-0,16	10,00	20,74	-0,38	0,47	0,40	-0,38	10	1,90
1004	+	0,00	5,46	0,40	-0,22	10,00	21,84	-0,37	0,47	0,40	-0,37	10	1,89
1004	+	10,00	5,90	0,40	-0,41	10,00	23,58	-0,39	0,49	0,40	-0,39	10	1,97
1005	+	0,00	6,03	0,40	-0,54	10,00	24,10	-0,40	0,51	0,40	-0,40	10	2,02
1005	+	10,00	5,96	0,40	-0,45	10,00	23,82	-0,42	0,51	0,40	-0,41	10	2,06
1006	+	0,00	5,99	0,40	-0,51	10,00	23,97	-0,37	0,47	0,40	-0,37	10	1,89
1006	+	10,00	6,00	0,40	-0,47	10,00	23,99	-0,39	0,49	0,40	-0,39	10	1,96
1006	+	12,06	5,98	0,40	-0,46	2,06	4,93	-0,39	0,49	0,40	-0,39	2,06	0,41
1007	+	0,00	5,93	0,40	-0,41	7,94	18,83	-0,39	0,49	0,40	-0,39	7,94	1,57
1007	+	10,00	5,93	0,40	-0,41	10,00	23,73	-0,39	0,49	0,40	-0,39	10	1,97
1008	+	0,00	5,98	0,40	-0,45	10,00	23,92	-0,39	0,49	0,40	-0,39	10	1,96
1008	+	5,16	6,05	0,40	-0,48	5,16	12,49	-0,39	0,49	0,40	-0,39	5,16	1,01
1008	+	10,00	6,22	0,40	-0,46	4,84	12,04	-0,40	0,53	0,40	-0,40	4,84	1,02
1008	+	12,75	6,34	0,40	-0,47	2,75	6,98	-0,38	0,62	0,40	-0,40	2,75	0,68
1009	+	0,00	6,74	0,40	-0,47	7,25	19,53	-0,27	0,94	0,40	-0,38	7,25	2,72
1009	+	9,88	7,37	0,40	-0,44	9,88	29,12	-0,23	1,60	0,40	-0,30	9,88	6,32
1009	+	10,00	7,37	0,40	-0,44	0,12	0,35	-0,23	1,61	0,40	-0,30	0,12	0,08
1009	+	17,47	7,62	0,40	-0,50	7,47	22,78	-0,16	2,75	0,40	-0,22	7,47	8,21
1010	+	0,00	7,55	0,40	-0,46	2,53	7,64	-0,14	3,24	0,40	-0,19	2,53	3,28
1010	+	10,00	7,26	0,40	-0,16	10,00	29,04	-0,14	5,17	0,40	-0,06	10	20,70
1026	+	0,00	10,01	0,40	-0,42	20,00	80,12	1,25					
1026	+	5,89	10,23	0,40	-0,63	5,89	24,09	1,05					
1026	+	9,19	10,27	0,40	-0,70	3,30	13,56	0,95					
1026	+	10,00	10,28	0,40	-0,71	0,81	3,33	0,93					
1027	+	0,00	10,47	0,40	-0,91	10,00	41,89	0,63					
1027	+	10,00	10,60	0,40	-1,02	10,00	42,40	0,41					
1028	+	0,00	10,76	0,40	-1,16	10,00	43,03	0,25					
1028	+	10,00	10,81	0,40	-1,24	10,00	43,24	0,16					
1029	+	0,00	10,69	0,40	-1,10	10,00	42,74	0,14					
1029	+	3,90	10,67	0,40	-1,09	3,90	16,64	0,16					
1029	+	10,00	10,63	0,40	-1,04	6,10	25,94	0,19					
1030	+	0,00	10,54	0,40	-0,94	10,00	42,15	0,24					
1030	+	10,00	10,42	0,40	-0,81	10,00	41,68	0,30					
1031	+	0,00	10,18	0,40	-0,58	10,00	40,70	0,35					
1031	+	10,00	9,93	0,40	-0,33	10,00	39,73	0,41					
1031	+	12,13	9,93	0,40	-0,33	2,13	8,46	0,42					
1032	+	0,00	9,99	0,40	-0,39	7,87	31,45	0,46					
1032	+	3,48	10,03	0,40	-0,42	3,48	13,96	0,48					
1032	+	10,00	10,05	0,40	-0,44	6,52	26,21	0,52					
1032	+	11,07	10,04	0,40	-0,43	1,07	4,30	0,53					
1032	+	15,52	9,97	0,40	-0,37	4,45	17,74	0,57					
1033	+	0,00	9,89	0,40	-0,29	4,48	17,73	0,62					
1033	+	10,00	9,71	0,40	-0,11	10,00	38,84	0,78					
1033	+	15,00	9,68	0,40	-0,08	5,00	19,36	0,76					
1034	+	0,00	9,76	0,40	-0,15	5,00	19,51	0,55					
1034	+	10,00	9,74	0,40	-0,15	10,00	38,97	0,39					
1034	+	13,26	9,74	0,40	-0,14	3,26	12,70	0,36					
1035	+	0,00	9,71	0,40	-0,11	6,74	26,16	0,47					
1035	+	0,85	9,70	0,40	-0,10	0,85	3,30	0,48					
1038	+	0,00	10,51	0,40	-0,18	20,00	84,11	0,30					
1038	+	5,00	10,54	0,40	-0,14	5,00	21,08	0,22					
1038	+	12,82	10,52	0,40	-0,03	7,82	32,91	0,17					
1038	+	15,00	10,52	0,40	-0,01	2,18	9,17	0,21					
1041	+	0,00						0,03	5,26	0,40	-0,13	20	42,11
1041	+	2,45						-0,10	5,22	0,40	-0,19	2,45	5,11
1041	+	2,45						-0,10	5,22	0,40	-0,19	0	-
1041	+	10,00						-0,23	4,85	0,40	-0,32	7,55	14,64
1041	+	18,62						-0,46	4,38	0,40	-0,44	8,62	15,09
1042	+	0,00						-0,46		0,40	-0,44	1,38	-
1042	+	10,00						-0,45		0,40	-0,46	10	-
1042	+	18,67						-0,45		0,40	-0,48	8,67	-
1042	+	18,68						-0,45		0,40	-0,48	0,01	-
1043	+	0,00						-0,46		0,40	-0,48	1,32	-
1043	+	10,00						-0,44		0,40	-0,46	10	-
1043	+	20,00						-0,41		0,40	-0,43	10	-
						445,85	1445,06					290	151,86

PLANILHA MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS REBAIXOS – PISTA DIREITA

PISTA DIREITA: ALTURA ATERRO < 0,60 m

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA:			**GO-536**					*Latitude Engenharia*		
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO H<0,60m			TRECHO:			**PISTA DIREITA**							
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	COTA VERMELHA	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
2009	+	0,00				0,00	0,00	-0,01	7,31	0,29	0,31	0,00	0,00
2009	+	10,00	5,20	0,32	0,28	10,00	16,49	0,38					
2009	+	10,09	5,20	0,31	0,29	0,09	0,15	0,39					
2029	+	0,00						1,68	16,76	0,02	0,58	20,00	6,49
2029	+	10,00						1,26	12,77	0,47	0,13	10,00	59,57
2029	+	11,98						1,19	12,35	0,51	0,09	1,98	12,55
2031	+	0,00	4,60	0,23	0,37	28,02	29,69	0,37					
2031	+	10,00	4,60	0,40	0,20	10,00	18,40	0,20					
2032	+	0,00	4,60	0,47	0,13	10,00	21,68	0,13					
2032	+	10,00	4,60	0,48	0,12	10,00	22,04	0,12					
2033	+	0,00	4,60	0,30	0,30	10,00	13,75	-0,09					
2033	+	10,00	4,60	0,52	0,08	10,00	23,91	0,08					
2034	+	0,00	4,60	0,46	0,14	10,00	21,32	0,14					
2034	+	10,00	4,60	0,23	0,37	10,00	10,73	0,37					
2035	+	0,00	4,60	0,20	0,40	10,00	9,22	0,40					
2035	+	3,23	4,60	0,20	0,40	3,23	2,92	0,40					
2035	+	10,00	4,60	0,20	0,40	6,77	6,17	0,40					
2035	+	11,53	4,60	0,20	0,40	1,53	1,39	0,40					
2037	+	10,00						0,66	11,25	0,59	0,01	38,47	253,95
2038	+	0,00						0,22	10,74	0,38	0,22	10,00	40,98
2038	+	10,00						0,42	10,45	0,19	0,41	10,00	20,19
2038	+	14,41						0,53	10,39	0,13	0,47	4,41	5,82
2038	+	17,43						0,61	10,37	0,08	0,52	3,02	2,62
2039	+	0,00						0,65	10,37	0,06	0,54	2,57	1,51
2039	+	2,00						0,67	10,38	0,05	0,55	2,00	0,98
2039	+	10,00						0,58	10,29	0,09	0,51	8,00	7,60
2039	+	10,25						0,57	10,28	0,10	0,50	0,25	0,25
2040	+	0,00						0,29	10,05	0,31	0,29	9,75	29,88
2040	+	6,31						0,28	9,73	0,51	0,09	6,31	31,20
2040	+	10,00						0,30	9,64	0,58	0,02	3,69	20,46
2041	+	0,00	5,81	0,35	0,25	10,00	20,57	0,25					
2041	+	10,00	5,71	0,45	0,15	10,00	25,69	0,15					
2041	+	19,66	5,69	0,58	0,02	9,66	31,87	0,02					
2042	+	0,00	5,20	0,58	0,02	0,34	1,03	0,02					
2042	+	10,00	5,20	0,60	0,00	10,00	31,09	0,00					
2043	+	0,00	5,20	0,49	0,11	10,00	25,46	0,11					
2043	+	4,19	5,20	0,52	0,08	4,19	11,43	0,08					
2043	+	10,00	5,20	0,57	0,03	5,81	17,35	0,03					
2043	+	12,86	5,20	0,60	0,00	2,86	8,92	0,00					
2044	+	0,00	5,36	0,49	0,11	7,14	18,77	0,00					
2044	+	0,58	5,36	0,49	0,11	0,58	1,52	0,00					
						200,22	391,59					130,45	494,05

PISTA DIREITA: 0,60 m < ALTURA ATERRO < 3,00 m

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes								RODOVIA: **GO-536**					*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO 0,60<H<3,00m								TRECHO: **PISTA DIREITA**					
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
2009	+	10,00						0,38	9,80	0,20	1,29	0	0
2009	+	10,09						0,39	9,83	0,20	1,30	0,09	0,18
2009	+	19,33	5,20	0,20	0,64	9,24	9,61	1,37	12,28	0,20	2,50	9,24	22,69
2010	+	0,00	5,20	0,20	0,70	0,67	0,70	1,46	12,42	0,20	2,59	0,67	1,66
2010	+	6,59	6,86	0,20	1,62	6,59	9,04	2,78					
2010	+	10,00	8,07	0,20	2,82	3,41	5,51	3,07					
2028	+	0,00	4,60	0,20	2,67	20,00	18,40	2,75	9,11	0,20	1,93	20	36,43
2028	+	2,56	4,60	0,20	2,56	2,56	2,36	2,59	8,82	0,20	1,75	2,56	4,51
2028	+	9,69	4,60	0,20	2,24	7,13	6,56	2,23	8,09	0,20	1,31	7,13	11,54
2028	+	10,00	0,00	0,20	2,22	0,31	0,00	2,22		0,20	1,30	0,31	-
2028	+	17,00	0,00	0,20	1,87	7,00	0,00	1,82		0,20	0,90	7	-
2029	+	0,00	4,60	0,20	1,72	3,00	2,76	1,68					
2029	+	10,00	4,60	0,20	1,32	10,00	9,20	1,26					
2029	+	11,98	4,60	0,20	1,26	1,98	1,82	1,19					
2030	+	0,00	4,60	0,20	1,01	8,02	7,38	0,93					
2030	+	0,28	4,60	0,20	1,00	0,28	0,26	0,92					
2030	+	10,00	4,60	0,20	0,75	9,72	8,94	0,64					
2036	+	0,00	4,60	0,20	0,64	20,00	18,40	0,45					
2036	+	3,94	4,60	0,20	0,66	3,94	3,62	0,47					
2036	+	10,00	6,35	0,20	0,74	6,06	7,70	0,52					
2036	+	13,23	6,39	0,20	0,76	3,23	4,13	0,55					
2036	+	18,59	6,47	0,20	0,82	5,36	6,94	0,60					
2037	+	0,00	6,49	0,20	0,83	1,41	1,83	0,61					
2037	+	6,18	6,53	0,20	0,85	6,18	8,07	0,66					
2037	+	10,00	6,50	0,20	0,84	3,82	4,97	0,66					
2038	+	0,00	6,39	0,20	0,78	10,00	12,78	0,22					
2038	+	10,00	6,34	0,20	0,78	10,00	12,69	0,42					
2038	+	14,41	6,32	0,20	0,77	4,41	5,57	0,53					
2038	+	17,43	6,30	0,20	0,76	3,02	3,81	0,61					
2039	+	0,00	5,20	0,20	0,75	2,57	2,67	0,65					
2039	+	2,00	5,20	0,20	0,73	2,00	2,08	0,67					
2039	+	10,00	5,20	0,20	0,69	8,00	8,32	0,58					
2039	+	10,25	5,20	0,20	0,70	0,25	0,26	0,57					
2040	+	0,00	5,20	0,20	0,64	9,75	10,14	0,29					
2040	+	6,31	5,20	0,20	0,65	6,31	6,56	0,28					
2040	+	10,00	6,11	0,20	0,62	3,69	4,51	0,30					
						199,91	**207,57**					47	**77,02**

PISTA DIREITA: REBAIXO DE CORTE

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes	RODOVIA: **GO-536**	*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO DE CORTE	TRECHO: **PISTA DIREITA**	

ESTACAS Inteira+Fração			BORDO ESQ.					EIXO	BORDO DIR.				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
2000	+	0,00						-0,51	4,98	0,40	-0,52	0	0
2000	+	10,00						-0,51	5,21	0,40	-0,48	10	20,84
2001	+	0,00						-0,53	5,47	0,40	-0,48	10	21,87
2001	+	10,00						-0,56	5,78	0,40	-0,50	10	23,13
2002	+	0,00						-0,58	5,96	0,40	-0,48	10	23,85
2002	+	10,00						-0,59	6,21	0,40	-0,47	10	24,82
2003	+	0,00						-0,58	6,53	0,40	-0,51	10	26,10
2003	+	10,00						-0,55	6,70	0,40	-0,47	10	26,78
2004	+	0,00						-0,54	6,44	0,40	-0,17	10	25,77
2004	+	10,00						-0,53	6,58	0,40	-0,29	10	26,33
2005	+	0,00						-0,52	6,77	0,40	-0,47	10	27,06
2005	+	10,00						-0,50	6,72	0,40	-0,44	10	26,90
2006	+	0,00						-0,48	6,67	0,40	-0,38	10	26,68
2006	+	5,85						-0,46	6,66	0,40	-0,37	5,85	15,57
2006	+	10,00						-0,45	6,64	0,40	-0,36	4,15	11,01
2007	+	0,00						-0,41	6,55	0,40	-0,27	10	26,19
2007	+	10,00						-0,37	6,48	0,40	-0,20	10	25,90
2007	+	19,61						-0,33	6,51	0,40	-0,24	9,61	25,02
2008	+	0,00						-0,33	6,51	0,40	-0,24	0,39	1,02
2008	+	8,85						-0,24	6,51	0,40	-0,15	8,85	23,04
2008	+	10,00						-0,23	6,52	0,40	-0,12	1,15	3,00
2008	+	12,41						-0,19	6,54	0,40	-0,08	2,41	6,30
2030	+	0,00						0,93	11,77	0,40	-0,07	20	94,17
2030	+	0,28						0,92	11,78	0,40	-0,08	0,28	1,32
2030	+	10,00						0,64	12,01	0,40	-0,31	9,72	46,70
2031	+	0,00						0,37	12,17	0,40	-0,49	10	48,67
2031	+	10,00						0,20	12,34	0,40	-0,67	10	49,37
2032	+	0,00						0,13	12,44	0,40	-0,72	10	49,75
2032	+	10,00						0,12	12,20	0,40	-0,49	10	48,80
2033	+	0,00						-0,09	12,17	0,40	-0,47	10	48,70
2033	+	10,00						0,08	11,93	0,40	-0,24	10	47,71
2034	+	0,00						0,14	12,00	0,40	-0,32	10	47,99
2034	+	10,00						0,37	11,96	0,40	-0,28	10	47,86
2035	+	0,00						0,40	12,04	0,40	-0,35	10	48,17
2035	+	3,23						0,40	12,07	0,40	-0,38	3,23	15,60
2035	+	10,00						0,40	12,14	0,40	-0,44	6,77	32,88
2035	+	11,53						0,40	12,15	0,40	-0,46	1,53	7,44
2036	+	0,00						0,45	12,14	0,40	-0,45	8,47	41,13
2036	+	3,94						0,47	12,10	0,40	-0,40	3,94	19,07
2036	+	10,00						0,52	11,99	0,40	-0,29	6,06	29,07
2036	+	13,23						0,55	11,94	0,40	-0,24	3,23	15,42
2036	+	18,59						0,60	11,90	0,40	-0,20	5,36	25,51
2037	+	0,00						0,61	11,87	0,40	-0,17	1,41	6,69
2037	+	6,18						0,66	11,57	0,40	-0,08	6,18	28,61
2041	+	0,00						0,25	9,65	0,40	-0,05	20	77,22
2041	+	10,00						0,15	9,78	0,40	-0,17	10	39,14
2041	+	19,66						0,02	9,80	0,40	-0,20	9,66	37,88
2042	+	0,00						0,02	9,80	0,40	-0,20	0,34	1,33
2042	+	10,00						0,00	9,90	0,40	-0,30	10	39,60
2043	+	0,00						0,11	9,86	0,40	-0,26	10	39,44
2043	+	4,19						0,08	9,87	0,40	-0,26	4,19	16,53
2043	+	10,00						0,03	10,09	0,40	-0,26	5,81	23,45
2043	+	12,86						0,00	10,14	0,40	-0,26	2,86	11,60
2044	+	0,00						0,00	8,20	0,40	-0,18	7,14	23,41
2044	+	0,58						0,00	8,04	0,40	-0,17	0,58	1,87
2044	+	10,00	5,24	0,40	-0,04	9,42	19,75	-0,13	7,06	0,40	-0,21	9,42	26,62
2045	+	0,00	4,98	0,40	-0,25	10,00	19,94	-0,36	6,61	0,40	-0,11	10	26,45
2045	+	0,26	4,97	0,40	-0,26	0,26	0,52	-0,37	6,58	0,40	-0,09	0,26	0,68
2045	+	10,00						-0,45	6,33	0,40	-0,27	9,74	24,66
2046	+	0,00						-0,48	5,97	0,40	-0,37	10	23,88
2046	+	4,65						-0,49	5,75	0,40	-0,38	4,65	10,70
2046	+	4,65						-0,49	5,75	0,40	-0,38	0	-
2046	+	10,00						-0,49	5,58	0,40	-0,35	5,35	11,93
2047	+	0,00						-0,46	5,37	0,40	-0,17	10	21,50
2047	+	6,20						-0,45	5,41	0,40	-0,22	6,2	13,42
						192,09	40,24					484,79	1.709,12

RAMO-01: REBAIXO DE ATERRO

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA:					**GO-536**					*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO H<0,60m			TRECHO:					**VIADUTO G0020 - RAMO 01**					
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	COTA VERMELHA	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
105	+	0,00	6,51	0,52	0,08	0,00	0,00	-0,38					
108	+	0,00	6,44	0,54	0,06	20,00	69,47	-0,38					
108	+	10,00	6,35	0,58	0,02	10,00	36,68	-0,41					
109	+	10,00	6,38	0,57	0,03	20,00	72,60	-0,44					
110	+	0,00	6,52	0,51	0,09	10,00	33,52	-0,42					
110	+	10,00	6,36	0,57	0,03	10,00	36,26	-0,39					
114	+	0,00	6,46	0,51	0,09	20,00	66,27	-0,28					
114	+	0,24	6,51	0,50	0,10	0,24	0,78	-0,28					
114	+	14,60						0,19	0,10	0,42	0,18	14,36	0,61
115	+	0,00						1,36	3,91	0,05	0,55	5,40	1,13
115	+	0,23						1,42	4,11	0,03	0,57	0,23	0,03
						90,24	315,57					19,99	1,77

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA: **GO-536**										*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO 0,60<H<3,00m			TRECHO: **VIADUTO G0020 - RAMO 01**										
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
114	+	10,00	8,63	0,20	1,07	0,00	0,00	-0,11					
114	+	14,60	8,82	0,20	1,68	4,60	8,11	0,19					
114	+	14,70	8,82	0,20	1,68	0,10	0,18	0,20					
115	+	0,00	9,52	0,20	1,94	5,30	10,09	1,36					
115	+	0,23	9,55	0,20	1,96	0,23	0,44	1,42					
115	+	1,88	9,52	0,20	2,09	1,65	3,14	1,90	5,20	0,20	0,78	1,65	1,72
115	+	6,44	9,84	0,20	2,43	4,56	8,97	2,52	7,76	0,20	2,47	4,56	7,08
115	+	10,00	10,24	0,20	2,58	3,56	7,29	2,73					
						20,00	**38,23**					6,21	**8,79**

RAMO-01: REBAIXO DE CORTE

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA: **GO-536**										*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO CORTE			TRECHO: **VIADUTO G0020 - RAMO 01**										
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
100	+	0,00	6,63	0,40	-0,80			-0,39	0,52	0,40	-0,39	0	0
100	+	5,00	6,92	0,40	-0,63	5,00	13,83	-0,40	0,53	0,40	-0,40	5	1,05
100	+	10,00	7,19	0,40	-0,51	5,00	14,38	-0,41	0,54	0,40	-0,41	5	1,08
101	+	0,00	6,05	0,40	-0,42	10,00	24,19	-0,43	0,57	0,40	-0,44	10	2,27
101	+	10,00	6,18	0,40	-0,45	10,00	24,72	-0,47	0,61	0,40	-0,47	10	2,43
102	+	0,00	6,26	0,40	-0,40	10,00	25,03	-0,46	0,60	0,40	-0,47	10	2,42
102	+	10,00	6,35	0,40	-0,35	10,00	25,41	-0,46	0,60	0,40	-0,46	10	2,39
103	+	0,00	6,52	0,40	-0,37	10,00	26,09	-0,45	0,59	0,40	-0,46	10	2,36
103	+	10,00	6,49	0,40	-0,21	10,00	25,96	-0,45	0,58	0,40	-0,45	10	2,32
104	+	0,00	6,30	0,40	0,00	10,00	25,20	-0,42	0,55	0,40	-0,42	10	2,18
104	+	10,00	6,30	0,40	0,00	10,00	25,21	-0,39	0,52	0,40	-0,39	10	2,09
104	+	10,33	6,30	0,40	0,00	0,33	0,83	-0,39	0,52	0,40	-0,39	0,33	0,07
105	+	0,00						-0,38	0,52	0,40	-0,39	9,67	2,00
105	+	10,00	6,40	0,40	-0,11	10,00	25,61	-0,39	0,52	0,40	-0,39	10	2,09
105	+	15,00	6,56	0,40	-0,27	5,00	13,11	-0,39	0,52	0,40	-0,40	5	1,05
106	+	0,00	6,54	0,40	-0,25	5,00	13,08	-0,39	0,52	0,40	-0,40	5	1,05
106	+	10,00	6,47	0,40	-0,18	10,00	25,86	-0,39	0,51	0,40	-0,39	10	2,05
107	+	0,00	6,42	0,40	-0,14	10,00	25,67	-0,37	0,49	0,40	-0,37	10	1,97
107	+	10,00	6,35	0,40	-0,06	10,00	25,39	-0,36	0,48	0,40	-0,36	10	1,93
108	+	0,00						-0,38	0,50	0,40	-0,38	10	2,01
108	+	10,00						-0,41	0,54	0,40	-0,41	10	2,16
109	+	0,00	6,32	0,40	-0,02	10,00	25,27	-0,43	0,56	0,40	-0,43	10	2,23
109	+	10,00						-0,44	0,57	0,40	-0,45	10	2,29
110	+	0,00						-0,42	0,55	0,40	-0,42	10	2,19
110	+	10,00						-0,39	0,53	0,40	-0,40	10	2,10
111	+	0,00	6,36	0,40	-0,07	10,00	25,42	-0,39	0,53	0,40	-0,40	10	2,10
111	+	10,00	6,35	0,40	-0,06	10,00	25,40	-0,40	0,52	0,40	-0,40	10	2,10
111	+	13,74	6,34	0,40	-0,05	3,74	9,48	-0,39	0,52	0,40	-0,40	3,74	0,78
112	+	0,00	6,40	0,40	-0,11	6,26	16,03	-0,40	0,52	0,40	-0,40	6,26	1,31
112	+	10,00	6,45	0,40	-0,17	10,00	25,80	-0,39	0,52	0,40	-0,40	10	2,10
113	+	0,00	6,37	0,40	-0,08	10,00	25,47	-0,39	0,52	0,40	-0,39	10	2,08
113	+	10,00	6,39	0,40	-0,13	10,00	25,57	-0,39	0,51	0,40	-0,39	10	2,04
114	+	0,00						-0,28	0,39	0,40	-0,28	10	1,57
114	+	0,24						-0,28	0,39	0,40	-0,28	0,24	0,04
114	+	10,00						-0,11	0,21	0,40	-0,11	9,76	0,81
114	+	14,70						0,20	0,00	0,40	-685,09	4,7	0,00
						210,33	**538,01**					294,7	**60,71**

RAMO-02: REBAIXO DE ATERRO

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA:	**GO-536**								*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO H<0,60m			TRECHO:	**VIADUTO GO020 - RAMO 02**								
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	COTA VERMELHA	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
201	+	10,00	7,42	0,12	0,48	0,00	0,00	0,77					
202	+	0,00	5,77	0,45	0,15	10,00	25,68	0,52					
202	+	10,00						-0,30	5,78	0,44	0,16	10,00	25,19
204	+	0,00	5,87	0,32	0,28	30,00	56,82	0,43	2,23	0,17	0,43	30,00	11,13
204	+	4,96						0,18	1,84	0,42	0,18	4,96	3,79
204	+	10,00						0,00	1,84	0,48	0,12	5,04	4,43
						40,00	**82,50**					50,00	**44,54**

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA:	**GO-536**								*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO 0,60<H<3,00m			TRECHO:	**VIADUTO GO020 - RAMO 02**								
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
200	+	19,16	9,37	0,20	0,90	0,00	0,00	1,14	8,86	0,20	1,34	0	0
201	+	0,00	9,30	0,20	0,87	0,84	1,56	1,06	7,61	0,20	1,27	0,84	1,28
201	+	10,00						0,77	7,34	0,20	1,17	10	14,68
202	+	0,00						0,52	6,76	0,20	0,83	10	13,52
203	+	0,00						-0,01	9,59	0,20	2,63	20	38,36
203	+	10,00						1,21	8,05	0,20	1,60	10	16,10
203	+	12,89						0,95	6,21	0,20	1,23	2,89	3,59
203	+	12,95						0,94	4,23	0,20	1,22	0,06	0,05
203	+	14,07						0,85	3,79	0,20	1,10	1,12	0,85
						0,84	**1,56**					54,91	**88,42**

RAMO-02: REBAIXO DE CORTE

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes			RODOVIA:	**GO-536**								*Latitude Engenharia*
NOTA DE SERVIÇO DE REBAIXO CORTE			TRECHO:	**VIADUTO GO020 - RAMO 02**								
ESTACAS Inteira+Fração			**BORDO ESQ.**					**EIXO**	**BORDO DIR.**				
			Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume	Cota Vermelha	Largura	H corte	H aterro	Extensão	Volume
202	+	10,00	6,12	0,40	-0,61			-0,30					
203	+	0,00	6,27	0,40	-0,72	10,00	25,09	-0,01					
203	+	10,00	6,63	0,40	-0,83	10,00	26,51	1,21					
203	+	12,89	6,48	0,40	-0,25	2,89	7,49	0,95					
203	+	12,95	6,43	0,40	-0,24	0,06	0,15	0,94					
203	+	14,07	5,69	0,40	-0,05	1,12	2,55	0,85					
204	+	4,96	5,54	0,40	-0,04	10,89	24,11	0,18					
204	+	10,00	5,72	0,40	-0,23	5,04	11,53	0,00					
205	+	0,00	5,93	0,40	-0,50	10,00	23,71	-0,22	1,93	0,40	-0,09	10	7,72
205	+	10,00	9,14	0,40	-0,64	10,00	36,58	-0,31	2,01	0,40	-0,17	10	8,02
205	+	17,89	10,27	0,40	-0,71	7,89	32,42	-0,31	2,01	0,40	-0,16	7,89	6,34
						67,89	**190,14**					27,89	**22,08**

Volume de Limpeza – Pista Esquerda

	Larg. Méd. Off-Set LE	Larg. Méd. Off-Set LD	Extensão m	Espessura m	Volume CORTE m³	Volume ATERRO m³	
PE.C1	5,90	2,11	220	0,20	176,22		
	11,48	7,72	320	0,20		614,40	PE.A1
PE.C2	10,64	4,60	80	0,20	121,92		
	11,43	5,72	220,56	0,20		378,26	PE.A2
PE.C3	13,33	6,10	39,44	0,20	30,82		
					328,96	992,66	

Volume de Limpeza – Pista Direita

	Larg. Méd. Off-Set LE	Larg. Méd. Off-Set LD	Extensão m	Espessura m	Volume CORTE m³	Volume ATERRO m³	
PD.C22	0,00	6,08	179,47	0,20	109,12		
	6,54	17,57	254,21	0,20		612,90	PD.A-15
			52,74				
	4,95	9,60	133,58	0,20		194,36	PD.A-16
PD.C23	4,60	12,19	100,00	0,20	167,90		
	5,82	10,10	120,00	0,20		191,04	PD.A-17A
PD.C24A	5,45	7,35	20,00	0,20	8,72		
	5,82	10,10	4,19	0,20		6,67	PD.A-17B
PD.C24B	5,45	7,35	75,81	0,20	97,04		
					382,77	1.004,97	

Volume de Limpeza – Ramo 01

	Larg. Méd. Off-Set LE	Larg. Méd. Off-Set LD	Extensão m	Espessura m	Volume CORTE m³	Volume ATERRO m³	
V1.C38	6,45	0,59	270	0,20	190,08		
	14,90	5,37	213,86	0,20		433,49	V1.A26
			52,24				
	5,63	5,22	60,4	0,20		65,53	V1.A27
					190,08	499,03	

Volume de Limpeza – Ramo 02

	Larg. Méd. Off-Set LE	Larg. Méd. Off-Set LD	Extensão m	Espessura m	Volume CORTE m³	Volume ATERRO m³	
	6,78	5,96	80	0,20		101,92	V1.A28
V1.C39	7,82	1,99	27,89	0,20	27,36		
					27,36	101,92	

MURO DE ESCAMA RAMO 1 - INÍCIO VIADUTO Est. 122+16,77/123+19,27

Ext.Terra Armada (m)	22,50
Hmédia (m)=	9,44

Área 1 (m^2): Extensão * Hmédia= 212,40 m^2

MURO DE ESCAMA ENCONTRO 1

Ext.Terra Armada (m)	30,00
Hmédia (m)=	8,72

Área 2 (m^2): Extensão/2 * Hmédia= 130,80 m^2

MURO DE ESCAMA PISTA DIREITA - INÍCIO VIADUTO Est. 2019+17,27/2021+17,77

Ext.Terra Armada (m)	40,50
Hmédia (m)=	10,41

Área 3 (m^2): Extensão * Hmédia= 421,61 m^2

MURO DE ESCAMA RAMO 1 - FIM VIADUTO Est. 126+12,00/127+8,49

Ext.Terra Armada (m)	16,50
Hmédia (m)=	5,73

Área 4 (m^2): Extensão * Hmédia= 94,55 m^2

MURO DE ESCAMA ENCONTRO 2

Ext.Terra Armada (m)	30,00
Hmédia (m)=	6,76

Área 5 (m^2): Extensão/2 * Hmédia= 101,40 m^2

MURO DE ESCAMA PISTA DIREITA - FIM VIADUTO Est.2024+10,51/2026+0,83

Ext.Terra Armada (m)	27,75
Hmédia (m)=	5,435

Área 6 (m^2): Extensão * Hmédia= 150,82 m^2

ATERRO INÍCIO VIADUTO 1

Largura= Largura total / 2 =(((1,5+7,2+3,8+7,2+1,5)+(1,4*2))/2)
Largura = 12,00
Extensão 1 = 22,50
Extensão 2 = = 22,5 + tg (36,8139*3,1415/180)*12
Extensão 2 = 31,48

Volume de Aterro (m^3) : [(Ext.1+Ext.2)*Largura]/2*Alt. média aterro = 2940,8304 m^3

ATERRO FIM VIADUTO 1

Largura= Largura total / 2 =(((1,5+7,2+3,8+7,2+1,5)+(1,4*2))/2)
Largura = 12,00
Extensão 1 = 16,50
Extensão 2 = 16,50

Volume de Aterro (m^3) : [(Ext.1+Ext.2)*Largura]/2*Alt. média aterro = 1236,51 m^3

ATERRO INÍCIO VIADUTO 2

Largura= Largura total / 2 =(((1,5+7,2+3,8+7,2+1,5)+(1,4*2))/2)
Largura = 12,00
Extensão 1 = = 40,5 - tg (36,8139*3,1415/180)*12
Extensão 1 = 31,51866655
Extensão 2 = 40,5

Volume de Aterro (m^3) : [(Ext.1+Ext.2)*Largura]/2*Alt. média aterro = 4133,15 m^3

ATERRO FIM VIADUTO 2

Largura= Largura total / 2 =(((1,5+7,2+3,8+7,2+1,5)+(1,4*2))/2)
Largura = 12,00
Extensão 1 = 27,75
Extensão 2 = = 27,75+ tg (36,8139*3,1415/180)*12
Extensão 2 = 36,73

Volume de Aterro (m^3) : [(Ext.1+Ext.2)*Largura]/2*Alt. média aterro = 2359,00 m^3

SOLEIRA BASE MURO (15cm x 35cm)

Extensão Viaduto 01 (m)	69,00 m
Escavação	22,43 m^3
Forma	21,12 m^2
Concreto fck 15	3,62 m^3
Aço Taxa 50 kg/m3	181,13 Kg

Extensão Viaduto 02	98,25 m
Escavação	31,93 m^3
Forma	29,90 m^2
Concreto fck 15	5,16 m^3
Aço Taxa 50 kg/m3	257,91 Kg

Quantitativos Total Viaduto 1				
5405983 Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 4,96 Kg/m^3 - material de jazida	1.236,51	m^3	5,73m 6,76m	FIM VIADUTO 1 ENCONTRO2
5405985 Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 8,27 Kg/m^3 - material de jazida	2.940,83	m^3	9,44m 8,72m	INICIO VIADUTO 1 ENCONTRO1
5406025 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 4,0 a 6m - tipo 1 - areia e brita comerciais	94,55	m^2	5,73m	FIM RAMO1
5406027 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 6,0 a 8m - tipo 1 - areia e brita comerciais	50,70	m^2	6,76m	ENCONTRO2/2
5406029 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 8,0 a 10m - tipo 1 - areia e brita comerciais	277,80	m^2	9,44m 8,72m	INICIO RAMO1+ENCONTRO 1/2 ENCONTRO1/2

Quantitativos Total Viaduto 2				
5405983 Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 4,96 Kg/m^3 - material de jazida	2.359,00	m^3	5,435m 6,76m	FIM VIADUTO 2 ENCONTRO2
5406043 Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 9,92 Kg/m^3 - material de jazida	4.133,15	m^3	10,41m 8,72m	INÍCIO VIADUTO 2 ENCONTRO 1/2
5406025 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 4,0 a 6m - tipo 1 - areia e brita comerciais	150,82	m^2	5,435m	FIM PISTA DIREITA
5406027 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 6,0 a 8m - tipo 1 - areia e brita comerciais	50,70	m^2	6,76m	ENCONTRO2/2
5406029 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 8,0 a 10m - tipo 1 - areia e brita comerciais	65,40	m^2	8,72m	ENCONTRO 1/2
5406031 Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 10,0 a 12m - tipo 1 - areia e brita comerciais	421,61	m^2	10,41m	INÍCIO PISTA DIREITA

TRANSPORTES INSUMOS PARA MURO REFORÇADO

Transporte Local de Material Básico (47050)						Terra		Asfalto	
Serviço	Material	Quant.	Consumo	Unid.	Quant. (ton)	DMT	Quant. (t x km)	DMT Asf.	Quant. (t x km)
Forma	Madeira	51,02	0,0410	ton / m²	2,09	0,0	0,00	0,0	0,00
Escoramento	Madeira	0,00	0,0413	ton / m²	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Aço CA-50 / 60	Aço	439,03	0,0010	kg / ton	0,44	0,0	0,00	0,0	0,00
		Quantidade Total de Material Básico (ton):			**2,53**		**0,00**		**0,00**

Transporte Comercial de Material Básico (40451)						Terra		Asfalto	
Serviço	Material	Quant.	Consumo	Unid.	Quant. (ton)	DMT	Quant. (t x km)	DMT	Quant. (t x km)
Concreto Fck 15MPa	Cimento	8,78	0,2800	ton / m³	2,46	0,0	0,00	19,96	49,10
Concreto Fck 25MPa	Cimento	0,00	0,3730	ton / m³	0,00	0,0	0,00	19,96	0,00
Forma Comum de Madeira	Madeira	51,02	0,0410	ton / m²	2,09	0,0	0,00	19,96	41,72
Escoramento	Madeira	0,00	0,0413	ton / m³	0,00	0,0	0,00	24,99	0,00
Aço CA-50 / 60	Aço	439,03	0,0011	kg / ton	0,48	0,0	0,00	24,99	12,00
Fita metálica 4,96	Fita	3.595,51	4,9600	Kg / m³	17,83	0,0	0,00	24,99	445,67
Fita metálica 8,27	Fita	2.940,83	8,2700	Kg / m³	24,32	0,0	0,00	24,99	607,77
Fita metálica 9,9	Fita	4.133,15	9,9000	Kg / m³	40,92	0,0	0,00	24,99	1.022,55
		Quantidade Total de Material Básico (ton):			**88,10**		**0,00**		**2.178,81**

Transporte Local de Concreto (1 A 00 002 50)						Terra		Asfalto	
Serviço	Material	Quant.	Consumo	Unid.	Quant. (ton)	DMT	Quant. (t x km)	DMT	Quant. (t x km)
Concreto Fck 15MPa	Concreto	8,78	2,400	ton / m³	21,07	0,0	0,00	0,0	0,00
Concreto Fck 25MPa	Concreto	0,00	2,400	ton / m³	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
		Quantidade Total de Concreto (ton):			**0,00**		**0,00**		**0,00**

Transporte Comercial de Agregados - OAE (45205)						Terra		Asfalto	
Serviço	Material	Quant.	Consumo	Unid.	Quant. (ton)	DMT	Quant. (t x km)	DMT	Quant. (t x km)
Concreto Fck 15MPa	Brita	8,78	0,8360	m³ / m³	7,34	0,0	0,00	10,40	76,34
Concreto Fck 15MPa	Areia	8,78	0,9230	m³ / m³	8,10	3,6	29,18	14,70	119,14
Concreto Fck 25MPa	Brita	0,00	0,5780	m³ / m³	0,00	0,0	0,00	10,40	0,00
Concreto Fck 25MPa	Areia	0,00	0,7120	m³ / m³	0,00	3,6	0,00	14,70	0,00
		Quantidade Total de (ton):			**15,45**		**29,18**		**195,48**

3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.3.1 GENERALIDADES

Este Projeto foi desenvolvido tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-10	Instrução de Projetos Rodoviários - Projeto de Pavimentação
GOINFRA	MED-PAV 01	Critérios de Medição
DNIT	IPR-719	Manual de Pavimentação

Os pavimentos são estruturas de múltiplas camadas, sendo o revestimento a camada que se destina a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Portanto, essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos (BERNUCCI et al, 2006).

O pavimento de uma rodovia pode ser apontado como o seu principal componente, sendo o mesmo responsável pela durabilidade da via, quando proporciona um rolamento confortável e por apresentar condições adequadas de segurança aos usuários.

O pavimento deve possuir as seguintes características:

- Resistência para suportar os esforços impostos pelo tráfego e distribuí-los ao terreno sobre o qual assenta (subleito);
- Possuir as condições de rolamento, tal que permitam uma circulação fácil, cômoda e segura;
- Permitir que seja executado o reforço da estrutura existente, de forma compatível com o crescimento do volume de tráfego e deterioração dos pavimentos;
- Conservar suas qualidades sob ação das intempéries.

Em outras palavras, a pavimentação de uma rodovia tem como objetivo tornar possível o trânsito de veículos, de forma segura e confortável, através da construção de uma estrutura durável e econômica, em qualquer condição climática.

❖ *PAVIMENTO RODOVIÁRIO*

O Projeto de Pavimentação visa definir e detalhar a estrutura do pavimento rodoviário, capaz de suportar economicamente a repetição de eixos, em condições de segurança e conforto, para o período previsto.

À medida que o pavimento é solicitado pelas cargas do tráfego, ocorre um acúmulo de deformações permanentes em todas as suas camadas, originando na superfície as trilhas-de-rodas, que além de prejudicarem a serventia das estradas, prejudicam a segurança, a água pode se depositar nessas áreas e dificultar a governabilidade dos veículos. No final de sua vida útil, o pavimento alcança um grau inaceitável de deterioração, quer sob o aspecto estrutural, quer sob o aspecto funcional, sendo o fissuramento generalizado do revestimento asfáltico um indicativo deste final.

No desenvolvimento de um projeto de pavimentação e de reabilitação do pavimento é de suma importância a caracterização adequada dos materiais que constituirão ou constituem, respectivamente, as diversas camadas dos pavimentos na forma como elas se apresentam na estrutura. Assim sendo, o projeto de pavimentação inicia-se pelos Estudos Geológicos e Geotécnicos, onde são verificadas as características dos materiais envolvidos, tanto do subleito, quanto das camadas da estrutura.

Aliado a um bom projeto deve ser controlado a execução dos serviços e adotadas políticas de manutenção e conservação preventiva, onde devem ser traçadas medidas adequadas à conservação os pavimentos, o que na realidade acaba nem sempre acaba ocorrendo.

Durante a execução, o controle de qualidade deve ser exercido de acordo com frequências e parâmetros estabelecidos no contrato e especificações, procedendo-se uma permanente vigilância da qualidade geotécnica, através da realização de ensaios de comprovação de qualidade, tanto em laboratório como "*in-situ*" assim como acompanhamento direto execução de todos os serviços.

Projeto de Pavimentos

O Tráfego é um dos principais elementos requeridos para a análise e projeto de estruturas de pavimentos. A opção padrão de dados de tráfego para o projeto de pavimentos flexíveis é especificar o atual espectro de carga atuante na estrutura para os eixos simples, tandem, tandem triplo e quádruplo.

Dimensionar um pavimento novo consiste em se definir as várias camadas constituintes e/ou verificar espessuras previamente adotada e compatibilizar os materiais a serem utilizados de forma que a vida útil corresponda a um certo número projetado de repetições de carga.

Encontrar a relação existente entre as características da estrutura do pavimento (propriedades dos materiais utilizados nas camadas, seção, variabilidade e heterogeneidade construtiva), as condições climáticas, magnitude das cargas de tráfego a que o pavimento está submetido e condições de drenagem não é uma tarefa fácil, devido ao grande número de variáveis envolvidas que influenciam no comportamento do pavimento.

Relações envolvendo estas variáveis são descritas nos modelos de previsão de desempenho, os quais são aplicados em projetos de pavimentos novos, mas tal dimensionamento tem sua eficácia limitada pela confiabilidade e acurácia dos modelos de previsão de desempenho embutidos no projeto adotado.

Assim, o dimensionamento consiste em compatibilizar duas variáveis independentes principais que são as solicitações, caracterizadas pelo tráfego, e a resistência dos materiais do subleito, com as características dos materiais e as espessuras das camadas que receberão os esforços do tráfego e passarão ao subleito, de maneira que o sistema utilize o potencial máximo de suas características.

Como o pavimento é uma estrutura complexa, para prever o seu desempenho são necessárias muitas simplificações. A formulação para o desenvolvimento do dimensionamento e/ou reforço dos pavimentos pode ser analisada através de métodos: empíricos, mecanísticos e teóricos-experimentais.

A opção por um método de dimensionamento deve se dar de tal forma que o mesmo forneça uma espessura de pavimento compatível com o comportamento do solo de fundação e com o tráfego esperado e, ao mesmo tempo, seja econômico.

Os ***métodos empíricos*** de dimensionamento de pavimentos asfálticos, ainda são os mais usados no Brasil, são aqueles baseados na experiência acumulada e correlacionam o desempenho do pavimento com algumas propriedades dos materiais utilizados na construção. Não leva em conta o conceito de deformabilidade das camadas do pavimento e do subleito no cálculo da espessura do pavimento. Baseia-se em observação do desempenho de estruturas existentes.

No Brasil, os procedimentos empíricos para dimensionamento de pavimentos flexíveis normalizado pelo DNIT são os:

- **Método Empírico do DNER ou Método do DNER/DNIT:** Este procedimento consiste em uma adaptação elaborada pelo Engº Murillo Lopes de Souza, em 1966, do método de dimensionamento desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, com a inclusão de alguns resultados da pista experimental da AASHTO.
- **Método Indireto da Resiliência do DNER:** Este procedimento é resultante de estudos realizados por Ernesto Preussler e Salomão Pinto, apoiado nos resultados da pesquisa sobre Avaliação Estrutural de Pavimentos, empreendida pelo IPR/DNER. Esta metodologia consta Manual de Pavimentação de 1996, numa introdução, ainda que com considerações simplificadas, do

conceito da Resiliência como parâmetro norteador do dimensionamento de pavimentos. Tem como parâmetro de referência a deflexão máxima prevista de estrutura proposta para uma determinada expectativa de vida de fadiga. Na revisão do Manual de 2006 este método foi suprimido para utilização do método tomou-se como referência o procedimento PRO 269/94 – TECNAPAV - Método da Resiliência

O **Método do DNER/DNIT** possui a vantagem de ser facilmente empregado, pois os ensaios de caracterização são simples e não requerem aparelhagem sofisticada. Entretanto é limitado pelas condições de contorno (materiais de construção, clima da região, condições de tráfego, etc.), limita a utilização de novos materiais e diferentes cargas de tráfego.

Por este Método a espessura total de um pavimento, em termos de camada granular, é calculada para proteger o subleito quanto ao aparecimento de deformações permanentes excessivas. Para tanto considera tão somente o CBR do subleito e das camadas que compõem a estrutura.

Considerado que um pavimento bem dimensionado para um subleito de CBR conhecido, pode apresentar deformações resilientes ou elásticas que solicitem o revestimento ou uma camada cimentada demasiadamente à flexão, podendo assim dar início a um processo de trincamento e em seguida de desagregação da estrutura do pavimento, verificou-se o dimensionamento utilizando-se o Método da Resiliência do DNER. Entendendo que a análise racional de uma estrutura de pavimento deve considerar não só a resistência do subleito e das camadas granulares à ruptura, mas também suas características resilientes ou elásticas.

A resiliência excessiva da estrutura projetada é considerada na limitação da espessura máxima da camada granular e no cálculo da espessura mínima de solo argiloso de baixo grau de resiliência, capaz de proteger o subleito de má qualidade quando à sua deformabilidade. A espessura mínima da camada betuminosa está também associada às propriedades resilientes do pavimento e do subleito e à fadiga do revestimento.

❖ *DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO*

Dimensionar um pavimento consiste em se definir as várias camadas constituintes e/ou verificar espessuras previamente adotadas e compatibilizar os materiais a serem utilizados de forma que a vida útil corresponda a um certo número projetado de repetições de carga.

O dimensionamento foi elaborado a partir dos dados básicos, como ISC do subleito (fornecidos pelos estudos geotécnicos) e Número "N" (fornecido pelos estudos de tráfego).

No Brasil, o procedimento para dimensionamento de pavimento flexível mais usado é o **Método Empírico do DNIT** ou **Método do DNER** (DNIT, 2006), que possui a vantagem de ser facilmente empregado, pois os ensaios de caracterização são simples e não requerem aparelhagem sofisticada.

Os dados básicos utilizados no desenvolvimento do projeto do pavimento foram:

1. Parâmetro de tráfego → Número "N";
2. Parâmetros geotécnicos referentes ao subleito; cortes; e ocorrências de materiais.

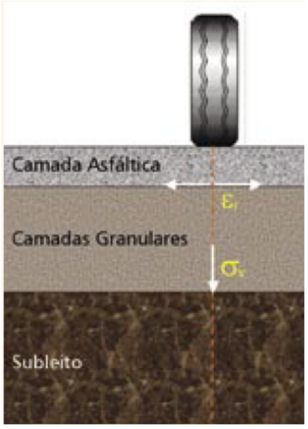
A IP-10 para Projetos de Pavimentação da GOINFRA determina que para números N iguais ou superiores a 5×10^7 repetições, deve-se também usar o **Método Mecanístico do DNIT** para dimensionar o pavimento. Como os estudos de tráfego indicaram um número N menor para o presente estudo, realizaremos apenas o Método Empírico do DNIT.

Coeficientes Estruturais

Adotaram-se os valores apresentados na Tabela 31 do Manual de Pavimentação DNIT/2006.

❖ *TRÁFEGO*

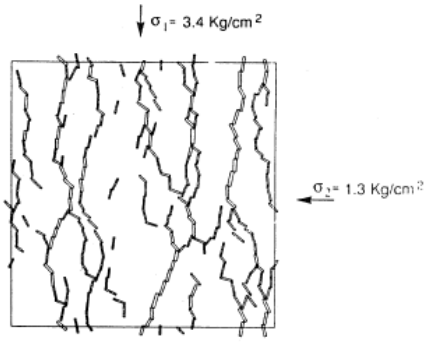
O desempenho de um pavimento é influenciado por diversos fatores, dentre os quais a solicitação devido aos eixos dos veículos merece destaque.



Nas camadas do pavimento, atuam cargas transmitidas pelos pneus dos veículos, as quais são transferidas ao interior destas camadas por uma combinação de esforços de compressão e cisalhamento, partícula a partícula. Os esforços de tração não podem ser transferidos partícula a partícula no interior do solo, uma vez que esta ligação é feita pela coesão entre os grãos, como as forças de coesão são pequenas, mas não desprezíveis, praticamente não suportam tensões de tração. Assim, as camadas do pavimento diluem os esforços recebidos dos veículos e induzem uma pressão no subleito, o qual deverá ter uma estrutura natural capaz de suportá-la.

A Figura acima apresentada simplificadamente, as principais solicitações a que um pavimento está submetido durante a passagem das cargas de tráfego, que são representadas pelas deformações de tração (εt) nas camadas asfálticas e pela tensão de compressão (σz) na camada final de terraplenagem.

Segundo TUTUMLUER e THOMPSON (1998) [1], quando é aplicado um esforço na superfície de um solo, as tensões nas partículas, apesar de distribuídas uniformemente pela superfície, não se interiorizam da mesma forma. O mecanismo de transferência das tensões se dá através de "colunas de tensões" (Ver Figura ao lado) agindo partícula a partícula que se formam na direção de aplicação do esforço. As partículas entre colunas apenas fornecem suporte lateral. Quando a carga se torna crítica, as colunas entram em colapso e as partículas se rearranjam formando novas colunas, caso haja condições favoráveis.



(b) Contact forces without spheres
1 kg/cm² = 14.2 psi = 98.1 kPa

PINTO (1990) citado por ALBUQUERQUE E SILVA (2003) [2] observou que em função das diferentes características granulométricas, os solos tendem a apresentar comportamento mecânico (resposta às cargas aplicadas) variados. Assim, os solos granulares teriam resistência à penetração elevada, devido ao atrito intergranular e ao entrosamento de partículas. Ao mesmo tempo, sua deformabilidade elástica tende a ser elevada, pois as partículas têm liberdade suficiente para rolarem umas sobre as outras, devido à baixa coesão e pequena influência das forças de campo em relação aos pesos das partículas. Já nos solos finos coesivos, a resistência à penetração tende a ser baixa, pois as partículas são plaquetas com baixo grau de entrosamento, e sua deformabilidade elástica tende a ser baixa, devido aos campos eletromagnéticos que existem entre as partículas, os quais se opõem a seu deslocamentos relativos, tendo importância devido ao pequeno peso das partículas.

Não existe ruptura súbita em um pavimento, e sim, uma lenta progressão de defeitos acelerada após um determinado estágio. Esta evolução é importante que seja prevista. A deterioração de um pavimento ocorre de forma gradual ao longo dos anos, em função da qualidade dos materiais, tráfego e clima, e, principalmente, da repetição de deformações resilientes e do acúmulo de deformações permanentes.

Os principais fatores que concorrem para a complexidade da avaliação do tráfego são:

- Heterogeneidade das configurações dos eixos dos veículos que compõem a frota;
- A ampla faixa de variações dos fatores de equivalência de cargas devido:

[1] Anisotropic Modeling of Granular Bases. TUTUMLUER, E e THOMPSON, M. Illinois, 1998

[2] Aplicação das Metodologias MCT e Resiliente a Solos Finos do Centro-Oeste do Mato-Grosso. ALBUQUERQUE E SILVA, B. IME, 2003

- valores das cargas por eixo: dados disponíveis indicam que, no Brasil, os caminhões pesados trafegam com sobrecargas entre 20 a 30%, em média 25% superior ao máximo permitido;

- pressão de inflação dos pneumáticos: estudos demonstram que maiores pressões nos pneus contribuem de forma mais incisiva na ruptura do revestimento de CA por fadiga. Indica-se uma ampla faixa de variação nos FEC (Fatores de Equivalência de Cargas) decorrentes de alterações na pressão de enchimento, desde 15 até 100% para o caso de eixos simples com rodado duplo; bem como a variação destes ao longo do período de análise.

- Variações na velocidade de translação das cargas de eixo, condicionadas pela geometria da via e volume de tráfego;
- Efeito do meio ambiente (temperatura e umidade);
- Comportamento dos materiais das camadas do pavimento e do subleito.

Como o dimensionamento do pavimento, pelo método do DNIT, é efetuado a partir da capacidade de suporte do subleito ($ISC_{projeto}$), e do número equivalente de operações do eixo padrão (número **N**), para um período de análise estabelecido, aumentando o peso transportado por caminhões, a durabilidade do pavimento das rodovias estará comprometida.

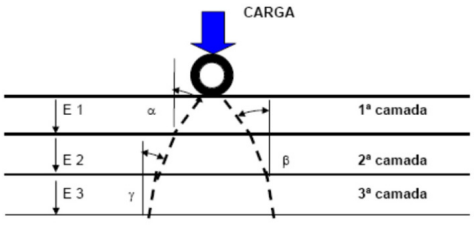
ALBANO (1998), utilizando como resposta do pavimento a máxima deflexão superficial recuperável e a variação do FEC (Fator de Equivalência de Cargas) para medida do desempenho do pavimento, concluiu que a vida estimada do pavimento pode ser reduzida em até 85%, quando a carga por eixo e a pressão de inflação aumentam, de 8,2 tf/eixo e 80 Psi, para as severas condições de 12,0 tf/eixo e 100 Psi, respectivamente.

A projeção de redução da vida útil do pavimento em função da ação do tráfego indica que com um aumento nos limites de carga de 5,0 %, um período inicial de 10 anos diminui para valores entre 7,8 e 8,4 anos. Com o aumento da tolerância para 7,5%, a previsão de vida útil cai para a faixa entre 6,5 a 7,0 anos. Em outras palavras, 5,0% de tolerância significa uma redução média de 19% e com o aumento de 7,5 % na tolerância, pode ocorrer uma redução média de até 32,0% na vida útil de um pavimento de acordo com as hipóteses de tráfego consideradas.

Consequentemente, os projetos de rodovias deveriam prever solicitações severas, buscando a construção de pavimentos cada vez mais resistentes, para que não ocorram degradações como deformações permanentes, trincas e perda de material da superfície de rolamento, em curtos períodos, ou termos uma fiscalização atuante, com postos de pesagens, que inibam as sobrecargas

❖ *CAMADA FINAL DE TERRAPLENAGEM (CFT)*

Como as notas de serviço de terraplenagem, apresentadas no projeto, são tiradas em relação à camada de regularização do subleito, daí para cima é desejável que as camadas tenham espessuras constantes, reproduzindo-se, no revestimento, a mesma forma dada na regularização.

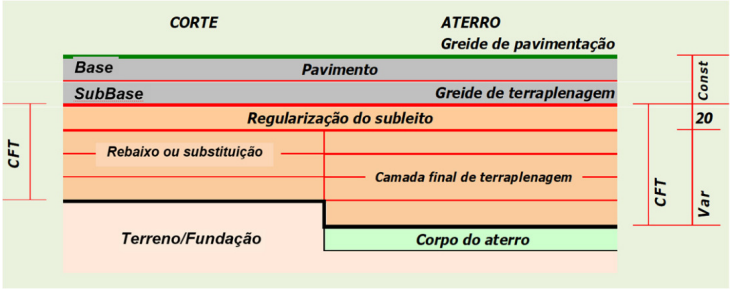


Teoricamente, a espessura total da camada granular, calculada pela aplicação dos métodos de dimensionamento adotados, pode ser dividida em duas, três ou mais camadas, bastando para isto que nas equações dos métodos seja determinada a espessura necessária a proteção da camada inferior, de acordo com seu ISC.

No Projeto de Terraplenagem a camada que dá sustentação à estrutura do pavimento é denominada:

- Nos aterros como "camada final de terraplenagem" - últimos 100 cm da plataforma de terraplenagem: 1ª camada Subleito + 2ª + 3ª+ 4ª e 5ª camadas (20cm+80cm);

- Nos cortes como "rebaixo ou substituição de subleito", garantindo a compactação de 60cm (3 camadas).



No Projeto de Pavimentação pode ser denominada de *"sub-base adicional"* ou *"reforço de subleito"*. Para evitar confusão melhor seria ser expressa por uma única denominação "***Camada Final de Terraplanagem (CFT)***" e como tal será denominada na sequência.

Como as notas de serviço de terraplenagem são tiradas em relação à camada de regularização do subleito, daí para cima é desejável que as camadas tenham espessuras constantes, reproduzindo-se, no revestimento, a mesma forma dada na regularização.

Como a cada variação brusca do ISC há uma variação brusca da espessura do pavimento e como é desejável que esta espessura se mantenha constante em todo o trecho, variações de espessura devem se dar em uma camada que não altere a conformação final do revestimento. Considerando que do ponto de vista estrutural a camada mais importante é a base - sobre ela, para suportar os efeitos destrutivos do tráfego e das intempéries, está a camada de rolamento - e abaixo dela, como transição ao subleito, pode haver uma sub-base e/ou um reforço do subleito.

Assim, por questão econômica e técnica é desejável que seja construída uma camada com materiais de melhores características abaixo do greide de terraplenagem, que melhorará a qualidade do subleito e possibilitará a redução da espessura das demais camadas, consequentemente diminuindo o custo final da obra.

O método de dimensionamento do DNIT possibilita que a espessura total da camada granular seja dividida em várias camadas, bastando para isto que nas equações dos métodos seja determinada a espessura necessária a proteção da camada inferior, de acordo com seu ISC.

Assim basta que a **CFT** seja construída com solo com características geotécnicas superiores à do subleito (LL, LP, granulometria, ISC do subleito < ISC < 20% e um menor IG do que o subleito), classificado como Tipo I ou Tipo II, quanto a resiliência, proveniente, preferencialmente, de empréstimos, para que se seja considerada como uma "camada de reforço" para fins de dimensionamento do pavimento.

Como durante a terraplenagem, normalmente, os materiais utilizados na execução da **CFT** são provenientes de cortes e empréstimos selecionados, entre os melhores existentes junto a diretriz a ser executada, a seleção de materiais para sua execução não resultará em diferença operacionais em relação ao normalmente especificado.

No nível da **CFT**, as tensões advindas da superfície já sofreram significativa redução, por conta de maior colaboração de área de apoio (espraiamento das tensões). Esta redução deve-se à capacidade de transferência de tensões entre materiais ou agregados, e em função das espessuras das camadas superiores.

Pelo exposto, a **CFT** será considerada como integrante do pavimento para obter uma solução técnica que proporcione economia na construção das camadas do pavimento e propiciar o máximo aproveitamento dos materiais ocorrentes próximo ao local da obra.
O custo-benefício da consideração de parcela da **CFT** como integrante do pavimento é muito atraente se for levado em consideração a redução da espessura das camadas que lhe serão superpostas.

Nesta ótica, a economia na construção do pavimento paga o investimento inicial suplementar devido a escolha mais apurada do material [com melhores características geotécnicas e/ou maiores distâncias de transporte] que comporá a **CFT**.

Em todo projeto, as condições de rolamento de um pavimento ou o desempenho de sua superfície, durante a vida em serviço, dependem muito da escolha e da qualidade dos materiais, do controle tecnológico e de sua execução. Uma execução mal conduzida, fatalmente, trará danos a toda a estrutura, comprometendo todo o trabalho de pavimentação.

❖ *ELEMENTOS CONSTITUINTES DO PAVIMENTO PROPOSTO*

No projeto é proposta a execução de um pavimento flexível constituído das seguintes camadas:

Revestimento: Camada que recebe diretamente a ação do tráfego, destinada a resistir aos esforços do tráfego transmitindo-os às camadas inferiores. Em conjunto impermeabiliza o pavimento, melhora a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança.		
Imprimação: Consistirá na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície da base concluída, antes do revestimento objetivando aumentar a coesão da superfície da base; provocar condições de aderência entre a base e o revestimento; e impermeabilizar a base.		
Base: Camada destinada a receber e distribuir os esforços oriundos do tráfego atenuando a transmissão destes a sub-base e ao reforço do subleito, e sobre qual se constrói o revestimento.		
Sub-Base: Camada requerida por imposição técnico-econômica, situada entre o subleito ou reforço do subleito e a base.		
Regularização do Subleito: Camada de espessura variável, executada quando é necessário preparar o leito da estrada para receber o pavimento. Pode ser nula em um ou mais pontos da seção transversal.		
Reforço do subleito: Camada destinada a reduzir a espessura da sub-base.	**Rebaixo ou Substituição de Material de Corte:** O reaterro de cortes, onde serão executadas substituições de materiais, será em solo estabilizado granulometricamente, com material proveniente de caixas de empréstimo ou das camadas superficiais do próprio corte.	**Camada Final de Terraplenagem:** O material que sustenta a estrutura do pavimento pode ser material "in situ" (nos cortes) ou importado (nos aterros) formando o que se denomina de subleito.

3.3.2 METODOLOGIA

A estrutura do pavimento é concebida em seu sentido puramente estrutural, para receber e transmitir esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores. Para que funcione adequadamente, todas as peças que a compõem devem trabalhar deformações compatíveis com sua natureza e capacidade, de modo que não ocorram processos de ruptura de forma prematura nos materiais que constituem as camadas do pavimento. Tal adequação deve ocorrer para se evitar processos de ruptura ou danificação de forma prematura e inadvertida nos materiais que constituem as camadas do pavimento.

Materiais Granulares

Para fornecimento de materiais granulares passíveis de serem utilizadas nas camadas de base e sub-base dos pavimentos foram estudadas ocorrências cujo material coletado foi avaliado, quanto às suas características de suporte e demais índices.

As ocorrências encontradas foram prospectadas através da realização de furos de sondagem, nos vértices de malha quadrada de 30 x 30 m, devidamente numerados, cobrindo toda a área, até a profundidade de existência de material utilizável.

Para todos os furos executados foram elaborados boletins de sondagem, contendo a profundidade da camada vegetal e da capa (quando existente) a serem expurgadas, e do material utilizável, bem como a classificação expedita quanto à textura e cor, tendo sido coletadas amostras que foram embaladas, etiquetadas e enviadas ao laboratório, onde foram procedidos os ensaios exigidos pelas normas da GOINFRA.

3.3.2.1 Concepção do Pavimento

Entende-se como *Concepção do Pavimento*, a definição das camadas do pavimento, compatíveis estruturalmente entre si de modo a tirar o máximo proveito do poder de suporte do subleito. Ficando implícita a condição de todas as camadas resistirem aos esforços oriundos dos veículos durante o período de projeto, considerado como 10 anos.

Para adoção do tipo de revestimento betuminoso, e sua espessura mínima, que dependem do tráfego, recorre-se à IP-10 da GOINFRA, que adotou os mesmos valores do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER, cujas tabelas apresentam as espessuras mínimas recomendadas conforme quadro a seguir.

Quadro 3.3.1 - Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso

N	Revestimento / Espessura Mínima
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5x10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm
$5x10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm
$10^7 < N < 5x10^7$	Concreto betuminoso com 10cm
Mais de $5x10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm

Fontes: IP-10 GOINFRA e Manual de Pavimentação – DNER/2006[3]

Segundo PINTO (1991), no dimensionamento de pavimentos novos e a serem restaurados, as tensões de tração que se desenvolvem na fibra inferior das camadas betuminosas e as tensões verticais de compressão no topo do subleito devem ser observadas criteriosamente, pois, as causas dos piores defeitos que ocorrem em estruturas flexíveis e que refletem no revestimento são as solicitações mecânicas devido, à flexão repetida, responsável pela fadiga do material e associada ao trincamento do revestimento ou de camadas cimentadas, e, a compressão, que conduz ao acúmulo de deformações permanentes.

Corroborando com o quadro 3.3.1 a espessura mínima do revestimento betuminoso pode ser confirmada/estimada utilizando o método **TECNAPAV** (DNER-PRO 269/94) [4]:

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

Onde: I1, I2 - constantes relacionados às características resilientes do subleito:

Tipo I: $I_1 = 0$ e $I_2 = 0$ D_P - deflexão de projeto, 0,01 mm

Tipo II: $I_1 = 1$ e $I_2 = 0$ H_{CB} - espessura mínima da camada betuminosa em cm

Tipo III: $I_1 = 0$ e $I_2 = 1$

Quando se aumenta a espessura do revestimento, verifica-se redução na deflexão, entretanto o aumento da espessura granular provoca aumento da deflexão, verificando-se que algumas combinações de espessura de revestimento e base conduz a grande aumento da vida de projeto de um pavimento (RAMOS, 2003).

[3] O DNIT adota a nomenclatura de Concreto Asfáltico para se referir ao Concreto Betuminoso Usinado a Quente, para manter o nome comumente utilizado, o texto utiliza tanto o termo Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ quanto Concreto Asfáltico Usinado a Quente, por se tratarem do mesmo material.

[4] É um procedimento mecanístico-empírico, baseado nos modelos de fadiga de misturas asfálticas, no comportamento resiliente de solos finos e materiais granulares e no cálculo de tensões e deformações considerando a teoria da elasticidade não linear. É realizada uma avaliação objetiva da superfície do pavimento, levantamento das deflexões recuperáveis, coleta de amostras e ensaios de caracterização, granulometria com sedimentação e CBR.

A classificação do subleito em tipo I, II ou III será feita de acordo com as suas características resilientes em função do valor do CBR e percentagem de silte (S), conforme tabela a seguir.

Quadro 3.3.2 - Grupos de Solos			
CBR %	S %		
	≤35	35 a 65	>65
≥10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

O critério de cálculo da deflexão admissível (D) a partir dos estudos de PREUSSLER, PINTO & MEDINA e dos estudos de PREUSSLER & PINTO, permitiu estabelecer uma equação para quantificar o número cumulativo de repetições (N) da deflexão (D), que provoca a ruptura por fadiga da camada betuminosa de concreto asfáltico.

Para quantificar o número cumulativo de repetições (N) que provoca a ruptura por fadiga da camada betuminosa de concreto asfáltico:

$$\log D = 3{,}148 - 0{,}188 \log N$$

Portanto, a deflexão de projeto D_P deve satisfazer a condição de $D_P \leq D$.

Para o caso de Tratamento Superficial, a deflexão admissível é calculada pela relação:

$$D_{adm}(TSD) = 1{,}3 x D_{adm}(CBUQ)$$

De acordo com a IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos, o ISC_{min} para o material de base deve ser maior ou igual a 80%, a expansão deve ser inferior a 0,5% e o Limite de Liquidez deve ser inferior a 30.

Teoricamente, a espessura total da camada granular pode ser dividida em duas ou três camadas, bastando para isto que nas equações dos métodos utilizadas no dimensionamento da espessura, seja determinada a espessura necessária a proteção da camada inferior, de acordo com seu ISC.

Como a variações bruscas do IS, deve corresponder a variações bruscas de espessuras. Como é desejável que a espessura total das camadas de base e sub-base mantenham-se constantes, as variações devem alterar somente a espessura de uma camada, que não altere a conformação final do revestimento. Assim, concebeu-se considerar uma "camada de reforço" como parte do pavimento.

O reforço de subleito é executado normalmente em estruturas espessas, resultantes de fundações de má qualidade. O material utilizado deve atender a algumas condições mínimas, por exemplo, um ISC superior ao ISCp da ordem de 10% ou mais.

Na região em projeto não há dificuldade de localizar materiais com distâncias econômicas de transporte para execução das camadas finais, assim não será adotada uma camada de reforço de subleito. Observando, somente, que os solos escolhidos para a camada de subleito devem atender às condições de resistir às pressões aplicadas na interface entre a sub-base e o próprio Subleito.

No caso geral, o pavimento flexível é constituído das seguintes camadas: Revestimento, Base, Sub-base, Reforço do Subleito (quando necessário) e Subleito.

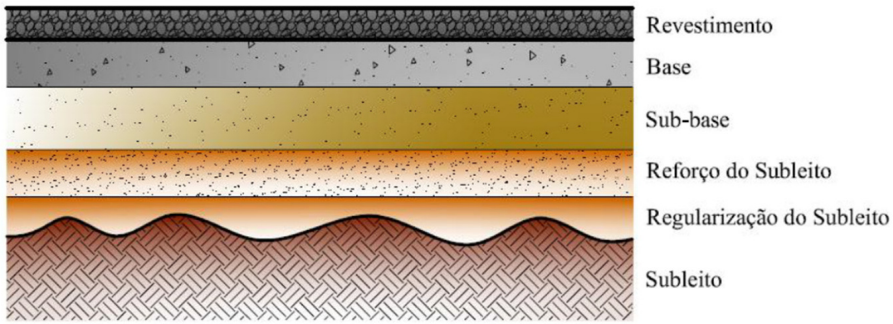
3.3.2.2 Método de Dimensionamento

A metodologia utilizada na definição das estruturas foi àquela constante do Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), o **Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT/2006**.

O **método do DNER/DNIT** baseia-se fundamentalmente nas características de suporte do solo de fundação e dos materiais que constituem a estrutura do pavimento, bem como nos parâmetros de tráfego. Atende à limitação de deformações permanentes excessivas e de tensões que possam provocar

a ruptura por cisalhamento dos solos de base, sub-base e subleito. Contudo, a limitação das deformações recuperáveis ou resilientes, cuja repetição sob ação do tráfego provoca a ruptura por fadiga dos revestimentos asfálticos, não é considerada.

São necessárias estruturas de pavimento espessas para proteger subleitos frágeis e essa espessura pode ser alcançada através da adição de camadas de solos e materiais selecionados que satisfaçam determinados requisitos. Entretanto, uma parcela dos pavimentos tem sofrido ruptura precoce, devido a fadiga, em alguns casos motivada até por uso de espessuras excessivas de materiais granulares, de elevada resiliência, nas camadas dos pavimentos, fato este não contemplado quando se emprega o método do CBR (RAMOS, 2003).



O revestimento asfáltico tem como principais funções impermeabilizar o pavimento mantendo a capacidade suporte das camadas subjacentes, fornece uma superfície resistente à derrapagem e reduzir as tensões verticais que as cargas de roda aplicam na camada de base controlando o acúmulo de deformações plásticas.

A camada granular deve reduzir as tensões verticais que as cargas de roda aplicam na camada de fundação reduzir as deformações que as cargas de roda induzem no revestimento estendendo a sua vida de serviço quanto ao trincamento por fadiga e permitir drenagem de águas que se infiltrem no pavimento.

A sub-base é formada por um material de capacidade de suporte superior ao subleito compactado permitindo reduções na espessura da camada de base.

Admitem-se, no dimensionamento, como válidas as seguintes hipóteses:

1. O pavimento flexível funciona de forma reversível e tem elasticidade linear;
2. O rompimento do pavimento se dá por fadiga provocada pela repetição dos esforços;
3. O índice de suporte é o indicador da resistência do "pavimento";
4. A deterioração de uma camada do pavimento provoca acréscimo de tensões nas demais camadas.

A permeabilidade do revestimento do pavimento é um fator desfavorável à sua resistência.

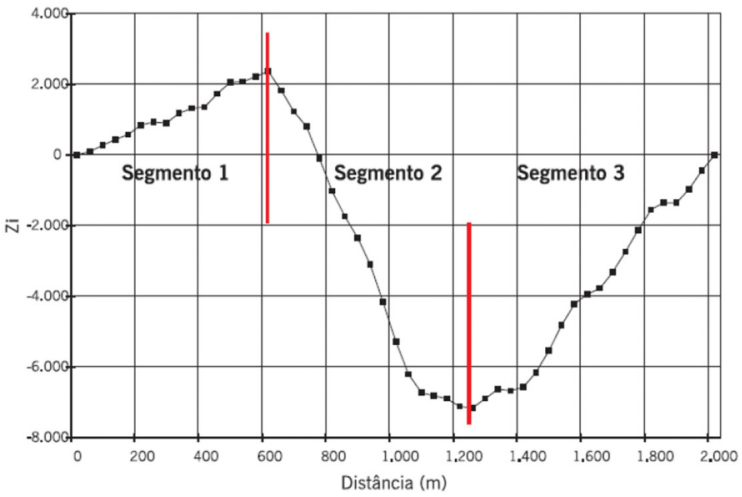
Entrando-se no **gráfico** com o valor de N, encontrado o ISp do sub-trecho correspondente, obtém-se a espessura teórica H, que corresponde à espessura total do pavimento, se os materiais componentes do mesmo apresentarem um coeficiente estrutural igual a 1.

Segmentos Homogêneos

Foi usado no capítulo dos Estudos Geotécnicos o método denominado "Método das Diferenças Acumuladas" (Analisys Unit Delineation by Cumulative Differences), recomendado pela AASHTO no Guia de Projeto de Pavimento (1993) (Guide for Design of Pavements Structures).

Através desta metodologia, foi feita a divisão dos trechos em segmentos homogêneos de uma forma racional, podendo ser usado qualquer outro parâmetro que for relevante na análise. Desse modo, foi utilizado como parâmetro o índice de suporte do subleito, uma vez que este parâmetro é indicativo da condição de suporte da estrutura do sistema pavimento/subleito.

Cada variação de coeficiente angular da curva obtida indica uma mudança do comportamento médio de um determinado segmento para outro, delimitando as extremidades dos segmentos homogêneos (ver Figura). Este estudo foi detalhando no Capítulo 2.4 Estudo Geotécnico.



Coeficientes Estruturais

O coeficiente de equivalência estrutural (K) de um material é definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada com outro material que apresenta o mesmo comportamento em termos de redução das tensões impostas pela carga aplicada.

Quadro 3.3.3 - Coeficiente Estrutural – Método do DNIT

COMPONENTES DO PAVIMENTO	MATERIAIS TÍPICOS	COEFICIENTE (K_R)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	CAUQ	2,00
Base ou revestimento de pré-misturado a quente, de graduação densa	PMQ	1,70
Base ou revestimento de pré-misturado a frio, de graduação densa	PMF	1,40
Base ou revestimento por penetração	PMAF, MB, TSS, TSD, TST	1,20
Camadas de materiais granulares	BGS, MH, BC, SB	1,00
Mat. Estabilizado com σr 7dias> 45 kgf/cm²	BGTC, SC	1,70
Mat. Estabilizado com 38 kgf/cm² < σr 7dias< 45 kgf/cm²	SC	1,40
Mat. Estabilizado com σr 7dias< 38 kgf/cm²	SMC	1,00
Mat. Estabilizado com cal	Solo-cal	1,20

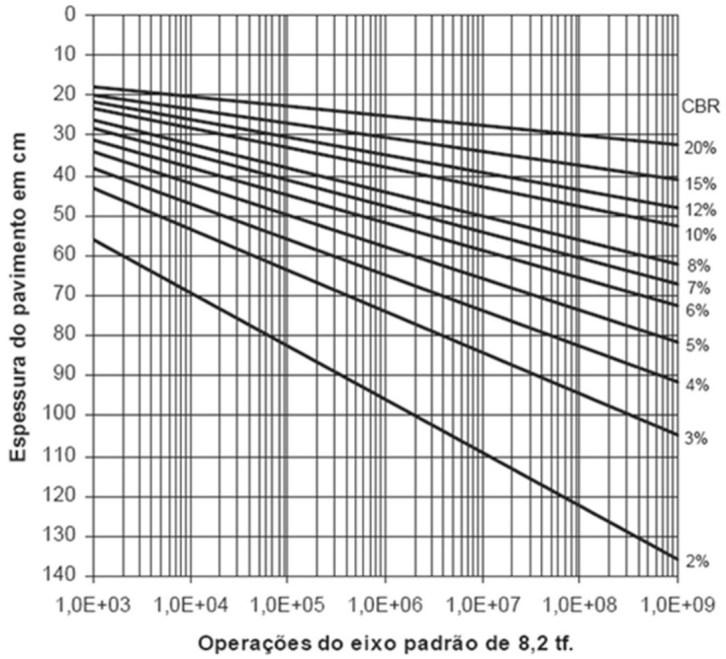
Fonte: Manual de Pavimentação DNER – 1996

Este método baseia-se fundamentalmente nas características de suporte do solo de fundação e dos materiais que constituem a estrutura do pavimento, bem como nos parâmetros de tráfego. Atende à limitação de deformações permanentes excessivas e de tensões que possam provocar a ruptura por cisalhamento dos solos de base, sub-base e subleito. Contudo, a limitação das deformações recuperáveis ou resilientes, cuja repetição sob ação do tráfego provoca a ruptura por fadiga dos revestimentos asfálticos, não é considerada.

São necessárias estruturas de pavimento espessas para proteger subleitos frágeis e essa espessura pode ser alcançada através da adição de camadas de solos e materiais selecionados que satisfaçam determinados requisitos. Entretanto, uma parcela dos pavimentos tem sofrido ruptura precoce, devido a fadiga, em alguns casos motivada até por uso de espessuras excessivas de materiais granulares, de elevada resiliência, nas camadas dos pavimentos, fato este não contemplado quando se emprega o método do CBR (RAMOS, 2003).

Gráfico do Método

Entrando-se no **gráfico** com o valor de N, encontrado o ISp do subtrecho correspondente, obtém-se a espessura teórica H, que corresponde à espessura total do pavimento, se os materiais componentes do mesmo apresentarem um coeficiente estrutural igual a 1.



Inequações de Dimensionamento:

- **Espessura do Revestimento(R):** R é tabelado em função do Número N;
- **Espessura Total Necessária sobre a Sub-base (H_{20}):** É a espessura total sobre a sub-base do pavimento (quando empregada para diminuir uma espessura de base, por exemplo) em termos de material padrão (granular, pedregulho), para a proteção da mesma contra ruptura por cisalhamento ou deformação plástica excessiva; os parâmetros necessários para sua determinação são o valor de N e o valor do ISC do material de sub-base, que deverá ser forçosamente ISC ≥ 20%.

Espessura da Base – B: $$R\ x\ K_R + B\ x\ K_B \geq H_{20}$$

Onde:

R	e	K_R	- espessura e coeficiente de equivalência estrutural do revestimento (cm);
B	e	K_B	- espessura e coeficiente de equivalência estrutural da base (cm);
H_{20}			- espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base.

- **Espessura Total Necessária sobre o Reforço do Subleito (H_n):** É a espessura total sobre o reforço do subleito (quando empregado) em termos de material padrão (granular, pedregulho), para a proteção do solo de reforço do subleito contra ruptura por cisalhamento ou deformação plástica excessiva; os parâmetros necessários para sua determinação são o valor de N e o valor do ISC do subleito (ISC_n). Recordar que $ISC_n > ISC_m$ sempre, uma vez que não teria sentido o emprego de reforço com solo de mesma qualidade ou inferior àquela do subleito.

Espessura da Sub-base – SB: $$R\ x\ K_R + B\ x\ K_B + SB\ x\ K_{SB} \geq H_n$$

Onde:

SB	e	K_{SB}	- espessura e coeficiente de equivalência estrutural da sub-base (cm);
H_n			- espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço.

- **<u>Espessura Total Necessária sobre o Subleito (H_m):</u>** É a espessura total sobre um dado subleito, em termos de material padrão, para a proteção do subleito contra ruptura por cisalhamento ou deformação plástica excessiva; os parâmetros necessários para sua determinação são o valor de N e o valor do ISC do subleito (ISC_m).

Espessura do Reforço – REF:

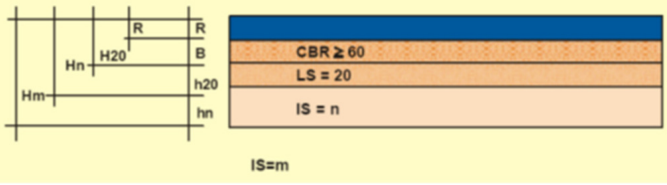
$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

REF e K_{REF} - espessura e coeficiente de equivalência estrutural do reforço (cm);

H_m - espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito.

Para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser sempre considerado como igual a 20.



Para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser sempre considerado como igual a 20.

Após determinar a espessura total do pavimento (Hm), em termos de material granular, e fixada a do revestimento (R), procede-se ao cálculo das espessuras das demais camadas considerando-se os materiais disponíveis para cada uma delas e seus respectivos coeficientes de equivalência estrutural. As demais H_n e H_{20} são calculadas em relação aos respectivos ISC do reforço do subleito e da sub-base.

A equação a seguir permite o cálculo da espessura total do pavimento (Ht) em termos de material granular com coeficiente de equivalência estrutural K = 1,00, em função do parâmetro de tráfego N e do CBR do subleito, e pode ser empregada em substituição ao gráfico da Figura (DNIT/2006):

$$Ht = 77{,}67.N^{0{,}0482}.CBR^{-0{,}598}$$

Definição dos Materiais:

A determinação da capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes do pavimento é feita pelo ensaio CBR, adotando-se o método preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições esperadas no campo.

Para garantir que o pavimento não sofrerá ruptura precocemente, o método do DNIT exige que os materiais utilizados na sua construção possuam certas características, descritas a seguir:

- Material de subleito: CBR ≥ 4%; Expansão < 2%.
- Material para reforço do subleito: CBR maior que o do subleito; Expansão < 1%.
- Material para sub-base: CBR ≥ 20%; Expansão < 1%;
  Índice de grupo (IG) igual a zero.
- Material para base: CBR ≥ 80%;
  Expansão < 0,5%; LL ≤ 25%; IP ≤ 6

(para solo lateríticos aceita-se LL≤40 e IP≤15 desde que o Equivalente de areia seja superior a 30%).

Recomendações Executivas:

- O subleito e as camadas granulares do pavimento deverão ser compactados com, no mínimo, 100% de grau de compactação;
- Todos os materiais do subleito que apresentam ISC < 2% e/ou expansão > 2% deverão ser substituídos por materiais com ISC ≥ ISCp;
- A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento será calculada;

- As espessuras mínima e máxima de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10cm e 20cm.

Acostamentos

Como ressalta o Manual de Pavimentação do DNER/1996, não se dispõe de dados seguros para o dimensionamento dos acostamentos, sendo que a sua espessura está, de antemão, condicionada à da pista de rolamento, podendo ser feitas reduções de espessura, praticamente, apenas na camada de revestimento. A solicitação de cargas é, no entanto, diferente e pode haver uma solução estrutural diversa da pista de rolamento.

O Manual de Pavimentação recomenda que se considere, para efeito de escolha de revestimento, um tráfego nos acostamentos da ordem de, até 1% do tráfego na pista de rolamento.

No entanto, a adoção nos acostamentos da mesma estrutura da pista de rolamento tem efeitos benéficos no comportamento desta última e simplifica os problemas de drenagem; geralmente, na parte correspondente às camadas de reforço e sub-base, adota-se, para acostamentos e pista de rolamento, a mesma solução, procedendo-se de modo idêntico para a parte correspondente à camada de base, quando o custo desta camada não é muito elevado.

Para o presente projeto será adotado nos acostamentos a mesma estrutura das faixas.

3.3.3 RESULTADOS OBTIDOS

3.3.3.1 Número N_{10}

Obtido do Estudo de Tráfego para o período de projeto de 10 anos.

3.3.3.2 Concepção do Pavimento

Considerando as normas e recomendações da GOINFRA e do DNIT, tem-se, para o revestimento e camada de base:

Quadro 3.3.4 – Revestimento e Camada de Base

Trecho	Número N_{10}	Norma ou Especificação	Revestimento	Base $N \leq 5x10^6$	Base $N \geq 5x10^6$
GO-536	$3{,}97 \times 10^7$	IP-10 GOINFRA	CAUQ	ISC ≥ 60%	ISC ≥ 80%

Ponderadas as restrições normativas, apresentadas anteriormente, e a disponibilidade de materiais na região foi concebida a seguinte estrutura inicial a ser considerada no dimensionamento:

CAUQ
Base - ISC ≥ 80%
Sub-base – ISC ≥ 20%
Subleito – Solo Local – ISC ≥ 7,3% & CFT (Camada Final Terr.)
Corpo de Aterro ISC ≥ 4%

Da Especificação **GOINFRA ES-T 005/2017 – Terraplenagem – Aterros:**

> *"Camada Final: parte do aterro constituída de material selecionado, situado entre o greide da terraplenagem e o corpo do aterro; ressaltando-se que a última camada, correspondente ao Subleito, apesar de fazer parte da Terraplenagem, já é considerada como serviço de Pavimentação."*

A seguir a **mesma especificação** diz que:

> *"A camada final dos aterros deverá ser constituída de solos selecionados na fase de projeto, **dentre os melhores disponíveis**, os quais serão objeto das Especificações Complementares. Não será permitido uso de solos com ISC menor do que 6% e expansão maior do que 2%", e para Corpo de Aterro o ISC deve ser maior do que 2%".*

Camadas Finais de Terraplenagem

Na região em projeto não há dificuldade em localizar materiais para execução de uma **CFT** que atenda às condições de resistir às pressões aplicadas na interface entre a sub-base e a própria **CFT**. Conforme cálculo estatístico **definiu-se um valor de ISC ≥ 7,3%,** para execução destas camadas.

3.3.3.3 Método do DNIT

Parâmetros de projeto:

- ***Concepção Estrutural do Pavimento***

Quadro 3.3.5

RODOVIA:	GO-020/GO-536			
TRECHO :	Entr. GO-020 x GO-536			
Extensão:	2,54 Km (Ramos)			**LOTE : único**
DADOS DE TRÁFEGO	Número "N" de Projeto (USACE)		**Np**	**3,97E+07**
	Período de Projeto		P	10 **anos**
CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO				
Camada	Materiais constituintes		ISC (%)	Coeficiente
REVESTIMENTO	CBUQ CAMADA DE ROLAMENTO			K_{R1} = 2,0
				K_{R2} = 0,0
BASE	Brita Graduada Simples		> 80	K_B = 1,0
SUB-BASE	Solo local + 35% de Brita		> 20	K_S = 1,0
Reforço do Subleito	Solo (Execução de Subleito com material selecionado)		> 7,3	Kr = 0,96

Segundo IP-10 GOINFRA – Projeto de Pavimentação:

> *O coeficiente estrutural do reforço do subleito ou da sub-base granular deve ser igual a 1,0 toda vez que o ISC do material de um ou do outro for igual ou superior a três vezes o do subleito. Para relações inferiores, o coeficiente deve ser dado pela expressão:*

$$K_{REF} = \sqrt{\frac{ISC_1}{3\ x\ ISC_2}}$$

Onde:
KREF: coeficiente estrutural do reforço ou do subleito
ISC1: capacidade de suporte do reforço do subleito ou da sub-base (%)
ISC2: capacidade de suporte do subleito (%)

Portanto: Para ISC1 = 20% e ISC2 = 7,3% , **Kref = 0,96**.

Como não teremos camada de reforço este coeficiente será utilizado para o subleito.

- ***Revestimento***

Conferência da espessura tabelada de CAUQ com o cálculo da espessura teórica pelo método Tecnapav:

A espessura **teórica** obtida de 10,7 cm está coerente com a normas do DNIT para o número N estimado, devendo-se adotar um revestimento mínimo em **CBUQ** conforme norma da Goinfra apresentada no Quadro 3.3.1.

IP-10 Goinfra:

10^7<N<$5x10^7$	Concreto betuminoso com 10cm

Quadro 3.3.6

APLICAÇÃO DO MÉTODO TECNAPAV - Definição da Espessura Mínima de Revestimento						
Tipo de Solo predominante no Subleito	HRB:	A-2-4	Classificação do Solo do Subleito quanto a Resiliência			
	S (% de Silte):	< 35%	**Tipo**	**S (% de Silte)**		
	ISC (%):	8 a 11%	**ISC (%)**	< 35 %	35 a 65 %	> 65 %
	IP (%):	NP	> 9	1	2	3
		> 35%	6 a 9	2	2	3
Tipo de Solo do Subleito =		**2**	2 a 5	3	3	3

Constantes quanto à resiliência:	Tipo	1	2	3
I1 = 1 I2 = 0	**I1**	0	1	0
	I2	0	0	1

Cálculo da Deflexão Admissível:	log Dadm = 3,148 - 0,188 log Np	Dadm =	52	(0,01 mm)
Deflexão sobre o Pavimento:	adotado para TSD Dp=1,3xDadm e CBUQ Dp=Dadm	Dp =	52	(0,01 mm)
Espessura Mínima de Revestimento:	Hcb = 807,961/Dp - 5,737 + 0,972 I1 + 4,101 I2	Hcb =	**10,7**	cm

Dimensionamento do pavimento:

Quadro 3.3.7

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DO DNER													
Espessura Teórica de Revestimento: R = **10,7** cm de **CBUQ** Adotado R1= **10,0** cm CBUQ													
Cálculos das Espessuras p/ SB> **20%** H20 = 30,1 cm R2= **0,0** cm													
R x KR + B x KB > H20 p/ R=10cm B > **10,1** cm Adotado B = **15** cm													
R x KR + B x KB + SB x KS > Hn SB > Hn - 35,0													
R x KR + B x KB + SB x KS + href x Kref > Hm													
Trecho nº	Entre Estacas		ISC	Hm	ISC	Hn	Espessuras (cm)						
	Inicial	Final	Reforço %	Ref.	SL %	Solo	**Hcb**	**Base**	**Sub-base h20**		**Reforço**		Total
							R_1+R_2	**B**	calculado	adotado	calculado	adotado	
1	0	1.633	-	-	7,3	55,0	**10,0**	**15**	20,0	**20**	-	**-**	45,0

Observação:

* A Execução da camada final de aterro (a qual incluí o sub-leito) deve ser feita com solo selecionado com ISC>7,3% pelo Proctor Normal.

A camada de revestimento será executada em uma camada de CAUQ e terá:

- ***Camada de Revestimento - CAUQ*** — ***Rev = 10 cm***

Para proteção da camada de sub-base a camada de BASE terá:

$B > H20 - [(R_1 \times K_{R1}) + (R_2 \times K_{R2})]$ $B > 30,1 - (10x2)$, $B > 10,1$ cm (mas $B_{min} = 15$ cm), logo :

- ***Base BGS – BRITA GRADUADA SIMPLES*** — ***B = 15 cm***

Para proteção da camada do subleito a camada de SUB-BASE terá:

$SB > Hn - (R \times K_R + B \times K_B)$ $SB > 55 - [(10 \times 2) + (15 \times 1)]$, logo $SB \geq 20,0$ cm

- ***Sub-base – Mistura Solo+Brita (p/ subleito≥7,3%)*** — ***SB = 20 cm***

Adotou-se uma camada de sub-base constante mínima de 20 cm.

As exigências para materiais de sub-base, e base estabilizada são:

- Sub-base granulometricamente estabilizada: ISC≥20; IG = 0 para qualquer tipo de tráfego e expansão ≤ 1%;
- Base estabilizada granulometricamente: LL ≤ 25%; IP ≤ 6; Expansão ≤ 0,5%; equivalente de areia ≥ 30%; e conforme resultados obtidos, será exigido ISC>80% do Proctor Modificado.

❖ ***Acostamento***

Para o acostamento manteremos a mesma estrutura projetada para as faixas de rolamento, com 10,0 cm de espessura. Desta forma, não haverá um degrau, evitando que águas de chuva fiquem retidas no desnível das camadas, além de aumentar a segurança e capacidade da via.

3.3.3.4 Pavimento Adotado

Tendo sido possível a unificação da solução para o trecho, apresentamos no quadro abaixo a estrutura final do pavimento.

Quadro 3.3.8 Pavimento Dimensionado

Camada	*Espessura*	*Materiais*	*Especificação GOINFRA*
Concreto Betuminoso Usinado a Quente - Capa	**5,0 cm**	CAP 60/85-E	ES-PAV 012/2020
Pintura de Ligação	-	RR-1C	ES-PAV 008/2019
Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Binder	**5,0 cm**	CAP 30/45	ES-PAV 012/2020
Pintura de Ligação	-	RR-1C	ES-PAV 008/2019
Imprimação	-	EAI	ES-PAV 007/2019
Base BGS – Brita Graduada Simples	**15 cm**	ISC $\geq$ 80%	ES-PAV 004/2019
Sub-base mistura solo + 35% de brita	**20 cm**	ISC $\geq$ 20%	ES-PAV 002/2019
Regularização de Subleito	**20 cm**	Solo ISC $\geq$ 7,3%	ES-PAV 001/2019

Nota:

Composição da Mistura Solo + Brita para Sub-Base:

- **65% SOLO / 15% BRITA 1 / 10% BRITA 0 / 10 % PEDRISCO**

Composição da Brita Graduada Simples para Base:

- **10% BRITA 2 / 25 % BRITA 1 / 20% BRITA 0 / 45% PEDRISCO**

3.3.3.5 Especificações Básicas dos Materiais e Serviços

O pavimento asfáltico é formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e subleito.

As camadas de base e sub-base são de grande importância estrutural, uma vez que precisam limitar as tensões e deformações na estrutura do pavimento, por meio das combinações entre os materiais e as espessuras das camadas constituintes.

[A] Generalidades

A linha de transição entre as camadas de sub-base e subleito corresponde ao greide das notas de serviço de terraplenagem. Isto significa que o greide acabado da pavimentação corresponde às cotas das notas de serviço somadas às espessuras das camadas do revestimento (sub-base + base + capa).

A camada de revestimento deverá, além de outras funções, receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, desagregação de componentes ou, ainda, perda de compactação; necessita, portanto, ser composta de materiais bem aglutinados ou dispostos de forma que evitem a movimentação horizontal (BALBO, 2007).

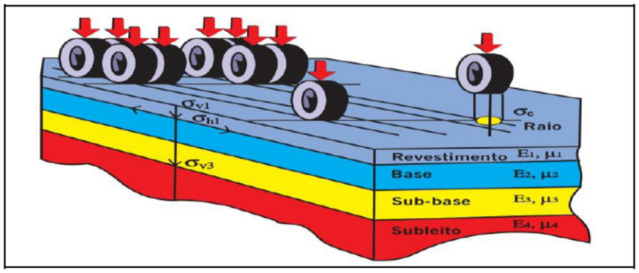
Para o dimensionamento do pavimento, define-se a sua composição (espessura das camadas e materiais) de modo que evite que, para o número de carregamentos previsto durante a vida do pavimento, as degradações ultrapassem os valores limites consideradas aceitáveis. A temperatura das camadas betuminosas condiciona a sua rigidez e com isso o seu comportamento como elemento da estrutura do pavimento (BRANCO et al., 2006).

[B] Remoção e Substituição de Solos Inadequados como Subleito

Definição

O subleito é formado por material consolidado e compactado. Os esforços são impostos a superfície serão absorvidos em sua profundidade. Desta forma, as camadas superiores deverão absorver as maiores solicitações de esforços.

A remoção e substituição de solos inadequados do subleito é um serviço de terraplenagem, constituindo-se na escavação e substituição de materiais nitidamente instáveis do subleito de corte e aterros, por condições da umidade excessiva e de aeração praticamente inviável (borrachudos), por características intrínsecas de baixo poder de suporte ou pela presença de material rochoso.



Apresenta-se sob a forma de bolsões ou em áreas restritas, que possam afetar o bom desempenho do pavimento a ser-lhes superposto, e cujo surgimento não possa ser atribuído à imperícia ou negligência na execução dos serviços de terraplenagem.

Quando na plataforma de corte ou em aterros baixos for verificada a ocorrência de solos de baixa capacidade (no projeto, ISC < 7,3%), solos orgânicos ou for constatada a presença de rocha ou matacões, deverá ser promovida a substituição adequada.

A opção de substituição do subleito deve-se principalmente a fatores econômicos, já que as ocorrências de solo granular, para este reforço, se encontram a distâncias maiores enquanto os solos locais de empréstimos são de boa qualidade (Ver capítulo Estudos Geotécnicos).

Materiais

Os materiais dos rebaixamentos dos cortes serão classificados em materiais de 1ª, 2ª ou 3ª categoria conforme a especificação GOINFRA-ES-T-03/01.

Os materiais removidos deverão ser substituídos por outros de qualidade igual, ou melhor, que a do restante corpo estradal circunjacente [ver especificação da camada final de terraplenagem a seguir], em termos de ISC (no projeto, ISC ≥ 7,3%), expansão e teor de umidade, classificados como Tipo I ou Tipo II, quanto a resiliência, na espessura especificada e constante ao longo da seção transversal, adequadamente compactado, com energia AASHTO Normal, em camadas com espessura máxima de 20cm, obedecendo aos alinhamentos, perfis e seções transversais do projeto.

Foi previsto o rebaixamento onde forem constatados materiais insuficientes com suporte (IS<ISp), deverão ser construídas camadas de terraplenagem nas espessuras determinadas no Quadro a seguir.

Todo corte de material com ISC $\geq$ 7,3% deverá ser rebaixado 40cm com aproveitamento do material existente e o fundo desse rebaixo deverá ser escarificado e compactado, de forma a obter 03 camadas compactadas abaixo do greide de projeto.

QUADRO 3.3.8 – ESPESSURA DA CAMADA DE SUBSTITUIÇÃO DO SUBLEITO

ISC (%)	Espessura (cm)
rocha	40
< 7,3	60
≥ 7,3	NT

[C] Camada Final de Terraplenagem

Generalidades

A linha de transição entre as camadas de sub-base e subleito corresponde ao greide das notas de serviço de terraplenagem. Isto significa que o greide acabado da pavimentação corresponde às cotas das notas de serviço somada às espessuras das camadas do revestimento (sub-base + base + capa). No caso geral, o pavimento flexível é constituído das seguintes camadas: Revestimento, Base, Sub-base, Regularização do Subleito e Subleito.

Como a camada final dos aterros, último 1,00m abaixo da cota do greide (inclui o subleito), deverá ser constituída de materiais selecionados, no Projeto de Pavimentação foram realizados estudos técnico-econômicos visando o máximo aproveitamento destes materiais. Para tanto foram compatibilizados os Projetos de Pavimentação e Terraplenagem, quanto às espessuras e demais características geométricas e geotécnicas necessárias à camada final de terraplenagem, com vista a considerar parte desta como integrante do pavimento.

No projeto definiu-se como "camada final de terraplenagem – **CFT**", a camada que dá sustentação a estrutura do pavimento, sendo ela constituída por materiais importados, nos aterros, e por materiais *in situ* ou importados, nos cortes.

Durante os serviços de terraplenagem, o desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados para a constituição da camada final de terraplenagem, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuados nos cortes, sejam compatíveis com as especificações deste serviço, em conformidade com o projeto.

Constatada a conveniência técnica e econômica da reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superiores dos aterros, será procedido o depósito dos referidos materiais para sua oportuna utilização nas camadas final de aterro e substituição de subleito dos cortes.

Materiais

A especificação GOINFRA-ES-T 005/2019 determina que camada final dos aterros seja constituída de solos selecionados na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis na região, provenientes de cortes ou de empréstimos devidamente selecionados, obedecidos aos seguintes limites:

- Classificados como Tipo I ou Tipo II, quanto a resiliência;
- Diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76mm;

- ISC para energia do AASHTO Normal (DNIT 164/2013-ME), igual ou superior ao do material considerado no dimensionamento do Pavimento, ISC ≥ 7,3%. A espessura de cada camada não deverá ultrapassar de 0,20m;
- Expansão, medida no ensaio de Índice de Suporte Califórnia – (DNER-ME 49/94) - para energia do AASHTO Normal, inferior a 2,0%.

O controle tecnológico deverá ser mais rigoroso na parcela da camada final de terraplenagem (Quadro a seguir) que foi, para fins de dimensionamento do pavimento, considerada como parte integrante da pavimentação.

Quando, em pontos isolados, a elevação do greide se fizer em **aterro inferior a 40 cm** de altura, a superfície do leito **deverá ser rebaixada da diferença de 40cm menos a espessura do aterro, para que se possa e**scarificar e compactar o fundo, de maneira a garantir sua perfeita ligação com a camada subjacente e a **existência de pelo menos 03 camadas da CFT (60 cm) em toda a extensão do trecho**.

Tanto o projeto geométrico quanto o de drenagem devem atender às características técnicas apresentadas a seguir:

1. Obrigatoriedade de execução de meio-fio e sarjetas;
2. Perfil longitudinal com declividade mínima recomendada de 0,50% e máxima de 8%;
3. Seção transversal com declividade entre 3 a 4%;
4. Evitar a infiltração d'água por trás dos meios-fios e sarjetas;
5. Execução de um sistema eficiente de captação superficial, evitando o acúmulo de água em pontos baixos [principalmente em empréstimos laterais].
   Não executar os empréstimos laterais em bota-dentro;
6. Execução de drenagem profunda para rebaixamento do lençol freático a, pelo menos, 1,50 m em relação à cota final de terraplenagem (CFT).

O sucesso do pavimento dependerá do acompanhamento tecnológico rigoroso da terraplenagem e da condição de execução como "bem feita".

Execução e Controle

Apesar de parcela da camada final de terraplenagem (camada de subleito) ser considerada como integrante do pavimento e ser tratado no Projeto de Pavimentação, os critérios de medição e pagamento continuam regidos pela especificação **GOINFRA-ES-T 005/2019** e seus quantitativos estão incluídos no item Terraplenagem dos Quantitativos.

[D] Regularização do Subleito

Definição

A regularização de subleito é uma operação executada na camada final de terraplenagem destinada a conformar transversal e longitudinalmente a plataforma para atingir as cotas da nota de serviço de terraplenagem, de modo a torná-la compatível com as exigências geométricas das camadas subjacentes do pavimento. A regularização deverá ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

Os serviços a executar serão somente os necessários a esta conformação, sendo exigido um grau de compactação mínimo de 100% em relação à massa específica aparente seca, máxima obtida no ensaio de compactação AASHTO Normal (Método A da DNIT 164/2013-ME). Portanto, a regularização propriamente dita e os 20,0 cm finais da camada de terraplenagem nos aterros deverão ser executados imediatamente antes da camada de Sub-base. Em consequência, o Executor deverá entregar a camada final de terraplenagem dos aterros devidamente regularizada e em condições de receber a camada da sub-base.

A escarificação deverá atingir a profundidade de 20 cm para posterior homogeneização e compactação. Cortes e aterros, além de 20 cm máximos devem ser executados e medidos de acordo com as especificações de terraplenagem.

O volume de compactação desta camada não será incluído no subitem orçamentário de compactação a 100% do item terraplenagem, por ser considerada no subitem regularização do subleito do item pavimentação.

Materiais

Os materiais da regularização do subleito devem apresentar características iguais ou superiores às especificadas para a camada final de terraplenagem, provenientes do próprio subleito ou em caso de substituição ou adição de material, estes, deverão ser provenientes de empréstimos ou cortes, obedecidos aos seguintes limites:

- Classificados como Tipo II, quanto a resiliência;
- Diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76mm;
- ISC para energia do AASHTO Normal (DNIT 164/2013-ME), igual ou superior ao do material considerado no dimensionamento do Pavimento, ISC≥7,3% proveniente de caixas concentradas.
- Expansão, medida no ensaio de Índice de Suporte Califórnia – (DNER-ME 49/94) - para energia do AASHTO Intermediário, inferior 2,0%.

Especificações: As técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição deverão seguir a especificações ES-PAV 001/2019 Regularização do Subleito.

[E] Sub-Base

Materiais

A sub-base será construída com mistura de **solo + brita na seguinte proporção, 65% solo + 15% de Brita 1 + 10% de Brita 0 + 10 % de pedrisco, estabilizado granulometricamente, com solo proveniente da Caixa de Empréstimos 2**. A espessura será constante de **20 cm**, compactada com energia AASHTO Proctor Intermediário (26 golpes), na umidade ótima, devendo apresentar ISC ≥ 20%. A variação máxima de umidade não deverá exceder ao intervalo de - 1,0% a +0,5% em relação à umidade ótima.

A mistura dos materiais deve ser executada utilizando unidade misturadora conforme recomendação:

> "*tipo "pug-mill", constituído usualmente de uma caixa metálica tendo no seu interior, como elementos misturadores, dois eixos que rodam em sentido contrário, providos de uma chapa em espiral ou de pequenas chapas fixadas em hastes, e que, devido ao seu movimento, forçam a mistura íntima dos materiais, ao mesmo tempo em que os faz avançar até a saída da unidade"* (GOINFRA ES-PAV 002/2019).

Na hipótese da utilização, por interesse da Executante, de Jazidas não indicadas no Projeto de Engenharia, os elementos e parâmetros caracterizadores devem ser perfeitamente estabelecidos e definidos pela Executante obedecendo na íntegra às competentes Normas da GOINFRA e ainda os condicionamentos específicos estabelecidos neste Projeto de Engenharia.

Tais Jazidas deverão ser previamente submetidas à aprovação da Fiscalização e sua utilização só poderá ocorrer após comprovada, pela Fiscalização, sua suficiência volumétrica em função de sua aplicação e a devida qualificação de seus parâmetros geotécnicos e índices físicos pertinentes - os quais devem ser, no mínimo, iguais aos das ocorrências integrantes do Projeto de Engenharia que estão sendo substituídas.

Execução e Controle

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações da GOINFRA ES-PAV 002/2019 Sub-Base e Base Estabilizada Granulometricamente com ou sem mistura da Goinfra.

[F] Base

Conforme avaliação econômica a base será projetada com brita graduada simples, devido a proximidade da fonte deste insumo ao trecho a duplicar. A BGS é um dos materiais granulares mais largamente utilizados no país como base e sub-base de pavimentos asfálticos, e foi introduzida na década de 1960. A brita graduada consiste de uma mistura de pedras britadas, que resulta em um material com distribuição granulométrica dita bem-graduada.

As britas graduadas possuem elevada qualidade quando compactada na energia modificada, e chegam a apresentar ISC maiores que 100%. As bases de brita graduada pode ser empregada a qualquer tipo de tráfego. **A mistura do material que forma a brita graduada é realizada em usina**.

A mistura utilizada na base será executada com **brita graduada**, na seguinte proporção **10% de Brita 2 + 25% de Brita 1 + 20% de Brita 0 + 45% de Pedrisco**. A espessura será de **15 cm,** compactadas no AASHTO Proctor Modificado 55 golpes.

O emprego do ISC, como referência de suporte de materiais empregados na estrutura de pavimentos, tem sido questionado, nas últimas décadas, no meio técnico-científico brasileiro. Assim, em vários projetos de pavimentos, com fundamento em análises mecanicistas, têm-se realizado ensaios de deformabilidade, no lugar dos ensaios de resistência, quando também é determinado o Módulo de Resiliência - MR, padronizado pelo método de ensaio DNIT-ME 134/2010. Valores típicos de MR da BGS, geralmente, ficam na faixa de 100 a 400 Mpa (BERNUCCI et al, 2008).

O uso de uma **usina para se realizar a mistura dos agregados** e a adição de água é fundamental para a formação e o controle da curva granulométrica desejada. No transporte para o local da obra, podem ser usados caminhões basculantes, devendo-se tomar cuidado para que não ocorra a segregação do material, tanto no momento de carga destes caminhões, quanto no transporte e descarga.

A superfície que irá receber a BGS precisa estar seca, desempenada, limpa, isenta de pó e demais substâncias estranhas. O espalhamento pode ser executado em múltiplas camadas, que não devem ser inferiores a 10,0 cm e nem superiores a 20,0 cm, por meio de vibroacabadora, sempre que possível, pois assim minimiza-se a segregação e a perda de umidade. A compactação é executada por rolos de pneus e/ou lisos, com ou sem vibração. Após a conclusão da compactação, a umidade da camada deve ser preservada. Opta-se por realizar o umedecimento da superfície constantemente, até que se execute a camada subsequente ou se realize a imprimação.

Na hipótese da utilização, por interesse da Executante, de Jazidas não indicadas no Projeto de Engenharia, os elementos e parâmetros caracterizadores devem ser perfeitamente estabelecidos e definidos pela Executante obedecendo na íntegra às competentes Normas da GOINFRA e ainda os condicionamentos específicos estabelecidos neste Projeto de Engenharia.

Execução e Controle

Como a base dá o acabamento final à superfície pavimentada, em sua execução deverá ser rigorosamente obedecida as seções transversais de projeto constante do Volume 2 - Projeto de Execução.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	ES - PAV 005/2019	Pavimentação – Brita Graduada

[G] Imprimação

Após a execução da camada de base deve ser executada a imprimação betuminosa, impermeabilizante com o fim de aumentar a coesão da superfície além de impermeabilizar e aumentar a aderência do pavimento asfáltico com a base.

Materiais

Toda a plataforma será imprimada, com emulsão asfáltica, com taxa entre 0,9 e 1,5 Kg/m². A determinação exata da taxa, que é função da permeabilidade da base, será fixada experimentalmente, considerando-se que a taxa ideal é a máxima quantidade de EAI que pode ser absorvido em 24 h, sem deixar excesso na superfície, e que promove a cobertura perfeita da base.

O material betuminoso utilizado será emulsão asfáltica para imprimação, que deverá preencher os requisitos de qualidade especificados na DNIT 165/2013.

Execução e Controle

Considerou-se que os depósitos para os materiais betuminosos serão instalados nas proximidades do canteiro central.

Especificações: As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	ES-PAV 007/2019	Imprimação

[H] Pintura de Ligação

A aplicação de pintura de ligação entre camadas asfálticas é prática comum em obras de pavimentos novos ou restaurações, sendo importante para garantir a aderência entre as camadas. Esse tratamento da interface geralmente é feito com emulsão asfáltica, que faz com que a estrutura do pavimento trabalhe como um sistema monolítico, evitando problemas de trincamento precoce por fadiga, ou escorregamentos.

A principal função da pintura de ligação é promover perfeita aderência na interface das camadas e garantir um deslocamento contínuo entre elas, fazendo com que o pavimento funcione como uma estrutura monolítica, tal qual foi projetado. Etapa simples e com custo relativamente baixo quando comparado ao valor total da execução de uma obra de pavimentação asfáltica, a pintura de ligação é essencial para o funcionamento adequado e o prolongamento da vida útil de pavimentos novos ou restaurações.

Quando a aplicação da pintura de ligação ocorre em quantidade insuficiente para garantir boa aderência entre as duas camadas asfálticas, surgem tensões de tração de elevada magnitude na fibra inferior da camada superficial. Este efeito, muito severo, produz geralmente um trincamento precoce por fadiga do revestimento novo. Por outro lado, o excesso de pintura, além de antieconômico, pode causar um escorregamento entre as camadas, representando também um problema para a estrutura do pavimento. Neste caso, a camada asfáltica superior, por trabalhar não aderida, também estará sujeita a tensões de tração na fibra inferior maiores que o esperado e, portanto, ao trincamento precoce por fadiga.

A pintura de ligação consiste na aplicação de material betuminoso para promover aderência entre o revestimento betuminoso e a camada subjacente. O material utilizado será emulsão asfáltica tipo RR-1C, diluído em água na proporção 1:1, e aplicado na taxa de 0,50 a 0,80 litros/m² de tal forma que a película de asfalto residual fique em torno de 0,3mm.

O equipamento utilizado é o caminhão espargidor, salvo em locais de difícil acesso ou em pontos falhos que deverá ser utilizado o espargidor manual.

Execução e Controle

Considerou-se que os depósitos para os materiais betuminosos serão instalados nas proximidades do canteiro central.

Especificações: As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	ES- PAV 008/2019	Pavimentação – Pintura de Ligação
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação

[I] Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

As misturas betuminosas são constituídas de ligante asfáltico e agregado mineral e têm seu comportamento afetado tanto pelas propriedades individuais destes componentes quanto pela relação entre eles. Os ligantes que podem ser de cimento asfáltico ou cimento asfáltico modificado com polímeros, por exemplo, atuam como elemento de ligação e agente impermeabilizante, colando as partículas minerais e formando uma massa coesa (MOTTA et al., 1996).

Tendo em consideração a indicação dos materiais constituintes de cada intervenção proposta, julgou-se conveniente caracterizar dentre eles o Concreto Betuminoso. A qualidade intrínseca desta camada depende de vários fatores que deverão ser controlados rigidamente para que não ocorram problemas decorrentes da falta ou excesso de ligante, do mau controle da granulometria dos agregados ou relativos ao desgaste prematuro da camada.

O revestimento em concreto asfáltico será construído com duas camadas de **Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ)**, sendo a primeira camada na Faixa "B" - Binder, tendo como ligante o CAP 30/45 e agregado proveniente da pedreira indicada, com espessura de 5,0 cm em uma camada nas pistas e acostamentos, sobreposta por uma camada na Faixa "C" – Capa, com 5 cm, utilizando o ligante CAP 60/85-E, também nas pistas e acostamentos. O material de enchimento poderá ser areia, pó de pedra ou mistura dos dois (DNER EM 385/99).

Não foi prevista a instalação de uma usina de CBUQ já que há fornecedores próximos ao trecho com disponibilidade de fornecimento, conforme apresentado no linear de ocorrências. Quando as condições climáticas, associados à distância de transporte, o exigir, todos os carregamentos da mistura deverão ser cobertos com lona impermeável, de modo a reduzir a perda de calor e evitar a formação de crosta na parte superior da carga transportada.

A mistura asfáltica será dosada pelo método Marshall e deve ser realizada de forma a assegurar durabilidade, resistência à fadiga e estabilidade à deformação plástica da mistura, face às condições de clima, do tráfego e da estrutura do pavimento.

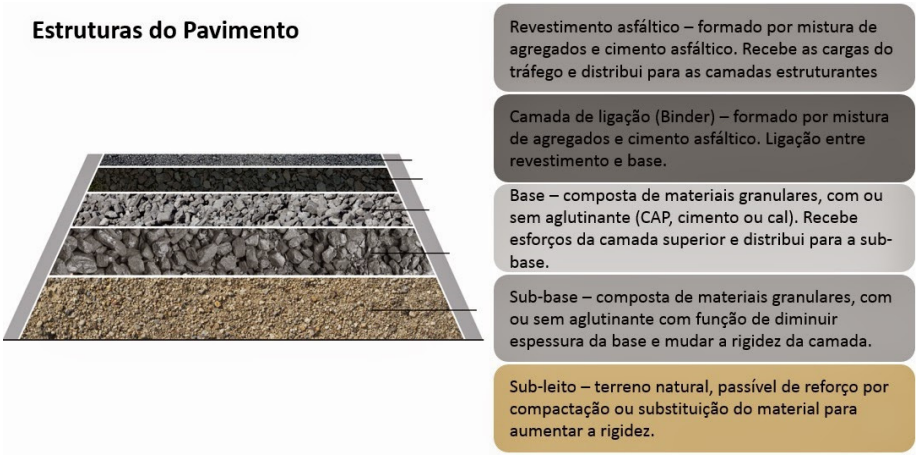
Selecionou-se para a capa de rolamento o CBUQ enquadrado na faixa "C", em virtude principalmente de suas adequadas características superficiais e de flexibilidade. A maior rugosidade superficial do CBUQ na faixa C dificulta a aderência da película d'água sobre o revestimento, proporcionando, um maior coeficiente de atrito cinemático devido as melhores condições de escoamento das águas superficiais na superfície do revestimento. A dificuldade criada para o acúmulo de água sobre a superfície do revestimento - condições de escoamento intercanais - responde pela minimização dos riscos de ocorrência do fenômeno da aquaplanagem (hidroplanagem e viscoplanagem) (GONTIJO, 2010).

O projeto da mistura deverá ser elaborado no laboratório antes do início dos serviços.

CAPA DE ROLAMENTO - CBUQ FX "C" COM CAP 60/85-E POLÍMERO (SICRO 6416248)			
MATERIAIS	FX."C"	ÍNDICES	FX."C"
Brita	30,59%	Percentagem de vazios	3 a 5
Areia	56,47%	Relação betume / vazios	75 a 82
Filler	7,06%	Estabilidade, mínima	800 Kgf (75 golpes)
CAP-60/85-E	5,88%	Asfalto solúvel no CS2 (+) Capa (%)	4,5 a 9,0
		Resistência à tração por compressão diametral a 25°C, Mpa	0,75
BINDER - CBUQ FX "B" CAP 30/45 (SICRO 6416143)			
MATERIAIS	FX."B"	ÍNDICES	FX."B"
Brita	52,83%	Percentagem de vazios	4 a 6
Areia	36,32%	Relação betume / vazios	65 a 78
Filler	5,19%	Estabilidade, mínima	700 Kgf (75 golpes)
CAP-30/45	5,66%	Asfalto solúvel no CS2 (+) Binder (%)	4,5 a 7,5
		Resistência à tração por compressão diametral a 25°C, MPa	0,65

A mistura empregada na camada de rolamento deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.

Figura 3.3.2



O projeto da mistura deverá ser elaborado no laboratório antes do início dos serviços de execução do CBUQ. No projeto, para levantamento das quantidades de materiais, consideraram-se as quantidades padrões da GOINFRA, apresentadas anteriormente.

O projeto do CBUQ será elaborado pelo Construtor em laboratório pela Contratada, antes do início dos serviços, que terá total responsabilidade sobre o mesmo. Tal procedimento advém da necessidade de **conhecer as características dos materiais** que serão empregados na obra, respeitando as limitações das especificações, as quais serão conhecidas somente depois de escolhidos pelo Construtor.

A mistura asfáltica será dosada pelo método Marshall e deve ser realizada de forma a assegurar durabilidade, resistência à fadiga e estabilidade à deformação plástica da mistura, face às condições de clima, do tráfego e da estrutura do pavimento.

Ligante

O asfalto é um material complexo, tanto do ponto de vista de composição química como de propriedades de engenharia. Apresenta um comportamento viscoso, caracterizado pela diminuição da rigidez para longos períodos de aplicação de carga, e susceptibilidade térmica, caracterizada pela alteração de propriedades (viscosidade, rigidez, consistência) em função da temperatura.

Somente sob condições extremas o CAP se comporta como sólido elástico (baixa temperatura e pequeno tempo de carregamento) ou como líquido viscoso (alta temperatura e grande tempo de carregamento). Portanto, a susceptibilidade à temperatura e ao tempo de carregamento de um CAP é uma variável importante no desempenho de pavimentos.

O envelhecimento de um ligante asfáltico pode ser definido como sendo o processo de endurecimento que este sofre durante a estocagem, usinagem, aplicação e em serviço, responsável pela alteração de suas características físicas, químicas e reológicas que causam um aumento na sua consistência.

Atualmente um dos grandes desafios da pavimentação a quente é reduzir o envelhecimento do ligante asfáltico durante todo o seu ciclo de aplicação. Como outras substâncias orgânicas, o ligante asfáltico oxida lentamente quando em contato com o ar. Os grupos polares oxigenados tendem a associar-se, formando micelas de alto peso molecular e graças a isso ocorre um aumento da viscosidade do ligante asfáltico. Estas transformações geradas resultam em moléculas maiores e mais complexas que fazem o ligante asfáltico endurecer e ficar menos flexível.

O grau de oxidação é altamente dependente da temperatura, superfície e tempo de exposição e da espessura da película de ligante asfáltico. A taxa de oxidação dobra a cada 10º C de aumento na temperatura do ligante acima dos 100º C.

O endurecimento devido à oxidação há algum tempo vem sendo considerado a principal causa de envelhecimento do ligante asfáltico. O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é utilizado em misturas a quente, tais como: concreto asfáltico, pré-misturado, areia-asfáltica, tratamento superficial e macadame betuminoso.

Ligantes a Serem Utilizados

Um Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) mais flexível e com mais ligante asfáltico está menos propenso a problemas de trincamento e sua vida útil tende a se prolongar, aliar a estes dois fatores a uma deformação permanente baixa é uma grande conquista, que só é possível pelo equilíbrio entre um agregado adequado, uma faixa bem estruturada e um ligante asfáltico que possua um valor de ponto de amolecimento alto, atrelado à uma viscosidade elevada que proporcione um alto índice de película no agregado e também a uma recuperação elástica excepcional, responsável por absorver e devolver com eficiência os esforços aplicados sobre o pavimento.

O CAP 50/70 é convencionalmente usado para revestimento de CBUQ no Goiás. Em virtude das elevadas temperaturas em que trabalham os pavimentos na região, a utilização de um ligante mais consistente, como o **CAP 60/85-E** e o **CAP 30/45** devem ser considerados.

A utilização do CAP modificado por polímero na capa de rolamento provoca uma redução significativa da deformação permanente, com redução de mais de 50% de deformação quando comparados com a mistura com CAP 50/70. Com relação a evolução da deformação ao longo do tempo, o pavimento com elastômero se processa de forma mais lenta.

Resultados de estudo de SOARES et al. (1999), no Nordeste, indicaram, para a Faixa C, que CAP similares com densidades próximas, como o caso do 30/45 e 50/60, desde que produzidos com o mesmo petróleo e quando são mantidas as outras variáveis da mistura, não apresentam teores de projeto diferentes.

O CAP 30/45 foi classificado SOARES et al. (1999) de acordo com as especificações SUPERPAVE como um PG 70-16 (desempenho adequado a temperaturas do pavimento de -16°C a 70°C), enquanto o CAP 50/60 foi classificado como um PG 64-16. Observa-se um aumento do teor de asfaltenos (%) com o aumento da consistência: 30/45 (27%) e 50/60 (20%).

Os ligantes 30/45 e 50/60 têm comportamento semelhante quanto à resistência às trincas térmicas (temperaturas mínimas do grau PG iguais) e bastante próximas para o grau PG de temperaturas máximas, que corresponde à contribuição do ligante quanto ao comportamento ao afundamento de trilha

de roda. Também são bastante semelhantes as temperaturas intermediárias obtidas para os dois ligantes (ambas 25 ^{0}C), que correspondem à contribuição do CAP ao problema de fadiga.

Na opinião de SOARES et al (1999) a maior preocupação que deve existir para seleção de um ligante mais adequado para as várias regiões do Brasil deve ser a questão do clima e, neste caso ligante mais "duros" são melhores na maioria das vezes.

SOARES et al (1999) realizaram ensaios de fadiga para as diversas misturas das Faixas C, B e A. E notaram que as misturas com CAP mais consistentes possuem maior vida de fadiga. Há uma pequena diferença no comportamento das misturas com os CAP similares (30/45 e 50/60). À medida que a mistura se torna mais grossa, nota-se que fica mais acentuado o efeito de usar-se um CAP menos consistente. Comparando as misturas nas duas faixas, nota-se que para os CAP 30/45 e 50/60, a mistura na Faixa A obteve maior vida de fadiga do que a mistura na Faixa B, e esta maior do que a mistura na Faixa C.

Continuando, SOARES et al (1999) confirmaram que quanto mais grossa é a granulometria, menores são as deformações permanentes. Quanto ao efeito do ligante confirma-se que quanto mais consistente o ligante, menor a deformação permanente, relativamente à mesma granulometria. Estes valores de deformação permanente específica indicam a contribuição relativa à camada asfáltica no afundamento de trilha de roda. Exemplificando, se um revestimento asfáltico tiver 10 cm de espessura e for construído com a mistura da Faixa C e com o ligante 85/100, ela terá uma participação estimada de 0,79 cm no afundamento de trilha de roda, enquanto se fosse usado o CAP 30/45, com a mesma granulometria, esta participação estimada seria de 0,49 cm, com o CAP 50/70 seria de 0,61 cm.

Em resumo, para os materiais ensaiados, notaram que as misturas com CAP mais consistentes apresentam maior módulo de resiliência, maior resistência à deformação permanente na compressão axial e maior resistência à tração estática, para a mesma faixa granulométrica. A vida de fadiga das misturas com CAP mais consistentes também foi superior. Notou-se um maior efeito da consistência do CAP em parâmetros como MR/RT e vida de fadiga nas faixas mais grossas.

O asfalto CAP 30/45 é fabricado nas Refinarias da Petrobrás e comercializado pelas empresas distribuidoras, sendo disponibilizados pelas Refinarias REGAP (Betim / MG), REDUC (Duque de Caxias / RJ), REPLAN (Paulínia / SP).

Controle de Qualidade do CAP

Apesar da responsabilidade pelo fornecimento e qualidade do CAP ser da Contratada, alguns ensaios devem ser feitos. Assim, para todo carregamento de CAP que chegar à obra serão realizados os seguintes ensaios (e exigências), independente da certificação de que o CAP foi aprovado pelos laboratórios de controle de entrada do material betuminoso.

- O ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (ABNT MB-14950) deverá ser executado com as temperaturas de 135ºC, 150ºC e 177ºC, de modo que o fluido não se encontre no regime lamelar;
- O ensaio de penetração (ABNT MBR-6576) deverá ser executado com a temperatura a 52ºC devendo apresentar > 30x0,1mm;
- Ensaio do ponto de fulgor (DNER ME-148);
- Ensaio de espuma a 175°C.
- Serão rejeitados os carregamentos cujos ensaios não atendam às exigências, não sendo permitindo o descarregamento do CAP.

Produto	Qualificação do Produto
CIMENTOS ASFÁLTICOS	CIMENTOS ASFÁLTICOS CAP-30-45
	CIMENTOS ASFÁLTICOS CAP-50-70
	CIMENTOS ASFÁLTICOS CAP-85-100
	CIMENTOS ASFÁLTICOS CAP-150-200
ASFALTOS DILUÍDOS	ASFALTOS DILUÍDOS CR-70
	ASFALTOS DILUÍDOS CR-250
	ASFALTOS DILUÍDOS CM-30
	ASFALTOS DILUÍDOS CM-70
EMULSÕES ASFÁLTICAS	EMULSÕES ASFÁLTICAS RR-1C
	EMULSÕES ASFÁLTICAS RR-2C
	EMULSÕES ASFÁLTICAS RM-1C
	EMULSÕES ASFÁLTICAS RM-2C
	EMULSÕES ASFÁLTICAS RL-1C
	EMULSÃO ASFÁLTICA DE RUPTURA LENTA CATIÔNICA PARA SERVIÇO DE LAMA ASFÁLTICA
	EMULSÃO ASFÁLTICA DE RUPTURA LENTA DE CARGA NEUTRA PARA SERVIÇO DE LAMA ASFÁLTICA
	EMULSÃO ASFÁLTICA PARA SERVIÇO DE IMPRIMAÇÃO
	EMULSÃO ASFÁLTICA CATIÔNICA DE RUPTURA CONTROLADA PARA SERVIÇO DE LAMA ASFÁLTICA
CIMENTOS ASFÁLTICOS DE PETRÓLEO MODIFICADOS POR POLÍMEROS	CAP MODIFICADO POR POLÍMERO 55/75-E
	CAP MODIFICADO POR POLÍMERO 60/85-E
	CAP MODIFICADO POR POLÍMERO 65/90-E
EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS	EMULSÕES ASF. MOD. POR POLÍMEROS RR1C-E
	EMULSÕES ASF. MOD. POR POLÍMEROS RR2C-E
	EMULSÕES ASF. MOD. POR POLÍMEROS RM1C-E
	EMULSÕES ASF. MOD. POR POLÍMEROS RC1C-E
	EMULSÕES ASF. MOD. POR POLÍMEROS RL1C-E
CIMENTOS ASFÁLTICOS DE PETRÓLEO MODIFICADOS POR BORRACHA MOÍDA DE PNEUS (ASFALTOS BORRACHA)	CAP MODIFICADO POR BORRACHA DE PNEU AB8
	CAP MODIFICADO POR BORRACHA DE PNEU AB22

Fonte: ANP - 2021

A Norma ABNT NBR 14883 descreve os procedimentos para se obter manualmente amostras representativas de produtos de petróleo no estado líquido, semilíquido ou sólido, cuja pressão de vapor nas condições normais do ambiente seja inferior a 101,3 kPa. A coleta das amostras pode ser feita a partir de tanques, tubulações, tambores, barris, latas, tubos, sacos, tachos e fluxo livre.

Como determina a Norma DNIT 095/2006-EM o Construtor deve remeter a amostra, devidamente autenticada, a um laboratório aparelhado para realização dos demais ensaios de recebimentos.

As misturas são produzidas em usinas a temperaturas compreendidas entre os 160 e os 180ºC, de forma a obter-se a consistência adequada para o fabrico da mistura, sendo a compactação destas realizada a temperaturas na ordem dos 140 a 160ºC. Durante a produção da mistura não se deve exceder os 190ºC, de forma a minimizar a oxidação do betume e prevenir a degradação do próprio polímero.

Agregados

Segundo DNER EM 367/99 o material de enchimento poderá ser cimento, pó calcário, pó de pedra, com material passante na peneira 200 de 65 a 100%.

Deverá ser empregada pedra britada como agregado graúdo. Seguindo as recomendações do Instituto de Asfalto Americano, o esqueleto granular da curva projetada deve ser verificado comparando-o com a Curva de "Fuller" (curva de densidade máxima para potência 0,45).

O agregado miúdo deverá ser composto de finos da britagem da rocha da pedreira (areia artificial) ou areia natural indicada no projeto. No conjunto, o agregado miúdo deverá atender às recomendações contidas no item 5.1.2.2 da Especificação.

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o material betuminoso, conforme DNER-ME 078/94, deverá ser incorporado ao ligante melhorador de adesividade, em quantidade a ser determinada em ensaios de laboratório.

Instalação de Britagem

A instalação de britagem deverá proporcionar a separação dos produtos de britagem em, pelo menos, três classes granulométricas:

- Agregado graúdo, agregado médio e agregado miúdo (100% passando na peneira Nº 4 – 4,8 mm);
- Visando à melhor verificação das quantidades de concreto betuminoso produzidas e aplicadas na pista, deverá ser instalada no canteiro de obras balança para pesagem de caminhões. Esta forma de verificação não afetará os procedimentos relacionados com a medição e pagamento dos serviços, cuja respectiva sistemática está descrita no item 8 de Especificações do DNIT.

Nota sobre o CBUQ produzido na região de Goiânia:

Análises laboratoriais realizadas em massa asfáltica – CBUQ - produzida com agregados miúdos, graúdos e pó de brita de origem micaxisto, em conjunto com material betuminoso CAP 50/70, dosados pelo método Marshall para a Faixa "C" (camada de rolamento) do DNIT, para a região do entorno de Goiânia, pode não ser uma solução adequada.

Trabalhos realizados por engenheiros da Engesolo Engenharia[5] e pela Escola de Engenharia de Goiás - UFG[6][7], corroboram com esta afirmação.

Algumas conclusões obtidas com a massa asfáltica elaborada para simular o CBUQ feito nas usinas de Goiânia-Go, utilizando os mesmos materiais e porcentagem de betume resultaram nas seguintes observações:

Propriedades Volumétricas das Misturas:

1. Todas as misturas obtiveram resultados de volume de vazios (VV%) inferiores ao especificado nas principais normas (3%), que pode comprometer o desempenho das misturas quanto ao ATR (Afundamento em Trilha de Rodas).;
2. Todas as misturas obtiveram o Vazio do agregado mineral (VAM) abaixo do que a norma recomenda para o tamanho nominal máximo do agregado (15%), o que pode comprometer o desempenho à fadiga e a durabilidade das misturas (filme de ligante delgado recobrindo os agregados).
3. Todas as misturas apresentaram valores muito altos de relação betume vazio RBV (próximos a 90%), sendo que a especificação recomenda valores entre 75 e 82%, o que pode comprometer a estabilidade do revestimento.

Quanto à estabilidade e fluência:

1. A medida da fluência demonstra a capacidade de deformação do revestimento antes da ruptura, na comparação das misturas, a com CAP 50/70 apresentou a maior deformação. Conclui-

[5] ENGESOLO ENGENHARIA S/A Um caso de fissuração precoce de reforço e pavimento daBR-153, em CBUQ, executado com brita de micaxisto da região de Goiânia-GO. 2º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço, 1989;

[6] COELHO JR., ROCHA Estudo Preliminar de Misturas Asfálticas à Quente Utilizadas em Obras de Pavimentação na Região Metropolitana de Goiânia, TCC, 2013;

[7] C.Q.A. PRUDENTE Estudo Laboratorial de misturas asfálticas a quente utilizadas em Goiás, Dissertação de Mestrado. 2015.

se então que misturas com CAP 50/70 (a mais utilizada para o preparo da massa asfáltica) para temperaturas mais elevadas, apresenta grande deformabilidade e menor resistência ao cisalhamento (menor intertravamento). Portanto, talvez as misturas mais utilizadas na região não sejam a melhor para as condições de tráfego e clima existentes. Recomendamos para uso em Goiás o **CAP 30/45** e o **CAP 60/85-E.**

Quanto ao comportamento mecânico – resistência à tração

- Analisando os valores obtidos para resistência a tração por compressão diametral, verifica-se que a mistura com **CAP 60/85-E** destaca-se por apresentar maior valor, o que indica uma maior resistência mecânica do revestimento quando solicitado pelo tráfego.

Quanto ao agregado (Micaxisto):

1. Conclui-se que o agregado utilizado na composição das misturas avaliadas não apresenta características ideais para essa aplicação e que faltam estudos completos para a escolha do tipo de ligante e de teor ideal para a produção de concretos asfálticos de qualidade na região.
2. O problema das britas de micaxisto para o uso na capa de rolamento (CBUQ) são a forma lamelar e os efeitos do pó de mica na massa asfáltica, cujas características mineralógicas (mica) das frações finas do agregado, podem elevar a rigidez na camada betuminosa ao ponto de sofrer uma fadiga precoce e consequente fissuração do revestimento executado. O módulo de resiliência do CBUQ utilizando micaxisto pode alcançar a ordem de 60.000 Kgf/cm², exatamente o dobro do MR do CBUQ dosado com substituição dos finos de micaxisto por finos graníticos. O valor médio do módulo na literatura gira em torno de 41.930 Kgf/cm², ou seja 43,10% maior.
3. Para utilização de pedreiras de micaxisto no preparo do concreto asfáltico usinado a quente, recomendamos primeiramente na mudança de faixa "C" (mais fechada), para faixa "B" (mais aberta), no intuito de diminuir a porcentagem de pó-de-pedra na mistura, minimizando os seus efeitos deletérios. E em segundo, um estudo de traço, com a substituição parcial ou total do pó-de-pedra de micaxistos, cujas características dos finos micáceos enrijecem a massa asfáltica, por uma composição de outros agregados disponíveis como filler calcário, filler cimento, areia de cava e até pó de pedra de granito ou gnaisse, para que se consiga resultados normais nos ensaios laboratoriais.

Diante deste quadro, **recomendamos** tanto a construtora quanto a fiscalização que sigam as recomendações deste projeto, e não simplesmente adquirir e adotar o CBUQ de usinas comerciais, utilizando-o nas obras sem as devidas verificações, simplesmente pelo benefício do menor custo, sob pena de termos uma vida reduzida do pavimento.

Usinas

No projeto, não foi necessário prever a instalação de uma usina de CAUQ no canteiro, pois o transporte da mistura comprada comercialmente não excede 15km, de um máximo de 60 km.

As misturas são **produzidas a temperaturas entre os 150 e os 170ºC**, de forma a obter-se a consistência adequada para o fabrico da mistura, sendo a **compactação** destas realizada a temperaturas mais reduzidas na ordem dos **130 a 150ºC** (ANTUNES et al. 2005). A temperatura mínima para espalhamento nas vibro acabadoras será de **119ºC**.

A AASHTO prescreve os seguintes limites para o aquecimento dos agregados e do ligante:

- Agregados ao entrarem no misturador: 107ºC a 163ºC
- Cimento Asfáltico nos tanques ou caldeiras: 121ºC a 163ºC (107ºC a 177ºC – DNIT 031/2006-ES)

Na prática costuma-se trabalhar com os agregados numa temperatura aproximadamente de 15ºC a 20ºC superior à do ligante, devido ao percurso do agregado até o misturador. A temperatura de **saída da massa do misturador não deve ser superior a 149ºC**.

Se for empregada usina de asfalto do tipo "Drum-mixer", esta deverá conter os seguintes dispositivos, além de atender à especificação particular adiante exposta:

- Controlador automático por meio de painel eletrônico;
- Sistema de pesagem individual em cada dosador;
- Alimentadores capazes de aumentar ou diminuir todos os materiais, simultaneamente, sem alterar o traço da dosagem no que se refere à proporção entre agregados;
- Silos dosadores com conversores de frequência e módulo de sincronismo;
- Controle de ajuste contínuo da quantidade de agregados no tambor;
- Controle de chama e de temperatura;
- Sistema eletrônico de controle da mistura;
- Silo de armazenagem com capacidade mínima de 25 m³, revestido com lã-de-vidro (isolante), com sistema de descarga dotado de comportas com acionamento pneumático;
- Silo próprio para cada agregado, não se permitindo silos bipartidos;
- Não será permitido o aumento da chama do maçarico e da temperatura quando os agregados estiverem muito úmidos.

Composição da Mistura

A mistura asfáltica será dosada pelo método Marshall (DNER-ME 043) e deve ser realizada de forma a assegurar durabilidade, resistência à fadiga e estabilidade à deformação plástica da mistura, face às condições de clima, do tráfego e da estrutura do pavimento.

Transporte da Mistura

Quando as condições climáticas, associados a distância de transporte, o exigirem, todos os carregamentos da mistura deverão ser cobertos com lona impermeável, de modo a reduzir a perda de calor e evitar a formação de crosta na parte superior da carga transportada.

Compactação

A operação de rolagem inicia imediatamente após a distribuição, sendo que a fixação da **temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e ao peso do rolo empregado**. Quando a rolagem tem início com temperaturas extremas (alta ou baixa) ocorrem ondulações e rastejamento surgindo fissuras na superfície.

Para evitar rolagem com temperaturas abaixo das especificadas é sugerido que a distância entre os rolos compressores e a vibro-acabadora não seja superior a 50 metros.

Os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem tráfego, até seu completo resfriamento.

Materiais

1) Geralmente são utilizados os seguintes materiais na composição de um concreto asfáltico:
   a) Materiais betuminosos: **CAP 30/45** e **CAP 60/85-E**;
   b) Agregados graúdos: Pedra Britada;
   c) Agregados miúdos: areia, pó de pedra ou mistura de ambos; e
   d) Filler: Cimento Portland.
2) No caso de utilização de melhorador de adesividade ("Dope"), este deverá ser adquirido separadamente e incorporado ao Cimento Asfáltico de Petróleo - CAP no canteiro de serviço.

Especificações: As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	ES-PAV 012/2020	Pavimentação – Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente
AGETOP	ISMA-08	Impactos na Fase de Obras Rodoviárias: Causas / Mitigação / Eliminação

O controle do grau de compressão – GC, da mistura betuminosa deverá ser feito medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas.

O grau de compressão mínimo a ser exigido deverá ser definido durante a dosagem das misturas em laboratório, de forma a se ter volume de vazios (Vv) inferior ou igual a 6%, após a compactação na pista.

O controle do grau de compressão deverá ser feito comparando-se as densidades aparentes dos corpos-de-prova extraídos da pista com a densidade aparente obtida no projeto da mistura, não podendo ser adotada a densidade aparente de corpos-de-prova moldados no local.

Nos casos em que for constatado defeito no CBUQ aplicado na pista, e a critério da Fiscalização, a Empreiteira das Obras deverá providenciar, às suas expensas, a execução de ensaios especiais com o CAP e as misturas betuminosas, dentre os quais se destacam:

- Extração e recuperação de betume pelo Método de Abson;
- Fracionamento químico pelo Método de Rostler;
- Ensaios convencionais com o asfalto recuperado e o das amostras guardadas em obra: penetração, ponto de amolecimento, etc.;
- Determinação comparativa das viscosidades absolutas dos asfaltos virgem e recuperado – traçado das retas de Heukelon.

[J] Asfalto

Foi realizado o levantamento de fornecedores de materiais betuminosos próximos à rodovia. Com os dados de sua localização, foi possível calcular a média ponderada da distância entre eles.

Considerando os dados fornecidos pela ABEDA Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos, nas proximidades das rodovias existem algumas opções de bases de asfalto que podem ser usadas para fornecimento de materiais betuminosos. Considerando o melhor acesso por rodovias asfaltadas optou-se pela Disbral de Aparecida de Goiânia.

- Aparecida de Goiânia / **GO** (DISBRAL)

CENTRO-OESTE

	Cidade	UF
Betunel	CAMPO GRANDE	MS
	CUIABÁ	MT
	GOIÂNIA	GO
brasquímica	CAMPO GRANDE	MS
Centro-Oeste	BRASÍLIA	DF
	CRISTALINA	GO
	ITUMBIARA	GO
	CUIABÁ	MT
grupo disbral	APARECIDA DE GOIÂNIA	GO
	BARRA DO GARÇAS	MT
emam asfaltos	VÁRZEA GRANDE	MT
GRECA ASFALTOS	CUIABÁ	MT
	CAMPO GRANDE	MS
nta Novas Técnicas de Asfaltos	CUIABÁ	MT
	GOIÂNIA	GO
	CAMPO GRANDE	MS

[K] Levantamento Deflectométrico

Uma das formas encontradas para se aumentar a probabilidade de bom desempenho de um pavimento novo é se controlar a deformação resiliente da estrutura durante o processo construtivo, através da medida sistemática das deflexões recuperáveis. A medida das deflexões recuperáveis possibilita, de forma indireta, avaliar a magnitude da deformação de tração inicial resiliente a que o revestimento estará submetido no início do ciclo de vida, enquanto a terraplenagem e o pavimento vão sendo executado.

Objetivo

Trata-se dos levantamentos deflectométricos a serem executados nas obras de terraplenagem e pavimentação.

Estes levantamentos visam:

1. Avaliar, por comparação, os valores deflectométricos obtidos no topo de uma mesma camada em execução, buscando identificar pontos ou áreas em condições elasticamente atípicas e permitindo que se introduzam as necessárias medidas corretivas (remoção de materiais inadequados, da camada ou a ela sotopostos, escarificação parcial ou total).

2. Acumular, ao longo do trecho em obras e à medida que evoluem altimetricamente os serviços, uma coletânea de dados que assegure o máximo conhecimento das respostas deflectométricas dos distintos materiais e camadas levantadas.
3. Permitir que se realizem projeções mais confiáveis quanto aos níveis deflectométricos finais do pavimento acabado.
4. Antever condições inadequadas de compactação, evitando assim perdas de tempo nas determinações das densidades de campo de camadas terrosas ou granulares insuficientemente trabalhadas.

Destas finalidades, a primeira assume o maior interesse para a etapa de construção em si mesmo.

Vale acrescentar que os levantamentos deflectométricos são, entretanto, simples recursos de acompanhamento das obras, bastante valiosos, mas que não deverão substituir nenhum dos procedimentos de controle das especificações de projeto.

Equipamento

O equipamento a utilizar constará do que segue:

- Viga Benkelman (duas unidades);
- Veículo de prova (caminhão com eixo simples traseiro de 8,2 tf de peso bruto);
- Acessórios: trenas, pranchetas, termômetros, equipamento de sinalização e de segurança do pessoal de pista, etc.

Todo este equipamento deverá estar adequado aos requisitos da norma **DNER-ME-24/78**.

Opcionalmente, poderá ser empregado equipamento tipo FWD.

No caso de emprego da viga Benkelman, todo o conjunto retromencionado deverá ficar disponível no canteiro de obras, desde o início dos serviços de terraplenagem (cortes e aterros), até o término dos de pavimentação.

Observações:

- As vigas deverão ser aferidas, em conformidade com a norma DNER PRO-175/94, a cada 6 meses.
- Os extensômetros deverão ser calibrados a cada seis meses, com três séries de leituras, contra instrumento padrão calibrado externamente, como segue:
    - Para cada ponto de leitura realizada no extensômetro padrão calibrado externamente, numa faixa de 1 mm a 10 mm, com leituras nos pontos 1mm, 3mm, 5mm, 7mm e 9mm, são efetuadas 3 leituras (3 ciclos de leituras).
    - Calcula-se a média das leituras realizadas no extensômetro de trabalho para cada ponto de leitura no padrão.
    - O erro (E) é determinado pela diferença entre a leitura no padrão e a média das leituras no extensômetro de trabalho, pela fórmula:

      E = Leitura no padrão primário – média das leituras no padrão de trabalho
    - A incerteza (IM) é calculada tendo em conta o desvio padrão (s) das leituras no extensômetro de trabalho em cada ponto de medida no padrão, pela fórmula:

      $IM = 2{,}484\sigma^2$

      Obs.: O desvio padrão é calculado pela fórmula:

      $$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{N-1}}$$
    - O erro total (ET) é dado pela soma dos valores absolutos dos maiores erro e incerteza obtidos pela fórmula:

ET = | maior valor de erro | + | maior valor de incerteza |

- A calibração do extensômetro deve ser registrada, e o extensômetro é considerado calibrado quando o erro total é inferior à tolerância de 0,05 mm.

O extensômetro padrão deve ser calibrado externamente em organismo credenciado na Rede Brasileira de Calibração (RBC), anualmente, sendo considerado calibrado quando o erro total, dado pela soma dos máximos erro e incerteza, é inferior à tolerância de 0,02 mm.

- O caminhão deverá ter pneumáticos em boas condições. Sua tara deverá ser constituída de material que não sofra movimentação inadequada, nem absorção das águas das chuvas.
- A equipe deverá ser adequadamente treinada, antes de se iniciarem os serviços.

Execução dos Serviços

A equipe de levantamentos deflectométricos deverá estar à disposição dos controles interno, externo e exterior, das obras em execução.

As medidas de deflexão serão espaçadas de 20,00 m, coincidentemente com as estacas do greide projetado, localizando-se alternadamente nas faixas direita e esquerda, na posição das presumidas trilhas de roda externa da camada de rolamento das pistas pavimentadas.

Para os serviços de pavimentação, as deflexões serão medidas em todas as camadas, sem exceção, respeitando-se a mesma distribuição já referida para a terraplenagem.

Em todas as estações serão determinados os raios de curvatura.

Buscar-se-á obter a coincidência entre os pontos levantados, em todas as campanhas sucessivas, com vistas a facilitar quaisquer análises da evolução das condições elásticas com o progresso dos serviços.

Afora tais levantamentos cadenciados, serão efetuadas medições não programadas sempre que se revelarem úteis ou necessárias à identificação e à delimitação de áreas ou pontos em condições anômalas.

Todos os levantamentos de campo serão processados e analisados estatisticamente. Os dados serão arquivados em pastas e em meio magnético para facilitar o exame remissivo em qualquer oportunidade, durante o prazo das obras e mesmo após.

Controle dos Serviços

O valor da deflexão admissível depende dos materiais constituintes do revestimento e da base do pavimento, bem como do número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t.

Para pavimentos flexíveis, constituídos de revestimento de concreto betuminoso executado sobre base granular, o valor da deflexão admissível (Dadm) em 0,01 mm é dado pela seguinte expressão correspondente a deflexões medidas com a carga padrão de 8,2 t em eixo simples de roda dupla:

$$log\ (Dadm)\ =\ 3{,}01\ -\ 0{,}176\ log(N10)$$

A deflexão máxima admissível no topo de cada camada do pavimento será de:

CÁLCULO DE DEFLEXÃO ADMISSÍVEL (IP-09 GOINFRA)

CONFIGURAÇÃO DO PAVIMENTO

DESCRIÇÃO	ESP. (cm)	k
CBUQ	10,00	2,0
Solo/Mistura	15,00	1,0
Cascalho	20,00	1,0
Reforço	0,00	0,96

Revestimento	
Base	
Sub-Base	
Sub-Leito	

EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

DESCRIÇÃO	k
CBUQ / Binder	2,0
Base Granular	1,0
Brita Graduada	1,0
Solo Melhorado Cimento	1,2

CONTAGEM DE TRÁFEGO:

N10 =	**3,97E+07**	**repetições**

FORMULAÇÃO

Deflexão Capa:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10)
Deflexão Base:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10) + {[h(capa) x k(capa) / 2,0]} /40
Deflexão Subbase:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10) + {[h(capa) x k(capa) / 2,0] + [h(base) x k(base) / 2,0]} / 40
Deflexão Sub-leito:	log(Dadm) = 3,01 – 0,176 log(N10) + {[h(capa) x k(capa) / 2,0] + [h(base) x k(base) / 2,0] + [h(subbase) x k(subbase) / 2,0]} / 40

CÁLCULO

log(Dadm)	**1,673**	
Dadm (capa)	**47,1**	0,01 mm
Dadm (base)	**83,7**	0,01 mm
Dadm (subbase)	**128,9**	0,01 mm
Dadm (sub-leito)	**229,1**	0,01 mm

Para chegar a níveis de deflexão da ordem de grandeza do da primeira etapa, em qualquer simulação numérica que se faça, será necessária a adoção de valores modulares extremamente baixos para as camadas, inclusive a camada final de terraplenagem. Estes valores nem sempre são condizentes com as características tecnológicas dos materiais, quando devidamente compactados. No projeto será tomada como referência a deflexão admissível da segunda etapa, uma vez que se trata, teoricamente, de uma sobreposição de mais uma camada.

Uma vez que não foram feitos ensaios de caracterização do comportamento resiliente dos materiais, há necessidade de se fazer segmentos experimentais no início de cada obra com o objetivo de avaliar as condições deflectométricas da estrutura a ser executada.

O controle dos serviços deflectométricos abrangerá, fundamentalmente, a verificação das aferições, calibragens e taragem dos equipamentos empregados, deflectômetros, estrutura da viga, eixo-de-prova (pressão dos pneus, estado dos mesmos, peso total do eixo).

As anomalias serão registradas, devendo ser imediatamente corrigidas.

Recomendações

A vida útil do pavimento, quanto à ruptura por fadiga de uma das camadas críticas, poderá ser aumentada pelo acréscimo da espessura do revestimento. Entretanto isto não foi tão atrativo economicamente.

Como as cargas do tráfego e sua frequência são responsáveis pelo desenvolvimento de afundamento de trilhas de roda e trincas. As trincas geralmente ocorrem iniciando o processo de baixo para cima na estrutura do pavimento. Cada veículo com carga considerada que utiliza uma via causa uma pequena deformação na estrutura do pavimento, que tem uma parcela reversível e outra irreversível. A deformação causada por um veículo leve é tão pequena que se considera desprezível, enquanto que veículos com carga pesada causam deformações relativamente grandes.

A passagem contínua dos veículos pesados tem um efeito cumulativo na deformação, que gradualmente resulta em deformação permanente e/ou trincas por fadiga. Eixos sobrecarregados causam maiores danos à estrutura do pavimento, acelerando a deterioração.

Assim a verificação, do **atendimento da carga máxima por eixo** é de elevada relevância, pois vários estudos sobre excesso de carga por eixo na vida útil do pavimento, estudos mostram que a destruição do pavimento ocorre de forma exponencial, pode-se observar a redução da vida útil do pavimento à quase metade da de projeto quanto se tem um excesso de carga de 10 %.

Ação de cisalhamento dos pneus, especialmente em revestimento com agregados frágeis ou susceptíveis ao polimento, como é o caso do calcário da pedreira indicada no projeto, tende a desgastar a superfície. Com o tempo, esse efeito de polimento resulta na redução das propriedades de atrito superficial (resistência à derrapagem). Essas superfícies tornam-se escorregadias, principalmente quando molhadas, e podem ser perigosas.

Considerando ainda que o desempenho do tipo de arranjo estrutural proposto no projeto é bastante dependente da camada de base, recomenda-se uma boa drenagem desta camada, em vista de sua grande susceptibilidade à variação de umidade, evitando assim a diminuição de seu respectivo módulo.

Em todo projeto, independentemente do método utilizado, o bom desempenho do pavimento dependerá do controle tecnológico da qualidade dos materiais e da execução. Desta forma, em conjunto com o Projeto é essencial que sejam obedecidas as Especificações de materiais, construção e controle adotado como referência.

Em vista do grande efeito destrutivo das cargas pesadas neste tipo de pavimento, conforme se verifica nas equações propostas para o cálculo dos fatores de equivalência de carga, recomenda-se o controle rigoroso de verificação das cargas máximas legais que trafegam nas rodovias, através da instalação de **balanças de pesagem**.

3.3.3.5 Resumo das Quantidades

Definidas o tipo e as espessuras das camadas que constituirão o pavimento, levando-se em conta a seção transversal e as especificações recomendadas, na sequência são apresentadas as quantidades de serviços e de materiais que serão necessários para execução do pavimento.

No cálculo dos quantitativos utilizou-se as larguras apresentadas nas notas de serviços, a qual considera as superlarguras.

Origem dos Materiais Utilizados na Pavimentação: Considerou-se para efeito de transporte comercial do material betuminoso o fornecimento a partir de distribuidoras (CAP 50/70, EAI, RR-1C) até o canteiro de obras.

As ocorrências de materiais para pavimentação foram estudadas no capítulo Estudos Geotécnicos, deste Relatório.

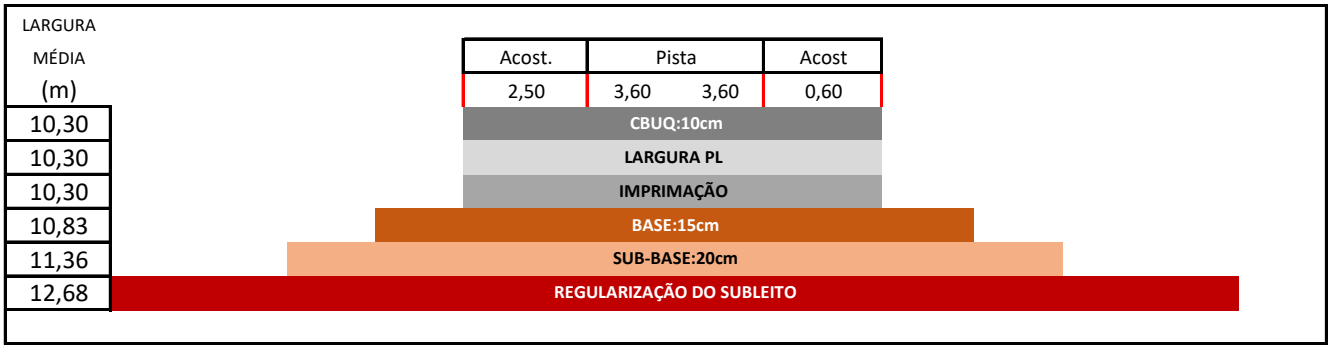
Base e Sub-base:

- Escavação e Carga de Material: Consideramos acréscimo nos volumes de escavação e carga do material escavado das ocorrências, baseado na divisão entre as densidades de laboratório e campo para adicionar as perdas devido ao empolamento;
- Estabilização Granulométrica: foi considerado o volume geométrico acrescido das folgas de norma;
- Suficiência Volumétrica das Ocorrências: O material pesquisado é suficiente para execução das camadas de base e sub-base.

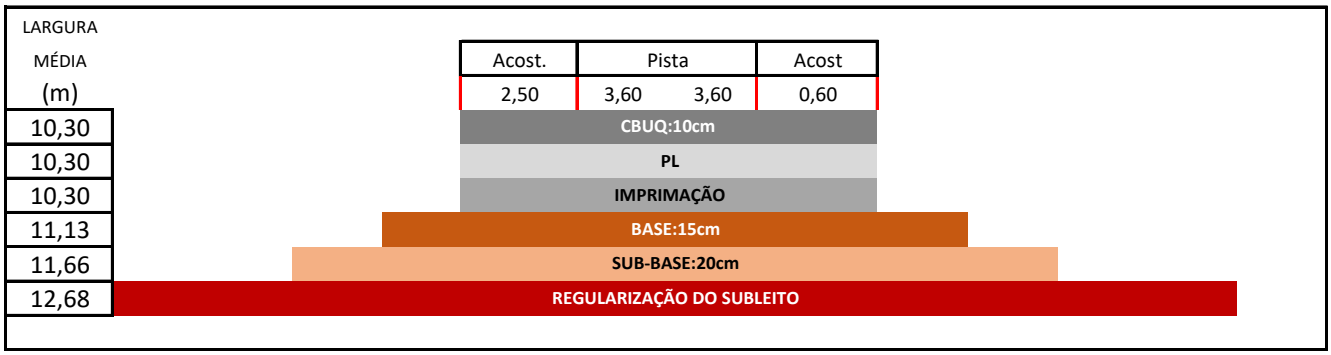
Os quantitativos foram levantados considerando a estrutura de pavimento apresentado a seguir. Para áreas irregulares foi obtido a área diretamente dos desenhos do projeto geométrico.

Larguras médias calculadas para levantamento dos quantitativos:

Seção geométrica de estabilização – Utilizada para cálculo dos volumes de compactação.

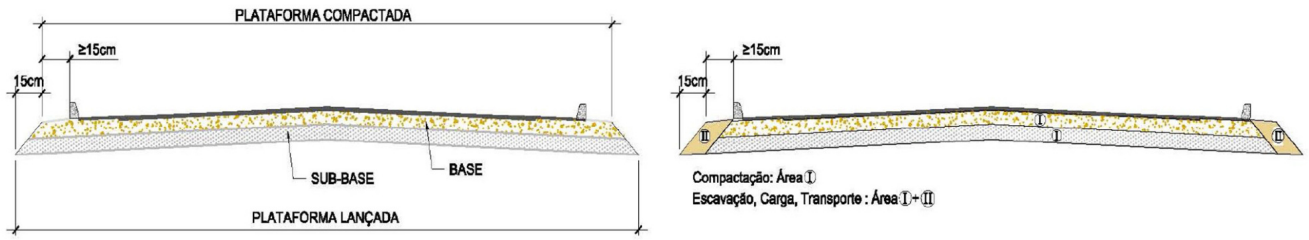


Seção geométrica de terraplenagem – Utilizada para cálculo dos volumes de escavação das jazidas.



Da **GOINFRA IP-10 - 2018/001** – Projeto de Pavimentação temos:

> *Para a consideração dos materiais a serem escavados e transportados para a plataforma de pavimentação, deverá ser considerado no levantamento dos quantitativos do 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 citada anteriormente. Esses novos valores na largura das camadas, deverão ser computadas apenas para escavação, carga e transporte, dado ao fato de não se conseguir atingir a devida compactação a 100% da camada nas extremidades dos bordos.*



Segundo a GOINFRA ES-PAV 001/2019 – Pavimentação – Regularização do Subleito temos:

> *"A Regularização do Subleito, primeira camada da pavimentação, é uma operação executada após a camada final de Terraplenagem ... Essa operação consta essencialmente de execução de cortes e/ou aterros, e compactação, de modo a garantir uma densificação homogênea nos 20cm finais de compactação".*

Estimativas de Consumo para Orçamento

Segundo a GOINFRA MED-PAV 001/2019 Obras Rodoviárias: 40602 CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE-CBUQ, temos a recomendação de *utilizar os seguintes consumos para o orçamento:*

CBUQ – DENSIDADE – 2,4 t/m³		
Faixa B	***Faixa C***	***Faixa D***
CAP (5,5%) - 132 kg/m³	*CAP (6,0%) - 144 kg/m³*	*CAP (6,5%) - 156 kg/m³*
Areia – 0,3864 m³/m³	*Areia – 0,2400 m³/m³*	*Areia – 0,4160 m³/m³*
Brita – 1,1352 m³/m³	*Brita – 1,632 m³/m³*	*Brita – 1,5500 m³/m³*
-	*Filler – 48 kg/m³*	*Filler – 72 kg/m³*

No entanto, segundo a GOINFRA ES-PAV 012/2020 – ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO – PAVIMENTAÇÃO – CAMADA DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE, temos no item 5 – EXECUÇÃO:

- *O uso de "filler"calcário do tipo cal hidratada calcítica, tipo CH-1 ou cimento Portland, é* ***obrigatório*** *em todas as composições de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente e deverão ser incorporados a mistura anteriormente ao ligante.*

Diante de instruções contraditórias da própria GOINFRA, adotou-se o consumo do DNIT para fins de orçamento do CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE-CBUQ.

CBUQ – DENSIDADE – 2,4 t/m³	
Faixa B	***Faixa C***
CAP (5,66%) – 135,80 kg/m³	*CAP (5,88%) – 141,20 kg/m³*
Areia (36,32%) – 0,5811 m³/m³	*Areia (56,47%) – 0,9035 m³/m³*
Brita (52,83%) – 0,8453 m³/m³	*Brita (30,59%) – 0,4894 m³/m³*
Filler (5,19%) – 124,60 kg/m³%-	*Filler (7,06%) – 169,40 kg/m³*

3.3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Além da memória o projeto do pavimento é apresentado no Volume 3 - Projeto de Execução, contendo:

- Seções transversais tipo: Desenho mostrando as seções transversais do pavimento;
- Linear longitudinal de pavimentação: com as espessuras das camadas do pavimento;
- Linear de localização das ocorrências: localização das fontes de materiais e seu esquema indicativo de localização;
- Croqui e estatístico das Jazidas, Pedreira e Areal.

Demonstrativo de Consumo de Materiais

QUADRO DEMONSTRATIVO DO CONSUMO DE MATERIAIS											
Rodovia:	GO-020/GO-536										
Trecho:	ENTR. GO-020 / GO-536 (P/ SENADOR CANEDO)										
Subtrecho:											
Segmento:											
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	**MATERIAIS**	**CONSUMO POR m³ ou m²**						**CONSUMO POR t**			
		UND	**QUANTIDADE**		**UND**	**QUANTIDADE**		**UND**	**QUANTIDADE**	**UND**	**QUANTIDADE**
CBUQ FAIXA "C" COM POLÍMERO	BRITA	m³	(0,3059 x 2,400) ÷ 1,500 =	0,4894	t.	0,3059 x 2,400 =	0,7341	m³	0,3059 ÷ 1,500 = 0,2039	t.	0,3059
	AREIA	m³	(0,5647 x 2,400) ÷ 1,500 =	0,9035	t.	0,5647 x 2,400 =	1,3553	m³	0,5647 ÷ 1,500 = 0,3765	t.	0,5647
	FILLER	m³	(0,0706 x 2,400) ÷ 1,400 =	0,1210	t.	0,0706 x 2,400 =	0,1694	m³	0,0706 ÷ 1,400 = 0,0504	t.	0,0706
	CAP 60/85-E				t.	0,0588 x 2,400 =	0,1411			t.	0,0588
	TOTAL				t.	2,4000				t.	1,0000
CBUQ FAIXA "B"	BRITA	m³	(0,5283 x 2,400) ÷ 1,500 =	0,8453	t.	0,5283 x 2,400 =	1,2679	m³	0,5283 ÷ 1,500 = 0,3522	t.	0,5283
	AREIA	m³	(0,3632 x 2,400) ÷ 1,500 =	0,5811	t.	0,3632 x 2,400 =	0,8717	m³	0,3632 ÷ 1,500 = 0,2421	t.	0,3632
	FILLER	m³	(0,0519 x 2,400) ÷ 1,420 =	0,0877	t.	0,0519 x 2,400 =	0,1245	m³	0,0519 ÷ 1,420 = 0,0365	t.	0,0519
	CAP 30/45				t.	0,0566 x 2,400 =	0,1358			t.	0,0566
	TOTAL				t.	2,4000				t.	1,0000
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C				t.	0,0005					
IMPRIMAÇÃO	EAI				t.	0,0013					
BASE DE BRITA GRADUADA	BRITA	m³	2,243 ÷ 1,500 =	1,4953	t.	2,243		m³	1,0000 ÷ 1,500 = 0,6667	t	1,0000
SUB-BASE DE SOLO + BRITA + PEDRISCO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE C/MISTURA	SOLO (65%)	m³	(0,6500 x 1,954) ÷ 1,268 =	1,0017	t.	0,6500 x 1,954 =	1,2701	m³	0,6500 ÷ 1,268 = 0,5126	t	0,6500
	BRITA (35%)	m³	(0,3500 x 1,954) ÷ 1,500 =	0,4559	t.	0,3500 x 1,954 =	0,6839	m³	0,3500 ÷ 1,500 = 0,2333	t	0,3500

NOTAS

DENSIDADES:		
CBUQ - FAIXA "B"	2,400	t/m³
CBUQ - FAIXA "C"	2,400	t/m³
BASE DE BRITA GRADUADA	2,243	t/m³
SUB-BASE ESTABILIZADA (CX-02)	1,954	t/m³
SOLO CX-02 IN NATURA	1,268	t/m³
BRITA SOLTA	1,500	t/m³
AREIA SOLTA	1,500	t/m³
MATERIAL FRESADO SOLTO	1,500	t/m³
FILLER CIMENTO (DNIT)	1,400	t/m³
CAL (DNIT)	0,500	t/m³

CBUQ	**FAIXA "B"**	**FAIXA "C"**
BRITA	52,83%	30,59%
AREIA	36,32%	56,47%
FILLER	5,19%	7,06%
CAP-50/70	5,66%	5,88%

IMPRIMAÇÃO	EAI	1,30 l/m²
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	0,5 l/m²

TRAÇO DAS MISTURAS

MISTURA SOLO AREIA

SOLO	65%
BRITA	35%

Suficiência Volumétrica das Jazidas

As jazidas sondadas são suficientes para execução do pavimento projetado. No quadro Demonstrativo da Suficiência Volumétrica das Ocorrências de Solos fornecemos os valores utilizados e os ainda em reserva. Todas as ocorrências podem ter suas áreas ampliadas se necessário.

Demonstrativo da Suficiência Volumétrica das Ocorrências de Solos

Ocorrência	Localização	Lado	Distância do Eixo (m)	Área (m²)	Utilização	Espessura Útil (m)	Volume (m³)	Volume Utilizado (m³)					Volume em Sobra (m³)	Reserva (%)
								Jazida				Total		
								Base	Sub-base	Reforço				
RODOVIA: GO-536														
1	Est. 1087+0	LE	550,00	21.600,00	Sub-base Estabilizado Granulometricamente com Mistura (Solo 65% + Brita 35%)	2,60	56.160,00		5.702,81			5.702,81	50.457,19	89,8%
TOTAL							**56.160,00**	**-**	**5.702,81**	**-**	**-**	**5.702,81**	**50.457,19**	**89,8%**

Observações:
ÁREA AVALIADA: 180 x 120 = 21.600,00 m²

Resumo das distâncias de transporte

QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE									
SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL			TRANSPORTE COMERCIAL		
		ORIGEM	DESTINO	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL
IMPRIMAÇÃO	EAI	APARECIDA DE GOIÂNIA	TANQUES DE ESTOCAGEM				0,09	31,60	31,69
		TANQUES DE ESTOCAGEM	PISTA	0,17	2,43	2,60			
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	APARECIDA DE GOIÂNIA	TANQUES DE ESTOCAGEM				0,09	31,60	31,69
	1º BANHO	TANQUES DE ESTOCAGEM	PISTA	0,17	2,43	2,60			
	2º BANHO	TANQUES DE ESTOCAGEM	PISTA	0,16	2,44	2,60			
CBUQ	CAP 60/85-E / CAP 30/45	APARECIDA DE GOIÂNIA	TANQUES DE ESTOCAGEM				0,00	33,80	33,80
	BRITA	PEDREIRA (BRITEC - BELA VISTA DE GOIÁS)	USINA				0,10	0,00	0,10
	FILLER	GOIÂNIA-GO	USINA				0,00	28,10	28,10
	AREIA	AREIA GOIÁS MINERAÇÃO	USINA				3,60	8,50	12,10
	CBUQ (FX C)	USINA - BRITEC	PISTA				0,16	11,12	11,29
	CBUQ (FX B)	USINA - BRITEC	PISTA				0,17	11,11	11,28
BASE DE BRITA GRADUADA	BRITA	PEDREIRA (BRITEC - BELA VISTA DE GOIÁS)	USINA						
		USINA	PISTA				0,10	11,11	11,20
SUB-BASE SOLO x BRITA	BRITA	PEDREIRA (BRITEC - BELA VISTA DE GOIÁS)	USINA				0,09	12,73	12,82
	SOLO	CX. CONCENTRADA-02	USINA	0,64	1,20	1,84			
	MISTURA (SOLO x BRITA)	USINA	PISTA	0,16	0,85	1,01			

Resumo dos quantitativos de pavimentação

REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO		
Trecho	**Serviço**	**Área Total**
Linha Tronco + Interseções	Regularização Sub-Leito	27.535,45

MATERIAL DE JAZIDA PARA SUB-BASE (SOLO+BRITA)					
Trecho	**Ocorrência**	**Volume Utilizável (m³)**	**Volume Necessário (m³)**	**Volume em Sobra (m³)**	**DMT Local (Km)**
Pista	Cx.-02	56.160,00	5.702,81	50.457,19	1,84
Total		**56.160,00**	**5.702,81**	**50.457,19**	

MATERIAL DE PEDREIRA PARA BASE (BGS)					
Trecho	**Ocorrência**	**Volume Utilizável (m³)**	**Volume Necessário (m³)**	**Volume em Sobra (m³)**	**DMT Local (Km)**
Pista	Brita - BRITEC		4.866,43		11,20
Total			**4.866,43**	**-**	

SOLO - BRITA PARA SUB-BASE					
Sub-base Solo-Brita Estabilizada (Densidade = 1,954 t/m3)				**5554,23 m³**	
Volume da Mistura Solo-Brita				**8298,61 m³**	**DT Local.=1,01 Km**
Cascalho	em peso	65%		7231,16 ton	**DT Local.=1,84 Km**
	em volume	1,268 t/m3	Cx. Conc.-02	**5702,81 m³**	
Brita	em peso	35%		3893,70 ton	**DT Com.=12,82 Km**
	em volume	1,5 t/m3		**2595,80 m³**	

BRITA PARA BASE					
Base BGS Estabilizada (Densidade = 2,243 t/m3)				**3170,55 m³**	
Volume da Mistura de Brita				**4866,43 m³**	**DT Com.=11,2 Km**
Brita	em peso	100%		7299,65 ton	**DT Com.=11,2 Km**
	em volume	1,5 t/m3		**4866,43 m³**	

Resumo dos quantitativos de pavimentação

REVESTIMENTO ASFÁLTICO				
Trecho	**Serviço**	**Material**	**Quantidade (t)**	**DMT (Km)**
Acost.+Pistas+Ciclovia	Imprimação	**EAI**	**31,72**	**31,69**
Acost.+Pistas+Ciclovia	Pintura de Ligação 1º Banho	**RR-1C**	**12,20**	**31,69**
Acost.+Pistas (e=5cm)	CBUQ - Faixa B	**CAP 30/45**	**147,25**	**33,80**
		BRITA	**1.374,44**	**0,10**
		AREIA	**944,94**	**12,10**
		FILLER	**134,97**	**28,10**
		Massa Asfáltica	**2.601,63**	**11,28**
Acost.+Pistas	Pintura de Ligação 2º Banho	**RR-1C**	**10,84**	**31,69**
Acost.+Pistas+Ciclovia (e=5cm)	CBUQ - Faixa C	**CAP 60/85-E**	**164,49**	**33,80**
		BRITA	**855,71**	**0,10**
		AREIA	**1.579,72**	**12,10**
		FILLER	**197,50**	**28,10**
		Massa Asfáltica	**2.797,46**	**11,29**

QUANTIDADE PLANILHA GOINFRA

	SUB-BASE E BASE					
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**P.Unit.**	**Quant.Tot**	**DT**	**Valor**
40300	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m2		2.193,39		-
40305	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m2		2.193,39		-
40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m2		27.535,45		-
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m3		5.702,81		-
40320	TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCALHO)	m3km		10.493,17	1,84	-
40325	TRANSPORTE DA MISTURA - (SOLO+BRITA E BGS)	m3km		62.923,70	4,78	-
40335	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.)	m3				-
40337	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 55 GOLPES (100% P.M.)	m3				-
	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA 65% SOLO+35%BRITA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.)	m3		5.554,23		-
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS	m3km				-
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - (BRITA PARA SUB-BASE)	m3km		33.278,19	12,82	-
40423	ESCARIFICAÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	m3				-
40607	ESTABILIZAÇÃO BRITA GRADUADA - USINA - (BRITEC)	m3		3.170,55		-
	TOTAL DE SUB-BASE E BASE					-

	CAPA					
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**P.Unit.**	**Quant.Tot**	**DT**	**Valor**
40380	IMPRIMAÇÃO	m2		24.400,08		-
40385	PINTURA DE LIGAÇÃO	m2		46.080,30		-
40609	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD (BC)	m2				-
40602	CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE-CBUQ (BC/AC)	m3		2.249,62		-
40425	REMOÇÃO E CARGA DE PAV. ASFÁLTICA (EXCETO TRANSPORTE)	m3		67,39		-
40430	TRANSPORTE DE PAVIMENTO REMOVIDO - (FRESAGEM + REMOÇÃO)	m3km		1.261,77	5,00	-
40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO	TKM		142,34	2,60	-
40440	TRANSPORTE LOCAL DE MASSA ASFÁLTICA	TKM				
40445	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS (TSD)	m3km		-	-	-
40449	TRANSPORTE LOCAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	tkm				-
40450	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER (CBUQ)	TKM		9.342,49	28,10	-
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS (CBUQ)	m3km		20.514,27	6,47	-
40460	TRANSPORTE COMERCIAL DE MASSA	TKM		60.917,47	11,28	-
40470	FRESAGEM CONTÍNUA Á FRIO	m3		184,97		-
40480	FORNECIMENTO DE CM-30	T				-
40485	FORNECIMENTO DE EMULSÃO ASFÁLTICA PARA IMPRIMAÇÃO - EAI	t		31,72		-
40490	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2C	T				-
40510	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-1C	T		23,04		-
40520	FORNECIMENTO DE CAP-30/45	t		147,25		-
40515	FORNECIMENTO DE CAP-60/85 COM POLÍMERO	T		164,49		-
40530	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO	t		366,5027	33,48	-
	TOTAL DE CAPA					-

Memória dos quantitativos de pavimentação

Apresentamos a seguir a memória de cálculo completa dos quantitativos.

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		m			Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (tkm)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO												PAV	NPAV	PAV	NPAV
	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Faixa C)- GO-536																				
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Faixa C)	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			478,74	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	23,94	2,4000 t/m³	57,45	12,40	0,10	712,36	5,74
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			781,15	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	39,06	2,4000 t/m³	93,74	12,60	0,04	1.181,09	3,75
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27	9,30		1.090,61	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	54,53	2,4000 t/m³	130,87	12,68	0,06	1.659,46	7,67
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			336,47	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	16,82	2,4000 t/m³	40,38	12,80	0,02	516,70	0,74
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24	-		-	CAP 60/85-E	-	US - Pista	5,0	-	2,4000 t/m³	-	12,83	0,03	-	-
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.247,32	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	5,0	62,37	2,4000 t/m³	149,68	10,30	0,06	1.541,67	8,43
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	12,80		1.446,40	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	5,0	72,32	2,4000 t/m³	173,57	10,30	0,06	1.787,73	9,81
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			880,91	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	5,0	44,05	2,4000 t/m³	105,71	10,43	0,04	1.102,70	3,89
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.677,25	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	5,0	133,86	2,4000 t/m³	321,27	10,51	0,04	3.374,94	12,20
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			740,70	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	5,0	37,04	2,4000 t/m³	88,88	10,58	0,04	940,48	3,78
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			2.386,77	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	119,34	2,4000 t/m³	286,41	12,70	0,24	3.637,40	69,29
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24	-		-	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	-	2,4000 t/m³	-	-	-	-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			312,02	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	15,60	2,4000 t/m³	37,44	12,96	0,02	485,10	0,62
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			788,02	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	5,0	39,40	2,4000 t/m³	94,56	10,20	0,05	964,22	4,88
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	CAP 60/85-E	Est. 1000	US - Pista	5,0	48,99	2,4000 t/m³	117,57	10,80	0,11	1.269,73	12,44
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.239,95	CAP 60/85-E	Est. 1000	US - Pista	5,0	112,00	2,4000 t/m³	268,79	11,01	0,11	2.959,82	29,21
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			3.071,47	CAP 60/85-E	Est. 1025+10	US - Pista	5,0	153,57	2,4000 t/m³	368,57	10,30	0,14	3.796,30	53,09
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD		-	CAP 60/85-E	Est. 1025+10	US - Pista	5,0	-	2,4000 t/m³	-	10,51	0,04	-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			742,96	CAP 60/85-E	Est. 1025+10	US - Pista	5,0	37,15	2,4000 t/m³	89,15	10,58	0,04	943,66	3,81
	Ciclovia Lado Direito																				
		2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	2,50		500,00	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	3,0	15,00	2,4000 t/m³	36,00	12,40	0,10	446,40	3,60
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	1,50		169,50	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	3,0	5,09	2,4000 t/m³	12,20	10,30	0,06	125,70	0,69
		2035 + 11,53	2043 + 11,98	40711,53	40871,98	40791,76	160,45			417,35	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	3,0	12,52	2,4000 t/m³	30,05	10,43	0,08	313,46	2,41
	Fim Ciclovia - LD para LE	2043 + 11,98	2043 + 11,98	40871,98	40871,98	40871,98	0,00			38,90	CAP 60/85-E	Est. 2029	US - Pista	3,0	1,17	2,4000 t/m³	2,80	10,59	-	29,67	-
	Ciclovia Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	113 + 4,93	2000,00	2264,93	2132,47	264,93	2,50		662,33	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	3,0	19,87	2,4000 t/m³	47,69	12,70	0,13	605,62	6,32
	Ciclovia Lado Esquerdo																				
		1021 + 8,93	1036 + 6,67	20428,93	20726,67	20577,80	297,74	1,50		446,61	CAP 60/85-E	Est. 1025+10	US - Pista	3,0	13,40	2,4000 t/m³	32,16	10,30	0,15	331,20	4,79
	Rotatória - 01	1036 + 6,67	1039 + 6,92	20726,67	20786,92	20756,80	60,25			114,63	CAP 60/85-E	Est. 1025+10	US - Pista	3,0	3,44	2,4000 t/m³	8,25	10,52	0,03	86,80	0,25
		1039 + 6,92	1044 + 0,00	20786,92	20880,00	20833,46	93,08			370,54	CAP 60/85-E	Est. 1025+10	US - Pista	3,0	11,12	2,4000 t/m³	26,68	10,58	0,05	282,18	1,24
	FRESAGEM																				
	Alargamento GO-020 PD	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	1,00		200,00	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	10,00	2,4000 t/m³	24,00	12,40	8,05	297,60	193,20
	Ramo 01 Goiás Carnes	100 + 0,00	115 + 0,00	2000,00	2300,00	2150,00	300,00	1,00		300,00	CAP 60/85-E	Est. 2000	US - Pista	5,0	15,00	2,4000 t/m³	36,00	12,70	0,15	457,20	5,40
	Alargamento GO-020 PE	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	CAP 60/85-E	Est. 1000	US - Pista	5,0	48,99	2,4000 t/m³	117,57	10,80	0,11	1.269,73	12,44
						Total	4.399,88			24.400,08					1.165,61		2.797,43	11,12	0,16	31.118,90	459,69

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		m			Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa		Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (tkm)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO													PAV	NPAV	PAV	NPAV
Concreto	**TOTAL do CBUQ Faixa C (Usina de CBUQ)**														**1.165,61**	**2,400**	t/m³	**2.797,46**	**t**			
Betuminoso Usinado a Quente (Faixa C)	Brita													m3	570,48	30,59	%	855,71	t			
	Areia													m3	1.053,15	56,47	%	1.579,72	t			
	Filler													m3	141,07	7,06	%	197,50	t			
	CAP 60/85-E															5,88	%	164,49	t			
Distância Média de Transporte de Materiais																**Quant**		**DT**	**DT Pav**	**DT Ter**	**Momento de Transporte**	
	Brita (m3)	BRITEC (BELA VISTA DE GOIÁS/GO) / Usina de CBUQ (BRITEC)													**Total**	**570,48 m³**		**0,10**	-	0,10	57,05	m³Km
	Areia (m3)	AREIA GOIÁS MINERAÇÃO / Usina de CBUQ (BRITEC)													**Total**	**1.053,15 m³**		**12,10**	8,50	3,60	12.743,10	m³Km
	Filler (t)	GOIÂNIA / Usina de CBUQ (BRITEC)													**Total**	**197,50 ton**		**28,10**	28,10	0,00	5.549,76	tKm
	CAP 60/85-E (t)	DISBRAL (APARECIDA DE GOIÂNIA-GO) / Usina de CBUQ													**Total**	**164,49 ton**		**33,80**	33,80	0,00	5.559,78	tKm
	CBUQ (t)	Usina de CBUQ / PISTA													**Total**	**2.797,46 ton**		**11,29**	11,12	0,16	31.578,90	tKm

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas INICIAL	Estacas FINAL	Metros INICIAL	Metros FINAL	Metros MÉDIO	Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km) PAV	DMT (Km) NPAV	Momento Transporte (tkm) PAV	Momento Transporte (tkm) NPAV
	Pintura de Ligação - Rodovia : GO-536																				
Pintura de Ligação 2º Banho	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			478,74	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,24	2,81	0,20	0,67	0,05
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			781,15	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,39	2,73	0,14	1,07	0,05
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27	9,30		1.090,61	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,55	2,61	0,16	1,42	0,09
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			336,47	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,17	2,58	0,12	0,43	0,02
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24			-	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	-	-	-	-	-
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.247,32	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,62	2,41	0,16	1,50	0,10
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	12,80		1.446,40	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,72	2,30	0,16	1,66	0,11
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			880,91	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,44	2,22	0,14	0,98	0,06
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.677,25	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,34	2,15	0,14	2,88	0,18
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			740,70	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,37	2,06	0,14	0,76	0,05
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			2.386,77	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,19	2,83	0,09	3,38	0,11
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24			-	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	-	-	-	-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			312,02	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,16	2,50	0,02	0,39	0,00
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			788,02	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,39	2,42	0,15	0,95	0,06
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,49	2,73	0,20	1,34	0,10
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.239,95	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,12	2,51	0,20	2,81	0,22
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			3.071,47	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,54	2,22	0,23	3,41	0,36
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD		-	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	-	2,15	-	-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			742,96	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,37	2,06	0,13	0,77	0,05
	FRESAGEM																				
	Alargamento GO-020 PD	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	1,00		200,00	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,10	2,81	0,20	0,28	0,02
	Ramo 01 Goiás Carnes	100 + 0,00	115 + 0,00	2000,00	2300,00	2150,00	300,00	1,00		300,00	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,15	2,77	0,24	0,42	0,04
	Alargamento GO-020 PE	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,49	2,73	0,20	1,34	0,10
						Total	3.210,43			21.680,22							10,84	2,44	0,16	26,46	1,77
	CANTEIRO	***Est 2150 + 10,00 - 100m (PD) - Est 1147 + 0,00 - 90m (PE)***																			
	Transporte Comercial de Materiais para Pintura de Ligação																				
	RR-1C										**DISBRAL (AP. DE GOIÂNIA/GO)**		**Tanque - CANTEIRO**			0,0005 t/m³	**10,84**	**31,60**	**0,09**	**342,55**	**0,98**
	Transporte Local de Materiais para Pintura de Ligação																				
	RR-1C										**Canteiro**		Pista			0,0005 t/m³	**10,84**	**2,44**	**0,16**	**26,46**	**1,77**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas INICIAL	Estacas FINAL	m INICIAL	m FINAL	m MÉDIO	Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km) PAV	DMT (Km) NPAV	Momento Transporte (tkm) PAV	Momento Transporte (tkm) NPAV
	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Faixa B) - GO-536																				
Concreto	**Pista Direita**																				
Betuminoso	**Alargamento**	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00		-	478,74	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	23,94	2,4000 t/m³	57,45	12,40	0,10	712,36	5,74
Usinado a Quente		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00		-	781,15	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	39,06	2,4000 t/m³	93,74	12,60	0,04	1.181,09	3,75
(Faixa B)		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27	9,30	-	1090,61	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	54,53	2,4000 t/m³	130,87	12,68	0,06	1.659,46	7,67
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41		-	336,47	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	16,82	2,4000 t/m³	40,38	12,80	0,02	516,70	0,74
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24		-	0,00	CAP 30/45		US - Pista	5,0	-	2,4000 t/m³	-	12,83	0,03	-	-
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61		-	1247,32	CAP 30/45	Est. 2029	US - Pista	5,0	62,37	2,4000 t/m³	149,68	10,30	0,06	1.541,67	8,43
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	12,80	-	1446,40	CAP 30/45	Est. 2029	US - Pista	5,0	72,32	2,4000 t/m³	173,57	10,30	0,06	1.787,73	9,81
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57		-	880,91	CAP 30/45	Est. 2029	US - Pista	5,0	44,05	2,4000 t/m³	105,71	10,43	0,04	1.102,70	3,89
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98		-	2677,25	CAP 30/45	Est. 2029	US - Pista	5,0	133,86	2,4000 t/m³	321,27	10,51	0,04	3.374,94	12,20
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12		-	740,70	CAP 30/45	Est. 2029	US - Pista	5,0	37,04	2,4000 t/m³	88,88	10,58	0,04	940,48	3,78
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			2386,77	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	119,34	2,4000 t/m³	286,41	12,70	0,24	3.637,40	69,29
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24					Est. 2000	US - Pista	5,0	-	2,4000 t/m³	-			-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			312,02	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	15,60	2,4000 t/m³	37,44	12,96	0,02	485,10	0,62
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			788,02	CAP 30/45	Est. 2029	US - Pista	5,0	39,40	2,4000 t/m³	94,56	10,20	0,05	964,22	4,88
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	CAP 30/45	Est. 1000	US - Pista	5,0	48,99	2,4000 t/m³	117,57	10,80	0,11	1.269,73	12,44
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2239,95	CAP 30/45	Est. 1000	US - Pista	5,0	112,00	2,4000 t/m³	268,79	11,01	0,11	2.959,82	29,21
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			3071,47	CAP 30/45	Est. 1025+10	US - Pista	5,0	153,57	2,4000 t/m³	368,57	10,30	0,14	3.796,30	53,09
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD		0,00	CAP 30/45	Est. 1025+10	US - Pista	5,0	-	2,4000 t/m³	-	10,51	0,04	-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			742,96	CAP 30/45	Est. 1025+10	US - Pista	5,0	37,15	2,4000 t/m³	89,15	10,58	0,04	943,66	3,81
	FRESAGEM																				
	Alargamento GO-020 PD	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	1,00		200,00	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	10,00	2,4000 t/m³	24,00	12,40	8,05	297,60	193,20
	Ramo 01 Goiás Carnes	100 + 0,00	115 + 0,00	2000,00	2300,00	2150,00	300,00	1,00		300,00	CAP 30/45	Est. 2000	US - Pista	5,0	15,00	2,4000 t/m³	36,00	12,70	0,15	457,20	5,40
	Alargamento GO-020 PE	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59	-		979,74	CAP 30/45	Est. 1000	US - Pista	5,0	48,99	2,4000 t/m³	117,57	10,80	0,11	1.269,73	12,44
						Total	3.210,43			21.680,22					1.084,01		2.601,60	11,11	0,17	28.897,88	440,39
Concreto	**TOTAL do CBUQ Faixa C (Usina de CBUQ)**														**1.084,01**	**2,400 t/m³**	**2.601,63**	**t**			
Betuminoso	Brita													m3	916,29	52,83 %	1.374,44	t			
Usinado a Quente	Areia													m3	629,96	36,32 %	944,94	t			
(Faixa B)	Filler													m3	96,41	5,19 %	134,97	t			
	CAP 30/45															5,66 %	147,25	t			

Distância Média de Transporte de Materiais		**Quant**	**DT**	**DT Pav**	**DT Ter**	**Momento de Transporte**
	Brita (m3)	BRITEC (BELA VISTA DE GOIÁS/GO) / Usina de CBUQ (BRITEC)	**Total**	**916,29 m³**	**0,10**	-	0,10	91,63 m^3Km
	Areia (m3)	AREIA GOIÁS MINERAÇÃO / Usina de CBUQ (BRITEC)	**Total**	**629,96 m³**	**12,10**	8,50	3,60	7.622,49 m^3Km
	Filler (t)	GOIÂNIA / Usina de CBUQ (BRITEC)	**Total**	**134,97 ton**	**28,10**	28,10	0,00	3.792,72 tKm
	CAP 30/45 (t)	DISBRAL (APARECIDA DE GOIÂNIA-GO) / Usina de CBUQ	**Total**	**147,25 ton**	**33,80**	33,80	0,00	4.977,12 tKm
	CBUQ (t)	Usina de CBUQ / PISTA	**Total**	**2.601,63 ton**	**11,28**	11,11	0,17	29.338,57 tKm

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas INICIAL	Estacas FINAL	Metros INICIAL	Metros FINAL	Metros MÉDIO	Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km) PAV	DMT (Km) NPAV	Momento Transporte (tkm) PAV	Momento Transporte (tkm) NPAV
	Pintura de Ligação - Rodovia : GO-536																				
Pintura de Ligação 1º Banho	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	-		478,74	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,24	2,81	0,20	0,67	0,05
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00	-		781,15	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,39	2,73	0,14	1,07	0,05
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27	9,30		1.090,61	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,55	2,61	0,16	1,42	0,09
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41	-		336,47	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,17	2,58	0,12	0,43	0,02
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24	-		-	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	-				
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61	-		1.247,32	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,62	2,41	0,16	1,50	0,10
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	12,80		1.446,40	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,72	2,30	0,16	1,66	0,11
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57	-		880,91	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,44	2,22	0,14	0,98	0,06
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98	-		2.677,25	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,34	2,15	0,14	2,88	0,18
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12	-		740,70	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,37	2,06	0,14	0,76	0,05
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86	-		2.386,77	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,19	2,83	0,09	3,38	0,11
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24	-		-	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	-			-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30	-		312,02	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,16	2,50	0,02	0,39	0,00
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24	-		788,02	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,39	2,42	0,15	0,95	0,06
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59	-		979,74	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,49	2,73	0,20	1,34	0,10
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34	-		2.239,95	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,12	2,51	0,20	2,81	0,22
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09	-		3.071,47	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	1,54	2,22	0,23	3,41	0,36
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD		-	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	-	2,15		-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46	-		742,96	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,37	2,06	0,13	0,77	0,05
	Ciclovia Lado Direito																				
		2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	2,50		500,00	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,25	2,81	0,20	0,70	0,05
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	1,50		169,50	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,08	2,30	0,16	0,19	0,01
		2035 + 11,53	2043 + 11,98	40711,53	40871,98	40791,76	160,45			417,35	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,21	2,14	0,18	0,45	0,04
	Fim Ciclovia - LD para LE	2043 + 11,98	2043 + 11,98	40871,98	40871,98	40871,98	0,00			38,90	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,02	2,14	0,18	0,04	0,00
	Ciclovia Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	113 + 4,93	2000,00	2264,93	2132,47	264,93	2,50		662,33	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,33	2,47	0,22	0,82	0,07
	Ciclovia Lado Esquerdo																				
		1021 + 8,93	1036 + 6,67	20428,93	20726,67	20577,80	297,74	1,50		446,61	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,22	2,21	0,24	0,49	0,05
	Rotatória - 01	1036 + 6,67	1039 + 6,92	20726,67	20786,92	20756,80	60,25			114,63	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,06	2,15	0,12	0,12	0,01
		1039 + 6,92	1044 + 0,00	20786,92	20880,00	20833,46	93,08			370,54	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,19	2,06	0,14	0,38	0,03
	FRESAGEM																				
	Alargamento GO-020 PD	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	1,00		200,00	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,10	2,81	0,20	0,28	0,02
	Ramo 01 Goiás Carnes	100 + 0,00	115 + 0,00	2000,00	2300,00	2150,00	300,00	1,00		300,00	RR-1C	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,15	2,77	0,24	0,42	0,04
	Alargamento GO-020 PE	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59	-		979,74	RR-1C	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0005 t/m³	0,49	2,73	0,20	1,34	0,10
						Total	4.399,88	5,55		24.400,08							12,20	2,43	0,17	29,67	2,03
	CANTEIRO	***Est 2150 + 10,00 - 100m (PD) - Est 1147 + 0,00 - 90m (PE)***																			
	Transporte Comercial de Materiais para Pintura de Ligação																				
	RR-1C										**DISBRAL (AP. DE GOIÂNIA/GO)**		**Tanque - CANTEIRO**			0,0005 t/m³	**12,20**	**31,60**	**0,09**	**385,52**	**1,10**
	Transporte Local de Materiais para Pintura de Ligação																				
	RR-1C										**Canteiro**		Pista			0,0005 t/m³	**12,20**	**2,43**	**0,17**	**29,67**	**2,03**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		Metros			Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (tkm)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO												PAV	NPAV	PAV	NPAV
	Imprimação - Rodovia : GO-536																				
Imprimação	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			478,74	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,62	2,81	0,20	1,75	0,12
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			781,15	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,02	2,73	0,14	2,77	0,14
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27	9,3000		1.090,61	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,42	2,61	0,16	3,70	0,22
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			336,47	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,44	2,58	0,12	1,13	0,05
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24	-		-	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	-			-	-
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.247,32	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,62	2,41	0,16	3,91	0,25
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	12,8000		1.446,40	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,88	2,30	0,16	4,32	0,29
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			880,91	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,15	2,22	0,14	2,55	0,16
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.677,25	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	3,48	2,15	0,14	7,48	0,48
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			740,70	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,96	2,06	0,14	1,99	0,14
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			2.386,77	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	3,10	2,83	0,09	8,78	0,28
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24			-	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	-			-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			312,02	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,41	2,50	0,02	1,01	0,01
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			788,02	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,02	2,42	0,15	2,48	0,16
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,27	2,73	0,20	3,48	0,25
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.239,95	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	2,91	2,51	0,20	7,31	0,58
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			3.071,47	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	3,99	2,22	0,23	8,88	0,93
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD			EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	-	2,15		-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			742,96	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,97	2,06	0,13	1,99	0,13
	Ciclovia Lado Direito																				
		2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	2,50		500,00	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,65	2,81	0,20	1,83	0,13
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	1,50		169,50	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,22	2,30	0,16	0,51	0,03
		2035 + 11,53	2043 + 11,98	40711,53	40871,98	40791,76	160,45			417,35	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,54	2,14	0,18	1,16	0,10
	Fim Ciclovia - LD para LE	2043 + 11,98	2043 + 11,98	40871,98	40871,98	40871,98	0,00			38,90	EAI	Est. 2150+10-100m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,05	2,14	0,18	0,11	0,01
	Ciclovia Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	113 + 4,93	2000,00	2264,93	2132,47	264,93	2,50		662,33	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,86	2,47	0,22	2,13	0,19
	Ciclovia Lado Esquerdo																				
		1021 + 8,93	1036 + 6,67	20428,93	20726,67	20577,80	297,74	1,50		446,61	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,58	2,21	0,24	1,29	0,14
	Rotatória - 01	1036 + 6,67	1039 + 6,92	20726,67	20786,92	20756,80	60,25			114,63	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,15	2,15	0,12	0,32	0,02
		1039 + 6,92	1044 + 0,00	20786,92	20880,00	20833,46	93,08			370,54	EAI	Est. 1147+10-90m	Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,48	2,06	0,14	0,99	0,07
	FRESAGEM																				
	Alargamento GO-020 PD	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	1,00		200,00	EAI		Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,26	2,81	0,20	0,73	0,05
	Ramo 01 Goiás Carnes	100 + 0,00	115 + 0,00	2000,00	2300,00	2150,00	300,00	1,00		300,00	EAI		Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	0,39	2,77	0,24	1,08	0,09
	Alargamento GO-020 PE	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			979,74	EAI		Tanque - PISTA			0,0013 t/m³	1,27	2,73	0,20	3,48	0,25
						Total	4.399,88			24.400,08							**31,72**	2,43	0,17	77,14	5,28
	CANTEIRO	***Est 2150 + 10,00 - 100m (PD) - Est 1147 + 0,00 - 90m (PE)***																			
	Transporte Comercial de Materiais para Imprimação																				
	EAI										**DISBRAL (AP. DE GOIÂNIA/GO)**		**Tanque - CANTEIRO**			0,0013 t/m³	**31,72**	**31,60**	**0,09**	**1.002,36**	**2,85**
	Transporte Local de Materiais para Imprimação																				
	EAI										**Canteiro**		Pista			0,0013 t/m³	**31,72**	**2,43**	**0,17**	**77,14**	**5,28**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas INICIAL	Estacas FINAL	Metros INICIAL	Metros FINAL	Metros MÉDIO	Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	JAZIDA	Destino	Espessura (cm)	Volume Geométrico (m3)	Densidade ou Taxa	Peso Mistura (t)	DMT (Km) PAV	DMT (Km) NPAV	Momento Transporte (tkm) PAV	Momento Transporte (tkm) NPAV
	Base (15cm)de Brita Graduada ESCAVAÇÃO - Rodovia : GO-536																				
Base Brita	**Pista Direita**																				
Graduada	**Alargamento**	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			560,65	Brita	BRITEC	Pista	15,0	84,10	2,2430 t/m³	188,63	12,40	0,10	2.339,02	18,86
Escavação		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			846,91	Brita	BRITEC	Pista	15,0	127,04	2,2430 t/m³	284,94	12,60	0,04	3.590,29	11,40
(10% de Brita 2 +		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27			1.191,70	Brita	BRITEC	Pista	15,0	178,75	2,2430 t/m³	400,95	12,68	0,06	5.084,00	23,51
25% de Brita 1 +		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			363,83	Brita	BRITEC	Pista	15,0	54,57	2,2430 t/m³	122,41	12,80	0,02	1.566,53	2,23
20% de Brita 0 +	**Viaduto 2**	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24			-	Brita	BRITEC	Pista	15,0	-	2,2430 t/m³	-	12,83	0,03	-	-
45% de Pó de Brita)		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.267,28	Brita	BRITEC	Pista	15,0	190,09	2,2430 t/m³	426,37	10,30	0,06	4.391,66	24,01
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	13,2125		1.493,01	Brita	BRITEC	Pista	15,0	223,95	2,2430 t/m³	502,32	10,30	0,06	5.173,94	28,38
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			948,09	Brita	BRITEC	Pista	15,0	142,21	2,2430 t/m³	318,99	10,43	0,04	3.327,51	11,73
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.851,34	Brita	BRITEC	Pista	15,0	427,70	2,2430 t/m³	959,33	10,51	0,04	10.077,90	36,45
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			799,42	Brita	BRITEC	Pista	15,0	119,91	2,2430 t/m³	268,96	10,58	0,04	2.845,93	11,45
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			2.661,96	Brita	BRITEC	Pista	15,0	399,29	2,2430 t/m³	895,62	12,70	0,24	11.374,32	216,68
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24			-	Brita	BRITEC	Pista	15,0	-	2,2430 t/m³	-	-	-	-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			338,73	Brita	BRITEC	Pista	15,0	50,81	2,2430 t/m³	113,96	12,96	0,02	1.476,53	1,90
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			849,52	Brita	BRITEC	Pista	15,0	127,43	2,2430 t/m³	285,82	10,20	0,05	2.914,45	14,75
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			1.066,51	Brita	BRITEC	Pista	15,0	159,98	2,2430 t/m³	358,83	10,80	0,11	3.875,32	37,96
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.419,37	Brita	BRITEC	Pista	15,0	362,91	2,2430 t/m³	814,00	11,01	0,11	8.963,40	88,46
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			3.241,44	Brita	BRITEC	Pista	15,0	486,22	2,2430 t/m³	1.090,58	10,30	0,14	11.233,01	157,09
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD			Brita	BRITEC	Pista	15,0	-	2,2430 t/m³	-	10,51	0,04	-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			796,34	Brita	BRITEC	Pista	15,0	119,45	2,2430 t/m³	267,93	10,58	0,04	2.835,91	11,45
						Total	2.498,84	8,68		21.696,10		**Vol. Geométrico Base Mistura**			3.254,41		7.299,65	11,11	0,10	81.069,72	696,30
				Densidades:									**Material**		**(%) em Peso**	**Peso (t)**	**Volume (m³)**	**DMT Com.**	**DMT Local**	**Momento Transporte Comercial**	**Momento Transporte Local**
					Mistuta BGS:		**2,243**	**t/m3**													
						Brita:	**1,500**	**t/m3**					**Brita - BRITEC**		100,00%	7.299,65	4.866,43	**11,20**		**54.510,68 m³Km**	**0,00 m³Km**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		Metros			Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (tkm)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO												PAV	NPAV	PAV	NPAV
	Base (15cm)de Brita Graduada ESTABILIZAÇÃO - Rodovia : GO-536																				
Base Brita	**Pista Direita**																				
Graduada	**Alargamento**	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			530,87	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	79,63						
Estabilização		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			823,00	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	123,45						
(10% de Brita 2 +		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27			1.156,29	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	173,44						
25% de Brita 1 +		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			353,88	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	53,08						
20% de Brita 0 +	**Viaduto 2**	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24			-	Brita		Pista	15,0	-						
45% de Pó de Brita)		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.239,96	Brita	Est. 2029	Pista	15,0	185,99						
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	13,0625		1.476,06	Brita	Est. 2029	Pista	15,0	221,41						
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			923,70	Brita	Est. 2029	Pista	15,0	138,56						
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.788,34	Brita	Est. 2029	Pista	15,0	418,25						
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			778,14	Brita	Est. 2029	Pista	15,0	116,72						
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			2.564,23	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	384,63						
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24			-	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	-						
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			328,92	Brita	Est. 2000	Pista	15,0	49,34						
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			827,23	Brita	Est. 2029	Pista	15,0	124,08						
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			1.034,96	Brita	Est. 1000	Pista	15,0	155,24						
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.354,13	Brita	Est. 1000	Pista	15,0	353,12						
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			3.180,23	Brita	Est. 1025+10	Pista	15,0	477,03						
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD			Brita	Est. 1025+10	Pista	15,0	-						
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			777,03	Brita	Est. 1025+10	Pista	15,0	116,55						
						Compactação	2.498,84	8,46		21.136,97					3.170,55						
												Compactação			**3.170,55**	m^3					

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas INICIAL	Estacas FINAL	Metros INICIAL	Metros FINAL	Metros MÉDIO	Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume Geométrico (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km) PAV	DMT (Km) NPAV	Momento Transporte (tkm) PAV	Momento Transporte (tkm) NPAV
	Sub-Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura ESCAVAÇÃO - Rodovia : GO-536																				
Sub-Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura (65% de Solo + 15% de Brita 1 + 10% de Brita 0 + 10% de Pó de Pedra)	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			1.256,92	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	251,38	1,9540 t/m³	491,21	2,81	0,20	483,10	98,24
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			888,76	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	177,75	1,9540 t/m³	347,33	2,73	0,14	331,87	48,63
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27			1.253,66	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	250,73	1,9540 t/m³	489,93	2,61	0,16	448,02	77,72
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			381,25	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	76,25	1,9540 t/m³	148,99	2,58	0,12	134,35	17,61
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24	-		-	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	-	1,9540 t/m³	-			-	-
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.368,54	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	273,71	1,9540 t/m³	534,82	2,41	0,16	451,40	83,60
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	15,9750		1.805,18	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	361,04	1,9540 t/m³	705,46	2,30	0,16	567,52	110,40
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			1.223,45	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	244,69	1,9540 t/m³	478,13	2,22	0,14	372,32	65,40
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.719,08	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	543,82	1,9540 t/m³	1.062,62	2,15	0,14	799,22	146,63
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			923,28	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	184,66	1,9540 t/m³	360,82	2,06	0,14	260,63	51,44
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			3.757,10	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	751,42	1,9540 t/m³	1.468,27	2,83	0,09	1.453,58	132,14
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24			-	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	-	1,9540 t/m³	-			-	-
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			356,19	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	71,24	1,9540 t/m³	139,20	2,50	0,02	121,85	2,32
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			888,33	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	177,67	1,9540 t/m³	347,16	2,42	0,15	293,95	52,64
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			1.121,70	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	224,34	1,9540 t/m³	438,36	2,73	0,20	418,61	85,83
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.533,54	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	506,71	1,9540 t/m³	990,11	2,51	0,20	870,18	196,70
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			4.072,20	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	814,44	1,9540 t/m³	1.591,42	2,22	0,23	1.238,19	372,46
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD			Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	-	1,9540 t/m³	-	2,15		-	-
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			1.129,80	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	225,96	1,9540 t/m³	441,52	2,06	0,13	318,34	58,60
Sub-Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura Camada Superior (65% de Solo + 15% de Brita 1 + 10% de Brita 0 + 10% de Pó de Pedra)	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			674,41	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	101,16	1,9540 t/m³	197,67	2,81	0,20	194,41	39,53
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	2,65		299,45	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	44,92	1,9540 t/m³	87,77	2,30	0,16	70,61	13,74
		2035 + 11,53	2040 + 6,52	40711,53	40806,52	40759,03	94,99			248,89	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	37,33	1,9540 t/m³	72,95	2,20	0,15	56,26	10,76
	Rotatória - 01	2040 + 6,52	2041 + 19,66	40806,52	40839,66	40823,09	33,14			94,41	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	14,16	1,9540 t/m³	27,67	2,17	0,12	21,02	3,23
		2041 + 19,66	2043 + 11,98	40839,66	40871,98	40855,82	32,32			91,06	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	13,66	1,9540 t/m³	26,69	2,14	0,12	19,97	3,10
	Fim Ciclovia - LD para LE	2043 + 11,98	2043 + 11,98	40871,98	40871,98	40871,98	0,00			51,37	Mistura	-	Pista	15,0	7,71	1,9540 t/m³	15,06	2,14	0,12	11,27	1,75
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	113 + 4,93	2000,00	2264,93	2132,47	264,93			964,30	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	144,65	1,9540 t/m³	282,64	2,47	0,22	244,73	62,88
	Pista Esquerda																				
		1021 + 8,93	1036 + 6,67	20428,93	20726,67	20577,80	297,74			775,80	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	116,37	1,9540 t/m³	227,39	2,21	0,24	176,15	54,32
	Rotatória - 01	1036 + 6,67	1039 + 6,92	20726,67	20786,92	20756,80	60,25			200,38	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	30,06	1,9540 t/m³	58,73	2,15	0,12	44,26	7,06
		1039 + 6,92	1044 + 0,00	20786,92	20880,00	20833,46	93,08			317,15	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	47,57	1,9540 t/m³	92,96	2,06	0,14	67,02	12,69
						Total	3.688,29			29.396,22		Vol. Geométrico Sub-base p/ Escav.			5.693,38		11.124,87	0,85	0,16	9.468,82	1.809,41

Densidades:	
Mistura 65% Solo + 35%Brita:	1,954 t/m3
Cascalho:	1,268 t/m3
Brita:	1,5 t/m3

Material	(%) em Peso	Peso (t)	Volume (m³)	DMT Com.	DMT Local	Momento Transporte (m³Km) Comercial	Momento Transporte (m³Km) Local
Cascalho	65%	7.231,16	**5.702,81**		1,84	**-**	**10.493,17**
Brita	35%	3.893,70	**2.595,80**	12,82		**33.278,19**	**-**
Cascalho+Brita	100%	11.124,87	**8.298,61**		1,01	**-**	**8.413,02**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas INICIAL	Estacas FINAL	Metros INICIAL	Metros FINAL	Metros MÉDIO	Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km) PAV	DMT (Km) NPAV	Momento Transporte (tkm) PAV	Momento Transporte (tkm) NPAV
	Sub-Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura ESTABILIZAÇÃO - Rodovia : GO-536																				
Sub-Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura (65% de Solo + 15% de Brita 1 + 10% de Brita 0 + 10% de Pó de Pedra)	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			1.227,42	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	245,48						
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			864,85	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	172,97						
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27			1.218,25	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	243,65						
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			371,29	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	74,26						
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24	-		-	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	-						
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.344,29	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	268,86						
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	15,8250		1.788,23	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	357,65						
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			1.200,65	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	240,13						
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			2.649,07	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	529,81						
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			901,68	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	180,34						
								0,5250													
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			3.659,72	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	731,94						
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24			-	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	-						
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			346,16	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	69,23						
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			866,18	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	20,0	173,24						
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			1.090,16	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	218,03						
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34			2.468,30	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	493,66						
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			4.016,46	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	803,29						
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	ver PD			Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	-						
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			1.110,67	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	20,0	222,13						
Sub-Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura Camada Superior (65% de Solo + 15% de Brita 1 + 10% de Brita 0 + 10% de Pó de Pedra)	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			644,89	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	96,73						
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	2,5000		282,50	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	42,38						
		2035 + 11,53	2040 + 6,52	40711,53	40806,52	40759,03	94,99			234,86	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	35,23						
	Rotatória - 01	2040 + 6,52	2041 + 19,66	40806,52	40839,66	40823,09	33,14			89,01	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	13,35						
		2041 + 19,66	2043 + 11,98	40839,66	40871,98	40855,82	32,32			85,50	Mistura	Est. 2150+10-100m	Pista	15,0	12,83						
	Fim Ciclovia - LD para LE	2043 + 11,98	2043 + 11,98	40871,98	40871,98	40871,98	0,00			45,56	Mistura	-	Pista	15,0	6,83						
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	113 + 4,93	2000,00	2264,93	2132,47	264,93			924,90	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	138,73						
	Pista Esquerda																				
		1021 + 8,93	1036 + 6,67	20428,93	20726,67	20577,80	297,74			730,98	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	109,65						
	Rotatória - 01	1036 + 6,67	1039 + 6,92	20726,67	20786,92	20756,80	60,25			188,74	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	28,31						
		1039 + 6,92	1044 + 0,00	20786,92	20880,00	20833,46	93,08			303,42	Mistura	Est. 1147+10-90m	Pista	15,0	45,51						
						Compactação	3.688,29			28.653,73					5.554,23						
												Compactação			**5.554,23**	m^3					

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		m			Extensão (m)	Largura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (tkm)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO												PAV	NPAV	PAV	NPAV
	Regularização do Sub-leito - GO-536																				
Regularização do Sub-leito	**Pista Direita**																				
	Alargamento	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00			1.320,81											
		2010 + 0,00	2014 + 0,00	40200,00	40280,00	40240,00	80,00			940,58											
		2014 + 0,00	2019 + 17,27	40280,00	40397,27	40338,64	117,27	11,60		1.360,33											
		2019 + 17,27	2021 + 13,68	40397,27	40433,68	40415,48	36,41			408,74											
	Viaduto 2	2021 + 13,68	2024 + 5,92	40433,68	40485,92	40459,80	52,24	-		-											
		2024 + 5,92	2029 + 18,53	40485,92	40598,53	40542,23	112,61			1.444,65											
		2029 + 18,53	2035 + 11,53	40598,53	40711,53	40655,03	113,00	16,30		1.841,90											
		2035 + 11,53	2039 + 5,10	40711,53	40785,10	40748,32	73,57			1.272,86											
	Rotatória - 01	2039 + 5,10	2043 + 1,08	40785,10	40861,08	40823,09	75,98			3.437,68											
		2043 + 1,08	2047 + 6,20	40861,08	40946,20	40903,64	85,12			969,62											
	Ramo 01 Goiás Carnes																				
		100 + 0,00	124 + 3,86	2000,00	2483,86	2241,93	483,86			4.011,45											
	Viaduto 1	124 + 3,86	126 + 16,10	2483,86	2536,10	2509,98	52,24	-		-											
		126 + 16,10	128 + 9,40	2536,10	2569,40	2552,75	33,30			376,62											
	Ramo 02 Goiás Carnes																				
		200 + 14,65	205 + 17,89	4014,65	4117,89	4066,27	103,24			938,55											
	Pista Esquerda																				
	Alargamento	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59			1.190,00											
		1010 + 11,59	1021 + 8,93	20211,59	20428,93	20320,26	217,34	12,30		2.673,28											
		1021 + 8,93	1035 + 17,02	20428,93	20717,02	20572,98	288,09			4.173,59											
	Rotatória - 01	1035 + 17,02	1039 + 14,54	20717,02	20794,54	20755,78	77,52	-		-											
		1039 + 14,54	1044 + 0,00	20794,54	20880,00	20837,27	85,46			1.174,79											
						Total	2.498,84			**27.535,45**											

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		m			Exten-são (m)	Lar-gura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espes-sura (cm)	Volume Geométrico (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (m3km)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO												PAV	NPAV	PAV	NPAV
	FRESAGEM																				
Fresagem Pavimento Existente	**Alargamento GO-020 PD**	2000 + 0,00	2010 + 0,00	40000,00	40200,00	40100,00	200,00	1,00		200,00	CBUQ		Bota-fora	12,5	25,00					-	-
	Ramo 01 Goiás Carnes	100 + 0,00	115 + 0,00	2000,00	2300,00	2150,00	300,00	1,00		300,00	CBUQ		Bota-fora	12,5	37,50						
	Alargamento GO-020 PE	1000 + 0,00	1010 + 11,59	20000,00	20211,59	20105,80	211,59	-		979,74	CBUQ		Bota-fora	12,5	122,47						
						Total				1.479,74		Vol. Geométrico Fresagem Pav. Exist.			**184,97**			-	-	-	-

Material	**Volume (m3)**		**Peso (t)**	**DMT**		**Momento Transporte (m ^{3}Km)**	
				Pav	**Npav**	**Pav**	**Npav**
CBUQ	184,97			5,00	-	**924,84**	**-**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		m			Exten-são (m)	Lar-gura (m)	% da Área	Área (m2)	Material	Acesso	Destino	Espes-sura (cm)	Volume Geométrico (m3)	Densidade ou Taxa	Peso (t)	DMT (Km)		Momento Transporte (m3km)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO												PAV	NPAV	PAV	NPAV
	REMOÇÃO DE PAVIMENTO EXISTENTE																				
Remoção Pavimento Existente	**RAMO EXISTENTE**									539,09	CBUQ		Bota-fora	12,5	67,39					-	-
						Total				539,09		Vol. Geométrico Fresagem Pav. Exist.			**67,39**			-	-	-	-

Material	**Volume (m3)**		**Peso (t)**	**DMT**		**Momento Transporte (m^{3}Km)**	
				Pav	**Npav**	**Pav**	**Npav**
CBUQ	67,39			5,00	-	**336,93**	**-**

3.4 - PROJETO DE DRENAGEM E DE OBRA-DE-ARTE

3.4.1 OBJETIVOS

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-13	Projeto de Drenagem
DNIT	IPR-724	Manual de Drenagem de Rodovia

As obras de drenagem do presente projeto classificam-se em: Drenagem Superficial, Drenagem Profunda e Drenagem de transposição de Talvegues (Obras-de-Arte Correntes).

3.4.2 METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto, foram adotados os procedimentos metodológicos definidos pelas Normas da **Goinfra** e do **DNIT**, que constituem referência básica, tanto no que toca ao cálculo hidráulico como na definição das obras tipo.

Foram cadastrados os dispositivos de drenagem existentes visando observar seu estado de conservação e seu comportamento hidráulico. A partir destes elementos determinou-se às necessidades do trecho no tocante a reparos das obras existentes e execução de novas obras, em função, também, dos estudos hidrológicos, e da construção de interseções, acessos e retornos.

3.4.3 DRENAGEM SUPERFICIAL

3.4.3.1 GENERALIDADES

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial consistiu na determinação da máxima extensão até a qual não ocorre transbordamento dos mesmos. Para tanto levou-se em consideração o tipo da obra e sua declividade de instalação. Foi utilizada a fórmula de Manning e da continuidade:

Fórmula de Manning: $V = \frac{1}{n} . R^{\frac{2}{3}} . \sqrt{I} < Vc$

Equação da continuidade: $Q = A \, . \, V$

Combinando, tem-se: $Q = \frac{1}{n} . A . R^{\frac{2}{3}} . \sqrt{I}$

Onde:

V = velocidade do escoamento em m/s;

R = raio hidráulico, em m, $R = A/P$;

A = área molhada, em m;

P = perímetro molhado, em m;

I = declividade dada a obra, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

Vc = velocidade máxima admissível, em m/s

Características Geométricas: Ver desenhos no Volume 2 – Projeto Executivo.

Tempo de Recorrência: Drenagem Superficial T_R=10 anos, Bueiros tubulares T_R=15, Celulares 25 anos, e Pontes de 50 a 100 anos.

Tempo de Concentração: Para drenagem superficial adota-se a intensidade para um tempo de concentração entre 5 e 15 minutos conforme recomendação do DNIT. A IP-13 Goinfra recomenda 5 min de maneira geral. Avaliando as características do tráfego e a densidade de construções no entorno da rodovia, adotaremos Tc=10 minutos, com uma intensidade média arredondada de **I = 155 mm/h**, para a drenagem de transposição de talvegues, o tempo de concentração é calculado pela fórmula de Kirpich, com duração mínima de 15 minutos.

Natureza da área	Declividade da Sarjeta	
	I < 3 %	I > 3 %
1 – Área de construção densas	10 min	7 min
2 – Áreas residenciais	12 min	10 min
3 – Parques, jardins, campos	15 min	12 min

Manual de Drenagem de Rodovias DNIT IPR-724 pág. 303

Velocidade máxima e mínima admissíveis: A velocidade admissível da água nos diversos meios depende do material em que a mesma flui. Para se evitar danos e perda de eficiência, as velocidades consideradas no presente estudo estão apresentadas no Quadro 3.4.2.

Quadro 3.4.2 - Velocidade Máxima e Mínima Admissíveis

Material	Velocidade Máxima (m/s)	Material	Velocidade Máxima (m/s)	Material	Velocidade Mínima (m/s)
Argila dura	1,10	Concreto	4,50	Argila	0,08
Areia fina	0,35	Betume	4,00	Areia fina	0,16
Areia grossa	0,50	Solo cimento	2,00	Areia grossa	0,21
Cascalho fino	0,80	Gabiões	2,50	Cascalho fino	0,32
Cascalho	1,50	Alvenaria	2,50	Cascalho	0,65
Revestimento vegetal	1,50	Rocha sã	4,00		

Quadro 3.4.3 - Coeficiente de Escoamento

Superfície	C
Terreno natural	0,30 a 0,40 (de acordo com maior ou menor percentual de areia ou argila)
Talude	0,60 a 0,70 (segundo as mesmas características anteriores)
Plataforma	0,90

Quadro 3.4.4 - Coeficiente de Rugosidade

Coeficiente de rugosidade de Manning (*n*) para canais artificiais

Revestimento	Rugosidade		
	Mínima	Usual	Máxima
Concreto pré-moldado	0,011	0,013	0,015
Concreto com acabamento	0,013	0,015	0,018
Concreto sem acabamento	0,014	0,017	0,020
Concreto projetado	0,018	0,020	0,022
Gabiões	0,022	0,030	0,035
Espécies vegetais	0,025	0,035	0,070
Aço	0,010	0,012	0,014
Ferro fundido	0,011	0,014	0,016
Aço corrugado	0,019	0,022	0,028
Solo sem revestimento	0,016	0,023	0,028
Rocha sem revestimento	0,025	0,035	0,040

Coeficiente de rugosidade de Manning (*n*) para canais naturais

Tipo	Características	Rugosidade		
		Mínima	Normal	Máxima
Canais de pequeno porte em planície (B < 30 m)	Limpos	0,025	0,033	0,045
	Trechos lentos	0,050	0,070	0,080
Canais de pequeno porte em montanhas (B < 30 m)	Leito desobstruído	0,030	0,040	0,050
	Leito com matacões	0,040	0,050	0,070
Canais de grande porte (B > 30 m)	Seções regulares	0,025	-	0,060
	Seções irregulares	0,035	-	0,100
Planícies de inundação	Pastagens	0,025	0,030	0,035
	Culturas	0,020	0,040	0,050
	Vegetação densa	0,045	0,070	0,160

Coeficientes de rugosidade de Manning de Projeto

Material	n
Concreto liso	0,010
Concreto rústico	0,015
Aço corrugado	0,015
Pedra arrumada ou rip-rap	0,022
Canais regulares em terra	0,020
Canais irregulares em terra	0,033
Superfícies gramadas	0,030

Fonte: DNIT

Vazão de Contribuição: A determinação da vazão de projeto é baseada em dados de chuva (intensidade, duração, período de retorno) e em características da área de contribuição (extensão, forma, declividade, infiltrabilidade). O método racional será usado sempre para o dimensionamento dos dispositivos de condução longitudinal da drenagem; ao se levantar as áreas contribuintes de pistas, taludes e terrenos lindeiros, facilmente obtém-se a vazão de projeto, para pequenos trechos da rodovia.

$$Qo = \frac{CIAd}{360}$$

Onde:
Qo = vazão em metros cúbicos por segundo;
I = intensidade de precipitação em mm/h;
Ad = área de contribuição em hectares;
C = coeficiente de escoamento superficial
C=0,90, áreas impermeabilizadas,
C=0,60, taludes e
C=0,30, terreno natural.

Comprimento Crítico: É prática corrente no meio rodoviário denominar "comprimento crítico" ao máximo comprimento possível de se projetar um canal, sem que ocorra o seu transbordamento, ou sem que se ultrapasse a folga superior prevista.

$$L_{\max} = \frac{Q_{\max}}{q}$$

Onde:
L = comprimento crítico, em m;
Qmáx = descarga máxima permissível para a declividade I, em m³/s;
q = descarga afluente unitária, em m³/s.

Assim, o comprimento crítico define a extensão de aplicação de determinada seção transversal de um canal, ou por outra, ao final dessa extensão, a área contribuinte, submetida à chuva de projeto, gera vazão que veiculada na declividade, revestimento e forma de seção do dispositivo, ocupa toda a sua seção transversal, com exceção do "freeboard".

O comprimento crítico de uma sarjeta ou valeta nada tem a ver, portanto, com o estado ou regime crítico hidráulico. Como o comprimento crítico é função da declividade, foi estabelecido para cada dispositivo, conforme a geometria do segmento, a variação do comprimento crítico em relação à declividade.

Redução da Capacidade de Vazão: Dispositivos de drenagem com baixa declividade não proporcionam drenagem eficiente, devido a baixa velocidade da água, que provoca sedimentação dos materiais em suspensão. Restringiu-se a área da seção de vazão a 85% da área da seção transversal do dispositivo.

Quadro 3.4.5 - Fator de Redução

Declividade	Fator de Redução
< 0,4%	Não permite boa drenagem
0,4%	0,5
>0,6%	0,85

Barragens: Quando a declividade máxima for alcançada devem ser construídas barreiras transversais, ou degraus, no interior dos dispositivos de drenagem superficial, de forma a que a declividade não ultrapasse a máxima permissível. O espaçamento entre essas barragens, ou degraus, é determinado pela expressão:

$$E = \frac{100H}{D - i}$$

Onde: E = espaçamento, em m;
H = altura das barragens, adotou-se 0,15 m;
D = declividade natural do terreno, em %;
i = declividade máxima desejada.

É aconselhável que o espaçamento não ultrapasse 50m, o que corresponde à declividade de 2% com diferença de nível de 1,0m entre duas barragens consecutivas.

3.4.3.2 VALETAS DE PROTEÇÃO PARA CORTES E ATERROS

As valetas de proteção de corte foram utilizadas sempre que o terreno natural subia a partir da crista do corte. As valetas de proteção de aterro foram utilizadas sempre que o terreno natural tendia para o pé dos aterros e para conduzir as águas provenientes das sarjetas e valetas de corte até os bueiros ou a locais onde a conformação natural permita a continuidade do escoamento.

Foram utilizadas no projeto as valetas de proteção de forma trapezoidal, com revestimento em grama padrão VPC-01/VPA-01 para declividades baixas, e de concreto padrão VPA-03 e VPC-03, para velocidades maiores, padrão DNIT.

As localizações das valetas de proteção estão indicadas no diagrama linear de drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2. As tabelas de comprimento crítico das valetas são apresentadas abaixo.

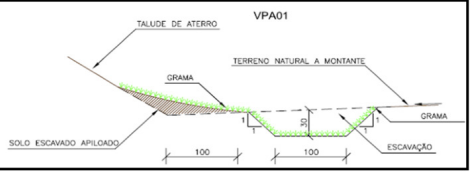
VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE E ATERRO EM GRAMA – VPA-01/VPC-01

COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTE E ATERRO - VPA/VPC 01 (GRAMA)

RODOVIA: **GO-536** **TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)**

LARGURA COLABORANTE (m)	DECLIVIDADE %										
	0,50	**0,75**	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**
40,00	699	856	989	1105	1211	1308	1398	1483	1563	1639	1712
50,00	559	685	791	884	969	1046	1119	1186	1251	1312	1370
60,00	466	571	659	737	807	872	932	989	1042	1093	1142
70,00	399	489	565	632	692	747	799	847	893	937	978
80,00	350	428	494	553	605	654	699	741	782	820	856
90,00	311	381	439	491	538	581	621	659	695	729	761
100,00	280	342	395	442	484	523	559	593	625	656	685
110,00	254	311	360	402	440	476	508	539	568	596	623
120,00	233	285	330	368	404	436	466	494	521	546	571
130,00	215	263	304	340	373	402	430	456	481	504	527
140,00	200	245	282	316	346	374	399	424	447	468	489
150,00	186	228	264	295	323	349	373	395	417	437	457
160,00	175	214	247	276	303	327	350	371	391	410	428
170,00	164	201	233	260	285	308	329	349	368	386	403
180,00	155	190	220	246	269	291	311	330	347	364	381
190,00	147	180	208	233	255	275	294	312	329	345	360
200,00	140	171	198	221	242	262	280	297	313	328	342
210,00	133	163	188	211	231	249	266	282	298	312	326
220,00	127	156	180	201	220	238	254	270	284	298	311
V (m/s)	1,09	1,33	1,54	1,72	1,89	2,04	2,18	2,31	2,44	2,56	2,67

AREA MOLHADA:	0,390	m2	a=	1,60	m
PERÍMETRO MOLHADO:	1,849	m	b=	0,30	m
RAIO HIDRÁULICO:	0,211	m	c=	1,00	m
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n):	0,023		vel. máx=	2,50	m/s
CAPACIDADE:	0,975	m3/s	$n_{rugosidade}$=	0,023	
DECLIVIDADE INÍCIO EROSÃO:	2,632	%	$C_{run-off}$=	0,30	
INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO:	155,00	mm/h			



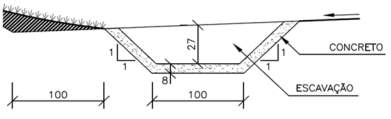
VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE E ATERRO EM CONCRETO – VPA-03/VPC-03

COMPRIMENTOS CRÍTICO PARA VALETA TRAPEIZODAL DE PROTEÇÃO DE CORTE E ATERRO - TIPO VPA/VPC 03

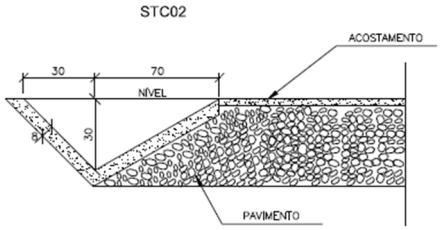
RODOVIA: **GO-536** **TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)**

LARGURA COLABORANTE (m)	DECLIVIDADE %										
	1,00	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**3,5**	**4,0**	**4,5**	**5,0**	**6,0**	**7,0**
40,00	1183	1449	1673	1871	2050	2214	2367	2510	2646	2898	3131
50,00	947	1159	1339	1497	1640	1771	1893	2008	2117	2319	2505
60,00	789	966	1116	1247	1366	1476	1578	1673	1764	1932	2087
70,00	676	828	956	1069	1171	1265	1352	1434	1512	1656	1789
80,00	592	725	837	935	1025	1107	1183	1255	1323	1449	1565
90,00	526	644	744	832	911	984	1052	1116	1176	1288	1391
100,00	473	580	669	748	820	885	947	1004	1058	1159	1252
110,00	430	527	609	680	745	805	861	913	962	1054	1138
120,00	394	483	558	624	683	738	789	837	882	966	1044
130,00	364	446	515	576	631	681	728	772	814	892	963
140,00	338	414	478	535	586	632	676	717	756	828	894
150,00	316	386	446	499	547	590	631	669	706	773	835
160,00	296	362	418	468	512	553	592	628	661	725	783
170,00	278	341	394	440	482	521	557	591	623	682	737
180,00	263	322	372	416	455	492	526	558	588	644	696
190,00	249	305	352	394	431	466	498	528	557	610	659
200,00	237	290	335	374	410	443	473	502	529	580	626
210,00	225	276	319	356	390	422	451	478	504	552	596
220,00	215	263	304	340	373	402	430	456	481	527	569
V (m/s)	2,10	2,57	2,97	3,32	3,63	3,92	4,20	4,45	4,69	5,14	5,55

AREA MOLHADA:	0,34	m2	a=	1,54	m
PERÍMETRO MOLHADO:	1,76	m	b=	0,27	m
RAIO HIDRÁULICO:	0,19	m	c=	1,00	m
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n):	0,016		vel. máx=	4,50	m/s
CAPACIDADE:	1,54	m3/s	$n_{rugosidade}$=	0,016	
DECLIVIDADE INÍCIO EROSÃO:	4,60	%	$C_{run-off}$=	0,30	
DECLIVIDADE MÍNIMA:	0,23	%			
INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO:	155,00	mm/h			

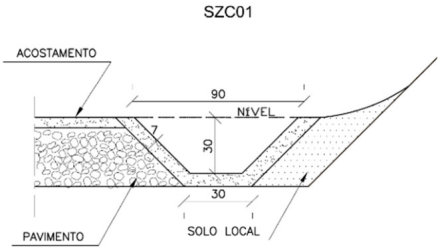


3.4.3.3 SARJETA



Sarjeta de Corte

As sarjetas de corte têm como objetivo captar as águas que se precipitam sobre o corpo estradal e talude contíguo, conduzindo-as longitudinalmente a rodovia até o ponto de transição entre o corte e o aterro de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural.



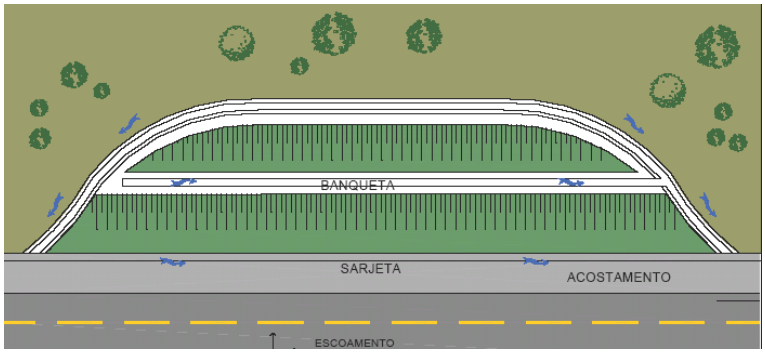
No projeto, quando necessário, foi previsto a utilização de sarjetas revestidas de concreto, triangular (STC-02) e trapezoidal (SZC-01), nos bordos. A trapezoidal é usada sempre que a capacidade máxima da triangular for atingida, e na saída pra descarga final, na transição do corte para aterro.

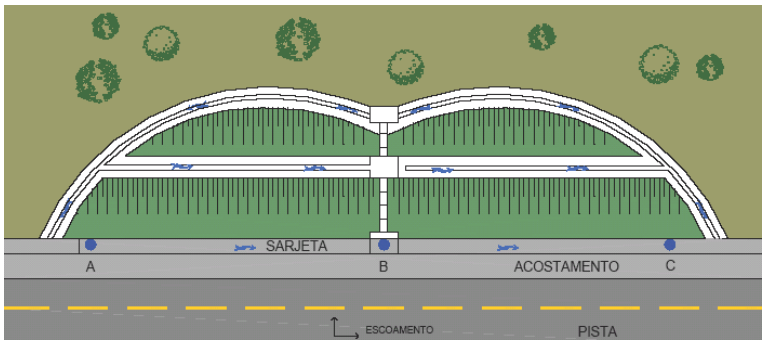
Todos os cortes, com altura média superior a 0,50 m, terão sarjetas revestidas de concreto, para canalizar as águas superficiais que incidem sobre a plataforma e os taludes de corte.

Sarjeta de Banqueta:

A criação de banquetas permite a redução da altura ou da inclinação do talude original, seja corte, como de aterro, proporcionando melhoria na estabilidade do talude.

As sarjetas ou canaletas de banquetas são os elementos condutores das águas que escoam sobre os taludes, em muitos casos recebem contribuição de outros dispositivos de drenagem, como descida d'água de aterros, bueiros, etc. Nos cortes, por vezes, têm também a função de recepção de águas de drenagem interna de maciços.





Nas banquetas de cortes ou aterro são implantadas sarjetas, normalmente revestidas de concreto, com seção triangular.

A declividade mínima longitudinal não deve ser menor que 0,5%.

A contribuição por metro linear da rodovia na banqueta de corte é:

$$A = (l_2 + l_3 + l_4 + l_5).L$$

Onde:

l_2 = largura da banqueta;

l_3 = largura da sarjeta;

l_4 = largura média do corte (considerando-se o talude) variável;

l_5 = distância entre a valeta de proteção de corte e sua respectiva crista (3 m).

A contribuição por metro linear da rodovia na banqueta de aterro é:

$$A = (l_1 + l_2 + l_3).L$$

Onde: l_1 = largura colaborante da pista, em m

l_2 = largura do acostamento, em m

l_3 = largura do talude, em m

O comprimento crítico é calculado como o das sarjetas de corte, utilizando a fórmula de Manning conjugada com a equação da continuidade.

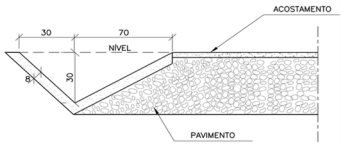
As sarjetas de corte estão indicadas no diagrama linear de drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2.

A tabelas de comprimento crítico das sarjetas STC-02 e SZC-01 são apresentadas a seguir.

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL		COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA SARJETA DE CORTE - SARJETA TIPO STC02											
COEFIC. ESCOAMEN. 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											
0,71	1,00	**10,50**	472	668	818	944	1056	1157	1249	1335	1493	1636	1767
0,71	2,00	**11,50**	432	610	748	863	965	1057	1142	1221	1365	1495	1615
0,71	3,00	**12,50**	397	562	688	795	889	974	1052	1124	1257	1377	1487
0,71	4,00	**13,50**	368	521	638	737	824	902	975	1042	1165	1276	1378
0,71	5,00	**14,50**	343	485	594	686	767	841	908	971	1085	1189	1284
0,71	6,00	**15,50**	321	454	556	642	718	787	850	909	1016	1113	1202
0,71	7,00	**16,50**	302	427	523	604	675	740	799	854	955	1046	1130
0,71	8,00	**17,50**	285	403	493	570	637	698	754	806	901	987	1066
0,71	9,00	**18,50**	270	381	467	539	603	660	713	762	852	934	1009
0,71	10,00	**19,50**	256	362	443	512	572	627	677	724	809	886	957
		CURVA INTERNA											
0,76	1,00	**16,00**	272	385	472	544	609	667	720	770	861	943	1019
0,75	2,00	**17,00**	258	364	446	515	576	631	681	728	814	892	963
0,75	3,00	**18,00**	244	345	423	489	546	598	646	691	772	846	914
0,75	4,00	**19,00**	232	329	402	465	520	569	615	657	735	805	869
0,74	5,00	**20,00**	221	313	384	443	495	543	586	626	700	767	829
0,74	6,00	**21,00**	212	299	367	423	473	518	560	599	669	733	792
0,74	7,00	**22,00**	203	286	351	405	453	496	536	573	641	702	758
0,74	8,00	**23,00**	194	275	336	389	434	476	514	549	614	673	727
0,74	9,00	**24,00**	187	264	323	373	417	457	494	528	590	646	698
0,73	10,00	**25,00**	180	254	311	359	401	440	475	508	568	622	672
DADOS ENTRADA:		**V (m/s)**	**1,19**	**1,68**	**2,06**	**2,38**	**2,66**	**2,91**	**3,14**	**3,36**	**3,76**	**4,11**	**4,44**

MEIA PISTA=	3,50	COEFICIENTE DE REDUÇÃO USADO:	85%		TR=	10 anos	
ACOST.=	2,00	AREA MOLHADA:	0,150	m2	Tc=	10 min	
LARG.SARJ.=	1,00	PERÍMETRO MOLHADO:	1,186	m			
DIST. VAL.P=	3,00	RAIO HIDRÁULICO:	0,126	m			
		COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n):	0,015		a (cm)=	30	
		CAPACIDADE:	0,68	m3/s	b (cm)=	70	
		DECLIVIDADE DE EROSÃO:	7,18	%	c (cm)=	30	
		DECLIVIDADE MÍNIMA:	0,13	%	veloc.máx=	4,50	m/s
		INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO:	155,00	mm/h	veloc.mín=	0,60	m/s

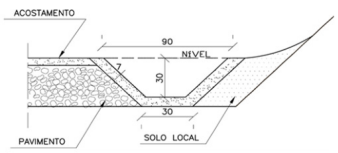
STC02



COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA SARJETA EM TANGENTE - TIPO SZC01 (CONCRETO)													
COEF. ESC. SUPERF. C	LARGURA MÉDIA DO CORTE (m)	LARGURA IMPLUVIUM (m)	DECLIVIDADE %										
			0,50	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
		TANGENTE											
0,74	1,00	11,00	601	850	1202	1473	1700	1901	2082	2249	2405	2551	2688
0,73	2,00	12,00	560	792	1119	1371	1583	1770	1939	2094	2239	2375	2503
0,72	3,00	13,00	524	740	1047	1283	1481	1656	1814	1959	2094	2221	2342
0,71	4,00	14,00	492	696	984	1205	1391	1555	1704	1840	1967	2087	2200
0,70	5,00	15,00	464	656	928	1136	1312	1467	1606	1735	1855	1968	2074
0,69	6,00	16,00	439	620	877	1075	1241	1387	1520	1641	1755	1861	1962
0,69	7,00	17,00	416	589	832	1019	1177	1316	1442	1557	1665	1766	1861
0,68	8,00	18,00	396	560	792	970	1120	1252	1371	1481	1584	1680	1770
0,68	9,00	19,00	377	534	755	925	1068	1194	1308	1412	1510	1601	1688
0,68	10,00	20,00	361	510	721	884	1020	1141	1249	1350	1443	1530	1613
		CURVA INTERNA											
0,79	1,00	17,10	384	543	768	940	1086	1214	1330	1436	1536	1629	1717
0,78	2,00	18,10	368	520	735	901	1040	1163	1274	1376	1471	1560	1644
0,77	3,00	19,10	353	499	706	864	998	1116	1222	1320	1411	1497	1578
0,77	4,00	20,10	339	479	678	830	959	1072	1174	1268	1356	1438	1516
0,76	5,00	21,10	326	461	653	799	923	1032	1130	1221	1305	1384	1459
0,75	6,00	22,10	314	445	629	770	889	994	1089	1177	1258	1334	1406
0,74	7,00	23,10	304	429	607	743	858	960	1051	1136	1214	1288	1357
0,74	8,00	24,10	293	415	587	718	829	927	1016	1097	1173	1244	1312
0,73	9,00	25,10	284	401	567	695	802	897	983	1062	1135	1204	1269
0,73	10,00	26,10	275	389	549	673	777	869	952	1028	1099	1166	1229
		V (m/s)	**1,370**	**1,938**	**2,741**	**3,357**	**3,876**	**4,333**	**4,747**	**5,127**	**5,481**	**5,814**	**6,128**

MEIA PISTA=	3,60					TR= 10 anos		
ACOST.=	2,50	AREA MOLHADA:	0,180	m2		TR= 10 min		
LARG.SARJ.=	0,90	PERÍMETRO MOLHADO:	1,149	m				
DIST. VAL.P=	3,00	RAIO HIDRÁULICO:	0,157	m	**Dimensões:**			
		COEFIC. DE RUGOSIDADE (n):	0,015		a (cm)=	90		
		CAPACIDADE:	0,810	m3/s	b (cm)=	30		
		DECLIVIDADE DE EROSÃO:	5,39	%	c (cm)=	30		
		DECLIVIDADE MÍNIMA:	0,10	%				
		INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO:	155	mm/h	vel.máx=	4,5	m/s	
					vel.mín=	0,6	m/s	

SZC01



Sarjeta de Canteiro Central:

No projeto foi previsto a utilização de sarjetas revestidas de concreto, triangular (SCC-02). Não foi previsto a transição para sarjetas trapezoidais devido aos comprimentos críticos não terem sido atingidos.

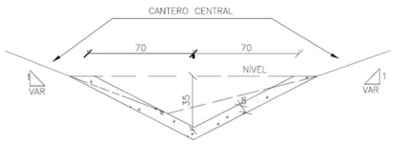
Não foi prevista a implantação de sarjeta no lado interno da pista duplicada, lado do canteiro, pois em toda a extensão do trecho há previsão de conformação do canteiro central em "aterro" ou em "falso aterro", com a água sendo drenada para as sarjetas de canteiro central.

As sarjetas de canteiro centrais serão interligadas aos bueiros previstos através de caixas de ligação e passagem ou caixas coletoras.

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL		COMPRIMENTOS CRÍTICOS PARA SARJETA EM [TANGENTE] - SARJETA TIPO SCC02											
		RODOVIA: GO-536	TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)										
COEF. ESC. CALCULADO TANGENTE	ALTURA MÉDIA DO CORTE (m)	LARGURA IMPLUVIO (m)	DECLIVIDADE %										
			0,50	1,20	1,90	2,60	3,30	4,00	4,70	5,40	6,10	6,80	7,00
0,75	0,50	**14,70**	560	867	1091	1277	1438	1584	1717	1840	1956	2065	2095
0,75	1,00	**15,20**	543	842	1059	1239	1396	1537	1666	1785	1898	2003	2033
0,75	1,50	**15,70**	528	817	1028	1203	1355	1492	1617	1734	1843	1946	1974
0,75	2,00	**16,20**	513	794	999	1169	1317	1450	1572	1685	1791	1891	1918
0,75	2,50	**16,70**	499	772	972	1137	1281	1410	1529	1639	1742	1839	1866
0,74	3,00	**17,20**	485	752	946	1107	1247	1372	1488	1595	1695	1790	1816
0,74	3,50	**17,70**	473	732	921	1078	1214	1337	1449	1553	1651	1743	1768
0,74	4,00	**18,20**	461	713	898	1050	1183	1303	1412	1513	1609	1698	1723
0,74	4,50	**18,70**	449	696	875	1024	1154	1270	1377	1476	1569	1656	1680
0,74	5,00	**19,20**	438	679	854	999	1126	1239	1343	1440	1530	1616	1639
0,74	5,50	**19,70**	428	663	834	975	1099	1210	1311	1406	1494	1577	1600
0,74	6,00	**20,20**	418	647	814	953	1073	1182	1281	1373	1459	1541	1563
0,73	6,50	**20,70**	408	633	796	931	1049	1155	1252	1342	1426	1506	1528
0,73	7,00	**21,20**	399	618	778	910	1026	1129	1224	1312	1394	1472	1494
0,73	7,50	**21,70**	391	605	761	891	1003	1105	1197	1283	1364	1440	1461
0,73	8,00	**22,20**	382	592	745	872	982	1081	1172	1256	1335	1410	1430
0,73	8,50	**22,70**	374	580	730	853	961	1058	1147	1230	1307	1380	1400
0,73	9,00	**23,20**	367	568	715	836	942	1037	1124	1205	1280	1352	1372
0,73	9,50	**23,70**	359	557	700	819	923	1016	1101	1181	1255	1325	1344
Largura Contribuição:		V (m/s)	1,28	1,99	2,50	2,93	3,30	3,63	3,94	4,22	4,48	4,73	4,80

LARG. CANT. CENTRAL= 4,00 m
LARG. P.DIR Existente 6,00 m
LARG. P.ESQ Nova= 4,2 m
$C_{run\text{-}off\ médio}$= 0,74

COEFICIENTE DE REDUÇÃO USADO:	85%		TR=	10 anos	
AREA MOLHADA:	0,245	m2	Tc=	10 min	
PERÍMETRO MOLHADO:	1,565	m			
RAIO HIDRÁULICO:	0,157	m	**Dimensões:**		
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n):	0,016		a (cm)=	70	
CAPACIDADE:	1,10	m3/s	b (cm)=	70	
DECLIVIDADE DE EROSÃO:	6,15	%	c (cm)=	35	
DECLIVIDADE MÍNIMA:	0,110	%	veloc.máx=	4,50	m/s
INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO:	155,00	mm/h	veloc.mín=	0,60	m/s



As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 018/2006	Sarjetas e Valetas

3.4.3.4 MEIO-FIO

O meio-fio captará as águas precipitadas sobre a plataforma impedindo que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude de aterro, conduzindo-as ao local de deságüe seguro.

Empregou-se a fórmula de Manning desprezando a parte do perímetro molhado correspondente à face da guia, isto é, fazendo R_h= y. Assim, tem-se:

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

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

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).

O dimensionamento dos meios-fios consiste na determinação do espaçamento entre as saídas d'água.

A contribuição por metro linear da rodovia é numericamente igual ao do impluvium:

$A = (l_1 + l_2).L$ Onde: l_1 = metade da largura da pista, para trecho em tangente ou pista toda para curva;

l_2 = largura do acostamento ou dos dois acostamentos em caso de curva;

A velocidade máxima na sarjeta deve ser limitada a velocidade máxima admissível do revestimento betuminoso (4,0 m/s). Para trechos com rampa inferiores a 0,5% não foi previsto a construção de meio-fio. No projeto foi previsto a utilização de meio-fio, sem sarjeta do tipo MFC-05 para trechos em tangente e com sarjeta tipo MFC-03 para trechos curvos lado interno.

Em todo aterro com altura superior a 2,00 m foi previsto meio-fio, com exceção dos trechos onde a declividade longitudinal é inferior a 0,5%.

Nas ilhas, interseções, ruas e retornos onde não há fluxo contínuo de água e para delimitação geométrica destes dispositivos também foi prevista a implantação de meio-fio sem sarjeta do tipo MFC-05.

Os meios-fios estão indicados no diagrama linear de drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2 - Drenagem.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 020/2006	Meio-fio e Guias

Tabelas de comprimento crítico:

MFC-03 - Meio-Fio com sarjeta (Largura inundação máxima = 1,50m):

COMPRIMENTO CRÍTICO PARA SARJETA DE ATERRO - MEIO FIO TIPO MFC03

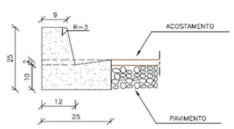
Declividade (%)	SARJETA Veloc. (m/s)	SARJETA Vazão (l/s)	SARJETA+ACOSTAMENTO Velocidade (m/s)	SARJETA+ACOSTAMENTO Vazão (l/s)	COMPRIMENTO CRÍTICO (m) TANGENTE m	COMPRIMENTO CRÍTICO (m) CURVA INTERNA m
0,50	0,254	0,305	0,51	18,001	76	38
1,00	0,359	0,431	0,73	25,457	108	54
1,50	0,439	0,528	0,89	31,178	132	66
2,00	0,507	0,610	1,03	36,001	152	76
2,50	0,567	0,682	1,15	40,251	170	85
3,00	0,621	0,747	1,26	44,093	187	93
3,50	0,671	0,806	1,36	47,625	201	101
4,00	0,717	0,862	1,45	50,914	215	108
4,50	0,761	0,914	1,54	54,002	228	114
5,00	0,802	0,964	1,62	56,923	241	120
5,50	0,841	1,011	1,70	59,702	253	126
6,00	0,879	1,056	1,78	62,356	264	132
6,50	0,914	1,099	1,85	64,902	275	137
7,00	0,949	1,140	1,92	67,352	285	142
7,50	0,982	1,180	1,99	69,716	295	147
8,00	1,014	1,219	2,05	72,003	305	152
8,50	1,046	1,257	2,12	74,219	314	157
9,00	1,076	1,293	2,18	76,371	323	162
10,00	1,134	1,363	2,30	80,502	341	170

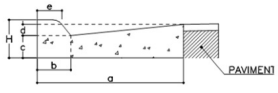
Área Molhada=	0,03505 m2
Perímetro Molhado=	1,69720 m
Raio Hidráulico=	0,02065 m
Coeficiente de Rugosidade=	0,015
Capacidade máxima=	157,73 L/s
Velocidade de Erosão=	4,5 m/s
Redução de Capacidade=	10%
Coeficiente de Escoamento=	0,90
Intensidade de Precipitação=	155 mm/h
Semi-Plataforma em Tangente=	3,60 m
c/ 3a. Faixa=	7,20 m
Acostamento=	2,50 m

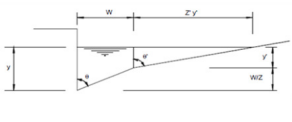
Dimensões:

a (cm) =	25	d (cm) =	2,0
b (cm) =	12	e (cm) =	9
c (cm) =	10	H (cm)=	25

Obs: Com inundação de 1,5m do acostamento h=4,5 cm







* A VAZÃO TOTAL Q DEVE SER CALCULADA POR:

w (largura sarjeta)=	13,0 cm
w' (largura inund.)=	150,0 cm
y (alt. na sarj.)=	2,0 cm
y'(alt.água.)=	4,5 cm
Y total=	6,5 cm

MFC-05 - Meio-Fio sem sarjeta (Largura inundação máxima = 1,50m):

COMPRIMENTO CRÍTICO PARA SARJETA DE ATERRO - MEIO FIO TIPO MFC05

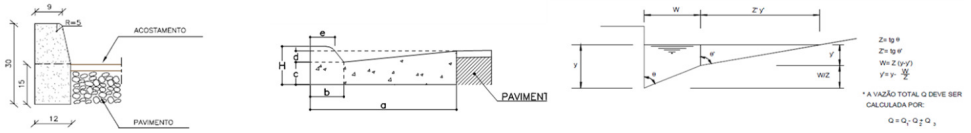
Declividade (%)	SARJETA Veloc. (m/s)	SARJETA Vazão (l/s)	SARJETA+ACOSTAMENTO Velocidade (m/s)	SARJETA+ACOSTAMENTO Vazão (l/s)	COMPRIMENTO CRÍTICO (m) TANGENTE m	COMPRIMENTO CRÍTICO (m) CURVA INTERNA m
0,50	0,007	0,000	0,40	13,589	57	29
1,00	0,010	0,000	0,57	19,218	81	41
1,50	0,013	0,000	0,70	23,537	100	50
2,00	0,015	0,000	0,81	27,178	115	57
2,50	0,017	0,000	0,90	30,386	129	64
3,00	0,018	0,000	0,99	33,286	141	70
3,50	0,020	0,000	1,07	35,953	152	76
4,00	0,021	0,000	1,14	38,436	163	81
4,50	0,022	0,000	1,21	40,767	172	86
5,00	0,023	0,000	1,27	42,972	182	91
5,50	0,025	0,000	1,34	45,070	191	95
6,00	0,026	0,000	1,39	47,074	199	100
6,50	0,027	0,000	1,45	48,996	207	104
7,00	0,028	0,000	1,51	50,846	215	108
7,50	0,029	0,000	1,56	52,630	223	111
8,00	0,030	0,000	1,61	54,356	230	115
8,50	0,031	0,000	1,66	56,029	237	119
9,00	0,031	0,000	1,71	57,654	244	122
10,00	0,033	0,000	1,80	60,772	257	129

Área Molhada=	0,03375 m2
Perímetro Molhado=	1,54592 m
Raio Hidráulico=	0,02183 m
Coeficiente de Rugosidade=	0,015
Capacidade máxima=	151,88 L/s
Velocidade de Erosão=	4,5 m/s
Redução de Capacidade=	10%
Coeficiente de Escoamento=	0,90
Intensidade de Precipitação=	155 mm/h
Semi-Plataforma em Tangente=	3,60 m
c/ 3a. Faixa=	7,20 m
Acostamento=	2,50 m

Dimensões:

a (cm) =	12	d (cm) =	0,0
b (cm) =	12	e (cm) =	9
c (cm) =	15	H (cm)=	30

Obs: Com inundação de 1,5m do acostamento h=4,5 cm



w (largura sarjeta)=	0,0 cm
w' (largura inund.)=	150,0 cm
y (alt. na sarj.)=	0,0 cm
y'(alt.água.)=	4,5 cm
Y total=	4,5 cm

3.4.3.5 ENTRADA D'ÁGUA

A largura da entrada d'água necessária para captar uma vazão conhecida é dada por:

$$L = \frac{Q}{K.Y.\sqrt{g.Y}}$$

Sendo: L = comprimento da abertura na banqueta para interceptação total do fluxo na sarjeta, em metros.

Y = altura de fluxo na sarjeta, em metros.

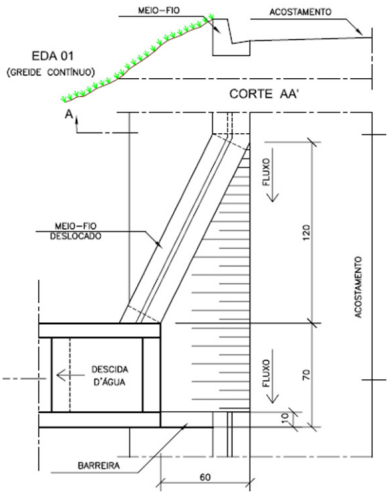
g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

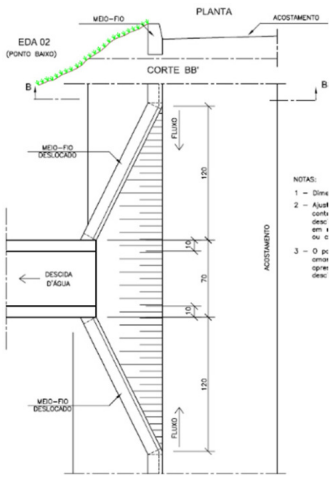
Q = vazão na sarjeta, em m³/s

K = dado pela tabela → Adotou-se: K = 20

tan θ	K
12	0,23
24	0,20
48	0,20

Os comprimentos críticos dos meios-fios na teoria são restringidos pela capacidade das entradas d'água, dependendo da situação, principalmente para os trechos em curva, poderá haver eventualmente, acúmulo de água junto às entradas d'água. No entanto, na maioria das vezes, a capacidade das entradas supera o comprimento crítico do conjunto meio com sarjeta. Recomenda-se espaçar as descidas d'água de 50 a 100m dependendo das vazões a serem captadas e das dimensões das descidas. No projeto foram utilizados os dispositivos padrões para greide contínuo (EDA-01) e ponto baixo (EDA-02). As entradas d'água estão indicadas no diagrama linear de drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2.





As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 021/2004	Entradas e Descidas d'Água

3.4.3.6 SAÍDAS D'ÁGUA

As saídas das sarjetas dos bordos dos acostamentos se farão em todos os pontos de passagem (de corte para aterro) mediante uma deflexão de 45º e prolongamento mínimo de 5 m de onde prosseguirá pelo terreno natural ou desembocará em uma valeta.

Foram utilizadas saídas d'água, com as mesmas características geométricas das sarjetas, em todos os pontos baixos das sarjetas de corte, na transição de corte para aterro. No deságue das saídas d'água, nos casos em que não há conexão com valetas de proteção de aterro, foi projetado um dissipador de energia. As saídas d'água estão indicadas no diagrama linear de drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

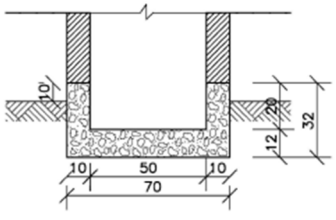
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 018/2006	Sarjetas e Valetas
DNIT	DNIT ES 021/2004	Entradas e Descidas d'Água

3.4.3.7 DESCIDAS D'ÁGUA

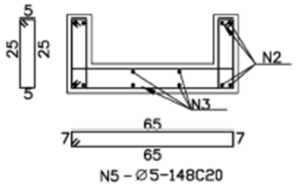
Descidas d'água são projetadas para conduzir a água superficial ao longo de um talude (de corte ou aterro) a um nível inferior, sempre que necessário. Foram adotadas descidas d'água retangular de concreto lisa (DAR-02 para aterros até 5 m e tipo DAR-03 para aterros de 5 a 10 m), para conduzir a água de sarjetas ou bueiros de greide ao pé do talude de aterros até 10 m de altura, e em degraus (DAD), quando a altura destes aterros ultrapassa 10 m de altura.

As vazões afluentes às descidas d'água em calha retangular foram verificadas para cada caso específico, em função das descargas das sarjetas ou bueiros de greide. Este tipo de descida d'água será usado para conduzir a água das sarjetas ou bueiros de greide ao pé dos taludes de aterros de até 5 m de altura.

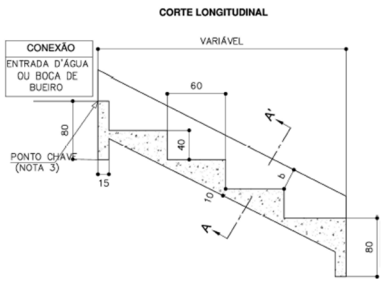
DAR-02



DAR-03



DAD

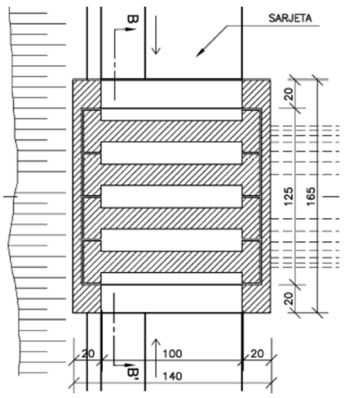


No deságüe das descidas d'água projetou-se dissipadores de energia. As descidas d'água estão indicadas no diagrama linear de drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 021/2004	Entradas e Descidas d'Água

3.4.3.8 CAIXAS COLETORAS E CAIXAS DE LIGAÇÃO E PASSAGEM



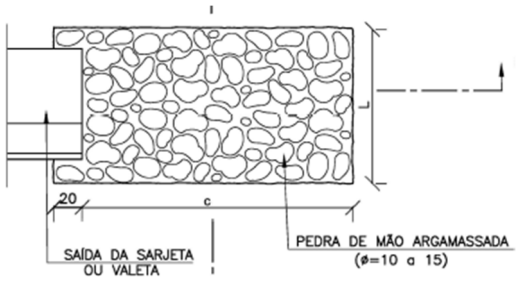
As caixas coletoras têm como objetivos: coletar as águas provenientes das sarjetas e que se destinam aos bueiros de greide; coletar as águas provenientes de áreas situadas a montante de bueiros de transposição de talvegues, permitindo sua construção abaixo do terreno natural; coletar as águas provenientes das descidas d'água de cortes, conduzindo-as ao dispositivo de deságüe seguro; permitir a inspeção dos condutos que por elas passam, com o objetivo de verificar a sua funcionalidade e eficiência; possibilitar mudanças de dimensão de bueiros, de sua declividade e direção, ou ainda quando a um mesmo local concorre mais de um bueiro.

As caixas coletoras, quando projetadas, estão indicadas nas notas de serviço e desenhos do Volume 2 - Projeto Executivo. A caixas de ligação e passagem visam conectar os bueiros a serem prolongados e os novos a serem executados sem interrupção do tráfego.

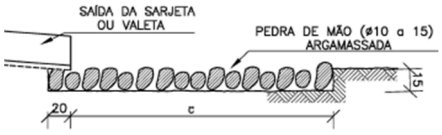
As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 026/2004	Caixas Coletoras

3.4.3.9 DISSIPADORES DE ENERGIA (DES)



Dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo consequentemente sua velocidade quer no escoamento através do dispositivo de drenagem quer no deságue para o terreno natural. Os desenhos dos dissipadores padrões que foram empregados estão apresentados no Volume 2 – Projeto Executivo.



É recomendável a utilização de "rip-rap" nas saídas dos bueiros e de outros dispositivos cuja velocidade da água não comprometa seriamente o terreno natural. Caso contrário é justificável o projeto completo de um dissipador de energia. O diâmetro esférico equivalente das pedras de rip-rap pode ser determinado através de curvas apresentadas no Manual de Drenagem do DNIT.

Os dissipadores de energia estão indicados nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 022/2006	Dissipadores de Energia

3.4.4 PROJETO DE DRENAGEM PROFUNDA

O sistema de drenagem profunda tem por objetivo interceptar e rebaixar o lençol d'água subterrâneo, de forma a impedir a deterioração progressiva das camadas dos terraplenos e pavimentos, eliminando e/ou minimizando os efeitos prejudiciais da presença de águas subterrâneas, tais como: redução da resistência ao cisalhamento do solo e carregamento de suas partículas finas, que poderia dar início a um processo erosivo de velocidade crescente, mantendo o lençol freático, em níveis adequados ao projeto, da ordem de 1,5 m a 2,0 m abaixo do revestimento.

O projeto é feito de forma a eliminar e/ou minimizar os efeitos prejudiciais da presença de águas subterrâneas na infra-estrutura da rodovia, tais como redução da resistência ao cisalhamento do solo, e o carregamento de suas partículas finas (pipping), o que poderia ser tornar o início de um processo erosivo de velocidade crescente.

O projeto de drenagem profunda teve por princípio o nível do lençol freático determinado nos estudos geotécnicos através de furos de sondagens nos cortes e a granulometria do solo a ser drenado obtido dos ensaios granulométricos, efetuados por ocasião dos estudos geotécnicos.

Para preservar a pavimentação de eventual umedecimento e fornecer material para execução dos aterros são recomendados a execução de taludes 4h/1v, entre o bordo da pista e o pé do corte, nas situações de taludes em corte (1/1), formando uma valeta natural rebaixada em relação ao pavimento, melhorando a drenagem e visibilidade da via, além de fornecer material de empréstimo.

Classificação

Os drenos profundos são classificados como:

- Função: interceptante - destinados a interceptar as águas que se infiltram pelas áreas adjacentes à rodovia, e de rebaixamento de lençol - destinados a rebaixar o lençol subterrâneo existente no terreno natural;
- Disposição: longitudinal - paralelo ao eixo da estrada, e transversal - cortam o eixo, segundo um ângulo geralmente entre 45º e 90º;
- Preenchimento da cava: dreno cego - cava preenchida com material drenante, sem tubo, e com tubo - além de material drenante, ou drenante e filtrante, contém um tubo;
- Granulometria: contínuo - material de enchimento com granulometria única, e descontínuo - contém materiais (drenante e filtrante) de granulometrias diferentes;
- Permeabilidade da camada superior: selado - a parte superior dos drenos contém uma camada impermeável, para impedir a entrada de águas superficiais e aberto - não providos de selo, permitindo interconexão entre camadas permeáveis e a entrada de águas pela sua parte superior.

Materiais

Diferenciam-se de acordo com suas funções:

- Filtrantes: tem como função permitir o escoamento da água sem carrear finos evitando a colmatação (contaminação) do dreno - areia, agregados britados, geotêxtil, etc.
- Drenantes: tem como função captar e conduzir as águas a serem drenadas - britas, cascalho grosso lavado, etc.
- Condutores: tubos de concreto (poroso ou perfurado) e materiais plásticos (corrugado, flexível perfurado, ranhurado):
    - Diâmetro: fixado pelo cálculo hidráulico, normalmente de 10 a 25 cm;
    - Posicionados conforme a finalidade drenante ou interceptante:
        - No caso de solos altamente porosos, ou rochas com grandes fendas, os furos são voltados para cima, obrigando a construção o enchimento da base da vala com material impermeável até a altura dos furos iniciais;
        - No caso dos tubos ranhurados ou furados a toda a volta, não há necessidade de orientar as aberturas de entrada d'água.
- Selo: espessura de 30 cm, constituído de solo argiloso e devidamente compactado.

Material filtrante e drenante

A função do material filtrante (envelope) é permitir o escoamento da água sem carrear finos, evitando a colmatação (contaminação) do dreno, enquanto do material drenante é a captação e condução das águas a serem drenadas, devendo apresentar granulometria adequada ao volume escoado.

O material filtrante para envolvimento dos tubos de concreto, para os drenos subterrâneos consistirão de partículas limpas, duras e duráveis de areia, pedregulho ou pedra britada, isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais deletérios, devendo satisfazer as faixas granulométricas.

Tubos perfurados

3.4.5 Especificação do Material						
TIPO	**MATERIAL**	**% Passando na Peneira (mm)**				
		38	**19**	**9,5**	**2**	**0,42**
1	Para solos com mais de 35% passando na peneira de 0,075 mm (200) a) Material p/ envolvimento do tubo b) Material p/ enchimento da vala		Máx. 85	Min. 60 Min. 60	Min. 15 Min. 15	Máx. 15 Máx. 15
2	Para solos com mais de 35% passando na peneira de 0,075 mm (200) a) Material p/ envolvimento do tubo b) Material p/ enchimento da vala	Min. 60 Máx. 60	Máx. 85	Min. 15 Min. 15	Máx. 15 Máx. 15	

Tubos porosos

A granulometria adotada é das "Especificações Gerais para Obras Rodoviárias" do DNIT, sob o número DNIT – 015/2003 ES.

Peneiras (mm)	% Em peso passando
9,5	100
4,8	95 – 100
1,2	45 – 80
0,3	10 – 30
0,15	2 – 10

Dimensionamento:

Há dois casos de dimensionamento dos drenos profundos, um para drenos cegos e outro para drenos com tubos.

Para dimensionamento devem ser seguidas a seguintes etapas:

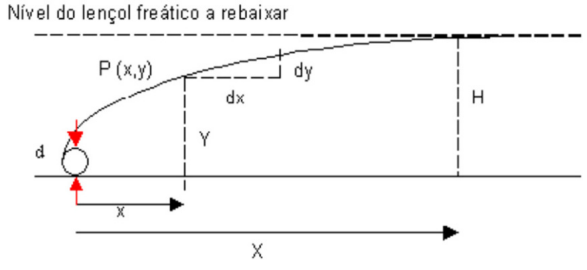
- Cálculo da descarga de projeto;
- Contribuição por metro linear em dreno de rebaixamento do lençol ou em dreno interceptante;
- Determinação da seção de vazão;
- Determinação do comprimento crítico;
- Determinação do espaçamento entre drenos longitudinais;

A descarga de Projeto deverá ser calculada em função de:

- Intensidade de chuva por metro quadrado;
- Permeabilidade do solo;
- Carga hidráulica efetiva;
- Condicionamentos impostos pela posição do lençol freático.

Contribuição por metro linear

Em dreno de rebaixamento de lençol, considera-se a contribuição de um lado do dreno e a extensão de 1 metro, tem-se pela lei de Darcy:



$$Q = K.A.I$$

Onde:
Q = descarga no meio poroso;
K = coeficiente de permeabilidade;
A = área da seção normal à direção do fluxo;
H = altura máxima do lençol, em relação à base do tubo;
X = distancia entre o tubo e o ponto de altura máxima do lençol;
I = gradiente hidráulico.

No ponto P(x,y) na linha de limite do lençol freático sendo rebaixado, na largura de 1m, usando a lei de Darcy, e supondo os valores de d muito inferiores aos de H, admitindo d = 0, tem-se: $Q = \frac{K.H^2}{2X}$;

Se houver contribuição dos dois lados do tubo, dobrar Q para cada metro de dreno.

Se o valor de K não puder ser determinado por ensaios, poderá ser avaliado pela expressão empírica de Hazen, $K = 100.d_{10}^2$, onde d_{10} é o diâmetro efetivo expresso em metros.

Nos drenos interceptantes é preciso considerar a precipitação por metro quadrado, multiplicado pela distância entre o dreno e os limites da área a drenar. Sendo calculada a contribuição (Q). De posse do valor de Q, dimensiona-se a seção de vazão do dreno pelas fórmulas de Scobey, Hazen-Williams ou Manning, cujos resultados são muito próximos.

3.4.6 Coeficientes de Condutividade Hidráulica (K)

Material	Granulometria	K (cm/s)
Brita 5	7,5 a 10	100
Brita 4	5 a 7,5	80
Brita 3	2,5 a 5	45
Brita 2	2 a 2,5	25
Brita 1	1 a 2	15
Brita 0	0,5 a 1	5
Areia Grossa	0,2 a 0,5	$1x10^{-1}$
Areia Fina	0,005 a 0,4	$1x10^{-3}$
Silte	0,0005 a 0,005	$1x10^{-5}$
Argila	Menor que 0,0005	$1x10^{-8}$

Na prática, não se leva em consideração a participação do material drenante no escoamento longitudinal da água drenada, em drenos dotados de tubos.

Fórmulas de Scobey:

$$V = 0{,}269.C.d^{0{,}625}.\sqrt{i}$$

$$Q = 0{,}2113.C.d^{2{,}625}.\sqrt{i}$$

Fórmulas de Hazen-Williams:

$$V = 0{,}355.C.d^{0{,}63}.i^{0{,}54}$$

$$Q = 0{,}2785.C.d^{2{,}63}.i^{0{,}54}$$

Onde, em ambas as fórmulas:
V = velocidade de escoamento em m/s; d = diâmetro interno em m; I = declividade do dreno em m/m;
C = coeficiente de rugosidade das paredes internas do tubo, em geral 132 (Scobey) ou 120 (Hazen-Williams) para tubos de concreto bem-acabado;

A vazão calculada por ambas as fórmulas será o dobro da descarga de projeto, o tubo deve trabalhar a meia seção. O diâmetro dos tubos será fixado pelo cálculo hidráulico, normalmente de 10 a 25 cm (5 a 20 cm no caso de materiais plásticos flexíveis corrugados), e furos com abertura de 6 mm a 10 mm (ou ranhuras de 6 a 10 mm), posicionados conforme a finalidade drenante ou interceptante.

Drenos Cegos

Nos drenos sem tubo, aplicáveis nos segmentos da rodovia onde o volume das águas a drenar é relativamente pequeno, o escoamento se dá longitudinalmente, através do material drenante que preenche a vala, seguindo a lei de Darcy. São dois os problemas mais comuns de dimensionamento:

1. Conhecidos Q e I, e fixado o valor de A, calcular K, para determinar a granulometria para o material drenante → $K = \frac{Q}{I.A}$
2. Conhecidos Q e I, e também K, por ter sido fixado o material do dreno, dimensionar a área da parte drenante do dreno, isto é: sua base (b) e sua altura (h) → $A = \frac{Q}{I.K}$. Geralmente, os drenos cegos têm seção retangular, sendo mais comum fixar a altura h e calcular b.

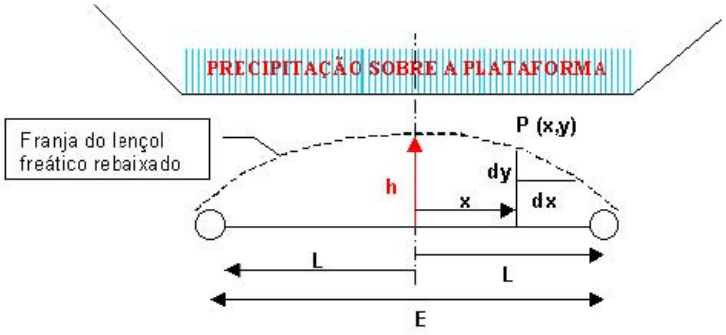
Determinação do comprimento crítico - O comprimento crítico L pode ser encontrado por:

$$L = \frac{Q}{q}$$

Onde l = comprimento crítico em m;
Q = vazão admissível no dreno, em m³ / s;
q = contribuição que a água recebe, por metro linear, da água drenada em m³ / s / m

Determinação do espaçamento entre drenos longitudinais profundos

Constatada a necessidade de construção de dreno longitudinal profundo, verificar se é preciso projetar uma ou mais linhas de drenos, o que será feito pelo cálculo do espaçamento entre as linhas. O cálculo é feito pela fórmula:



$$E = 2 \times H \times \sqrt{\frac{k}{q}}$$

Onde:
E = espaçamento
H = profundidade média, em metros;
k = coeficiente de permeabilidade do solo, em m/s;
q = contribuição de precipitação / m² de área de infiltração, em m³/s/mm²

Conforme memória apresentada no Quadro 3.4.7 Comprimento crítico e espaçamento dos drenos, temos um E =13,89m, portanto menor que o espaçamento entre os tubos (12,20m), considerando então que a drenagem será eficiente.

QUADRO 3.4.7

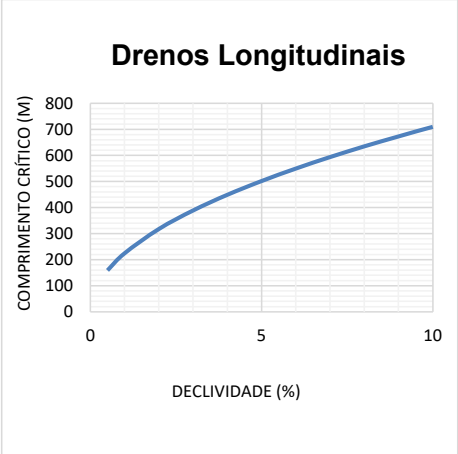
Comprimento Crítico Dreno Longitudinal - DPS

Material:	Argiloso-Siltoso	
K=	5,00E-05	cm/s (silte-arenoso)
I=	**56,85**	mm/h (intens. 1h/Tr=10anos)
H=	2,00	m (profundidade do dreno)
Precipitação=	1,58E-05	m3/s.m2

Vazão de Infiltração:

	Largura (m)	Coeficiente Infiltração	Vazão de Infiltração:
Pista	3,60	0,30	6,03E-06 m3/s.m2
Acostamento	2,50	0,50	
C1 - Ponderado		0,38	

Distância entre drenos= D	12,20 m
Espaçamento Máx. entre drenos > D ok	13,89 m
Diâmetro do tubo=	20,00 cm



Declividade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Comprimento Crítico (m)	Material	Granulometria	K (cm/s)
0,5	11,68	0,74	159	Brita 5	7,5 a 10	100
1	16,51	1,05	224	Brita 4	5 a 7,5	80
2	23,36	1,49	317	Brita 3	2,5 a 5	45
3	28,60	1,82	389	Brita 2	2 a 2,5	25
4	33,03	2,10	449	Brita 1	1 a 2	15
5	36,93	2,35	502	Brita 0	0,5 a 1	5
6	40,45	2,58	550	Areia Grossa	0,2 a 0,5	1,00E-01
7	43,69	2,78	594	Areia Fina	0,005 a 0,4	1,00E-03
8	46,71	2,98	635	Silte	0,0005 a 0,005	1,00E-05
9	49,54	3,16	673	Argila	< 0,0005	1,00E-08
10	52,22	3,33	710			

Drenos nos cortes em rocha

Não previsto no presente projeto. Para cortes em rocha, os drenos longitudinais são geralmente cegos, têm profundidade máxima de 0,60 m a partir do fundo do rebaixo, e seção retangular.

Quando ocorrer no corte a presença simultânea de solo e rocha, no segmento em rocha será construído um dreno cego, que será interligado por meio de caixa coletora, construída no limite entre eles, ao sistema de drenos longitudinais, dando continuidade ao fluxo de água que possa percolar ao longo da superfície do trecho em rocha. Quando no corte, o segmento em solo situar-se à montante, é necessário

analisar a conveniência de reduzir a profundidade dos drenos em solos e/ou aprofundar os drenos em rocha a fim de estabelecer continuidade do fluxo d'água drenada.

3.4.5 OBRAS CONTRA EROSÃO

Deverão ser construídos dissipadores de energia no deságue dos dispositivos de drenagem superficial visando evitar o surgimento de fenômeno erosivo. Os dissipadores padrão estão mostrados nos desenhos do Projeto Executivo - Volume 2.

Como medida preventiva contra erosão é recomendada a aplicação de revestimento vegetal (gramíneas em placas e/ou hidrossemeadura) nos taludes de cortes e aterros, geradas pelos serviços de terraplenagem e nas áreas de empréstimos e bota-foras, conforme detalhamento e quantidades previstas no Volume 2 – Projeto Executivo.

3.4.6 BUEIROS DE GREIDE

Os bueiros de greide serão utilizados nas partes baixas dos aterros, no esgotamento de sarjetas, cujo comprimento ultrapassar o comprimento crítico, e em todos os pontos onde houver necessidade de transferência das águas de um lado para o outro do corpo estradal, conduzindo-as para locais de deságue seguro. No dimensionamento dos bueiros de greide foram obedecidas as recomendações constantes do sub-item Projeto de Obras-de-Arte Correntes.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 022/2006	Dissipadores de Energia
DNIT	DNIT ES 023/2006	Bueiros Tubulares de Concreto

3.4.7 PROJETO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTES

3.4.7.1 GENERALIDADES

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

O projeto de obras-de-arte correntes foi desenvolvido visando atender as transposições das grotas interceptadas pela estrada através de bueiros tubulares e celulares, dimensionados em linhas simples, duplas e triplas.

No projeto das obras-de-arte correntes foi levado em conta além do fator hidráulico, o fator econômico, imposições locais e dimensões mínimas. Ressaltamos que há no trecho bueiros provisórios executados, visando permitir o tráfego pela via mesmo em períodos chuvoso, que serão substituídos. As notas de serviço de implantação das novas obras devem ser adaptadas ao terreno após o desmatamento e limpeza da área.

Os projetos-tipo com as características geométricas e construtivas dos bueiros estão apresentados no Volume 2 - Projeto Executivo.

3.4.7.2 METODOLOGIA PARA O DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Os bueiros foram dimensionados a fim de atender às vazões de projeto, calculadas e apresentadas nos Estudos Hidrológicos. Para alcançar o objetivo proposto, foram adotados os procedimentos metodológicos definidos pelas Normas e Instruções do DNIT, que se constituíram assim como referência básica, tanto no que toca aos cálculos hidráulicos procedidos como na definição das obras.

A seleção de projetos-tipo de bueiros tubulares ou celulares capazes de satisfazer às descargas afluentes constitui a primeira etapa do dimensionamento.

Em sequência, procedeu-se ao dimensionamento hidráulico dos bueiros pré-selecionados, para os períodos de recorrência estabelecidos, considerando-se a operação como canal utilizando-se a fórmula de Manning, conjugadas à equação da continuidade, e verificado o dimensionamento, admitindo-se a obra operando como orifício adotando-se a fórmula de Torricelli. Admitiu-se, para descarga admissível de cada obra, o resultado mais desfavorável configurado.

Devido a melhores condições de conservação adota-se o diâmetro mínimo de 1,00 m para os bueiros tubulares, e célula 1,5 x 1,5m, para os bueiros celulares.

A declividade ideal para um bueiro é aquela que não produz sedimentação, nem velocidade excessiva e que permite o menor comprimento. Tendo em vista as declividades acentuadas dos bueiros, notadamente os tubulares, suas vazões são praticamente limitadas pela capacidade de captação das bocas. As declividades de instalações destes bueiros são as dos talvegues naturais médios sob os aterros, de preferência com menor esconsidade, desde que a velocidade de escoamento não ultrapasse a velocidade máxima estabelecida pelas normas. Quando a velocidade no bueiro ultrapassar este valor será sempre adotado a declividade correspondente a velocidade limite. Procurou-se sempre instalar o bueiro com a maior declividade possível, tendo em vista a limitação da velocidade de escoamento, as condições topográficas e a necessidade de promover a auto-limpeza nos bueiros. Nos bueiros de pequena declividade, assim considerada a declividade abaixo, ou muito abaixo da crítica, foi elevada, quando possível, a cota de montante, através de um acréscimo de terraplenagem, com intuito de promover o assentamento do bueiro com maior declividade.

As condições estabelecidas pelas normas do DNIT equivalem ao dimensionamento pelo "controle na entrada", enquanto o bueiro funciona sem pressão. A proporção que a vazão aumenta a entrada do bueiro passa a trabalhar a seção plena, sob carga, e a vazão ser condicionada então às condições de "controle na saída".

Conforme classificação do DNIT os bueiros são divididos em duas classes:

- Classe I: bueiros que trabalham com a entrada livre sem ser afogada, isto é, H_w<1,2D, onde: H_w é a altura da lâmina d'água medida do fundo do bueiro até o nível da lâmina e D é a altura do bueiro (Nos bueiros tubulares D equivale ao diâmetro).
- Classe II: bueiros que trabalham com a entrada afogada, isto é, de acordo com a seguinte condição: H_w>1,2D.

No projeto previu-se que as obras funcionarão nas condições da Classe I e verificadas pela Classe II, com saídas desafogadas como acontece comumente em regiões onduladas e montanhosas.

No dimensionamento foi utilizada a fórmula de Manning para condutos livres:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot \sqrt{I}}{n} < V_{cr}$$

onde: V= velocidade da lâmina, em m/s;

R= raio hidráulico, em metros ($R = A/P$); A= área da lâmina, em m²;

P= perímetro da lâmina, em m;

I= declividade dada a obra, em m/m;

n= coeficiente de rugosidade.

Quadro 3.4.5 - Coeficiente de Rugosidade e Velocidade Máxima		
Material	**Coeficiente de rugosidade**	**Velocidade Máxima (m/s)**
Concreto liso	0,010	< 4,5
Concreto rústico	0,014	< 4,5
Aço corrugado	0,024	< 6,0
Canais regulares em terra	0,030	< 1,0
Canais irregulares em terra	0,033	< 1,0

Diz-se que um bueiro trabalha como orifício quando o nível d'água a montante (Hw) atende à condições: Hw≥1,2x(D ou H), sendo D o diâmetro e H a altura do bueiro. E a vazão através do orifício é dado pela expressão: $Q = CA\sqrt{2g.h}$, sendo que *C*, coeficiente de vazão (entre 0,62 e 0,63).

A velocidade máxima para a obra deverá ser inferior à de erosão das paredes dos bueiros.

Tendo em vista os resultados obtidos nos Estudos Hidrológicos, foi previsto a utilização de: Bueiros Tubulares de Concreto que terão diâmetro igual ou superior a 1,00m, executados com tubos de concreto, assentes sobre berço e alas de concreto. Para construção deverão ser seguidos as dimensões e os detalhes construtivos especificadas nos desenhos constantes do Volume 2 - Projeto Executivo.

As memórias de cálculo das obras-de-arte são apresentadas no item Estudos Hidrológicos, deste volume. No Volume 2 - Projeto Executivo são apresentados as Notas de Serviço e os Projetos-tipo dos bueiros tubulares.

Na execução da obra havendo qualquer modificação no greide do projeto, verificar se os bueiros foram dimensionados como orifício e qual a altura da lâmina d'água a montante que foi considerada no cálculo.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir a especificação:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	DNIT ES 022/2006	Dissipadores de Energia
DNIT	DNIT ES 023/2006	Bueiros Tubulares de Concreto
DNIT	DNIT ES 025/2004	Bueiros Celulares de Concreto

3.4.7.3 OBRAS EXISTENTES

O cadastro das obras-de-arte existentes teve por finalidade reunir, para cada obra, seus dados geométricos, informações sobre suas condições de funcionamento e estado de conservação.

As condições das obras atuais foram cadastradas e estudadas as adaptações e modificações necessárias ao aproveitamento das mesmas. Para tanto, foram examinadas suas condições hidráulicas, inclusive no que tange às obstruções por entupimento ou por abaixamento do corpo do bueiro.

A seguir, foi feita a comparação entre as capacidades de vazões necessárias e as verificadas e por comparação foram estabelecidas quais as obras estão subdimensionadas.

Constatou-se bueiros sujos e assoreados. Devido à dificuldade de substituir os bueiros existentes foi quantificado serviços de limpeza, já que pelos cálculo efetuados não temos problemas de capacidade hidráulica, devido quantidade de bueiros distribuídos ao longo do trecho, o que evitou pontos críticos que demandassem a execução de bueiros metálicos sem interrupção do tráfego para melhorar a eficiência da drenagem.

- Dimensões Mínimas: A dimensão mínima para bueiros novos é de 1m de diâmetro. Como há bueiros existentes com dimensões inferiores na GO-020, cujo local não é objeto de intervenção, optou-se pela limpeza do mesmo, sem a construção ao lado de bueiros novos.
- Nos casos de prolongamento de bueiros com diâmetros ou material de construção diferentes deverão ser construídos elementos de transição (caixa de passagem e ligação);
- Estado de Conservação: Todos os bueiros que estiverem em mau estado de conservação serão substituídos, mesmo quando suficientes;
- Suficiência Hidráulica: Calculou-se o Grau de Suficiência (GS), definido como sendo a relação entre a vazão máxima de cada bueiro e a vazão de projeto da bacia hidrográfica. Quando GS é maior que **1** o bueiro é suficiente e, em caso contrário insuficiente. Entretanto, quando a vazão permissível for superior a 0,75 da máxima vazão de projeto, tolerar-se-á o bueiro sem alteração alguma, desde que a altura de aterro permita que o bueiro trabalhe afogado sem risco ao corpo estradal. Todo bueiro insuficiente, do ponto de vista da capacidade hidráulica, em bom estado de conservação será suplementado por outro posto a seu lado.

O estudo de avaliação da capacidade hidráulica das obras-de-arte correntes implantadas no trecho em estudo foi orientado segundo o critério de máximo aproveitamento das mesmas, tendo em vista tratar-se de uma estrada antiga, pavimentada e de tráfego intenso, cujas obras de substituição são de difícil execução, devido a necessidade de construção de desvios.

Para tanto, cada obra foi levantada topograficamente e inspecionada em campo, permitindo, assim, o conhecimento de seu estado físico atual e de sua situação em referência a rodovia. Conhecida cada uma das obras existentes, passou-se, então, a análise comparativa entre as descargas das bacias de contribuição e a capacidade hidráulica das respectivas obras.

Após as verificações acima concluiu-se que algumas obras existentes apresentam problemas de sujeira e assoreamento, devendo receber manutenção, mas sem a necessidade de serem substituídas durante a duplicação, conforme indicado no Volume 2 – Projeto Executivo.

3.4.8 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados do projeto de drenagem estão detalhados no desenho do linear de drenagem e notas de serviço apresentados no Volume-02 – Drenagem.

Valetas/Sarjetas/Meio-fio

As localizações das valetas de proteção, as sarjetas de corte, as saídas d'água, os meios-fios, as entradas d'água, as descidas d'água nos desenhos do Linear de Drenagem e nas notas de serviço do Projeto Executivo - Volume 2.

Dissipadores de Energia

Os dissipadores de energia e as caixas coletoras estão indicados nas notas de serviço do Projeto de Executivo - Volume 2.

Drenagem Profunda

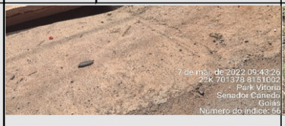
Os drenos projetados estão apresentados no Volume-02.

Obras de Arte

As memórias de cálculo hidráulico das obras-de-arte correntes são apresentadas no capítulo Estudos Hidrológicos. No Volume 2 - Projeto Executivo, estão apresentadas as Notas de Serviço de implantação das obras de arte, os projetos-tipo dos bueiros tubulares e celulares e as seções gabaritadas para implantação das obras.

Reproduzimos em anexo as notas de serviço apresentadas no Volume 02 – Drenagem.

Das obras cadastradas na GO-536 a ser duplicada, nenhuma interfere com os ramos e alças na região do entroncamento GO-020 x GO-536, somente o bueiro localizado na GO-020 (Est. 25+1,80) está próximo do viaduto, e será mantido.

Localização	Tipo	Dimensão (m)	Compr. (m)	CADASTRO FOTOGRÁFICO				Declividade	Situação da Boca		Observação (em relação a Mont.)
Estaca/km				Montante / Trecho		Jusante / Trecho		%	Mont	Jus	
GO-020 25+1,80	BSTC	0,8	48,00					2,135%	SUJO	ASSOREADO	MF = 689,285 CRIS.BU = 688,025 Capa = 1,26M
				COTA	688,241	COTA	687,216				
2064+19,50	BSTC	1,0	25,00					4,744%	CX. COLETORA	BOM	MF =713,915 CRIS.BU = 708,60 Capa = 5,31M
				COTA	707,637	COTA	706,451				
2109+7,50	BSTC	1,0	18,00					0,756%	SUJO	SUJO	MF =727,618 CRIS.BU = 726,314 Capa = 1,31M
				COTA	725,206	COTA	725,070				
112+19,91	BSTC	1,0	20,00					1,760%	SUJO	CX. PV	MF =731,500 CRIS.BU = 730,166 Capa = 1,34M
				COTA	728,852	COTA	728,500				
2175+12	BSTC	1,0	16,00					1,081%	SUJO	ASSOREADO	MF =732,500 CRIS.BU = 731,489 Capa = 1,10M
				COTA	730,273	COTA	730,100				
P.ESQ 1209+14,00 P.DIR. 2213+02,00	BDTC	1,0	26,00					2,027%	SUJO	SUJO	MF =725,984 CRIS.BU = 722,860 Capa = 3,124M
				COTA	721,919	COTA	721,392				
3020+14,00	BSTC	1,0	20,00					0,435%	ASSOREADO	ASSOREADO	MF =759,276 CRIS.BU = 757,028 Capa = 2,248M
				COTA	756,398	COTA	756,311				
3023+11,00	BSTC	1,0	30,00					1,650%	REDE BUEIRO ENTERRADO	DESCARGA ASSOREADA	MF =760,624 CRIS.BU = 756,479 Capa = 4,145M
				COTA	756,00	COTA	755,51				
3030+15,00	BSTC	1,0	17,00					2,518%	BOCA DE LOBO	OK	MF =760,624 CRIS.BU = 756,479 Capa = 4,145M
				COTA	762,15	COTA	761,72				

MEIO FIO

LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO	LADO
Estaca Inicial	Estaca Final			
PISTA ESQUERDA				
1000 + 0,00	1009 + 7,00	MFC 05	187,00	E
1016 + 0,00	1021 + 8,50	MFC 05	108,50	E
1021 + 11,00	1023 + 0,00	MFC 03	29,00	E
1023 + 0,50	1024 + 13,00	MFC 03	32,50	E
1024 + 13,50	1026 + 0,00	MFC 03	26,50	E
1026 + 0,50	1029 + 0,00	MFC 03	59,50	E
1029 + 0,50	1032 + 0,00	MFC 03	59,50	E
1032 + 0,50	1035 + 0,00	MFC 03	59,50	E
1035 + 0,50	1037 + 10,00	MFC 03	49,50	E
1038 + 0,00	1039 + 0,00	MFC 03	20,00	E
1039 + 0,50	1041 + 0,00	MFC 03	39,50	E
1041 + 0,50	1044 + 0,00	MFC 03	59,50	E
1012 + 0,00	1015 + 8,00	MFC 03	68,00	D
1032 + 3,50	1035 + 10,00	MFC 05	66,50	D
PISTA DIREITA				
2000 + 0,00	2002 + 0,00	MFC 05	40,00	D
2002 + 0,50	2005 + 0,00	MFC 05	59,50	D
2005 + 0,50	2008 + 0,00	MFC 05	59,50	D
2008 + 0,50	2009 + 16,00	MFC 05	35,50	D
2009 + 16,00	2012 + 0,00	MFC 03	44,00	D
2026 + 1,00	2028 + 8,00	MFC 05	47,00	D
2028 + 19,00	2030 + 0,00	MFC 03	21,00	D
2030 + 0,50	2032 + 0,00	MFC 03	39,50	D
2032 + 0,50	2035 + 0,00	MFC 03	59,50	D
2035 + 0,50	2038 + 0,00	MFC 03	59,50	D
2038 + 0,50	2041 + 0,00	MFC 03	59,50	D
2041 + 0,50	2047 + 6,20	MFC 03	125,70	D
2013 + 0,00	2020 + 0,00	MFC 03	140,00	E
2035 + 11,50	2038 + 19,00	MFC 05	67,50	E
2043 + 8,00	2045 + 0,00	MFC 05	32,00	E
PISTA ESQUERDA - CICLOVIA				
1021 + 11,00	1023 + 0,00	MFC 05	29,00	D
1023 + 0,50	1024 + 13,00	MFC 05	32,50	D
1024 + 13,50	1026 + 0,00	MFC 05	26,50	D
1026 + 0,50	1029 + 0,00	MFC 05	59,50	D
1029 + 0,50	1032 + 0,00	MFC 05	59,50	D
1032 + 0,50	1035 + 0,00	MFC 05	59,50	D
1035 + 0,50	1037 + 10,00	MFC 05	49,50	D
1038 + 0,00	1039 + 0,00	MFC 05	20,00	D
1039 + 0,50	1041 + 0,00	MFC 05	39,50	D
1041 + 0,50	1044 + 0,00	MFC 05	59,50	D
1021 + 11,00	1025 + 0,00	MFC 03	69,00	E
1033 + 0,00	1037 + 10,00	MFC 03	90,00	E

MEIO FIO

LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO	LADO
Estaca Inicial	Estaca Final			
PISTA DIREITA - CICLOVIA				
2000 + 0,00	2002 + 0,00	MFC 05	40,00	E
2002 + 0,50	2005 + 0,00	MFC 05	59,50	E
2005 + 0,50	2008 + 0,00	MFC 05	59,50	E
2008 + 0,50	2009 + 16,00	MFC 05	35,50	E
2028 + 19,00	2030 + 0,00	MFC 05	21,00	E
2030 + 0,50	2032 + 0,00	MFC 05	39,50	E
2032 + 0,50	2035 + 0,00	MFC 05	59,50	E
2035 + 0,50	2038 + 0,00	MFC 05	59,50	E
2038 + 0,50	2041 + 0,00	MFC 05	59,50	E
2041 + 0,50	2043 + 10,00	MFC 05	49,50	E
2007 + 0,00	2012 + 0,00	MFC 03	100,00	D
VIADUTO ENTR. GO-536 / GO-020				
RAMO 2				
200 + 13,00	202 + 0,00	MFC 03	27,00	E
ROTATÓRIA 1				
Ilha 1		MFC 05	161,95	BO
Ilha 2		MFC 05	181,93	BO
Ilha 3		MFC 05	65,97	BO
Ilha 4		MFC 05	99,00	BO

MEIO FIO

LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO	LADO
Estaca Inicial	Estaca Final			

TOTAL DO PROJETO

TIPO	EXTENSÃO (m)
MFC 01	-
MFC 03	1.337,70
MFC 05	2.129,85

APROVAÇÃO:

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE DRENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE MEIO FIO

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	NSDN-01	11/2022

SARJETA					SAÍDA D'ÁGUA		
LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACA	TIPO	EXTENSÃO (m)
Estaca inicial	Estaca final						
PISTA ESQUERDA							
1025 + 0,00	1033 + 0,00	STC-02	160,00	E	1025 + 0,00	STC-02	5,00
PISTA DIREITA							
2011 + 10,00	2019 + 18,00	STC-02	168,00	D-BERMA	2011 + 10,00	BSTC Ø 1,00	
VIADUTO ENTR. GO-536 / GO-020							
RAMO 1							
118 + 8,00	122 + 15,00	STC-02	87,00	E	118 + 8,00	BSTC Ø 1,00	
RAMO 2							
202 + 0,00	204 + 15,00	STC-02	55,00	E	204 + 15,00	STC-02	2,00

SARJETA					SAÍDA D'ÁGUA		
LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACA	TIPO	EXTENSÃO (m)
Estaca inicial	Estaca final						

TOTAL DO PROJETO

TIPO	TOTAL (m)
STC-01	**-**
STC-02	**477,00**
SZC-01	**-**
SCC-02	**-**

APROVAÇÃO:

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE DRENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE SARJETA

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	NSDN-02	11/2022

DESCIDA D'ÁGUA		ENTRADA	DESCIDA	
ESTACA	LADO	TIPO	TIPO	EXTENSÃO (m)
PISTA ESQUERDA				
1001 + 0,00	E	EDA-1	DAR-02	1,50
1004 + 0,00	E	EDA-1	DAR-02	1,50
1016 + 0,00	E	EDA-1	DAR-03	5,50
1019 + 0,00	E	EDA-1	DAD-02	8,00
1021 + 10,00	E	EDA-1	DAR-03	7,00
PISTA DIREITA				
2007 + 0,00	D	EDA-1	DAR-02	1,50
2010 + 0,00	D	EDA-1	DAD-02	10,00
2013 + 0,00	E	EDA-1	DAD-02	25,00
2019 + 18,00	D	EDA-1	DAD-02	15,00
2028 + 0,00	D	EDA-1	DAR-02	5,00
2044 + 0,00	D	EDA-1	DAR-02	1,50
2045 + 10,00	D	EDA-1	DAR-02	1,50
VIADUTO GO-020 / GO-536				
RAMO 1				
114 + 0,00	E	EDA-1	DAR-02	1,50
115 + 6,44	E	EDA-2	DAR-02	5,00
117 + 0,00	E	EDA-1	DAD-02	10,00
120 + 0,00	E	EDA-1	DAD-02	15,00
122 + 15,00	E	EDA-1	DAD-02	15,00

DESCIDA D'ÁGUA		ENTRADA	DESCIDA	
ESTACA	LADO	TIPO	TIPO	EXTENSÃO (m)

DESCIDA D'ÁGUA		ENTRADA	DESCIDA	
ESTACA	LADO	TIPO	TIPO	EXTENSÃO (m)

TOTAL DO PROJETO

TIPO	QUANT.	EXTENSÃO (m)
DAR-01	0	0,00
DAR-02	8	19,00
DAR-03	2	12,50
DAR-04	0	0,00
DAD-02	7	98,00
DAD-08	0	0,00

TOTAL DO PROJETO

TIPO	QUANT.	EXT. (m)
DCD-01	0	0,00
DCD-02	0	0,00
DCD-03	0	0,00
DCD-04	0	0,00
EDA-1	16	
EDA-2	1	

Latitude ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA

APROVAÇÃO: GO INFRA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE DRENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE DESCIDAS D'ÁGUA

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	NSDN-03	11/2022

DISSIPADOR DE ENERGIA			
LOCALIZAÇÃO Estaca Inicial	TIPO	LADO	QUANTIDADE (und)
PISTA ESQUERDA			
1001 + 0,00	DEB-01	E	1
1004 + 0,00	DEB-01	E	1
1016 + 0,00	DEB-01	E	1
1019 + 0,00	DEB-02	E	1
1021 + 10,00	DEB-01	E	1
PISTA DIREITA			
2007 + 0,00	DEB-01	D	1
2010 + 0,00	DEB-02	D	1
2013 + 0,00	DEB-02	D	1
2028 + 0,00	DEB-01	D	1
2044 + 0,00	DEB-01	D	1
2045 + 10,00	DEB-01	D	1
VIADUTO GO-020 / GO-536			
RAMO 1			
114 + 0,00	DEB-01	E	1
115 + 6,44	DEB-01	E	1
117 + 0,00	DEB-02	E	1

DISSIPADOR DE ENERGIA			
LOCALIZAÇÃO Estaca Inicial	TIPO	LADO	QUANTIDADE (und)
DISSIP. APLICÁVEIS A SAÍDAS DE VALETAS			
VIADUTO GO-020			
RAMO 02			
202 + 0,00	DES-04	E	1

DISSIPADOR DE ENERGIA			
LOCALIZAÇÃO Estaca Inicial	TIPO	LADO	QUANTIDADE (und)

TOTAL DO PROJETO

TIPO	QUANT. (Und.)
DEB-01	10
DEB-02	4
DEB-03	ver OAC
DEB-04	ver OAC
DEB-05	ver OAC
DEB-06	ver OAC

TIPO	QUANT. (Und.)
DEB-07	ver OAC
DEB-08	ver OAC
DEB-09	ver OAC
DEB-10	ver OAC
DEB-11	ver OAC
DEB-12	ver OAC

TIPO	QUANT. (Und.)
DEB-13	ver OAC
DES-01	0
DES-02	0
DES-03	0
DES-04	1

APROVAÇÃO: GO INFRA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE DRENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE DISSIPADORES

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	NSDN-04	11/2022

VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTES					SAÍDA D'ÁGUA
LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACA
Estaca inicial	Estaca final				
VIADUTO ENTR. GO-536 / GO-020					
RAMO 2					
202 + 0,00	204 + 13,00	VPC-03	53,00	E	204 + 13,00

VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTES					SAÍDA D'ÁGUA
LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACA
Estaca inicial	Estaca final				

TOTAL DO PROJETO

TIPO	TOTAL (m)
VPC-01	0,00
VPC-02	0,00
VPC-03	53,00
VPC-04	0,00

APROVAÇÃO:

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE DRENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE VALETA PROT. DE CORTE

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	NSDN-05	11/2022

GO536.VOL01

3.4 25

VALETAS DE PROTEÇÃO DE ATERROS					SAÍDA D'ÁGUA
LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACA
Estaca inicial	Estaca final				
PISTA DIREITA					
2029 + 13,00	2030 + 0,00	VPA-03	7,00	D	2030 + 13,00
2030 + 13,00	2035 + 10,00	VPA-03	97,00	D	2030 + 13,00
VIADUTO GO-020					
RAMO 02					
200 + 0,00	202 + 0,00	VPA-03	40,00	D	202 + 0,00

VALETAS DE PROTEÇÃO DE ATERROS					SAÍDA D'ÁGUA
LOCALIZAÇÃO		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACA
Estaca inicial	Estaca final				

TOTAL DO PROJETO

TIPO	TOTAL (m)
VPA-01	0,00
VPA-02	0,00
VPA-03	144,00
VPA-04	0,00

APROVAÇÃO:

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE DRENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE VALETA PROT. DE ATERRO

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	NSDN-06	11/2022

GO536.VOL01

B U E I R O S P R O J E T A D O S

LOCALIZAÇÃO (ESTACA DO EIXO)	PISTA	IDENTIFICAÇÃO	DADOS DA BACIA				CARACTERÍSTICAS							COMPRIMENTO (A EXECUTAR) REF. EIXO PISTA			BOCAS							CAIXA		DISSIPADOR	CLASSE DOS BUEIROS	OBSERVAÇÃO
			A Km2	L Km	DESNÍVEL m	VAZÃO m³/s	OBRA PROJETADA (m)	LADO MONT (E/D)	DECLI-VIDADE (%)	ESC.º	COTA FUNDO NO EIXO (m)	COTA MONT. (m)	ALT. CAPA ATER. (m)	MONT (m)	JUS (m)	TOTAL (m)	0º	5º	10º	15º	20º	30º	45º	TIPO	UND.	TIPO		
2.011 + 10,00	PD	Bueiro de Greide	Min.	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,50	00°	678,775	679,092	4,95	12,50	14,50	27,00	1							CCT-07	1	DEB-05	CA-2	Construir Projetado com cx. coletora.
2.014 + 10,00	PD	Bueiro de Greide	Min.	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,50	00°	678,248	678,798	7,69	28,00	22,00	50,00	1							CCT-07	1	DEB-05	CA-4	Construir Projetado com cx. coletora.
REDE PLUVIAL - ROTATÓRIA 1																												
2.037 + 3,52	PD	Rede	-	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,00		-	703,460	1,00	11,50	11,50	23,00	1							CCT-11	1	DEB-05	CA-1	Construir Rede Projetada
	PD	Rede	-	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,00	00°	703,627	703,696	0,80	6,92	16,08	23,00								CCT-11	1		CA-1	Construir Rede Projetada
	PD	Rede	-	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,50			704,447	1,00	13,50	13,50	27,00								CLP-16	1		CA-1	Construir Rede Projetada
	PD	Rede	-	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,00			705,626	1,00	11,00	11,00	22,00								CCS-15	1		CA-1	Construir Rede Projetada
	PD	Rede	-	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,50			707,433	1,00	14,50	14,50	29,00								CLP-16	1		CA-1	Construir Rede Projetada
	PD	Rede	-	-	-	-	BSTC Ø 1,00	LE	1,50			709,067	1,00	21,00	21,00	42,00								CCS-15	1		CA-1	Construir Rede Projetada
VIADUTO GO-020 / GO-536																												
RAMO 02																												
203 + 12,90		Bueiro de Greide	Min.	-	-	-	BSTC Ø 0,60	LD	1,50	00°	688,657	678,798	1,08	13,60	22,40	36,00								CCT-01	1		CA-1	Construir Projetado com cx. coletora.
																								CCS-02	1			Construir Projetado com cx. coletora.

BUEIROS	EXTEN.	BOCAS
BSTC Ø 0,60	36,00	0
BSTC Ø 0,80	0,00	0
BSTC Ø 1,00	243,00	3
BSTC Ø 1,20	0,00	0
BSTC Ø 1,50	0,00	0
BDTC Ø 1,00	0,00	0
BDTC Ø 1,20	0,00	0
BDTC Ø 1,50	0,00	0
BTTC Ø 1,00	0,00	0
BTTC Ø 1,20	0,00	0

BUEIROS	XTENSÃ	BOCAS
BTTC Ø 1,50	00,00	0
BDCC 2,00x2,00	00,00	0
BDCC 2,50x2,50	00,00	0
BSCC 3,00x3,00	00,00	0
BDCC 3,00x3,00	00,00	0

TIPO	QUANT.	TIPO	QUANT.
DEB-03	0	DEB-09	0
DEB-04	0	DEB-10	0
DEB-05	3	DEB-11	0
DEB-06	0	DEB-12	0
DEB-07	0	DEB-13	0
DEB-08	0		

CAIXA	QUANT.
CCT-01	1
CCT-07	2
CCT-11	2
CLP-16	2
CCS-02	1
CCS-15	2

Latitude ENGENHARIA E TECNOLOGIA VIÁRIA

APROVAÇÃO GO INFRA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
OBRAS ARTE CORRENTES

NOTA DE SERVIÇO DE BUEIROS PROJETADOS

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	OAC-06	11/2022

ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

Localização (Pista Estaca do eixo)	PISTA	OBRA (TIPO e DIMENSÃO)	Comprimento ALA + CORPO (m)	OBRA			ALTURA MÉDIA DA ESCAVAÇÃO	ESCAVAÇÃO MANUAL (m³)	REATERRO E COMPACTAÇÃO (m³)	ESCAVAÇÃO MECÂNICA (m³)
				LARGURA (m)	ALTURA (m)	NÚMERO LINHAS				
2.011 + 10,00	GO-536	BSTC Ø 1,00	30,30	3,44	1,00	1,00	1,00	52,12	41,69	52,12
2.014 + 10,00	GO-536	BSTC Ø 1,00	53,30	3,44	1,00	1,00	1,00	91,68	73,34	91,68
REDE PLUVIAL - ROTATÓRIA 1										
2.037 + 3,52	GO-536	BSTC Ø 1,00	26,30	3,44	1,00	1,00	1,80	45,24	36,19	117,61
	GO-536	BSTC Ø 1,00	26,30	3,44	1,00	1,00	2,60	45,24	36,19	189,99
	GO-536	BSTC Ø 1,00	30,30	3,44	1,00	1,00	2,50	52,12	41,69	208,46
	GO-536	BSTC Ø 1,00	25,30	3,44	1,00	1,00	2,50	43,52	34,81	174,06
	GO-536	BSTC Ø 1,00	32,30	3,44	1,00	1,00	2,10	55,56	44,44	177,78
	GO-536	BSTC Ø 1,00	45,30	3,44	1,00	1,00	2,40	77,92	62,33	296,08
VIADUTO GO-020 / GO-536										
RAMO 02										
203 + 12,90		BSTC Ø 0,60	38,50	2,96	0,60	1,00	2,00	56,98	45,58	170,94
							TOTAL	**520,35**	**416,28**	**1.478,72**

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
OBRAS ARTE CORRENTES

APROVAÇÃO:

ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	OAC-07	11/2022

DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES

LOCALIZAÇÃO		PISTA	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	EXTENSÃO A SER DEMOLIDA (m)	VOL. CONC. POR METRO (m³)	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES (m³)
Estaca inicial	Estaca final					
PISTA DIREITA						
2000 + 0,00	2013 + 0,00	PD-LD/GO-020	MEIO-FIO	260,00	0,0324	8,42
2000 + 0,00	2013 + 0,00	PD-LD-CICLOVIA/GO-020	MEIO-FIO	260,00	0,0324	8,42
2000 + 0,00	2013 + 0,00	PD-LE-CICLOVIA/GO-020	MEIO-FIO	260,00	0,0324	8,42
2041 + 10,00	2041 + 13,00	PD-LD/GO-536	PONTO DE ÔNIBUS	3,00	0,615	1,85
PISTA ESQUERDA						
1000 + 0,00	1005 + 0,00	PE-LE/GO-020	MEIO-FIO	100,00	0,0324	3,24
1000 + 0,00	1005 + 0,00	PE-LE/GO-020	MEIO-FIO	100,00	0,0324	3,24
1004 + 2,00	1006 + 0,00	PE-LE/GO-020	MEIO-FIO	38,00	0,0324	1,23
1012 + 0,00	1016 + 10,00	PE-LE/ACESSO LATERAL	MEIO-FIO	90,00	0,0324	2,92
1012 + 0,00	1023 + 10,00	PE-LD/ACESSO LATERAL	MEIO-FIO	230,00	0,0324	7,45
1013 + 10,00	1027 + 2,80	PE-LE/GO-536	SARJ. TRAPEZ.	272,80	0,0885	24,14
1037 + 6,60	1037 + 9,60	PD-LD/GO-536	PONTO DE ÔNIBUS	3,00	0,615	1,85
VIADUTO GO-020/GO-536						
RAMO 01						
100 + 0,00	115 + 0,00	LD/GO020	MEIO-FIO	300,00	0,0324	9,72
107 + 0,00	110 + 0,00	LE-CICLOVIA/GO020	MEIO-FIO	60,00	0,0324	1,94
100 + 0,00	115 + 0,00	LD-CICLOVIA/GO020	MEIO-FIO	300,00	0,0324	9,72
108 + 1,50	115 + 0,00	LE-CICLOVIA/GO020	MEIO-FIO	138,50	0,0324	4,49
RAMO 02						
202 + 0,00	205 + 0,00	LE/GO-020	MEIO-FIO	60,00	0,0324	1,94
ROTATÓTIA 01 - ACESSO JBS						
PISTA DIREITA						
2038 + 2,00	2044 + 16,00	LD	MEIO-FIO	134,00	0,0324	4,34
PISTA ESQUERDA						
1034 + 3,00	1037 + 10,00	LE	MEIO-FIO	67,00	0,0324	2,17
1038 + 0,00	1041 + 8,00	LE	MEIO-FIO	68,00	0,0324	2,20
ILHA 01		ILHA 01 - LD	MEIO-FIO	30,46	0,0324	0,99
ILHA 02		ILHA 02 - LE	MEIO-FIO	41,38	0,0324	1,34
ILHA 03		ILHA 03 - LE ENTR. JBS	MEIO-FIO	96,53	0,0324	3,13
ILHA 04		ILHA 04 - LE ROTATÓRIA	MEIO-FIO	125,4	0,0324	4,06
ILHA 05		ILHA 05 - LD ROTATÓRIA	MEIO-FIO	126,09	0,0324	4,09
ILHA 06		ILHA 07 - LD	MEIO-FIO	21,74	0,0324	0,70
ILHA 07		ILHA 08 - LE	MEIO-FIO	52,96	0,0324	1,72
				CONC. SIMPLES		**123,74**

LOCALIZAÇÃO		PISTA	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	EXTENSÃO A SER DEMOLIDA (m)	VOL. CONC. POR METRO (m³)	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES (m³)
Estaca inicial	Estaca final					
						0,00

Latitude	APROVAÇÃO: GO INFRA	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA RODOVIA: GO-020/GO-536 TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO) **OBRAS ARTE CORRENTES**	NOTA DE SERVIÇO DE REMOÇÃO DE BUEIROS REV.: RA | FOLHA: OAC-08 | DATA: 11/2022

REMOÇÃO DE BUEIROS TUBULARES E DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES E ARMADO

LOCALIZAÇÃO ESTACA	PISTA	OBRA (DIMENSÃO) (m)	ESC.º	QUANTIDADE DE BOCA A SER DEMOLIDA (un)	VOL. CONC. SIMPLES POR BOCA (m3)	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES (m3)	REMOÇÃO DE BUEIRO (m)
VIADUTO GO-020 / GO-536							
RAMO 02							
204 + 16,00	GO-020/LE	BSTC Ø 0,80	30º	1	1,627	1,627	0,00
					CONC. SIMPLES	1,63	0,00

LOCALIZAÇÃO ESTACA	PISTA	OBRA (DIMENSÃO) (m)	ESC.º	QUANTIDADE DE BOCA A SER DEMOLIDA (un)	VOL. CONC. ARMADO POR BOCA (m3)	EXT. DO CORPO A DEMOLIR (m)	DEMOLIÇÃO DE CONC. ARMADO CORPO (m3)
PISTA DIREITA							
2041 + 10,00	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,13	0,80	0,13
2041 + 13,00	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,13	0,80	0,13
PISTA ESQUERDA							
1037 + 6,60	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,13	0,80	0,13
1037 + 9,60	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,13	0,80	0,13
				CONC. ARMADO			0,52

TOTAL		
CONC. SIMPLES	125,37	m³
CONC. ARM.	0,52	m³

APROVAÇÃO: GO INFRA

Latitude

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
OBRAS ARTE CORRENTES

NOTA DE SERVIÇO DE REMOÇÃO DE BUEIROS

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	OAC-09	11/2022

3.5 - PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

3.5.1 INTRODUÇÃO

O projeto de obras complementares tem por objetivo definir e especificar os seguintes serviços:

- Dispositivos de Segurança (Defensas e Barreiras);
- Cerca;
- Remoção de postes.

3.5.2 PROJETO DE DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

3.5.2.1 DEFENSAS METÁLICAS

Defensas são dispositivos de proteção, rígidos e maleáveis, contínuos, com forma, resistências e dimensões capazes de possibilitar que veículos desgovernados sejam reconduzidos à pista, sem brusca redução de velocidade, nem perda de direção, causando o mínimo de danos ao veículo, aos seus ocupantes e ao próprio dispositivo.

A elaboração do projeto procurou ser conforme com a norma NBR 15486/2016 da ABNT. Ao final do projeto geométrico foi feita uma verificação dos locais onde é recomendável a colocação de defensas, tais como: segmentos em aterro alto e/ou com taludes íngremes e em locais sujeitos a acidentes, como nas cabeceiras de pontes (quando presente no projeto), etc.

Como os taludes de aterro são construídos na inclinação 1V:1,5H praticamente todos as curvas com aterro acima de 1,50m teriam necessidade de defensa. Procurou-se então adotar somente nas curvas mais fechadas com ângulo central acima de 40 graus ou em aterros altos projetados.

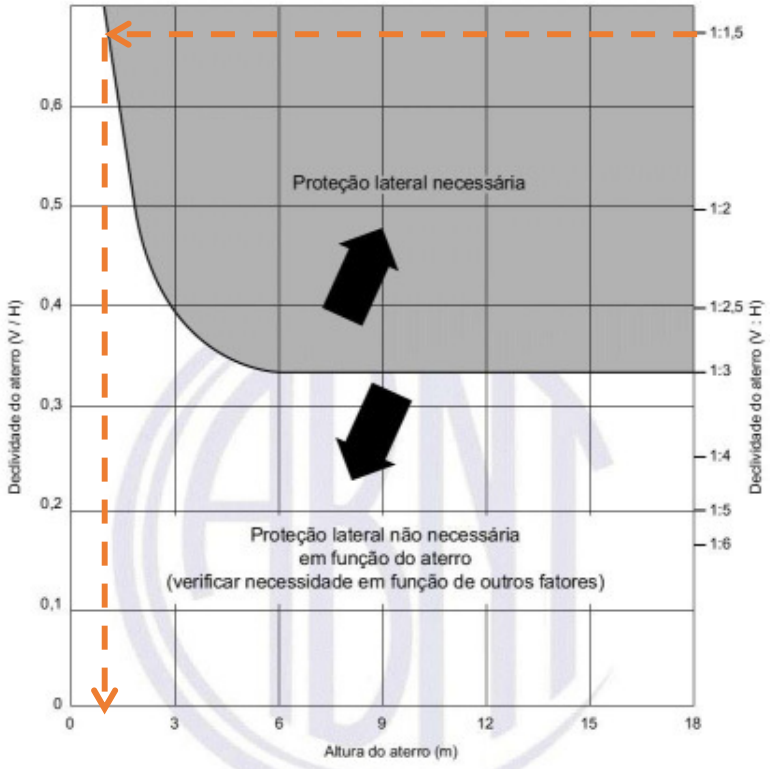


Figura 1 – Necessidade de proteção lateral em função de talude

Fonte: Norma 15486/2016

Os detalhes de colocação das defensas, elementos de projeto constituídos de desenhos tipos e notas de serviço estão apresentados no Volume 2 - Projeto Executivo.

3.5.2.2 BARREIRAS DE CONCRETO

Barreira é um dispositivo de proteção contínuo, moldado em concreto armado, de forma, resistência e dimensões adequadas, com o objetivo de se evitar que veículos desgovernados provoquem danos as pessoas e propriedades, sem pôr em risco os veículos que com elas possam colidir, bem como seus ocupantes. Trata-se de proteção rígida e indeformável, cuja capacidade de proteção do veículo desgovernado é dada pela sua forma.

As barreiras de concreto tipo New Jersey, são dotadas das transições longitudinais exigidas em norma. Este tipo de barreira é indicado para proteção nos locais onde as defensas não possam atingir os objetivos colimados, por necessitarem de espaço externo para deformação motivada pelo impacto, espaços este inviáveis em alguns locais, como nos tabuleiros das pontes e na separação de pistas de sentidos contrários, nos segmentos sem canteiro central.

A superfície de deslizamento, composta por guia, rampa e mureta, tem a propriedade de receber o impacto dos veículos desgovernados desacelerando e devolvendo-os à pista.

3.5.2.3 RESULTADOS OBTIDOS

Foi prevista a utilização de defensa metálica tipo DSS no trecho, TRO Tripla Onda na transição de defensa para barreira rígida, e de barreiras de concreto "Tipo NewJersey" nos seguintes locais.

DEFENSAS METÁLICAS

LOCALIZAÇÃO		POSIÇÃO	TIPO	EXTENSÃO (m)
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL			
PISTA DIREITA				
2010 + 0,00	2021 + 3,00	LD	DSS	223,00
2010 + 0,00	2020 + 17,00	LE	DSS	217,00
2025 + 4,00	2028 + 5,50	LD	DSS	61,50
2024 + 17,00	2026 + 0,00	LE	DSS	23,00
VIADUTO GO-020/GO-536 RAMO 1 - ALÇA ESQUERDA				
115 + 0,00	123 + 13,00	LD	DSS	173,00
114 + 0,00	123 + 6,00	LE	DSS	186,00
127 + 6,00	128 + 0,00	LE	DSS	14,00
127 + 13,00	129 + 3,00	LD	DSS	30,00
PISTA ESQUERDA				
1014 + 0,00	1021 + 7,00	LD	DSS	147,00
PISTA DIREITA				
2021 + 3,00	2021 + 13,00	LD	TRO	10,00
2020 + 17,00	2021 + 7,00	LE	TRO	10,00
2024 + 14,00	2025 + 4,00	LD	TRO	10,00
2024 + 7,00	2024 + 17,00	LE	TRO	10,00
VIADUTO GO-020/GO-536 RAMO 1 - ALÇA ESQUERDA				
123 + 13,00	124 + 3,00	LD	TRO	10,00
123 + 6,00	123 + 16,00	LE	TRO	10,00
126 + 16,00	127 + 6,00	LE	TRO	10,00
127 + 3,00	127 + 13,00	LD	TRO	10,00

BARREIRA DE SEGURANÇA DE CONCRETO

LOCALIZAÇÃO		POSIÇÃO	TIPO	EXTENSÃO (m)
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL			
PISTA DIREITA				
2026 + 0,00	2035 + 11,00	LE	BRD	191,00

RESUMO DO PROJETO:

TIPO	EXTENSÃO	
DSS	1.074,50	m
DSD	-	m
DMS	-	m
DMD	-	m
TRO	80,00	m

BARREIRA RÍGIDA

TIPO	EXTENSÃO	
BRS	0,00	m
BRD	191,00	m

8,00 UN (TRO)

NOTA: DSS - DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES
DSD - DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL DUPLA
DMS - DEFENSA METÁLICA MALEÁVEL SIMPLES
DMD - DEFENSA METÁLICA MALEÁVEL DUPLA
BRS - BARREIRA RÍGIDA DE CONCRETO SIMPLES
BRD - BARREIRA RÍGIDA DE CONCRETO DUPLA
TRO - TRIPLA ONDA

3.5.3 PROJETO DE CERCAS E ALAMBRADOS

As cercas de arame são construções que têm a finalidade de limitar a faixa de domínio da rodovia, impedindo a passagem de animais das propriedades privadas para o leito estradal, propiciando assim maior segurança ao tráfego.

É desejável que as cercas sejam construídas com postes de concreto, entretanto, podem ser aceitos postes de madeira de lei ou tratada, não protegidas por lei estadual ou federal, desde que cumpridas as seguintes exigências ambientais:

- Mourões provenientes de cercas existentes dentro da faixa de domínio que deverão ser removidas para construção da obra;
- Mourões novos somente devem ser aceitos se acompanhados de Licença Ambiental de exploração da área de origem da madeira;
- Se os mourões forem provenientes das operações de desmatamento, destocamento e limpeza executados dentro dos limites da faixa de domínio e das áreas de empréstimos e ocorrências de materiais granulares;

- Não devem ser aceitos mourões provenientes de áreas de reservas florestais, ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo, de suas proximidades. As mesmas recomendações valem para a madeira com a qual serão construídas as porteiras.

3.5.3.1 EXECUÇÃO

Limpeza da Faixa: Antes da implantação de cercas, deverá ser feita a limpeza de uma faixa de 2,00 m de largura, para possibilitar a execução e conservação de cerca, bem como a proteção contra o fogo. A limpeza consistirá em desmatamento e destocamento, com finalidade de deixar a faixa de implantação isenta de qualquer vegetação.

Implantação da Cerca: Os mourões deverão ser alinhados e aprumados e o aterro de suas fundações compactado de modo a não sofrerem nenhum deslocamento. Durante o esticamento dos fios os mourões esticadores deverão ser escorados.

Os mourões de suporte serão implantados a cada 2,50 m e os esticadores a cada 50 m e/ou nos pontos de mudança dos alinhamentos horizontal e vertical da cerca.

3.5.3.3 RESULTADOS OBTIDOS

As cercas previstas de delimitação da faixa de domínio serão de arame liso com mourões de madeira e/ou concreto, executados conforme as especificações GOINFRA, ES-OC- 001/2019 – Cerca de Arame Liso. As quantidades estimadas estão previstas a seguir e no Volume 02 - Obras Complementares.

Foram previstos valores para relocação de cercas, remoção e execução de cercas novas.

CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA (CONSTRUÇÃO)				
SENTIDO: ENTR. GO-536 / ENTR. GO-020 / AV. PROGRESSO				
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LADO	EXTENSÃO	TIPO
PISTA DIREITA				
2000 + 0,00	2022 + 0,00	LD	440,00	MADEIRA
		TOTAL	**440,00**	

REMOÇÃO DE CERCA				
SENTIDO: ENTR. GO-536 / ENTR. GO-020 / AV. PROGRESSO				
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LADO	EXTENSÃO	TIPO
PISTA DIREITA PARALELO A GO-020				
2000 + 0,00	2012 + 0,00	LD/GO-020	240,00	MADEIRA
VIADUTO GO-020				
RAMO 01 PARALELO A GO-020				
108 + 0,00	115 + 0,00	LD/GO-020	140,00	MADEIRA
		TOTAL	**380,00**	

Uma pequena extensão de alambrado deverá ser removida para implnatação do alargamento da pista. Este quantitativo está previsto no nota de serviço apresentada a seguir e incluída no orçamento.

ALAMBRADO DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM CONCRETO (CONSTRUÇÃO)				
SENTIDO: ENTR. GO-536 / ENTR. GO-020 / AV. PROGRESSO				
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LADO	EXTENSÃO	TIPO
PISTA ESQUERDA				
1020 + 0,00	1037 + 10,00	LE	350,00	CONCRETO
1038 + 0,00	1042 + 0,00	LE	80,00	CONCRETO
		TOTAL	**430,00**	

REMOÇÃO DE ALAMBRADO EM CONCRETO				
SENTIDO: ENTR. GO-536 / ENTR. GO-020 / AV. PROGRESSO				
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LADO	EXTENSÃO	TIPO
PISTA ESQUERDA				
1020 + 0,00	1037 + 10,00	LE	350,00	CONCRETO
1038 + 0,00	1042 + 0,00	LE	80,00	CONCRETO
		TOTAL	**430,00**	

3.5.4 REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DE POSTES

Por se tratar de trecho semiurbano vários postes existentes interferiram no projeto de duplicação. Os mesmos foram identificados e quantificados, apresentados no linear de remoção de postes apresentado no Volume 02 – Obras Complementares. Na tabela a seguir apresentamos um resumo da localização dos postes levantados.

REMOÇÃO E RECOLOCAÇÃO DE POSTE DE REDE ELÉTRICA							
LOCALIZAÇÃO ESTACA	PISTA	LADO	TIPO	ALTURA (m)	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	QUANTIDADES
GO-536 - PISTA ESQUERDA							
1041 + 5,74	ESQUERDA	LE	PCC	10	698782,6905	8148083,8305	1
1041 + 10,00	ESQUERDA	LE	PCDT	7	698785,4765	8148085,0468	1
1042 + 9,81	ESQUERDA	LE	PCDT	10	698805,9050	8148088,5722	1
1044 + 2,07	ESQUERDA	LE	PCDT	10	698836,2245	8148095,1759	1
1044 + 2,20	ESQUERDA	LE	PCDT	7	698836,0937	8148097,1716	1
GO-536 - PISTA DIREITA							
2010 + 8,16	DIREITA	LE	PCC	10	698188,4684	8148025,3616	1
2010 + 16,32	DIREITA	LD	PCDT	10	698179,1530	8148006,4002	1
2020 + 5,64	DIREITA	LE	PCDT	10	698316,6391	8147972,2199	1
2026 + 7,52	DIREITA	LD	PCDT	10	698432,0768	8148008,0951	1
VIADUTO GO-020							
RAMO 1							
108 + 10,83	GO-020	LE	PCC	10	698365,0483	8147969,7838	1
109 + 10,00	GO-020	LD/CANT.	PCC	10	698279,7092	8148001,3775	1
113 + 2,92	GO-020	LE	PCC	10	698279,7092	8148001,3775	1
115 + 2,32	GO-020	LE	PCDT	10	698252,9484	8147988,2417	1

RESUMO DO PROJETO:

TIPO	QUANT.	
PCC	5	und
PCDT	8	und
PTO ÔNIBUS	0	und
REM. DEFENSA	0	m

TIPOS

PCC - POSTE DE CONCRETO CIRCULAR

PCDT - POSTE DE CONCRETO DUPLO T

3.5.5 LASTRO DE CONCRETO E ATERRO APILOADO

Com o objetivo de impedir a infiltração de água no canteiro separador da pista com a ciclovia, foi previsto um lastro de concreto sobre o aterro apiloado.

LASTRO DE CONCRETO (CANTEIRO ENTRE PISTA E CICLOVIA)						
LOCALIZAÇÃO		EXTENSÃO	LARGURA	ÁREA	ESPESSURA	VOLUME
Estaca inicial	Estaca final	(m)	(m)	(m^2)	(m)	(m^3)
Ciclovia Lado Direito						
2000 + 0,00	2007 + 19,61	159,61	1,00	159,61	0,05	7,98
2007 + 19,61	2009 + 16,67	37,06		28,58	0,05	1,43
2029 + 18,53	2043 + 9,98	271,45	1,00	271,45	0,05	13,57
Ciclovia Ramo 01 Goiás Carnes						
100 + 0,00	113 + 4,93	264,93	1,00	264,93	0,05	13,25
Ciclovia Ramo 02 Goiás Carnes						
200 + 0,00	200 + 16,65	16,65		21,827	0,05	1,09
Ciclovia Lado Esquerdo						
1021 + 10,93	1036 + 6,67	295,74	1,00	295,74	0,05	14,79
1036 + 6,67	1039 + 6,92	60,25	1,00	60,25	0,05	3,01
1039 + 6,92	1040 + 3,03	16,11		74,42	0,05	3,72
TOTAL						**58,84**

ATERRO APILOADO (CANTEIRO ENTRE PISTA E CICLOVIA)						
LOCALIZAÇÃO		EXTENSÃO	LARGURA	ÁREA	ESPESSURA	VOLUME
Estaca inicial	Estaca final	(m)	(m)	(m^2)	(m)	(m^3)
Ciclovia Lado Direito						
2000 + 0,00	2007 + 19,61	159,61	1,00	159,61	0,13	20,75
2007 + 19,61	2009 + 16,67	37,06		28,58	0,13	3,72
2029 + 18,53	2043 + 9,98	271,45	1,00	271,45	0,13	35,29
Ciclovia Ramo 01 Goiás Carnes						
100 + 0,00	113 + 4,93	264,93	1,00	264,93	0,13	34,44
Ciclovia Ramo 02 Goiás Carnes						
200 + 0,00	200 + 16,65	16,65		21,827	0,13	2,84
Ciclovia Lado Esquerdo						
1021 + 10,93	1036 + 6,67	295,74	1,00	295,74	0,13	38,45
1036 + 6,67	1039 + 6,92	60,25	1,00	60,25	0,13	7,83
1039 + 6,92	1040 + 3,03	16,11		74,42	0,13	9,67
TOTAL						**152,98**

3.5.6 DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES E ARMADO

Foram quantificados as os volumes de concreto a demolir dos dispositivos de drenagem existentes, bem como das fundações dos pontos de ônibus presentes na rotatória de acesso à JBS.

LOCALIZAÇÃO		PISTA	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	EXTENSÃO A SER DEMOLIDA (m)	VOL. CONC. POR METRO (m^3)	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES (m^3)
Estaca inicial	**Estaca final**					
PISTA DIREITA						
2000 + 0,00	2013 + 0,00	PD-LD/GO-020	MEIO-FIO	260,00	0,0324	8,42
2000 + 0,00	2013 + 0,00	PD-LD-CICLOVIA/GO-020	MEIO-FIO	260,00	0,0324	8,42
2000 + 0,00	2013 + 0,00	PD-LE-CICLOVIA/GO-020	MEIO-FIO	260,00	0,0324	8,42
2041 + 10,00	2041 + 13,00	PD-LD/GO-536	PONTO DE ÔNIBUS	3,00	0,615	1,85
PISTA ESQUERDA						
1000 + 0,00	1005 + 0,00	PE-LE/GO-020	MEIO-FIO	100,00	0,0324	3,24
1000 + 0,00	1005 + 0,00	PE-LE/GO-020	MEIO-FIO	100,00	0,0324	3,24
1004 + 2,00	1006 + 0,00	PE-LE/GO-020	MEIO-FIO	38,00	0,0324	1,23
1012 + 0,00	1016 + 10,00	PE-LE/ACESSO LATERAL	MEIO-FIO	90,00	0,0324	2,92
1012 + 0,00	1023 + 10,00	PE-LD/ACESSO LATERAL	MEIO-FIO	230,00	0,0324	7,45
1013 + 10,00	1027 + 2,80	PE-LE/GO-536	SARJ. TRAPEZ.	272,80	0,0885	24,14
1037 + 6,60	1037 + 9,60	PD-LD/GO-536	PONTO DE ÔNIBUS	3,00	0,615	1,85
VIADUTO GO-020/GO-536						
RAMO 01						
100 + 0,00	115 + 0,00	LD/GO020	MEIO-FIO	300,00	0,0324	9,72
107 + 0,00	110 + 0,00	LE-CICLOVIA/GO020	MEIO-FIO	60,00	0,0324	1,94
100 + 0,00	115 + 0,00	LD-CICLOVIA/GO020	MEIO-FIO	300,00	0,0324	9,72
108 + 1,50	115 + 0,00	LE-CICLOVIA/GO020	MEIO-FIO	138,50	0,0324	4,49
RAMO 02						
202 + 0,00	205 + 0,00	LE/GO-020	MEIO-FIO	60,00	0,0324	1,94
ROTATÓTIA 01 - ACESSO JBS						
PISTA DIREITA						
2038 + 2,00	2044 + 16,00	LD	MEIO-FIO	134,00	0,0324	4,34
PISTA ESQUERDA						
1034 + 3,00	1037 + 10,00	LE	MEIO-FIO	67,00	0,0324	2,17
1038 + 0,00	1041 + 8,00	LE	MEIO-FIO	68,00	0,0324	2,20
ILHA 01		ILHA 01 - LD	MEIO-FIO	30,46	0,0324	0,99
ILHA 02		ILHA 02 - LE	MEIO-FIO	41,38	0,0324	1,34
ILHA 03		ILHA 03 - LE ENTR. JBS	MEIO-FIO	96,53	0,0324	3,13
ILHA 04		ILHA 04 - LE ROTATÓRIA	MEIO-FIO	125,4	0,0324	4,06
ILHA 05		ILHA 05 - LD ROTATÓRIA	MEIO-FIO	126,09	0,0324	4,09
ILHA 06		ILHA 07 - LD	MEIO-FIO	21,74	0,0324	0,70
ILHA 07		ILHA 08 - LE	MEIO-FIO	52,96	0,0324	1,72
				CONC. SIMPLES		**123,74**

LOCALIZAÇÃO ESTACA	PISTA	OBRA (DIMENSÃO) (m)	ESC.º	QUANTIDADE DE BOCA A SER DEMOLIDA (un)	VOL. CONC. SIMPLES POR BOCA (m3)	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES (m3)	REMOÇÃO DE BUEIRO (m)
VIADUTO GO-020 / GO-536							
RAMO 02							
204 + 16,00	GO-020/LE	BSTC Ø 0,80	30º	1	1,627	1,627	0,00

LOCALIZAÇÃO ESTACA	PISTA	OBRA (DIMENSÃO) (m)	ESC.º	QUANTIDADE DE BOCA A SER DEMOLIDA (un)	ÁREA. CONC. ARMADO (m3)	EXT. DA PEÇA DEMOLIR (m)	DEMOLIÇÃO DE CONC. ARMADO CORPO (m3)
PISTA DIREITA		FUNDAÇÃO					
2041 + 10,00	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,16	0,80	0,13
2041 + 13,00	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,16	0,80	0,13
PISTA ESQUERDA		FUNDAÇÃO					
1037 + 6,60	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,13	0,80	0,13
1037 + 9,60	GO-536	PONTO ÔNIBUS	-	-	0,13	0,80	0,13
				CONC. ARMADO			**0,52**

3.6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

3.6.1 GENERALIDADES

Este projeto foi desenvolvido tendo como referência os seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	IPR-743	Manual de Sinalização Rodoviária
DNIT	IPR-738	Manual de Sinalização de Obras e Emergências
CONTRAN	Edição 2007	Código de Trânsito Brasileiro, Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito

A sinalização foi projetada obedecendo aos requisitos de engenharia de trânsito, de forma a regulamentar o uso da via, advertir sobre perigos potenciais e orientar os usuários através de informações necessárias durante seu deslocamento, de forma a assegurar atenção, compreensão e resposta necessária às mensagens, através de padronização de símbolos, cores, formas e dimensões adequadas e simplicidade de legendas. Em benefício da segurança serão instalados dispositivos de contenção e de balizamento. Adotou-se a velocidade de projeto como sendo de 80 Km/h e de 60 a 40 Km/h para as interseções.

O projeto de sinalização do projeto de duplicação da GO-536 no trecho GO-020 / Senador Canedo foi resumido até a rotatória de acesso ao complexo JBS, e modificado para o encaixe das pistas esquerda e direita na pista simples existente.

3.6.2 METODOLOGIA

3.6.2.1 Projeto de Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária que utiliza um conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicadas sobre o revestimento da rodovia, obedecendo a critérios específicos para atender às condições de segurança e conforto do usuário. Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar a sinalização vertical.

Condições Básicas

A seleção e aplicação da sinalização obedeceram aos seguintes requisitos:

- Atender a uma real necessidade;
- Chamar a atenção dos usuários;
- Transmitir uma mensagem clara e simples;
- Orientar o usuário para uma boa fluência e segurança de tráfego;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente;
- Disciplinar o uso da rodovia;
- Impor respeito aos usuários.

No projeto de sinalização estão definidos os locais de aplicação, extensão, largura e dimensões das faixas.

Condições Específicas

Traçado: Os padrões de traçado podem ser:

Linhas contínuas: sem interrupção no trecho onde estão demarcando; podem ser longitudinais ou transversais à via. Estão associadas à ideia de proibição ao movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito, à delimitação das faixas destinadas à circulação de veículos, ao controle de estacionamentos e paradas de veículo;

Linhas tracejadas ou seccionada: seccionadas com espaçamento de extensão igual ou maior que o traço. Estão associadas à ideia de permissão de movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito e à delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos;

Símbolos e Legendas: são informações escritas ou desenhadas no pavimento, indicando uma situação ou complementando sinalização vertical existente.

Cores: São empregadas duas cores principais:

Amarela: utilizada para regulamentação do tráfego; na regulação de fluxos de sentidos opostos, na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos;

Branca: utilizada para balizamento e canalizações; na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais de trechos da via; na pintura de símbolos e legendas.

Padrões e critérios adotados devem ser feitos em função da geometria da via, composição do tráfego, volume médio diário – VMD, largura da faixa de rolamento, tipo e estado de conservação do pavimento, tipo de demarcação e vida útil esperada.

- Material: conforme Tabela 01 da norma GOINFRA ES-SIN 001/19. Para a classe da rodovia será definido termoplástico extrudado como insumo.

Tabela 01 – Material para Faixas

VOLUME DE TRÁFEGO	PROVÁVEL VIDA ÚTIL DA SINALIZAÇÃO*	MATERIAL
≤2000	1 ano	Estireno/Acrílico ou Estireno Butadieno
2000-3000	2 anos	Acrílica
3000-5000	3 anos	Termoplástico Tipo "spray"
>5000	5 anos	Termoplástico Tipo Extrudado

* A vida útil da sinalização é avaliada em função da retrorrefletividade.

- Tipos, dimensões e cadência das marcações:

⇨ Linhas de Divisão de Fluxos de Sentidos Opostos – LFO: Projetaram-se linhas de proibição de ultrapassagem nos locais de distância de visibilidade de acordo com a classe da rodovia. Previu-se a colocação de linhas de proibição de ultrapassagem na divisão das faixas de tráfego de sentidos opostos das vias laterais, duplas, que para chamar atenção, serão feitas em cor amarela âmbar. No projeto foram utilizadas as seguintes formas com as respectivas cadências:

- Linha Simples Contínua (LFO-1) – Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro. Tem cor amarela e largura de 0,10 m aplicável a V<80 km/h e em ciclovia, poderá ser utilizada em toda a extensão ou em trechos de vias com sentido duplo de circulação e largura L<7,00 m;

- Linha Simples Seccionada (LFO-2) – Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indica os intervalos onde a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos. Tem cor amarela e largura de 0,10 m aplicável a velocidade V < 80 km/h e em ciclovia. Nas vias com velocidade V ≥80 km/h tem largura de 0,15 m;

- Linha Dupla Contínua (LFO-3) – Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos

laterais são proibidos para os dois sentidos. Tem cor amarela e largura de 0,10 m, aplicável a velocidade V < 80 km/h e largura de 0,15 m aplicável a velocidade V ≥80 km/h. A distância entre elas varia de 0,10m a 0,15m.

⇨ Linha de Bordo – LBO: contínuas, pintadas nos bordos das faixas de tráfego e ao longo dos meios-fios de canteiros, ilhas e rótulas das interseções, recomenda a colocação da LBO de 0,10 m a 0,20 m dos limites laterais da pista de rolamento, tem cor branca e largura de 0,10 para V<80 km/h e 0,15m para velocidade V ≥80 km/h;

⇨ Linhas de canalização – LCA: Estas linhas serão colocadas nos locais onde houver necessidade de se fazer canalização do tráfego, como nos locais de interseções. Pode ser na cor branca, quando direciona fluxo de mesmo sentido e amarela, quando direciona fluxo de sentido opostos. A LCA deve ter largura que varia entre 0,10 m e 0,30 m;

⇨ Linha de Continuidade – LCO: Dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas, pode ser branca ou amarela, deve manter a largura da linha que antecede. Para V=< 60 km/h a cadência deverá ser 1:1. Também pode ser utilizada para dar continuidade à linha de divisão de fluxo no mesmo sentido, quando há supressão ou acréscimo de faixa de rolamento.

⇨ Áreas Zebradas – ZPA – Destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículo, além de orientar os condutores para o correto posicionamento na via, são nas cores branca quando direciona fluxos de mesmo sentido e amarela quando direciona o fluxo de sentido opostos. A largura mínima a ser empregada é de 0,30 m e nas áreas destinadas a estacionamento terá no mínimo 0,10 m;

A linha de retenção de tráfego da legenda "PARE" e "Dê a Preferência" tem 0,40 m de largura na GO e via local. A linha de retenção de tráfego nas faixas de pedestres tem 0,60m de largura. Em todos os casos, a refletorização das pinturas de sinalização horizontal será obtida por meio da adição de micro-esferas de vidro ao material aplicado ao pavimento através do processo de aspersão mecânica "drop-on".

3.6.2.2 Projeto de Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária que utiliza placas (sinal) na posição vertical, fixada ao lado ou suspensa sobre a pista, por meio dos quais são fornecidas mensagens através de legendas ou símbolos, com propósito de regulamentar, advertir ou indicar o uso das vias pelos veículos e pedestres da forma mais segura e eficiente, visando o conforto e segurança do usuário e melhor fluxo do tráfego.

Na elaboração do projeto foram obedecidas as seguintes condições básicas:

- Atender a uma real necessidade;
- Chamar a atenção dos usuários;
- Transmitir uma mensagem clara e simples;
- Orientar o usuário para a boa fluência e segurança de tráfego;
- Impor respeito aos usuários;
- Fornecer tempo adequado para uma ação correspondente.

Para que promovam o efeito desejado foram observados certos requisitos sob o ponto de vista de projeto, localização, conservação e uniformidade, tais como: a sinalização deve ser de fácil compreensão pelos motoristas; deve ter a mesma intensidade ao longo da via, a fim de condicionar o motorista; deve ser contínua, isto é, os sinais entre si devem ser coerentes; deve ser antecipada a fim de preparar o motorista para a sua próxima decisão; e garantir que para situações iguais sejam aplicados sinais iguais, não ensejando interpretações diversificadas.

O material utilizado nas pistas principais e faixas de mudança de velocidade, interseções, retornos operacionais e vias de acesso deverão seguir as especificações a seguir:

⇨ Material das placas: chapas planas de aço zincadas nº 16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904 – Placas de aço zincado para sinalização viária. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140º C.

⇨ Película: as películas devem apresentar os valores mínimos de retro-reflexão preconizados na ABNT NBR-14644 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos.

Para esse projeto, sugerimos o uso dos seguintes tipos de películas: fundo – III; legendas, símbolos e tarjas – X.

⇨ Suportes de perfil metálico: deverão ser em perfil "C" Metálico de Aço Carbono – ABNT NBR 14890 – Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas. Todos os componentes dos postes de sustentação deverão ser galvanizados por imersão a quente para proteção contra corrosão, de acordo com a ABNT NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido

3.6.2.3 Projeto de Sinalização para Construção

Durante o período de construção é importante o emprego de intensa sinalização nas proximidades das frentes de trabalho, a fim de garantir aos usuários as informações necessárias à sua segurança e daqueles que trabalham nestes locais. Assim, a colocação dos sinais deve ser tal que permita transmitir a mensagem sem restringir a distância de visibilidade ou reduzir a largura da pista.

É importante observar que um sinal colocado em determinado local, por uma condição excepcional, deverá ser imediatamente removido quando essa condição deixar de existir, para que não haja perda de credibilidade na sinalização.

Esses sinais são do tipo, forma, cor e dimensões dos preconizados no Manual de Sinalização de Obras e Emergências do DNER e serão colocados em suportes próprios ou cavaletes. Além dos sinais são utilizados outros dispositivos de segurança:

1) **Cavaletes** - Destinam obstruir total ou parcialmente a rodovia. Sendo confeccionados em madeira de lei, pintados com faixas pretas e amarelas, alternadas, formando um ângulo de 45º com a horizontal.
2) **Tambores e Balizadores** - Empregados para delimitar o local das obras. Nestes dispositivos serão pintados faixas, nas cores preta e amarela, inclinadas num ângulo de 45º, nos balizadores, e horizontais, nos tambores.

   Durante o período noturno funcionará nos locais das obras um sistema de sinalização luminosa, tomando-se o cuidado de evitar o ofuscamento dos motoristas.

Para a orientação do trânsito com sinais manuais serão utilizados pelos sinalizadores bandeiras com cabo, de forma circular (Ø = 0,40m).

3.6.2.4 Dispositivos Auxiliares de Sinalização

Os dispositivos auxiliares de sinalização adotados foram as tachas e tachões. Para todas as linhas de bordo foram utilizadas o tipo III (birrefletivas), conforme apresentado no detalhe tipo do Volume-03, tem elemento refletivo branco/vermelho.

No eixo da pista foram utilizadas tachas do tipo I (birrefletivas), conforme apresentado no detalhe, com elemento refletivo amarelo/amarelo nas linhas contínuas (LFO-03). Nas linhas de continuidade foram adotadas tachas do tipo II (monorrefletivas), com elemento refletivo branco.

Em vias locais adotam-se tachas do tipo I (birrefletivas), com elemento refletivo amarelo/amarelo nas linhas contínuas (LFO-03) e nas linhas simples tracejadas (LFO-2).

As tachas possuem as seguintes dimensões 100 x 100 x 19 mm.

Os tachões foram utilizados nas linhas de canalização de áreas de narizes, podendo ser do tipo monodirecional ou bidirecional, conforme se situem em áreas de narizes separando faixas com o mesmo sentido ou com sentidos opostos, com espaçamento de 2,00 metros.

Nos locais da interseção em que a linha dupla amarela antecede um zebrado amarelo, foram utilizados tachões a cada 4 metros, nos 50 metros que antecedem o zebrado.

A cadência das tachas tanto da via local como da rodovia distrital pode ser verificada na planilha de quantidades do projeto.

3.6.2.5 Projeto de Segurança de Trânsito

O estudo de segurança de trânsito tem a finalidade de analisar as condições operacionais da rodovia. Tradicionalmente, a engenharia de segurança viária enfatiza a redução de acidentes pela adoção de medidas corretivas em pontos com grande concentração de acidentes, denominados de pontos críticos. Porém, nos últimos anos, vem crescendo a importância de tratar a segurança viária de forma preventiva.

A adoção de medidas preventivas na fase de projeto e continuadas nas fases de operação e manutenção pode resultar em economia significativa de recursos. Os benefícios incluem desde a redução das despesas referentes aos acidentes que deixam de ocorrer ou cuja severidade é diminuída, até a eliminação dos gastos decorrentes de obras de correção que podem ser evitadas pela análise criteriosa nas fases de projeto e construção, período no qual as ações, normalmente, são mais fáceis e menos onerosas.

Nos últimos anos tem-se verificado um progresso significativo na segurança quanto ao melhoramento no traçado geométrico, em demarcação e no equipamento de sinalização. Entretanto a segurança depende da qualidade da superfície da pista que é o único elemento que tem contato direto e permanente com o tráfego. Ainda hoje se tem dado mais importância às propriedades relacionadas com a resistência e durabilidade em detrimento à segurança do usuário.

Há alguns aspectos que influenciam na segurança do trânsito:

1. Camada do Pavimento: coeficiente de atrito; textura da superfície; componentes da camada de rolamento; umidade superficial; pneu e veículo; refletividade e regularidade da pista.
2. Sinalização da Rodovia;
3. Condições dos Veículos;
4. Educação do Usuário.

Camada do Pavimento

A camada do pavimento ou superfície de rolamento é responsável por um bom percentual dos acidentes, principalmente quando são mal constituídos. O fenômeno de derrapagem, que depende diretamente da resistência ao deslizamento da pista, medida pelo coeficiente de atrito, tem contribuído para 35 a 70% dos acidentes de trânsito, principalmente na época chuvosa.

A textura da superfície deve ser bem dosada para se obter um coeficiente de atrito satisfatório, deve ser suficientemente aberta para permitir a expulsão da água superficial e ao mesmo tempo suficientemente fechada para se conseguir uma área adequada de contato pneu/pista. Para se ter um atrito máximo deve-se ter um certo equilíbrio entre a micro e a macro-rugosidade, um número suficiente de projeções angulares, para a quebra completa da película d'água e para deformação do pneu.

A película d'água superficial em tempo chuvoso influi bastante no atrito por seu efeito lubrificante. A configuração geométrica e a rugosidade da superfície são fatores importantes para se reduzir a espessura desta película. A macro-rugosidade da superfície da pista é importante para o pneu expulsar água e provocar a histerese à alta velocidade.

Um dos problemas que causam muitos acidentes noturnos é a refletividade da pista. Deve evitar-se superfície com refletividade que cause ofuscamento pelo efeito espelho.

A regularidade da superfície da estrada é muito importante para o conforto do tráfego e para a durabilidade do pavimento. Uma superfície irregular pode influir negativamente no atrito e na refletividade.

Das considerações acima citadas pode-se concluir o seguinte: quando da composição de uma dosagem para emprego em rodovia é de se providenciar que as mesmas tenham micro e macro-rugosidades bem equilibradas. Deve ter cor clara e regular, e uma superfície com um bom número de arestas agudas. Tomando-se providências neste sentido ter-se-á uma superfície segura.

Velocidade

A velocidade de projeto é um valor convencional que se fixa com o fim de determinar e coordenar entre si os elementos geométricos da rodovia que influenciam o movimento dos veículos. Além disso, é a velocidade máxima em que pode ser mantido um veículo, em condições de segurança, quando as condições meteorológicas e de tráfego são tão favoráveis que as únicas limitações são impostas pelas características geométricas da rodovia.

A velocidade de projeto é função: da morfologia da região cortada pela rodovia; do tráfego previsto; tipo de pavimento a adotar. Influenciando a arquitetura da rodovia: desenho das curvas horizontais e secções transversais (inclinações transversais e alargamentos).

Para ser segura uma curva deve ser dotada de superelevação, possibilitando ao motorista fazer a curva com perfeita segurança. Quando não se faz a superelevação, a sensação do motorista é estar sendo "jogado" para fora da curva, fazendo com que ele, instintivamente, gire o volante do carro em sentido contrário, com probabilidade de invadir a outra pista, provocando acidentes.

Sinalização

As placas de sinalização devem apresentar fácil leitura e rápida compreensão, além de estarem limpas e com cores firmes. As placas diagramáticas não devem apresentar muitos sinais. As placas com excesso de mensagens não são compatíveis com a leitura rápida e interpretação à 60, 80 ou 100 km/h.

As abreviações também devem ser compatíveis com aquelas preconizadas no vernáculo português, para não dar falsas interpretações.

3.6.3 RESULTADOS OBTIDOS

3.6.3.1 Projeto de Sinalização Horizontal

Executou-se um projeto composto basicamente de faixas e concebido para as suas condições específicas:

- Pista: Dupla
- Distância mínima de visibilidade de parada: 130m (classe I-A respeitado o K mínimo)
- Faixas de Tráfego: 2 (duas) para cada pista.

A sinalização horizontal foi executada prevendo-se:

1) **Linhas laterais demarcadoras dos bordos das pistas de rolamento:** linhas contínuas, executadas na face externa dos bordos da pista de rolamento, em cor branca, com 15 cm de largura e no bordo interno na cor amarela.
2) **Linhas demarcadoras de faixas de trânsito de mesmo sentido:** linhas interrompidas em intervalos regulares ou contínuas (locais de proibição de mudança de faixa), executadas nos eixos das faixas de tráfego, em cor branca, com 15 cm de largura.

3) **Tachas Refletivas para Sinalização:** implantadas no eixo na cor amarela e nos bordos da rodovia (bidirecional) na cor branca, possuindo retrorrefletores (composto por uma ou mais unidades ópticas). Nos trevos teremos taxas refletivas tanto bidirecional (eixo na cor amarela) quanto mono direcional instalada nos bordos dos ramos na cor branca.

Materiais e Especificações

Em função do volume de tráfego recomenda-se a pintura refletiva com material termoplástico, tipo spray para as faixas longitudinais. As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	-	Manual de Sinalização Rodoviária - 2010
GOINFRA	GOINFRA ES – SIN 001/19	Sinalização

3.6.3.2 Projeto de Sinalização Vertical

No projeto utilizaram-se placas totalmente refletivas dos seguintes tipos:

Sinais de Regulamentação: informam ao usuário as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso da via e cuja violação constitui uma infração.

FORMA, CORES E DIMENSÕES					
• ***Placa circular***		• ***Placa octogonal***		• ***Placa triangular***	
Fundo:	*Branco*	*Fundo:*	*Vermelho*	*Fundo:*	*Branco*
Tarja:	*Vermelha*	*Letras:*	*Branca*	*Tarja:*	*Vermelha*
Símbolo:	*Preto*	*Orla interna:*	*Branca*		
Letras:	*Pretas*	*Orla externa:*	*Vermelha*		
*Dimensões para **V** < 60 Km/h:*		*Dimensões para **V** < 60 Km/h:*		*Dimensões para **V** < 60 Km/h:*	
Diâmetro:	*0,800 m*	*Lado:*	*0,331 m*	*Lado:*	*0,800 m*
*Dimensões para **V** > 60 Km/h:*		*Dimensões para **V** > 60 Km/h:*		*Dimensões para **V** > 60 Km/h:*	
Diâmetro:	*1,000 m*	*Lado:*	*0,414 m*	*Lado:*	*1,000 m*

Sinais de Advertência: alertam aos usuários da via para condições potencialmente perigosas na rodovia, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

FORMA, CORES E DIMENSÕES		
• ***Placa quadrada***		
Fundo:	*Amarelo*	*Dimensões para **V** < 60 Km/h:*
Tarja interna:	*Preta*	*Lado: 0,80m*
Orla externa:	*Amarela*	*Dimensões para **V** > 60 Km/h:*
Símbolo / Legenda:	*Pretos*	*Lado: 1,00 m*

Sinais de Indicação: identificam as vias, os destinos e os locais de interesse, bem como orientam condutores de veículos quanto aos percursos, os destinos, as distâncias e os serviços auxiliares, podendo também ter como função educar o usuário. Suas mensagens possuem um caráter meramente informativo ou educativo, não constituindo imposição.

FORMA, CORES E DIMENSÕES					
Placas de identificação de rodovias		***Placas de indicação de sentido e distância***		***Marco quilométrico***	
Fundo:	*Branco*	*Fundo:*	*Verde*	*Fundo:*	*Azul*
Tarja interna:	*Pretas*	*Tarja interna:*	*Branca*	*Tarja interna:*	*Branca*
Orla externa:	*Branca*	*Orla externa:*	*Verde*	*Orla externa:*	*Azul*
Legendas:	*Pretas*	*Legendas:*	*Brancas*	*Legendas:*	*Bancas*
Dimensões para Classe I ou Inferior:		*Dimensões para Classe I ou Inferior:*		*Dimensões para Classe I ou Inferior:*	
Altura:	*0,670 m*	*Altura mínima:*	*1,000 m*	*Largura:*	*0,500 m*
Largura:	*0,600 m*	*Largura mínima:*	*2,000 m*	*Altura:*	*0,850 m*

Placas educativas: têm a finalidade de educar condutores e pedestres quanto ao seu comportamento no trânsito.

Placas indicativas de serviços auxiliares: indicam aos condutores e pedestres os locais onde os mesmos podem dispor dos serviços indicados.

FORMA, CORES E DIMENSÕES			
• ***Placas educativas***		• ***Placas indicativas de serviços auxiliares***	
Fundo:	*Branco*	*Fundo:*	*Azul*
Tarja interna:	*Pretas*	*Tarja interna:*	*Branca*
Orla externa:	*Branca*	*Orla externa:*	*Azul*
Legenda:	*Preta*	*Legendas:*	*Branca*
Largura mínima:	*2,000 m*	*Símbolo:*	*Preto*
Altura mínima:	*1,000 m*	*Largura:*	*0,620 m*
		Altura:	*1,000 m*

Materiais e Especificações

No projeto foi definida a posição dos sinais, dentro do cone de visão do usuário normal, e a distância necessária entre estes sinais, para uma reação adequada. Competirá à conservação assegurar as condições de manutenção sob o ponto de vista de colocação e legibilidade.

As características dos materiais a serem empregados, as técnicas de execução, os métodos de controle e os critérios de medição, deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	-	Manual de Sinalização Rodoviária - 2010
AGETOP	AGETOP-ES-OC 03/01	Sinalização

3.6.3.3 Projeto de Sinalização para Construção

A sinalização para construção será objeto de medição conforme recomendação da Goinfra. Foram adotadas os Tipos 6 e 17 como parâmetro para levantamento dos quantitativos. As características dos materiais a serem empregados e as técnicas de execução deverão seguir as especificações:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
DNIT	-	Manual de Sinalização de Obras e Emergências – 2010
AGETOP	AGETOP-ES-OC 03/01	Sinalização

3.6.3.4 Projeto de Segurança de Trânsito

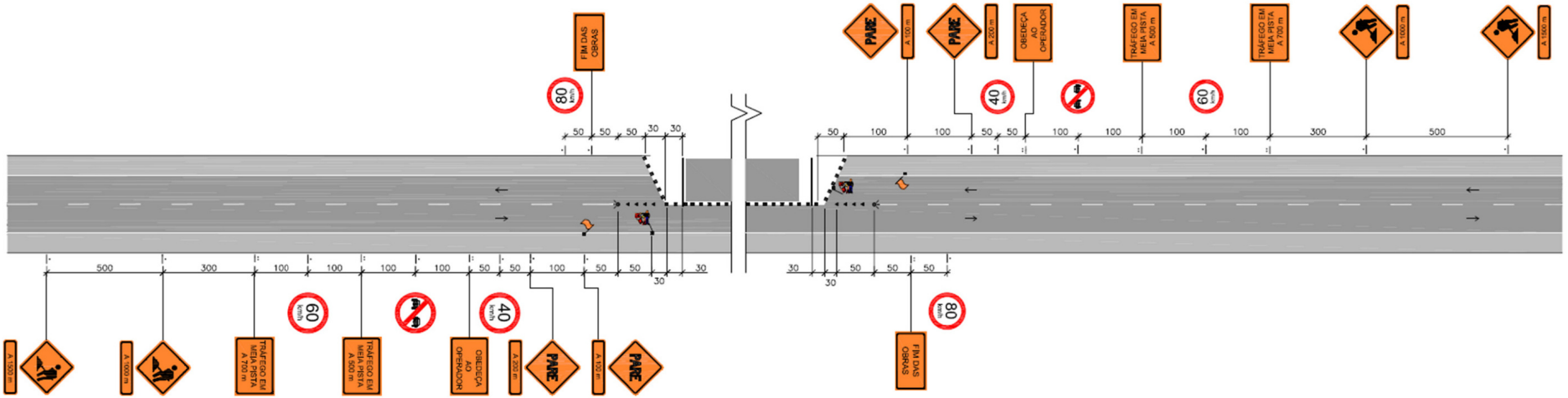
As soluções do Projeto de Segurança de Trânsito encontram-se apresentadas nos vários itens deste Projeto Final de Engenharia.

3.6.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O projeto de sinalização horizontal está apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, juntamente com o projeto de sinalização vertical, constando dos lineares de sinalização, desenhos tipos e notas de serviço que especificam e quantificam os diversos serviços a serem executados.

Apresentamos a seguir a tabela resumo das quantidades.

Projeto - Tipo Nº 06 : Sinalização de Obras - Bloqueio de 1/2 Pista com Circulação Alternada Pista Única

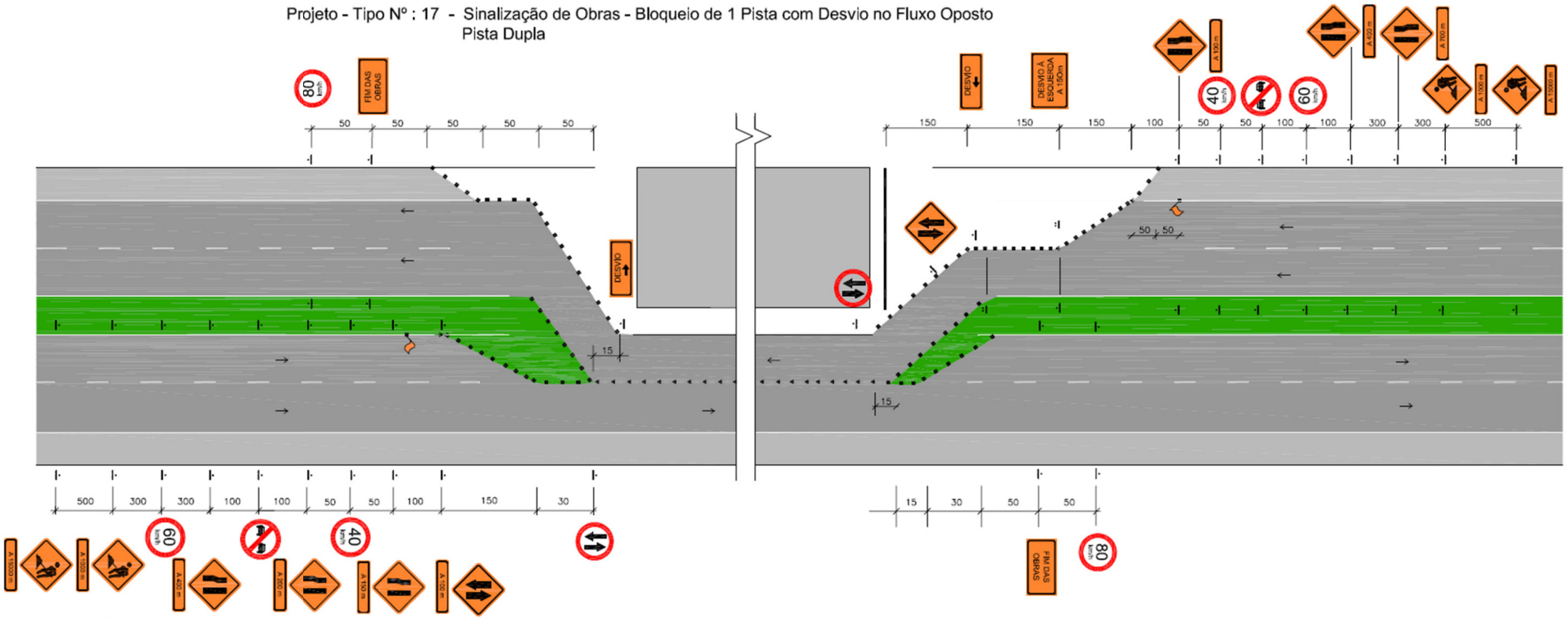


Legenda:

- ▲ cone ou cilindro
- ■ barreira classe I e II
- ▮ barreira classe III
- → sentido de circulação
- pare/siga
- ✳ iluminação interminente
- bandeira apoiada em cone
- ·| placa em coluna simples
- :| placa em coluna dupla

Nota: 1—As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes;
2—Cotas em metros
3—O espaçamento máximo recomendável entre cones, cilindros e entre barreiras é de:
. 15 m, na canalização para mudança de faixa de tráfego
. 30 m, na canalização em tangente

Projeto - Tipo Nº : 17 - Sinalização de Obras - Bloqueio de 1 Pista com Desvio no Fluxo Oposto Pista Dupla



Legenda:

- ▲ cone ou cilindro
- ■ barreira classe I e II
- I barreira classe III
- → sentido de circulação
- iluminação interminente
- bandeira apoiada em cone
- placa em coluna simples
- placa em coluna dupla

Nota: 1–As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes;
2–Cotas em metros
3–O espaçamento máximo recomendável entre cones, cilindros e entre barreiras é de:
. 15 m, na canalização para mudança de faixa de tráfego
. 30 m, na canalização em tangente

Quantitativos levantados para sinalização em fase de obra:

SINALIZAÇÃO VERTICAL - DNIT TIPO 6

TRECHO: **ENTR. GO-020 / ENTR. GO-536 (PARA SENADOR CANEDO)**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	METROS	POSIÇÃO
	GO-536			
A-24	OBRAS	L=1,00m	0	LD
A-54	A 1500m	1,25x0,4	0	LD
A-24	OBRAS	L=1,00m	500	LD
A-53	A 1000m	1,25x0,4	500	LD
I-35	TRÁFEGO EM MEIA PISTA A 700m	1,50x1,00	800	LD
R-19.6	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 60 Km/h	D=1,00m	900	LD
I-36	TRÁFEGO EM MEIA PISTA A 500m	1,50x1,00	1000	LD
R-7	PROIBIDO ULTRAPASSAR	D=1,00m	1100	LD
I-37	OBEDEÇA AO OPERADOR	1,50x1,00	1200	LD
R-19.4	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 40 Km/h	D=0,75m	1250	LD
A-15	PARADA OBRIGATÓRIA À FRENTE	L=1,00m	1300	LD
A-52	A 200m	1,25x0,4	1300	LD
A-15	PARADA OBRIGATÓRIA À FRENTE	L=1,00m	1400	LD
A-51	A 100m	1,25x0,4	1400	LD
I-38	FIM DAS OBRAS	1,25x0,8	variável	LD
R-19.8	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 80 Km/h	D=1,00m	+ 50m	LD
A-24	OBRAS	L=1,00m	0	LE
A-54	A 1500m	1,25x0,4	0	LE
A-24	OBRAS	L=1,00m	500	LE
A-53	A 1000m	1,25x0,4	500	LE
I-35	TRÁFEGO EM MEIA PISTA A 700m	1,50x1,00	800	LE
R-19.6	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 60 Km/h	D=1,00m	900	LE
I-36	TRÁFEGO EM MEIA PISTA A 500m	1,50x1,00	1000	LE
R-7	PROIBIDO ULTRAPASSAR	D=1,00m	1100	LE
I-37	OBEDEÇA AO OPERADOR	1,50x1,00	1200	LE
R-19.4	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 40 Km/h	D=0,75m	1250	LE
A-15	PARADA OBRIGATÓRIA À FRENTE	L=1,00m	1300	LE
A-52	A 200m	1,25x0,4	1300	LE
A-15	PARADA OBRIGATÓRIA À FRENTE	L=1,00m	1400	LE
A-51	A 100m	1,25x0,4	1400	LE
I-38	FIM DAS OBRAS	1,25x0,8	variável	LE
R-19.8	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 80 Km/h	D=1,00m	+ 50m	LE

OBS: VER POSIÇÃO DAS PLACAS NO DESENHO TIPO

TRECHO: **ENTR. GO-020 / ENTR. GO-536 (PARA SENADOR CANEDO)**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	METROS	POSIÇÃO

RESUMO	QUANTIDADES	
TOTAL DE PLACAS COM PELÍCULA REFLETIVA	28,60	m2
BANDEIRA	2,00	und
ILUMINAÇÃO INTERMITENTE	2,00	und
CONES	8,00	und
TAPUME (ESTIMADO)	273,00	m2

SINALIZAÇÃO VERTICAL DNIT TIPO 17

TRECHO: **ENTR. GO-020 / ENTR. GO-536 (PARA SENADOR CANEDO)**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	METROS	POSIÇÃO
	GO-020 SENTIDO BELA VISTA			
A-24	OBRAS	L=1,00m	0	LD
A-54	A 1500m	1,25x0,4	0	LD
A-24	OBRAS	L=1,00m	500	LD
A-53	A 1000m	1,25x0,4	500	LD
A-21c	ESTREITAMENTO DE PISTA À DIREITA	L=1,00m	800	LD
A-55	A 700m	1,25x0,4	800	LD
A-21c	ESTREITAMENTO DE PISTA À DIREITA	L=1,00m	1100	LD
A-56	A 400m	1,25x0,4	1100	LD
R-19.6	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 60 Km/h	D=1,00m	1200	LD
R-7	PROIBIDO ULTRAPASSAR	D=1,00m	1300	LD
R-19.4	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 40 Km/h	D=0,75m	1350	LD
A-21c	ESTREITAMENTO DE PISTA À DIREITA	L=1,00m	1400	LD
A-51	A 100m	1,25x0,4	1400	LD
I-39	DESVIO À ESQUERDA A 150 m	1,75x1,00	1650	LD
I-40	DESVIO / ←	1,00x0,80	1800	LD
A-25	MÃO DUPLA ADIANTE	L=1,00m		LD
R-28	DUPLO SENTIDO DE CIRCULAÇÃO	D=1,00m	1965	LD
I-41	DESVIO / →	1,00x0,80	0	LD
I-38	FIM DAS OBRAS	1,25x0,8	215	LD
R-19.8	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 80 Km/h	D=1,00m	265	LD

OBS: VER POSIÇÃO DAS PLACAS NO DESENHO TIPO

TRECHO: **ENTR. GO-020 / ENTR. GO-536 (PARA SENADOR CANEDO)**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	METROS	POSIÇÃO
	GO-020 SENTIDO GOIÂNIA			
A-24	OBRAS	L=1,00m	0	LD
A-54	A 1500m	1,25x0,4	0	LD
A-24	OBRAS	L=1,00m	500	LD
A-53	A 1000m	1,25x0,4	500	LD
R-19.6	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 60 Km/h	D=1,00m	800	LD
A-21b	ESTREITAMENTO DE PISTA À ESQUERDA	L=1,00m	1100	LD
A-56	A 400m	1,25x0,4	1100	LD
R-7	PROIBIDO ULTRAPASSAR	D=1,00m	1200	LD
A-21b	ESTREITAMENTO DE PISTA À ESQUERDA	L=1,00m	1300	LD
A-52	A 200m	1,25x0,4	1300	LD
R-19.4	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 40 Km/h	D=0,75m	1350	LD
A-21b	ESTREITAMENTO DE PISTA À ESQUERDA	L=1,00m	1400	LD
A-58	A 150m	1,25x0,4	1400	LD
A-25	MÃO DUPLA ADIANTE	L=1,00m	1500	LD
A-51	A 100m	1,25x0,4	1500	LD
R-28	DUPLO SENTIDO DE CIRCULAÇÃO	D=1,00m	#REF!	LD
I-38	FIM DAS OBRAS	1,25x0,8	145	LD
R-19.8	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA 80 Km/h	D=1,00m	195	LD

OBS: VER POSIÇÃO DAS PLACAS NO DESENHO TIPO

RESUMO	QUANTIDADES	
TOTAL DE PLACAS COM PELÍCULA REFLETIVA	30,02	m2
BANDEIRA	2,00	und
CONES	60,00	und
TAPUME (ESTIMADO)	1.260,00	m2

Resumo Geral dos Quantitativos de Sinalização na fase de entrega da obra:

RESUMO GERAL

QUADRO RESUMO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL

ESPECIFICAÇÕES			CÓDIGO	DIMENSÕES	QUANT.	UNID.	ÁREA
SINALIZAÇÃO VERTICAL	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	OCTOGONAL	R-1	L=0,331	8	m²	4,24
			R-1	L=0,414	5	m²	4,14
		TRIANGULAR	R-2	L =1,00	1	m²	0,43
		CIRCULARES	R	Ø = 0,75	9	m²	3,98
			R	Ø = 1,00	2	m²	1,57
		QUADRADAS	R-6B(A)	0,45x0,55	1	m²	0,38
	PLACAS DE ADVERTÊNCIA	QUADRADAS	A	L=0,60	0	m²	0,00
				L=1,00	5	m²	5,00
		RETANGULARES	AC-	2,25x0,80	0	m²	0,00
				3,00x1,50	0	m²	0,00
	PLACAS INDICATIVAS	RETANGULARES	I	0,85x0,60	1	m²	0,51
				1,00x0,62	0	m²	0,00
				1,75x1,20	0	m²	0,00
				2,00x1,00	1	m²	2,00
				2,00x1,50	0	m²	0,00
				2,25x1,00	2	m²	4,50
				2,12x1,20	0	m²	0,00
				2,25x1,40	0	m²	0,00
	PLACAS EDUCATIVAS	RETANGULARES	E	2,00x1,00	0	m²	0,00
				2,00x1,50	0	m²	0,00
				2,50x1,00	0	m²	0,00
				2,50x1,50	0	m²	0,00
				3,00x1,00	0	m²	0,00
				3,00x1,50	0	m²	0,00
	DISPOSITIVOS AUXILIARES	IDENTIFICAÇÃO DE RODOVIA	IR-	0,60x0,67	0	m²	0,00
		MARCADORES DE PERCURSO	MP-1	0,30x0,90	0	m²	0,00
			MP-2	0,30x0,90	0	m²	0,27
			MP-3	0,30x0,90	1	m²	0,00
		MARCADORES DE ALINHAMENTO	MA	0,50x0,60	0	m²	0,00
	TOTAL DE PLACAS COM PELÍCULA REFLETIVA				36	TOTAL	**27,01**

QUADRO RESUMO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

ESPECIFICAÇÕES				TIPO	DIMENSÕES	QUANT.	UNID.	ÁREA TOTAL
	AMARELA	PINTURA ACRÍLICA	Marcas Longitudinais	Linha Demarcadora Eixo	Contínuo	L = 0,10m	20,00	m²	2,00
					Contínuo	L = 0,15m	59,20	m²	8,88
					1x3	L=0,10m	342,00	m²	8,55
					4x4	L=0,15m	0,00	m²	-
					4x12	L=0,15m	0,00	m²	-
				Linha Demarcadora Bordo	Contínuo	L=0,15m	0,00	m²	-
		PINTURA ACRÍLICA	Marcas de Canalização	Linhas de Canalização - LCA		L=0,15m	32,00	m²	4,80
				Áreas de Zebrados		L = 0,30m	16,00	m²	4,80
				Separação de Fluxo de Tráfego de Sentidos Opostos	Contínuo	L = 0,30m		m²	-
								TOTAL	**29,03**
	BRANCA	PINTURA ACRÍLICA	Marcas Longitudinais	Linha Demarcadora Bordo	Contínuo	L=0,15m	4.315,60	m²	647,34
				Linha demarcadora - LMS 1	Contínuo	L = 0,15m	0,00	m²	-
				Linha demarcadora - LCO	Seccionada	2x6x0,15	340,00	m²	12,75
				Separação de Fluxo de Tráfego de Mesmo Sentido	Seccionada	4x4x0,15	1.262,00	m²	94,65
				Separação de Fluxo de Tráfego de Mesmo Sentido	Seccionada	4x12x0,15	0,00	m²	-
			Marcas Transversais	Linha de Retenção do "PARE" - LRE		L = 0,40m	45,55	m²	18,22
				Linha de Retenção Faixa de Pedestre		L = 0,60m	0,00	m²	-
				Linha " Dê a preferência"		0,50x0,50	0,00	m²	-
		PINTURA ACRÍLICA	Inscrições no Pavimento	Seta Indicativas			55	m²	69,74
				Símbolo " De a preferência"			0	m²	-
				Símbolo Indicativo de "Ciclorrota" (SIC)			18	m²	35,10
				Legenda "Pare"			4	m²	11,08
				Legenda "Pare" (Ciclovia)			9	m²	15,48
				Legenda "Ônibus"			0	m²	-
				Símbolo para Cruz de Santo André			0	m²	-
				Faixa e Travessia de Pedestre (FTP-1)		L = 0,40m	0	m²	-
			Marcas de Canalização	Linhas de Canalização - LCA		L = 0,15m	186,00	m²	27,90
				Áreas de Zebrados		L = 0,30m	286,05	m²	85,82
			Área de Estacionamento	Linhas Demarcadoras da Área de Estacionamento			0,00	m²	-
								TOTAL	**1.018,08**
	BRANCA E VERMELHA	PINTURA ACRÍLICA	Marcas Longitudinais	Vermelha (Bordo Ciclovia)		L = 0,10m	1.757,00	m²	175,70
				Branca (Bordo Ciclovia)		L = 0,10m	1.870,00	m²	187,00
				Vermelha (Largura total da ciclovia)		L = 1,50m	592,00	m²	888,00
				Vermelha (Largura total da ciclovia)		L = 2,50m	130,00	m²	325,00
			Marcas Transversais	Marcação de Cruzamento Rodocicloviário (MCC) - Vermelha		L = 2,50m	108,00	m²	270,00
				Marcação de Cruzamento Rodocicloviário (MCC) - Branca		0,40x0,40	155,00	m²	31,00
								TOTAL	**1.876,70**
	AUXILIAR		Postes Simples - Perfil Metálico Tipo "C"			-	-	un	33,00
			Postes Duplo - Perfil Metálico Tipo "C"			-	-	un	6,00
								TOTAL	**39,00**
	DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA		Tachão Bidirecional			0,16 x 0,25m	-	un	25,00
			Tachão Monodirecional			0,16 x 0,25m	-	un	-
			Tacha Bidirecional			0,10 x 0,10m	-	un	
			Tacha Monodirecional			0,10 x 0,10m	-	un	857,00

3.7 PROJETO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS

3.7.1 GENERALIDADES

Este Projeto foi realizado obedecendo aos seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-14	Instrução de Projeto de Obras de Arte Especiais

A diretriz de projeto não atravessa bacias hidrográficas de médio a grande porte, conforme se observa nos Estudos Hidrológicos, que justifiquem a implantação de bueiros celulares ou pontes.

As obras de arte especiais necessárias para o trecho a ser duplicado neste projeto se resume então ao viaduto projetado para a interseção em desnível sobre a GO-020.

3.7.2 METODOLOGIA

Os elementos básicos para definição das obras de arte foram conseguidos nos Estudos Topográfico, Geotécnico, Geométrico e Tráfego.

Elementos Topográficos

Nas interseções foram efetuados levantamentos de planos cotados e do perfil do eixo da travessia, conforme necessidade da obra. Desta forma, foram obtidas:

- Planta topográfica de cada obra com as respectivas curvas de nível;
- Planta e perfil das passagens antes e após as obras, para o melhor posicionamento das mesmas.

Elementos Geotécnicos

Exploração do subsolo para conhecimento de suas camadas constituintes junto aos locais onde serão implantados os viadutos de concreto, procedeu-se a execução de furos de sondagem;

Elementos Geométricos

Definição da geometria do eixo de projeto, largura das vias, etc.

Estudo de Tráfego

Auxiliou na definição da capacidade da via, orientando na escolha do tipo das obras.

3.7.3 RESULTADOS OBTIDOS

As características dos viadutos foram abordadas no Capítulo 3.8 – Projeto de Interseção e no Volume 3E – Memória de Cálculo Estruturais.

Apresentamos a seguir informações resumidas sobre as obras. O detalhamento completo da memória de cálculo está apresentado no Volumes 3E - Memória de Cálculo Estrutural.

CARACTERÍSTICAS DOS VIADUTOS - GO-020

Trata-se de dois viadutos sobre a pista duplicada da GO-020, interseção da passagem superior, em concreto armado com um sentido de tráfego cada um. O Viaduto contém uma faixa de segurança de 0,30 m, duas faixas de rodagem de 3,6 m cada, ciclovia externa de 1,50 m, e barreiras nas extremidades de 0,40 m rígidos de concreto padrão ABNT que totalizam uma largura constante de 9,80 m. As obras são transversalmente planas com abaulamento de 3% e longitudinalmente tem uma inclinação de 2,74% pavimentadas em concreto asfáltico com extensão de 25,805 m para cada um dos dois vãos, totalizando 51,61 metros.

A estrutura foi projetada para a classe de agressividade ambiental CAA II, definida na NBR-6118/2014 e dimensionada para as cargas móveis correspondentes à Classe 45.

Foram consideradas as seguintes normas:

NBR 6118/2014 - Projeto de Estruturas de Concreto Armado;

NBR 7187/2021 - Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido;

NBR 7188/2013 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre;

NBR 8681/2003 - Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento;

NBR 9062/2017 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento

NBR 14885/2004 – Segurança no Tráfego - Barreiras de Concreto

Concreto

Superestrutura	fck $\geq$ 35 MPa
Superestrutura (Guarda-rodas)	fck $\geq$ 25 MPa
Mesoestrutura	fck $\geq$ 25 MPa
Infraestrutura	fck $\geq$ 20 MPa
Lastro	fck $\geq$ 15 MPa

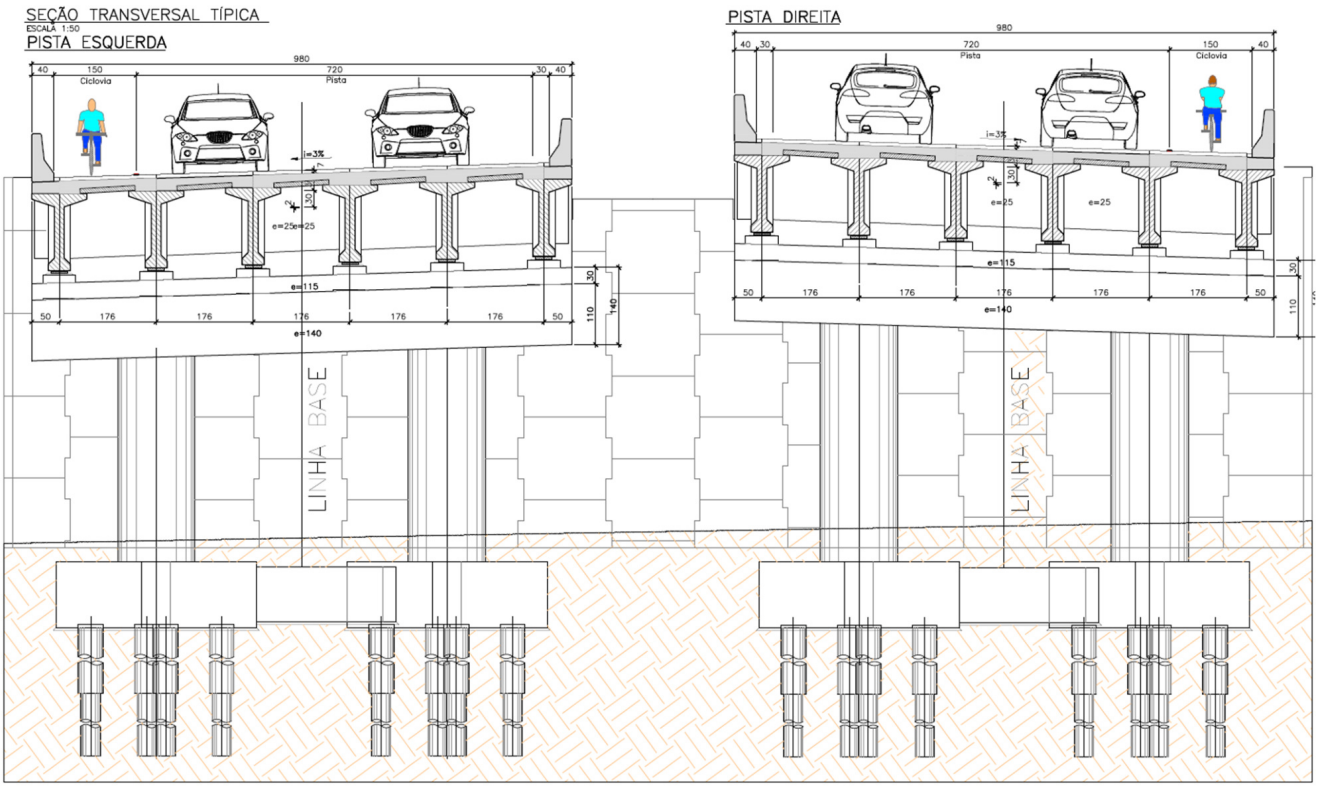
Aço

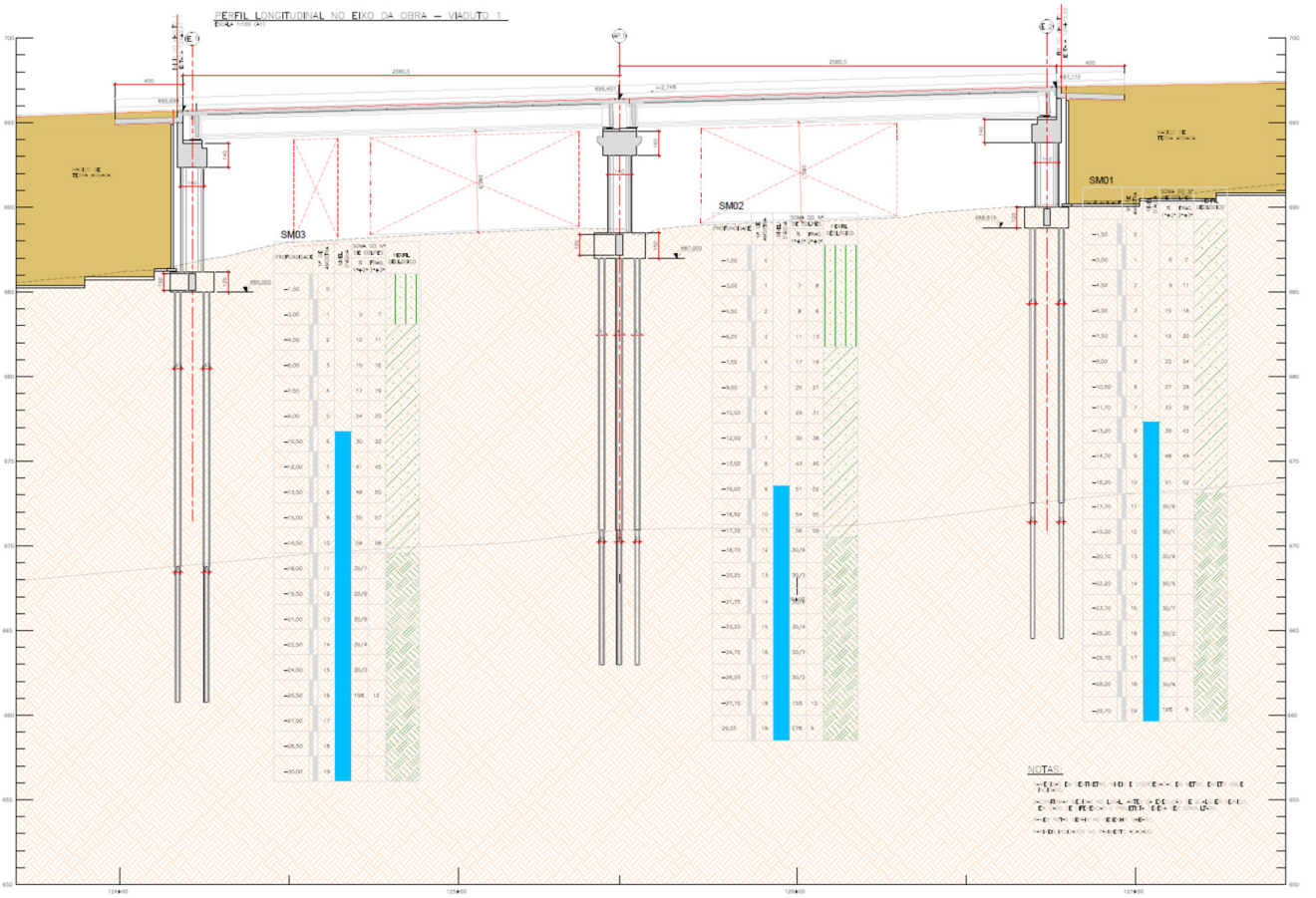
CA-50

E_s =210.000 MPa	(Módulo de elasticidade da armadura passiva);
f_{yk} =500 MPa	(Resistência característica à ruptura da armadura passiva);
γ_s =1,15	(Coeficiente de ponderação da resistência da armadura passiva);
η_1 = 2,25;	(Coeficiente de aderência entre o concreto e a armadura);

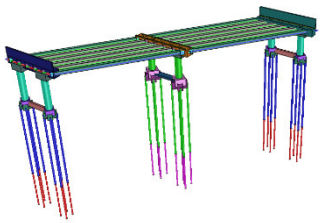
CP 190 RB

E_s =195.000 MPa	(Módulo de elasticidade da armadura passiva);
f_{ptk} 1900 MPa	(Resistência característica à ruptura da armadura ativa);
$\gamma_{aço}$. = 78,5 kN/m³	(Peso específico do aço);


SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA
ESCALA 1:50
PISTA ESQUERDA
PISTA DIREITA
980
40
150
Ciclovia
720
Pista
30
40
i=3%
e=25
e=115
e=140
50
176
110
140
LINHA BASE


PERFIL LONGITUDINAL NO EIXO DA OBRA – VIADUTO 1
SM01
SM02
SM03
NOTAS:

O modelo estrutural adotado (calculado no STRAP) é o de elementos de barras para as vigas e o de elementos de placas para as lajes. Esse modelo foi carregado com todas as peças que constituem as cargas permanentes e acidentais, além de carregamentos móveis (Trem tipo TB-45).



Superestrutura:

É constituída por dois tabuleiros formado por 6 vigas pré-moldadas de concreto protendido, seção I, com 1,40m de altura, espaçadas de 1,76m para cada viaduto. Sobre as vigas são colocadas placas pré-moldadas de 9cm de espessura, servindo de fôrmas para a concretagem do restante da laje, que terá espessura total média de 22,5cm. As placas já contêm a armadura positiva da laje. A solidarização do conjunto é conseguida na concretagem "in loco", graças a armaduras salientes, deixadas nas vigas.

Foram previstas transversinas nas extremidades, destinadas a impedir rotações das vigas, em torno de seu eixo longitudinal, nos apoios, e servindo também para facilitar o levantamento do tabuleiro, na eventual troca de aparelhos de apoio. As transversinas não serão protendidas.

Os aparelhos de apoio serão de Neoprene fretado.

Meso e Infraestrutura:

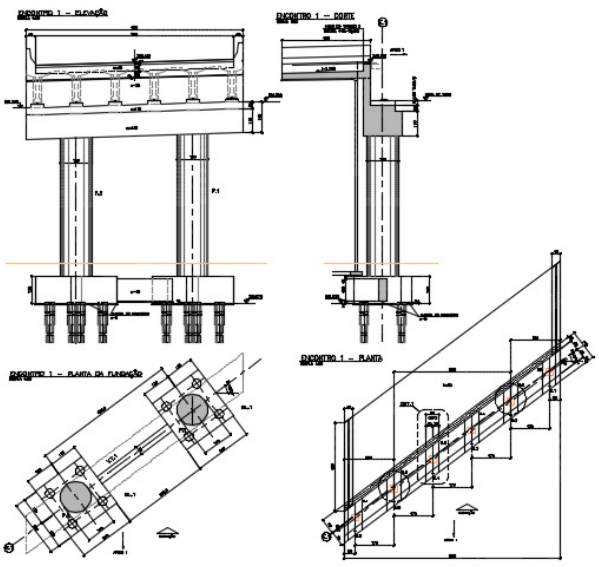
- **Encontros:**

São concebidos com 2 pilares em seção circular com diâmetro de 1,40 m coroados por uma travessa de seção retangular que dá apoio ao tabuleiro e laje de aproximação. As fundações são compostas por 4 estacas tipo raiz com diâmetro nominal de 41 cm coroadas por blocos de concreto armado com viga de travamento.

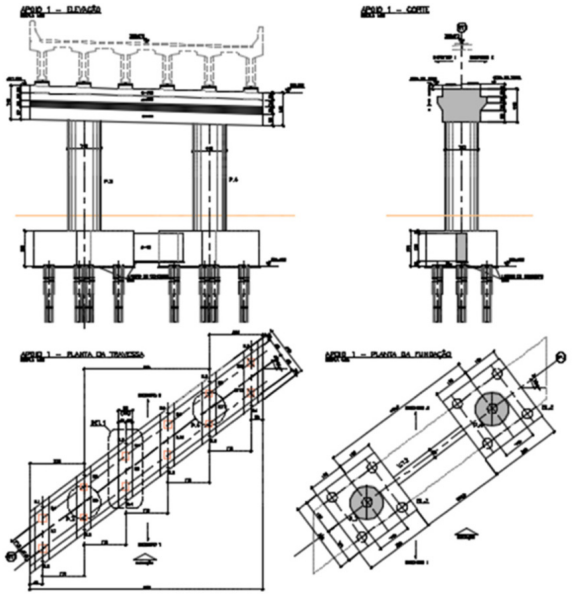
- **Apoio Central:**

São concebidos com 2 pilares em seção circular com diâmetro de 1,40 m coroados por uma travessa de seção retangular que dá apoio aos 2 tabuleiros. As fundações são compostas por 5 estacas tipo raiz com diâmetro nominal de 41 cm coroadas por blocos de concreto armado com viga de travamento.

Encontros



Apoio Central



3.7.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O detalhamento completo da memória de cálculo está apresentado no Volumes 3E - Memória de Cálculo Estrutural. O projeto de forma e estrutural está apresentado no Volume 02 – Execução, subitem Obras de Arte Especiais.

3.8 PROJETO DE INTERSEÇÕES

3.8.1 GENERALIDADES

O Projeto de Interseções foi desenvolvido com base nos seguintes documentos:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
GOINFRA	IP-08	Instrução para Projeto Geométrico
DNIT	IS-213	Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
DNIT	IPR-718	Manual de Projeto de Interseção

As interseções constituem elementos de descontinuidade em qualquer rede viária e representam situações críticas que devem ser tratadas de forma especial. O projeto de interseções deverá assegurar circulação ordenada dos veículos e manter o nível de serviço da rodovia, garantindo a segurança nas áreas em que as suas correntes de tráfego sofrem a interferência de outras correntes, internas ou externas (DNIT – 2005).

A seleção do tipo de interseção que melhor se adapta às condições geométricas e de tráfego nas interconexões e cruzamentos de rodovias, se constitui no primeiro e talvez o mais importante passo em um projeto desta natureza, com seu dimensionamento determinando a capacidade e a segurança do sistema.

Em zonas rurais, as interconexões devem se ajustar às características das rodovias que se interceptam e ser compatíveis com os aspectos funcionais e de segurança, garantindo a manutenção da velocidade de projeto, ao longo das rodovias principais.

3.8.2 LOCALIZAÇÃO DAS INTERSEÇÕES

A localização das interseções tem um pronunciado efeito em um sistema de transporte e devem ser compatíveis com os aspectos funcionais e de segurança, garantindo a manutenção da velocidade de projeto, ao longo das rodovias principais.

Para se determinar a localização das interseções, os seguintes fatores são considerados:

1. Sistema viário existente ou projetado;
2. Uso da terra;
3. Aspectos topográficos;
4. Características geométricas das rodovias que se cruzam;
5. Desenvolvimento atual e futuro da região;
6. Volume de tráfego; e
7. Tipo de interseção indicado para cada locação.

De fato, a localização e a seleção do tipo de interseção, são etapas de um projeto, que possuem fases paralelas, devendo uma atender às conveniências da outra, para melhor ajustamento do projeto final.

3.8.3 METODOLOGIA

3.8.3.1 Dados Básicos

O projeto dos elementos geométricos que constituem uma interseção baseia-se, em geral, nos mesmos princípios que governam o projeto geométrico dos demais componentes da rodovia. Algumas diferenças importantes na forma em que são conduzidos os veículos ao se aproximarem destas áreas permitem

ao projetista a utilização de especificações menos exigentes do que nos trechos contínuos da rodovia, por causa por exemplo da diminuição da velocidade de operação.

A adoção de um tipo de interseção dependerá principalmente da correlação existente entre a topografia do terreno, os volumes de tráfego e sua composição, a capacidade das vias, a segurança e os custos de implantação e de operação. Por estarem intimamente ligados aos elementos de projeto, esses fatores e sua interdependência deverão ser conhecidos antes da elaboração do mesmo.

3.8.3.2 Projeto

As interseções foram projetadas com o objetivo de obter soluções seguras para o tráfego que passa direto e o de mudança de direção (dobragem à esquerda ou direita). Basicamente, na escolha do tipo de interseção e de seus diversos elementos (largura de pistas, raio de curvatura, comprimento das faixas de aceleração e desaceleração, tapers, etc.), foram obedecidas às recomendações do Manual de Projeto de Interseções do DNIT.

Veículo de Projeto

O elemento básico a ser considerado na determinação das características geométricas e operacionais das interseções, é o veículo.

A escolha do veículo de projeto deve levar em consideração a composição do tráfego que utiliza ou utilizará a rodovia, obtida de contagens de tráfego ou de projeções que considerem o futuro desenvolvimento da região. Assim, denomina-se **veículo de projeto**, o veículo teórico de uma certa categoria, cujas características físicas e operacionais representam uma envoltória das características da maioria dos veículos que se utilizarão da interseção.

O DNIT recomenda que seja adotado no projeto das interseções um dos cinco tipos básicos de veículos, conforme as características predominantes do tráfego. A contagem classificatória realizada apresenta toda gama de caminhões de carga, com porcentagem maior de caminhões de 2 eixos, no entanto são também significativos os percentuais de 5 a 9 eixos, portanto o **tipo RE** será adotado para o presente projeto para capacitar a via para todos os tipos com bastante segurança.

- VP - Veículos leves: automóvel, minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares.
- CO - Veículos comerciais rígidos, não articulados: caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas.
- O - Veículos comerciais rígidos de maiores dimensões: ônibus longos urbanos, de longo percurso ou de turismo, caminhões longos, frequentemente com 3 eixos, de maiores dimensões que o veículo CO básico, com comprimento próximo do limite máximo legal admissível para veículos rígidos.
- SR - Veículos comerciais articulados: compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semirreboque, com comprimento próximo do limite máximo legal para veículos dessa categoria.
- **RE - veículos comerciais com reboque: composto de uma unidade tratora simples, um semi-reboque e um reboque, frequentemente conhecido como bitrem e rodotrem, com comprimento máximo permitido pela legislação.**

Quadro 3.8.1 - Dimensões básicas dos Veículos de Projeto (m)

CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO	VEÍCULO DE PROJETO				
	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	6,0	**6,9**

Fonte: DNIT - Manual de Projeto de Interseção – 2005

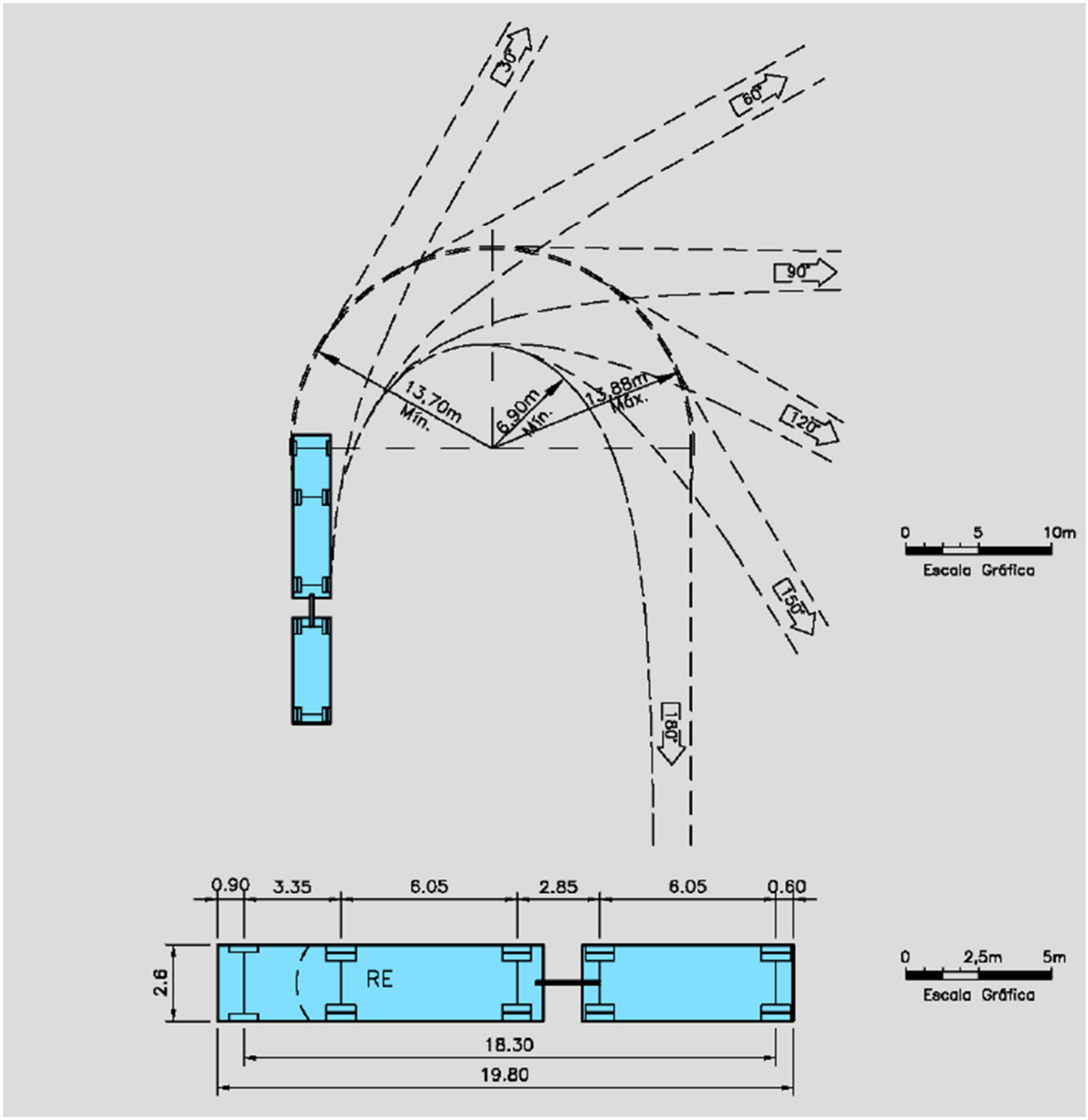


Figura 3.8-1 Veículo de Projeto RE

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT, "onde a participação de semirreboques, existente ou prevista, for significativa ou se situar acima da média, bem como nos casos de interseções cujo objetivo for o de servir terminais de cargas, centros de abastecimento, depósitos de materiais de construção, veículos de transporte de automóveis ou situações semelhantes, caberá empregar o veículo SR". Ainda de acordo com a publicação, "nas interseções de vias expressas com vias arteriais que apresentem **volumes expressivos de tráfego**, nas que dão **acesso a áreas industrializadas**, fazendas de cana de açúcar e de corte de madeira, depósitos de grãos e fertilizantes, e **outras situações semelhantes**, desde que se espere **ocorrência relevante de veículos com reboques**, o **veículo RE** deve ser considerado".

Situação topográfica

A representação, em escala conveniente, dos dados topográficos da área afetada pelo projeto é essencial para a sua elaboração. Esses dados serão obtidos mediante levantamentos topográficos.

Nas plantas devem ser incluídos todos os dados que possam afetar ou limitar as soluções a estudar, tais como: edificações, acidentes geográficos, serviços existentes, etc.

Escolha da Solução e Tipo Adotado

Não existem critérios generalizados que possam definir, com precisão, o tipo de interseção a ser adotado para determinadas condições. Tal impossibilidade justifica-se pelo fato da escolha se constituir num problema complexo, que envolve volumes de tráfego, velocidades, diferentes tipos de veículos, aspectos topográficos, orçamentos e, sobretudo, o grau de aleatoriedade na distribuição do tráfego.

Existem, porém, condições gerais que podem justificar a adoção de um ou outro tipo específico, dependendo de fatores de terreno, de tráfego, de circulação, de segurança e de custos.

Segundo o DNIT, o tipo de interseção deve ser escolhido a partir de uma visão socioeconômica considerando: exigências técnicas de trânsito baseadas em velocidade de referência, volume e composição do tráfego; exigências do terreno e arredores; seus custos de instalação, operação e manutenção.

Como a determinação das características geométricas mínimas das interseções está diretamente associada a velocidade, a escolha da velocidade nos ramos terá grande influência na qualidade e no custo da interseção. Muitas vezes, problemas locais exigem ramos com características geométricas "baixas" para evitar grandes custos. Nesses casos é aceitável a adoção de velocidades de projeto menores. Nas proximidades de pontos de conflito, nas ilhas e refúgios de canalização de tráfego onde os veículos têm que parar ou andar em velocidades muito baixas, pode-se adotar velocidade de projeto de 40 km/h.

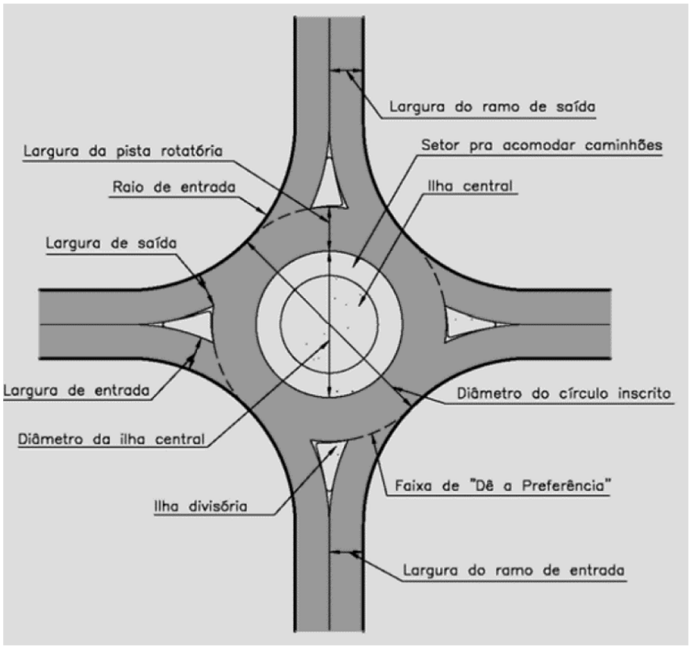
Basicamente duas categorias de interseções são definidas a princípio, ou seja, interseção a mesmo nível e interseção a níveis diferentes.

INTERSEÇÃO EM NÍVEL

Considerando o tráfego médio das rodovias estaduais goianas, classes II e III, com base nos critérios estabelecidos pelas normas, fica evidenciado que as interseções, pelo seu volume de tráfego, podem **ser interseções em nível**. O tipo de interseção em nível mais utilizado no Estado é a rótula (rotatória), que tem como principais vantagens:

- ✓ Quando são bem projetadas permitem a circulação do trânsito de forma ordenada, contínua e segura;
- ✓ Substituem os cruzamentos por entrecruzamentos tornando os conflitos menos agudos e os acidentes que possam ocorrer, menos graves;
- ✓ Os giros à esquerda são feitos com facilidade por meio de movimentos de convergência e separação, embora as distâncias a percorrer sejam maiores; adaptam-se bem a interseções com cinco ou mais ramos.

Elementos de Projeto da Rótula



Para o presente estudo, necessário se faz uma mescla de soluções por se tratar de um trecho curto de 6 km, com características de rodovia urbana com acesso direto a empresas, indústrias e avenidas urbanas. Serão adotadas rotatórias alongadas em nível e duas interseções em desnível permitindo uma melhor fluidez do tráfego.

Velocidade de Projeto

Dificilmente é possível projetar uma rótula com a mesma velocidade diretriz das vias que para ela convergem. Na Tabela 14 são fornecidas as velocidades de projeto que se recomendam para a pista da rotatória a fim de que a área ocupada pela interseção não seja excessiva e para que não se alongue demais o percurso dos veículos que por ela circulem.

Tabela 14 - Velocidades de projeto das rótulas convencionais

Velocidade de projeto da rodovia (km/h)	Velocidade média de operação da rodovia (km/h)	Velocidade de projeto da pista rotatória (km/h)	
		Mínima	Desejável
50	45	30	50
65	55	50	55
≥ 80	65 a 80	55	65

Distância de Visibilidade

Ao se aproximar de uma interseção o motorista de um veículo deve ter visão desimpedida de toda a interseção e de partes dos ramos de acesso, para que possa identificar possíveis perigos de conflitos e proceder às manobras necessárias. A área de visibilidade necessária é função das velocidades dos veículos envolvidos e das distâncias percorridas durante os tempos de percepção e reação e frenagem.

Quando não for possível proporcionar distância adequada de visibilidade, as velocidades de aproximação devem ser controladas e reduzidas em função da distância de visibilidade disponível, ou outro tipo de controle deverá ser utilizado no cruzamento.

Uma distância de visibilidade acima da mínima de parada deve ser prevista em todas as pistas da interseção. A distância de visibilidade de ultrapassagem não deve ser considerada nas pistas com dois sentidos de tráfego porque nas interseções os trechos são curtos e a sinalização deve proibir a ultrapassagem.

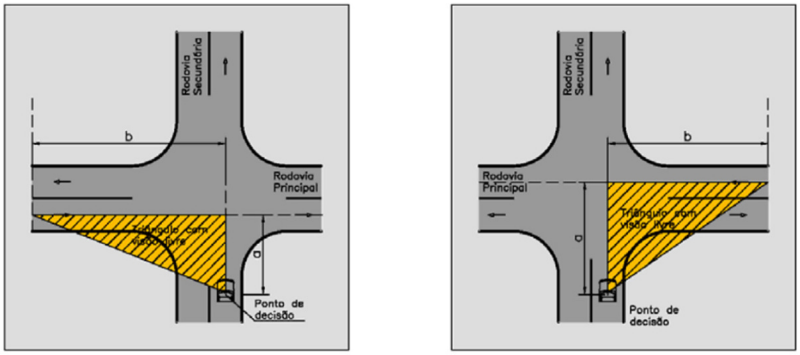
Os valores calculados, arredondados para fins de projeto, são apresentados na Tabela 38, sendo adotado o valor **D=130m** para a velocidade de 80km/h, conforme instrução de serviço da Goinfra.

Tabela 38 – Distância de visibilidade de parada (m)

Velocidade diretriz (km/h)	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Mínima	15	20	30	45	60	75	90	110	130	155	180	205
Desejada	15	20	30	45	65	85	110	140	175	210	255	310

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER, 1999.

Para o caso de rotatórias vazadas o tráfego do ramo secundário que pretende atravessar a rodovia principal deve ter um triângulo de visibilidade para tráfego parado suficiente para a tomada de decisão, e que depende ainda do tipo de veículo, conforme ilustrado na Figura 85.



Triângulo de visibilidade para ver o tráfego que se aproxima pela esquerda

Triângulo de visibilidade para ver o tráfego que se aproxima pela direita

Figura 85 – Triângulo de visibilidade para o tráfego parado

Os intervalos de tempo entre veículos que desejam girar à direita ou atravessar a rodovia principal de duas faixas e dois sentidos de tráfego, sem canteiro central, a partir da rodovia secundária permitiram preparar a Tabela 25 são conforme o DNIT:

Tabela 25 - Intervalos aceitos para giros à direita e travessias

Veículo de projeto	Intervalo entre veículos na rodovia principal na velocidade de projeto t_g (s)
Carro de passeio (VP)	6,5
Caminhão/Ônibus (CO/O)	8,5
Semi-reboque/Reboque (SR/RE)	10,5

A distância de visibilidade na interseção à esquerda e à direita ao longo da rodovia principal (b na Figura 85) determinada pela fórmula apresentada no Manual do DNIT são informadas na Tabela 26.

Tabela 26 – Distâncias de visibilidade (b) em interseções controladas pela sinalização "Parada Obrigatória" – Casos B2 e B3 – giro à direita ou travessia a partir da rodovia secundária

Veículo de projeto	Distâncias de visibilidade necessárias para um veículo parado girar à direita ou atravessar uma rodovia de duas faixas e dois sentidos de tráfego, sem canteiro central (m)										
	Velocidade diretriz da rodovia principal (km/h)										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Aproximações com greide até 3%											
VP	35	55	70	90	110	125	145	165	180	200	215
CO/O	45	70	95	120	140	165	190	215	235	260	285
SR/RE	60	90	115	145	175	205	235	265	290	320	350
Aproximações com greide de 4%											
VP	35	55	75	90	110	130	145	165	185	200	220
CO/O	55	80	105	135	160	185	215	240	265	295	320
SR/RE	60	90	120	145	175	205	235	265	295	325	355
Aproximações com greide de 5%											
VP	35	55	75	95	110	130	150	170	185	205	225
CO/O	55	80	110	135	160	190	215	245	270	295	325
SR/RE	60	90	120	150	180	210	240	270	295	325	355
Aproximações com greide de 6%											
VP	40	55	75	95	115	130	150	170	190	210	225
CO/O	55	80	110	135	165	190	220	245	270	300	325
SR/RE	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360

Capacidade dos Ramos

As principais diferenças entre os ramos e as rodovias são:

- Ramos são vias de comprimento e largura limitados (frequentemente tendo uma única faixa de trânsito).
- A velocidade do seu fluxo é geralmente menor que as das vias conectadas, especialmente da via expressa.
- Em ramos com faixa única, que não permitem ultrapassagem, o efeito negativo dos caminhões e outros veículos lentos é mais acentuado que nas rodovias com mais de uma faixa;
- Em junções de ramos com vias locais podem se desenvolver filas nos ramos, principalmente se há semáforo na junção.

O quadro seguinte apresenta critérios aproximados para a determinação da capacidade, baseados em pesquisas conduzidas por Roess e Ulerio (Capacity of Ramp – Freeway Junctions. Final Report, NCHRP Project 3-37, Polytechnic University, Brooklyn, N. Y., 1993).

Quadro 11 – Capacidade aproximada dos ramos

Velocidade média do fluxo Vm (km/h)	Capacidade (ucp/h)	
	Ramos com uma faixa	Ramos com duas faixas
Vm> 80	2.200	4.400
65 < Vm ≤ 80	2.100	4.100
50 < Vm ≤ 65	2.000	3.800
30 ≤ Vm ≤ 50	1.900	3.500
Vm < 30	1.800	3.200

Fonte: Highway Capacity Manual - 2000

Largura dos Ramos

As larguras das pistas de rolamento dos ramos internos (com meio-fio dos dois lados), foram dimensionadas para uma faixa de tráfego em regime de mão única, possibilitando a ultrapassagem aos veículos lentos ou parados, conforme Tabela 45.

Todos os canteiros e ilhas das interseções serão delimitados por meio-fio. Considerando as pequenas extensões dos ramos nas interseções, os acostamentos são dispensáveis.

O Manual de Interseções do DNIT recomenda ainda que a largura de um ramo depende do tipo de operação, curvatura, volume e natureza do tráfego de conversão. Os tipos de operação nas pistas de conversão podem ser classificados como (em negrito a adotada no projeto):

- *Caso I* – Operação em uma única faixa e um sentido, não sendo previstas ultrapassagens; adotado para movimentos de conversão secundários e baixos volumes de trânsito, onde a pista de conversão é relativamente curta.
- ***Caso II* – Operação em uma única faixa e um sentido, sendo prevista possibilidade de ultrapassagem dos veículos parados; aplicável para todos os movimentos de conversão com intensidade de trânsito de moderado a pesado que não exceda, entretanto, a capacidade de operação de uma ligação de faixa única.**
- *Caso III* – Operação em faixa dupla, com mão única ou dupla; aplicável onde a operação é feita em um ou nos dois sentidos para trânsito muito intenso.

As condições do tráfego podem ser classificadas como:

- *Condição de Tráfego A* – Predominam veículos **VP**, mas é dada alguma consideração para veículos do tipo **CO**.
- ***Condição de Tráfego B* – Número suficiente de veículos CO para impor as condições do projeto, com alguma consideração para veículos SR; volumes moderados de caminhões, perfazendo 5 a 12% do tráfego total.**
- *Condição de Tráfego C* – Número suficiente de veículos **O** para impor as condições do projeto, ou intensidade elevada de caminhões incluindo alguns semi-reboques.

As larguras das pistas de rolamento para cada tipo de operação em combinação com cada condição de tráfego são apresentadas na Tabela 45. A parte inferior da tabela indica as alterações que normalmente devem ser feitas nessas larguras para levar em conta a natureza das margens.

As larguras de eventuais faixas de segurança deverão ser sempre incluídas nas larguras das faixas de rolamento.

Tabela 45 - Largura das pistas de conversão (m)

Raio do bordo interno da pista (m)	Caso I Uma faixa de trânsito sem previsão de passagem à frente			Caso II Uma faixa de trânsito com previsão para passagem de um veículo parado			Caso III Duas faixas de trânsito, com um ou dois sentidos		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,0	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,8	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,5	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,0	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,8	5,2	6,1	6,7	7,7	8,5	8,9
100	3,9	4,5	4,8	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
125	3,9	4,5	4,8	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,5	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
Tangente	3,6	4,2	4,2	5,0	5,5	6,1	7,2	7,9	7,9

Conforme as condições dos bordos dos ramos, teremos ainda as seguintes considerações:

Modificação da largura em face das condições dos bordos do pavimento			
Acostamento			
Não estabilizado	-	-	-
Meio-fio transponível	-	-	-
Meio-fio intransponível:			
Um lado.	+ 0,30 m	-	+ 0,30 m
Dois lados.	+ 0,60 m	+ 0,30 m	+ 0,30 m
Barreira rígida:			
Um lado	+ 0,60 m	+ 0,30 m	+ 0,60 m
Dois lados	+1,20 m	+ 0,60 m	+ 1,20 m
Acostamento estabilizado de um ou dois lados.	Largura da faixa para as condições B e C pode ser reduzida em tangente para 3,60 m se o acostamento for igual ou superior a 1,20 m	Subtraia a largura do acostamento. A largura não deve ser menor que a correspondente ao Caso 1.	Subtraia 0,60 m se a largura do acostamento for igual ou superior a 1,20 m.
A = Predominam veículos *VP*, mas é dada alguma consideração para veículos *CO*. B = Número suficiente de veículos *CO* para governar o projeto, mas é dada alguma consideração para veículos *SR*. C = Número suficiente de veículos *O* e *SR* para governar o projeto.			

Adotou-se, portanto, para todos os ramos de todas as interseções projetadas a largura de 8,0 metros para a seção transversal. Exceto para os ramos de ligação da pista sul da GO-020 com as pistas da GO-536, que, devido a geometria apresentar raio mais reduzido, teve seção transversal de 9,0 metros (igual à largura livre do viaduto).

Superelevação

Na determinação dos valores das superelevações das curvas, deverão ser considerados vários fatores que influem na segurança de um cruzamento tais como baixa velocidade de manobra, obrigatoriedade de parada na pista secundária, etc.

Estas condicionantes e mais o fato dos ramos das interseções serem de pequenos comprimentos, dificultam a adoção de valores elevados de superelevação, pelo pequeno desenvolvimento dos ramos, necessários à variação da superelevação. Para os desenvolvimentos grandes pode ser adotado valores de até 8%. Deve-se ter o cuidado de não criar nenhuma contra elevação, isto é, todo caimento transversal deve ser realizado no sentido correto da curva.

Nas interseções, as curvas e superelevações não devem ser projetadas segundo os mesmos critérios que se adotam nas vias em geral, tendo em vista que em tais situações os usuários esperam fortes curvaturas e estão dispostos a tolerar maior força centrífuga e a usar coeficientes de atrito lateral mais elevados. Nas interseções são empregados, frequentemente, os raios mínimos para a velocidade diretriz selecionada, que são apresentadas no Quadro 3.8.3 com as superelevações correspondentes.

Tabela 41 - Raios mínimos para curvas em interseções

Velocidade de projeto (km/h)	25	30	40	50	60	70
Coeficiente 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

Obs:
i) Os raios acima são adotados de preferência no bordo interno da pista.
ii) Para velocidades superiores a 70 km/h devem ser usados os valores correspondentes às vias em geral.
iii) Para fluxo contínuo os raios de curva deverão ser maiores que 30 m.

Tabela 54 - Taxas de superelevação para curvas em interseções (%)

Raio (m)	Velocidade de projeto da curva (km/h)					
	20	30	40	50	60	70
15	2 -10					
25	2 - 7	2 -10				
50	2 - 5	2 - 8	4 – 10			
70	2 - 4	2 - 6	3 – 8	6 - 10		
100	2 - 3	2 - 4	3 – 6	5 - 9	8 – 10	
150	2 - 3	2 - 3	3 – 5	4 - 7	6 – 9	9 - 10
200	2	2 - 3	2 – 4	3 - 5	5 – 7	7 - 9
300	2	2 - 3	2 – 3	3 - 4	4 – 5	5 - 6
500	2	2	2	2 - 3	3 – 4	4 - 5
700	2	2	2	2	2 – 3	3 - 4
1000	2	2	2	2	2	2 - 3

Tabela 55 - Variação máxima da superelevação em 20 m nas curvas das interseções

Velocidade de projeto (km/h)	r* (%)	Variação de cota em 20 m	Variação máx. da superelevação em 20 m		
			Largura da faixa de rolamento (m)		
			3,00	3,50	3,60
20	0,80	0,160	5,3%	4,6%	4,4%
30	0,75	0,150	5,0%	4,3%	4,2%
40	0,70	0,140	4,7%	4,0%	3,9%
50	0,65	0,130	4,3%	3,7%	3,6%
60	0,60	0,120	4,0%	3,4%	3,3%
70	0,55	0,110	3,7%	3,1%	3,1%
80	0,50	0,100	3,3%	2,9%	2,8%
90	0,47	0,094	3,1%	2,7%	2,6%
100	0,44	0,088	2,9%	2,5%	2,4%
110	0,41	0,082	2,7%	2,3%	2,3%
120	0,38	0,076	2,5%	2,2%	2,1%

Faixa de Mudança de Velocidade

As interseções foram projetadas com faixas de aceleração e desaceleração para aumento ou redução das velocidades dos veículos que saem ou entram na pista principal. Nas pistas secundárias aproveitou-se o acostamento para execução das pistas de aceleração e desaceleração.

Seus comprimentos foram dimensionados em função da variação de velocidades, compatíveis com os raios das curvas de giro. Estas faixas foram dotadas de 3,50m de largura máxima, variando suavemente, nos tapers, até zero.

Na Tabela 48 do Manual de Interseção do DNIT estão indicados os comprimentos recomendados das faixas de mudança. Fatores de ajustamento para os comprimentos em função do greide foram considerados.

MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES - DNIT

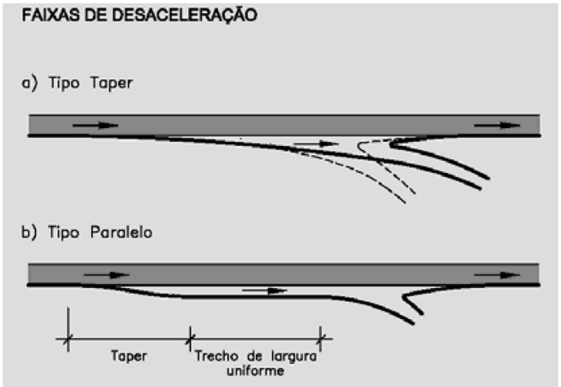
Tabela 48 – Comprimentos das faixas de mudança de velocidade

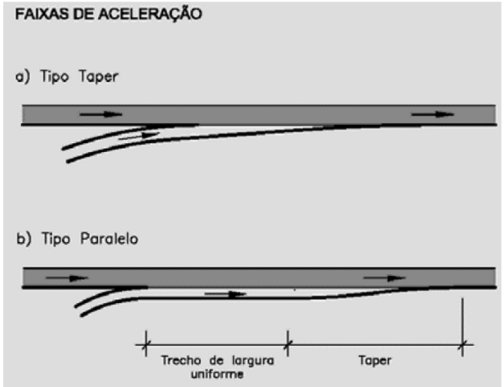
Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da *faixa de desaceleração*, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de saída (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	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

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da *faixa de aceleração*, 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.





Raios

Os valores dos raios de giro nos ramos foram fixados em função da importância da interseção e de seu volume de tráfego.

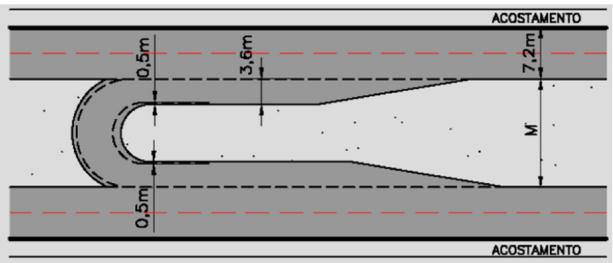
Tabela 39 - Raios mínimos para bordos de pistas de conversão

Ângulo de conversão	Veículo de projeto	Curva circular simples raio (m)	Curva composta de três centros		Curva circular simples com taper		
			Raios (m)	Afastam. (m)	Raio (m)	Afasta-mento (m)	Taper (m)
30º	VP	18	-	-	-	-	-
	CO	30	-	-	-	-	-
	SR	60	-	-	-	-	-
45º	VP	15	-	-	-	-	-
	CO	23	-	-	-	-	-
	SR	53	60-30-60	1,0	36	0,6	15:1
60º	VP	12	-	-	-	-	-
	CO	18	-	-	-	-	-
	SR	45	60-23-60	1,7	29	1,0	15:1
75º	VP	11	30-8-30	0,6	8	0,6	10:1
	CO	17	36-14-36	0,6	14	0,6	10:1
	SR	-	45-15-45	2,0	20	1,0	15:1
90º	VP	9	30-6-30	0,8	6	0,8	10:1
	CO	15	36-12-36	0,6	12	0,6	10:1
	SR	-	55-18-55	2,0	18	1,2	15:1
105º	VP	-	30-6-30	0,8	6	0,8	8:1
	CO	-	30-11-30	1,0	11	1,0	10:1
	SR	-	55-14-55	2,5	17	1,2	15:1
120º	VP	-	30-6-30	0,6	6	0,6	10:1
	CO	-	30-9-30	1,0	9	1,0	10:1
	SR	-	55-12-55	2,6	14	1,2	15:1
135º	VP	-	30-6-30	0,5	6	0,5	10:1
	CO	-	30-9-30	1,2	9	1,2	10:1
	SR	-	48-11-48	2,7	12	2,0	15:1
150º	VP	-	23-6-23	0,6	6	0,6	10:1
	CO	-	30-9-30	1,2	9	1,2	8:1
	SR	-	48-11-48	2,1	11	2,1	6:1
180º	VP	-	15-5-15	0,2	5	0,2	20:1
	CO	-	30-9-30	0,5	9	0,5	10:1
	SR	-	40-8-40	3,0	8	3,0	5:1

Abertura do Canteiro Central para Retornos

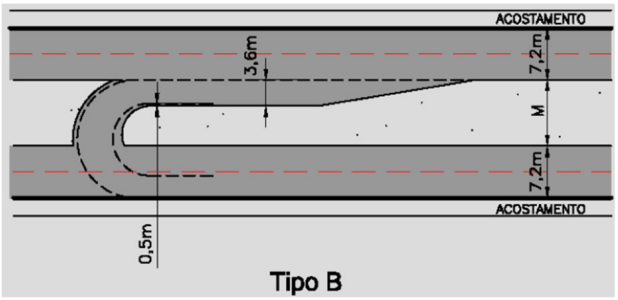
Soluções típicas de retorno em rodovias de pista dupla com duas faixas de tráfego em cada sentido.

Tipo A - A largura do canteiro central é suficiente para incluir totalmente a envoltória do deslocamento do veículo de projeto sem invasão das faixas de trânsito adjacentes ao canteiro. Neste caso, faixas auxiliares de desaceleração e aceleração são inseridas no canteiro central, permitindo a operação de retorno totalmente protegida. O veículo situado no fim da faixa de desaceleração executa o giro de 180º atingindo o início da faixa de aceleração, que percorre enquanto aguarda oportunidade de se inserir no tráfego direto.

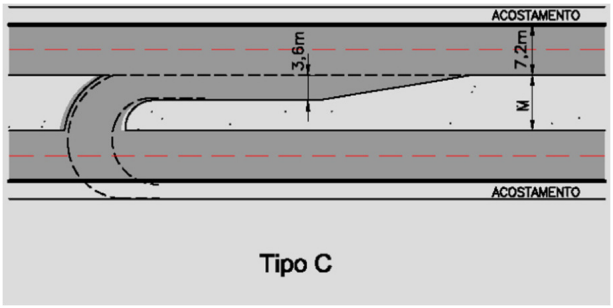


Tipo A

Tipo B - A largura do conjunto canteiro central e pista oposta é suficiente para incluir totalmente a envoltória do deslocamento do veículo de projeto. Neste caso, uma faixa de desaceleração é inserida no canteiro central. O veículo que executa a operação de retorno aguarda protegido a oportunidade de se inserir diretamente na faixa da pista oposta contígua ao acostamento.



Tipo C - A largura do conjunto canteiro central, pista oposta e acostamento é suficiente para incluir totalmente a envoltória do deslocamento do veículo de projeto. Neste caso, uma faixa de desaceleração é inserida no canteiro central. O veículo que executa a operação de retorno aguarda protegido a oportunidade de se inserir no acostamento da pista oposta, que funcionará como uma faixa de aceleração para inserção no tráfego direto.



No caso de velocidades e volumes elevados, em rodovias em que há necessidade da previsão de retornos, riscos de acidentes e interferência com o tráfego direto podem ser minimizados com a adoção do Tipo A, em que os veículos são protegidos durante toda a manobra de conversão. Para canteiros centrais em setores altamente desenvolvidos, que não têm largura suficiente para permitir essa solução, podem eventualmente ser adotados os Tipos B ou C, quando são esporádicas as operações de retorno, com a complementação das medidas de segurança necessárias.

As larguras mínimas do canteiro central em rodovias de pista dupla de quatro faixas e dois sentidos, que permitem o retorno de diferentes veículos de projeto, são apresentadas na Tabela 65 para os vários tipos de manobras.

Tabela 65 – Dimensões mínimas para retornos em "U"(*)

Tipo de retorno	Tipo de manobra	Largura mínima do canterio (W) para os veículos de projeto (m)			
		VP	CO	O	SR
		Tamanho dos veículos (m)			
		5,8	9,1	12,2	16,8
A	Faixa auxliar para faixa auxiliar junto ao canteiro central	16	26	28	29
B	Faixa auxiliar junto ao canteiro central para faixa externa	10	19	21	22
C	Faixa auxiliar junto ao canteiro central para acostamento	7	16	18	19

(*) Consideradas faixas auxiliares de 3,60 m

Para orientar as manobras dos veículos deve-se projetar as aberturas do canteiro central considerando as envoltórias dos veículos de projeto. A forma de ogiva para o extremo do canteiro (*bullet nose*) normalmente se adapta melhor que a circular para definir os limites dessas trajetórias, para larguras de canteiro maiores que 4,50 m. Para os casos da prática, a AASHTO sugere que se usem as curvas compostas tricentradas da Tabela 66. Recomenda-se que se utilizem gabaritos das envoltórias das trajetórias dos veículos de projeto,

Tabela 66 - Curvas compostas tricentradas para projeto de retornos

Largura do canteiro central – W (m)	Curva composta de 3 centros (raios em m)
≤ 9	15 – 0,2W – 15
9 a 18	23 – 0,2W – 23
≥18 a 24	37 – 0,2W – 37

Rampas

Os ramos das interseções terão seus greides em função das rampas de projeto da pista principal projetada.

A Tabela 58 apresenta os valores de K arredondados para números inteiros em função das velocidades diretrizes e das distâncias de visibilidade de parada mínima e desejáveis para o caso de L > D.

Tabela 58 - Valores de K segundo distância de visibilidade de parada

Velocidade diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Curvas verticais convexas										
K – Mínimo	2	5	9	14	20	29	41	58	79	102
K – Desejável	2	5	10	18	29	48	74	107	164	233
Curvas verticais côncavas										
K – Mínimo	4	7	11	15	19	24	29	36	43	50
K – Desejável	4	7	12	17	24	32	42	52	66	80

Ilhas Direcionais

Destinam-se ao controle e orientação dos movimentos de trânsito. São projetadas de modo a tornar evidente aos motoristas as trajetórias a seguir, cobrindo áreas inúteis que, se acessíveis aos veículos, poderiam dar origem a uma circulação desordenada.

As ilhas deverão ter áreas superiores a 7 m². Para áreas inferiores deverão as mesmas serem unicamente pintadas no pavimento.

Os refúgios serão situados a no mínimo 0,25m da faixa de rolamento.

Bicos e Afilamentos

Os bicos das ilhas foram arredondados com curvas de raio de 0,50m, nas entradas, e 1,00m, nas saídas, dos locais de convergência e divergência de pista, respectivamente.

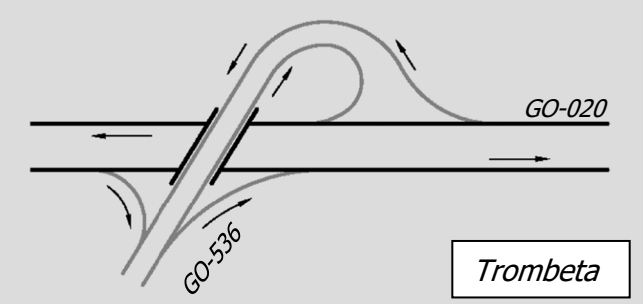
Nos locais onde houve necessidade as larguras das pistas de rolamento dos ramos de entrada e saída serão afiladas segundo uma variação linear para permitir o acesso de somente um veículo por vez à pista de tráfego, seja interna ou externa a interseção.

INTERSEÇÃO EM NÍVEIS DIFERENTES

As principais vantagens são:

- Capacidade para o trânsito direto igualável à capacidade das vias fora da interseção;
- Oferecem maior segurança que as interseções em nível pela ausência de conflitos diretos;
- Não necessitam que a velocidade relativa das correntes que se cruzam seja baixa e se adaptam a quase todos os ângulos de interseção das vias;
- Evitam paralisações dos veículos e grandes mudanças em suas velocidades;
- Adaptam-se à construção por etapas e são essenciais nas rodovias bloqueadas ou de acessos limitados;

A interseção da rodovia GO-536 em projeto de duplicação com a GO-020 duplicada está localizado num ponto crítico entre duas Obras de Arte Especiais, com relevo movimentado, propício para construção de uma interseção em desnível. Neste local foi projetado um viaduto esconso do tipo "**Trombeta**", obtendo as seguintes vantagens:

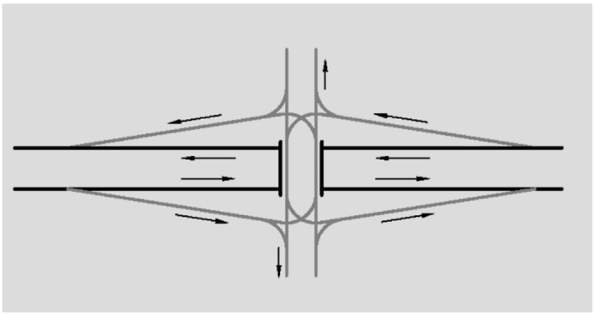


Trombeta

- Ausência de entrecruzamentos.
- Alta capacidade de tráfego.
- Movimentos direcionais e semidirecionais.

A outra interseção em desnível projetada dará acesso ao futuro empreendimento urbano, com condomínios horizontais residenciais e quadras comerciais, localizada à esquerda da rodovia em duplicação, terá um fluxo alto de automóveis. Neste local será projetado viadutos, os quais permitem a passagem do tráfego de carga pesado sentido Senador Canedo sem interferência com este tráfego local.

A forma será uma simplificação do tipo "Diamante Simples", vantagens:


Diamante Simples

- Requer pouco espaço fora da faixa de domínio da rodovia principal.
- Ausência de entrecruzamentos na rodovia principal.
- Estrutura relativamente econômica.
- Conexões mais diretas com a via principal.
- Entradas e saídas simples.
- Ramos de pequena extensão.

No projeto teremos tanto interseções em níveis diferentes sem ramos com passagem superior sobre a ferrovia, quanto com ramos (interconexões), que conduzem os veículos de uma via à outra.

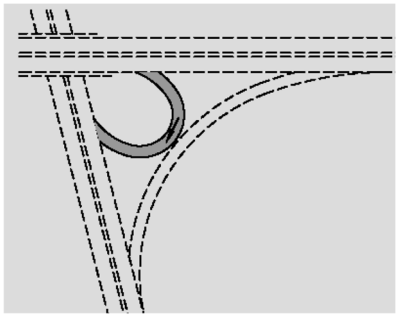
Ramos

O termo "*ramo*" é usado para designar pistas de rolamento que conectam as vias que se interceptam ou as ligam a outras vias ou ramos de uma interconexão. Inclui também os terminais dessas ligações. Geralmente se adotam para os ramos padrões técnicos de projeto inferiores aos das rodovias que se interconectam.

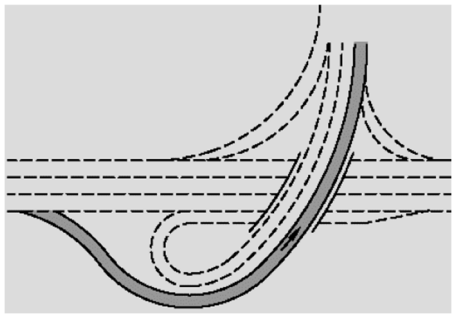
A configuração de um ramo da interconexão (traçado e forma específica), são condicionados pelo fluxo, velocidade de projeto, topografia, ângulo de interseção, uso da terra, etc. A Figura 9.3.2/1 ilustra vários tipos de ramos com suas formas características, a saber:

- Diagonal: ramo que assume uma posição diagonal, geralmente com um sentido único de tráfego e curvas de conversão à direita e à esquerda na interseção com a via secundária. Pode ser projetado com trecho longo em tangente ou utilizando curvas, inclusive reversas. A interconexão em diamante normalmente tem quatro ramos diagonais.
- Laço: ramo que proporciona conversão à esquerda (à direita) mediante giro contínuo à direita (à esquerda), com ângulo central da ordem de 270°.
- Ramo direcional: ramo conectando duas vias, cujo traçado apresenta a menor variação angular possível entre as direções inicial e final, proporcionando o percurso mais espontâneo e intuitivo.
- Ramo semidirecional: ramo conectando duas vias, cujo traçado apresenta pelo menos uma reversão na sua variação angular entre as direções inicial e final, desviando parcialmente do percurso mais espontâneo e intuitivo. A reversão de direção geralmente resulta em um ramo com a forma "asa de bule". A distância de percurso em um ramo semidirecional é menor que a que se obtém quando comparada com um laço e maior que a correspondente a um ramo direcional.

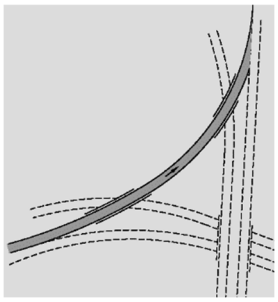
A *trombeta projetada*, por exemplo, inclui um laço, um ramo semidirecional e dois ramos direcionais.



Ramo Laço



Ramo Semidirecional



Ramo Direcional

Espaçamento entre Interconexões

O espaçamento entre interconexões tem efeito pronunciado sobre a operação das rodovias. Em áreas de desenvolvimento urbano concentrado, geralmente é difícil conseguir o espaçamento apropriado, porque o tráfego exige acessos frequentes. Uma regra geral para o espaçamento mínimo é de 1,5 km em áreas urbanas e 3,0 km em áreas rurais.

Velocidade de Projeto

Idealmente, a velocidade de projeto dos ramos deveria ser igual à das vias que conectam. Entretanto, restrições de traçado em planta e perfil, por motivos topográficos ou de disponibilidade de faixa de domínio, assim como o desejo de frisar ao motorista a mudança de via (muitas vezes acompanhada de alterações no padrão), conduzirão geralmente a que sejam fixadas velocidades de projeto mais baixas para os ramos.

A relação entre a velocidade do veículo e a velocidade de segurança do ramo tende a ser tanto mais alta quanto mais sinuoso e menos direto seja o percurso no ramo, estando o motorista, nesses casos, mais disposto a aceitar uma redução no conforto de viagem, como resultado das maiores acelerações centrífugas.

Também o tipo do ramo influi no estabelecimento da velocidade de projeto. Aos ramos de maior categoria devem corresponder velocidades logicamente maiores, coerentes com as características geralmente superiores de projeto. No caso de ramos direcionais, recomenda-se valores de 70 – 80 km/h, com 60 km/h como mínimo. Para ramos semidirecionais, a velocidade normal deve ser de 60 km/h, com 50 km/h como mínimo. Para laços o ideal seria uma velocidade 40 km/h, mas dependo das restrições impostas pelo local uma velocidade mínima de 30 km/h poderá ser utilizada.

A Tabela 71 resume os valores recomendados para os ramos de interconexões. Quando um ramo ingressa numa rua ou cruzamento importante, formando uma interseção em nível, os dados da Tabela 71 não se aplicam à parte do ramo junto à interseção, porque normalmente se emprega um sinal de parada ou uma sinalização de controle.

Tabela 71 - Velocidade de projeto para ramos de interconexões

Tipo de ramo	Velocidade de projeto (km/h)	
	Desejável	Mínimo
Ramos de interconexões:		
- Alça		
- Semidirecional	50	40
- Direcional	60	50
	80	60
Outros ramos: função da velocidade diretriz da via de categoria superior, como segue:		
50 km/h	40	20
60 km/h	50	30
70 km/h	60	40
80 km/h	70	40
90 km/h	80	50
100 km/h	90	50
110 km/h	100	60
120 km/h	110	70

Alinhamento Horizontal

Os ramos deverão ser projetados de maneira a permitir que os motoristas os percorram sem haver necessidade de uso dos freios. Em outras palavras, deverá haver condições para que os motoristas desacelerem seus veículos, apenas removendo o pé do acelerador.

Com relação aos raios mínimos de curvatura horizontal, são os menores raios que podem ser percorridos com a velocidade de projeto e à taxa máxima de superelevação adotadas. Também a rampa máxima admissível pode influenciar a escolha do raio a ser empregado, especialmente nos ramos em alça. Os valores recomendados para o projeto geométrico dos ramos, em função da taxa máxima de superelevação, encontram-se na Tabela 72.

Tabela 72 - Valores dos raios mínimos para ramos de interconexões (m)

Superelevação máxima (%)	Velocidade de projeto (km/h)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
0	25	55	105	170	260	360	455	605	795
1	25	55	100	160	240	335	425	565	735
2	25	50	95	150	230	315	400	525	680
3	25	50	90	145	215	295	375	495	635
4	25	50	85	135	205	280	355	465	595
5	20	45	85	130	195	265	335	440	560
6	20	45	80	125	185	255	320	415	530
7	20	45	75	120	175	240	305	395	500
8	20	40	75	115	170	230	290	375	475
9	20	40	70	110	160	220	280	360	455
10	20	40	70	105	155	210	265	345	435

Alinhamento Vertical

No caso de ramos de interconexões, são admissíveis condições mais severas de projeto, em consequência da maior predisposição do motorista em aceitar, para a velocidade diretriz adotada, uma rampa mais acentuada combinada a um traçado menos fluente. A escolha da rampa máxima estará condicionada, em cada caso, às velocidades de projeto fixadas para o ramo e à composição do tráfego. Valores mais elevados que os apresentados na Tabela 73 são admissíveis em curtas extensões, por exemplo, se contribuírem para a aceleração ou desaceleração dos veículos onde for conveniente, ou ainda, se o ramo tiver volumes muitos baixos e reduzida participação de veículos comerciais.

Em ramos de mão única, deverá ser feita uma distinção entre greides ascendentes e descendentes. Se o terminal do ramo for projetado de maneira apropriada, aclives curtos, de 7 a 8%, irão permitir uma operação segura, sem diminuir excessivamente a velocidade dos carros de passeio. Aclives curtos, de até 5%, não interferem indevidamente na operação dos ônibus e caminhões. Nos ramos descendentes de mão única, os greides de até 8% não tornam a operação perigosa, por aceleração excessiva. Entretanto, há um potencial maior de aumento de velocidade de caminhões pesados nos declives. Sendo assim, os greides em declive devem ser limitados a 3 ou 4% nas rampas com curva horizontal fechada e tráfego pesado de caminhões ou ônibus.

Como critério geral, recomenda-se que os greides em aclive dos ramos com velocidades de projeto de 70 a 80 km/h sejam limitados em 3 a 5%, os de 60 km/h em 4 a 6%, os de 40 a 50 km/h em 5 a 7% e os de 30 a 40 km/h em 6 a 8%. Quando for exigido pelas condições topográficas, poderão ser utilizados greides mais fortes do que os recomendados. Nos ramos de mão única com greides em declive, deverão ser mantidos os mesmos limites, que poderão ser 2% maiores em casos especiais.

Tabela 73 - Rampas máximas para ramos (Critério geral)

Velocidade de projeto km/h)	30 - 40	40 - 50	50 – 70	70 – 80
Rampa máxima	6% - 8%	5% - 7%	4% - 6%	3% - 5%

i) Em casos especiais, nos ramos de mão única em declive, os valores podem ser 2% maiores.
ii) Quando as condições topográficas exigirem, greides mais fortes que os recomendados podem se usados.

Gabarito Vertical

Os gabaritos verticais a serem considerados para as interconexões encontram-se resumidos na Tabela 75. O gabarito vertical dos ramos deverá ser igual ao da mais importante das vias conectadas e os valores deverão estar presentes em toda a largura pavimentada passível de utilização por veículos. Sua fixação leva em consideração a altura máxima legal de 4,40 m para veículos de qualquer natureza.

Tabela 75 – Gabarito vertical

Vias	Gabarito Vertical (m)
Vias rurais (Classes 0 e I)	5,50
Vias rurais (Classes II a IV)	4,50 (*)
Vias arteriais urbanas que atuam como extensão do sistema rodoviário	5,50
Outras vias arteriais e demais vias	4,50

(*) Gabarito desejável: 5,50 m

3.8.3.3 Acessos Secundários

A presença da rodovia provoca um impacto de graves consequências para a comunidade rural, que é o da segregação, que se caracteriza pela perda parcial ou total de acessibilidade a áreas com uso econômico ou com função de lazer que foram cortadas ou separadas pela diretriz da rodovia. Tal impacto afeta também a via, uma vez que, tanto os veículos como os pedestres que se destinem à outra margem da via procurarão cruzá-la, o que, principalmente no que diz respeito aos pedestres, será feito no ponto de acesso mais curto ao seu destino, ameaçando assim sua segurança e a dos usuários da via.

É recomendável que sejam tomadas medidas, ou adotados critérios, objetivando minimizar os impactos dos acessos sobre a segurança dos usuários da rodovia, mesmo que exijam trabalhos adicionais.

A implantação de acessos deverá ser precedida por um levantamento dos casos mais evidentes de conflito, analisado o sistema de caminhos existentes, suas funções e como a nova rodovia afetará esta malha. Com base nesta análise é possível justificar quais áreas deverão ser ligadas através de novos de acessos. Ao se estabelecer as localizações, os tipos e as quantidades de acesso, a serem implantados, deverão ser avaliadas suas importâncias para a segurança do usuário, a percepção das distâncias adequadas em relação à visualização dos obstáculos e a identificação dos raios de curvatura, de modo a evitar a falsa impressão (ilusão de ótica) dos motoristas.

Os locais dos acessos devem possuir localização adequada, apresentar condições de visibilidade, para ingresso e egresso, compatíveis com a segurança da rodovia; curvas de entrada e saída compatíveis com a velocidade diretriz de via; e dimensões suficientes para comportar os veículos que aguardarão para penetrar nas correntes de tráfego. Assim, os acessos deverão ser compatíveis com os elementos geométricos básicos do traçado (tangente, curva horizontal, rampa e curva vertical) de forma a possibilitar a adequação à paisagem, permitindo um fluxo seguro do tráfego.

Como os acessos serão projetados durante a fase de construção da rodovia, para se determinar a localização dos mesmos, os seguintes fatores devem ser considerados: sistema viário existente; o uso da terra; os aspectos topográficos; o desenvolvimento atual e futuro da região; o volume de tráfego; e o tipo de acesso indicado para cada locação.

3.8.4 RESULTADOS OBTIDOS

3.8.4.1 Generalidades

No projeto em questão foram adotadas características técnicas para rodovia Classe I (GOINFRA), estas conduziram à adoção de soluções compatíveis para as interseções.

Com base nas informações dos estudos de tráfego, cruzamento rodoferroviário e nas condições semiurbanas conclui-se que há necessidade de interseções em nível e desnível. Os raios mínimos de curvatura existentes para o bordo interno das pistas seguiram as recomendações do DNIT, conforme apresentado na metodologia.

Veículo de Projeto

Devido as características deste projeto e pela gama diversa de veículos de carga obtidos na contagem do tráfego, adotou-se o veículo RE – Reboque como representativo para o trecho.

Características Técnicas das Interseções Projetadas

O tráfego na diretriz projetada foi considerado predominante na concepção das interseções. Para a interseção com a GO-020 foi adotado o Modelo Trombeta, por se adequar muito bem à situação local.

3.8.4.2 Interseções Projetadas

Os projetos em escala estão apresentados no Volume-02 Execução.

VIADUTO SOBRE A GO-020 (ESTACA 2023+0,00)

Projetou-se um viaduto do tipo "trombeta" passando por cima da GO-020, já que o relevo da GO-536 propicia este tipo de intervenção no local.

A velocidade de projeto dos ramos no presente estudo não deve ser igual à das vias que conectam, devido às restrições de traçado em planta e perfil, por motivos topográficos e disponibilidade de faixa de domínio, frisando o motorista da mudança de padrão da via, o que conduz a que sejam fixadas velocidades de projeto mais baixas.

Conforme DNIT, no caso de **ramos em alça**, uma solução de compromisso entre o desejo de maior velocidade (maiores raios) para compensar o percurso ilógico e aumentos na faixa de domínio, conduz à fixação de uma velocidade diretriz **padrão de 40 km/h**, conjugada a um raio **de 45 metros**. Esse par de elementos deveria ser empregado para qualquer alça, posto que geralmente não há dificuldade em vencer a diferença de nível com valores de rampa adequados à velocidade e importância do ramo. Embora raios pequenos reduzam o percurso e a área ocupada, provocam aumento dos valores da rampa e da largura da pista e só se justificam em casos de restrições locais ou quando conectam vias com velocidades diretrizes inferiores a 60 km/h, como é o caso do Ramo-01 do presente estudo.

O **Ramo Pista Direita** (**semi-direcional**) na região do viaduto, possui raios que variam de 46,63 metros (curva 03) a 154,35 metros (curva 02), portanto são superiores ao mínimo de 45 metros recomendado pela Tabela 72 (DNIT) apresentada na metodologia, para velocidade de 40 km/h, conforme informa o projeto de sinalização.

Já para o **Ramo-01 (laço)**, cujo raios variam de 35,50m a 78,50m, a velocidade passa para 35 km/h (indicado como 30 Km/h Sinalização), para respeitar o raio mínimo de 20 metros conforme Tabela 72. Corrobora com esta situação de raio menor no laço, o fato da GO-536 se aproximar do viaduto com velocidade reduzida para 40 km/h, devido a interseção com o frigorífico JBS, localizado a 290 m do viaduto, facilitando em muito a redução para 30 km/h.

No Projeto de Interseção apresentamos plantas da trajetória da projeção do veículo tipo para os Ramos e Laços, utilizando um Bitrem – Rodotrem de 30m, dimensões superiores ao padrão DNIT de 19,80m para verificação, constatando que o mesmo consegue atravessar o laço sem encostar nas linhas de bordo, até com certa folga, validando o raio e a largura do ramo adotada, o que nos leva à conclusão que o veículo RE padrão também passará, e com folga maior.

O Manual do DNIT de Interseções informa que o tempo de percurso nas conversões à esquerda diminui com o **emprego de laços**, sendo essa vantagem maior para aqueles com **menores raios**: as **menores velocidades são compensadas com vantagem pelos menores percursos**. Considerando vários fatores a experiência aconselha que se usem laços com raios de **30** a 50 metros para rodovias com velocidades diretrizes de 80 km/h ou menores, e raios de 50 a 75 metros para os movimentos mais importantes de rodovias com velocidades diretrizes maiores.

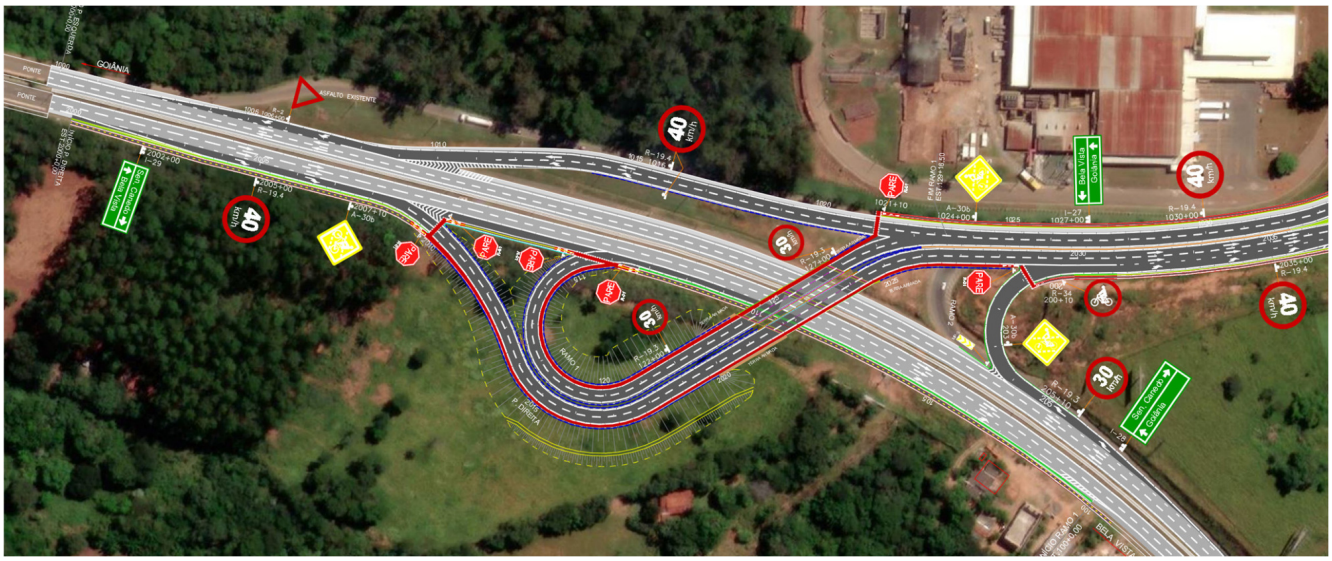
Aumentar o raio de 35,50 metros para 45 a 50,00 metros melhoria o conforto do laço e possibilitaria um aumento de velocidade para 40 km/h, mas por outro lado prejudicaria muito a diretriz do Ramo Semi-Direcional "Pista Direita" com curvas mais acentuadas para margear o laço Ramo-01 e subir para viaduto, uma vez que não podemos recuar o taper da GO-020 devido a PCA sobre o Rio Meia Ponte, além disso aumentaria em muito a área necessária de desapropriação, inviabilizando o projeto deste laço.

O **Ramo-02** foi projetado com dois objetivos, aumentar o raio de curvatura da curva de acesso existente e melhorar o posicionamento do local de encaixe com a GO-536. A curva atual que conecta a

GO-020 à GO-536, possui raio de 27m, e passará para 33,50m, além disso com o recuo proposto em relação a posição atual, possibilita-se um melhor posicionamento para conexão entre as rodovias.

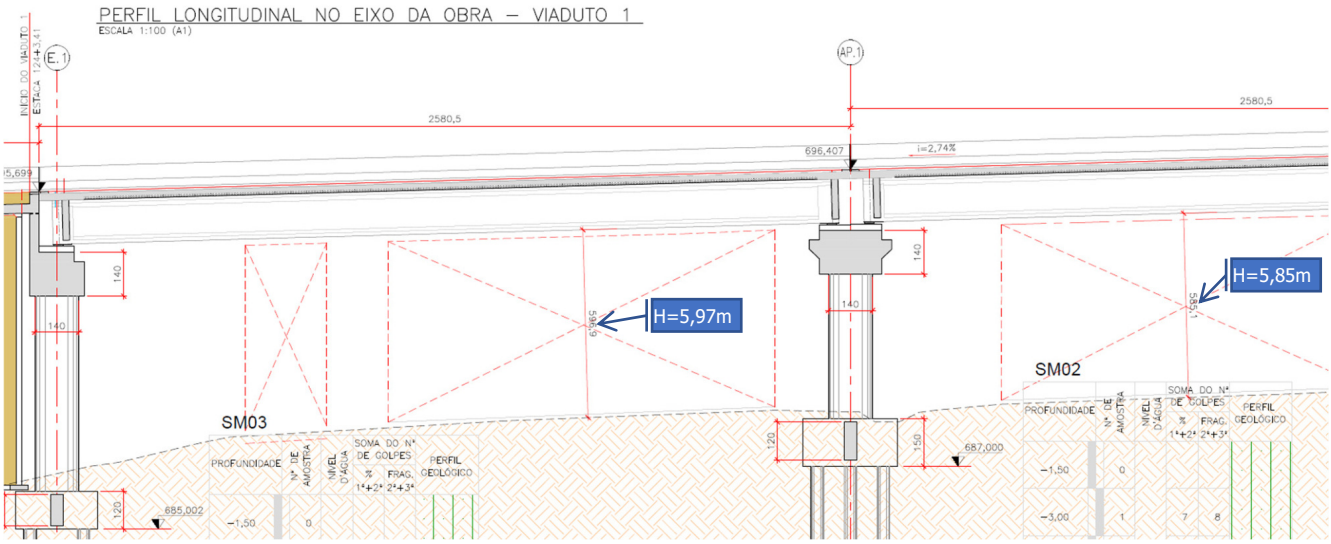
Como a ponte sobre o Córrego Sapé na GO-020 está a 200m do início do taper não temos muita opção de recuar ainda mais o ramo, para aumentar o raio, além disso diminuiria a faixa de aceleração para acessar a GO-536, já próximo à interseção do frigorífico JBS. Outro dificultador é que a cota de implantação da Ponte é baixa, gerando um desnível elevado entre o taper da GO-020 e o taper da GO-536 forçando uma declividade alta do greide de projeto. Por outro lado, esta rampa em aclive da GO-020 ao passar pela ponte facilita uma redução de velocidade rápida para o veículo que pretende acessar a GO-536, reduzindo a velocidade para 30 km/h, necessária para o contorno do Ramo-02, e compatível com o raio projetado.

Ilustração da Geometria e Sinalização proposta:



Diante da velocidade operacional adotada no projeto, que é de 30 Km/h no Ramo-01 e Ramo-02 (devido ao raios projetados) e 40 km/h nos demais ramos, e considerando que os mesmos foram projetados com duas faixas de tráfego no mesmo sentido, conclui-se que a capacidade poderia atingir 3.500 ucp/h (Conforme Quadro 11 da Capacidade Ramos), um valor compatível com o previsto para o entroncamento da GO-020/GO-536, mas sabemos que em alças de viadutos em desnível, estes valores ficam mais limitados, devido à natureza da operação de se processar o giro e acessar a rodovia em desnível, girando em torno de 1000 vph, coerente com o fluxo Senador Canedo/Bela Vista.

Gabarito Vertical: Conforme planta de forma o gabarito vertical supera a altura de 5,50m nos dois vãos dos dois viadutos.



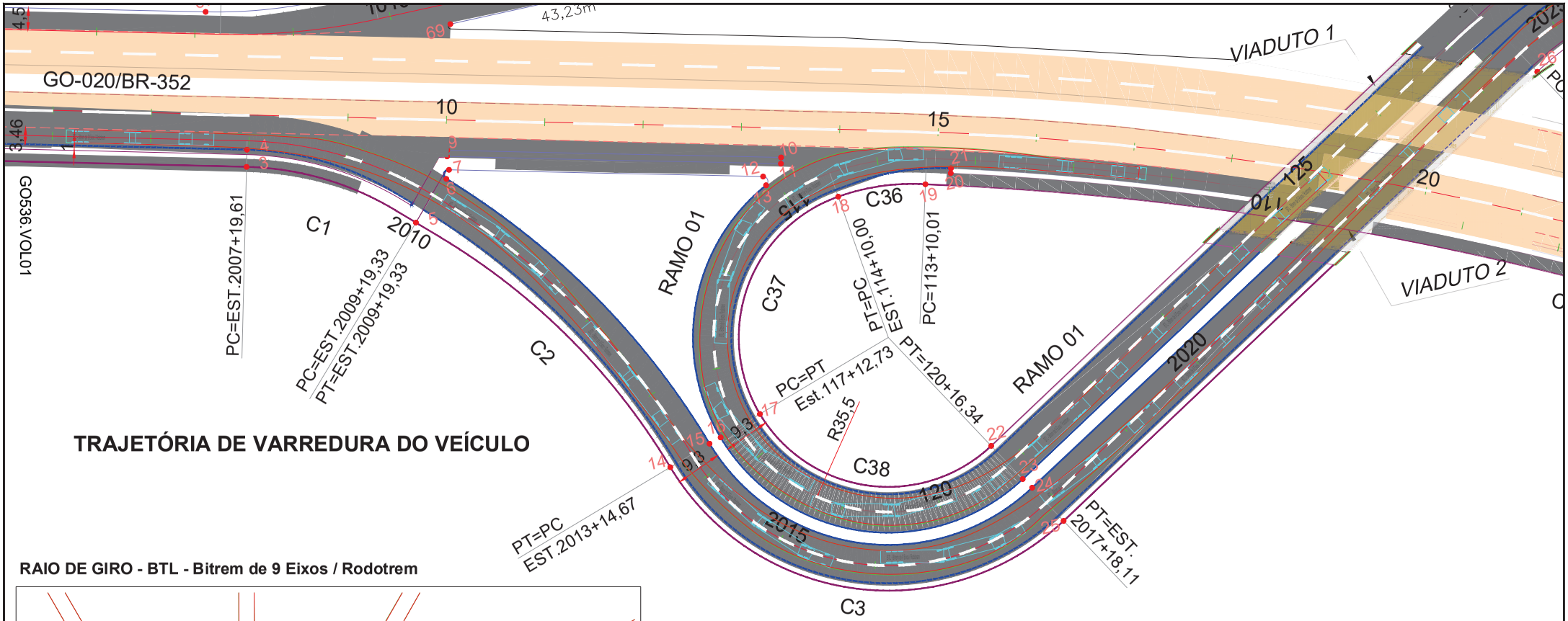
3.8.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E DRENAGEM DAS INTERSEÇÕES

Estes projetos obedeceram a metodologia apresentada nos respectivos capítulos e serão apresentadas em plantas, na mesma escala que o projeto geométrico da interseção e estão incluídos junto ao mesmo, nos Volume 2 - Projeto de Execução.

3.8.6 APRESENTAÇÃO

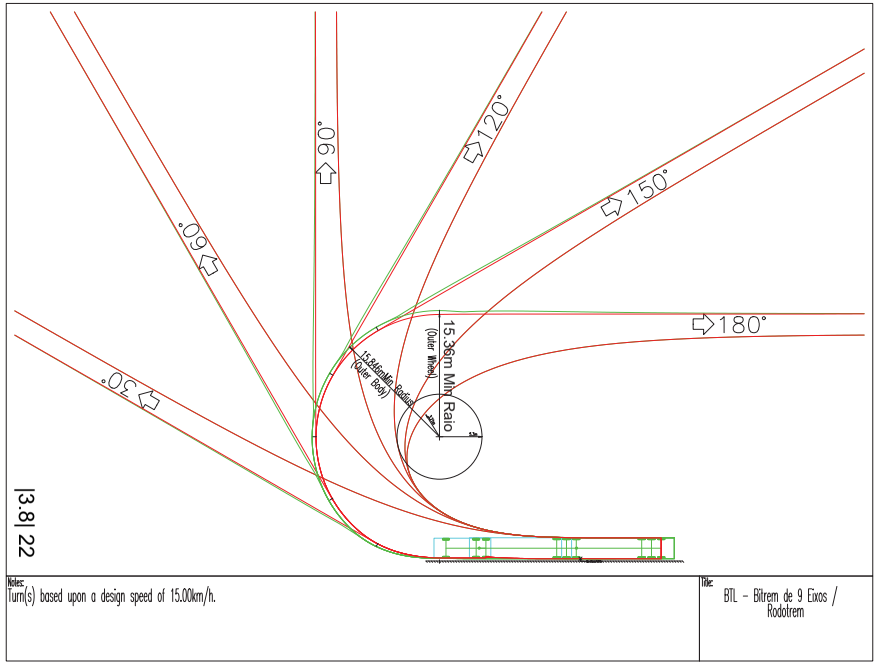
As interseções estão apresentadas nos desenhos do Projeto Geométrico e no Projeto de Interseções, no Volume 2 - Projeto de Execução, em desenhos separados onde são detalhados todos os elementos necessários à locação e construção destes dispositivos. Os quantitativos de pavimentação estão indicados na planilha de memória de quantidades no projeto de pavimentação do Volume-01.

Em cópias deste desenho com formato diferente do A1 atender à escala gráfica
D:\2022-03 GO-536 CANEDO\PROJETO EXECUTIVO VIADUTO GO-020\Normal\GO536_SCAN.IES; VOL01.IN1; IN103 A; IN104.dwg

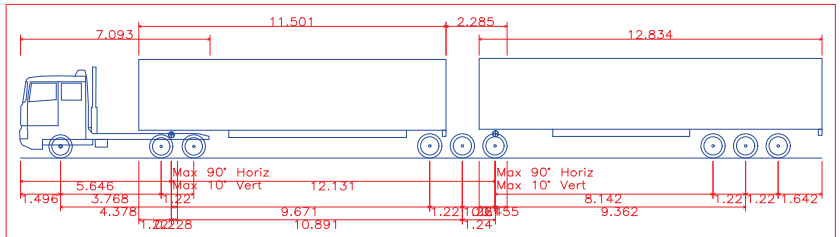


TRAJETÓRIA DE VARREDURA DO VEÍCULO

RAIO DE GIRO - BTL - Bitrem de 9 Eixos / Rodotrem



SILHUETA - BTL - Bitrem de 9 Eixos / Rodotrem



Overall Length	30.001m
Overall Width	2.600m
Overall Body Height	3.730m
Min Body Ground Clearance	0.330m
Max Track Width	2.600m
Lock-to-lock time	5.00s
Curb to Curb Turning Radius	15.360m

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA DUPLICAÇÃO

RODOVIA: GO-536 TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO(SENADOR CANEDO)

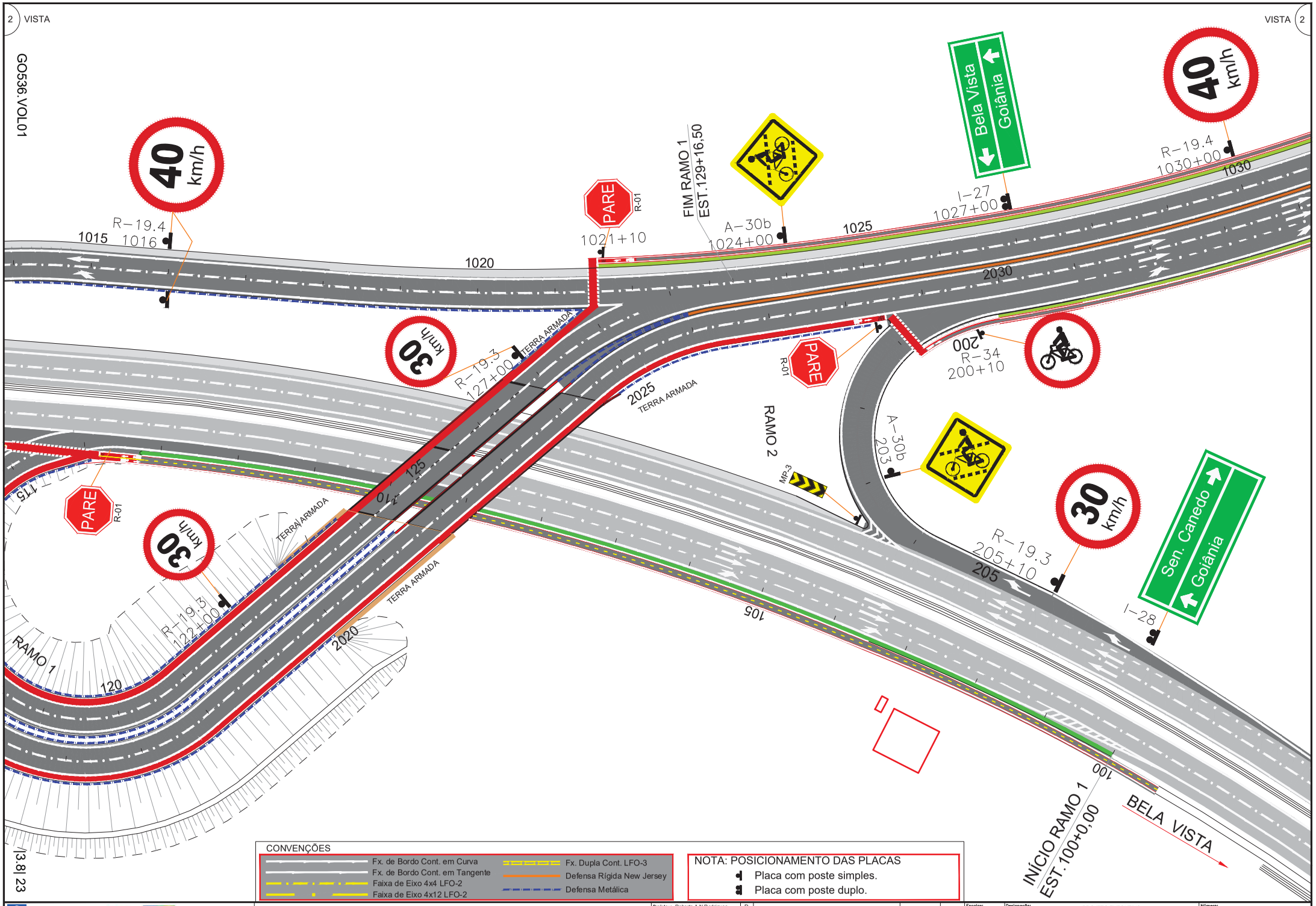
Projetou: Roberto A. N. Rodrigues
Colaborou: Edeir Vieira de Souza
Desenhou: Latitude Engenharia
Resp. Téc.: ROBERTO A. N. RODRIGUES ENG. CIVIL CREA-GO 65990/D

Escalas: 1/1.250

Designação: PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
PROJETO DE INTERSEÇÃO
TRAJETÓRIA DE VARREDURA DO VEÍCULO - RODOTREM 9 EIXOS

Número: GO536.SCAN.IN03
Rev. A | Núm. Folha: 01 | Data: 08 2022

Em cópias deste desenho com formato diferente do A1 atender à escala gráfica
\\Latitude-inte\ARQUIVOS\2022-03 GO-536 CANEDO\PROJETO EXECUTIVO VIADUTO GO-020\Volume-02\10 - Projeto Sinalização\LINEAR DE SINALIZAÇÃO\GO536.SCN.JBS.VOL02.SIN.LINEAR SINALIZAÇÃO.dwg



PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA DUPLICAÇÃO

RODOVIA: GO-536 TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO(SENADOR CANEDO)

Projetou: Roberto A.N.Rodrigues	D				
Colaborou: Edeir Vieira de Souza	C				
Desenhou: Latitude Engenharia	B				
Resp. Téc: ROBERTO A. N. RODRIGUES ENG. CIVIL CREA-GO 6599/D	A				
	Alt.	Descrição	Elaborou	Data	

Escalas:

Designação: PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE SINALIZAÇÃO
LINEAR DE SINALIZAÇÃO
VIADUTO ACESSO A SENADOR CANEDO

Número: GO536.SECAN.SN.02

Rev. A | Núm. Folha: 02 | Data: 06 2022

3.9 – PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

3.9.1 GENERALIDADES

Neste capítulo serão abordadas as principais medidas a serem implantadas e observadas durante a execução das obras, de forma a eliminar ou minorar os efeitos negativos advindos da implantação do empreendimento, conforme abordado no capítulo Estudos Ambientais.

O avanço longitudinal das obras deverá coincidir, em todas as etapas, com o avanço longitudinal dos serviços de proteção ambiental, de sorte que, para cada segmento, a conclusão das obras venha a corresponder, igualmente, à conclusão dos serviços de proteção ambiental identificados nos respectivos segmentos. Estas atividades deverão, obrigatoriamente, estarem incluídas entre as atividades explicitadas no Plano de Ataque às Obras.

3.9.2 PRINCIPAIS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

3.9.2.1 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

Instalações do Canteiro de Obras

Prevemos a instalação de um **canteiro de obras a 1,15 Km do final** da pista esquerda projetada. A instalação da **Usina de CBUQ** foi prevista na área da pedreira pela facilidade de controle e obtenção do insumo brita, aproveitando o parque industrial existente.

Depois de desmobilizado, o canteiro e áreas de ocupação provisória serão reconformadas e recompostas com a vegetação característica de antes da instalação.

Acampamentos e Canteiro de Obras

Na implantação dos acampamentos recomendam-se as seguintes medidas:

- Evitar a instalação de acampamentos e canteiro de obras junto a cursos d'água ou locais de alta concentração da fauna. Em nenhum caso, devem ser localizados a montante da captação de abastecimento de água de núcleos urbanos ou povoados, pelos riscos sanitários que isto implica, e será evitada a captação de águas em fontes suscetíveis de secar ou que apresentem conflitos com os usos por parte das comunidades locais;
- Depois de desativados e removidos, suas áreas serão recompostas de acordo com a vegetação característica de antes de sua instalação;
- O projeto de construção de acampamentos ou canteiros de obras deverá, sempre que possível, evitar cortes e aterros, assim como remoção de vegetação arbórea;
- Os rejeitos deverão ser tratados convenientemente. Os efluentes líquidos serão destinados a fossas sépticas, não poderão ser lançados sem tratamento em cursos de água. Os rejeitos sólidos serão depositados adequadamente em valas, devidamente recobertas, ou conduzidos ao aterro sanitário mais próximo. A fossa séptica e a valas de resíduos sólidos deverão cumprir os requisitos ambientais de impermeabilização e tubulação de infiltração;
- Deverão conter equipamentos de combate a incêndios e um ambulatório dotado de materiais de primeiros socorros;
- É recomendável que as construções provisórias sejam pré-fabricadas ou edificações existentes, para que haja uma menor necessidade de utilização de madeira serrada. As edificações provisórias serão desmontadas quando desocupadas, exceto no caso de serem doados às comunidades próximas para serem utilizadas em beneficio comum, como escolas, centros de saúde, creches, etc. Caso sejam desmontados, os resíduos resultantes deverão ser retirados e dispostos adequadamente. Os materiais recicláveis deverão ser utilizados ou doados às comunidades.

Oficinas e Depósitos de Combustíveis

As oficinas e depósitos de combustível deverão estar localizados adequadamente, seguindo as normas técnicas pertinentes. Possuirão dispositivos para tratamento de seus rejeitos e efluentes, tais como: tanques sépticos e caixas separadoras de óleo e graxas, antes de sua disposição final.

Contarão com equipamento adequado para o controle de incêndios.

A troca de óleo das máquinas deverá ser cuidadosa, o óleo queimado deve ser armazenado em tambores e destinado a tratamento adequado. Por nenhum motivo serão lançados em cursos d'água ou no solo.

Equipamentos

Como muitos efeitos ambientais são produzidos por consequência da operação das máquinas e equipamentos, são apresentadas as seguintes recomendações:

- A construtora ou seus subcontratantes não poderão lavar seus veículos ou equipamentos em cursos d'água;
- Os equipamentos utilizados na obra deverão estar em bom estado conservação, de forma a queimar o mínimo necessário de combustível, minimizando assim as emissões atmosféricas. As emissões de ruído e gases devem estar dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Devem ser prevenidos vazamentos de combustíveis ou lubrificantes que possam afetar o solo ou cursos d'água;
- O abastecimento de combustíveis e a manutenção dos equipamentos, incluindo lavagem e troca de óleo, deve ser realizada de forma a não contaminar o solo ou as águas.

Depósitos de Betume

Deverão situar-se afastados de qualquer fonte de água e deverão contar dispositivos que retenham qualquer derrame acidental, para sua posterior retirada, evitando a contaminação do solo e das águas. Durante a manipulação do produto deve ser tomadas precauções para evitar derramamento.

Os tanques de betume não devem ser abandonados. Uma vez desocupados, deverão ser desmobilizados e a área ocupada por eles deve ser reconformada e recomposta.

Segurança e Saúde da Mão-de-obra

Deverão ser desenvolvidas atividades necessárias ao atendimento de disposições constantes na legislação pertinente à Segurança e Medicina do Trabalho, entre as quais se destacam as seguintes:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	**Código**	**Descrição**
-	NR-4	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho – SESMET
-	NR-5	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA
-	NR-6	Equipamento de Proteção Individual – EPI
-	NR-7	Programa de Controle Médico de Saúde Operacional – P.C.M.S.O.
-	NR-9	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – P.P.R.A
-	NR-12	Máquinas e Equipamentos
-	NR-15	Referente às Atividades e Operações Insalubres
-	NR-16	Atividades e Operações Insalubres
-	NR-17	Ergonomia
-	NR-18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção
-	NR-19	Utilização de Explosivos
-	NR-21	Trabalhos a Céu Aberto
-	NR-26	Sinalização de Segurança

Medidas Sanitárias e de Segurança Ambiental

Devido à ocorrência comum de doenças infectocontagiosas nas populações próximas aos acampamentos de grandes obras apresentam-se as seguintes normas sanitárias e de segurança.

- Para serem admitidos na empreiteira, todos os trabalhadores deverão se submeter a um exame médico, o qual deve incluir exames de laboratório, a fim de prevenir epidemias;
- É importante fazer campanhas educativas sobre normas elementares de higiene e de comportamento;
- Haverá cuidado especial em filtrar ou ferver as águas e em lavar os alimentos que são consumidos crus com água igualmente fervida e filtrada, quando estes são preparados nos acampamentos dos construtores;
- Serão realizados periodicamente exames médicos dos trabalhadores na obra.

Licenciamento de Pedreira e Areal

As pedreiras e areais indicados no Projeto encontram-se em operação. Segundo informações colhidas nos locais encontram-se regularizadas. Entretanto, como estas licenças têm prazo de validade, na época de utilização caberá à GOINFRA exigir a apresentação da referida licença de funcionamento, expedida pelos órgãos competentes.

Sinalização durante as Obras

As obras de implantação envolvem situações complicadoras para sua execução, uma vez que as interferências com a estradas rurais são inevitáveis. Esta situação transforma segmento da obra em pontos críticos quanto à segurança, ou seja, propensos a acidentes. Para minorar os riscos a empreiteira deve utilizar sinalização intensa durante todo o tempo necessário para execução das interferências. A sinalização deve ser clara, eficiente, constante e padronizada. É importante mostrar ao usuário que existe uma preocupação com a sua segurança e que ela só é possível com sua participação.

3.9.2.2 PREVENÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS

Proteção das Águas e dos Cursos d'Água

Evitar a interferência em leitos de cursos d'água por um período prolongado, de modo a não causar maiores alterações no ecossistema aquático e respectiva biota e na vegetação ciliar. Recomenda-se preservar a matas ciliares dos cursos d'água, sempre que possível devem ser evitadas construções ou intervenções que possam obstruir o fluxo das águas. Nos locais em que ocorrer interferências na mata ciliar, a área deverá ser recomposta utilizando espécimes vegetais nativas.

Quando canalizações ou qualquer dispositivo necessário a construção da obra conflua diretamente para um curso d'água, deverão estar providos de obra que permita a decantação de sedimentos, e se for o caso, deve ser feito tratamento prévio antes de disposição.

Existindo a necessidade de desviar o curso natural ou construir uma passagem em um curso d'água, quando esta não for mais necessária, as condições originais devem ser restauradas.

O disciplinamento e controle das águas superficiais devem ser feito seguindo as curvas de nível até canais naturais protegidos. Não sendo suficiente esse controle, devem ser construídas obras de proteção mecânica para verter as águas, tais como estruturas de dissipação de energia, para evitar erosão.

Quando for inevitável a exploração de caixas de empréstimo em terrenos inclinados estas deverão ser recuperadas antes do início do período chuvoso introduzindo-se medidas dissipadoras da energia das águas, tais como terraços ou bacias de acumulação.

Proteção à Fauna

Devem ser tomadas as seguintes medidas:

- Proibir estritamente o porte e uso de armas de fogo na área de trabalho, exceto pelo pessoal autorizado.

- Apesar de ser previsto em lei, deverá o construtor divulgar e responsabilizar-se pelo pessoal da obra quanto à proibição das atividades de caça nas áreas fronteiriças à área de construção, assim como a compra de animais silvestres ou subprodutos destes vendidos por habitantes locais.
- A pesca por parte dos trabalhadores em cursos d'água só será permitida com o uso de caniços ou linhadas de mão, sendo proibido qualquer tipo de pesca predatória.

3.9.2.3 CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS

O Projeto tem por objetivo promover o controle dos processos erosivos decorrentes da obra, e evitar problemas de instabilização de encostas e maciços, enfocando, principalmente na faixa de domínio, as áreas de taludes de cortes e aterros, áreas de exploração de materiais de construção e bota-foras, áreas de canteiros de obras e de caminhos de serviço, dentre outras, que pela inexistência de um manejo adequado do solo, ou do subdimensionamento da drenagem, podem acarretar riscos à integridade das estruturas da rodovia.

No desenvolvimento dos diversos projetos, principalmente do Projeto de Drenagem, foi prevista a implementação de um elenco de medidas e dispositivos adequados (durante a fase de implantação das obras), associado a um conjunto de condicionantes a serem observados no processo construtivo, que possibilitam reduzir as situações específicas de risco de ocorrência de processos erosivos laminares, lineares e de processos ativos pré-existentes, assim como de instabilizações, que possam vir a comprometer o corpo estradal ou atingir áreas limítrofes.

- O revestimento vegetal, executado sobre o solo devidamente reconformado, oferece a proteção e controle de caráter extensivo contra os processos erosivos (para os baixos volumes específicos e velocidades de escoamento das águas), favorecendo o encaminhamento das águas até os locais de captação dos dispositivos de drenagem.
- O emprego de dispositivos de drenagem provisórios ou definitivos revestidos em geral de concreto, resistindo devidamente a volumes e velocidades de escoamento elevados e canalizando e orientando as águas superficiais, desde os pontos de captação até os talvegues naturais, constituem-se em elementos preventivos no sentido de proteger as áreas objeto de recuperação ambiental dos fluxos mais concentrados, levando à proteção do meio ambiente ao longo de toda vida útil da Rodovia.

As atividades/ações concernentes à implantação deste Projeto agregam a execução de medidas de caráter preventivo e corretivo a serem adotadas no processo construtivo, como estabelecido neste Projeto Executivo de Engenharia e nas especificações gerais para obras rodoviárias da GOINFRA. Dentre estas atividades destacam-se atividades de caráter preventivo e corretivo destinadas a:

- Evitar o aparecimento ou a evolução, durante o período de execução das obras, de processos erosivos.
- Proteger a estrada e suas faixas lindeiras, ao longo de toda a sua vida útil, das ações erosivas das águas. Incluem-se neste tópico: as atividades voltadas para a Execução da Drenagem e para a Proteção Superficial de Taludes.
- Estabilização de encostas e maciços. Incluem-se neste tópico o tratamento relativamente as ocorrências de deslizamento ou de solapamento.

Os trabalhos de Controle de Processos Erosivos deverão ser executados *pari-passu* com a execução dos serviços de cada frente de obra.

3.9.2.4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Consiste em um conjunto de medidas destinadas à reabilitação ambiental de áreas que terão suas condições originais alteradas pela obra da rodovia, tais como: canteiro de obras, ocorrências e empréstimos de materiais. Depois de recuperadas, seu uso original poderá ser retomado, bem como, recomposto seu aspecto cênico primitivo.

No projeto, como um todo, procurou-se reduzir a utilização de áreas externas à faixa de domínio e indicar medidas que contribuam ecológica e sócio culturalmente para a reinserção das áreas alteradas à paisagem local. Dentre estas medidas destacam-se: construção de um sistema de drenagem adequado e o revestimento vegetal de taludes e áreas expostas. Estes procedimentos mutuamente se integram e/ou contribuem, em termos práticos, para o sucesso da recuperação, uma vez que a revegetação oferece proteção contra erosão, favorecendo o direcionamento das águas até sua captação pelos dispositivos de drenagem.

A recomposição topográfica e paisagística compõe-se das seguintes operações:

- O estabelecimento de medidas de isolamento da área, em relação ao trânsito de animais domésticos e pessoas;
- Conformação de seções estáveis para áreas degradadas, com raspagem e retirada de entulho;
- Eventual execução de rede de drenagem;
- Descompactação do solo, visando o rompimento de camadas compactadas;
- Cobertura uniforme do local com a camada fértil de solo, removida e adequadamente estocada durante a fase de implantação do projeto;
- Aplicação de calcário e adubos orgânicos, buscando a correção físico-química do solo;
- Repovoamento com espécies vegetais, propiciando a aceleração do processo de regeneração natural.

Recuperação dos Danos Físicos

Apesar dos cuidados tomados no projeto, não é possível executar-se a obra sem haver danos físicos à natureza. Isso ocorre principalmente nas caixas de empréstimos, nas jazidas de solos e no canteiro de obras, onde a ação do homem pode provocar erosão, geração de focos de enfermidades ou assoreamento / poluição de mananciais.

Para mitigar os danos físicos nestes locais, foram previstos os serviços de estocagem da camada vegetal, conformação, drenagem e recomposição de camada vegetal nas jazidas, caixas de empréstimo e bota-fora.

Material Proveniente do Desmatamento e Limpeza da Pista

O material proveniente da limpeza e desmatamento deverá ser estocado sendo posteriormente espalhado nas áreas de empréstimos quando servirá para a sua futura revegetação, recomendando-se que o excedente deverá ser utilizado nas saias dos aterros visando igualmente a sua revegetação. Naturalmente a estocagem deverá ser feita em locais previamente determinados situados ao longo da faixa de domínio.

Empréstimos Concentrados e Caixas de Empréstimos Laterais

Os empréstimos e em especial as caixas laterais, causam impacto ambiental pelos efeitos de acúmulo de água pluvial, por serem iniciadores de processos erosivos e ainda pela degradação visual da paisagem. Uma boa alternativa aos empréstimos é o alargamento dos cortes, que além de não ampliar as zonas de impacto, podem trazer ganhos de segurança, aumentando a visibilidade e mesmo oferecendo uma paisagem cênica mais agradável quando passam pelo processo de revegetação. Alternativa interessante é o abrandamento dos taludes de corte que além de propiciar maior estabilidade aos mesmos, gera maiores quantidades de materiais, adotando-se a relação 1V:1,5H, ao contrário do usual 1:1.

Em função dos potenciais impactos prognosticados é necessário que sejam tomadas as seguintes medidas mitigadoras:

- O material orgânico proveniente da limpeza e desmatamento deverá ser estocado, para posterior utilização;
- As caixas de empréstimo lateral devem ser escavadas de forma a ter um formato final de cunha que se abre para jusante;
- Os taludes devem ser abrandados ao máximo que a faixa de domínio permita, adotando-se sempre que possível 1V:4H;

- Caixas sucessivas não devem ser interligadas, evitando-se que a água adquira velocidades sobre o terreno desnudo;
- As caixas devem ser rasas e devem ser conformadas com o terreno natural, não se admitindo profundidades excessivas;
- Sempre que possível as caixas devem receber o material de bota-foras próximos;
- Após a escavação a caixa deverá ser reconformada com abrandamento dos taludes, nivelamento em rampa do fundo de forma a evitar o acúmulo de água, a qual deverá obrigatoriamente ser destinada para a sua parte externa;
- Seguindo-se a reconformação deverá o material orgânico previamente estocado, ser espalhado sobre a sua superfície, com o intuito de propiciar as condições para a sua revegetação.

Recuperação das Jazidas/Caixas Concentradas

A exploração das ocorrências produz o mesmo efeito daqueles ocorridos nos empréstimos, provocando igual degradação ambiental, agravado pela abertura, via de regra, de caminhos de serviço que proporcionam acesso a estes locais. Estas vias normalmente quando encerrados os trabalhos de exploração e abandonadas, se transformam em áreas degradadas e em caminho preferencial das águas pluviais, provocando erosões e consequentemente assoreamento do sistema de drenagem da região.

Basicamente permanecem válidas as mesmas recomendações feitas para os empréstimos, acrescendo:

- Não deve ser permitida a lavagem de caminhões e equipamentos nas áreas das jazidas;
- Nas jazidas deverá haver um conteiner para receber lixo, como embalagens de alimentação (marmitex), peças e outros. A empreiteira deverá recolher regularmente estes dejetos, dando-lhe destino apropriado;
- Deve-se evitar, sempre que possível, a instalação de acampamento, mesmo provisório, nos locais ou proximidades;
- Para cada jazida deverá ser aberto um único acesso (caminho de serviço), vetando-se a abertura de diversas vias que ampliem o impacto sobre a flora e fauna local. A abertura destes caminhos deve ser feita nas mesmas condições da topografia do terreno, evitando-se ao máximo cortes e aterros. O material orgânico, proveniente da limpeza e desmatamento, deve ser estocado para posterior utilização. O mesmo procedimento deve ser adotado no eventual alargamento de vias já existentes. O caminho de serviço quando utilizar uma estrada existente deve ser sinalizado, devendo os caminhões circular sempre com os faróis acesos. Os locais de entroncamento, especialmente na pista principal devem ser intensamente sinalizados;
- Durante o transporte dos materiais escavados as estradas de acesso devem ser periodicamente molhadas, evitando-se o excesso de poeira em suspensão, que além de afetar a saúde dos moradores e trabalhadores, podem ocasionar acidentes;
- Uma vez encerrada a exploração da jazida e efetuada a sua reconformação e revegetação, os caminhos de serviço, caso não sejam caminhos previamente existentes, deverão ser reconformados e revegetados. Mesmo no caso de estrada vicinal ou terciária existente, recomenda-se que seja dado um tratamento final no segmento, com vistas em especial as futuras condições de erosão.

Bota-Fora

Os bota-foras constituem-se numa questão sempre delicada para as rodovias uma vez que exigem localização adequada, conformação topográfica e revegetação. São conhecidas, entretanto, as dificuldades que ocorrem, mesmo com a adoção destas medidas mitigadoras, sendo relatada a ocorrência de assoreamento provocados pelos materiais carreados dos bota-foras até os cursos d'água, em função do ravinamento, pela ação erosiva das águas pluviais nos maciços formados. Trata-se, portanto, de uma prática a evitar sempre que possível.

A solução adotada como básica, foi o lançamento dos materiais destinados a bota-fora nos locais de empréstimos, que neste trecho são bastante significativos e se estendem por toda a sua extensão. A

adoção desta prática naturalmente exigirá transportes eventualmente mais longos, trazendo entretanto, uma vantagem efetiva que será a diminuição das áreas de empréstimos a serem recuperadas.

Estão previstos volumes a serem descartados de materiais inservíveis por suas características ou distância excessiva de transporte não podem ser aplicados no corpo dos aterros.

Deverão ser obedecidas as seguintes recomendações:

- No caso de caixas de empréstimos exploradas, depositar e espalhar o material em seu fundo antes do retorno da camada orgânica estocada promovendo-se posteriormente o reforço de vegetação. Os materiais resultantes de remoção de camadas granulares, limpeza e desobstrução de bueiros existentes seguirão este procedimento. Os materiais resultantes de remoções de solo mole deverão ser espalhados em camadas alternadas para dar maior consistência ao bota-fora.
- Após o lançamento e reconformação do empréstimo o material orgânico, proveniente do desmatamento e previamente estocado, deve ser retornado para propiciar a revegetação;
- O planejamento da obra deverá considerar obrigatoriamente esta situação não se realizando os cortes antes de abertos os empréstimos.

Cortes e Aterros

Os cortes previstos no trecho deverão atingir materiais de 1ª categoria, constituídos basicamente por solos arenosos siltoso.

- Para os cortes recomendam-se as seguintes medidas:
    - Os taludes devem ter a inclinação adotada no projeto;
    - Em eventuais materiais de 2ª categoria ter especial atenção quanto a existência de blocos instáveis, os quais devem ser removidos;
    - Os taludes dos cortes em solo e mesmo de 2ª categoria quando possível, sempre que ultrapassarem 2,0 m de altura devem ser vegetados através de processo indicado no projeto;
    - Cortes altos devem obrigatoriamente ter banquetas. Sempre que possível na transição de materiais de categorias diferentes deve ser executada uma berma de proteção;
    - Os cortes devem ter valetas de proteção em sua crista, evitando-se os efeitos deletérios das águas superficiais.
- Os aterros devem merecer também cuidados específicos, destacando-se:
    - Aterros altos devem ter bermas ou banquetas;
    - O sistema de drenagem deve ser estudado para se evitar erosões no corpo dos aterros;
    - Os aterros, acima de 1m de altura, devem ter os seus taludes vegetados com hidrossemeadura, mudas ou placas;
    - Aterros altos e em curva devem merecer estudos de segurança quanto a colocação de defensas;
    - Devem ser executadas valetas de proteção nos pés dos aterros, evitando-se os efeitos da erosão das águas pluviais.

3.9.3 PROTEÇÃO VEGETAL

Na proteção vegetal serão utilizadas diversas espécies vegetais com a finalidade de preservar taludes, áreas de empréstimos, banquetas, descidas d'água, sarjetas, jazidas e outras áreas que tenham sofrido alterações na sua cobertura vegetal, dando-lhes condições de resistência à erosão. Dentre os processos de proteção foram considerados o plantio em leivas (placas), caso haja facilidade de aquisição, na cobertura de terrenos friáveis e não consolidados; em mudas, em terrenos planos ou de pouca declividade; ou semeadura, em qualquer tipo de terreno, desde que devidamente preparado.

Proteção dos taludes

Para a proteção do talude previu-se uma série de dispositivos de drenagem e de proteção, os quais minimizarão as erosões, tais como, valetas de proteção de corte e de aterro; meios-fios; drenagem dos

taludes e revestimento dos taludes. Os três primeiros itens são detalhados no Projeto de Drenagem, estes dispositivos impedirão que a água escoe em maior volume sobre as superfícies dos taludes, revestimento vegetal dos taludes é detalhado na sequência.

Revestimento de Taludes

Visando reduzir a velocidade da água que escoa superficialmente foi previsto revestimento vegetal em toda a superfície dos taludes de aterro e corte, ao longo de todo o segmento em projeto.

Considerando a dificuldade na obtenção de placas de leivas, a Consultora optou pela hidrossemeadura, pela facilidade e rapidez de execução, apesar de seu elevado custo de implantação e de irrigação, a qual, mesmo muito onerosa é impossível prescindi-la.

3.9.3.1 ARBORIZAÇÃO (REFLORESTAMENTO)

O plantio de árvores e arbustos deverá ser executado visando o controle da erosão, consolidação de áreas exploradas e integração paisagística de áreas objeto de intervenções decorrentes das obras rodoviárias. Poderá será efetuada na faixa de domínio e em áreas fora da faixa (empréstimos, jazidas, canteiros de obras, etc.). Poderão ser utilizadas espécies nativas, ou algumas exóticas, desde que perfeitamente adaptadas à região, cujo porte das mudas não seja inferior a 1,00 m.

Os tratos culturais como: roçada, coroamento, tratamentos fito-sanitários (pulverizações, polvilhamento), fertilizações (caso sejam necessários), substituição de mudas defeituosas ou mortas, etc., devem se estender até 120 dias após o término da obra.

No processo de revegetação é fundamental a diversidade e representatividade das espécies vegetais. A seleção das espécies deve ser direcionada para sua auto-sustentação de acordo com sua comunidade ecológica, considerando seu papel na manutenção da fauna local. Ressaltam-se ainda como características desejáveis: rápido crescimento, fácil implantação e manutenção, e reduzida exigência quanto às condições do solo.

Espécies indicadas para plantio ao longo da faixa de domínio e áreas a serem recuperadas: urucum (*Bixa orelana*); pata de vaca (*Bauhinia forficata*); ipê amarelo (*Tabebuia vellosoi*) e guariroba (*Syagrus oleracea*).

Espécies indicadas para o plantio na recomposição da mata de galeria:

Quadro 3.9.1 - Florestamento Heterogêneo com Espécies Nativas de Rápido Desenvolvimento em Campo

Espécie Botânica	Nome Comum	Comportamento	Altura Final (m)	Altura em 2 anos (m)	Aspecto da Floração	
					cor	estação
Copaifera langsdorffi	pau d'óleo	climácica	10 a 15 m	2,0	branco	verão
Aspidosperma ramiflorum	peroba amarela	climácica	20 a 30	3,5		
Apuleia leiocarpa	garapa	climácica	25 a 35 m		branco	primavera
Aspidosperma cylindrocarpum	peroba	climácica	8 a 16 m	3,5	amarelo	primavera
Tabebuia vellosoi	ipê-amarelo	climácica	15 a 25 m	2,5	amarelo	primavera

3.9.4 MEDIDAS DE REABILITAÇÃO

A reabilitação dos sítios degradados por ocasião da implantação da rodovia, que consistem no passivo ambiental, bem como a reabilitação dos locais a serem alterados pela implantação da rodovia. Compreendem, portanto os trabalhos de reconformação topográfica, proteção vegetal e drenagem pluvial.

3.9.5 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

As providências ambientais iniciadas na fase de projeto deverão ser continuadas na fase de operação e manutenção da via. A sistematização das considerações ambientais deve se tornar uma rotina durante toda a vida útil da rodovia.

A manutenção de uma rodovia consiste em prever e solucionar os problemas que se apresentam, devido a seu uso, e assim apresentar ao usuário uma estrada com um nível de serviço compatível com as características de projeto. A vida útil de uma rodovia é função de uma adequada manutenção, para prolongar sua vida útil é necessário um adequado Plano de Manutenção.

Nos primeiros anos subsequentes ao término da pavimentação, após cada período chuvoso, deverá ser realizada uma criteriosa avaliação dos efeitos e funcionamento das medidas adotadas. Esta avaliação deverá contemplar os pontos que porventura necessitem de incrementos e até mesmo a adoção de outras medidas, dentre eles se destacam:

- Entupimento e assoreamento das canaletas de drenagem, detectando os pontos de origem e deposição do material terroso, para reparos posteriores;
- Condição de saídas d'água em terrenos naturais, onde as chances de instalação de erosões são maiores, indicando os pontos para futuros reparos;
- Presença de sinais de inundações ou afogamentos e assoreamentos em bueiros visando certificar seus dimensionamentos;
- Necessidade de replantio de gramíneas em taludes de aterros e cortes;
- Necessidade de instalação de novos drenos profundos nos pés dos taludes dos cortes com presença do lençol freático;
- Avaliação das obras de recomposição realizadas em áreas de empréstimo, pedreiras, bota-foras e de extração de areias, verificando os pontos de erosão, replantio de vegetação, condição dos taludes, necessidade de adoção de obras de controle de erosão.

3.9.6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O Projeto Ambiental encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, sendo que as soluções ali apresentadas se encontram inferidas nos vários itens deste Projeto Executivo de Engenharia.

As medidas de controle ambiental resultaram em itens de serviços incluídos no orçamento da obra. As demais medidas apontadas são da própria natureza dos trabalhos devendo ser implementadas pela empresa contratada para execução da obra, e severamente fiscalizadas pela Supervisora e pela Fiscalização da GOINFRA.

NOTA DE SERVIÇO PARA SEMEADURA

ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		EXTENSÃO	ALTURA	
CANTEIRO DE OBRAS					
100% DA ÁREA EXPLORADA		3.000,00 m²	100%		3.000,00 m²
EMPRÉSTIMOS LATERAIS E CONCENTRADOS					
100% DA ÁREA EXPLORADA		55.974,49 m²	100%		55.974,49 m²
JAZIDAS E EMP. CONCENTRADOS UTILIZADOS NA PAV. (BASE, SUB-BASE E REFORÇO DE SUBLEITO)					
100% DA ÁREA	CX-02	2.193,39 m²	100%		2.193,39 m²
				SOMA:	**61.167,88**

NOTA DE SERVIÇO PARA HIDROSSEMEADURA

ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		EXTENSÃO	LARGURA	
TALUDES					
PISTA ESQUERDA					
1005 + 0,00	1043 + 10,00	LADO ESQUERDO	770,00	2,09	1.612,28 m²
1012 + 0,00	1038 + 10,00	LADO DIREITO	530,00	3,60	1.905,72 m²
PISTA DIREITA					
2009 + 0,00	2031 + 0,00	LADO ESQUERDO	440,00	11,01	4.843,59 m²
2000 + 0,00	2032 + 10,00	LADO DIREITO	650,00	7,72	5.016,70 m²
VIADUTO GO-020 RAMO-01					
114 + 0,00	123 + 0,00	LADO ESQUERDO	180,00	18,54	3.336,68
115 + 0,23	116 + 10,00	LADO DIREITO	29,77	7,80	232,21
VIADUTO GO-020 RAMO-02					
200 + 19,16	205 + 17,89	LADO ESQUERDO	98,73	0,83	81,84
200 + 19,16	204 + 4,96	LADO DIREITO	65,80	2,29	150,68
				SOMA:	**17.179,70**

Latitude ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA

APROVAÇÃO: GO INFRA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

NS DE SEMEADURA E HIDROSSEMEADURA

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	PA-06	11/2022

NOTA DE SERVIÇO PARA ENLEIVAMENTO					
ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		EXTENSÃO	LARGURA	
ROTATÓRIA - 01					
ILHA 1					505,29 m²
ILHA 2					2.470,44 m²
ILHA 3					743,87 m²
ILHA 4					333,32 m²
				TOTAL	**4.052,92**

ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRÉSTIMO					
ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		EXTENSÃO	LARGURA	
ÁREA DOS EMPRÉSTIMOS					55.974,49 m²
				TOTAL	**55.974,49**

APROVAÇÃO:

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

NS DE ENLEIV. E ACAB. E RECOMP. DE EMPRÉS.

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	PA-07	11/2022

NOTA DE SERVIÇO PARA FLORESTAMENTO

ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMP.	LARG.	
OBRA DE ARTE (x2) área para os dois lados da estrada.					
SUB-TOTAL DE FLORESTAMENTO (x2)					-

REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS

ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA		ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		m²	%	
		CANTEIRO DE OBRAS	3.000,00	50%	1.500,00 m²
CX-02 EMP. CONCENTRADO UTILIZADO NA PAV. (SUB-BASE)			2.193,39	50%	1.096,69 m²
SUB-TOTAL DE REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS					2.596,69

APROVAÇÃO:

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
RODOVIA: GO-020/GO-536
TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO)
PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

NOTA DE SERVIÇO DE ARBORIZAÇÃO

REV.:	FOLHA:	DATA:
RA	PA-08	11/2022

GO536.VOL01

NOTA DE SERVIÇO PARA CONFORMAÇÃO DE TALUDE

ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LOCALIZAÇÃO	ÁREA EXTENSÃO	ÁREA TALUDE	ÁREA TOTAL (m²)
PISTA ESQUERDA					
1005 + 0,00	1044 + 0,00	LADO ESQUERDO	770,00	2,09	1.612,28
1012 + 0,75	1044 + 0,00	LADO DIREITO	530,00	3,60	1.905,72
PISTA DIREITA					
2009 + 0,00	2047 + 6,20	LADO ESQUERDO	440,00	11,01	4.843,59
2000 + 0,00	2047 + 6,20	LADO DIREITO	650,00	7,72	5.016,70
VIADUTO GO-020 RAMO-01					
100 + 0,00	129 + 16,50	LADO ESQUERDO	180,00	18,54	3.336,68
115 + 0,23	129 16,50	LADO DIREITO	29,77	7,80	232,21
VIADUTO GO-020 RAMO-02					
200 + 19,16	205 + 17,89	LADO ESQUERDO	98,73	0,83	81,84
200 + 19,16	204 + 4,96	LADO DIREITO	65,80	2,29	150,68
SUB-TOTAL 1					17.179,70

NOTA DE SERVIÇO PARA CONFORMAÇÃO DE TALUDE

ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LOCALIZAÇÃO	ÁREA EXTENSÃO	ÁREA H médio	ÁREA TOTAL (m²)
SUB-TOTAL 2					0,00

TOTAL: 17.179,70

Latitude	APROVAÇÃO: GO INFRA	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA RODOVIA: GO-020/GO-536 TRECHO: ENTR.GO-020/GO-536 (P/ SEN.CANEDO) **PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL**	NOTA DE SERVIÇO DE CONF. DE TALUDE		
			REV.: RA	FOLHA: PA-09	DATA: 11/2022

3.10 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

3.10.1 INTRODUÇÃO

O Projeto de Desapropriação objetivou fornecer as informações necessárias das propriedades interceptadas pela faixa de domínio da rodovia e seus custos médios, já que a negociação final será feita entre a Goinfra e os proprietários diretamente. A largura preconizada pela GOINFRA, para faixa de domínio, é de 80 metros, com 40 m para cada lado do eixo estradal.

(Para o trecho isolado dos Viadutos e ramos teremos somente a área à direita da GO-020, sentido Bela-Vista, como área a desapropriar para implantação das pistas de acesso aos viadutos).

Apesar de ser uma estrada em leito natural, o limite da faixa de domínio está totalmente materializado por cercas, mas que não obedecem a uma largura padrão, encontrando-se interrompida em alguns locais, principalmente pelo uso atual das terras, com o aproveitamento da faixa de domínio da estrada nas culturas anuais e pastagens.

De maneira geral pode-se dizer que a faixa de domínio está consolidada com a diretriz atual, principalmente por se tratar de uma rodovia estadual em leito natural em uso com manutenção programada pela Goinfra, devendo sofrer alterações somente em locais pontuais, abrangendo melhoramentos exigidos por norma técnica e nas interseções.

Quando da execução do estudo topográfico fizemos o levantamento cadastral das divisas, pesquisando quando possível, diretamente com os ocupantes os nomes dos proprietários das terras.

Instruções de Serviço: O projeto de desapropriação foi elaborado de acordo com IP-16 - Instruções de Projeto de Desapropriação, da Goinfra.

Pesquisa sobre os Proprietários: Houve dificuldade na localização e identificação dos proprietários, sendo um dos fatores o arrendamento de áreas para o cultivo anuais, pastagens e assentamentos. Conseguimos obter, com auxílio no banco de dados do INCRA, alguns nomes, complementando o serviço de campo.

3.10.2 METODOLOGIA ADOTADA

A metodologia adotada obedeceu aos critérios preconizados pela Goinfra abaixo discriminados:

- **Levantamento dos limites das propriedades marginais existentes:** Foram identificadas as divisas existentes e correlacionadas com o estaqueamento através dos pontos de interseções com o eixo. No caso de divisas esconsas, em relação ao eixo, foram anotadas além das extensões dos limites das propriedades os ângulos de esconsidade.
  Foram feitas pesquisas no cadastro das áreas registradas no INCRA (CAR - Cadastro Ambiental Rural e SIGEF – Sistema de Gestão Fundiária) , de forma a se obter informações oficiais das áreas interceptadas.
- **Levantamento das benfeitorias a serem desapropriadas:** Procedeu-se ao levantamento das benfeitorias encontradas dentro da faixa de domínio tais como: construções, terrenos alterados, cercas, etc.
- **Relação dos proprietários e pesquisas sobre a propriedade:** Quando se desenvolviam-se os trabalhos de campo, foram feitas tentativas de pesquisa junto aos ocupantes das terras dos nomes dos atuais proprietários, no entanto, devido a impossibilidade de localização, não foi possível a obtenção da relação completa.

- A pesquisa a respeito da situação legal das propriedades, constituiu-se no exame da documentação apresentada pelo proprietário quando possível, conforme o que se segue:
    - Existência do título de domínio ou formal de partilha (quando for o caso);
    - Escritura e registro do imóvel, com o nome do livro e folha;
    - Nome do proprietário;
    - Área do imóvel;
    - Cartório e número de registro.
- **Cálculo das áreas a serem indenizadas:** As áreas passíveis de indenização foram levantadas individualmente, através de medições topográficas.
- **Avaliação das propriedades:** A fim de fixar o valor das indenizações, procedeu-se à avaliação em separado das terras e benfeitorias.

3.10.3 PESQUISA DE MERCADO

Para formação dos preços unitários a Consultora obteve informações referentes à terra nua e benfeitorias a desapropriar, consultando as Imobiliárias da região. Os valores fornecidos estão apresentados no Volume 06 – Desapropriação.

3.10.4 CONSIDERAÇÕES

No projeto de desapropriação não foi considerado o valor de cercas de arame que estejam executadas dentro da faixa de domínio, por entendermos que a cerca de arame que delimita a faixa de domínio será executada pela Goinfra.

A situação legal de cada propriedade, através de consulta aos documentos apresentados pelos proprietários não foi concluída, parte por causa do temor das pessoas em receberem visita em época de pandemia, e parte por não encontrarmos os proprietários.

Para cada propriedade será confeccionada além da ficha de estimativa de valor, uma planta planimétrica, contendo o levantamento de campo. A área da estrada existente foi considerada área de servidão e não será considerada para fins de desapropriação.

3.10.5 RELAÇÃO DAS ÁREAS

Conforme tabela da relação das áreas teremos um total de 28.420,48 m² de área a desapropriar, o que corresponde a 0,587 alqueires goianos (1 alq. GO = 48.400,00 m²) para implantação do projeto completo de duplicação. Para o presente projeto, que considera a etapa de execução dos viadutos e seus respectivos ramos, teremos

Apresentamos a seguir no Quadro-01, a relação das áreas a desapropriar com os nomes dos proprietários. Para o presente projeto somente a área 4 é objeto de desapropriação.

Quadro 01 – Relação de Proprietários

GO-536 -SENADOR CANEDO (CONFRONTANTES)						
COD.	**IMÓVEL**	**Nº CAR (Sicar)**	**Nº CERTIFICAÇÃO (Incra)**	**PROPRIETÁRIO**	**CPF/CNPJ**	**ENDEREÇO**
1	FAZENDA VARGEM BONITA		041204000042-60	EMATER-GOIÁS	-	
2		GO-5220454-BEC05813BEEF41D7BE85C7F7C2E337CD			-	
3	FAZENDA VARGEM BONITA			JBS FRIGORIFICO	02.916.265/0200-04	Rodovia Go-536 Nº14411 Km 06, S. Canedo
4		GO-5220454-AC97A2EB008D4FD1B6918FBF92D398CB				
	DEMAIS CONFRONTAÇÕES É POR PERÍMETRO URBANO					

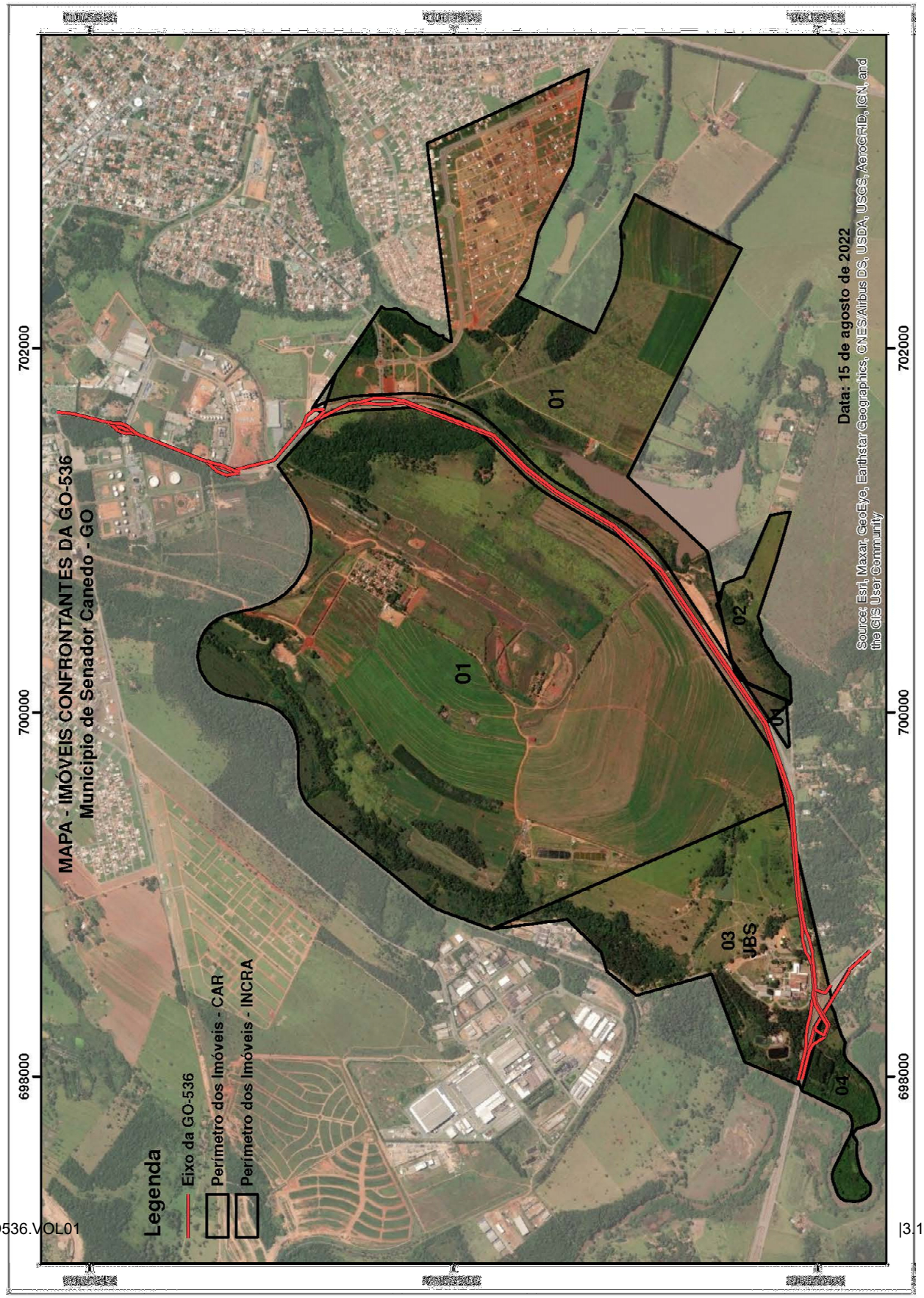
3.10.6 FICHAS E MEMORIAL

As fichas de cada área com o respectivo memorial descritivo estão apresentadas no Volume 06 – Desapropriação.

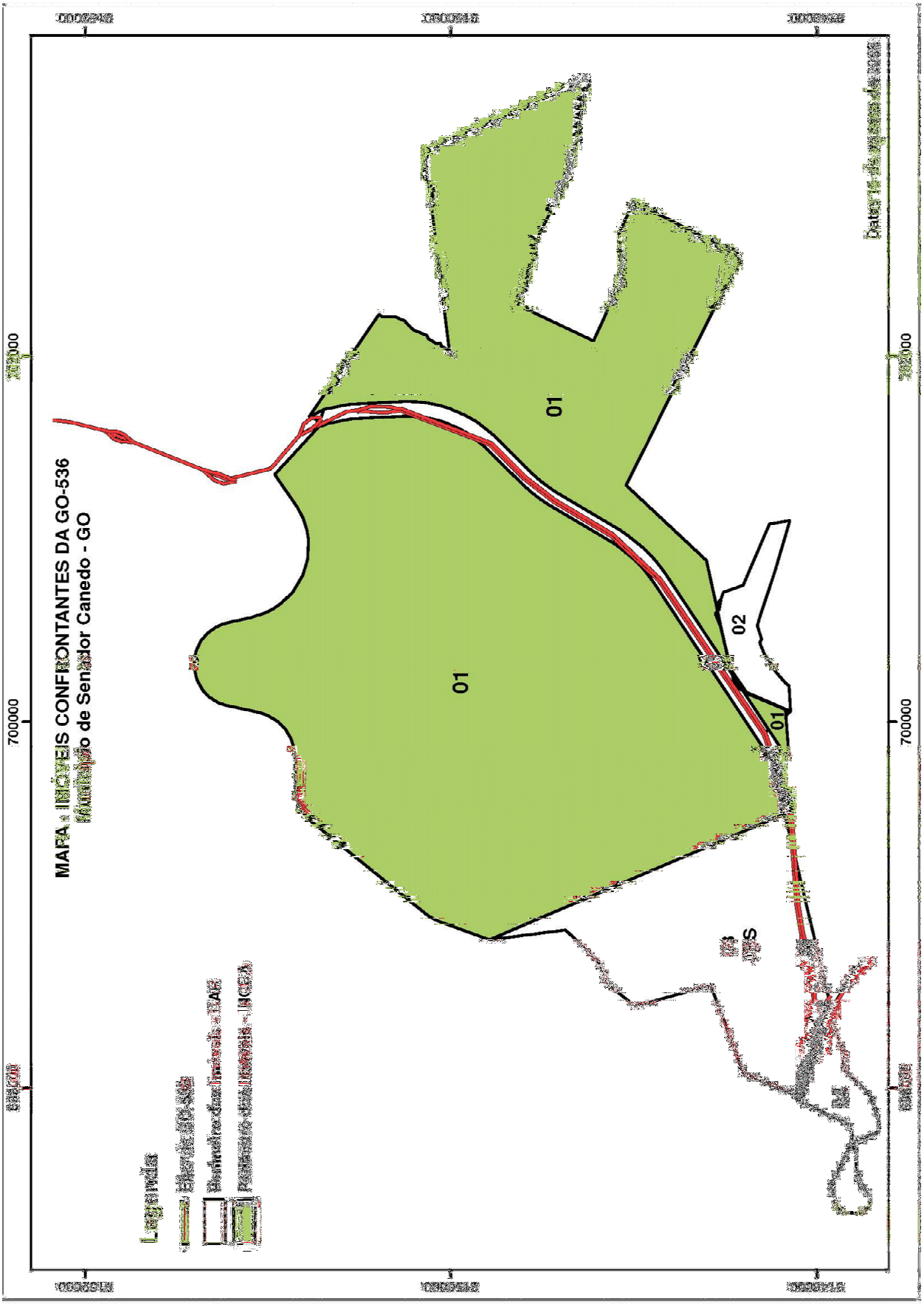
3.10.7 MAPAS DAS PROPRIEDADES RURAIS INTERCEPTADAS

Apresentamos na sequência os mapas gerados pelo sistema SIGEF e CAR, que em conjunto com os cadastros realizados durante os levantamentos topográficos, auxiliaram na confecção das fichas cadastrais.

Mapa de imóveis confrontantes



Áreas obtidas do SIGEF e do CAR



RELAÇÃO DAS ÁREAS A DESAPROPRIAR
RODOVIA: GO-536 TRECHO: ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO(SENADOR CANEDO)

Nº	PROPRIETÁRIO	ESTACAS		LADO	ÁREA (m²)
		INICIAL	FINAL		
MD-01	NÃO IDENTIFICADO	2010+00,00	2021+00,00	LD	9.875,28
MD-02	EMATER-GOIÁS	2107+17,47	2115+12,47	LD	3.638,36
	Cleiton Gomes Perim (nome obtido em campo)				
MD-03	NÃO IDENTIFICADO	2115+12,47	2120+11,57	LD	1.985,85
MD-04	EMATER-GOIÁS (obtida do cadastro CAR)	1099+18,00	1118+18,00	LE	12.920,99
	Cleiton Gomes Perim (nome obtido em campo)				
			TOTAL		28.420,48

Para execução dos viadutos e ramos somente a área MD-01 é objeto de desapropriação.

4. QUANTITATIVOS

4.0 QUANTITATIVOS

4.1 PLANILHA DE QUANTITATIVOS

Os quantitativos do projeto foram resumidos na Planilha de Quantidades. Os itens de serviços foram obtidos das planilhas de composições mais recentes disponibilizadas pela GOINFRA.

Os quantitativos para Administração, Canteiro de Obras e Mobilização foi adaptada do Padrão C1/D1 para a realidade da obra.

O detalhamento apresentado engloba:

1. Detalhe da administração local;
2. Detalhe do canteiro de Obra;
3. Mobilização de Equipamento;
4. Mobilização de Mão de Obra;
5. Planilha de quantidades dos serviços.

ADMINISTRAÇÃO LOCAL

DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	FAIXA (IMPLANTAÇÃO)	
			QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
DIVISÃO DE ENGENHARIA				
Coordenador/ Gestor do Contrato	mês		1,50	
Engenheiro Pleno/ Gestor do Contrato	mês		-	
Engenheiro de Produção/ Civil	mês		8,00	
Técnico Nível Médio Estradas(Sala Técnica)	mês		-	
Encarregado de Topografia/Topógrafo Chefe	mês		-	
Topógrafo	mês		8,00	
Auxiliar de Topografia	mês		8,00	
Laboratorista de Solos	mês		6,00	
Laboratorista de Betumes e Concretos	mês		6,00	
Auxiliar de Laboratorista	mês		8,00	
DIVISÃO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO			-	
Engenheiro de Segurança do Trabalho	mês		3,00	
Médico de Segurança do Trabalho	mês		2,00	
Técnico de Segurança do Trabalho	mês		8,00	
DIVISÃO DE PRODUÇÃO			-	
Encarregado Geral	mês		8,00	
Motorista	mês		16,00	
DIVISÃO ADMINISTRATIVA			-	
Encarregado Administrativo	mês		8,00	
Auxiliar Administrativo	mês		8,00	
Almoxarife/Apontador/Comprador	mês		8,00	
Recepcionista/ Telefonista	mês		8,00	
Vigia	mês		32,00	
MANUTENÇÃO DO CANTEIRO			-	
Material de Expediente / Cópias / Impressões	mês		8,00	
Despesas com Cartórios	mês		-	
Medicamentos	mês		8,00	
Malote e Correio	mês		-	
VEÍCULOS DA ADMINISTRAÇÃO			-	
Veículos Leves (incluso combustível)	mês		16,00	
EQUIPAMENTOS INDIRETOS			-	
Equipamentos de Laboratório de Solos	mês		8,00	
Equipamentos de Laboratório de Betume	mês		8,00	
Equipamentos de Laboratório de Concreto	mês		6,00	
Instrumental de Topografia	mês		8,00	
Equipamentos de Comunicação (rádio)	par		6,00	
Caminhão carroceria de madeira 15 T	mês		-	
Caminhão prancha 30 T	mês		6,00	
SERVIÇOS TÉCNICOS			-	
PCMSO (NR-7)	unidade		1,00	
PCMAT (NR-18)	unidade		1,00	
Exames Admissionais/Demissionais	unidade		15,00	
Anotação de Responsabilidade Técnica	unidade		3,00	
Ensaios Tecnológicos	unidade		-	
		CUSTO TOTAL		**-**
		BDI (25,53%)		**-**
		PREÇO TOTAL		**-**

CANTEIRO DE OBRAS

DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	FAIXA (IMPLANTAÇÃO)	
			QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
TERRAPLANAGEM E PREPARAÇÃO DO TERRENO				
Desmatamento, destocamento e limpeza - árvores com diâmetros menores de 15 cm	m²		3.000,00	
Escav., carga e transp. 1ª categ. c/ carregadeira p/ pequenos movimentos de terra - (dt: 201 a 400m)	m³		936,00	
Compactação mecânica sem controle de laboratório	m³		720,00	
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS			-	
Escritório de campo	m²		120,00	
Escritório urbano (cidade)	mês		-	
Alojamento (pessoal operacional)	m²		29,49	
Alojamento (pessoal técnico administrativo)	m²		68,06	
Alojamento (engenheiros)	mês		8,00	
Mobiliário de Escritório (inclusive equipamentos de informática)	mês		8,00	
Mobiliário de Alojamento (engenheiros)	mês		8,00	
Almoxarifado	m²		24,00	
Galpões para Carpintaria e Armação (COBERTURA)	m²		20,00	
Oficinas	m²		80,00	
Fiscalização	m²		9,00	
Posto de Combustível e Lubrificação	m²		20,00	
Vestiários	m²		75,00	
Sanitários	m²		22,44	
Banheiros Químicos (com lavatório)	mês		32,00	
Refeitório (para os administrativos)	m²		23,00	
Tenda 6x6 m (REFEITÓRIO)	mês		16,00	
Mesa com 4 cadeiras (refeitório – tendas)	cj		13,00	
Laboratório (espaço físico)	m²		30,00	
Ambulatório	m²		10,89	
Cercas	m		220,00	
Guaritas	m²		4,00	
Fossa Séptica	un		2,00	
Sumidouro	un		2,00	
Poço Artesiano	un		1,00	
Placa de Obra	m²		15,00	
Obelisco de Inauguração (COM PLACA)	un		1,00	
Instalações Provisórias de Água/Esgoto	un		1,00	
Instalações Provisórias de Energia Elétrica	un		1,00	
Consumo de Energia (CANTEIRO/ ALOJAMENTO)	KWH		23.040,00	
Consumo de Telefone/Internet (CANTEIRO)	mês		6,00	
Materiais de Limpeza (ALOJAMENTO ENGENHEIRO/ESCRITORIO URBANO)	mês		12,00	
Faxineira (ALOJAMENTO ENGENHEIRO/ESCRITORIO URBANO) – mensalista	mês		2,40	
Utilização da Área de Canteiro (locação)	m² x mês		24.000,00	
INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS			-	
Instalação de Usina de Asfalto	un		-	
Instalação de Usina de Solos	un		1,00	
Paiol de explosivos	m²		9,00	
SISTEMA VIÁRIO INTERNO E CAMINHOS DE SERVIÇO			-	
Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria até 50m - c/ trator de esteiras	m³		1.300,00	
Compactação a 95% do proctor normal	m³		1.000,00	
Sinalização - placas da obra (caminhos de serviço)	m²		8,00	
Sinalização - placas da obra (desvio / pare siga)	m²		12,00	
Cone de sinalização (desvio)	un		8,00	
Tambor de 200L (desvio)	un		20,00	
Caminhão Pipa (desvio / caminho de serviço)	h		396,00	
Servente para sinalização (desvio)	mês		32,00	
LICENÇAS AMBIENTAIS			-	
Licença de Instalação de Canteiro (fixo)	un		1,00	
Licença de Instalação de Canteiro (área)	m2		2.400,00	
Licença de Usina	un		-	
Licença de Cascalheira	un		1,00	
Licença de Outorga de Uso da Água	un		1,00	

MOBILIZAÇÃO

Equipamento	Custo (B)	Quant. (C)
Autopropelidos		
CAMINHÃO APLICADOR DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO		-
CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3 - 15 T		10,00
CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - 10,5 T		5,00
CAMINHÃO CARROCERIA MADEIRA - 15 T		2,00
BATE ESTACAS HIDRÁULICO MONTADO EM CAMINHÃO PARA DEFENSA		1,00
CAMINHÃO DISTRIBUIDOR DE CIMENTO		-
CAMINHÃO MUNCK		1,00
CAMINHÃO PARA HIDROSSEMEADURA		1,00
CAMINHÃO PARA PINTURA A FRIO COM DEMARCADOR DE FAIXAS		1,00
CAMINHÃO TANQUE 10.000L		3,00
CAMINHÃO TANQUE 6.000L		3,00
CAMINHÃO TANQUE DISTRIBUIDOR DE ASFALTO		2,00
USINA MÓVEL DE LAMA ASFÁLTICA		-
USINA MÓVEL PARA MICRO REVESTIMENTO		-
Rebocados		
CARREGADEIRA DE PNEUS CAT - 924 H OU EQUIVALENTE		2,00
CARREGADEIRA DE PNEUS CAT - 950 H OU EQUIVALENTE		2,00
ESCAVADEIRA HIDRÁULICA - 320DL OU EQUIVALENTE		2,00
ESCAVADEIRA HIDRÁULICA - CAT 323DL OU EQUIVALENTE		-
FRESADORA A FRIO - W 200 OU EQUIVALENTE		-
MINI-CARREGADEIRA DE PNEUS - COM VASSOURA DE 1,8 m		1,00
MOTONIVELADORA - CAT 120K OU EQUIVALENTE		2,00
PERFURATRIZ SOBRE ESTEIRAS - CRAWLER DRILL OU EQUIVALENTE		1,00
RECICLADORA DE PAVIMENTO À FRIO - CATERPILLAR RM-500 OU EQUIV.		-
RETRO ESCAVADEIRA DE PNEUS - CATERPILLAR 416E OU EQUIVALENTE		2,00
ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO - 27 T		2,00
ROLO LISO TANDEN - 6/8 T - CA-150 OU EQUIVALENTE		1,00
ROLO LISO VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO - CS533 E OU EQUIVALENTE		2,00
ROLO PÉ DE CARNEIRO AUTOPROPELIDO - CA 250 OU EQUIVALENTE		4,00
TANQUE DE ESTOCAGEM ASFALTO (30.000L)		2,00
TRATOR DE PNEUS AGRÍCOLA - MF 4292 OU EQUIVALENTE		4,00
TRATOR DE PNEUS COM ROÇADEIRA		1,00
TRATOR ESTEIRA COM LÂMINA - CAT D8 OU EQUIVALENTE		-
TRATOR ESTEIRAS COM ESCARIFICADOR - CAT D8 OU EQUIVALENTE		1,00
TRATOR ESTEIRAS COM LAMINA - CAT D6 OU EQUIVALENTE		1,00
TRATOR ESTEIRAS COM LAMINA - Komatsu: D41E-6 OU EQUIVALENTE		-
USINA DE ASFALTO A QUENTE : DMC-2 - 40/60 T/H		-
USINA MISTURADORA DE SOLO 300 t/h		1,00
USINA PRÉ-MISTURADO A FRIO 60 t/h		-
VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS		1,00
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS REBOCÁVEL		2,00
	Sub Total de Equipamento (D) :	

Pessoal	Custo (F)	Total de operários da obra (G)
EFETIVO PESSOAL A SER MOBILIZADO		32,00

PLANILHA DE QUANTIDADES 1/2

GOINFRA - AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
DIRETORIA DE OBRAS RODOVIÁRIAS
Rodovia: **GO-020/GO-536 Trecho: ENTR. GO-020 / GO-536 (P/ SENADOR CANEDO)**
Obra: **Viadutos (2x) e ramos de acesso (Pista Direita e Esquerda)**
Extensão: **2,54 Km**

	TERRAPLENAGEM			Plataforma: variável
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**Quant.Tot**	**DT**
40001	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m2	87.340,51	
40010	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	m3	13.993,44	
40015	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	736,78	
40016	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	3.449,12	
40019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	m3	7.333,61	
40020	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.001 A 1.200M)	m3	17.577,68	
40022	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.401 A 1.600M)	m3	853,60	
40023	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.601 A 1.800M)	m3	7.789,04	
40024	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2.000M)	m3	12.740,02	
40025	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2.001 A 3.000M)	m3	48.227,71	
40026	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5.000M)	m3	17.113,17	
40100	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m3	71.392,89	
40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m3	16.739,32	
	INDENIZAÇÃO MATERIAL DE EMPRÉSTIMO	m3	61.836,64	
40120	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTIMO	m2	55.974,49	
	PAVIMENTAÇÃO			Plataforma: variável
	SUB-BASE E BASE			SB=20 cm, B=15 cm
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**Quant.Tot**	**DT**
40300	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m2	2.193,39	
40305	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m2	2.193,39	
40310	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m2	27.535,45	
40316	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m3	5.702,81	
40320	TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCALHO)	m3km	4.790,36	0,840
40325	TRANSPORTE DA MISTURA - (SOLO+BRITA E BGS)	m3km	67.711,72	5,143
PAV-01	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA 65% SOLO+35%BRITA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.)	m3	5.554,23	
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - (BRITA PARA SUB-BASE)	m3km	30.682,38	11,820
40607	ESTABILIZAÇÃO BRITA GRADUADA - USINA - (BRITEC)	m3	3.170,55	
	CAPA			CBUQ 10 cm
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**Quant.Tot**	**DT**
40380	IMPRIMAÇÃO	m2	24.400,08	
40385	PINTURA DE LIGAÇÃO	m2	46.080,30	
40602	CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE-CBUQ (BC/AC)	m3	2.249,62	
40425	REMOÇÃO E CARGA DE PAV. ASFÁLTICA (EXCETO TRANSPORTE)	m3	67,39	
40430	TRANSPORTE DE PAVIMENTO REMOVIDO - (FRESAGEM+REMOÇÃO)	m3km	533,88	2,12
40435	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO	TKM	87,38	1,60
40450	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	9.342,49	28,10
40455	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS (CBUQ)	m3km	20.514,27	6,47
40460	TRANSPORTE COMERCIAL DE MASSA	TKM	60.917,47	11,28
40470	FRESAGEM CONTÍNUA Á FRIO	m3	184,97	
40485	FORNECIMENTO DE EMULSÃO ASFÁLTICA PARA IMPRIMAÇÃO - EAI	t	31,72	
40510	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-1C	T	23,04	
40520	FORNECIMENTO DE CAP-30/45	t	147,25	
40515	FORNECIMENTO DE CAP-60/85 COM POLÍMERO	T	164,49	
40530	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO	t	366,50	33,34
	OBRAS DE ARTE CORRENTES E DRENAGEM PROFUNDA			
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**Quant.Tot**	**DT**
45400	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS ATÉ 2,00 M - BUEIROS	m3	520,35	
45410	ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM TERRA - BUEIROS	m3	1.478,72	
45435	REATERRO DE VALAS C/ COMPACTAÇÃO VIBRATÓRIA - BUEIROS	m3	416,28	
41806	CORPO DE BSTC D=0,60M (EXCETO ESCAVAÇÃO)	m	36,00	
41816	CORPO DE BSTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO)	m	243,00	
41856	BOCA DE BSTC D=1,00M (AC/BC) - ESC. 0º	un	3,00	
47027	ESCAVAÇÃO MANUAL (CAIXAS)	m3	166,00	
41345	CAIXA COLETORA EM CONCRETO TUBO D=0,60M EXCETO ESCAVAÇÃO (AC/BC) CCT-01	un	1,00	
41346	CAIXA COLETORA EM CONCRETO TUBO D=0,80M EXCETO ESCAVAÇÃO (AC/BC) CCS-02	un	1,00	
2003505	CAIXA COLETORA DE SARJETA - CCS 15 - C/ GRELHA DE CONCRETO - TCC 01 AREIA E BRITA COM.	un	2,00	
2003740	CAIXA COLETORA DE TALVEGUE - CCT 07 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	un	2,00	
2003748	CAIXA COLETORA DE TALVEGUE - CCT 11 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	un	2,00	
2003672	CAIXA DE LIGAÇÃO E PASSAGEM - CLP-16 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	un	2,00	
	DRENAGEM SUPERFICIAL			
Código	**DISCRIMINAÇÃO**	**Unid**	**Quant.Tot**	**DT**
41317	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC02 (AC/BC)	m	477,00	
41332	MEIO FIO COM SARJETA - MFC03 (AC/BC)	m	1.337,70	
41334	MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05 (AC/BC)	m	2.169,85	
41338	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC03	m	53,00	
41339	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC04	m	31,00	
41340	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA03	m	144,00	
41370	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 04 (AC/BC)	un	1,00	
41371	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 01 (AC/BC)	un	10,00	
41372	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 02 (AC/BC)	un	4,00	
41375	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 05 (AC/BC)	un	3,00	

PLANILHA DE QUANTIDADES 2/2

GOINFRA - AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
DIRETORIA DE OBRAS RODOVIÁRIAS
Rodovia: **GO-020/GO-536 Trecho: ENTR. GO-020 / GO-536 (P/ SENADOR CANEDO)**
Obra: **Viadutos (2x) e ramos de acesso (Pista Direita e Esquerda)**
Extensão: **2,54 Km**

41385	ENTRADA D'ÁGUA - EDA 01 (AC/BC)	un	16,00	
41386	ENTRADA D'ÁGUA - EDA 02 (AC/BC)	un	1,00	
41414	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 02 (AC/BC)	m	19,00	
41415	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 03 (AC/BC)	m	12,50	
41422	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 02 (AC/BC)	m	98,00	
47023	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE) - MICRO BACIAS	m3	113,10	
42845	ENROCAMENTO DE PEDRA ARRUMADA - MICRO BACIAS	m3	1,53	
47050	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BÁSICO - DRENAGEM	tkm	146,13	
40451	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO - DRENAGEM	tkm	2.355,71	
40454	TRANSPORTE COMERCIAL DE TUBOS - DRENAGEM	tkm	7.417,34	
45205	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - OAE - DRENAGEM	tkm	11.695,62	

OBRAS COMPLEMENTARES

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quant.Tot	DT
40800	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	M	440,00	
40805	REMOÇÃO E RECOLOCAÇÃO DE CERCA	M	380,00	
20130	DEMOLIÇÃO MANUAL DE ALAMBRADO - POSTE DE CONCRETO/TELA/VIGA COM TRANSPORTE ATÉ CAÇAMBA E CARGA	M	430,00	
270702	ALAMBRADO COM POSTE DE CONCRETO E CINTA ARMADA PADRÃO GOINFRA	M	430,00	
40810	DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES	M	1.074,50	
COTAÇÃO	TRANSIÇÃO DE DEFENSA METÁLICA PARA BARREIRA RÍGIDA (TRIPLA ONDA 10m)	UND	8,00	
3713828	BARREIRA DUPLA DE CONCRETO, ARMADA, PRÉ-MOLDADA (P/ NEW JERSEY) - L>3,00M E H=810MM	M	191,00	
42836	CONCRETO FCK=15 MPA P/ DRENAGEM (LASTRO CONC. E=5CM CANTEIRO ENTRE PISTA E CICLOVIA)	m3	58,84	
41291	SOLO LOCAL / SELO DE ARGILA APILOADO (CANTEIRO ENTRE PISTA E CICLOVIA)	m3	152,98	
40815	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM RESINA ACRÍLICA (0,6 mm)	m2	2.923,81	
40830	TACHA REFLETIVA MONODIRECIONAL	Un	857,00	
40845	TACHÃO REFLETIVO BIDIRECIONAL	Un	25,00	
40855	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA	m2	27,01	
40855	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA- FASE OBRA	m2	58,61	
20600	TAPUME EM CHAPA COMPENSADA RESINADA 6MM COM PORTÕES E FERRAGENS - PADRÃO GOINFRA	m2	1.533,00	
40865	REVESTIMENTO VEGETAL EM PLACAS (GRAMA)	m2	4.052,92	
40870	REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS	m2	2.596,69	
40880	CONFORMAÇÃO DE TALUDE	m2	17.179,70	
40890	REVESTIMENTO VEGETAL POR HIDROSSEMEADURA	m2	17.179,70	
40895	SEMEADURA MANUAL	m2	61.167,88	
42820	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES	m3	125,37	
42825	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m3	0,52	
	RELOCAÇÃO DE REDE ELÉTRICA/ILUMINAÇÃO PÚBLICA - POSTES DE CONCRETO CIRCULAR	Un	5,00	
	RELOCAÇÃO DE REDE ELÉTRICA - POSTES DE CONCRETO DUPLO T	Un	8,00	

SOLO REFORÇADO COM FITA

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quant.Tot	DT
	MURO 01			
5405983	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 4,96 Kg/m3 - material de jazida	m3	1.236,51	
5405985	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 8,27 Kg/m3 - material de jazida	m3	2.940,83	
5406025	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 4,0 a 6m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	94,55	
5406027	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 6,0 a 8m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	50,70	
5406029	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 8,0 a 10m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	277,80	
45005	ESCAVAÇÃO MANUAL MAT. 1ª CAT.	m3	22,43	
45035	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m2	21,12	
45045	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - INFRAESTRUTURA	Kg	181,13	
45050	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	3,62	
	MURO 02			
5405983	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 4,96 Kg/m3 - material de jazida	m3	2.359,00	
5406043	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 9,9 Kg/m3 - material de jazida	m3	4.133,15	
5406025	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 4,0 a 6m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	150,82	
5406027	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 6,0 a 8m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	50,70	
5406029	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 8,0 a 10m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	65,40	
5406031	Muro de escama de concreto armado com fita metálica com altura de 10,0 a 12m - tipo 1 - areia e brita comerciais	m2	421,61	
45005	ESCAVAÇÃO MANUAL MAT. 1ª CAT.	m3	31,93	
45035	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m2	29,90	
45045	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - INFRAESTRUTURA	Kg	257,91	
45050	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	5,16	
40451	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO - MURO2	tkm	2.178,81	
45205	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - OAE - MURO2	tkm	195,48	

OBRAS DE ARTE ESPECIAL

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quant.Tot	DT
	VIADUTO 1 ENTR. GO-536 / GO-020	un	1,00	
	VIADUTO 2 ENTR. GO-536 / GO-020	un	1,00	

ADMINISTRAÇÃO, CANTEIRO DE OBRAS E MOBILIZAÇÃO - TIPO D1

Código	DISCRIMINAÇÃO	Unid	Quant.Tot	DT
42120	ADMINISTRAÇÃO LOCAL		1,00	
42220	CANTEIRO DE OBRA		1,00	
42301	MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO		1,00	

VIADUTO 1 GO-020

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA

Data Base MAR/2023
BDI= 26,55%

Empresa : LATITUDE ENGENHARIA
Descrição : PROJETO EXECUTIVO
Versão : VIADUTO 1 - ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)
Extensão : 52,24 m

			PREVISÃO INICIAL		
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
45	**45 - Serviços Preliminares OAE (PREVISTO NO ORÇAMENTO GERAL)**				
42190	ADMINISTRAÇÃO LOCAL - TIPO F	un	0,00		
42290	CANTEIRO DE OBRA - TIPO F	un	0,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
51	**51 - Escavação - OAE**				
45005	Escavação manual mat. 1A cat	m3	188,40		
45010	Escavação manual mat. 2A cat	m3	0,00		
45020	Escavação mecânizada	m3	0,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
52	**52 - Infra - Estrutura- Estacas Raiz**				
45045	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	13.126,41		
45052	Concreto fck=20MPa (AC/BC) -Argamassa p/ estaca Raiz	m3	70,62		
2306066	Estaca raiz em solo Ø=41cm	m	416,00		
2306071	Estaca raiz em rocha Ø=41cm	m	208,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
55	**55 - Meso - Travessas, Encontros, Laje de Transição, Pilares, Blocos e VT's**				
50003A	Forma chapa compensada plastificada 17mm - Curva	m2	127,90		
45110	Forma chapa compensada plastificada 12mm (incluso desforma)	m2	212,21		
45115	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	218,04		
45120	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	23.148,37		
45050	Concreto fck=15MPa (AC/BC) - LASTRO	m3	7,03		
45130	Concreto fck=25MPa (AC/BC)	m3	232,31		
120209	Impermeabilização-c/Cimento Cristalizante 3 Demãos	m2	33,88		
1109680	Argamassa para reparos e grauteamento - confecção em misturador e lançamento	m3	0,06		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
56	**56 - Escoramento**				
45135	Escoramento para ponte	m3	265,57		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
57	**57 - Super - Estrutura (Transversinas)**				
45150	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	40,18		
45155	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	1.443,85		
45167	Concreto fck=35MPa com aditivo (AC/BC)	m3	5,33		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
58	**58 - Super - Estrutura (Barreiras)**				
45150	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	183,92		
45155	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	2.872,32		
45130	Concreto fck=25MPa com aditivo (AC/BC)	m3	23,34		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
59	**59 - Super - Estrutura (Longarinas)**				
VIGA I	Viga "I" em concreto protendido com aderência inicial, para pontes classe TB-45, fck=35MPa, comprimento de 25,0m (vão), altura de 1,4m	Unid.	12,00		
45206	Transporte de vigas pré-moldadas em caminhão prancha 3 eixos - cap. 30 T	tkm	4.968,00		
3806420	Lançamento de vigas até 35 T	Unid.	12,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
60	**60 - Super - Estrutura (Laje)**				
45150	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	62,45		
45155	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	10.354,46		
45167	Concreto fck=35MPa com aditivo (AC/BC)	m3	113,55		
				Total do Grupo :	

VIADUTO 1 GO-020

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA

Data Base MAR/2023
BDI= 26,55%

Empresa : LATITUDE ENGENHARIA
Descrição : PROJETO EXECUTIVO
Versão : VIADUTO 1 - ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)
Extensão : 52,24 m

			PREVISÃO INICIAL		
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
62	**62 - Super - Estrutura (Pré-laje alveolar)**				
50018A	Pré-laje alveolar em concreto protendido com aderência inicial, com dimensões de (1,25x1,00)m, espessura de 0,09m, fck=35MPa	Unid.	180,00		
45151	Translado, lançamento e posicionamento de pré-laje	Unid.	180,00		
				Total do Grupo :	

Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
64	**64 - Transportes**				
47050	Transporte local de material básico	tkm	186,23		
45205	Transporte comercial de material básico	tkm	6.642,23		
45208	Transporte de Guindaste 60 T - Km rodado	km	120,00		
45205	Transporte comercial de agregados	tkm	9.189,71		
40436	Transporte local de concreto	tkm	8.921,30		
				Total do Grupo :	

Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
66	**66 - Serviços Complementares**				
45230	Drenos 100 mm	Unid.	60,00		
45235	Neopreme	kg	291,17		
307735	Junta Jenne 3550 w c/ labio polimerico	m	40,32		
42800	Gabiões (1.0 m)	m3	0,00		
42805	Gabiões (0.5 m)	m3	0,00		
45245	Limpeza geral	m2	1.576,08		
				Total do Grupo :	
				Total do Orçamento :	

VIADUTO 2 GO-020

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA

Data Base MAR/2023
BDI= 26,55%

Empresa : LATITUDE ENGENHARIA
Descrição : PROJETO EXECUTIVO
Versão : VIADUTO 2 - ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)
Extensão : 52,24 m

			PREVISÃO INICIAL		
Cód. Auxiliar	**Serviço (PREVISTO NO ORÇAMENTO GERAL)**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
45	**45 - Serviços Preliminares OAE**				
42190	ADMINISTRAÇÃO LOCAL - TIPO F	un	0,00		
42290	CANTEIRO DE OBRA - TIPO F	un	0,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
51	**51 - Escavação - OAE**				
45005	Escavação manual mat. 1A cat	m3	223,20		
45010	Escavação manual mat. 2A cat	m3	0,00		
45020	Escavação mecânizada	m3	0,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
52	**52 - Infra - Estrutura- Estacas Raiz**				
45045	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	13.126,41		
45052	Concreto fck=20MPa (AC/BC) -Argamassa p/ estaca Raiz	m3	70,62		
2306066	Estaca raiz em solo Ø=41cm	m	416,00		
2306071	Estaca raiz em rocha Ø=41cm	m	208,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
55	**55 - Meso - Travessas, Encontros, Laje de Transição, Pilares, Blocos e VT's**				
50003A	Forma chapa compensada plastificada 17mm - Curva	m2	127,90		
45110	Forma chapa compensada plastificada 12mm (incluso desforma)	m2	212,21		
45115	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	218,04		
45120	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	23.148,37		
45050	Concreto fck=15MPa (AC/BC) - LASTRO	m3	7,03		
45130	Concreto fck=25MPa (AC/BC)	m3	232,31		
120209	Impermeabilização-c/Cimento Cristalizante 3 Demãos	m2	33,88		
1109680	Argamassa para reparos e grauteamento - confecção em misturador e lançamento	m3	0,06		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
56	**56 - Escoramento**				
45135	Escoramento para ponte	m3	265,57		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
57	**57 - Super - Estrutura (Transversinas)**				
45150	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	40,18		
45155	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	1.443,85		
45167	Concreto fck=35MPa com aditivo (AC/BC)	m3	5,33		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
58	**58 - Super - Estrutura (Barreiras)**				
45150	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	183,92		
45155	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	2.872,32		
45130	Concreto fck=25MPa com aditivo (AC/BC)	m3	23,34		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
59	**59 - Super - Estrutura (Longarinas)**				
VIGA I	Viga "I" em concreto protendido com aderência inicial, para pontes classe TB-45, fck=35MPa, comprimento de 25,0m (vão), altura de 1,4m	Unid.	12,00		
45206	Transporte de vigas pré-moldadas em caminhão prancha 3 eixos - cap. 30 T	tkm	4.968,00		
3806420	Lançamento de vigas até 35 T	Unid.	12,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
60	**60 - Super - Estrutura (Laje)**				
45150	Forma chapa compensada plastificada 17mm (incluso desforma)	m2	62,45		
45155	Aço CA-50/60 aquisição, armação e colocação (incluso perdas)	kg	10.354,46		
45167	Concreto fck=35MPa com aditivo (AC/BC)	m3	113,55		
				Total do Grupo :	

VIADUTO 2 GO-020

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA

Data Base MAR/2023
BDI= 26,55%

Empresa : LATITUDE ENGENHARIA
Descrição : PROJETO EXECUTIVO
Versão : VIADUTO 2 - ENTR. GO-020 / ENTR. AV. PROGRESSO (SENADOR CANEDO)
Extensão : 52,24 m

			PREVISÃO INICIAL		
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
62	**62 - Super - Estrutura (Pré-laje alveolar)**				
50018A	Pré-laje alveolar em concreto protendido com aderência inicial, com dimensões de (1,24x0,60)m, espessura de 0,09m, fck=35MPa	Unid.	180,00		
45151	Translado, lançamento e posicionamento de pré-laje	Unid.	180,00		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
64	**64 - Transportes**				
47050	Transporte local de material básico	tkm	187,27		
45205	Transporte comercial de material básico	tkm	6.642,23		
45208	Transporte de guindaste 60 T - km rodado	km	120,00		
45205	Transporte comercial de agregados	tkm	9.229,81		
40436	Transporte local de concreto	tkm	8.959,24		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
66	**66 - Serviços Complementares**				
45230	Drenos 100 mm	Unid.	60,00		
45235	Neopreme	kg	291,17		
307735	Junta Jenne 3550 w c/ labio polimerico	m	40,32		
42800	Gabiões (1.0 m)	m3	0,00		
42805	Gabiões (0.5 m)	m3	0,00		
45245	Limpeza geral	m2	1.576,08		
				Total do Grupo :	
Cód. Auxiliar	**Serviço**	**Unid.**	**Quantidade**	**Preço Unitário**	**Total**
	- Terra Armada				
				Total do Orçamento :	

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICÁVEIS

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICÁVEIS

5.1 GENERALIDADES

As normas e especificações da GOINFRA e do DNIT são aplicáveis aos serviços projetados, norteando a melhor técnica para a definição, execução, controle, aceitação e pagamento dos serviços previstos, sendo parte integrante desse projeto.

5.1.1 Materiais

Todos os materiais deverão satisfazer às Especificações Gerais em vigor na Goinfra e às referidas especificações do DNIT. A critério da fiscalização, poderão ser examinados em laboratório para verificação da adequação às Especificações de Serviço, nos casos omissos, aos Métodos de Ensaio (ME) do DNIT.

5.1.2 Aceitação e Pagamento

Os serviços em conformidade com as especificações constantes nesse projeto serão aceitos e medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços, também se respeitando as disposições técnicas contidas nas referidas normas e especificações.

5.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As Normas e Especificações abaixo relacionadas são disponibilizadas pela Goinfra, e serviram de referência para elaboração do projeto, devendo ser observadas na execução dos serviços:

TERRAPLENAGEM

GOINFRA-ES-T 01/2019 Serviços Preliminares

GOINFRA-ES-T 02/2019 Caminhos de Serviço

GOINFRA-ES-T 03/2019 Cortes

GOINFRA-ES-T 04/2019 Empréstimos

GOINFRA-ES-T 05/2019 Aterros

GOINFRA-ES-T 06/2019 Aterro sobre solos compressíveis

PAVIMENTAÇÃO

GOINFRA-ES-PAV 01/2019 Regularização do Subleito

DNIT 138/2010 – ES Reforço do subleito

GOINFRA-ES-PAV 02/2019 Sub-Base Estabilizada Granulometricamente

GOINFRA-ES-PAV 03/2019 Reciclagem profunda de pavimentos

GOINFRA-ES-PAV 04/2019 Sub-Base e Base de Solo Melhorado com Cimento

GOINFRA-ES-PAV 05/2019 Brita Graduada

GOINFRA-ES-PAV 06/2019 Fresagem à frio

GOINFRA-ES-PAV 07/2019 Imprimação

GOINFRA-ES-PAV 08/2019 Pintura de Ligação

GOINFRA-ES-PAV 09/2019 Tratamento Superficial Duplo à Quente

GOINFRA-ES-PAV 12/2020 Concreto Asfáltico Usinado a Quente

GOINFRA-ES-PAV 13/2019 Lama Asfáltica

GOINFRA-ES-PAV 14/2019 Microrrevestimento Asfáltico a Frio

DRENAGEM

GOINFRA-ES-DRE 01/2019 Dispositivos de Drenagem Pluvial

GOINFRA-ES-DRE 02/2019 Dissipadores de Energia

GOINFRA-ES-DRE 03/2019 Drenos Subterrâneos

GOINFRA-ES-DRE 04/2019 Mantas Geotêxteis em dispositivos de drenagem

GOINFRA-ES-DRE 05/2019 Enroncamento

GOINFRA-ES-DRE 06/2019 Meio-Fio

GOINFRA-ES-DRE 07/2019 Sarjetas e Valetas

GOINFRA-ES-DRE 08/2019 Entradas e Descidas D'Água em Taludes

GOINFRA-ES-DRE 09/2019 Bueiros Tubulares

GOINFRA-ES-DRE 10/2019 Corta Rio

GOINFRA-ES-DRE 11/2019 Escavações para implantação de dispositivos de drenagem

OBRAS COMPLEMENTARES

GOINFRA-ES-OC 01/2019 Cercas

GOINFRA-ES-OC 02/2019 Proteção Vegetal

SINALIZAÇÃO

GOINFRA-ES-SIN 01/2019 Sinalização Horizontal

GOINFRA-ES-SIN 01/2019 Sinalização Vertical

PROTEÇÃO DO CORPO ESTRADAL

DNIT 070/2006 - PRO - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento

DNIT 078/2006 - PRO - Condicionantes ambientais pertinentes à segurança rodoviária na fase de obras – Procedimento

RECOMENDAÇÕES E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

GOINFRA IG-01/2019 – INFORMAÇÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS

GOINFRA MED-TER 01/2019 - TERRAPLENAGEM

GOINFRA MED-PAV 01/2019 - PAVIMENTAÇÃO