

ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte - GOINFRA

Projeto Básico de Engenharia para Melhoramento Geométrico e Revestimento Primário

Rodovia: GO-401
Trecho: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174
Subtrecho: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174
Segmento: Serra 01 (km 17,2 e 19,12)
Extensão: 1,92 km
Códigos SRE: 401EGO0010

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

NOVEMBRO/2021

ESTADO DE GOIÁS

Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte - GOINFRA

GERÊNCIA DE PROJETOS DE OBRAS RODOVIÁRIAS

Projeto Básico de Engenharia para Melhoramento Geométrico e Revestimento Primário

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

COORDENAÇÃO: Gerência de Projetos de Obras Rodoviárias

ELABORAÇÃO: Basitec Projetos e Construções Ltda

Sumário

1	Apresentação.....	4
1.1	Dados da Obra.....	4
1.2	Histórico de Versões.....	4
1.3	Mapa de Situação.....	5
1.4	Anotações de responsabilidade Técnica	6
2	Estudos Topográficos.....	11
3	Estudos Geotécnicos.....	19
3.1	Estudo de Subleito	19
3.2	Jazida de Material Granular	45
4	Estudos Hidrológicos	52
4.1	Caracterização da Área de Projeto.....	52
4.2	Metodologia do Estudo Hidrológico	65
4.3	Bases Cartográficas e Dados Topográficos.....	80
4.4	Resultados do Estudo Hidrológico	80
5	Projeto Geométrico	82
5.1	Parâmetros Técnicos do Projeto	82
5.2	Características Gerais	82
5.3	Soluções de Interferências	84
5.4	Adequações Geométricas	84
5.5	Apresentação do Projeto	88
5.6	Notas de Serviço.....	88
6	Projeto de Terraplenagem.....	91
6.1	Elaboração do projeto de terraplenagem	91
6.2	Seção transversal tipo	91
6.3	Classificação dos materiais da terraplenagem	94
6.4	Rebaixos de Subleito	94
6.5	Rebaixos de Cortes.....	94
6.6	Bota-foras.....	95
6.7	Cálculo dos volumes e diagrama de massas	95
6.8	Determinação das distâncias de transporte.....	96
6.9	Orientações de terraplenagem	96
6.10	Instruções para confecção dos aterros	97
6.11	Resumo Geral de Terraplenagem.....	97
6.12	Apresentação dos Resultados	98
6.13	Planilhas de Cálculos de Volumes	98
7	Projeto de Pavimentação	101

7.1	Solução Adotada	101
7.2	Condições Gerais	101
7.3	Quantitativos de Serviço	102
7.4	Quadros Complementares	103
7.5	Plano de recuperação das Jazidas	103
8	Projeto de Drenagem	105
8.1	Projeto de Drenagem Superficial	105
8.2	Drenagem Subterrânea	110
8.3	Considerações do Projeto de Drenagem.....	111
8.4	Cálculo do Comprimento Limite.....	114
9	Projeto de Obras Complementares	121
9.1	Cadastro de Interferências.....	121
9.2	Metodologia	121
9.3	Defensa Metálica.....	121
9.4	Terminais de Dispositivos de Contenção Longitudinal.....	122
9.5	Cerca de Arame Farpado.....	123
9.6	Recuperação Vegetal.....	124
10	Memórias de Cálculo.....	127
10.1	Terraplenagem	127
10.2	Pavimentação.....	128
10.3	Drenagem.....	128
10.4	Obras Complementares	129
11	Quantitativos de Serviço e Orçamento	131

1 APRESENTAÇÃO

Basitec Projetos e Construções LTDA apresenta o Volume 01 - Relatório de Projeto Básico para Melhoramentos da Rodovia GO-401, SRE 401EGO0010, na travessia de um segmento de serra, localizado entre os km 17,2 e 19,12. A delimitação do trecho foi feita em conjunto com o engenheiro de campo da GOINFRA, responsável pela manutenção da regional em que a rodovia se encontra inserida.

A proposta geral foi a de manter ao máximo a diretriz existente, fazendo pequenos ajustes em curvas e tangentes, e ajustando a altimetria de modo a reduzir a inclinação das rampas longitudinais, melhorando a trafegabilidade e drenagem dos trechos de rodovia. Ou seja, o projeto tem como principal objetivo a melhoria da trafegabilidade, principalmente, em período de chuva, não se tratando, portanto, de implantação de rodovia.

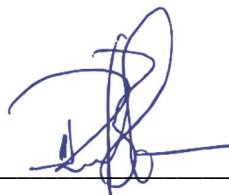
Assim sendo, o projeto consiste em melhoramentos planialtimétricos, revestimento primário, implantação de dispositivos de drenagem superficial, relocação de cercas de faixa de domínio e revestimento vegetal em taludes.

As orientações normativas da GOINFRA e DNIT serviram como referências e foram ao máximo atendidas, quando possível, na melhor relação técnico-econômico.

1.1 DADOS DA OBRA

- Rodovia: GO-401
- Trecho: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174
- Subtrecho: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174
- Segmento: km 17,2 e 19,12
- Extensão: 1,92 km
- Código SRE: 401EGO0010

Coordenação Geral dos Trabalhos:



Engº Rafael Basilio – CREA-GO 8.130/D

1.2 HISTÓRICO DE VERSÕES

ASSUNTO: Volume 01 – Relatório de Projeto		
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA
00	Emissão inicial	28/07/2021
01	Minuta Revisada	30/09/2021
02	Minuta Revisada	08/11/2021

1.3 MAPA DE SITUAÇÃO



Figura 1: Mapa de localização geral



Figura 2: Mapa de localização local

1.4 ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

A seguir são apresentadas as ARTs dos responsáveis pela elaboração do presente projeto.



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

CREA-GO**ART Obra ou serviço**
1020210211686

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe a 1020210209181

1. Responsável Técnico

ANTONIO ALBERTO BASILIO

RNP: 2601002417

Título profissional: **Engenheiro Civil**

Registro: 31482/D-SP

Empresa contratada: **BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA - Registro CREA-GO: 3552**

2. Dados do Contrato

Contratante: **IFAG-INSTITUTO PARA FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS**CPF/CNPJ: **24.081.308/0001-77**

Rua 87, Nº 708

Bairro: Setor Sul

CEP: 74093-300

Quadra: - Lote: -

Complemento: ED. FAEG

Cidade: Goiânia-GO

E-Mail:

Fone: (-)-

Contrato: 0

Celebrado em: 23/02/2021

Valor Obra/Serviço R\$: 290.000,00

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia DIVERSAS, Nº -

Bairro: DIVERSOS

CEP: 75860-000

Quadra: - Lote: -

Complemento:

Cidade: diversas-GO

Data de Início: 23/02/2021

Previsão término: 23/10/2021

Coordenadas Geográficas: -18.419283684,-50.471337242

Finalidade: **Infra-estrutura**Proprietário: **GOINFRA - AGENCIA GOIANA DE
INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES**CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**

E-Mail:

Fone: (-) -

Tipo de proprietário: Pessoa
Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ATUACAO

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

Quantidade

Unidade

4,20

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

4,42

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

2,40

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

2,54

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

1,64

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

1,92

KILOMETROS

SUPERVISAO OU COORDENACAO

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

Quantidade

Unidade

4,20

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

4,42

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

2,40

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

2,54

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

1,64

KILOMETROS

PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

1,92

KILOMETROS

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

Elaboração e Coordenação de Projeto Executivo de Engenharia relativos à Cortes de Serra dos trechos rodoviários a seguir: Matrinchã-GO-070 - SRE 070EGO0320 - Km 250,25 a 252,65 / Km 276,60 a 278,40 - 4,2 Km Piranhas - GO-188 - SRE 188EGO0010 - Km 6,62 a 8,26 / Km 36,70 a 37,86 / Km 46,86 a 48,44 - 4,42 Km Caiapônia - GO-341 - SRE 341EGO0150 - Km 173,36 a 174,26 / Km 178,56 a 179,32 / Km 180,62 a 181,36 - 2,4 Km Santa Rita do Araguaia - GO-461 - SRE 461EGO0015 - Km 32,11 a 34,65 - 2,54 Km Itarumã - GO-178 - SRE 178EGO0050 - Km 55,16 a 56,80 - 1,64 Km Quirinópolis - GO-401 - SRE 401EGO0010 - Km 17,20 a 19,12 - 1,92 Km. O escopo do trabalho prevê a Elaboração de Projeto Básico de implantação em 9 segmentos de transposição de serra, todos georreferenciados pela Goinfra

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

Goiânia, 27 de setembro de 2021
Local Data

ANTONIO ALBERTO BASILIO - CPF: 474.514.678-72

IFAG-INSTITUTO PARA FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE
GOIÁS - CPF/CNPJ: 24.081.308/0001-77

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



Valor da ART: 88,78	Registrada em 23/09/2021	Valor Pago R\$ 88,78	Nosso Numero 28320690121210425	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------



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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020210209181

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico	
RAFAEL BASILIO	RNP: 1007749008
Título profissional: Engenheiro Civil	Registro: 8130/D-GO
Empresa contratada: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA - Registro CREA-GO: 3552	

2. Dados do Contrato	
Contratante: IFAG-INSTITUTO PARA FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS	CPF/CNPJ: 24.081.308/0001-77
Rua 87, Nº 708	Bairro: Setor Sul
Quadra: - Lote: -	Cidade: Goiânia-GO
E-Mail:	Fone: (-)-
Contrato: 0	Celebrado em: 23/02/2021
	Valor Obra/Serviço R\$: 290.000,00
	Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável	

3. Dados da Obra/Serviço	
Rodovia DIVERSAS , Nº -	Bairro: DIVERSOS
Quadra: - Lote: -	Cidade: diversas-GO
Data de Início: 23/02/2021	CEP: 75860-000
Previsão término: 23/10/2021	Coordenadas Geográficas: -18.419283684,-50.471337242
Finalidade: Infra-estrutura	
Proprietário: GOINFRA - AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES	CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06
E-Mail:	Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Público
	Fone: (-) -

4. Atividade Técnica	
ATUACAO	Quantidade
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,20
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,42
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,40
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,54
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,64
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,92
SUPERVISAO OU COORDENACAO	Quantidade
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,20
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,42
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,40
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,54
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,64
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,92
Unidade	
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	QUILOMETROS
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	QUILOMETROS
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	QUILOMETROS
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	QUILOMETROS
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	QUILOMETROS
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	QUILOMETROS
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
Elaboração de Projeto Executivo de Engenharia relativos à Cortes de Serra dos trechos rodoviários a seguir: Matrinhã-GO-070 - SRE 070EGO0320 - Km 250,25 a 252,65 / Km 276,60 a 278,40 - 4,2 Km Piranhas - GO-188 - SRE 188EGO0010 - Km 6,62 a 8,26 / Km 36,70 a 37,86 / Km 46,86 a 48,44 - 4,42 Km Caiapônia - GO-341 - SRE 341EGO0150 - Km 173,36 a 174,26 / Km 178,56 a 179,32 / Km 180,62 a 181,36 - 2,4 Km Santa Rita do Araguaia - GO-461 - SRE 461EGO0015 - Km 32,11 a 34,65 - 2,54 Km Itarumã - GO-178 - SRE 178EGO0050 - Km 55,16 a 56,80 - 1,64 Km Quirinópolis - GO-401 - SRE 401EGO0010 - Km 17,20 a 19,12 - 1,92 Km. O escopo do trabalho prevê a Elaboração de Projeto Básico de implantação em 9 segmentos de transposição de serra, todos georreferenciados pela Goinfra

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	9. Informações
NENHUMA	- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
8. Assinaturas	- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br .
Declaro serem verdadeiras as informações acima	- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
Goiânia, 27 de setembro de 2021	- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.
Local: _____	

RAFAEL BASILIO - CPF: 530.476.801-91	
IFAG-INSTITUTO PARA FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS - CPF/CNPJ: 24.081.308/0001-77	
	www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200
	
	

Valor da ART: 233,94	Registrada em: 22/09/2021	Valor Pago: R\$ 233,94	Nosso Numero: 28320690121208010	Situação: Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
----------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	---------------------------	----------------

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977**CREA-GO****ART Obra ou serviço**
1020210211712

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020210209181

1. Responsável Técnico JOAO BAHIA EVANGELISTA CABRAL Título profissional: Engenheiro Civil Empresa contratada: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA - Registro CREA-GO: 3552 RNP: 1010030086 Registro: 20755/D-GO																						
2. Dados do Contrato Contratante: IFAG-INSTITUTO PARA FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS CPF/CNPJ: 24.081.308/0001-77 Rua 87, Nº 708 Bairro: Setor Sul CEP: 74093-300 Quadra: - Lote: - Complemento: ED. FAEG Cidade: Goiânia-GO Fone: (-)- E-Mail: Contrato: 0 Celebrado em: 23/02/2021 Valor Obra/Serviço R\$: 290.000,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável																						
3. Dados da Obra/Serviço Rodovia DIVERSAS, Nº - Bairro: DIVERSOS CEP: 75860-000 Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: diversas-GO Data de Início: 23/02/2021 Previsão término: 23/10/2021 Coordenadas Geográficas: -18.419283684,-50.471337242 Finalidade: Infra-estrutura CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06 Proprietário: GOINFRA - AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Público E-Mail: Fone: (-) -																						
4. Atividade Técnica <table border="1"><thead><tr><th>ATUACAO</th><th>Quantidade</th><th>Unidade</th></tr></thead><tbody><tr><td>PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO</td><td>4,20</td><td>QUILOMETROS</td></tr><tr><td>PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO</td><td>4,42</td><td>QUILOMETROS</td></tr><tr><td>PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO</td><td>2,40</td><td>QUILOMETROS</td></tr><tr><td>PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO</td><td>2,54</td><td>QUILOMETROS</td></tr><tr><td>PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO</td><td>1,64</td><td>QUILOMETROS</td></tr><tr><td>PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO</td><td>1,92</td><td>QUILOMETROS</td></tr></tbody></table> 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		ATUACAO	Quantidade	Unidade	PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,20	QUILOMETROS	PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,42	QUILOMETROS	PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,40	QUILOMETROS	PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,54	QUILOMETROS	PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,64	QUILOMETROS	PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,92	QUILOMETROS
ATUACAO	Quantidade	Unidade																				
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,20	QUILOMETROS																				
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	4,42	QUILOMETROS																				
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,40	QUILOMETROS																				
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	2,54	QUILOMETROS																				
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,64	QUILOMETROS																				
PROJETO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO	1,92	QUILOMETROS																				
5. Observações Elaboração de Projeto Executivo de Engenharia relativos à Cortes de Serra dos trechos rodoviários a seguir: Matrinhã-GO-070 - SRE 070EGO0320 - Km 250,25 a 252,65 / Km 276,60 a 278,40 - 4,2 Km Piranhas - GO-188 - SRE 188EGO0010 - Km 6,62 a 8,26 / Km 36,70 a 37,86 / Km 46,86 a 48,44 - 4,42 Km Caiapônia - GO-341 - SRE 341EGO0150 - Km 173,36 a 174,26 / Km 178,56 a 179,32 / Km 180,62 a 181,36 - 2,4 Km Santa Rita do Araguaia - GO-461 - SRE 461EGO0015 - Km 32,11 a 34,65 - 2,54 Km Itarumã - GO-178 - SRE 178EGO0050 - Km 55,16 a 56,80 - 1,64 Km Quirinópolis - GO-401 - SRE 401EGO0010 - Km 17,20 a 19,12 - 1,92 Km. O escopo do trabalho prevê a Elaboração de Projeto Básico de implantação em 9 segmentos de transposição de serra, todos georreferenciados pela Goinfra																						
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	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.																					
8. Assinaturas Declaro serem verdadeiras as informações acima Local _____ de _____ Data _____ de _____ JOAO BAHIA EVANGELISTA CABRAL - CPF: 018.118.481-84 IFAG-INSTITUTO PARA FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS - CPF/CNPJ: 24.081.308/0001-77	 www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200 																					
Valor da ART: 88,78	Registrada em 23/09/2021	Valor Pago R\$ 88,78	Nosso Numero 28320690121210460	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT																



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

CREA-GO

ART Múltipla
1020210208042

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Item 6

1. Responsável Técnico RODRIGO ANTUNES DA ROCHA Título profissional: Engenheiro Civil RNP: 1003584845 Registro: 11373/D-GO Empresa contratada: R.ANTUNES DA ROCHA CONSTRUÇÕES EIRELI - ME - Registro CREA-GO: 19615	
2. Dados do Contrato Contratante: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA Finalidade: Outro CPF/CNPJ: 33.342.551/0001-92	
3. Dados da Obra/Serviço RODOVIA GO-47 541408 7971494 ESTACA 47, N° S/N Cidade: QUIRINÓPOLIS-GO Data de Início: 30/08/2021 Bairro: ZONA RURAL CEP: 75801-873 Complemento: Previsão término: 20/09/0021 Documento: Ordem de Serviço 06	
4. Atividade Técnica ATUACAO EXECUCAO SONDAGEM 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 ART REFERENTE À RELATÓRIOS DE FUROS DE SONDAGEM TIPO SPT	
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	9. Informações - A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do CREA. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br ou www.confrea.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.
8. Assinaturas Declaro serem verdadeiras as informações acima Local: _____ Data: _____ R.ANTUNES DA ROCHA CONSTRUÇÕES EIRELI ME: 17158083000144 RODRIGO ANTUNES DA ROCHA - CPF: 910.634.691-04 RAFAEL BASILIO: 53047680191 BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA - CPF/CNPJ: 33.342.551/0001-92 Assinado de forma digital por R.ANTUNES DA ROCHA CONSTRUÇÕES EIRELI ME: 17158083000144 Dados: 2021.10.11 16:27:02 -03'00' Assinado de forma digital por RAFAEL BASILIO: 53047680191 Dados: 2021.11.08 09:56:02 -03'00'	
www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel. (62) 3221-6200	

Registrada em 11/10/2021	Valor Pago R\$ 154,55	Nosso Numero 28320690121226226	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
-----------------------------	--------------------------	-----------------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------



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

CREA-GO

ART Múltipla
1020210252340

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Item 1

1. Responsável Técnico	
RODRIGO ANTUNES DA ROCHA Título profissional: Engenheiro Civil	
RNP: 1003584845 Registro: 11373/D-GO	
Empresa contratada: R.ANTUNES DA ROCHA CONSTRUÇOES EIRELI - ME - Registro CREA-GO: 19615	
2. Dados do Contrato	
Contratante: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA	CPF/CNPJ: 33.342.551/0001-92
Finalidade: Outro	
3. Dados da Obra/Serviço	
RODOVIA GO-47 541408 7971494 ESTACA 47, Nº S/N	Bairro: ZONA RURAL CEP: 75801-873
Cidade: QUIRINÓPOLIS-GO	Complemento:
Data de Início: 13/10/2021	Previsão término: 30/10/2021 Documento: Ordem de Serviço 01
4. Atividade Técnica	
ATUACAO	QuantidadeUnidade
EXECUCAO SONDAGEM	1.0000 UNIDADES
<i>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.</i> <i>Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART</i>	
5. Observações	
ART REFERENTE À EXECUÇÃO DE FUROS DE SONDAGEM TIPO MISTA	
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	9. Informações
NENHUMA	- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do CREA. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br ou www.confea.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.
8. Assinaturas	
Declaro serem verdadeiras as informações acima	
Local: _____ Data: _____	
RODRIGO ANTUNES DA ROCHA: 910.634.691-04	Assinado de forma digital por RODRIGO ANTUNES DA ROCHA: 91063469104
RODRIGO ANTUNES DA ROCHA - CPF: 910.634.691-04	Dados: 2021.11.10 12:44:19 -03'00'
RAFAEL BASILIO: 53047680191	Assinado de forma digital por RAFAEL BASILIO: 53047680191
BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA - CPF/CNPJ: 33.342.551/0001-92	Dados: 2021.11.10 15:27:08 -03'00'
www.creago.org.br atendimento@creago.org.br	
Tel. (62) 3221-6200	

Registrada em 09/11/2021	Valor Pago R\$ 88,78	Nosso Numero 28320690121250675	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------



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

CREA-GO

ART Múltipla
1020210252340

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Item 2

1. Responsável Técnico					
RODRIGO ANTUNES DA ROCHA Título profissional: Engenheiro Civil					
RNP: 1003584845 Registro: 11373/D-GO					
Empresa contratada: R.ANTUNES DA ROCHA CONSTRUÇOES EIRELI - ME - Registro CREA-GO: 19615					
2. Dados do Contrato					
Contratante: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA	CPF/CNPJ: 33.342.551/0001-92				
Finalidade: Outro					
3. Dados da Obra/Serviço					
RODOVIA GO-401 54.1478 7971721 ESTACA 59, Nº S/N	Bairro: ZONA RURAL CEP: 75801-873				
Cidade: QUIRINÓPOLIS-GO	Complemento:				
Data de início: 19/10/2021	Previsão término: 30/10/2021 Documento: Ordem de Serviço 02				
4. Atividade Técnica					
ATUACAO EXECUCAO SONDAGEM 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					
Quantidade 1.0000 Unidade UNIDADES					
5. Observações					
ART REFERENTE À EXECUÇÃO DE FUROS DE SONDAGEM TIPO MISTA					
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	9. Informações				
NENHUMA	- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do CREA. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br ou www.confea.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.				
8. Assinaturas					
Declaro serem verdadeiras as informações acima					
Local: RODRIGO ANTUNES DA ROCHA: 91 0634691 04 Data: 2021.11.10 12:44:39 -0300 Assinado de forma digital por RODRIGO ANTUNES DA ROCHA: 91063469104 RODRIGO ANTUNES DA ROCHA - CPF: 910.634.691-04 RAFAEL BASILIO: 53047680191 Assinado de forma digital por RAFAEL BASILIO: 53047680191 Data: 2021.11.10 15:27:29 -0300 BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA - CPF/CNPJ: 33.342.551/0001-92	www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200 				
Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
09/11/2021	R\$ 88,78	28320690121250675	Registrada/OK		

2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os levantamentos topográficos foram realizados em consonância com a IP-02 da GOINFRA.

Os estudos topográficos foram realizados de acordo com o processo Eletrônico-Digital. Foram realizados com a utilização de equipamentos GPS (Global Positioning System) e de Estação Total.

Com os dados decorrentes dos levantamentos planialtimétricos foram elaboradas, com auxílio de dois softwares específicos para projetos rodoviários, no caso Topcon Tools, TopoGraph e Civil 3D, plantas cartográficas em arquivos eletrônicos, onde foi restituída a superfície levantada e foram representados todos os elementos de interesse para o projeto.

2.1.1 Área de Levantamento

O levantamento topográfico foi realizado na faixa de domínio da rodovia existente. A premissa adotada para o projeto de melhoramentos seria a de manter a diretriz existente, fazendo ajustes em curvas horizontais e melhoramentos de greide de modo a eliminar as rampas longitudinais com inclinação superior a 10%.

2.1.2 Metodologia

Os estudos topográficos foram realizados de acordo com o processo Eletrônico-Digital. Foram realizados com a utilização de equipamentos GPS (Global Positioning System) e de Estação Total.

Com os dados decorrentes dos levantamentos planialtimétricos foram elaboradas, com auxílio de dois softwares específicos para projetos rodoviários, no caso TopoGraph e Civil 3D, plantas cartográficas em arquivos eletrônicos, onde foi restituída a superfície levantada e foram representados todos os elementos de interesse para o projeto

Os estudos topográficos foram desenvolvidos efetuando-se as amarrações às referências oficiais locais. Além dos levantamentos de campo, também foi utilizado neste projeto fotografias de satélite.

2.1.3 Desenvolvimento das Atividades de Campo

- a) Os trabalhos tiveram início com o levantamento planialtimétrico cadastral georreferenciado do sistema viário existente e após a sobreposição deste levantamento em imagens de Satélite e inspeção em campo, definiu-se uma diretriz de projeto;
- b) O transporte de coordenadas para a obra teve sua origem na Rede Geodésica Brasileira e a solução utilizada foi o P.P.P. (posicionamento por ponto preciso) calculado pelo IBGE. Os Vértices implantados foram materializados no campo por marcos de concreto com plaquetas de identificação e indicados na folha de projeto geométrico;
- c) Para o levantamento foi realizado utilizando o processo Stop and Go por meio do Sistema GNSS RTK (correção diferencial em tempo real) apoiados nos vértices já implantados e foram coletados uma nuvem de pontos, adensados conforme variação do relevo, dentro da faixa de largura variável;
- d) Sempre a partir dos vértices de referências foram feitos os levantamentos do terreno natural, talvegues, cursos d'água, prédios, vias, muros, cercas, meios-fios, árvores, postes, locais de interseções, acessos, obras-de-arte, redes de serviços públicos, obras de arte correntes e complementares, enfim, quaisquer outros elementos que requeiram dados do terreno para ser detalhados;
- e) Os dados coletados foram processados e desenhados no Sistema MetricaTopo, com geração do MDT (modelo digital do terreno) e curvas de nível interpoladas a cada metro e as precisões obtidas estão conforme as especificações relacionadas nas descrições dos equipamentos.

2.1.4 Desenvolvimento das Atividades de Escritório

- a) Com os dados decorrentes dos levantamentos planialtimétricos foram elaboradas, com auxílio de dois softwares específicos para projetos rodoviários, no caso Topcon Tools, TopoGraph e Civil 3D, plantas cartográficas em arquivos eletrônicos, onde foi restituída a superfície levantada e foram representados todos os elementos de interesse para o projeto;
- b) A partir da restituição do terreno foi desenvolvido o projeto geométrico analítico da via em estudo. Todos os pontos notáveis do eixo, como PI, PC, PT, TS, SC, CS, e ST, foram apresentados com suas três coordenadas, (x, y, z) de modo a permitir a sua materialização em campo;

- c) Com o eixo de projeto definido foi levantado o respectivo perfil longitudinal. Com base neste perfil será desenvolvido o projeto geométrico.

2.1.5 Implantação dos Marcos geodésicos de apoio GNSS (Global Navigation Satellite System)

Para cada segmento estudado foram implantados 2 marcos de concreto, interviveis, pelo método GNSS estático. Para implantação destas bases, usamos marcos de concreto, em formato de tronco de pirâmide, de 60 cm de altura e chapa de alumínio no topo.

Os marcos foram cravados nos cantos de cercas, em local protegido. O primeiro marco base, denominado principal, foi ocupada por um receptor de dupla frequência, por um período superior a 2 horas e, posteriormente, processada no software Topcon Tools, usando como referência a RBMC (rede brasileira de monitoramento contínuo), do IBGE. O segundo marco, denominado de referência, foi rastreado por um período de 30 minutos, devido à proximidade do marco principal. Também foi usado um receptor de dupla frequência para o rastreamento, e os dados processados no software topcon tools. Segue em anexo, relatório do processamento desta estação informando coordenadas, tempo de ocupação, tipo de receptor e precisões obtidas.

2.1.6 Levantamento topográfico cadastral e Seções Transversais

Após a implantação das bases principais de apoio, iniciou-se o levantamento das seções transversais e do cadastro de pontos da rodovia, que foram levantadas pelo método GNSS RTK.

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.

Após a conclusão do levantamento, os dados de campo foram descarregados, em 2 formatos, um no formato nativo do receptor e outro, no formato de texto, 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.

2.1.7 Equipamentos

Para a realização do levantamento de campo foram utilizados os seguintes equipamentos:

- *Um par de Receptores GNSS da marca TopoMap, modelo T20 de dupla frequência (L1/L2) com RTK integrado com radio externo;*
- *Coletora com software LandStar CE;*
- *Bastões e tripé para apoio dos receptores*
- *Dados gravados na coletora no formato nativo e formato txt*

2.1.8 Relatório de Processamento

RODOVIA GO-401

Project name: M-10.ttp

Project folder: C:\Tg98SE\BASITEC\SERRAS\LOTE 26 GO401 QUIRINOPOLIS\30_03\Processamento

Creation time: 08/04/2021 09:51:06

Created by: Eneias

Comment:

Linear unit: Meters

Angular unit: DMS

Projection: UTMSouth-Zone_22 : 54W to 48W

Datum: SIRGAS

Geoid:

Time Zone: GMT Standard Time

Adjustment

COORDENADAS UTM

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
M10	7971119,069	541471,087	639,050
M11	7970971,109	541699,543	614,246

COORDENADAS GEOGRAFICAS

Name	Latitude	Longitude	Elevation (m)
M10	18°20'57,63530"S	50°36'26,92050"W	639,050
M11	18°21'02,43343"S	50°36'19,12533"W	614,246

DESVIO PADRAO

Name	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev Hz (m)
M10	0,000	0,000	0,000
M11	0,001	0,002	0,002

FATOR DE ESCALA

Name	Combined Grid to Ground Scale Factor	Convergence
M10	1,000479226310	-0°07'24,8579"
M11	1,000475096493	-0°07'27,3434"

PRECISAO

Name	dN (m)	dE (m)	dZ (m)	North RMS(m)	East RMS(m)	Vert RMS (m)	CorrXY	CorrXZ	CorrYZ
M10-M11	-147,960	228,456	-132,225	0,001	0,002	0,003	-0,5605	-0,3221	0,6240

DISTANCIA SOLUCAO ORBITA E PDOP

Name	Distance (m)	Orbit	Solution Type	PDOP	HDOP	VDOP
M10-M11	273,442	Precise	Fixed	1,641	0,785	1,441

GPS Occupations

Duration	Point Name	Original Name	Start Time	Stop Time	Method	Interval (msec)	Antenna Type
01:05:30	M10	10	30/03/2021 16:00:30	30/03/2021 17:06:00	Static	5000	
00:29:30	M11	11	30/03/2021 16:26:30	30/03/2021 16:56:00	Static	5000	

Point Summary

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
M10	7971119,069	541471,087	639,050	
M11	7970971,109	541699,543	614,246	



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: 10

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2021/03/30 16:00:30,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2021/03/30 17:05:55,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NÃO DISPONÍVEL
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,730
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,89 GPS 1,44 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,93 GPS 1,08 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (Ez. que deve ser usada) ⁴	-18° 20' 57,6353"	-50° 36' 26,9205"	639,05	7971119.069	541471.087	-51
Na data do levantamento ⁵	-18° 20' 57,6273"	-50° 36' 26,9225"	639,05	7971119.315	541471.029	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,015	0,024	0,028			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-6,72					
Altitude Ortométrica (m)	645,77					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCen).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

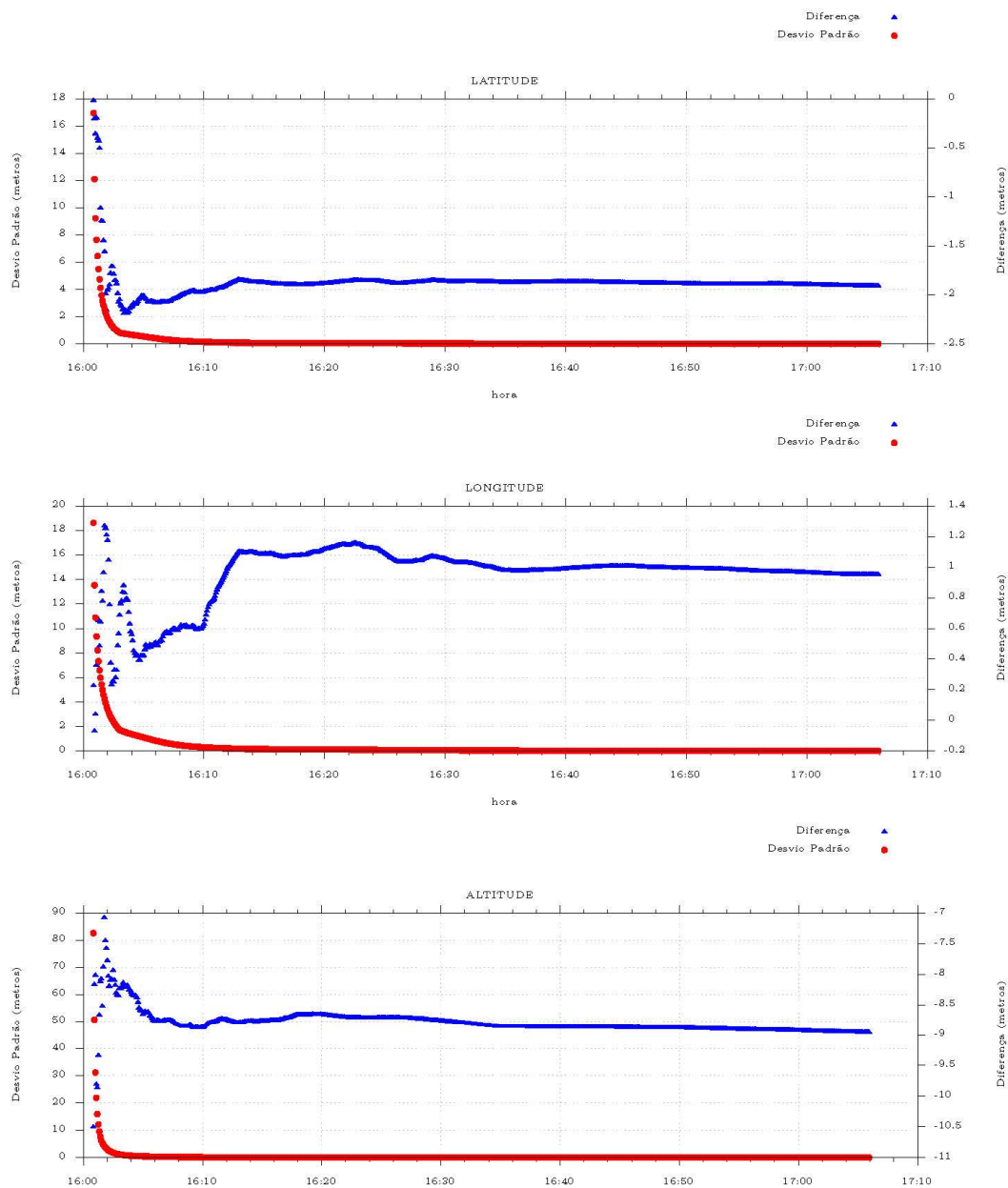
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.

Em caso de dúvida, critique ou sugira alterações: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7215151.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCen).

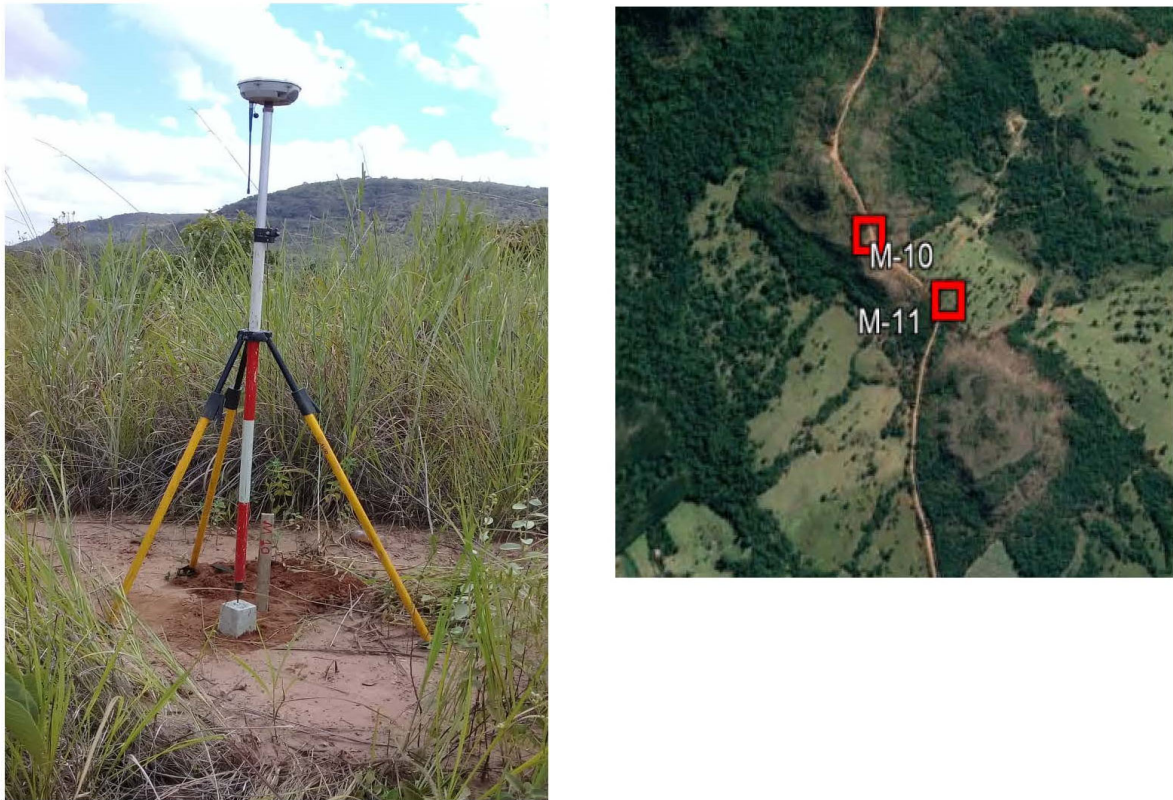
Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori
10.210



2.1.9 Monografias dos Marcos

A seguir são apresentadas as monografias dos marcos de referência implantados em campo.

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)					
Nome	M10	Referência	IBGE	Data rastreo	ABR /2021
Estado	GO	Município	Quirinópolis	Local	Rodovia GO-401
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS 1980	Meridiano central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	18°20'57,63530"S	Longitude	50°36'26,92050"W	Altitude elipsoidal (h)	639,050
Sigma latitude (m)	0,000	Sigma longitude (m)	0,000	Sigma altitude (m)	0,000
Ondulação geoidal (mapgeo2015 IBGE)	-6,72			Altitude ortométrica (h)	645,800
COORDENADAS UTM					
Norte (m)	7.971.119,069	Este (m)	541.471,087	Altitude ortométrica adotada (h)	645,770
DESCRIÇÃO					
marco de concreto, com 60 cm de altura, com chapa de alumínio no topo.					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					
O marco está localizado no lado direito da rodovia próximo à uma cerca.					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)

Nome	M11	Referência	M10	Data rastreio	ABR /2021
Estado	GO	Município	Quirinópolis	Local	Rodovia GO-401
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS 1980	Meridiano central	-51°W

DATUM: SIRGAS 2000

COORDENADAS GEODÉSICAS

Latitude	18°21'02,43343"S	Longitude	50°36'19,12533"W	Altitude elipsoidal (h)	614,246
Sigma latitude (m)	0,001	Sigma longitude (m)	0,002	Sigma altitude (m)	0,002
Ondulação geoidal (mapgeo2015 IBGE)	-6,72			Altitude ortométrica (h)	620,966

COORDENADAS UTM

Norte (m)	7.970.971,109	Este (m)	541.699,543	Altitude ortométrica adotada (h)	620,966
-----------	---------------	----------	-------------	----------------------------------	---------

DESCRIÇÃO

Marco de concreto, com 60 cm de altura, com chapa de alumínio no topo.

FOTOGRAFIAS



ITINERÁRIO

O marco está localizado no lado direito da rodovia próximo à uma cerca.

3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram executados de acordo com orientações da IP-07 da GOINFRA, de acordo com as orientações para fase de projeto básico, de modo a subsidiar os projetos de terraplenagem e de pavimentação em revestimento primário.

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

Foram desenvolvidos em consonância com as orientações contidas nos seguintes documentos:

- *Instruções de Serviço 206- Estudos Geotécnicos (DNIT)*
- *IP_07_2018_001_GOINFRA_Estudos Geotécnicos*
- *Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Instruções para Apresentação de Relatórios - DNIT/IPR-727-2006*
- *Manual de Implantação Básica de Rodovia - DNIT/IPR-742-2010*
- *Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio - ABNT/NBR-6484-2001*
- *Análise granulométrica de solos por peneiramento (DNER-ME 080/94);*
- *Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94);*
- *Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94).*
- *Determinação do Índice de Suporte Califórnia de solos utilizando amostras não trabalhadas (DNER-ME 049/94);*
- *Compactação, determinação de umidade ótima e densidade máxima (DNER-ME 129/94).*

A sequência metodológica dos Estudos Geotécnicos compreendeu as seguintes etapas:

- *Estudos do subleito, com identificação dos horizontes de solo de mesmas características macroscópicas e determinação de suas características físicas e mecânicas para fins de conhecimento dos materiais para o uso na terraplenagem;*
- *Estudos de cortes, com identificação e caracterização dos materiais a serem movimentados na operação de terraplenagem;*
- *Prospecção de ocorrências de materiais, com definição quantito-qualitativa para destinação à camada de revestimento primário do pavimento, contemplando jazidas de material granular.*

3.1 ESTUDO DE SUBLEITO

Os estudos do subleito objetivaram basicamente caracterizar os materiais constituintes do terreno local. Com base no greide de pavimentação projetado, foi elaborado um plano de sondagem, no qual foram estabelecidos os furos de sondagem. Cada furo foi executado com uma profundidade mínima de 1,0 metro abaixo do greide de regularização do subleito nos trechos em aterro e 1,0 metro abaixo do greide acabado para os trechos em corte.

Nos trechos em corte foi executado no mínimo um furo a trado com a finalidade de verificação da presença de material de 1ª, 2ª ou 3ª categoria, presença e profundidade do lençol freático, profundidade e caracterização dos diversos horizontes. Foram coletados materiais em furos espaçados ao longo do eixo de projeto, sempre nos segmentos de corte, localizados de forma a se ter, no mínimo, uma sondagem representativa em cada corte.

O espaçamento dos furos foi feito de acordo com a IP-07 da GOINFRA para a fase de Projeto Básico, a qual indica o espaçamento de até 500 m entre os furos.

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

- *Análise granulométrica de solos por peneiramento (DNER-ME 080/94);*
- *Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94);*

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

Após a conclusão dos estudos de campo e de laboratório, os materiais foram classificados segundo a HRB, sendo ainda calculados os Índices de Grupo. Foi então definido o perfil geotécnico do trecho em projeto.

Uma vez que o objetivo do projeto de melhoramento geométrico dos trechos de rodovia em estudo não é o de implantar estrutura de pavimentação, a definição de um ISC de projeto não foi executada. Ou seja, o principal objetivo do estudo do subleito foi determinar os tipos de materiais constituintes do terreno de fundação para classificá-los nos serviços de escavação de terraplenagem.

Além da sondagem a trado, também foram feitas duas sondagens SPT para verificação da classificação do material a ser escavado. Estas sondagens foram realizadas nas estacas 47 e 59. Os resultados destas duas sondagens indicaram a ocorrência de material de 3ª categoria.

Uma vez que foi verificada a ocorrência de material de 3ª categoria, partiu-se para a realização de mais duas sondagens, agora do tipo Sondagem Mista, cuja função foi a obtenção da profundidade de material rochoso nos cortes. Estas sondagens complementares foram realizadas nas estacas 48 e 60.

3.1.1 Resultados Obtidos

Os resultados obtidos indicam que os materiais presentes no trecho são constituídos por silte compacto rosa. A partir da profundidade de 2,2 metros o material é impenetrável a ferramenta manual, podendo ser classificado num segundo horizonte como material de segunda categoria e parte do terceiro horizonte como de terceira categoria.

Os materiais do primeiro horizonte são adequados para reutilização nas atividades de terraplenagem, pois apresentam $ISC > 2\%$, valor médio de 8,08%, e expansão máxima de 0,34%.



Foto 1: Sondagem estaca 20



Foto 2: Sondagem estaca 29+10



Foto 3: Sondagem estaca 44+10



Foto 4: Sondagem estaca 57



Foto 5: Sondagem estaca 68



Foto 6: Sondagem estaca 81+5

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS

BOLETIM DE SONDAGEM

Rodovia:	GO-401			Ocorrência: Corte serra
Trecho:	Quirinópolis			
SubTrecho:	km 17,20 ao km 19,12			Data: 12/04/2021
estaca	posição	GPS-	Profundidade (m)	Classificação Expedita
20	LD	X-541.609,00	0,00-0,20	Revestimento primário
		Y-7.971.051,00	0,20-2,35	silte compacto rosa
				impenetrável a ferramenta manual
29+10	LD	X-541.472,00	0,00-0,20	Revestimento primário
		Y-7.971,180,00	0,20-2,42	silte compacto rosa
				impenetrável a ferramenta manual
44+10	LE	X-541.389,00	0,00-0,20	Revestimento primário
		Y-7.971447,00	0,20-0,50	silte compacto rosa
				impenetrável a ferramenta manual
57	LE	X-541.472,00	0,00-0,20	Revestimento primário
		Y-7.971,683,00	0,20-2,30	silte compacto rosa
				impenetrável a ferramenta manual
68	LE	X-541.446,00	0,00-0,20	Revestimento primário
		Y-7.971.900,00	2,20-2,80	Silte rosa arenoso
				impenetrável a ferramenta manual
81+5	LE	X-541.468,00	0,00-0,20	Revestimento primário
		Y-7.972,162,00	0,20-2,60	Areia
				impenetrável a ferramenta manual

BENSOLOS

SERVIÇOS GEOTÉCNICOS

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

Rodovia:			GO-401				Ocorrência: Corte serra			
Trecho:			Quirinópolis							
Sub Trecho			km 17,20 ao km 19,12				Data: 12/04/2021			
REG. DA AMOSTRA										
ESTACA OU FURO			20	29+10	44+10	57	68	81+5		
POSIÇÃO			LD	LD	LE	LE	LE	LE		
PROFUNDIDADE (m)			0,20-2,35	020,2,42	0,20-0,50	0,20-2,30	2,20-2,80	0,20-2,60		
Granulometria	% Em peso passando	1"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
		3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
		3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
		4	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
		10	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
		40	90,17	89,40	83,90	87,22	79,78	82,60		
		200	54,21	53,52	47,64	50,41	53,08	22,93		
Índices Físicos		LL	NP	NP	NP	NP	NP	NP		
		IP	NL	NL	NL	NL	NL	NL		
EQUIV. DE AREA										
IG			4	4	3	3	4	0		
CLASSIF. H.R.B.			A-4	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4		
EN. COMP. / Nº GOLPES			12	12	12	12	12	12		
Compactação	Lab.	UMID. (%)	16,00	18,00	19,00	16,80	13,80	13,20		
		DENS. (Kg/m³)	1,560	1,620	1,700	1,745	1,740	1,820		
	Campo	DENS. (Kg/m³)	1,390	1,390	1,410	1,500	1,435	1,585		
		UMID. (%)	5,20	6,40	6,90	5,80	4,10	4,10		
		% COMP.	89,10	85,10	83,00	85,90	82,40	86,80		
	CP nº	UMID. (%)	12,20	13,00	13,20	11,80	8,40	9,40		
		DENS. (Kg/m³)	1,209	1,457	1,506	1,510	1,537	1,631		
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	CP nº	UMID. (%)	14,30	15,00	15,07	13,90	10,40	11,50		
		DENS. (Kg/m³)	1,369	1,559	1,673	1,614	1,662	1,742		
		I.S.C. (%)	3,80	4,70	4,20	4,20	3,00	3,00		
		EXP. (%)	0,42	0,43	0,26	0,38	0,37	0,11		
	CP nº	UMID. (%)	15,40	17,10	17,90	13,90	12,50	13,50		
		DENS. (Kg/m³)	1,557	1,609	1,673	1,614	1,730	1,827		
		I.S.C. (%)	6,80	7,60	8,40	7,70	7,20	10,80		
		EXP. (%)	0,34	0,39	0,25	0,34	0,26	0,08		
	CP nº	UMID. (%)	17,40	19,10	19,90	15,90	14,60	15,50		
		DENS. (Kg/m³)	1,533	1,595	1,681	1,714	1,735	1,719		
		I.S.C. (%)	2,20	3,60	5,90	4,60	3,80	6,40		
		EXP. (%)	0,21	0,16	0,13	0,16	0,18	0,08		
	CP nº	UMID. (%)	19,10	21,20	21,90	20,10	16,60	17,50		
		DENS. (Kg/m³)	1,454	1,499	1,523	1,500	1,672	1,600		
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	I.S.C. FINAL (%)		6,80	7,60	8,40	7,70	7,20	10,80		
	EXPANSÃO (%)		0,34	0,34	0,25	0,30	0,26	0,08		
DENSIDADE APARENTE										

3.1.1.1 Sondagem SPT Estaca 47**RELATÓRIO DE SONDAGEM – SPT**

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS
ENDEREÇO: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL
CIDADE: QUIRINÓPOLIS - GO

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA
Rua Jacumã Qd. 121 Lt. 13 Jardim Atlântico • Goiânia - GO
Fone: (062) 3251-2202 • e-mail: rodrantunes@hotmail.com



Goiânia, 03 de setembro de 2021

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS
ENDEREÇO: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL
CIDADE: QUIRINÓPOLIS - GO

Prezado Senhor:

1 - Apresentamos em anexo, o relatório da sondagem de reconhecimento executada para a obra acima citada.

2 - Foi executado 01 (UM) furo de sondagem.

3 - Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA SPT" com avanço a trado o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso com massa de 65 Kg, caindo de uma altura de 75 cm, faça o barrilete amostrador penetrar 45 cm no solo.

4 - A extração das amostras foi feita com a cravação de um AMOSTRADOR PADRONIZADO TIPO RAYMOND de 3/8" e 2" de diâmetro interno e externo, respectivamente. As amostras recolhidas em sacos plásticos foram por nós analisadas.

5 - O número de golpes obtidos fornece a compacidade dos solos de predominância arenosa e silto-arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa.

6 - Nas sondagens em que o NÍVEL D'ÁGUA é encontrado, mede-se o mesmo vinte e quatro horas após sua ocorrência.

7 - As amostras de solo foram classificadas de acordo com a nomenclatura da ANBT e a execução da sondagem de acordo com a NBR 6484:2001.

Sem mais para o momento colocamo-nos ao dispor para quaisquer esclarecimentos complementares julgados necessários.

Atenciosamente,

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.


Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha.
CREA: 11.373/D-GO.

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA
Rua Jacumã Qd. 121 Lt. 13 Jardim Atlântico • Goiânia - GO
Fone: (062) 3251-2202 • e-mail: rodantunes@hotmail.com

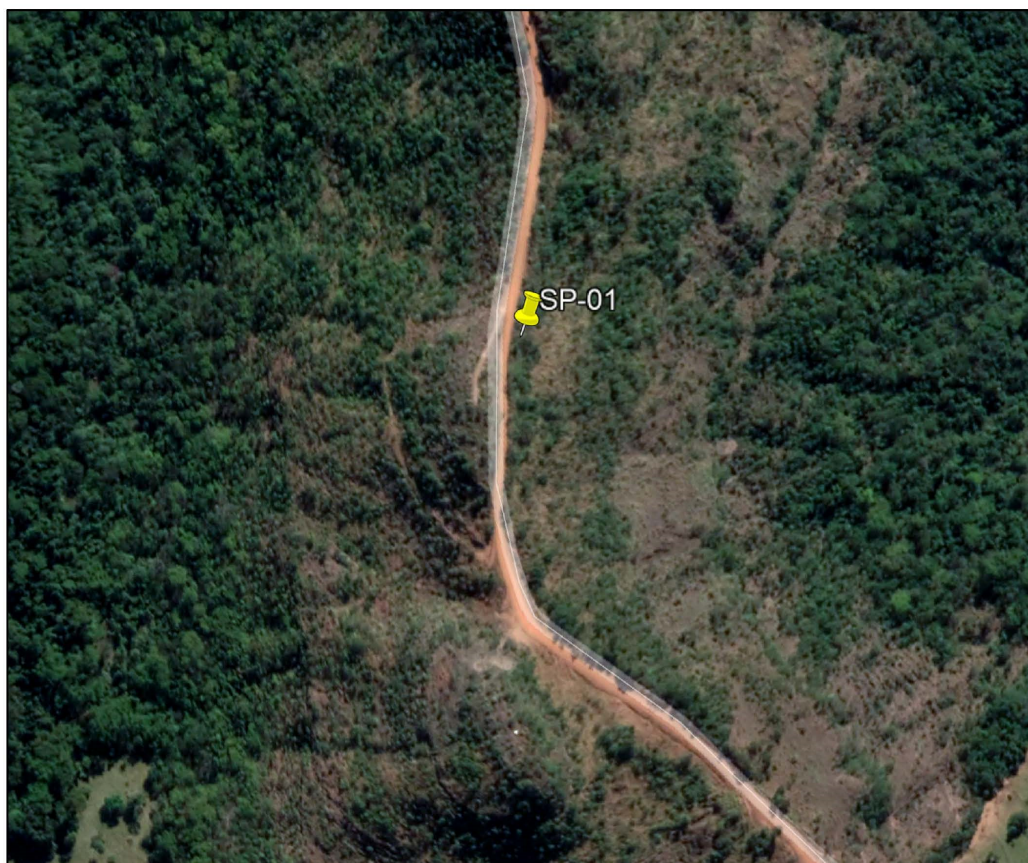


RELATÓRIO DE ATIVIDADES

Cliente: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA			
Data Inicio: 30/08/2021		Data Fim: 30/08/2021	Local: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL - QUIRINÓPOLIS - GO
Atividade: Sondagem - Percussão			
Ordem	Anexo fotográfico		
01	 30 de ago de 2021 13:44:07 22K 541408 7971501 SP 1 estaca 47	 30 de ago de 2021 13:57:10 22K 541412 7971496 SP 1 estaca 47 deslocado	
02	 30 de ago de 2021 13:37:32 22K 541408 7971500 SP 1 estaca 47	 30 de ago de 2021 13:37:48 22K 541413 7971509 SP 1 estaca 47	
 Rodrigo Antunes da Rocha Engenheiro Civil MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha CREA: 11.373/D-GO			

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM



Rodrigo Antunes da Rocha
Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

ENG. CIVIL RODRIGO ANTUNES DA ROCHA
CREA:11.373/D-GO



MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

Rua Jacumã Qd.121 Lt.13 Jardim Atlântico - Goiânia-GO

Fone: (062) 3251-2202

FURO

SP 01

ESTACA 47

PERFIL DE SONDAGEM - SPT

Profundidade (m)	Número da amostra	Nível D'água (m)	Soma do número de golpes		RESIST. A PENETRAÇÃO DO BARRILHETE TIPO SPT		DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
			1º+2º	2º+3º	PRIMEIROS 30 cm		Perfil Geológico	DESCRIÇÃO TÁCTIL VISUAL	
					ULTIMOS 30 cm				
					GRÁFICO DO N.º GOLPES				
					10	20	30	40	50
-0,30	0								Argila arenosa marrom com pedregulhos - (2º - Categoria)
-0,35	1		41/5						Argila arenosa dura marrom com pedregulhos - (2º - Categoria)
-0,38	2		30/3						Rocha muito compacta - (3º - Categoria)
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								

ENSAIO LAVAGEM (MIN.)	10	20	30
AVANÇO A CADA 10 MIN. (cm)			

MEDIDAS DE NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	Prof.Furo
30/08/21		N.E.	-0,38

COORDENADAS	
X:	541408
Y:	7971494

CONTRATANTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA	
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS	
LOCAL: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL	
CIDADE: QUIRINÓPOLIS - GO	INÍCIO: 30/08/21 TÉRMINO: 30/08/21
INÍCIO LAVAGEM:	COMP. REVESTIMENTO:
COTA DO FURO: 0,00	

OBSERVAÇÃO: Furo paralisado no avanço em 0,38 m, impetrável à percussão		
ORDEM DE SERVIÇO	NÚMERO DO RELATÓRIO	VISTO <i>Rodrigo Antunes da Rocha</i> Engenheiro Civil MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA
RESP. TÉCNICO: Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha		APROVADO

3.1.1.2 Sondagem SPT Estaca 59**RELATÓRIO DE SONDAGEM – SPT**

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS
ENDEREÇO: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL
CIDADE: QUIRINÓPOLIS - GO

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA
Rua Jacumã Qd. 121 Lt. 13 Jardim Atlântico • Goiânia - GO
Fone: (062) 3251-2202 • e-mail: rodrantunes@hotmail.com



Goiânia, 03 de setembro de 2021

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS
ENDEREÇO: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL
CIDADE: QUIRINÓPOLIS - GO

Prezado Senhor:

1 - Apresentamos em anexo, o relatório da sondagem de reconhecimento executada para a obra acima citada.

2 - Foi executado 01 (UM) furo de sondagem.

3 - Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA SPT" com avanço a trado o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso com massa de 65 Kg, caindo de uma altura de 75 cm, faça o barrilete amostrador penetrar 45 cm no solo.

4 - A extração das amostras foi feita com a cravação de um AMOSTRADOR PADRONIZADO TIPO RAYMOND de 3/8" e 2" de diâmetro interno e externo, respectivamente. As amostras recolhidas em sacos plásticos foram por nós analisadas.

5 - O número de golpes obtidos fornece a compacidade dos solos de predominância arenosa e silto-arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa.

6 - Nas sondagens em que o NÍVEL D'ÁGUA é encontrado, mede-se o mesmo vinte e quatro horas após sua ocorrência.

7 - As amostras de solo foram classificadas de acordo com a nomenclatura da ANBT e a execução da sondagem de acordo com a NBR 6484:2001.

Sem mais para o momento colocamo-nos ao dispor para quaisquer esclarecimentos complementares julgados necessários.

Atenciosamente,

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

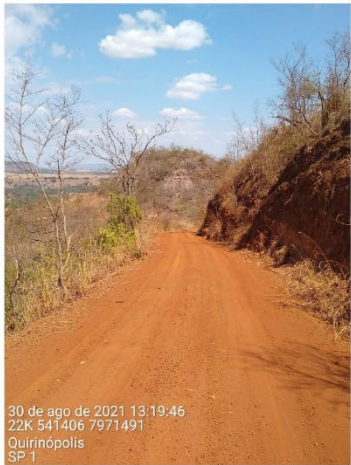
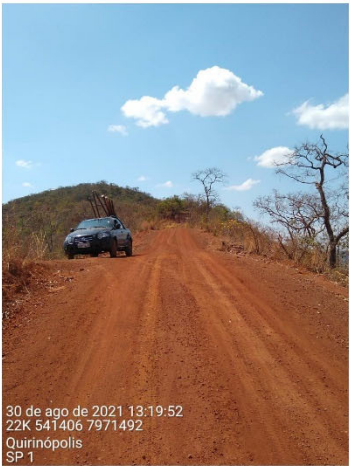
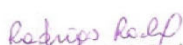

Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha.
CREA: 11.373/D-GO.

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA
Rua Jacumã Qd. 121 Lt. 13 Jardim Atlântico • Goiânia - GO
Fone: (062) 3251-2202 • e-mail: rodantunes@hotmail.com

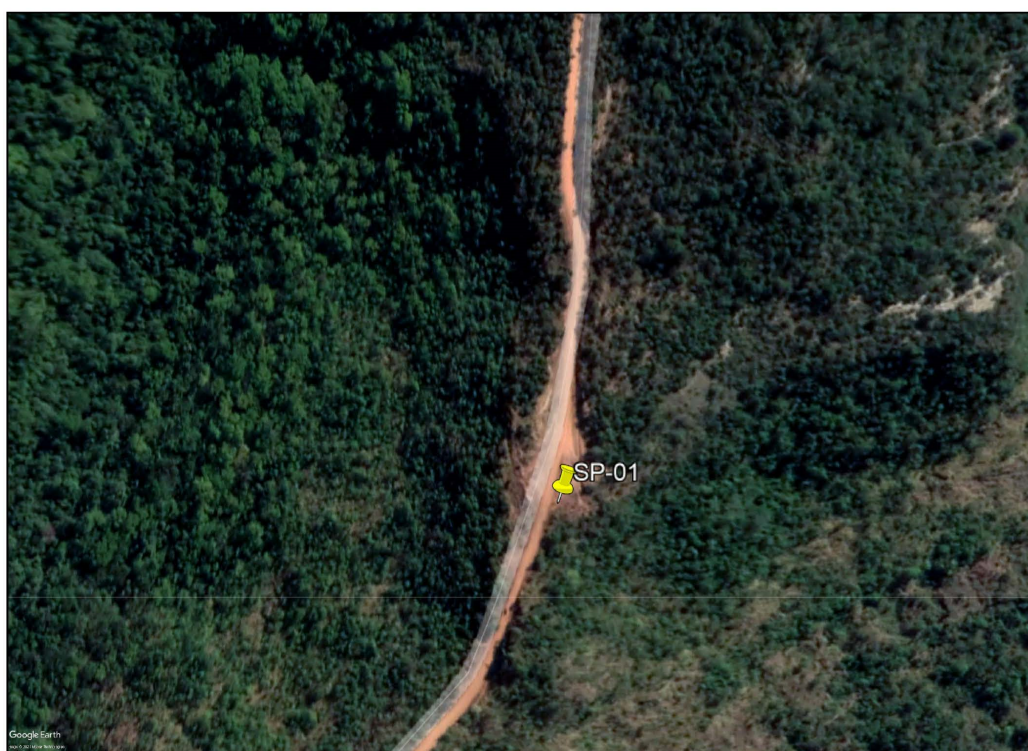


RELATÓRIO DE ATIVIDADES

Cliete: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA	
Data Inicio: 30/08/2021	Data Fim: 30/08/2021
Atividade: Sondagem - Percussão	Local: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL - QUIRINÓPOLIS - GO
Orde m	Anexo fotográfico
01	 30 de ago de 2021 13:19:46 22K 541406 7971491 Quirinópolis SP 1  30 de ago de 2021 14:27:17 22K 541488 7971713 Quirinópolis SP 1 estaca 59
02	 30 de ago de 2021 13:37:18 22K 541408 7971499 SP 1  30 de ago de 2021 13:19:52 22K 541406 7971492 Quirinópolis SP 1
 Rodrigo Antunes da Rocha Engenheiro Civil MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha CREA: 11.373/D-GO	

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM



Rodrigo Antunes da Rocha
Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

ENG. CIVIL RODRIGO ANTUNES DA ROCHA
CREA 11.373/D-GO



MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

Rua Jacumã Qd.121 Lt.13 Jardim Atlântico - Goiânia-GO

Fone: (062) 3251-2202

FURO

SP 01

Estaca 59

PERFIL DE SONDAGEM - SPT

Profundidade (m)	Número da amostra	Nível D'água (m)	Soma do número de golpes		RESIST. A PENETRAÇÃO DO BARRILHETE TIPO SPT		DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
			1º+2º	2º+3º	PRIMEIROS 30 cm		Perfil Geológico	DESCRIÇÃO TÁCTIL VISUAL	
					ULTIMOS 30 cm				
					GRÁFICO DO N.º GOLPES				
					10	20	30	40	50
0,00	0		30/0						Rocha aflorando - (3º - Categoria)
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								

ENSAIO LAVAGEM (MIN.)	10	20	30
AVANÇO A CADA 10 MIN. (cm)			

MEDIDAS DE NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	Prof.Furo
30/08/21		N.E.	0

COORDENADAS	
X:	541478
Y:	7971721

CONTRATANTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA		OBSERVAÇÃO:
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS		
LOCAL: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL		
CIDADE: QUIRINÓPOLIS - GO	INÍCIO: 30/08/21 TÉRMINO: 30/08/21	
INÍCIO LAVAGEM:	COMP. REVESTIMENTO:	COTA DO FURO: 0,00

ORDEM DE SERVIÇO	NÚMERO DO RELATÓRIO	VISTO
		<i>Rodolfo Antunes da Rocha</i> Rodolfo Antunes da Rocha Engenheiro Civil MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.
RESP. TÉCNICO: Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha		APROVADO

3.1.1.3 Sondagem Mista

A seguir são apresentados os resultados obtidos com a sondagem mista realizada nas estacas 48 e 60.



RELATÓRIO DE SONDAAGEM – SM

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS
LOCAL: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL – QUIRINOPOLIS - GO

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA
Rua Jacumã Qd. 121 Lt. 13 Jardim Atlântico • Goiânia - GO
Fone: (062) 3251-2202 • e-mail: rodriantunes@hotmail.com

Goiânia, 29 de outubro de 2021

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
OBRA: IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS
LOCAL: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL – QUIRINOPOLIS - GO

Prezado (s) Senhor (es):

Apresentamos em anexo, o relatório da sondagem mista executada para a obra acima citada. Foram executados 02 (DOIS) furos de sondagem mista.

1. Sondagens Mistas

1.1 - Definição

Sondagem rotativa é um método de investigação que consiste no uso de um conjunto motomecanizado projetado para a obtenção de amostras de materiais rochosos, contínuas e com formato cilíndrico, através de ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante. A amostra de rocha obtida é chamada de testemunho.

1.2 – Identificação

As sondagens mistas foram identificadas pelas letras SM, seguidas de número indicativo. Em cada obra, o número indicativo deve ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem.

1.3 – Equipamentos e ferramentas

A) A firma empreiteira forneceu equipamentos, acessórios e ferramentas para a execução de sondagens que atenderam a programação e às especificações estabelecidas no contrato de serviços.

B) Os equipamentos e ferramentas constaram dos seguintes elementos principais: tripé, sonda rotativa, bomba d'água, hastes, barriletes, coroas, luvas alargadoras (calibradores), tubos de revestimento e demais acessórios e ferramentas necessárias à execução de sondagens mista.

C) Os equipamentos utilizados seguiram as normas de padronização de dimensões e de nomenclatura de equipamentos de sondagens, para permitir a permutabilidade de peças provenientes de diversos fabricantes. Existem dois sistemas que normatizam mundialmente as dimensões e as

nomenclaturas para sondagens mistas: padrão DCDMA (Diamond Core Drill Manufacturers Association) ou americano, que adota a combinação de duas ou mais letras para designar diâmetros e modelos dos equipamentos; e o padrão europeu, também conhecido por sistema métrico ou Craellius, que expressa o diâmetro do furo em milímetros e uma ou mais letras, para designar o modelo do equipamento.

D) O diâmetro utilizado na execução da sondagem mista foi BW.

E) O barrilete utilizado foi o Barrilete duplo-livre, constituído por dois tubos. Entre as partes da cabeça do barrilete, onde os tubos são rosqueados, existe um sistema de rolamentos. Assim, enquanto o tubo externo gira com a coluna de perfuração, o tubo interno permanece estacionário ou gira lentamente. O testemunho fica protegido do atrito com a parede do barrilete e o contato do testemunho com o fluido de circulação se dá entre a extremidade do tubo interno e a face da coroa. Existem variações desse barrilete, com saída do fluido de circulação na face interna da coroa (saída lateral) ou na parte inferior (saída frontal), para obter recuperação de boa qualidade de maciço alterado e muito fraturado. É utilizado também quando se pretende recuperar materiais de preenchimento de fraturas.

1.4 – Execução da sondagem

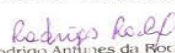
A) A sondagem em terra foi inicializada após uma limpeza de uma área que permitiu o desenvolvimento de todas as operações sem obstáculos e a abertura de um sulco ao redor, que desviou as águas de enxurradas, nos dias de chuva.

B) Foram empregados todos os recursos das sondagens rotativas, de maneira a assegurar a perfeita recuperação de todos os materiais atravessados. Os principais recursos foram à escolha de equipamentos e acessórios apropriados às condições geológicas, emprego de lamas bentoníticas como fluido de perfuração, realização de manobras curtas e adequação da velocidade de perfuração às características geológicas da rocha perfurada. A alta recuperação de testemunho, especificamente de trechos de maciços rochosos extremamente alterados e/ou muito fraturados, pode ser conseguida com emprego de sonda rotativa de avanço manual, sob controle de um bom sondador.

C) Quando a sondagem atingiu o nível freático, foi registrada sua profundidade. Os níveis d'água foram medidos todos os dias, antes de início dos trabalhos e na manhã seguinte a conclusão da sondagem.

Atenciosamente,

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.


Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha.
CREA: 11.373/D-GO.

Volume 01 - Relatório de Projeto Básico – Rodovia GO-401 R02



RELATÓRIO DE ATIVIDADES

Cliete: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA

Data Inicio: 21/10/2021 **Data Fim:** 22/10/2021

Local: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL - QUIRINOPOLIS - GO

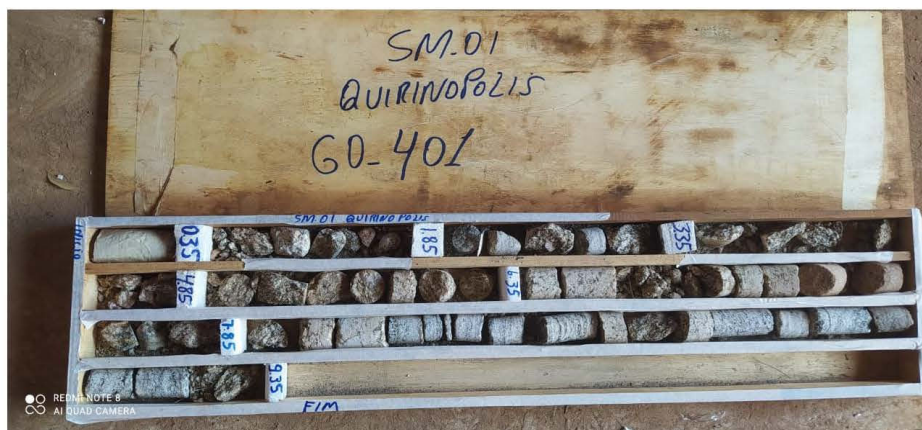
Atividade: Sondagem - Percussão

Orde m	Anexo fotográfico	
01	 22K 541410 7971513	 22K 541404 7971501
02	 22K 541408 7971502	 22K 541409 7971515



RELATÓRIO DE ATIVIDADES

03



Rodrigo Antunes da Rocha
Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha
CREA: 11.373/D-GO

Volume 01 - Relatório de Projeto Básico – Rodovia GO-401 R02



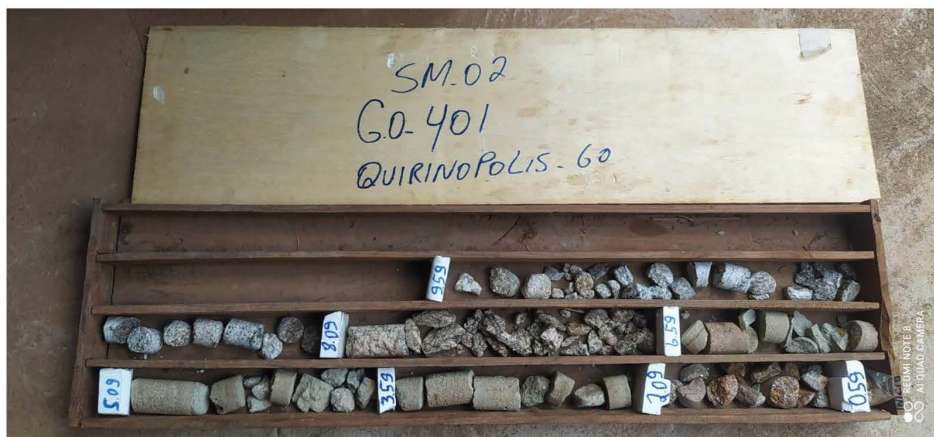
RELATÓRIO DE ATIVIDADES

Cliete: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA	
Data Inicio: 19/10/2021	Data Fim: 20/10/2021
Local: RODOVIA GO-401 - ZONA RURAL - QUIRINOPOLIS - GO	
Atividade: Sondagem - Percussão	
Orde m	Anexo fotográfico
01	 
02	 



RELATÓRIO DE ATIVIDADES

03



Rodrigo Antunes da Rocha
Rodrigo Antunes da Rocha
Engenheiro Civil
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha
CREA: 11.373/D-GO

3.2 JAZIDA DE MATERIAL GRANULAR

Foi estudado o material de uma jazida para uso no revestimento primário. Os dados principais desta ocorrência são apresentados a seguir:

- *Fazenda Perdizes*
- *Proprietário: Abel de Castro*
- *Telefone: 64 99644-2694*
- *Material: cascalho laterita*
- *Profundidade média: 1,0 m*
- *Volume utilizável: 8.100,00 m³*
- *ISC médio: 46,16%*

Foram adotadas as considerações contidas na IP-07 da GOINFRA para a fase de projeto básico, a qual indica a necessidade de coleta e análise de cinco a dez furos na área da jazida de material granular.

Para o material da jazida foram executados os seguintes estudos:

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

Após a conclusão dos estudos de campo e de laboratório, os materiais foram classificados segundo a HRB, sendo ainda calculados os Índices de Grupo. Foi então definido o perfil geotécnico do trecho em projeto.

O croqui de localização desta ocorrência é apresentado a seguir:



Figura 3: Croqui de localização da jazida



3.2.1.1 Resultados Obtidos

A seguir são apresentados os resultados obtidos com os ensaios do material da jazida selecionada.

BENSOLOS				SERVIÇOS	
CROQUI DE JAZIDA					
CIDADE:	Quirinópolis	TRECHO:	GO-401	SUB-TRECHO:	Km 17,2 ao Km 19,12
OPERADOR:	EQUIPE	ESTUDO:	JAZIDA	LOCAL:	JAZIDA - 01
				EMPREITEIRA(A):	BASITEC
				FICHA Nº:	1
				DATA:	abril-21
CROQUI JAZIDA					
LOCALIZAÇÃO:					
Coord. canto, F 1: 538.103; 7.974.474					
Coord. canto, F 3: 538.153; 7.974.441					
Coord. canto, F 7: 538.064; 7.974.427					
Coord. canto, F 9: 538.115; 7.973.393					
PROPRIETÁRIO:	Abel de castro	MALHA (m):	30X30		
LOCALIZAÇÃO:	Fazenda Perdizes	ÁREA (m²):	8.100,0		
END. PROPRIETÁRIO:	SEDE DA FAZENDA	PROFUNDIDADE MÉDIA DE EXPURGO (m):	0,20		
BENFEITORIAS:	NÃO HÁ	VOLUME DE EXPURGO (m³):	1.620,0		
DISTÂNCIA DO EIXO:	4,5	PROFUNDIDADE MÉDIA (m):	1,00		
VEGETAÇÃO:	PASTAGEM	VOLUME ÚTIL DE CASCALHO (m³):	8.100,0		

BENSOLOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS

BOLETIM DE SONDAÇÃO

Rodovia:	GO-401	Ocorrência:	Jazida
Trecho:	Quirinópolis		
SubTrecho:	km 17,20 ao km 19,12	Data:	12/04/2021
Furo		Profundidade (m)	Classificação Expedita
1		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,10	cascalho laterita
2		0,00-0,20	camada vegetal
		2,20-1,05	cascalho laterita
3		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,08	cascalho laterita
4		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,08	cascalho laterita
5		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,08	cascalho laterita
6		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,04	cascalho laterita
7		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,08	cascalho laterita
8		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,10	cascalho laterita
9		0,00-0,20	camada vegetal
		0,20-1,08	cascalho laterita

BENSOLOS

SERVIÇOS GEOTÉCNICOS

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

Rodovia:			GO-401				Ocorrência: Jazida					
Trecho:			Quirinópolis									
Sub Trecho			km 17,20 ao km 19,12				Data: 12/04/2021					
REG. DA AMOSTRA												
ESTACA OU FURO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
POSIÇÃO												
PROFUNDIDADE (m)			0,20-1,10	2,20-1,05	0,20-1,08	0,20-1,08	0,20-1,08	0,20-1,04	0,20-1,08	0,20-1,10	0,20-1,08	
Granulometria	% Em peso passando	1"	97,60	95,70	97,40	98,80	88,30	88,50	96,30	96,50	97,20	
		3/4"	95,40	92,00	94,30	95,40	83,60	83,90	92,70	92,70	90,40	
		3/8"	81,80	79,00	79,90	77,60	69,20	69,50	84,20	76,60	77,60	
		4	59,40	58,50	59,90	57,40	56,20	50,80	62,00	52,90	53,80	
		10	47,30	42,40	45,80	38,00	47,50	36,60	44,80	36,60	41,80	
		40	40,56	36,73	34,20	32,00	41,11	25,52	35,71	32,74	37,41	
		200	20,62	19,20	19,78	18,02	20,54	17,07	17,27	19,13	20,39	
Índices Físicos		LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
		IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
EQUIV. DE AREIA			48,60					49,40				
IG			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CLASSIF. H.R.B.			A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	A-1b	
EN. COMP. / Nº GOLPES			26	26	26	26	26	26	26	26	26	
Compactação	Lab.	UMID. (%)	10,30	10,20	10,40	11,00	10,70	11,30	11,20	10,80	10,00	
		DENS. (Kg/m³)	2,010	1,966	1,970	1,975	1,980	1,990	2,002	1,980	1,960	
	Campo	DENS. (Kg/m³)	1,700	—	—	—	—	1,650	—	—	—	
		UMID. (%)	5,20	—	—	—	—	5,20	—	—	—	
		% COMP.	84,50	—	—	—	—	82,30	—	—	—	
	CP nº	UMID. (%)	6,10	6,00	5,40	6,30	6,70	6,10	6,20	5,90	5,80	
		DENS. (Kg/m³)	1,824	1,870	1,816	1,842	1,860	1,780	1,886	1,705	1,780	
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	8,20	8,10	7,40	8,30	8,70	8,20	8,30	8,00	7,80	
		DENS. (Kg/m³)	1,911	1,935	1,906	1,910	1,923	1,900	1,950	1,850	1,899	
		I.S.C. (%)	35,30	22,40	31,40	31,40	41,30	36,00	30,70	39,30	35,60	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	10,30	10,20	9,50	10,30	10,70	10,30	10,40	10,00	9,90	
		DENS. (Kg/m³)	2,000	1,966	1,985	1,970	1,980	1,980	2,000	1,978	1,960	
		I.S.C. (%)	45,20	45,60	45,20	47,00	45,60	47,00	45,20	48,50	46,00	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	12,40	12,20	11,50	12,30	12,70	12,40	7,70	12,10	11,90	
		DENS. (Kg/m³)	1,938	1,950	1,998	1,960	1,900	1,970	1,980	1,950	1,900	
		I.S.C. (%)	28,80	18,70	15,20	26,70	45,60	30,40	25,80	28,50	21,50	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	CP nº	UMID. (%)	14,50	14,30	13,50	14,40	14,80	14,50	14,60	14,10	14,00	
		DENS. (Kg/m³)	1,812	1,930	1,850	1,890	0,000	1,842	1,837	1,820	1,812	
		I.S.C. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		EXP. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		I.S.C. FINAL (%)		45,20	45,80	45,20	47,00	45,50	47,00	45,20	48,50	46,00
		EXPANSÃO (%)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DENSIDADE APARENTE												

RESUMO DOS ENSAIOS E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO									
RODOVIA: GO-401					OCORRÊNCIA: JAZIDA 01 - IN NATURA				
INDICAÇÕES GERAIS									
MATERIAL:		Cascalho Laterita							
LOCALIZAÇÃO:		Fazenda Perdizes							
DISTÂNCIA DO EIXO:		4,5 km							
PROPRIETÁRIO:		Abel de Castro			TELEFONE:		(064) 99644-2694		
ÁREA:		8.100,00 m²			MALHAS:		30m x 30m		
ESPESSURA MÉDIA:		1,00 m			TIPO DE VEGETAÇÃO:		Cerrado		
VOLUME UTILIZÁVEL:		8.100,00 m³			UTILIZAÇÃO:				
ESPESSURA MÉDIA DE EXPURGO:		0,20 m							
VOLUME DE EXPURGO:		1.620,00 m³							
PENEIRAS		GRANULOMETRIA (%)			FAIXA A DNIT 098/2007-ES		ANÁLISE		
Nº	Abertura (mm)	Máximo	Médio	Mínimo	Mínimo	Máximo	Expansão	EXP < 0,2%	OK
2"	50,8	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	ISC	ISC ≥ 20%	OK
1"	25,4	98,80	95,14	88,30	75,00	100,00	Liquidez	LL ≤ 40%	OK
3/4"	19,1	95,40	91,16	83,60	65,00	95,00			
3/8"	9,50	84,20	77,27	69,20	40,00	85,00	Plasticidade	IP ≤ 15%	OK
Nº 4	4,80	62,00	56,77	50,80	20,00	75,00			
Nº 10	2,00	47,50	42,31	36,60	15,00	60,00	Granulometria	FAIXA A	OK
Nº 40	0,42	41,11	35,11	25,52	10,00	45,00	Eq. de Areia	EA > 30%	OK
Nº 200	0,074	20,62	19,11	17,07	5,00	30,00			
							CONCLUSÃO		
							A Jazida 01 atende a especificação DNIT 098/2007-ES, podendo ser utilizada <i>in natura</i> na sub-base.		
RESULTADOS DOS ENSAIOS									
ENSAIOS	26 GOLPES			43 GOLPES			55 GOLPES		
	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.
D _{máx} (kg/m³)	1.999,79	1.981,44	1.963,09						
Hótima (%)	11,16	10,66	10,15						
EXP (%)	0,00	0,00	0,00						
ISC (%)	47,41	46,16	44,90						
LL	NL	NL	NL						
IP	NP	NP	NP						
IG	0								
HRB	A-1b								
D "In Situ" (kg/m³)	1.714,24	1.675,00	1.635,76						
D "Lab" (kg/m³)	1.999,79	1.981,44	1.963,09						
F. de Homog.	1,17	1,18	1,20						
CURVA GRANULOMÉTRICA - FAIXA "A"									

4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos, parte integrante dos Estudos Preliminares de Projeto, visam caracterizar as condições de vazão máxima afluente às obras de arte e/ou drenagem superficial compreendidas na área de estudo do projeto.

Para o presente estudo visa-se conhecer a pluviometria, transformá-la em vazão e assim fundamentar as intervenções de engenharia necessárias para o projeto de transposição de talvegues e drenagem superficial na Rodovia GO-401, em Goiás, assim como analisar a rede fluviométrica compreendida na área de influência do projeto.

Em engenharia, nem sempre é interessante construir uma obra que seja adequada a escoar qualquer vazão possível de ocorrer, há a necessidade de avaliação quanto ao dimensionamento de forma a se ponderar os critérios econômicos, desde que se atenda as vazões obtidas no estudo hidrológico.

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

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

Como referência para o desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos foram utilizados os seguintes documentos:

- *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos;*
- *IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005;*
- *IPR-724 – Manual de Drenagem de Rodovias, DNIT 2006;*
- *IPR-726 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, DNIT 2006;*
- *IS-203: Estudos Hidrológicos (ANEXO B3);*
- *IPR-727 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Instruções para Apresentação de Relatórios, DNIT 2006;*
- *IPR-739 – Instruções para Acompanhamento e Análise de Estudos e Projetos Rodoviários, DNIT 2010;*
- *IPR-742 – Manual de Implantação Básica de Rodovia, DNIT 2010.*

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

O presente estudo contempla intervenções em um segmento de serra na GO-401, compreendido no município de Quirinópolis. A seguir são apresentadas as características na área de influência do estudo.

4.1.1 Geologia

O estado de Goiás, como um todo, é caracterizado por possuir poucas amplitudes altimétricas e um variado aspecto morfológico.

Seis conjuntos morfoestruturais, com suas subdivisões, formam a área do estado, são eles a Região do Planalto Central Goiano, Região dos Planaltos Setentrionais da Bacia Sedimentar do Paraná, Região do Divisor do São Francisco-Tocantins, Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores, Região das Superfícies Aplanadas e Região dos Planaltos e Chapadas Goiás-Minas.

A área de abrangência dos estudos encontra-se na mesorregião sul do estado, está englobada na região da superfície do planalto rebaixado da bacia do Paraná, uma subdivisão da Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores, que é caracterizada por chapadões, planaltos e superfícies rebaixadas, reafeiçoadas por sucessivas reativações e basculamentos cenozóicos.

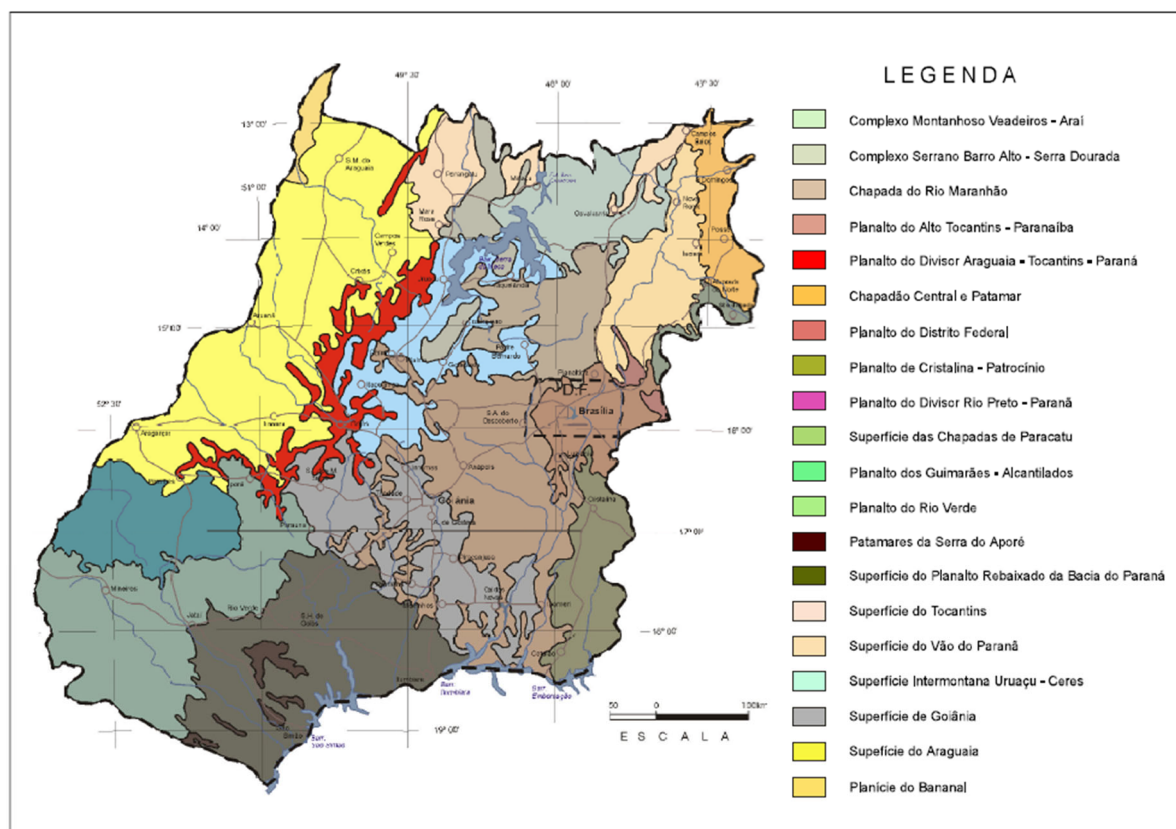


Figura 4 - Esboço Geomorfológico do estado de Goiás (Fonte: Serviço Geológico do Brasil – CPRM).

4.1.2 Solos

Os solos da região estão associados a fatores determinantes como clima, relevo e substrato rochoso, dentre outros. Procurou-se interpretar a distribuição de ocorrências geneticamente homogêneas de solos, associando suas características ao interesse das obras rodoviárias e ao próprio uso agrícola.

A área de interesse para os estudos da GO-401 é compreendida predominantemente por latossolos vermelhos, estes representando cerca de 90% da área total.

Há também a ocorrência de neossolo litólico e plintossolo argilúvico em menores proporções.

A nível taxonômico de fertilidade e outras características, os solos da região do cerrado diferem pouco dos da região amazônica. Em geral, os solos do cerrado têm um alto nível de acidez com frequente toxidez de alumínio, corrigível com aplicação de calcário.

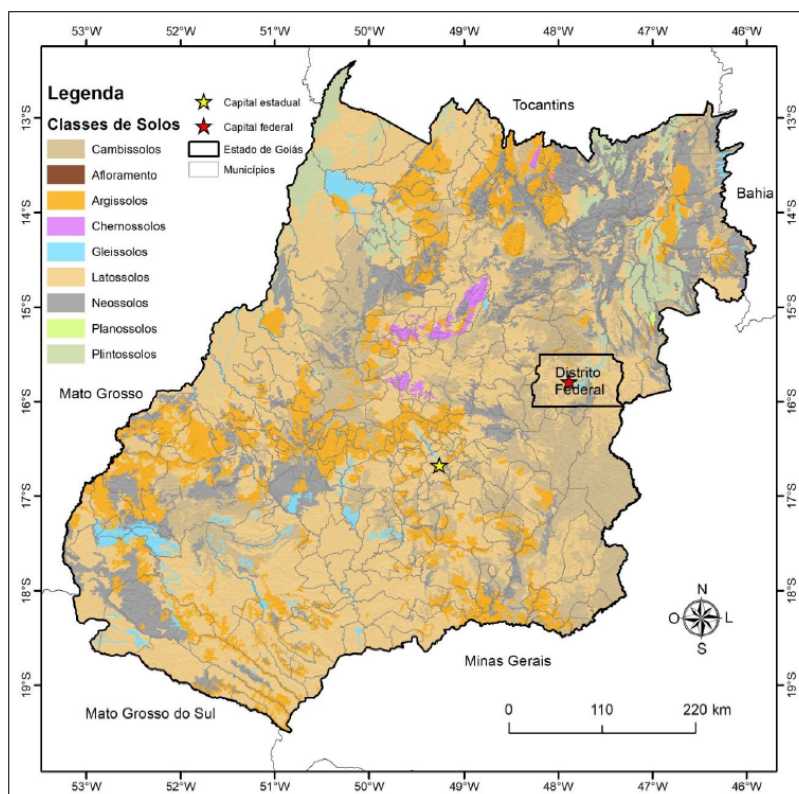


Figura 5 - Solos do estado de Goiás e DF (Fonte: Nascimento, Diego Tarley Ferreira - 2017).

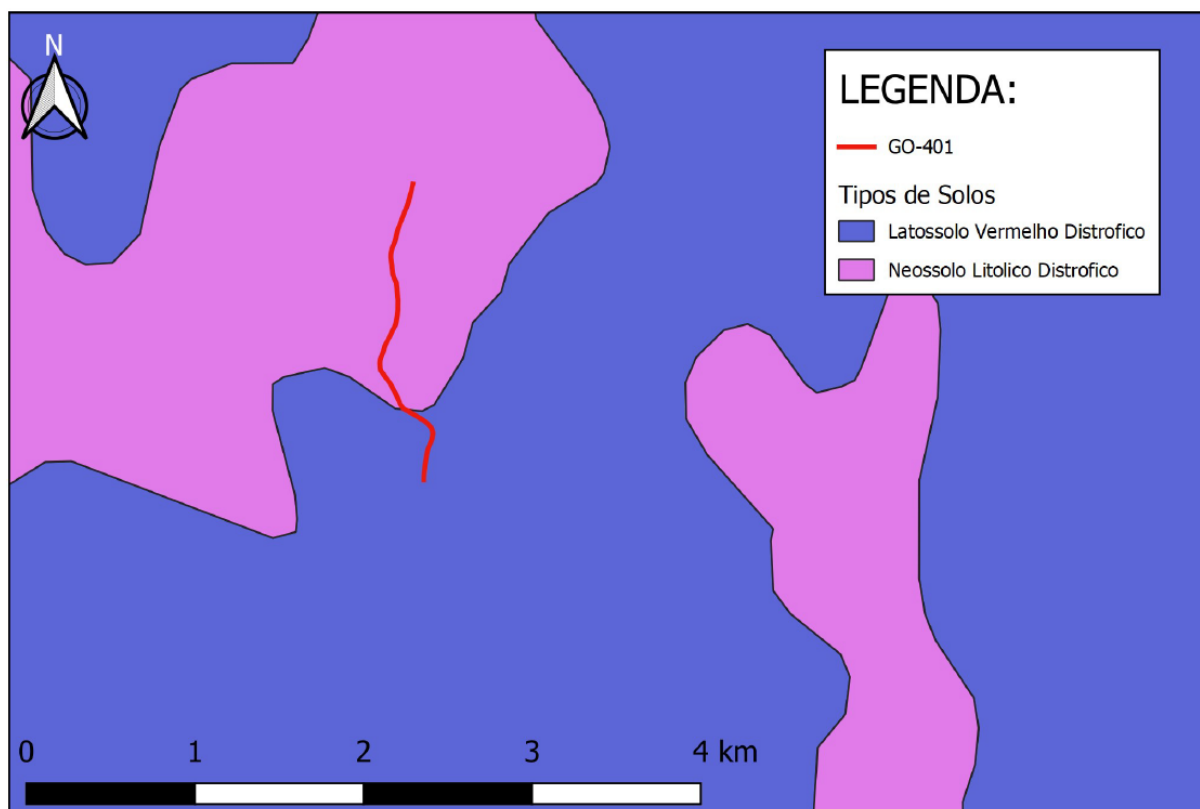


Figura 6 - Solos da área de influência da obra (Fonte: Autor).

4.1.3 Relevo

A topografia do terreno é o principal condicionador de sua capacidade de uso. O objetivo de conhecer a topografia e declividade do terreno é compreender o comportamento dos fluxos de água e a capacidade de uso do solo, que podem vir a gerar erosão e movimento de massas devido às transições abruptas de gradientes.

A área de abrangência do projeto é caracterizada por apresentar predominantemente relevo ondulado a montanhoso, com elevada declividade e altitude média com grande variação.

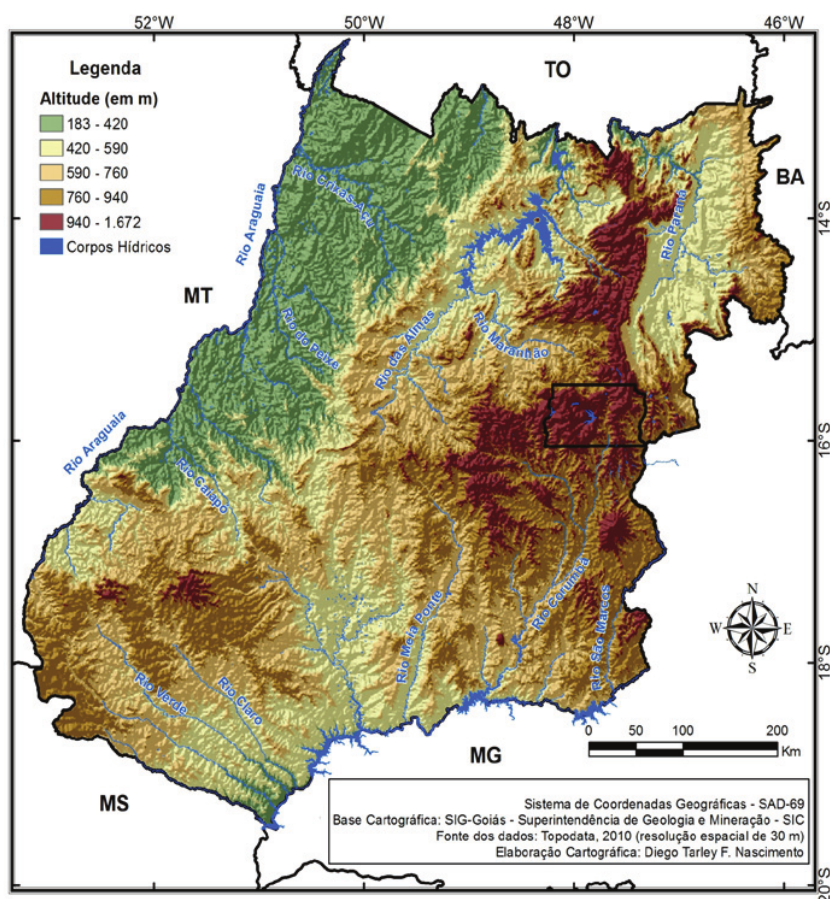


Figura 7 - Altimetria do estado de Goiás (Fonte: Oliveira, Ivanilton José de - 2016).

4.1.4 Vegetação

A vegetação predominante na região é típica dos cerrados do centro-oeste. Estes constituem uma boa cobertura vegetal pré-amazônica entre a floresta tropical e a floresta estacional das regiões mais elevadas no centro-sul do país. Sendo representada pela savana arbórea aberta com floresta galeria.

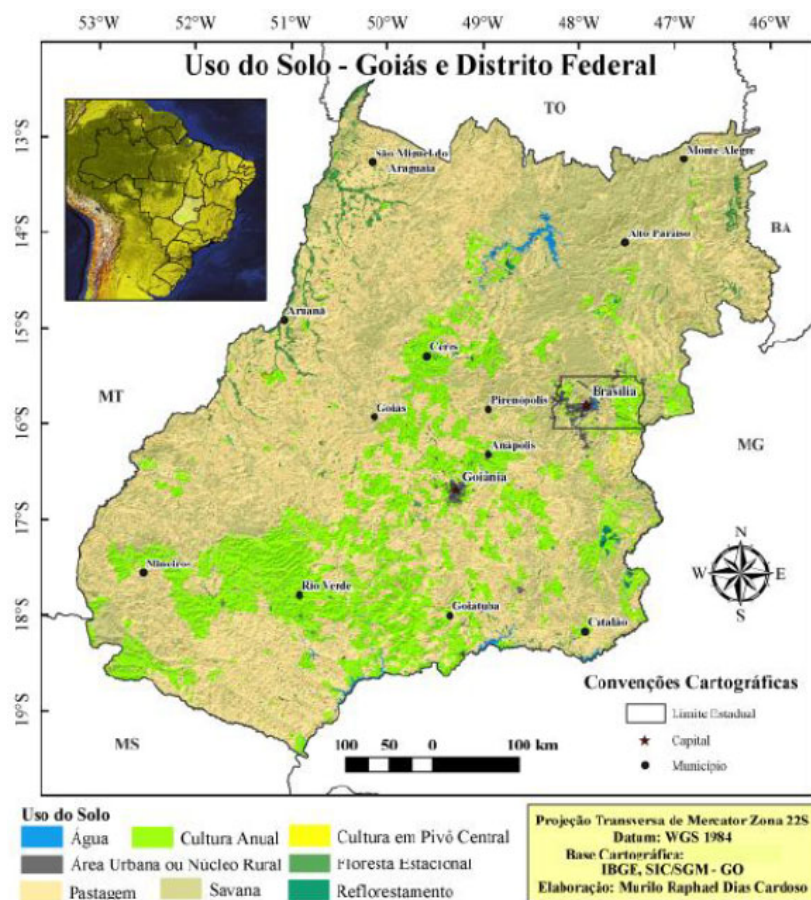


Figura 8 - Uso do solo no estado de Goiás (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

4.1.5 Hidrografia

O Estado de Goiás é banhado por quatro grandes bacias hidrográficas, a do Rio Paranaíba, a do Rio Tocantins, a do Rio Araguaia e a do Rio São Francisco. A área de influência do presente Estudo está inserida na Bacia do Rio Paranaíba, esta região hidrográfica é representada, na área de estudo, pelos afluentes goianos da margem direita do Rio Paranaíba. De montante para jusante, destacam-se os seguintes rios: Verdão, São Marcos, Veríssimo, Corumbá, Piracanjuba, Meia Ponte, dos Bois, Claro, Verde, Corrente e Aporé.

Nela, localiza-se, também, uma grande concentração de pequenas massas d'água (represas) formadas a partir da construção de barramentos na área das nascentes, com objetivo de reservação e regularização dos cursos d'água para utilização na dessedentação de animais, irrigação e abastecimento público.

No segmento da GO-401 compreendido neste estudo não há a interceptação de nenhum corpo hídrico.

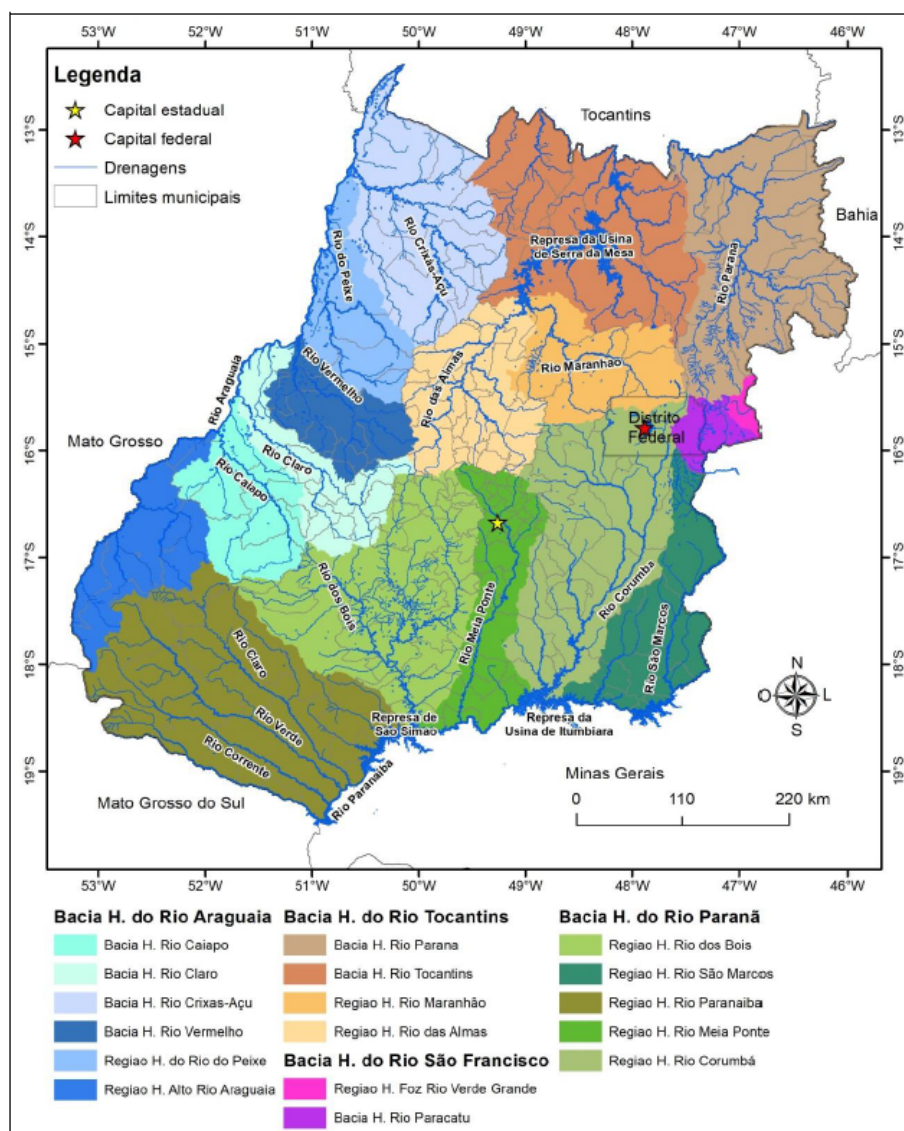


Figura 9 - Hidrografia do estado de Goiás (Fonte: Ferreira Nascimento, Diego T.).

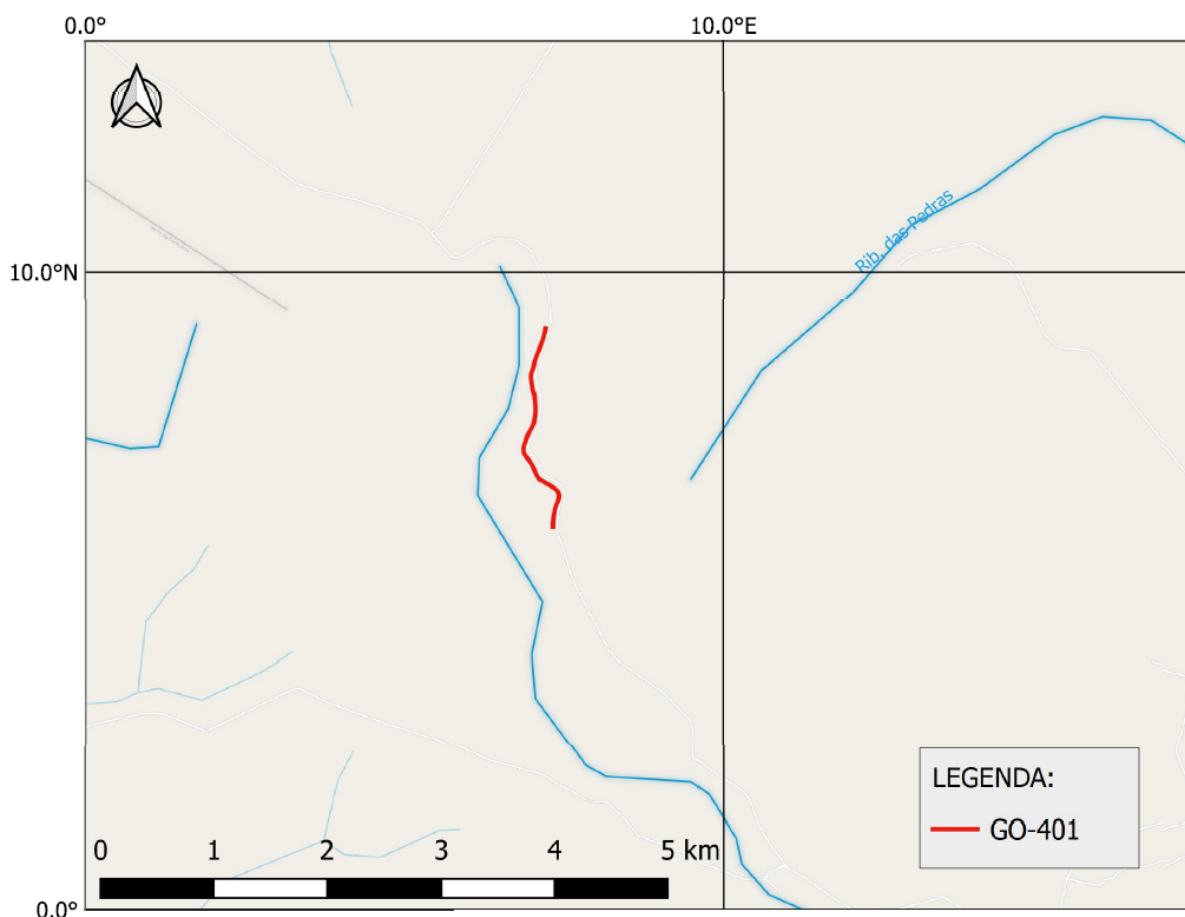


Figura 10 - Hidrografia – GO-401 (Fonte: Autor).

4.1.6 Clima

Uma região ou domínio climático se refere a certa área da superfície da Terra delimitada por um conjunto de condições climáticas aproximadamente homogêneas (VIANELLO,1991). Os sistemas de classificações climáticas indicam as tipologias climáticas dos diferentes lugares, com base nas características dos parâmetros atmosféricos, transcorrendo em importantes insumos ao planejamento urbano, rural, regional e ambiental.

As classificações climáticas são baseadas na delimitação e descrição de diferentes parâmetros climáticos com o propósito de sistematizar, sintetizar, simplificar, condensar e comunicar as informações referentes às características climáticas de determinado local ou região.

A classificação climática de Köppen-Geiger, baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura, anual e mensal, é o sistema empregado nos Estudos Hidrológicos aqui apresentados.

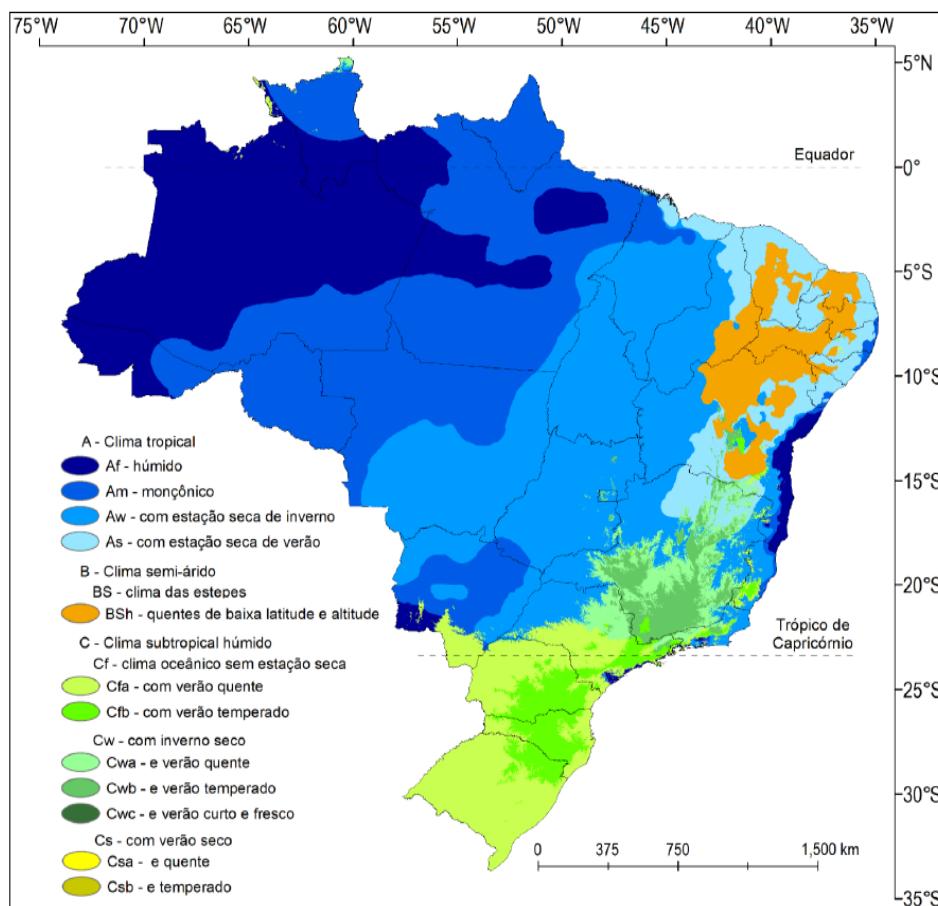


Figura 11 - Classificação climática de Köppen-Geiger para o Brasil (Fonte: Geografando, 2014).

O tipo climático da área de estudo segundo a classificação de Köppen-Geiger é Aw, tropical com estação seca no inverno.

Na área de abrangência dos estudos, assim como de modo geral no Estado de Goiás, predominam-se temperaturas mais elevadas na primavera (setembro a dezembro) e verão (dezembro a março). O outono (março a junho) e o inverno (junho a setembro), embora sujeito a máximas diárias elevadas, são estações caracterizadas por temperaturas mais amenas e frias, porém essas estações apresentam menor umidade relativa do ar, que permanece abaixo de 70% e podem chegar a menos de 10%, com agosto sendo o mês mais seco do ano. Tem-se o mês de dezembro, no verão, como o mais úmido.

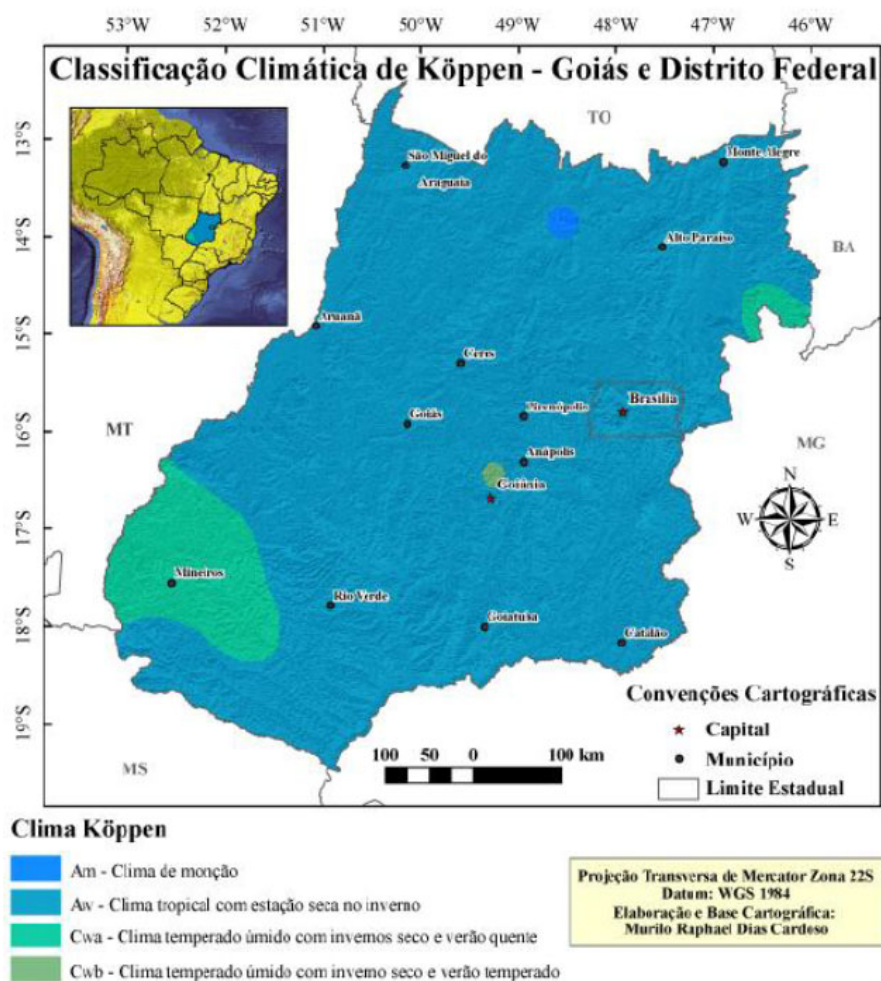


Figura 12 – Classificação climática de Köppen-Geiger para Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

A área de influência, onde situa-se o Estudo, possui temperatura máxima média figurando em 30° e a mínima média apresentando-se em 17°, com temperatura média anual situando-se entre os valores de 24°C e 25°C.

A insolação média anual na área de influência do Estudo apresenta-se entre 2400 e 2450 horas, os ventos na região passam por variações sazonais significativas, atingindo velocidades médias acima de 9,8 km/h na época de maior intensidade (junho a agosto) e inferiores a 7,0 km/h na época de menor intensidade (outubro a junho).

A evaporação apresenta índices anuais entre 1400 e 1500 mm.

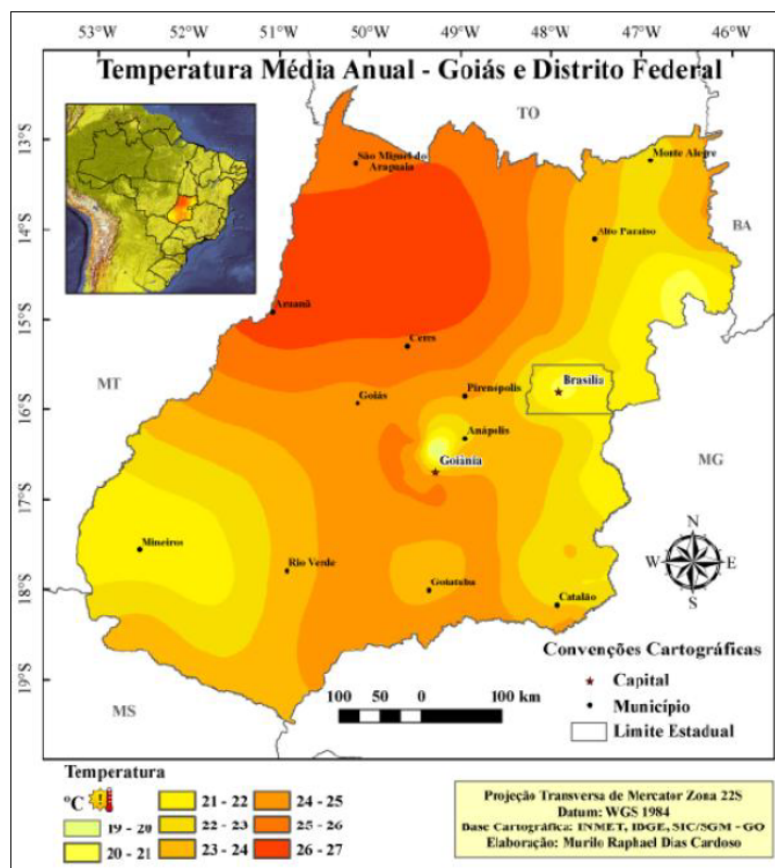


Figura 13 - Temperatura média anual Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

4.1.7 Pluviometria

A distribuição pluviométrica da região em estudo apresenta um padrão típico do centro-oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos cerrados. O regime de chuvas caracteriza a forte sazonalidade e duas estações bem definidas, o verão chuvoso e o inverno seco.

O ano hidrológico, o qual referência os cálculos do estudo hidrológico, se inicia em agosto, com o início das chuvas, e se finaliza em julho, sendo este o mês menos chuvoso do ano.

Para o estudo das precipitações pluviométricas, utilizamos os dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) coletados na seguinte Estação (Posto):

Tabela 1 - Estações Pluviométricas para coleta de dados

DADOS - ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS	
Código (N°)	1850002
Nome	QUIRINÓPOLIS
Código adicional	-
Bacia	6 - RIO PARANÁ
Sub-bacia	-
Rio	-
Estado	GOIÁS
Município	QUIRINÓPOLIS
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-18,50
Longitude	-50,52
Altitude (m)	-
Área de drenagem (km²)	-

A coleta de dados para medição da pluviometria na referida Estação é realizada através da utilização de pluviômetros.

Com relação ao grau de consistência dos dados coletados, se trabalhou com o nível 2, dados consistidos pela ANA, uma vez que as informações de nível 1, dados brutos, não são pré-analisadas pela ANA quanto a consistência, aumentando o grau de incerteza das amostras. A figura apresentada a seguir expõe a localização destes postos pluviométricos.



Figura 14 - Localização das Estações de Coleta de Dados Pluviométricos

O mecanismo atmosférico nas regiões tropicais se caracteriza, sobretudo, por sua notável irregularidade, isto é, sua dinâmica costuma apresentar comportamentos bem distintos quando comparada de um ano para outro.

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

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

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

Tabela 2 - Pluviometria – GO-206 – Estação N° 01850002 Quirinópolis

RESUMO - QUIRINÓPOLIS N° 1850002								
Mês	Precipitação mínima mensal (mm)	Precipitação média mensal (mm)	Precipitação máxima mensal (mm)	Precipitação máxima registrada em um dia no mês (mm)	Precipitação mínima registrada em um dia no mês (mm)	Dias de chuva (mínimo)	Dias de chuva (média)	Dias de chuva (máximo)
Janeiro	154,00	274,52	464,00	100,00	27,00	11	16	24
Fevereiro	83,00	188,52	471,60	75,20	26,50	4	13	24
Março	21,80	178,73	412,60	83,30	9,00	3	13	22
Abril	15,00	88,40	192,00	125,00	14,00	1	6	13
Mai	0,00	39,22	105,60	52,00	0,00	0	4	12
Junho	0,00	15,97	92,00	38,50	0,00	0	2	8
Julho	0,00	10,46	62,90	46,00	0,00	0	1	6
Agosto	0,00	14,70	81,80	33,00	0,00	0	1	5
Setembro	0,00	49,06	191,40	104,00	0,00	0	5	10
Outubro	49,20	145,02	272,50	133,00	17,50	3	9	18
Novembro	48,70	223,03	382,00	150,00	28,00	6	13	20
Dezembro	145,60	304,11	491,90	90,20	28,00	10	18	25
Total		1531,74		189,00 (03/11/1979)		0	101	25

As chuvas iniciam-se no mês de agosto, geralmente se intensificam em outubro, atingindo a maior pluviosidade nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, durante esses meses chove em média 76% do total anual.

Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são muito raras, havendo vários dias em que não são registradas. Além de serem muito reduzidas as ocorrências de chuvas durante o inverno, estas são pouco copiosas, razão pela qual os totais mensais de precipitações nesta época são pouco significativos. No inverno não chega a se acumular, em média, mais de 14,00 mm de chuvas. Assinalamos ainda que, não apenas o trimestre de inverno é seco, mas também o mês que o antecede (maio) e o mês que o sucede (setembro) são muito pouco chuvosos.

A seguir são apresentados os histogramas com os valores das precipitações totais mensais, para o ano hidrológico e para o ano civil, e o histograma com o número de dias de chuva para as respectivas estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Estação N° 01850002 – Quirinópolis

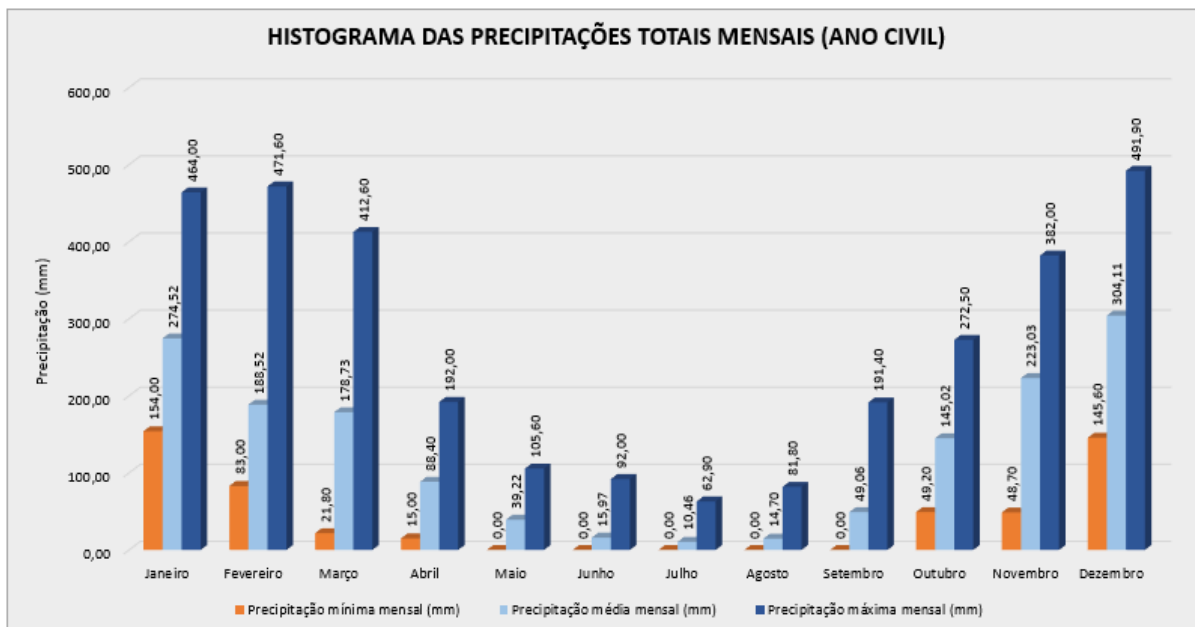


Figura 15 – Precipitações totais mensais (ano civil)

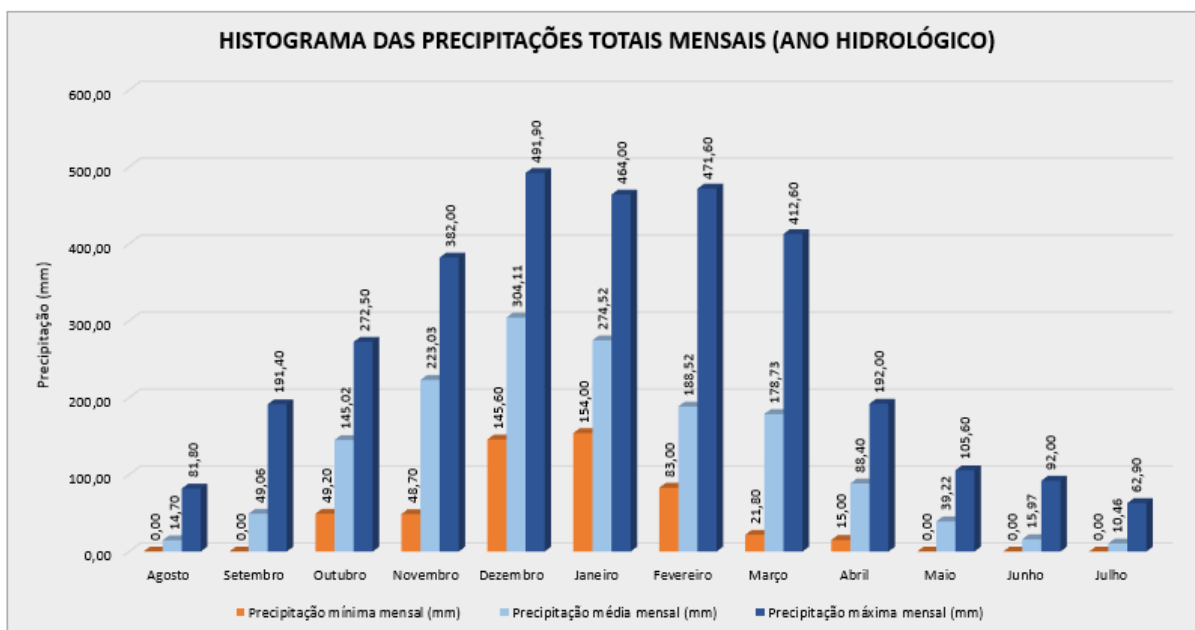


Figura 16 – Precipitações totais mensais (ano hidrológico)

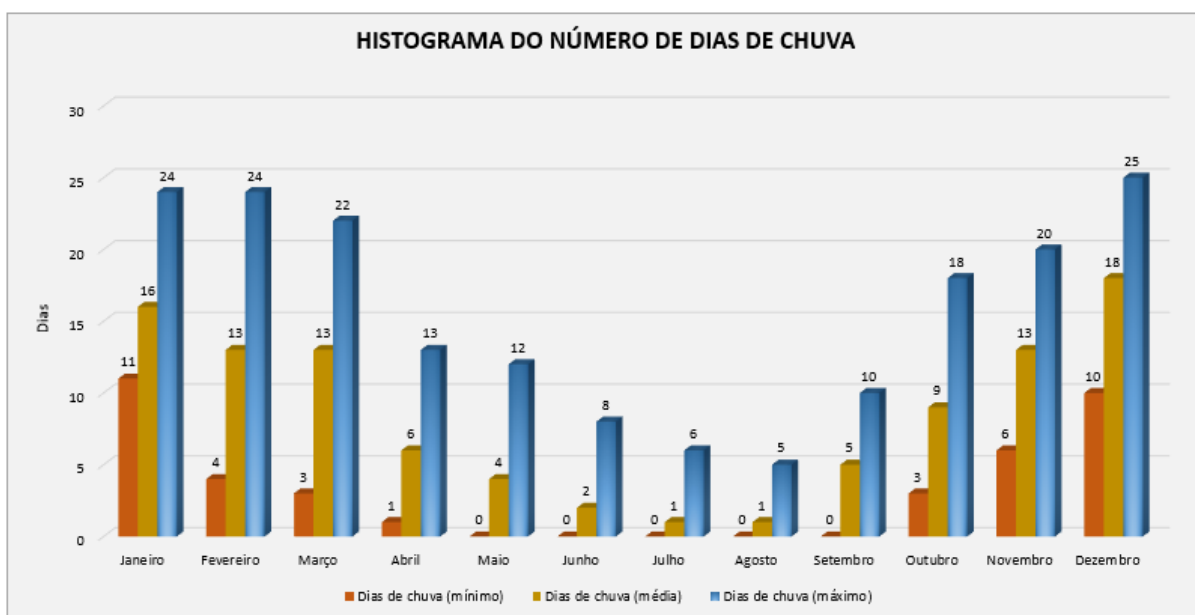


Figura 17 – Número de dias de chuva

Características do regime pluviométrico da Estação N° 01850002 – Quirinópolis.

- *Altura média de chuva do mês mais seco é de 10,46 mm (julho);*
- *Altura média de chuva do mês mais chuvoso é 304,11 mm (dezembro);*
- *Trimestre mais chuvoso: dezembro a fevereiro (verão);*
- *Trimestre mais seco: junho a agosto (inverno);*
- *Média do nº de dias chuvosos por ano na região em estudo = 101 dias;*
- *Total pluviométrico médio anual = 1.531,74 mm.*

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

4.1.8 Fluviometria

Identificou-se as estações fluviométricas N° 60870000 – Quirinópolis, N° 60506000 – GO-206 e N° 60805100 – UHE Simão Abaixo Barra Rio Verde, como as de maior proximidade com área de intervenção da GO-401.

Para a utilização de dados fluviométricos, determinados critérios devem ser atendidos, como normalmente o posto fluviométrico não se situa no próprio local da obra há a necessidade de correção dos valores das descargas observadas para referi-las ao local da obra. Quanto maior a distância entre o posto e o local da obra mais imprecisa se torna essa correção, onde não se recomenda uma relação maior que dois nem menor que um meio entre as áreas controladas nesses dois pontos do curso d'água.

Discorrida a justificativa, para o presente estudo hidrológico adotou-se a base de dados oriunda dos postos pluviométricos, não sendo utilizados os dados fluviométricos.

4.2 METODOLOGIA DO ESTUDO HIDROLÓGICO

O desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos elaborados foi concebido em duas fases, a Fase Preliminar, onde ocorreu a coleta dos dados hidrológicos e a definição das bacias hidrográficas, e a Fase Definitiva, em que foram consolidados os estudos realizados na fase anterior envolvendo a coleta e análise desses dados e a determinação das descargas das bacias, objetivado através da seguinte sistemática:

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

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

- *Para bacias com áreas < 5 km², adota-se o Método Racional;*
- *Para bacias com áreas > 5 km² e < 10 km², adota-se o Método Racional Corrigido;*
- *Para Bacias com áreas > 10 km² adota-se o Hidrograma Unitário Triangular (bacias com áreas entre 10 e 20 km² as descargas serão determinadas pelo método do Hidrograma Sintético Triangular, para áreas acima de 20 km² as descargas serão determinadas pelo método do Hidrograma Unitário Triangular).*

4.2.1 Período de Retorno

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

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

As dificuldades em se estabelecer, objetivamente, o período de retorno, fazem com que a escolha recaia sobre os valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelo meio técnico. Muitas entidades fixam os períodos de retorno para diversos tipos de obra como critério de projeto.

A fixação do tempo de recorrência segue os critérios estabelecidos na *IS-203: Estudos Hidrológicos*, sendo determinado através de fator técnico-econômico. A escolha necessita cuidados especiais, tais como:

- Tipo, importância e segurança da obra;
- Classe da rodovia;
- Estimativas de custos de restauração na hipótese de destruição;
- Estimativa de outros prejuízos resultantes de ocorrência de descargas maiores que as de projeto;
- Comparativo de custo entre a obra para diferentes tempos de recorrência;
- Riscos para as vidas humanas face a acidentes provocados pela destruição da obra.

Os tempos de retorno adotados no presente estudo buscam atender a tabela apresentada a seguir.

Tabela 3 – Tempo de recorrência

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

Fonte: IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos (Adaptada).

Para o presente projeto, seguiu-se a IP-03 da Goinfra e os parâmetros normatizados pelo DNIT para verificação hidráulica das obras existentes e para a verificação e compatibilização dos dispositivos de drenagem superficial.

4.2.2 Determinação da Intensidade de Chuva

Para a determinação das vazões de projeto das bacias, através de modelo chuva-vazão, primeiramente foi estudado o regime de chuvas da região através de análises estatísticas dos dados coletados nas estações pluviométricas selecionadas. Para a coleta e dados seguiu-se as orientações do Anexo B3 IS-203: Estudos Hidrológicos contidas na publicação *IPR-726 Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos básicos/Instruções de serviço do DNIT* e as orientações contidas no *Guia de Análise de Projetos Rodoviários*, também do DNIT, onde se recomenda que o período da série histórica seja o maior possível, de preferência superior a 20 anos, com poucas falhas e com medições consistidas.

A estação N° 01850002 – Quirinópolis, com 18 anos de observações completas, porém não contínuas, apresenta boa confiabilidade nos dados. Como critério para seleção dos dados foram selecionados todos os intervalos em que não há falhas de dados no ano hidrológico ou em que possíveis falhas não interfiram nos valores de precipitação máxima necessários para definição da vazão máxima de projeto. Os meses de constatação de maior pluviometria em que se verificou inconsistências ou falhas nos dados foram descartados.

Os dados selecionados são apresentados a seguir:

Tabela 4 - Dados de precipitação média mensal – Quirinópolis Nº 01850002

DADOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 1 DIA (mm)													
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1971	53,00	65,90	32,00	35,00	30,00	0,00	46,00	0,00	27,00	46,00	43,40	54,00	65,90
1972	56,00	36,00	42,00	60,00	4,80	8,00	0,00	30,00	35,00	75,00	71,00	75,00	75,00
1973	48,00	26,50	83,30	35,00	11,50	3,50	0,00	0,00	28,00	74,00	39,00	28,00	83,30
1974	86,60	63,00	30,70	39,30	10,00	5,50	20,10	29,00	7,70	133,00	28,00	59,00	133,00
1975	60,00	34,30	45,90	19,30	15,00	0,00	0,00	0,00	11,00	71,00	70,00	90,20	90,20
1977	44,00	30,00	44,00	35,00	32,70	5,40	2,70	9,00	17,00	40,00	45,00	35,00	45,00
1978	75,00	68,00	30,00	14,00	3,60	0,00	11,00	0,00	25,00	33,00	82,00	84,00	84,00
1979	32,00	50,00	9,00	57,00	30,00	13,00	0,00	17,00	104,00	23,00	150,00	51,00	150,00
1980	46,00	43,00	48,00	15,00	0,00	21,00	0,00	3,50	16,00	36,00	52,00	50,00	52,00
1981	54,00	51,00	47,00	125,00	21,00	30,00	15,00	0,00	5,60	70,00	80,50	68,00	125,00
1982	100,00	43,30	73,00	83,20	12,30	0,00	30,00	19,00	30,20	45,20	65,00	50,00	100,00
1983	77,00	72,00	40,20	100,00	37,20	0,00	0,00	0,00	38,00	52,00	48,00	50,00	100,00
1986	77,00	38,60	55,20	16,60	3,00	37,60	0,00	33,00	22,10	17,50	35,20	80,40	80,40
1989	27,00	28,00	36,00	53,00	17,20	1,50	4,00	10,70	7,00	18,00	45,00	62,00	62,00
1994	78,00	75,20	31,40	19,80	14,40	7,60	0,20	0,00	0,00	56,30	46,40	59,40	78,00
2003	44,00	53,50	21,00	47,00	30,00	0,20	5,50	18,00	4,00	43,00	50,00	51,70	53,50
2004	44,20	28,00	45,00	44,00	52,00	38,50	0,00	0,00	0,00	28,00	32,00	44,00	52,00
2005	50,00	40,00	47,00	41,00	35,00	0,00	0,00	2,50	20,00	49,10	46,50	47,00	50,00
MÉDIA	58,43	47,02	42,26	46,62	19,98	9,54	7,47	9,54	22,09	50,56	57,17	57,71	82,18

A partir desses dados, foi empregado o Método das Probabilidades Extremas de Gumbel para o cálculo da precipitação média (P_{méd}) e do desvio padrão (d) dentre o número (n) de eventos analisados.

Com os valores da precipitação média e do desvio padrão calculados no estudo estatístico mostrados nas tabelas a seguir, juntamente com os valores do coeficiente de Weise e Reid (k), foi utilizada a fórmula de Ven Te Chow para determinar a precipitação da chuva de 1 dia no tempo de recorrência previsto. Esta chuva de 1 dia foi convertida em chuva de 24 horas, multiplicando os valores de precipitação por 1,13 que é a relação 24 horas / 1 dia.

Determinou-se no mapa de Isozonas a Isozona E, que corresponde à região de projeto. Após a determinação da Isozona, foram fixadas para ela as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora. Desta forma, obteve-se valores de precipitação, em mm, para chuvas com 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração nos tempos de recorrência considerados.

Tabela 5 - Estudo Estatístico – Quirinópolis Nº 01850002

ESTUDO ESTATÍSTICO DA PLUVIOMETRIA - MÉTODO DE GUMBEL											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ANO	Pi (mm)	Nº ordem (M)	Pi (Decresc.) (mm)	P-Pméd (mm)	(P-Pméd) ² (mm)	Frequência	Período	Variável reduzida (y)	y-yn	(y-yn) ²	k
1971	65,90	1	150,00	67,82	4599,10	94,74	19,00	2,918	2,398	5,749	2,288
1972	75,00	2	133,00	50,82	2582,33	89,47	9,50	2,196	1,676	2,810	1,599
1973	83,30	3	125,00	42,82	1833,27	84,21	6,33	1,761	1,241	1,541	1,184
1974	133,00	4	100,00	17,82	317,43	78,95	4,75	1,442	0,922	0,851	0,880
1975	90,20	5	100,00	17,82	317,43	73,68	3,80	1,186	0,666	0,444	0,636
1977	45,00	6	90,20	8,02	64,27	68,42	3,17	0,969	0,449	0,202	0,429
1978	84,00	7	84,00	1,82	3,30	63,16	2,71	0,778	0,258	0,066	0,246
1979	150,00	8	83,30	1,12	1,25	57,89	2,38	0,604	0,084	0,007	0,080
1980	52,00	9	80,40	-1,78	3,18	52,63	2,11	0,443	-0,076	0,006	-0,073
1981	125,00	10	78,00	-4,18	17,50	47,37	1,90	0,291	-0,228	0,052	-0,218
1982	100,00	11	75,00	-7,18	51,60	42,11	1,73	0,145	-0,375	0,140	-0,358
1983	100,00	12	65,90	-16,28	265,15	36,84	1,58	0,001	-0,518	0,269	-0,495
1986	80,40	13	62,00	-20,18	407,37	31,58	1,46	-0,142	-0,662	0,438	-0,632
1989	62,00	14	53,50	-28,68	822,73	26,32	1,36	-0,289	-0,809	0,654	-0,772
1994	78,00	15	52,00	-30,18	911,03	21,05	1,27	-0,443	-0,963	0,928	-0,919
2003	53,50	16	52,00	-30,18	911,03	15,79	1,19	-0,613	-1,133	1,283	-1,081
2004	52,00	17	50,00	-32,18	1035,77	10,53	1,12	-0,812	-1,331	1,772	-1,270
2005	50,00	18	45,00	-37,18	1382,60	5,26	1,06	-1,080	-1,600	2,559	-1,526
soma	-	-	1479,30	-	15.526,35	-	-	9,36	0,00	19,77	-

$$P_{méd} = \frac{\sum (\text{col 4})}{n} = 82,18$$

$$d = \frac{\sqrt{\sum (\text{col 6})}}{\sqrt{(n-1)}} = 30,22$$

$$n = 18 \text{ eventos}$$

Tabela 6 - Valores de K (Weise e Reid) – Quirinópolis Nº 01850002

Valores de K (Weise e Reid)							
NÚMERO DE EVENTOS	TEMPO DE RECORRÊNCIA						
	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,476	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,47	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,36	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,41	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,25	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,86
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836

Tabela 7 - Valores de Ven Te Chow – Quirinópolis Nº 01850002

Fórmula de Ven Te Chow - $PR = Pméd + d \cdot K$							
TEMPO DE RECORRÊNCIA	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
PRECIPITAÇÃO - PR (mm)	110,41	132,02	144,05	152,75	159,31	179,59	199,68

Tabela 8 - Valores de Precipitação – Quirinópolis Nº 01850002

Valores de Precipitação (mm)							
Duração da chuva	TEMPO DE RECORRÊNCIA						
	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
24 h	124,76	149,18	162,77	172,61	180,02	202,93	225,64
1 h	54,90	65,04	70,48	74,57	77,41	86,45	95,22
6 min	15,72	18,80	20,51	21,75	22,68	25,57	25,27

As alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, foram marcadas no papel de probabilidades (Hershfield e Wilson) e, ligando-se os pontos marcados, obtém-se a altura de chuva para qualquer tempo de duração entre 6 minutos e 24 horas.

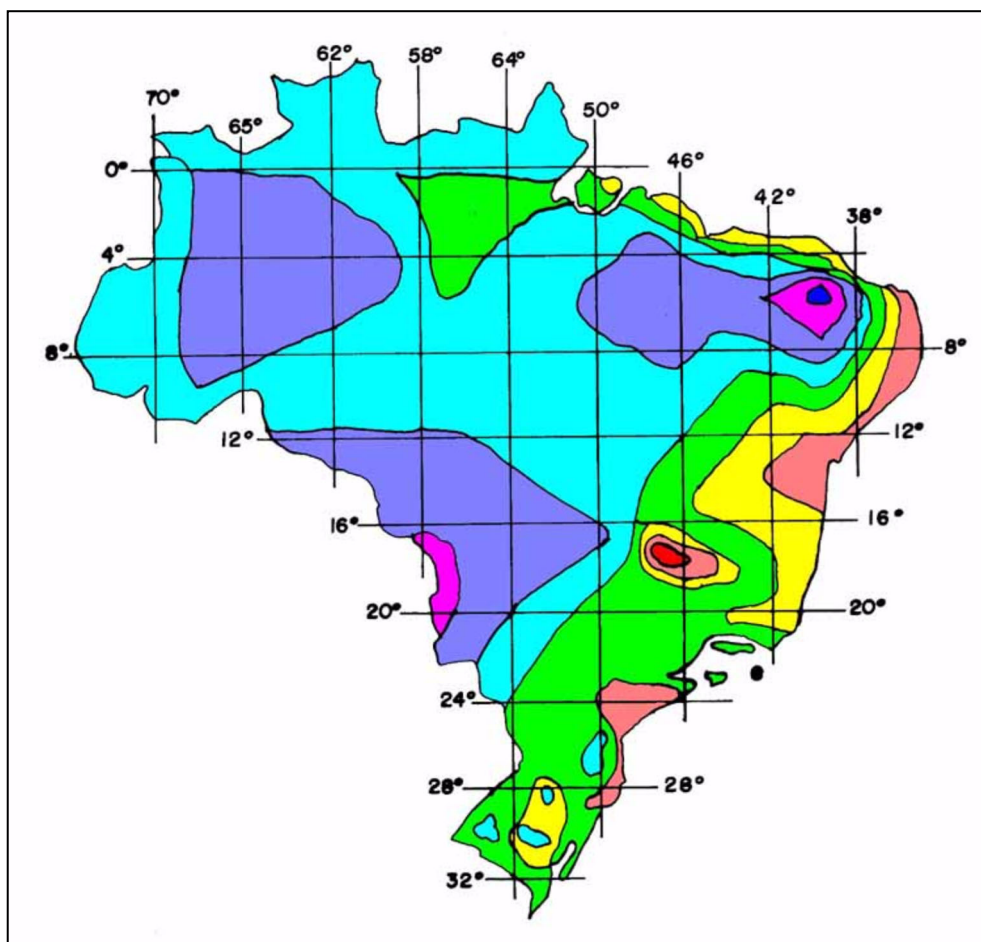


Figura 18 - Mapa de Isozonas

Tabela 9 – Tabelas de Isozonas

Zona		Tempo de Recorrência (anos)								
		1 Hora / 24 Horas							6 mim / 24 H	
		5	10	15	20	25	50	100	5 - 50	100
A		36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,0	34,7	7,0	6,3
B		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	38,8	38,4	9,8	8,8
D		42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	40,7	40,3	11,2	10,0
E		<u>44,0</u>	<u>43,6</u>	<u>43,3</u>	<u>43,2</u>	<u>43,0</u>	<u>42,6</u>	<u>42,2</u>	<u>12,6</u>	<u>11,2</u>
F		46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,9	12,4
G		47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,4	45,9	15,4	13,7
H		49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	47,8	16,7	14,9

A seguir são apresentados o quadro de altura de chuva x duração x intensidade x tempo de recorrência e os gráficos de precipitação x duração x frequência e de intensidade x duração x frequência para o posto pluviométrico da região em estudo, segundo o método das Isozonas.

Tabela 10 – Estação N° 1753002 Quadro – Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência

Quadro - Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência														
Duração da chuva (minutos)	TEMPO DE RECORRÊNCIA													
	5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
	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)	P (mm)	I (mm/h)
5	14,62	175,47	16,04	192,46	16,93	203,16	17,59	211,10	18,12	217,48	19,88	238,54	21,80	261,65
10	23,72	142,30	26,01	156,08	27,46	164,75	28,53	171,19	29,39	176,36	32,24	193,45	35,36	212,18
15	30,21	120,85	33,14	132,55	34,98	139,92	36,35	145,39	37,44	149,78	41,07	164,29	45,05	180,20
20	35,23	105,70	38,64	115,93	40,79	122,38	42,39	127,16	43,67	131,00	47,90	143,69	52,54	157,61
25	39,32	94,36	43,12	103,50	45,52	109,25	47,30	113,52	48,73	116,95	53,45	128,28	58,62	140,70
30	42,75	85,51	46,89	93,79	49,50	99,00	51,44	102,87	52,99	105,98	58,12	116,25	63,75	127,50
35	45,72	78,39	50,15	85,98	52,94	90,75	55,01	94,30	56,67	97,15	62,16	106,56	68,18	116,88
40	48,34	72,51	53,02	79,54	55,97	83,96	58,16	87,24	59,92	89,87	65,72	98,58	72,08	108,13
45	50,68	67,58	55,59	74,12	58,68	78,24	60,98	81,30	62,82	83,76	68,90	91,87	75,57	100,77
50	52,80	63,36	57,91	69,50	61,13	73,36	63,52	76,23	65,44	78,53	71,78	86,14	78,73	94,48
55	54,74	59,71	60,04	65,50	63,38	69,14	65,85	71,84	67,84	74,01	74,41	81,18	81,62	89,04
60	56,52	56,52	62,00	62,00	65,44	65,44	68,00	68,00	70,06	70,06	76,84	76,84	84,28	84,28
65	58,18	53,71	63,82	58,91	67,36	62,18	70,00	64,61	72,11	66,56	79,09	73,01	86,76	80,08
70	59,73	51,20	65,51	56,15	69,15	59,27	71,86	61,59	74,03	63,45	81,20	69,60	89,06	76,34
75	61,18	48,94	67,11	53,68	70,83	56,67	73,61	58,88	75,83	60,66	83,17	66,54	91,23	72,98
80	62,55	46,91	68,61	51,46	72,42	54,31	75,25	56,44	77,53	58,14	85,03	63,78	93,27	69,95
85	63,84	45,07	70,03	49,43	73,92	52,18	76,81	54,22	79,13	55,86	86,79	61,27	95,20	67,20
90	65,07	43,38	71,38	47,58	75,34	50,23	78,29	52,19	80,65	53,77	88,47	58,98	97,03	64,69
95	66,25	41,84	72,66	45,89	76,70	48,44	79,70	50,34	82,11	51,86	90,06	56,88	98,78	62,39
100	67,36	40,42	73,89	44,33	77,99	46,80	81,05	48,63	83,49	50,10	91,58	54,95	100,45	60,27
105	68,44	39,11	75,06	42,89	79,23	45,28	82,33	47,05	84,82	48,47	93,04	53,16	102,05	58,31
110	69,46	37,89	76,19	41,56	80,42	43,87	83,57	45,58	86,09	46,96	94,43	51,51	103,58	56,50
115	70,45	36,76	77,27	40,32	81,57	42,56	84,76	44,22	87,32	45,56	95,78	49,97	105,05	54,81
120	71,40	35,70	78,32	39,16	82,67	41,33	85,90	42,95	88,50	44,25	97,07	48,53	106,47	53,24

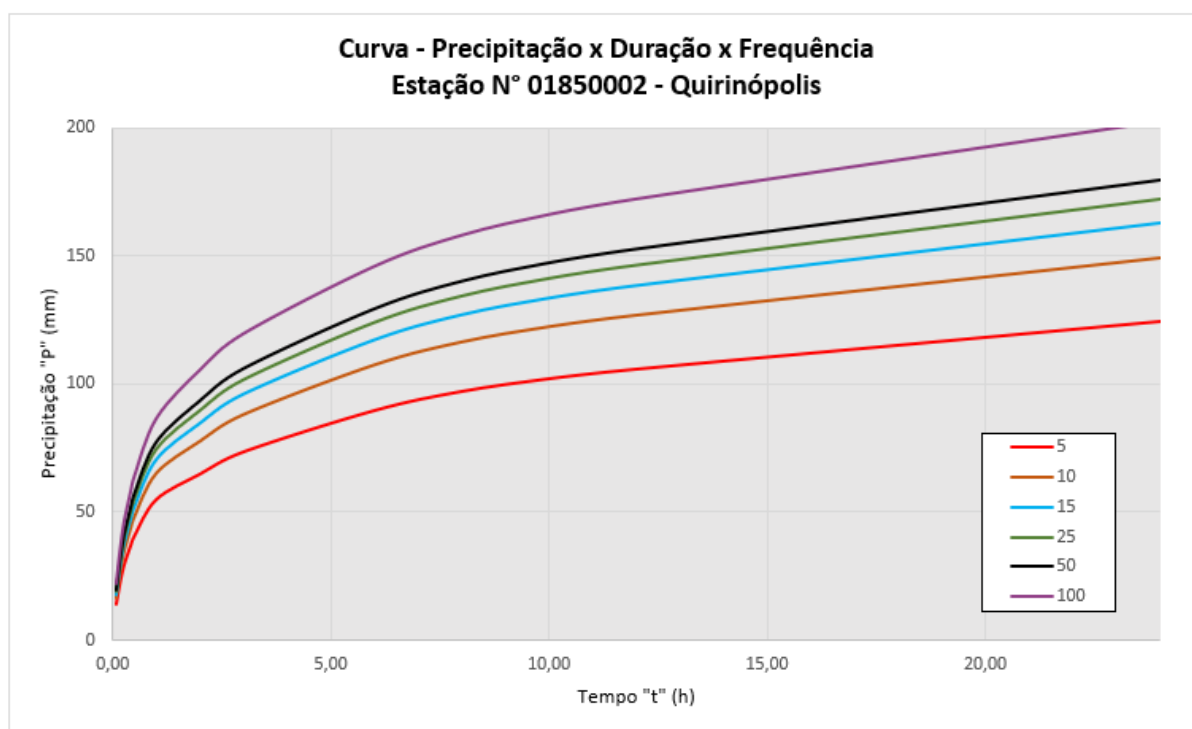


Figura 19 - Precipitação x Duração x Frequência

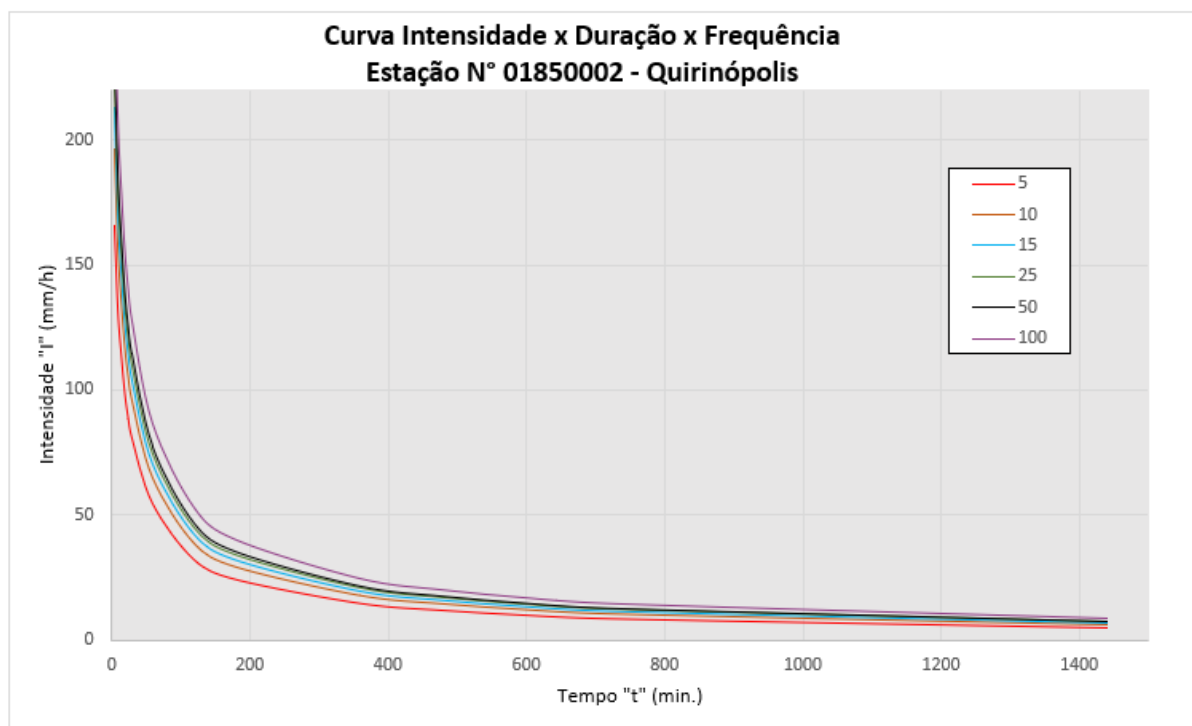


Figura 20 - Intensidade x Duração x Frequência

4.2.3 Modelos chuva-vazão

Modelos de transformação chuva-vazão possuem como objetivo estimar o deflúvio, gerado por um evento de chuva, para um sistema de drenagem qualquer. Busca-se reproduzir as fases do ciclo hidrológico entre a precipitação e o escoamento na área de interesse.

Há uma grande variedade de modelos existentes, desde os mais simples, como o método racional, a modelos com entradas distribuídas que ponderam a variabilidade espacial e temporal do evento chuvoso. Estes almejam representar a variação das características da bacia hidrográfica no espaço, realizando balanços hídricos localizados com determinação das parcelas de evapotranspiração, infiltração, escoamento superficial e subsuperficial para cada unidade de análise.

Por se tratar de métodos empíricos, são passíveis de incertezas na transformação dos dados de chuva em vazão, porém a falta de disponibilidade de dados fluviométricos nas bacias hidrográficas nos locais de interesse faz com que se busque a utilização desses métodos, uma vez que a disponibilidade de dados pluviométricos disponíveis é geralmente maior.

Ressalta-se que o objetivo do estudo, a disponibilidade de dados e as dimensões das bacias são os condicionantes para a definição do tipo de modelo empregado.

4.2.4 Justificativa para Adoção das Estações Pluviométricas

A figura apresentada a seguir, demonstra o polígono de Thiessen que embasou a organização dos dados e a área de influência para definição das estações pluviométricas adotadas para o presente estudo.



Figura 21 – Localização dos pontos de coleta de dados pluviométricos – Método de Thiessen

A metodologia do polígono de Thiessen é empregada no projeto para determinação das áreas de influência de cada estação. O método consiste em conectar as estações por trechos retilíneos, traçando linhas perpendiculares a esses trechos, passando pelo meio uma linha que liga as duas estações. Essas linhas perpendiculares são então prolongadas até se encontrarem umas com as outras formando um polígono na intersecção das linhas, esses polígonos correspondem às áreas de influência de cada estação.

Com base no mapa de Thiessen adotou-se como referência básica para o presente estudo hidrológico o posto pluviométrico N° 01850002 – Quirinópolis. Pode-se observar na figura apresentada anteriormente que o trecho da GO-401, que sofrerá intervenção, está compreendido na área de influência deste posto pluviométrico.

4.2.5 Método de Dimensionamento das Vazões Excedentes

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

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

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

Equação 1 - Vazões Excedentes

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

4.2.5.1 Determinação do coeficiente de escoamento

Para o cálculo da chuva excedente uma das abordagens principais é o cálculo direto por meio de relações funcionais que levam em conta o total precipitado, o tipo de solo, sua ocupação e perdas por infiltração.

Os métodos de cálculo baseiam-se, normalmente, em relações empíricas e são largamente utilizados pelo fácil uso e por fornecerem resultados satisfatórios quando empregados com discernimento. Exemplos típicos dessa classe de métodos são os consagrados: método do número da curva do SCS e o método do coeficiente de escoamento superficial, utilizado para cálculo das vazões de pico.

4.2.5.2 Coeficiente de escoamento superficial – C

Do volume total precipitado sobre a bacia, apenas uma parte atinge a seção de vazão sob a forma de escoamento superficial. Uma outra parte está sujeita a infiltração e evaporação. O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina de Coeficiente de Escoamento. A parcela da precipitação que escoa superficialmente depende basicamente das características da área onde se dará o escoamento (declividade, natureza e utilização do solo).

A definição do coeficiente de escoamento superficial a ser adotado no presente estudo, apoiou-se em tabelas que apresentam valores em função do tipo de ocupação da área. Analisou-se o coeficiente de escoamento superficial de cada bacia de forma particular, identificando as características e particularidades de cada local para assim representar da melhor forma possível a escolha de valores dos coeficientes de escoamento superficial a serem empregados.

A tabela 11, apresentada no IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos, serviu como referência primária para a definição dos coeficientes de escoamento superficial a serem adotados, sendo empregada para todos os cálculos de vazão em que se utiliza o Método Racional e/ou Método Racional Modificado. A tabela 13, apresentada no IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005 é utilizada como referência para a definição do coeficiente de escoamento superficial no que se refere a aplicação da metodologia do SCS.

Optou-se pela utilização desta, em detrimento à tabela do IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos, por esta apresentar maiores valores de coeficiente, resultando em maiores vazões para os locais em que são empregadas e proporcionando assim uma margem de segurança superior para as obras de transposição que serão implantadas, uma vez que devido ao método do SCS ser recomendado para bacias de maiores dimensões e conseqüentemente maior importância, torna-se mais salutar o seu emprego para reduzir as chances de possíveis falhas nas obras a serem implantadas.

Tabela 11 - Valores do coeficiente de escoamento superficial GOINFRA

Condições de superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Áreas urbanizadas; Cerrados, pastagens	A	0,1	50	0,2	55	0,30	65
	B	0,2	55	0,3	60	0,4	70
	C	0,4	60	0,6	65	0,6	75
	D	0,60 - 0,80	70	0,60-0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,2	45	0,3	50	0,4	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,3	60	0,4	60	0,5	70
	D	0,4	65	0,5	70	0,6	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,1	35	0,3	45	0,4	50
	B	0,2	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,3	50	0,4	60	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70
Culturas Terraceadas	A	0,1	30	0,2	40	0,3	50
	B	0,15	40	0,3	50	0,4	55
	C	0,2	50	0,4	55	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70

Fonte: IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos.

Como as áreas de contribuição das bacias possuem superfícies com diferentes coeficientes de escoamento, adota-se a média ponderada de seus valores.

4.2.5.3 Método do “Soil Conservation Service (SCS)” - CN

O método de cálculo de vazão do SCS, aqui apresentado, referencia-se no *IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005*. Inicialmente é realizada a separação do escoamento, este consiste na determinação do volume de água que entra na bacia através da precipitação que será escoado superficialmente através de balanço hídrico.

A vazão de pico é calculada em função da área de drenagem da bacia, o armazenamento potencial da bacia e o tempo de concentração. Essa relação chuva-deflúvio separa a chuva total em escoamento direto, retenção e abstração inicial, é realizada através do emprego da expressão de Mockus, onde se define os deflúvios em função das precipitações, a expressão é apresentada a seguir.

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

Equação 2 - SCS

$P > 0,2S$

Onde:

Q_D = altura do escoamento superficial direto, mm;

P = altura da precipitação, mm;

S_R = retenção potencial do solo, mm.

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

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

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

Equação 3 - S_r

Onde:

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

O parâmetro CN é o número de escoamento da bacia que retrata as condições da camada superficial do solo, pode variar desde uma cobertura muito permeável até uma cobertura totalmente impermeável, variando a capacidade de infiltração do solo.

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

Tabela 12 – Número de Chuva CN para Diversas Condições de Umidades Antecedentes

Condição II	Condição O	Condição I	Condição III
15	15	7	33
20	19	9	39
25	23	12	45
30	27	15	50
35	30	19	55
40	33	23	60
45	36	27	65
50	39	31	70
55	43	35	75
60	47	40	79
65	51	45	83
70	56	51	87
75	61	57	91
80	67	63	94
85	74	70	97
90	82	78	98
95	92	87	99
100	100	100	100

Fonte: IPR – 715 Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem DNIT 2005 (Adaptada).

Tabela 13 – Número de Curva (CN) para Diferentes Condições do Complexo Hidrológico

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

Fonte: IPR – 715 Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem DNIT 2005 (Adaptada).

A aplicação do método SCS pode ser realizada de duas formas, uma delas é fazer uso de tabelas que levam em conta os tipos de ocupação do solo, característicos de áreas urbanas. A outra é fazer uma média ponderada dos diversos CNs da bacia.

4.2.5.4 Definição dos dados físicos das bacias hidrográficas

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

Para a definição em termos de deflúvio, deverão ser levantados os dados das bacias com a compartimentação de dados existentes (Cartas geográficas, dados geológicos, geomorfológicos, tipos de solos etc.) com uso de modelagem de terreno através de softwares.

O maior objetivo do estudo das bacias é a predição satisfatória do comportamento hidráulico das obras de arte projetadas. Isto é alcançado através da ordenação e análise das informações obtidas nos estudos realizados.

4.2.5.5 Tempo de concentração

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

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

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

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

Foi adotada para determinação do tempo de concentração (TC) no estudo em questão a fórmula de KIRPICH, quando a área da bacia for igual ou menor que 0,8 km², e a fórmula de KIRPICH MODIFICADA, quando a área da bacia for superior a 0,8 km², conforme metodologia definida no *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos*. Realizou-se a comparação entre as fórmulas apresentadas no *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos*, utilizadas no presente estudo, e as fórmulas apresentadas no *IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005*, onde foi possível verificar a compatibilidade entre estas, incorrendo assim na utilização das fórmulas do *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos* apresentadas a seguir:

$$T_c = 0,39 * \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 4.1 - Tempo de concentração (Kirpich)

$$T_c = 0,59 * \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 4.2 - Tempo de concentração (Kirpich Modificada)

Sendo:

T_c= tempo de concentração, em horas;

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

H= declividade do talvegue em %; H = 100*(L/ΔH); ΔH – desnível do talvegue em metros.

4.2.5.6 Método racional

Uma das equações mais comumente utilizadas para o cálculo de vazão de pico para áreas pequenas é a fórmula Racional, que consiste no cálculo da descarga máxima de uma enchente de projeto por meio de expressão que relaciona o valor desta descarga com a área da bacia e a intensidade da chuva, expressa por:

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

Equação 5 - Vazão Racional

Onde:

Q = vazão, m^3/s

C = coeficiente adimensional (coeficiente de escoamento superficial)

I = Intensidade de chuva em mm/min

A = área da bacia, km^2

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

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

O coeficiente de escoamento é o mesmo para todas as tormentas de todas as probabilidades de recorrência. Como já citado anteriormente, as áreas de contribuição das bacias possuem superfícies com diferentes coeficientes de escoamento, adotou-se então a média ponderada de seus valores para a verificação das obras de arte correntes e um T_c de 5 minutos para a drenagem superficial.

4.2.5.7 Método racional corrigido

Para o estudo em bacias com áreas entre $5 km^2$ e $10 km^2$ é utilizado o método racional corrigido, para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas que são consideradas uniformes no Método Racional, coeficientes redutores das chuvas de ponta denominados Coeficientes de Retardo (ϕ), de acordo com o definido pelo IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos. É expresso conforme a equação apresentada a seguir.

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \times \phi$$

Equação 6 - Vazão método Racional Corrigido

Sendo:

$$\phi = \frac{4,38}{A^{0,20} \times L}, 0,50 \leq \phi \leq 1,00$$

Equação 7 - Coeficiente de retardo

Onde:

A = área da bacia, em km^2 ;

L = Comprimento do talvegue, em km .

4.2.5.8 Hidrograma unitário

Na conformação do Hidrograma Unitário, segundo o Soil Conservation Service, deve-se usar o hidrograma unitário adimensional curvilíneo, representado na figura a seguir.

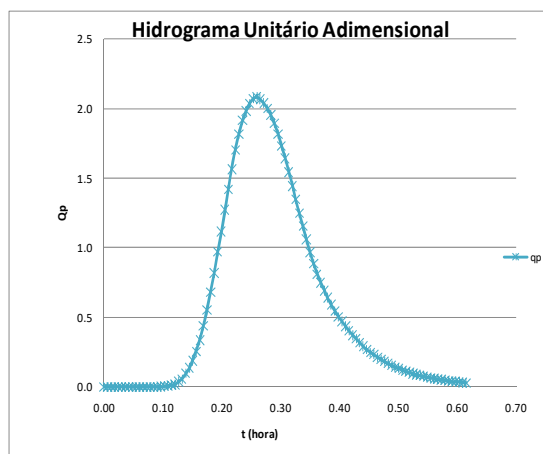


Figura 22 - Gráfico HUT (Autor)

Este hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas. Dividindo as ordenadas do hidrograma unitário pela sua descarga máxima e as abscissas pelo tempo de ponta T_p , resulta o hidrograma adimensional.

Na metodologia do SCS, o tempo de concentração da bacia é igual ao tempo entre o fim da chuva e o ponto de inflexão no ramo descendente do hidrograma unitário, o atraso da onda é aqui definido pelo tempo entre o centro da chuva unitária e o pico do hidrograma unitário.

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

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

- a) Tempo de concentração (T_c), em horas: $T_c = 0,59 \times (L^2/H) 0,385$
- b) Tempo Unitário (T_u), em horas: $T_u = T_c/4 (<24h); T_u = T_c/6 (>24h)$
- c) Tempo de Pico (T_p), em horas: $T_p = \Delta t/2 + 0,6 \times T_u$
- d) Tempo de Base (T_b), em horas: $T_b = 2,67 \times T_p$
- e) Tempo de Retorno (T_r), em horas: $T_r = 1,67 \times T_p$
- f) Escoamento superficial (μ), em $m^3/s/cm$: $\mu = 2,08 \times \text{Área}/T_p$

Com esses valores é estabelecido o hidrógrafo triangular:

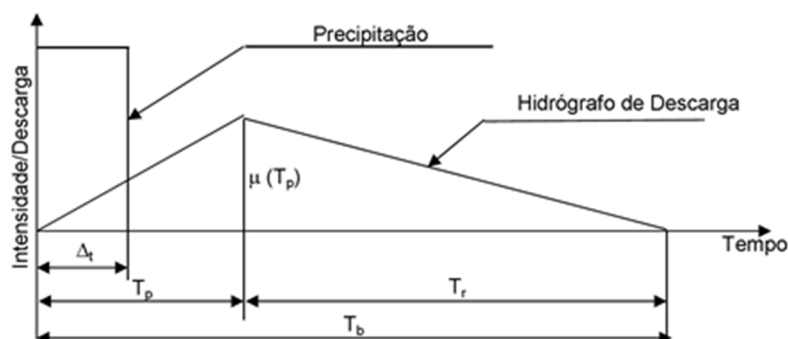


Figura 23 – Principais variáveis do Hidrograma Triangular (Autor).

4.3 BASES CARTOGRÁFICAS E DADOS TOPOGRÁFICOS

A base cartográfica utilizada para a execução dos estudos hidrológicos foram os arquivos SIG do Sistema Estadual de Geoinformação – SIEG do Estado de Goiás e modelos digitais de elevação – MDE do INPE, disponíveis em www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php.

Também foram utilizados o software Google Earth Pro®, assim como levantamentos planialtimétricos na área de implantação da obra, seguindo as instruções da IP-02 GOINFRA – Levantamentos Topográficos. O levantamento de campo e posteriormente o trabalho de elaboração do modelo digital do terreno foram realizados no mês abril de 2021.

4.4 RESULTADOS DO ESTUDO HIDROLÓGICO

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

O segmento de serra da GO-401 que sofrerá intervenção não possui transposição de nenhum corpo hídrico em que haja a necessidade de implantação de bueiro, pontilhão ou ponte, havendo apenas a necessidade de implantação de dispositivos de drenagem superficial.

4.4.1 Mapa das Bacias Hidrográficas

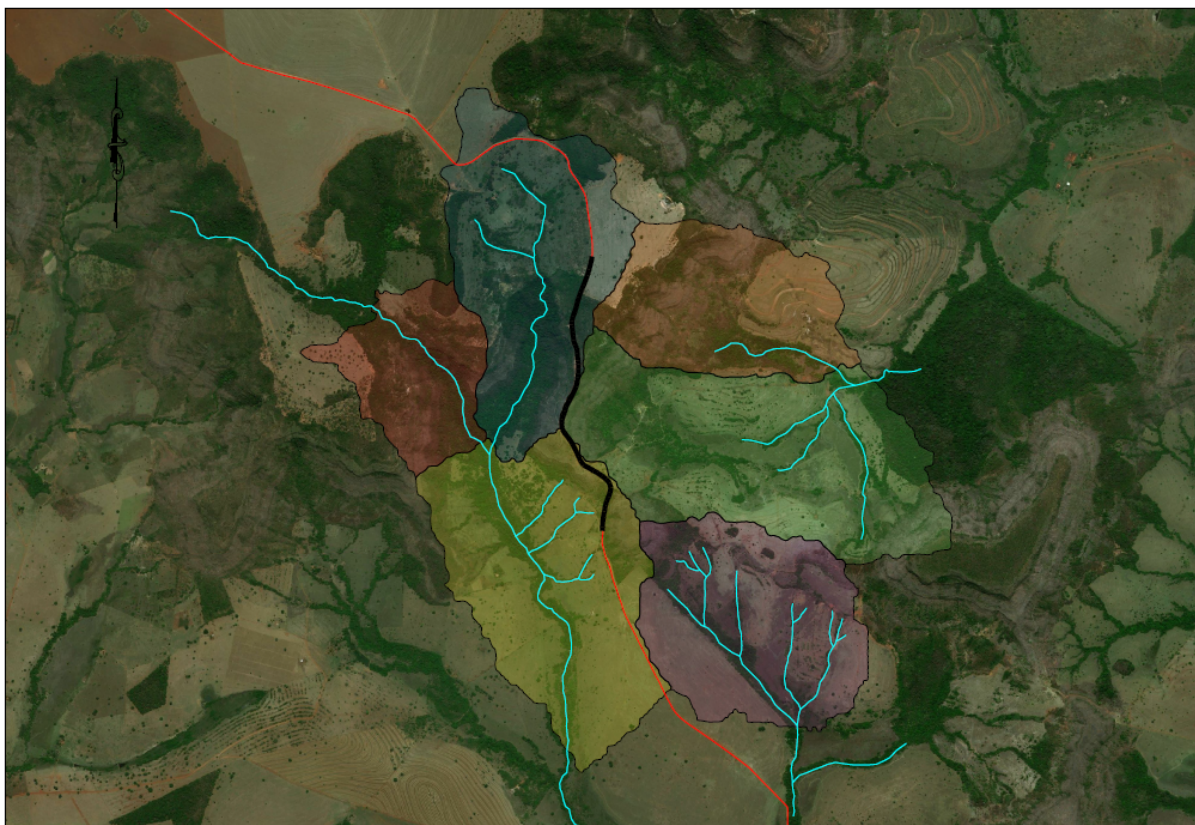


Figura 24 - Mapa das Bacias GO-401 – Bacia com imagem.

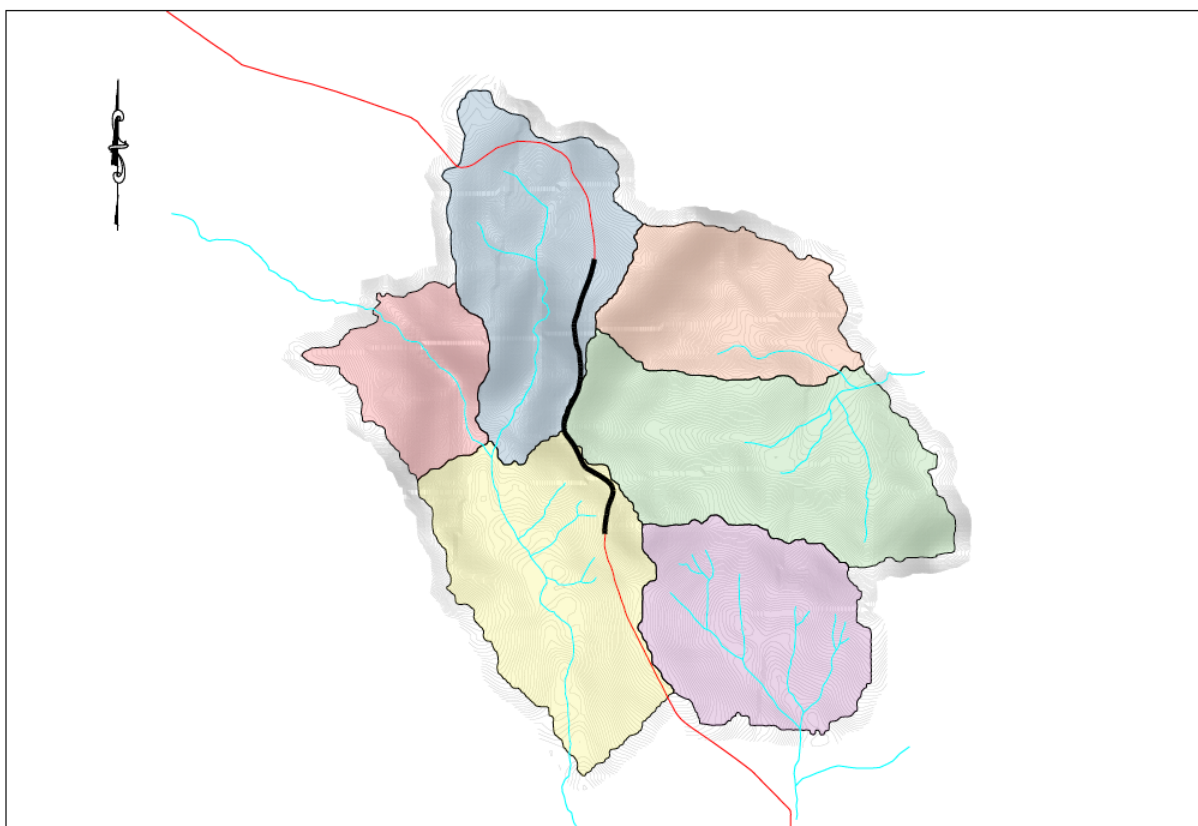


Figura 25 - Mapa das bacias GO-401 – Bacia com curvas de nível.

5 PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto geométrico de melhorias planialtimétricas foi desenvolvido com vistas a ajustar tangentes e curvas horizontais e reduzir as rampas longitudinais, melhorando o desempenho de veículos, especialmente os pesados, na travessia destes trechos que foram identificados pelos fiscais de campo da GOINFRA como críticos, principalmente nos períodos de chuva.

Na rodovia GO-401 foi identificado uma única travessia de serra que demandará ajustes severos para melhorar a sua trafegabilidade.

5.1 PARÂMETROS TÉCNICOS DO PROJETO

Os parâmetros técnicos adotados em projeto foram obtidos junto às orientações contidas na IP-08 da GOINFRA.

5.1.1 Classificação Técnica da Rodovia

Foram adotadas as condições de projeto relativas a rodovia Classe IV, região montanhosa.

5.1.2 Velocidade de Projeto

De acordo com a região atravessada pela rodovia, a tabela 2 constante da IP-08 da GOINFRA, indica para rodovia Classe IV em relevo montanhoso a velocidade de projeto de 40 km/h.

5.1.3 Veículo de Projeto

O veículo de projeto adotado é do tipo semi-reboque.

5.1.4 Distância de Visibilidade

A distância de visibilidade é a extensão de rodovia visível ao condutor. Para a velocidade de projeto este valor é de 50 metros.

As distâncias de visibilidade de parada constituem-se no principal fator de dimensionamento das curvas do alinhamento vertical. Para a velocidade de projeto este valor é de 270 metros.

Ressalta-se que estas distâncias mínimas são indicadas para rodovias pavimentadas, não sendo o caso do projeto em questão que terá apenas revestimento primário.

5.1.5 Raio Mínimo Horizontal

O valor mínimo de curva horizontal adotado foi de 41 metros com superelevação máxima de 8%. Entretanto na adequação projetada não foi utilizado este valor mínimo. O valor de raio mínimo utilizado na adequação projetada é de 100 m.

5.1.6 Alinhamento Vertical

A declividade máxima adotada obedeceu ao indicado na tabela 08 da IP-07, sendo esta de 10% para rodovia Classe IV em relevo montanhoso.

Os valores mínimos de K para curva vertical convexa é de 4 e para curva vertical côncava é de 9, conforme tabela 16 da IP-07 (GOINFRA). Ressalta-se que não foi necessária a utilização destes valores mínimos. O valor mínimo adotado para curva convexa 26,25 foi de e para curva côncava de 9,7.

5.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

A seção transversal sugerida foi debatida com a fiscalização da GOINFRA, a qual solicitou uma geometria que possa ser aproveitada num eventual processo de pavimentação no futuro. Assim sendo, a seção transversal projetada indica uma plataforma de terraplenagem de 12 metros de largura e a plataforma de pavimentação de 10 metros, conforme ilustrado nas figuras abaixo. Nos cortes em material de 1ª categoria o talude é de 1V:1H enquanto que nos cortes em material de 3ª categoria o corte é de 1V:0H. Para aterro o talude é de 1V:1,5H.

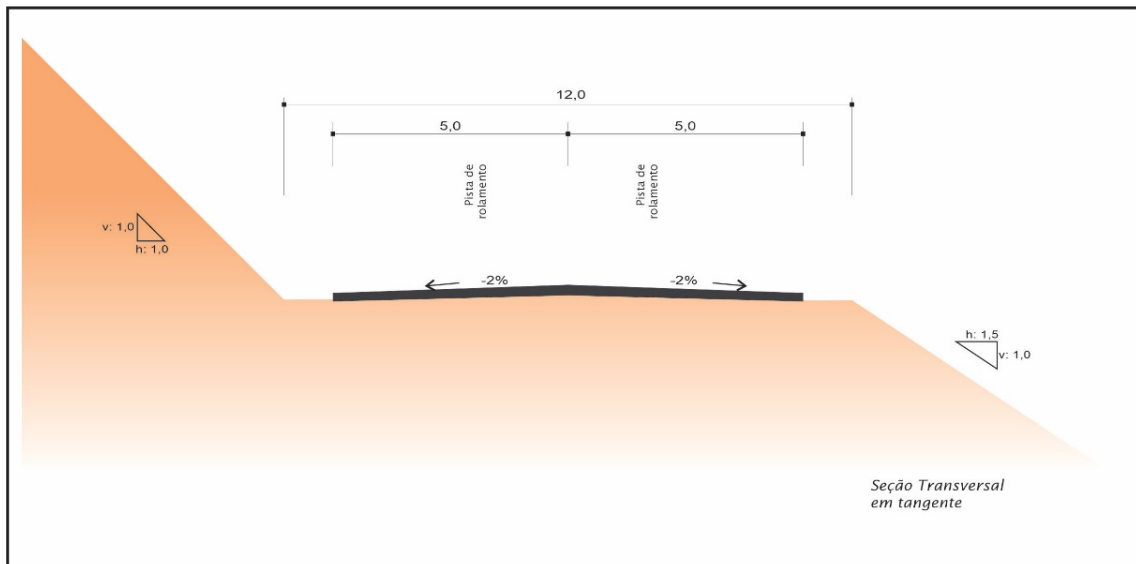


Figura 26: Seção transversal em tangente

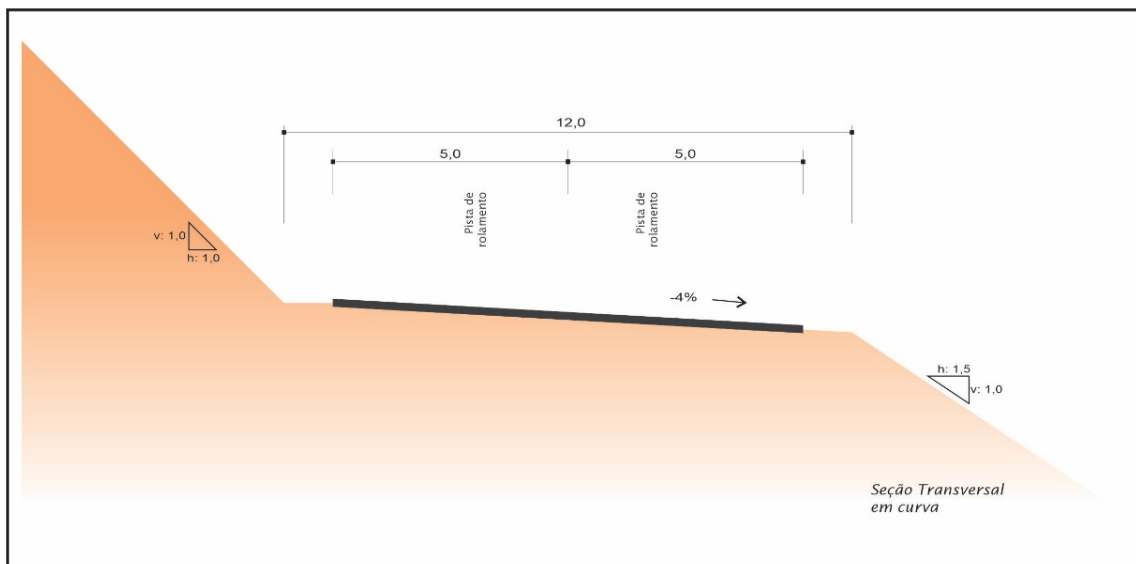


Figura 27: Seção transversal em curva

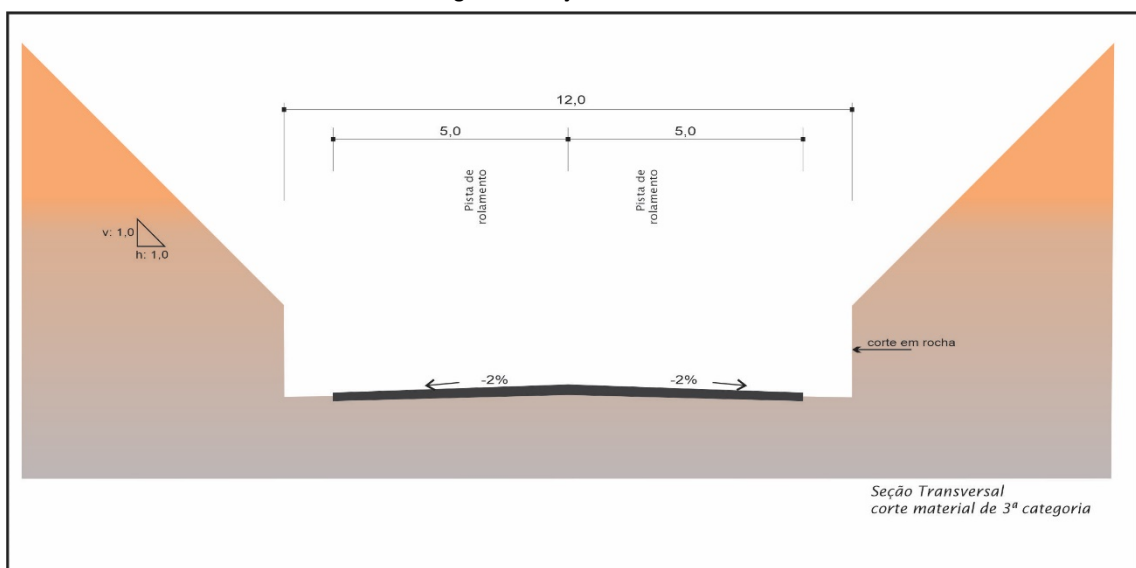


Figura 28: Seção transversal em corte de material de 3ª categoria

5.3 SOLUÇÕES DE INTERFERÊNCIAS

Para os projetos de adequação as soluções de interferências se referem basicamente à relocação de cercas de divisa de fazenda.

5.4 ADEQUAÇÕES GEOMÉTRICAS

O segmento tem início no km 17,20 e final no km 19,12, totalizando 1920 metros de extensão.

Para se fazer os ajustes necessários a projetista aumentou a extensão do trecho indicado na visita a campo, inicialmente de 500 metros, de modo que as correções deste primeiro segmento apresentam 900 m de extensão.

As coordenadas de início e fim do trecho são as seguintes:

- Estaca 00: 541.627,37; 7.970.692,30
- Estaca 96: 541.562,26; 7.972.439,30



Foto 7: Estaca 00



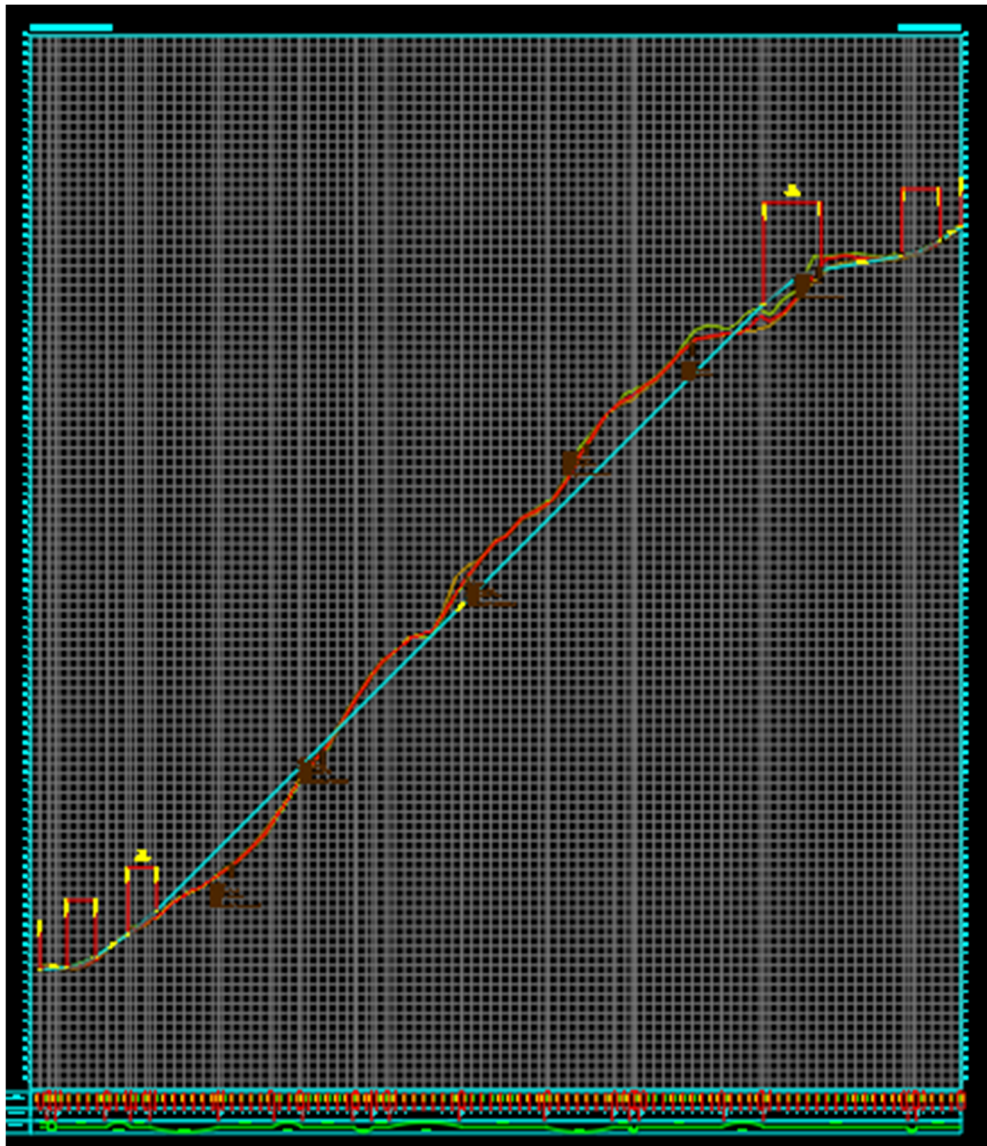
Foto 8: Estaca 96



O trecho atualmente apresenta uma seção transversal média de 6,0 metros.

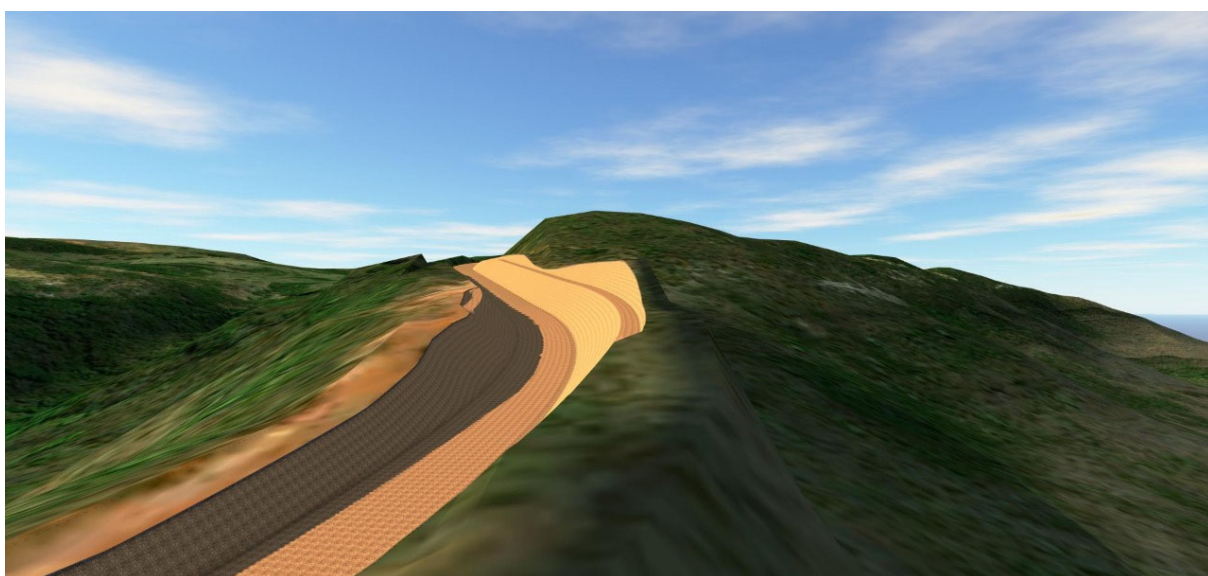
Com relação à altimetria, todo o segmento está em aclive com rampas variando de 4 a 15% de inclinação longitudinal.

Para se conseguir melhorias no que tange a altimetria, foi necessário elaborar um greide alternando trecho com aterro e cortes. Ou seja, criou-se um aterro inicial para que a seção de corte não ficasse tão expressiva. Assim sendo, a correção proposta visou executar uma rampa com inclinação constante de 10% cuja implantação será em aterro no início e corte no final. O aterro terá altura máxima de 6,7 metros e corte terá altura máxima de 9,6 metros. Nestes locais a seção de terraplenagem será composta por bermas de estabilidade.



A seguir são apresentadas perspectivas eletrônicas do projeto de melhorias elaborado.





5.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

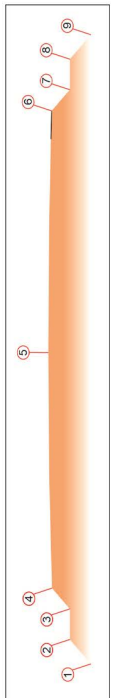
Os ajustes geométricos de cada segmento são apresentados no Volume 02 – Projeto de Execução. Nos desenhos são apresentadas as melhorias em planta e perfil, assim como as seções transversais.

Também são apresentados os elementos de locação do eixo de projeto.

5.6 NOTAS DE SERVIÇO

A seguir são apresentadas as notas de serviço de terraplenagem de cada segmento projetado, onde são apresentadas as coordenadas do eixo de locação, a cota de terreno natural e a cota de terraplenagem. Também são apresentadas para os bordos e offsets as respectivas cotas e distâncias em relação ao eixo de projeto.

Notas de Serviço de Terraplenagem																				
Alinhamento: Rodovia GO-401																				
Estaca	Offset		Berna		Bordo Esquerdo				Exo				Bordo Direito				Berna		Offset	
	dist (m)	cota terrapi	dist (m)	cota terrapi	dist (m)	l (%)	cota terrapi	cota terreno	cota terrapi	cota verna	Coordenada X	Coordenada Y	cota terrapi	l (%)	dist (m)	cota	dist (m)	cota		
57+0.000	8.23	715.090			6.00	-3.4%	707.192	715.473	707.396	-8.08	541478.69	7971685.97	707.600	3.4%	6.00				9	
58+0.000	7.38	718.284			6.00	-3.4%	709.210	718.746	709.414	-9.33	541480.01	7971705.92	708.618	3.4%	6.00					
59+0.000	6.47	721.330			6.00	-3.4%	711.229	721.125	711.433	-9.69	541479.79	7971725.91	711.637	3.4%	6.00					
60+0.000	6.46	722.668			6.00	-3.4%	713.247	722.981	713.451	-9.63	541478.04	7971745.63	713.655	3.4%	6.00					
61+0.000	6.45	723.723			6.00	-2.0%	715.349	724.253	715.468	-8.78	541474.81	7971765.56	715.553	1.4%	6.00					
62+0.000	6.44	724.740			6.00	-2.0%	717.368	725.548	717.488	-8.06	541471.17	7971785.23	717.368	-2.0%	6.00					
63+0.000	6.47	726.468			6.00	-2.0%	719.366	727.165	719.506	-7.66	541467.52	7971804.89	719.388	-2.0%	6.00					
64+0.000	7.42	729.000			6.00	-2.0%	721.405	728.455	721.525	-6.93	541463.88	7971824.56	721.405	-2.0%	6.00					
65+0.000	8.00	730.180			6.00	-2.0%	723.423	730.432	723.543	-6.89	541460.24	7971844.22	723.423	-2.0%	6.00					
66+0.000	8.72	732.405			6.00	-2.0%	725.441	732.635	725.561	-7.07	541456.59	7971863.89	725.441	-2.0%	6.00					
67+0.000	8.71	734.568			6.00	-2.0%	727.460	734.615	727.580	-7.03	541452.95	7971883.56	727.460	-2.0%	6.00					
68+0.000	8.75	736.503			6.00	-2.0%	729.478	736.358	729.598	-6.76	541449.31	7971903.22	729.478	-2.0%	6.00					
69+0.000	8.73	738.854			6.00	-2.0%	731.497	736.947	731.617	-5.33	541445.66	7971922.89	731.497	-2.0%	6.00					
70+0.000	8.75	737.071			6.00	-0.3%	733.617	737.373	733.635	-3.74	541442.02	7971942.55	733.615	-2.0%	6.00					
71+0.000	7.63	737.406			6.00	3.0%	735.833	737.679	735.653	-2.03	541438.39	7971962.22	735.473	-3.0%	6.00					
72+0.000	6.23	738.068			6.00	4.0%	737.912	737.862	737.672	-0.19	541436.11	7971982.08	737.432	-4.0%	6.00					
73+0.000	8.55	738.158			6.00	4.0%	739.930	738.151	739.690	1.54	541436.10	7972002.07	739.450	-4.0%	6.00					
74+0.000	11.25	738.381			6.00	4.0%	741.949	739.509	741.709	2.20	541438.38	7972021.93	741.469	-4.0%	6.00					
75+0.000	13.50	738.870			6.00	3.4%	743.931	741.280	743.727	2.46	541442.91	7972041.40	743.523	-3.4%	6.00					
76+0.000	14.92	739.667			6.00	0.1%	745.643	740.695	745.637	4.94	541448.38	7972060.45	745.517	-2.0%	6.00					
77+0.000	14.20	741.673			6.00	-2.0%	747.149	741.849	747.269	5.42	541455.10	7972079.49	747.149	-2.0%	6.00					
78+0.000	13.47	743.512			6.00	-2.0%	748.500	743.809	748.620	4.81	541461.23	7972098.53	748.500	-2.0%	6.00					
79+0.000	12.35	746.330			6.00	-2.0%	749.572	746.159	749.692	3.53	541467.35	7972117.57	749.572	-2.0%	6.00					
80+0.000	10.06	747.647			6.00	-2.0%	750.366	748.890	750.486	1.63	541473.47	7972136.61	750.366	-2.0%	6.00					
81+0.000	7.59	749.813			6.00	-2.0%	751.881	751.741	751.001	-0.74	541479.60	7972155.65	750.881	-2.0%	6.00					
82+0.000	6.29	751.502			6.00	-2.0%	751.226	753.474	751.346	-2.13	541485.72	7972174.69	751.226	-2.0%	6.00					
83+0.000	6.74	752.298			6.00	-2.0%	751.568	753.853	751.688	-2.16	541491.84	7972193.73	751.568	-2.0%	6.00					
84+0.000	6.65	752.552			6.00	-2.0%	751.910	754.042	752.030	-2.01	541497.97	7972212.77	751.910	-2.0%	6.00					
85+0.000	6.63	752.872			6.00	-2.0%	752.252	753.677	752.372	-1.31	541504.09	7972231.81	752.252	-2.0%	6.00					
86+0.000	6.45	753.038			6.00	-2.0%	752.594	753.467	752.714	-0.75	541510.21	7972250.85	752.594	-2.0%	6.00					
87+0.000	6.18	753.104			6.00	-2.0%	752.936	753.420	753.056	-0.36	541516.34	7972269.89	752.936	-2.0%	6.00					
88+0.000	6.25	753.104			6.00	-2.0%	753.279	753.491	753.399	-0.09	541522.46	7972288.93	753.279	-2.0%	6.00					
89+0.000	6.41	753.336			6.00	-2.0%	753.621	753.794	753.741	-0.05	541528.59	7972307.96	753.645	-1.6%	6.00					
90+0.000	6.48	753.637			6.00	-2.0%	753.966	754.113	754.086	-0.03	541534.71	7972327.00	754.188	1.7%	6.00					
91+0.000	6.20	754.287			6.00	-2.7%	754.422	754.792	754.584	-0.21	541540.29	7972346.20	754.746	2.7%	6.00					
92+0.000	6.14	755.083			6.00	-2.0%	755.197	755.552	755.317	-0.24	541544.88	7972365.67	755.281	-0.6%	6.00					
93+0.000	6.03	756.181			6.00	-2.0%	756.164	756.568	756.284	-0.28	541549.48	7972385.13	756.164	-2.0%	6.00					
94+0.000	6.04	757.394			6.00	-2.0%	757.363	757.700	757.483	-0.22	541554.07	7972404.60	757.363	-2.0%	6.00					
95+0.000	6.17	758.805			6.00	-2.0%	758.644	758.999	758.764	-0.24	541558.66	7972424.06	758.644	-2.0%	6.00					



6 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

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

- *Instrução de Serviço IS-209 (DNIT IPR-726/2006);*
- *IP_09_2018_002_GOINFRA_Projeto de Terraplenagem;*
- *Manual de Implantação Básica de Rodovia (DNIT IPR-742/2010);*
- *GOINFRA – ES-T 001/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Serviços Preliminares;*
- *GOINFRA – ES-T 002/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Caminhos de Serviço;*
- *GOINFRA – ES-T 003/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Cortes;*
- *GOINFRA – ES-T 004/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Empréstimos;*
- *GOINFRA – ES-T 005/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Aterros.*

6.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem compreendeu as seguintes etapas principais:

1. Cálculo das áreas de desmatamento, destocamento e limpeza;
2. Definição da seção transversal tipo de terraplenagem;
3. Análise do perfil geotécnico longitudinal;
4. Definição dos taludes de corte e de aterro;
5. Elaboração das notas de serviço de terraplenagem;
6. Cálculo dos volumes de terraplenagem;
7. Análise da terraplenagem e estudo da distribuição econômica das massas;
8. Determinação das distâncias de transporte;
9. Elaboração do quadro de orientações de terraplenagem;
10. Elaboração do fluxograma de terraplenagem.

6.2 SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO

A seção transversal tipo foi definida como sendo a seção acabada do pavimento de 10,00 m, acrescida de 1,00 m para cada lado, totalizando 12,00 m para a plataforma de terraplenagem. O talude dos cortes foi de V:H=1:1 para materiais de 1ª categoria e de V:H=1:0 para materiais de 3ª categoria. O talude dos aterros foi de V:H=1:1,5.

Foi prevista também a execução de bermas nos cortes em material de 1ª categoria com altura superior a 8,00 m, de modo a melhorar a estabilidade dos taludes. A seção transversal com bermas foi definida como sendo a seção transversal tipo, acrescida de bermas de 3,00 m para cada lado.

Por fim, foi prevista também a execução de alargamento de aterro no trecho entre as estacas 18 e 26, de modo a receber os materiais escavados de 1ª, 2ª e 3ª categorias dos cortes e dos rebaixos que não foram utilizados na confecção dos aterros.

A figura a seguir apresenta as seções transversais tipo de terraplenagem.

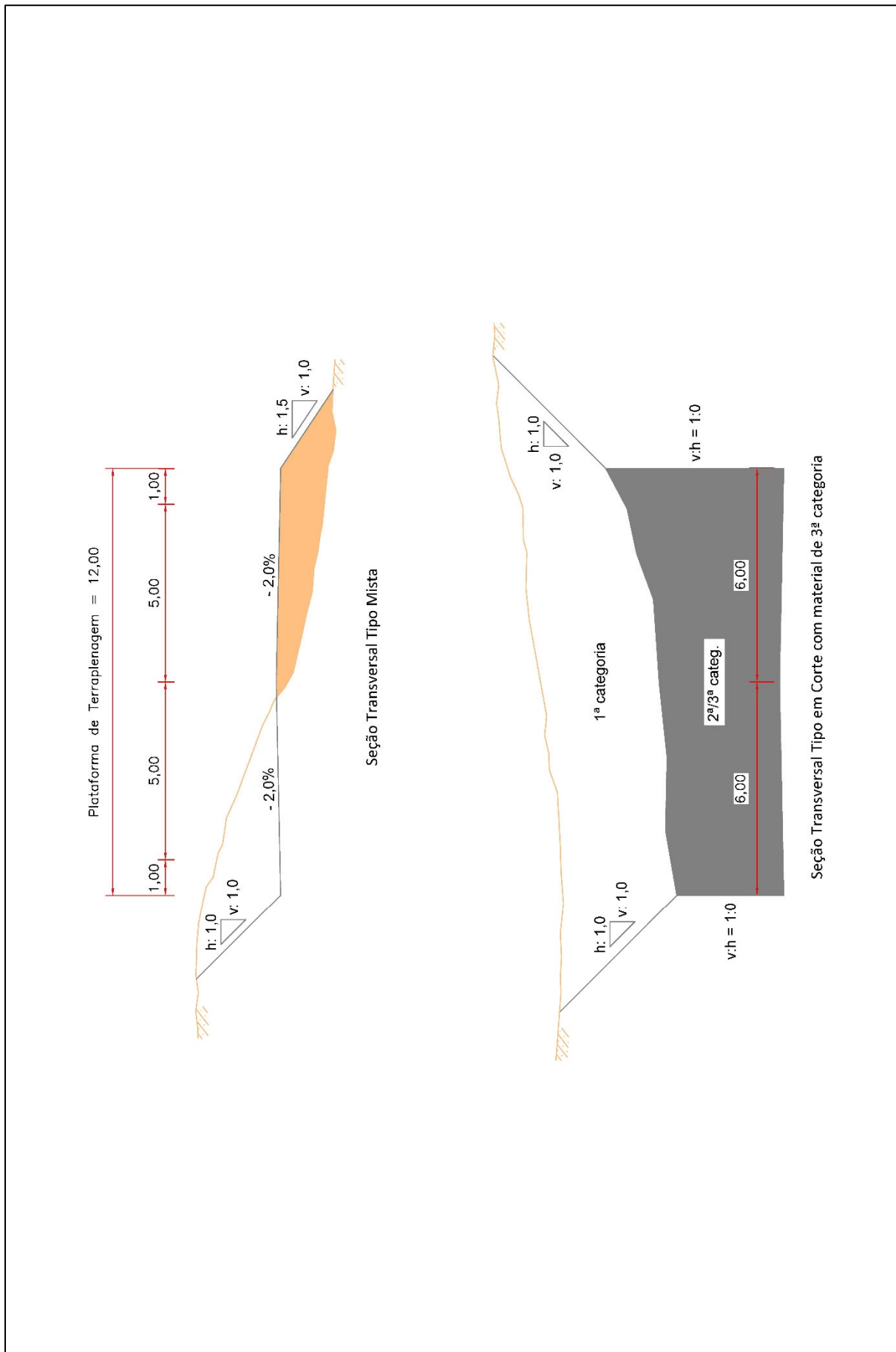


Figura 29: Seção transversal de terraplenagem

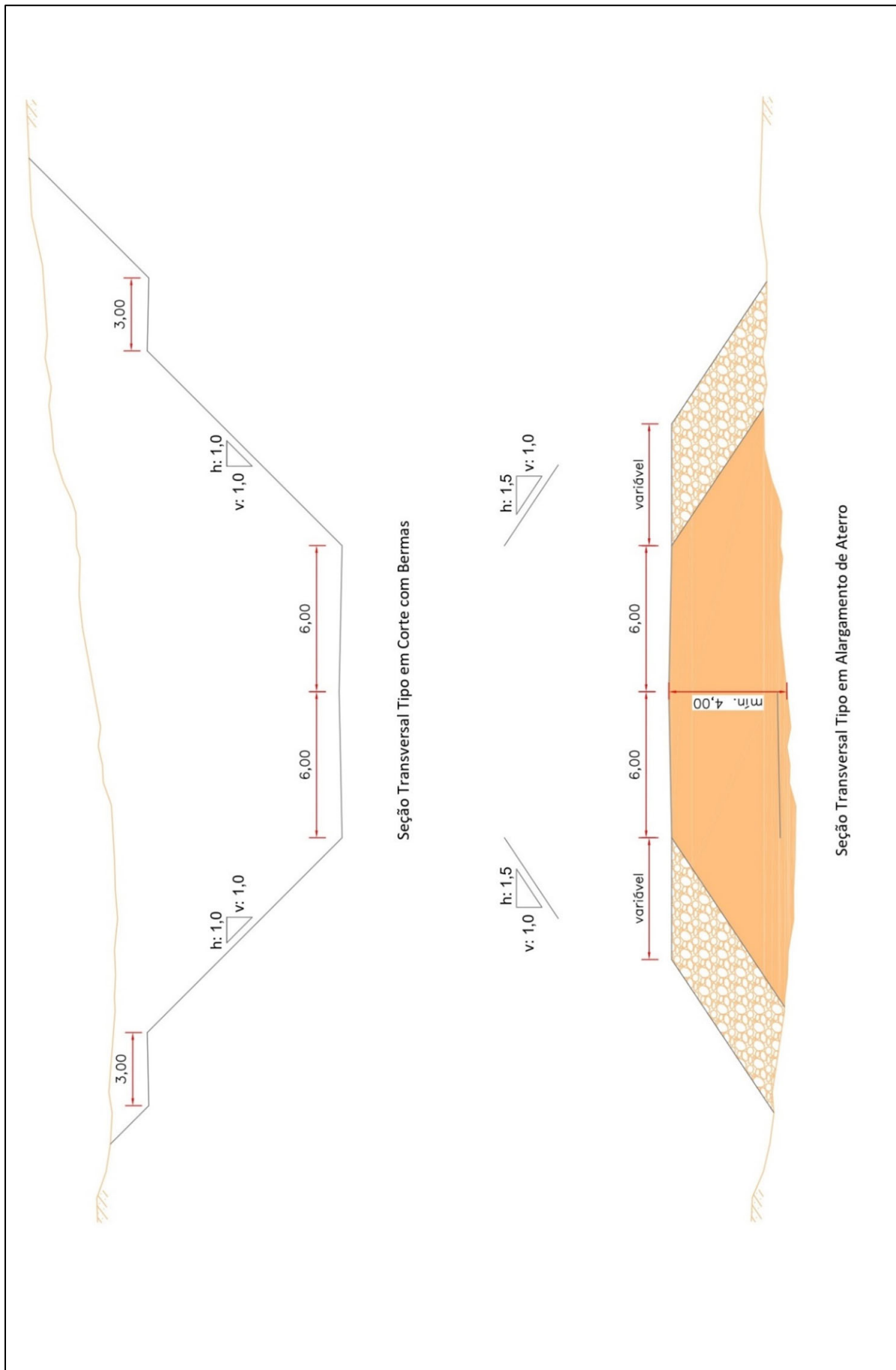


Figura 30: Seção transversal de terraplenagem

6.3 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DA TERRAPLENAGEM

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

- *Materiais de 1ª Categoria: são constituídos por solos em geral, de origem residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, independentemente do teor de umidade apresentado;*
- *Materiais de 2ª Categoria: compreendem aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha sã, cuja extração se torne possível somente com a combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento escarificador pesado. A extração poderá envolver, eventualmente, o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Consideram-se como inclusos nesta categoria os blocos de rocha de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou blocos de diâmetro médio compreendido entre 15 cm e 1 m;*
- *Materiais de 3ª Categoria: correspondem a aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha sã e blocos de rocha que apresentem diâmetro médio superior a 1 m ou volume superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.*

Os estudos geotécnicos e geológicos executados indicaram a ocorrência de materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias, e não se constatou a ocorrência de solos expansivos.

6.4 REBAIXOS DE SUBLEITO

Deverá ser executado o rebaixamento do subleito nos locais onde forem necessários aterros com altura inferior a 60 cm, de modo a garantir que sejam executadas pelo menos 3 camadas de 20 cm cada, devidamente compactadas na energia 100% Proctor Normal, abaixo do greide de terraplenagem, em conformidade com a instrução IP-09 da GOINFRA para Projeto de Terraplenagem.

A título de exemplo, consideremos um aterro com altura de 40 cm. Antes da execução deste aterro, deverá ser feito um rebaixo de 20 cm no subleito existente, obtendo-se assim a altura mínima de 60 cm para a devida compactação do aterro em 3 camadas de 20 cm, na energia 100% Proctor Normal.

A seguir são apresentados os locais onde deverão ser executados os rebaixos de subleito:

REBAIXO	PISTA	ESTACA		EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
		INICIAL	FINAL				
REB-01	GO-401	2	11	180,00	12,00	variável	515,76

6.5 REBAIXOS DE CORTES

Deverá ser executado o rebaixamento de 40 cm nos trechos em cortes, de modo a garantir que sejam executadas pelo menos 2 camadas de 20 cm cada, devidamente compactadas na energia 100% Proctor Intermediário, abaixo do greide de terraplenagem, em conformidade com a instrução IP-09 da GOINFRA para Projeto de Terraplenagem.

A seguir são apresentados os locais onde deverão ser executados os rebaixos de cortes:

REBAIXO	PISTA	ESTACA		EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
		INICIAL	FINAL				
REC-01	GO-401	0	1	20,00	12,00	0,40	96,00
REC-02	GO-401	31	71	800,00	12,00	0,40	3.840,00
REC-03	GO-401	81	95	280,00	12,00	0,40	1.344,00

6.6 BOTA-FORAS

Bota-foras são os volumes de materiais que, por excesso ou por condições geotécnicas insatisfatórias, são escavados e destinados a depósitos em áreas externas à construção rodoviária ou são utilizados na recomposição de áreas exploradas como empréstimos. São materiais escavados e não utilizáveis na terraplenagem.

O local de depósito desses materiais deve ser criteriosamente definido a fim de não causar efeitos danosos às outras obras de construção e ao próprio meio-ambiente.

Para o presente caso, os materiais escavados nos rebaixos de subleito, bem como os materiais de 1ª e de 3ª categoria em excesso dos cortes foram destinados para o alargamento de aterro. O local definido para alargamento de aterro foi o trecho entre as estacas 18 e 26. Este alargamento ficará na mesma altura da plataforma de terraplenagem.

Esta solução permite aumentar a estabilidade dos aterros, diminuindo sua inclinação, ou na execução de bermas de equilíbrio. Ambas as soluções melhoram as condições de estabilidade dos aterros. Além disso, há uma redução substancial no custo de transporte com estes materiais.

6.7 CÁLCULO DOS VOLUMES E DIAGRAMA DE MASSAS

Para a obtenção dos volumes de terraplenagem, foi calculada a área de cada uma das seções situadas de 20 em 20 metros, fazendo-se a cubação, que é o cálculo do movimento da terra. Desse modo, calculou-se as áreas de corte e aterro em cada seção transversal relativa a uma estaca da rodovia projetada, determinando-se consequentemente os respectivos volumes de corte e aterro, bem como os volumes acumulados.

Os volumes foram calculados pelo método da semissoma das áreas de corte e aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto, correspondendo ao volume geométrico do interperfil, de acordo a fórmula abaixo:

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

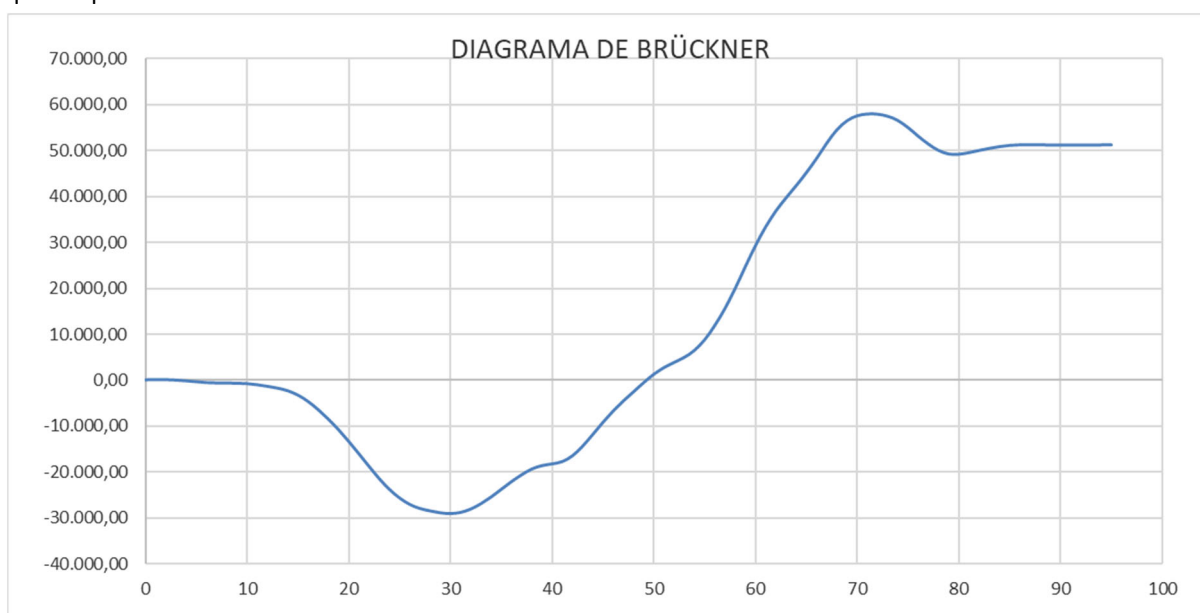
Onde: V_i = Volume do interperfil;

d = Distância entre as seções;

$(S_{i-1} + S_i)$ = Soma das áreas do par de seções consecutivas.

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

A análise da terraplenagem foi realizada com auxílio do diagrama de massas (diagrama de Brückner), o qual é apresentado abaixo:



De posse da ficha de cubação e do diagrama de Brückner, foram estudadas através de processamento eletrônico diversas possibilidades de compensação entre volumes, de modo a se alcançar a distribuição de massas mais econômica possível.

6.7.1 Ajuste de volumes

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

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

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

De modo a atender parcialmente ao ilustrado acima, visto que muito das perdas identificáveis são de difícil mensuração, foi determinado o fator de homogeneização a ser utilizado com base em estudos de amostras de solo das caixas concentradas. O fator de empolamento foi calculado a partir dos valores médios de densidade *in natura* e densidade compactada.

Considerando todos os aspectos acima, bem como o empolamento do solo, foi determinado o fator de homogeneização a ser utilizado com base em estudos de amostras do subleito. O fator de homogeneização foi calculado a partir dos valores médios de densidade *in natura* e densidade compactada. Desse modo, fazendo-se a média de todos os valores obtidos, chegou-se ao valor de 1,17 para o fator de homogeneização a ser utilizado no projeto de terraplenagem.

A tabela a seguir apresenta os cálculos realizados para determinação do fator de homogeneização:

GO-401	Furo 01	Furo 02	Furo 03	Furo 04	Furo 05	Furo 06
Dens. Lab.	1,560	1,620	1,700	1,745	1,740	1,820
Dens. Campo	1,390	1,390	1,410	1,500	1,435	1,585
FH i	1,122	1,165	1,206	1,163	1,213	1,148
FH médio	1,17					

Os resultados obtidos permitiram referir os volumes de terraplenagem a uma unidade comum, ou seja, a unidade de volume do material escavado para os quantitativos de terraplenagem. Resumindo, o fator de homogeneização obtido permitirá ajustar os volumes a serem escavados e transportados na terraplenagem.

6.8 DETERMINAÇÃO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE

A distância de transporte será calculada em projeção horizontal ao longo do eixo, entre os centros de gravidade das massas, tanto para cortes, como para empréstimos e bota-foras.

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

6.9 ORIENTAÇÕES DE TERRAPLENAGEM

O quadro de orientações de terraplenagem contempla as seguintes informações:

- Listagem dos segmentos de terraplenagem, delimitados pelas suas estacas iniciais e finais;
- Procedência do material escavado, com indicação das estacas inicial e final, bem como o volume escavado (classificado em 1ª, 2ª ou 3ª categoria ou em solo mole), distância de transporte e o momento de transporte da operação de terraplenagem;
- Destino do material escavado, com indicação das estacas inicial e final, identificando a finalidade do material transportado na operação de terraplenagem.

Para melhor visualização das orientações de terraplenagem apresentadas, foram elaborados fluxogramas da distribuição de massas a ser feita, onde estão representados graficamente os materiais a serem escavados e transportados nas atividades de terraplenagem.

6.10 INSTRUÇÕES PARA CONFEÇÃO DOS ATERROS

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes dos cortes e das caixas concentradas. Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas segundo as orientações abaixo:

- Para o corpo dos aterros (abaixo de 1,0 m) e para os alargamentos de aterros, deverão ser utilizados materiais de 1ª categoria que apresentem $ISC \geq 2\%$ e $expansão \leq 4\%$, compactados na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se a energia 95% Proctor Normal do ensaio DNIT-ME 162/2013;
- Para as camadas finais dos aterros (1,0 m superior), deverão ser utilizados materiais de 1ª categoria que apresentem $ISC \geq ISC$ de projeto e $expansão < 2\%$, compactados na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se a energia 100% Proctor Normal do ensaio DNIT-ME 162/2013.

6.11 RESUMO GERAL DE TERRAPLENAGEM

O quadro abaixo apresenta o resumo geral das atividades de terraplenagem.

DESCRIÇÃO	VOLUMES (m³)				D.M.T. (km)	VOLUMES TOTAIS (m³)
	1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA	SOLO MOLE		
VOLUME TOTAL ESCAVADO	25.471	12.630	28.111	-	0,49	66.212
VOLUME MÉDIO ESCAVADO POR KM <i>Extensão total do trecho = 1,90 km</i>	-	-	-	-	-	34.848
VOLUME DE CORTE	22.806	11.439	25.461	-	0,50	59.707
VOLUME DE COMPENSAÇÃO LATERAL	709	-	-	-	0,02	709
VOLUME DE REBAIXO DE SUBLEITO	516	-	-	-	0,31	516
VOLUME DE REBAIXO DE CORTES	1.440	1.190	2.650	-	0,43	5.280

VOLUME TOTAL DE ATERRO	37.371	-	-	-	0,52	37.371
VOLUME TOTAL DE ALARGAMENTO DE ATERRO <i>Corte em excesso + Rebaixo de subleito</i>	516	1.190	14.348	-	0,78	16.054

			Compactação	
			Item	Volume (m³)
Parâmetros geotécnicos para seleção dos materiais	ISC	Expansão	VOLUME TOTAL COMPACTADO <i>Fator de compactação = 1,17</i>	59.220
Material não adequado para a terraplenagem: deverá, necessariamente, ser destinado para bota-fora	< 2%	> 4%	VOLUME COMPACTADO A 100% P.N. <i>Camadas finais do aterro (0,20 m < h ≤ 1,00 m)</i>	7.176
Material não adequado para o subleito: deverá ser realizada a substituição por material proveniente dos empréstimos	< 2%	≥ 2%	VOLUME COMPACTADO A 100% P.N. <i>Reaterro de subleito (aterros com h < 0,60 m)</i>	516
Material satisfatório para utilização no corpo dos aterros	≥ 2%	≤ 4%	VOLUME COMPACTADO A 100% P.N. <i>Compactação de cortes (0 < h ≤ 0,40 m)</i>	5.280
Material satisfatório para utilização como subleito	≥ 2%	< 2%	VOLUME COMPACTADO A 95% P.N. <i>Alargamento do aterro (aterros com h > 4,00 m)</i>	16.054
Material indicado para utilização nas camadas finais dos aterros e para o acabamento dos cortes	≥ 2%	< 2%	VOLUME COMPACTADO A 95% P.N. <i>Corpo do aterro (h > 1,00 m)</i>	30.195

6.12 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O Projeto de Terraplenagem é constituído dos seguintes elementos, os quais estão apresentados no Volume 02 – Projeto de Execução:

- *Seção transversal tipo de terraplenagem;*
- *Cálculos dos volumes de corte e aterro;*
- *Resumo geral de terraplenagem;*
- *Quadro de orientações de terraplenagem;*
- *Fluxogramas de distribuição de terraplenagem.*

6.13 PLANILHAS DE CÁLCULOS DE VOLUMES

As planilhas de cálculos de volumes de terraplenagem apresentam as áreas de corte e aterro e os respectivos volumes para cada estaca de projeto. Também são apresentados os volumes acumulados de corte e aterro. Os volumes de aterro estão apresentados sem a adição do fator de empolamento de projeto.

Cálculo de Volumes de Terraplenagem

Alinhamento: Rodovia GO-401

Estaca	Área (m²)			Volume (m³)			Volume acumulado (m³)		
	Corte 1ª	Corte 2ª	Aterro	Corte 1ª	Corte 2ª	Aterro	Corte 1ª	Corte 2ª	Aterro
0+0,000	0,69		0,64	72,20		6,40	72,20		6,40
1+0,000	6,53		0,00	78,30		7,40	150,50		13,80
2+0,000	1,30		0,74	15,80		43,10	166,30		56,90
3+0,000	0,28		3,57	4,20		102,80	170,50		159,70
4+0,000	0,14		6,71	1,40		151,70	171,90		311,40
5+0,000	0,00		8,46	0,00		203,90	171,90		515,30
6+0,000	0,00		11,93	0,00		179,00	171,90		694,30
7+0,000	0,00		5,97	1,70		86,10	173,60		780,40
8+0,000	0,17		2,64	21,30		53,40	194,90		833,80
9+0,000	1,96		2,70	30,60		49,40	225,50		883,20
10+0,000	1,10		2,24	11,00		113,90	236,50		997,10
11+0,000	0,00		9,15	0,00		245,20	236,50		1.242,30
12+0,000	0,00		15,37	0,00		328,60	236,50		1.570,90
13+0,000	0,00		17,49	0,00		394,90	236,50		1.965,80
14+0,000	0,00		22,00	0,00		582,40	236,50		2.548,20
15+0,000	0,00		36,24	0,00		939,90	236,50		3.488,10
16+0,000	0,00		57,75	0,00		1.400,60	236,50		4.888,70
17+0,000	0,00		82,31	0,00		1.791,20	236,50		6.679,90
18+0,000	0,00		96,81	0,00		2.065,80	236,50		8.745,70
19+0,000	0,00		109,77	0,00		2.317,10	236,50		11.062,80
20+0,000	0,00		121,94	0,00		2.541,90	236,50		13.604,70
21+0,000	0,00		132,25	0,00		2.699,50	236,50		16.304,20
22+0,000	0,00		137,70	0,00		2.768,10	236,50		19.072,30
23+0,000	0,00		139,11	0,00		2.658,40	236,50		21.730,70
24+0,000	0,00		126,73	0,00		2.333,10	236,50		24.063,80
25+0,000	0,00		106,58	0,00		1.891,50	236,50		25.955,30
26+0,000	0,00		82,57	0,00		1.394,80	236,50		27.350,10
27+0,000	0,00		56,91	0,00		888,00	236,50		28.238,10
28+0,000	0,00		31,89	0,00		531,20	236,50		28.769,30
29+0,000	0,00		21,23	0,00		409,50	236,50		29.178,80
30+0,000	0,00		19,72	23,80		198,40	260,30		29.377,20
31+0,000	2,38		0,12	261,70		1,20	522,00		29.378,40
32+0,000	23,79		0,00	730,20		0,00	1.252,20		29.378,40
33+0,000	49,23		0,00	857,20		0,00	2.109,40		29.378,40
34+0,000	36,49	20,11	0,00	741,10	474,30	0,00	2.850,50	474,30	29.378,40
35+0,000	37,62	27,32	0,00	743,67	590,40	0,00	3.594,17	1.064,70	29.378,40
36+0,000	36,75	31,72	0,00	735,74	582,67	0,00	4.329,91	1.647,37	29.378,40
37+0,000	36,83	26,55	0,00	737,58	503,87	0,00	5.067,48	2.151,24	29.378,40
38+0,000	36,93	23,84	0,00	654,66	403,96	0,00	5.722,14	2.555,20	29.378,40
39+0,000	28,54	16,56	0,00	419,29	263,53	0,00	6.141,43	2.818,73	29.378,40
40+0,000	13,39	9,80	0,00	194,81	189,37	0,00	6.336,24	3.008,10	29.378,40
41+0,000	6,09	9,14	0,00	156,37	316,80	0,00	6.492,61	3.324,90	29.378,40
42+0,000	9,55	22,54	0,00	343,77	622,07	0,00	6.836,38	3.946,96	29.378,40
43+0,000	24,83	39,67	0,00	490,32	908,74	0,00	7.326,70	4.855,70	29.378,40
44+0,000	24,20	51,21	0,00	372,30	1.128,14	0,00	7.699,00	5.983,83	29.378,40
45+0,000	13,03	61,61	0,00	201,74	1.315,42	0,00	7.900,74	7.299,25	29.378,40
46+0,000	7,15	69,94	0,00	148,34	1.429,73	0,00	8.049,08	8.728,98	29.378,40
47+0,000	7,69	73,04	0,00	142,96	1.396,60	0,00	8.192,04	10.125,58	29.378,40
48+0,000	6,61	66,62	0,00	180,82	1.256,33	0,00	8.372,86	11.381,92	29.378,40
49+0,000	11,47	59,01	0,00	272,57	1.161,71	0,00	8.645,42	12.543,62	29.378,40
50+0,000	15,79	57,16	0,00	480,74	969,45	0,00	9.126,16	13.513,07	29.378,40
51+0,000	32,29	39,79	0,00	605,15	653,29	0,00	9.731,32	14.166,36	29.378,40
52+0,000	28,23	25,54	0,00	539,08	444,00	0,00	10.270,39	14.610,37	29.378,40
53+0,000	25,68	18,86	0,00	597,95	392,05	0,00	10.868,35	15.002,41	29.378,40
54+0,000	34,12	20,35	0,00	700,45	544,01	0,00	11.568,80	15.546,43	29.378,40
55+0,000	35,93	34,05	0,00	776,26	885,69	0,00	12.345,06	16.432,12	29.378,40
56+0,000	41,70	54,52	0,00	836,30	1.201,91	0,00	13.181,35	17.634,03	29.378,40
57+0,000	41,93	65,67	0,00	664,07	1.556,82	0,00	13.845,42	19.190,85	29.378,40
58+0,000	24,47	90,01	0,00	283,05	2.031,73	0,00	14.128,47	21.222,57	29.378,40
59+0,000	3,83	113,17	0,00	125,73	2.190,99	0,00	14.254,20	23.413,56	29.378,40
60+0,000	8,74	105,93	0,00	159,21	2.070,37	0,00	14.413,42	25.483,94	29.378,40
61+0,000	7,18	101,10	0,00	170,08	1.898,38	0,00	14.583,50	27.382,32	29.378,40
62+0,000	9,83	88,73	0,00	172,12	1.722,63	0,00	14.755,61	29.104,94	29.378,40
63+0,000	7,38	83,53	0,00	283,01	1.494,69	0,00	15.038,62	30.599,64	29.378,40
64+0,000	20,92	65,94	0,00	479,30	1.272,31	0,00	15.517,92	31.871,95	29.378,40
65+0,000	27,01	61,29	0,00	700,52	1.128,67	0,00	16.218,44	33.000,61	29.378,40
66+0,000	43,04	51,58	0,00	871,64	1.044,97	0,00	17.090,08	34.045,58	29.378,40
67+0,000	44,12	52,92	0,00	864,75	1.088,83	0,00	17.954,83	35.134,41	29.378,40
68+0,000	42,35	55,96	0,00	828,58	973,99	0,00	18.783,40	36.108,40	29.378,40
69+0,000	40,51	41,44	0,00	836,45	603,20	0,00	19.619,86	36.711,59	29.378,40
70+0,000	43,14	18,88	0,00	767,79	188,84	0,00	20.387,65	36.900,43	29.378,40
71+0,000	33,64		0,00	397,40	0,00	0,40	20.785,05	36.900,43	29.378,80
72+0,000	6,10		0,04	107,20	0,00	161,20	20.892,25	36.900,43	29.540,00

Cálculo de Volumes de Terraplenagem									
Alinhamento: Rodovia GO-401									
Estaca	Área (m ²)			Volume (m ³)			Volume acumulado (m ³)		
	Corte 1ª	Corte 2ª	Aterro	Corte 1ª	Corte 2ª	Aterro	Corte 1ª	Corte 2ª	Aterro
73+0,000	4,82		16,08	67,50	0,00	508,60	20.959,75	36.900,43	30.048,60
74+0,000	2,13		34,78	21,30	0,00	936,70	20.981,05	36.900,43	30.985,30
75+0,000	0,00		58,89	0,00	0,00	1.550,10	20.981,05	36.900,43	32.535,40
76+0,000	0,00		96,12	0,00	0,00	1.879,70	20.981,05	36.900,43	34.415,10
77+0,000	0,00		91,85	0,00	0,00	1.717,50	20.981,05	36.900,43	36.132,60
78+0,000	0,00		79,90	0,00	0,00	1.395,80	20.981,05	36.900,43	37.528,40
79+0,000	0,00		59,88	43,20	0,00	822,40	21.024,25	36.900,43	38.350,80
80+0,000	4,32		22,56	215,40	0,00	274,30	21.239,65	36.900,43	38.625,10
81+0,000	17,22		4,87	405,10	0,00	48,70	21.644,75	36.900,43	38.673,80
82+0,000	23,29		0,00	473,60	0,00	0,00	22.118,35	36.900,43	38.673,80
83+0,000	24,07		0,00	458,90	0,00	0,00	22.577,25	36.900,43	38.673,80
84+0,000	21,82		0,00	382,60	0,00	0,00	22.959,85	36.900,43	38.673,80
85+0,000	16,44		0,00	259,50	0,00	0,00	23.219,35	36.900,43	38.673,80
86+0,000	9,51		0,00	127,40	0,00	0,10	23.346,75	36.900,43	38.673,90
87+0,000	3,23		0,01	35,70	0,00	19,00	23.382,45	36.900,43	38.692,90
88+0,000	0,34		1,89	11,90	0,00	39,70	23.394,35	36.900,43	38.732,60
89+0,000	0,85		2,08	8,70	0,00	44,50	23.403,05	36.900,43	38.777,10
90+0,000	0,02		2,37	0,70	0,00	33,20	23.403,75	36.900,43	38.810,30
91+0,000	0,05		0,95	9,50	0,00	17,80	23.413,25	36.900,43	38.828,10
92+0,000	0,90		0,83	24,80	0,00	12,00	23.438,05	36.900,43	38.840,10
93+0,000	1,58		0,37	28,40	0,00	9,30	23.466,45	36.900,43	38.849,40
94+0,000	1,26		0,56	30,80	0,00	7,50	23.497,25	36.900,43	38.856,90
95+0,000	1,82		0,19	18,20	0,00	1,90	23.515,45	36.900,43	38.858,80

7 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação para a adequação geométrica dos trechos em questão foi definido em conjunto com a fiscalização da GOINFRA, devendo o mesmo ser apenas um “revestimento primário”.

Entende-se por “revestimento primário” como sendo a camada granular, composta por agregados naturais e/ou artificiais, aplicada diretamente sobre o subleito compactado e regularizado em rodovias não pavimentadas, com a função de assegurar condições satisfatórias de tráfego, mesmo sob condições climáticas adversas.

7.1 SOLUÇÃO ADOTADA

Foi definida a execução de uma camada de material granular de jazida com 20 cm de espessura numa plataforma de 10 metros, conforme seção transversal apresentada abaixo.

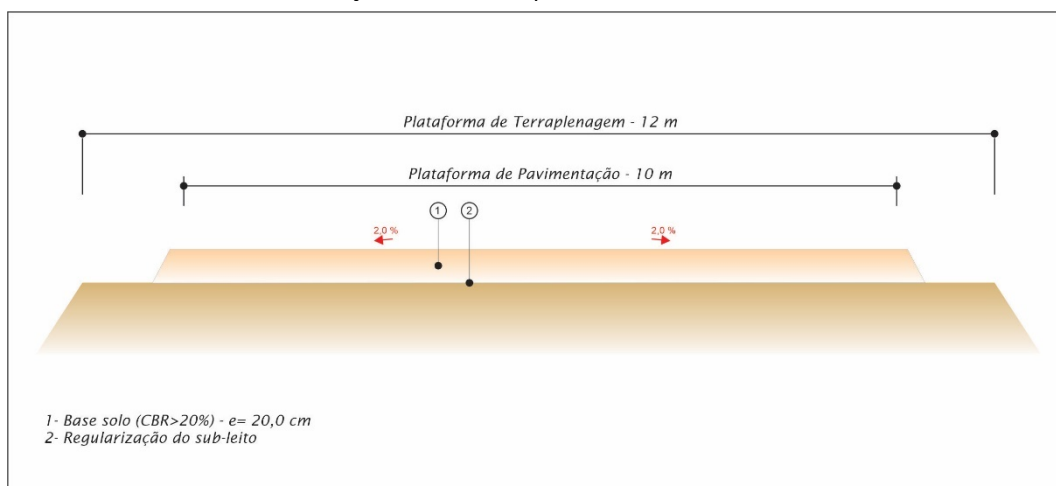


Figura 31: Seção transversal de pavimentação

7.2 CONDIÇÕES GERAIS

O revestimento primário pode ser empregado como camada superficial aplicada diretamente sobre o subleito compactado e regularizado em rodovias estaduais não pavimentadas, como camada de revestimento em adequação de estradas rurais municipais e como recomposição de camada granular em serviços de conservação periódica.

Não é permitida a execução dos serviços de revestimento primário sem o prévio preparo do subleito, obedecendo às condições de alinhamento, cotas e seção transversal indicadas nas notas de serviço.

7.2.1 Materiais

Os materiais a serem utilizados na confecção da camada de revestimento primário, são, em geral, produtos de alteração de rocha, apresentando os seguintes requisitos gerais:

- isenção de matéria orgânica
- $LL \leq 40$
- $IP \leq 10$
- $CBR > 20\%$
- Expansão $< 1\%$

7.2.2 Controle de Execução

- A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante;
- Os materiais selecionados, escavados e carregados na jazida serão transportados em caminhões basculantes para a pista, sendo distribuídos em pilhas ao longo do eixo da rodovia;

- Caso a descarga se processe sobre o subleito, este deve ser previamente compactado e regularizado. Se, por outro lado, o serviço for aplicado sobre antigo revestimento primário, este último deve ser escarificado antes da distribuição do novo material;
- O espalhamento do material descarregado é feito através de motoniveladora pesada, procurando-se dar ao material a conformação da seção transversal de projeto;
- No decorrer do espalhamento, devem ser identificados e removidos fragmentos de tamanho excessivo visíveis à superfície;
- Segue-se o umedecimento e a homogeneização do material espalhado, pela ação do carro-tanque distribuidor de água, da grade de discos e/ou do escarificador da motoniveladora, no caso do material apresentar-se excessivamente seco. Se o material espalhado apresentar umidade muito elevada, o mesmo deve ser aerado através da ação de grade de discos e/ou do escarificador da motoniveladora, até que o excesso de umidade seja removido. As condições de umidade do material são avaliadas, em qualquer caso, em bases tácteis-visuais;
- Atingida a faixa de umidade julgada adequada, procede-se ao acerto da camada solta, pela ação de motoniveladora;
- Segue-se a operação de compactação, que é feita através da utilização do rolo compactador especificado. A atuação do equipamento tem prosseguimento até que seja atingida uma condição de densificação julgada satisfatória, a partir da análise do desempenho da camada à passagem do equipamento de compressão;
- A camada compactada e acabada deve-se apresentar em conformidade com o projeto no que concerne ao alinhamento, cotas e seção transversal;
- A largura da semi-plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m;
- A espessura individual de cada camada a ser compactada deve se situar entre os limites extremos de 10 e 20 cm;
- O acabamento da superfície deve ser apreciado visualmente em toda a plataforma, não se admitindo depressões que possibilitem o acúmulo de água;
- A abertura ao tráfego somente deve ser feita após a conclusão dos serviços.

7.2.3 Controle de Laboratório

Os materiais utilizados no revestimento primário devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, na frequência de um ensaio a cada 1500 m² de pista:

- CBR e expansão na energia intermediária;
- Granulometria;
- Determinação do limite de liquidez e limite plasticidade.

7.3 QUANTITATIVOS DE SERVIÇO

Regularização do subleito								
A regularização do sub-leito deverá ser executado na largura da plataforma de terraplenagem								
Segmento nº	L SL (m)			Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Área (m²)
GO-401	12,00			1.900,00	0	95		22.800,00
Total							Regularização do subleito	22.800,00
Base								
O quantitativo de base foi obtido pela área do trapézio (largura da inferior da base, largura superior da base, espessura da camada) multiplicado pela extensão do trecho								
Pista	L maior (m)	L menor (m)	Espessura (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Volume (m³)
GO-401	10,90	10,30	0,20	1.900,00	0	95	Escavação: FH= 1,183	4.764,93
GO-401	10,60	10,00	0,20	1.900,00	0	95	Compactação	3.914,00

7.4 QUADROS COMPLEMENTARES

7.4.1 Quadro Resumo de Quantitativos de Pavimentação

Quadro Resumo de Serviços de Pavimentação				
Pista	Extensão (m)	Regularização de Subleito (m²)	Base (m³)	
			escavação	compactação
GO-401	1.900,00	22.800,00	4.764,93	3.914,00

7.4.2 Cálculo de Distância de Transporte de Material Granular

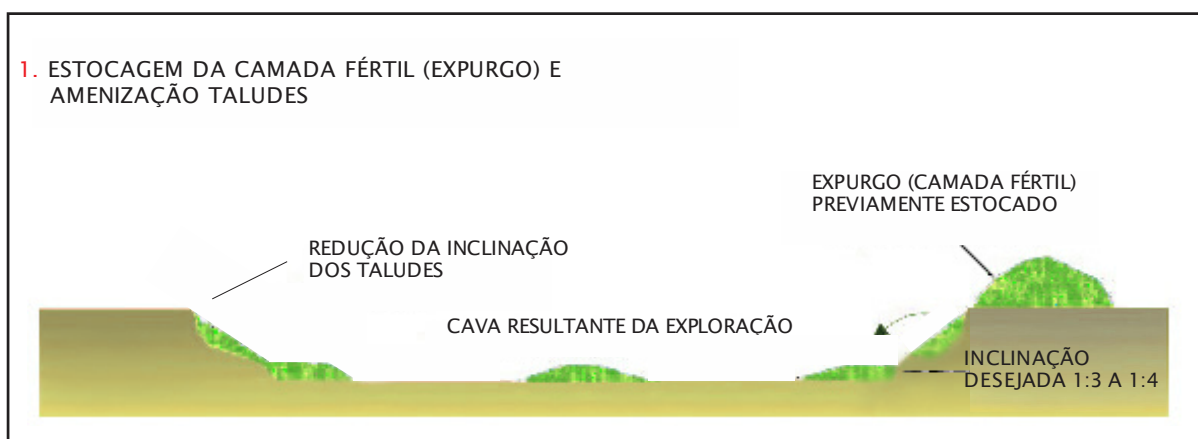
CÁLCULO DE DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR											
Jazida	Distribuição do Material		Distribuição do Material		Pista	Volume material	DMT fixo	m³ x km (fixo)	DMT variável	m³ x km (variável)	DMT Total
	EST Inicial	EST Final	KM Inicial	Km Final							
Jazida 01	0,00	95,00	0,00	1,90	GO-401	4.764,93	4,50	21.442,19	0,95	4.526,68	5,45
Total						4.764,93		21.442,19		4.526,68	
DMT Fixo (km) =>										4,50	
DMT Variável (km) =>										1,00	
DMT Total (km) =>										5,50	

7.4.3 Distância Média de Transporte

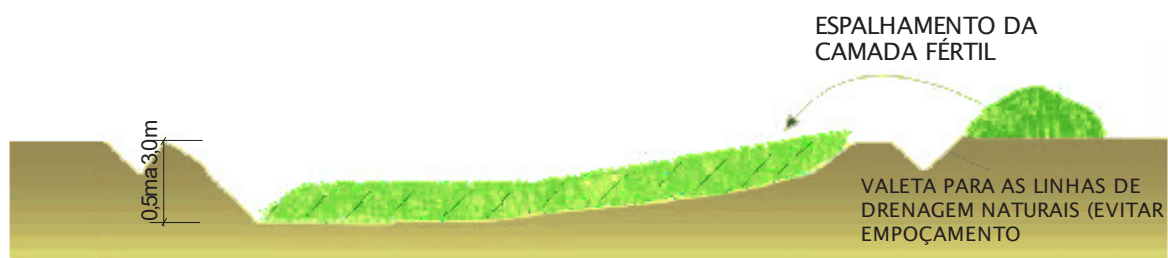
Quadro Resumo das Distâncias de Transporte										
Serviço	Material	Percurso		Transporte Local (DMT)			Transporte Comercial (DMT)			DMT total
		Origem	Destino	Fixo	Variável	Total	Fixo	Variável	Total	
Base	Cascalho	Jazida	Pista	4,50	1,00	5,50				5,50
Diversos	Areia	Quirinópolis	Canteiro de Obras				21,00	0,00	21,00	21,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	0,95	0,95			0,00	0,95
	Madeira, aço	Quirinópolis	Canteiro de Obras				21,00	0,00	21,00	21,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	0,95	0,95			0,00	0,95

7.5 PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS JAZIDAS

As jazidas exploradas para os serviços de pavimentação deverão ser recompostas com os materiais provenientes de desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de domínio, em conformidade com a sistemática abaixo:



2 . ENCAMINHAMENTO DA DRENAGEM
ESCARIFICAÇÃO
ESPALHAMENTO DA CAMADA FÉRTIL (EXPURGO)



3 . REVEGETAÇÃO



8 PROJETO DE DRENAGEM

O sistema de drenagem de águas pluviais para o projeto de implantação básica de um trecho da rodovia GO-401 é composto por um conjunto de obras de engenharia que visam captar as águas que chegam à malha viária, por escoamento ou precipitação, conduzindo-as para local seguro de deságue, resguardando a estabilidade do maciço.

Foram projetados elementos de drenagem superficial apropriados para as condições de pavimento em revestimento primário, como leiras, sarjetas de corte em cascalho, valetas de proteção de aterro e corte, bigodes de saídas de leiras e sarjetas, além de dissipadores na sarjeta. Também foram adotados elementos de drenagem subterrânea, como drenos, nos trechos em corte, sendo projetados de acordo com a configuração do terreno.

O projeto em questão contempla a implantação de pavimento em revestimento primário em um trecho de serra da rodovia GO-401, com duas seções transversais, trechos em tangente e trechos em curva. Foram feitas considerações sobre a declividade transversal das pistas, como forma de garantir o escoamento das águas, que é de suma importância para assegurar a trafegabilidade em momentos de tormenta.

8.1 PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

A seguir são apresentados os elementos de drenagem superficial utilizados no projeto em questão.

8.1.1 Sarjeta

Tem a função de captar as águas que chegam ao corpo estradal e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre corte e aterro onde sofrem uma deflexão de 45°, de forma a permitir a saída lateral da água para o terreno natural, para a valeta de aterro ou ainda, para a caixa coletora de um bueiro de greide.

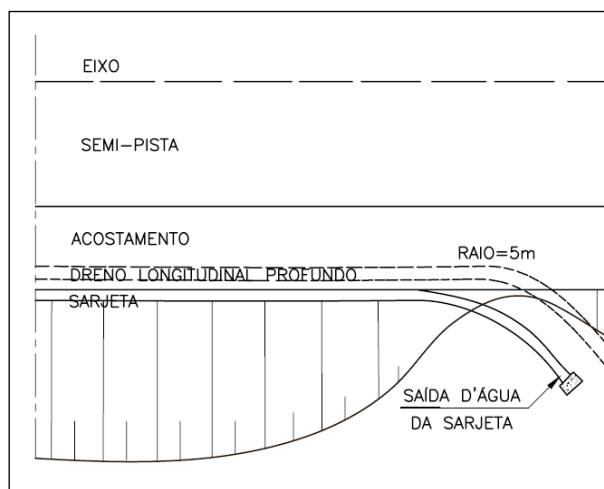


Figura 32 - Saída de sarjeta

As sarjetas devem localizar-se em todos os cortes, sendo construídas à margem dos acostamentos, terminando em pontos de saída convenientes (pontos de passagem de corte para aterro ou caixas coletoras). Para o presente projeto, projetou-se as sarjetas em cortes STC03 e STC04 a partir de 30cm de altura e por todo o trecho em corte.

O dimensionamento das sarjetas consistiu na determinação da máxima extensão admissível, até a qual não ocorre transbordamento destas. Esta extensão depende diretamente da capacidade de vazão da seção adotada, da vazão de contribuição a ser drenada e da inclinação da via. Deste modo, o comprimento crítico, em metros, será dado pelo quociente entre a capacidade de vazão e a vazão contribuinte, ficando, ainda, condicionado à declividade longitudinal da pista.

As sarjetas de corte podem apresentar seção triangular ou trapezoidal, dependendo da capacidade de vazão necessária. A sarjeta triangular apresenta uma razoável capacidade de vazão, além de contar com o fato da redução do risco de acidentes.

A seguir a figura da sarjeta adotada no projeto:

STC04

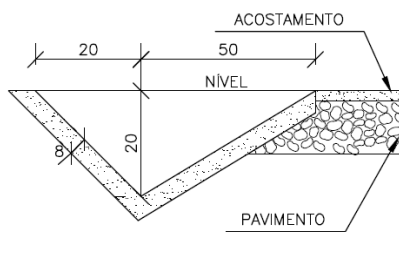


Figura 33 - Sarjeta de corte tipo STC04

8.1.2 Bigodes

São pequenos dispositivos cujo objetivo é o de conduzir as águas das sarjetas e leiras, diretamente para um talvegue natural, caixa de retenção ou outro dispositivo de drenagem.

Os “bigodes” são como descidas d’água e devem fazer o deságue para fora da plataforma de rolamento. Os mesmos foram adotados ao longo das leiras, com intervalos em função da declividade longitudinal da pista, conforme a tabela a seguir:

Tabela 14 - Espaçamento das saídas d'água para leira (bigodes)

Declividade (%)	Espaçamento (m)
0 – 5	40
5 – 10	30
10 ou mais	20

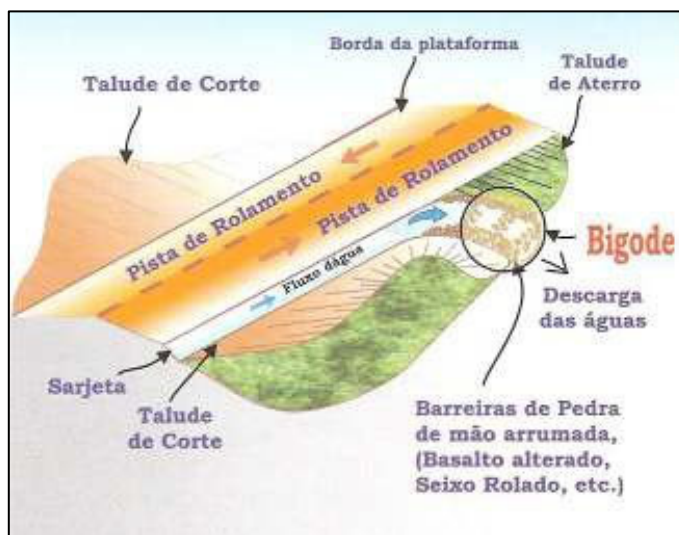


Figura 34 - Posicionamento do bigode na via.

Os dispositivos denominados “bigodes” ajudam a manter a estabilidade do volume e velocidade da água nas sarjetas.



Figura 35 - Bigodes implantados.

A execução e manutenção dos bigodes pode ser feita de forma bastante simples com uso de moto niveladoras.



Figura 36 - Execução e manutenção de "bigodes" com moto niveladora.



Figura 37 - Execução e manutenção de "bigodes" com moto niveladora.

A moto niveladora criando bigode na estrada.

8.1.2.1 Manutenção dos Bigodes

O serviço de manutenção dos "bigodes" é bastante simples, basta adotar as medidas preventivas a seguir:

- Roçagem da vegetação que se instalou no bigode;
- Desobstrução de suas saídas após a chuva;
- Recomposição de eventuais erosões que porventura tenham ocorrido ao longo de sua extensão.

8.1.3 Leiras

As leiras são dispositivos que conduzem a água para fora da pista de rolamento, mas estão presentes apenas nos trechos constituídos por aterros. São pequenos “montinhos” de material oriundo do corpo dos aterros ou até mesmo do próprio revestimento das estradas e proporcionam proteção ao bordo da pista e ao corpo de aterro como um todo. Na ausência dela, teríamos um processo erosivo neste trecho. As leiras podem conter vegetação, como arbustos, para ajudar a fixar a mesma na estrada.

As figuras a seguir ilustram sua localização na pista de rolamento e um exemplo de leira, Respectivamente:

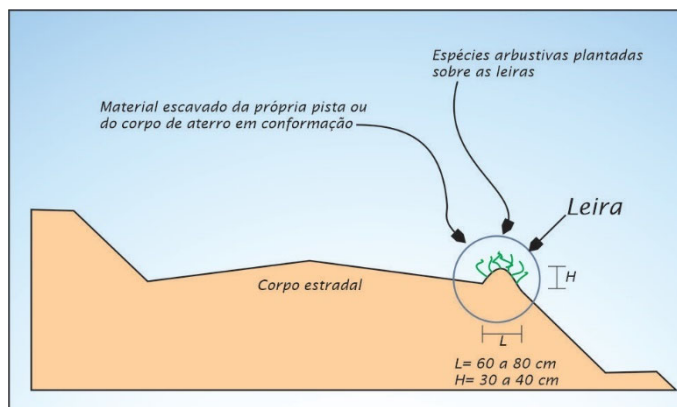


Figura 38 - Dimensionamento de uma leira e sua localização na pista de rolamento.



Figura 39 - Exemplo de leira bem executada.

No presente projeto, as leiras foram projetadas em aterros maiores que 1,0 metro.

8.1.3.1 Manutenção das leiras

Ao longo do tempo e pela ação das chuvas, as leiras, caso ainda não possuam vegetação sobre a mesma que as protege, sofrem erosões e precisam ser recompostas para continuar a exercer sua função. Então sua manutenção trata-se de uma tarefa bastante simples: normalmente através da moto niveladora, recompõe o volume necessário para a estabilidade da leira, obedecendo o intervalo supracitado. Caso a leira seja composta com vegetação, será necessário apenas roçadas periódicas para controlar o crescimento da vegetação, que se invadirem a pista podem comprometer a segurança dos usuários.

8.1.4 Dissipadores de energia

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.

Foram utilizados dissipadores aplicáveis a saídas de valetas, tipo DES 03, e aplicáveis a saídas de sarjetas de corte e leiras, tipo DES 01.

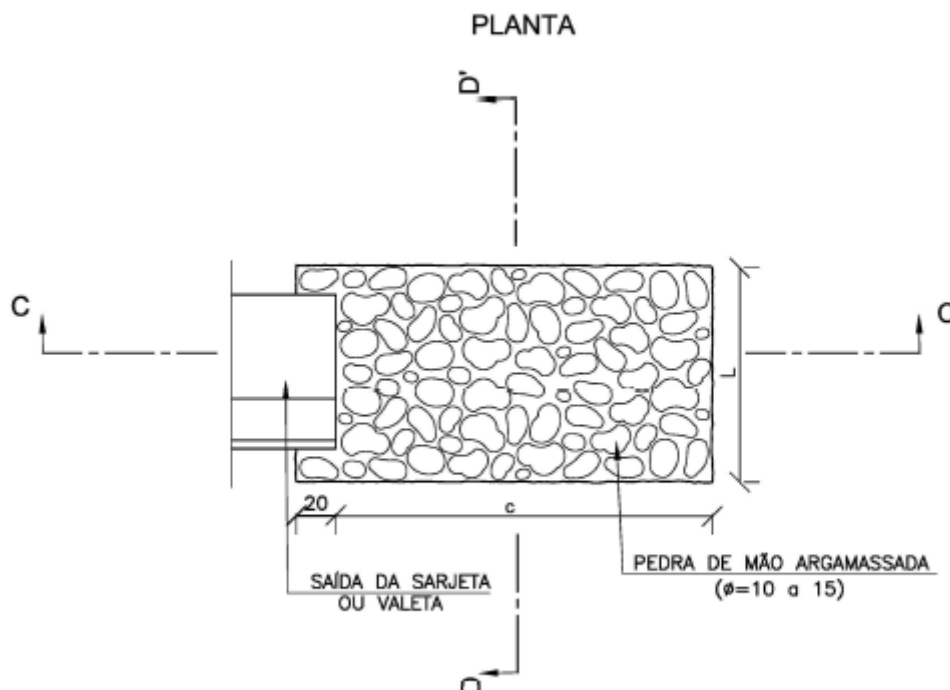


Figura 40 - Dissipadores de energia - DES01 a DES03.

8.1.5 Valetas de Proteção

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

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

Deverão ser localizadas proximalmente paralelas às cristas dos cortes e/ou aos pés dos aterros, a uma distância entre 2,0 e 3,0 metros. O material resultante da escavação deve ser colocado entre a valeta e a crista do corte e/ou pé do aterro e apiloado manualmente, conforme apresentado nas figuras a seguir.

As valetas foram projetadas com revestimento em grama, devido a pequena área de contribuição e baixa velocidade, exceto nos locais onde foi necessário ligar dispositivos de saída d'água, e em trechos que possuem grandes extensões onde o comprimento limite não foi suficiente, sendo projetadas valetas revestidas em concreto.

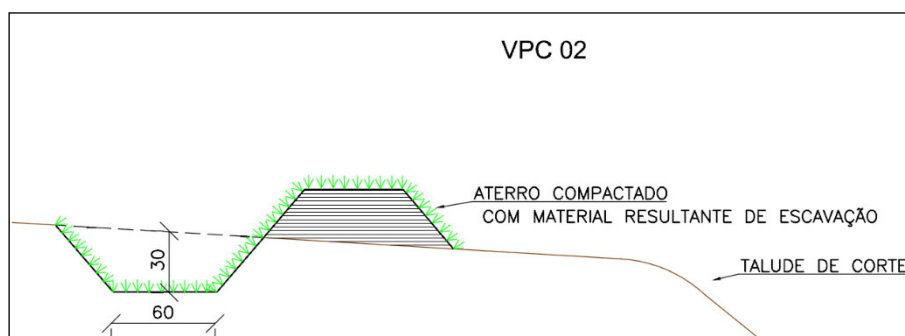


Figura 41: Valeta de Proteção de Corte (Grama)

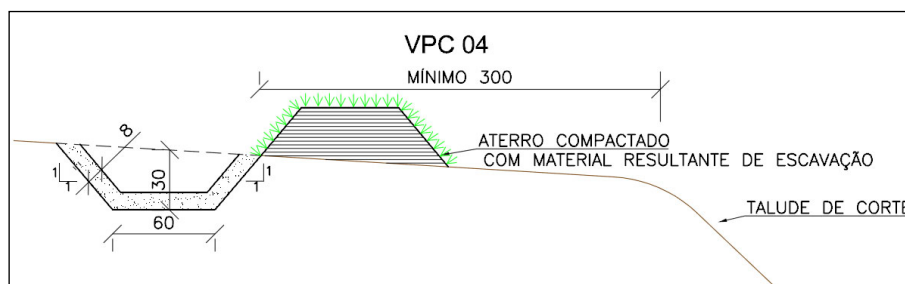


Figura 42: Valeta de Proteção de Corte (Concreto)

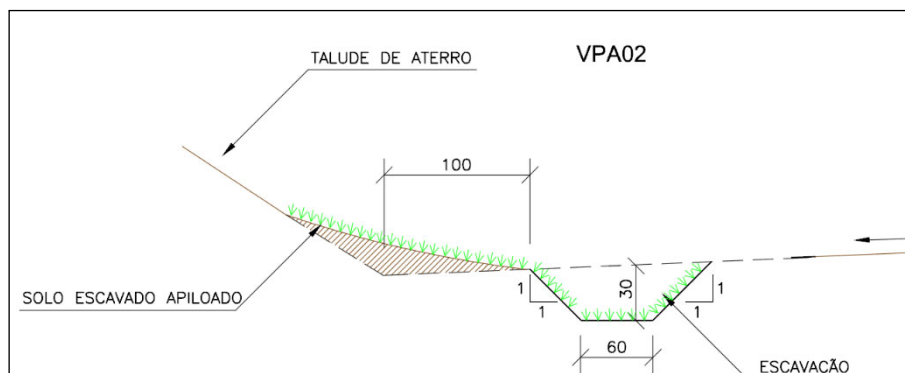


Figura 43: Valeta de Proteção de Aterro (Grama)

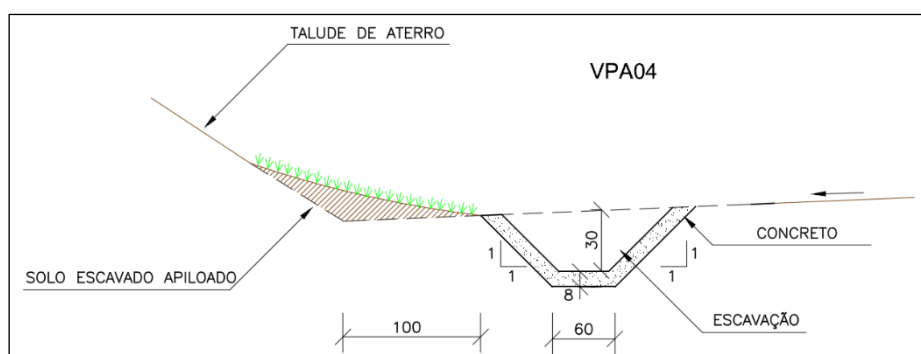


Figura 44: Valeta de Proteção de Aterro (Concreto)

8.2 DRENAGEM SUBTERRÂNEA

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

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

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

8.2.1 Drenos Longitudinais Profundos

De acordo com o IPR-724 – Manual de Drenagem de Rodovias, DNIT 2006, os drenos profundos têm por objetivo principal interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito. Devem ser instalados nos trechos em corte, nos terrenos planos que apresentem lençol freático próximo do subleito, bem como nas áreas eventualmente saturadas próximas ao pé dos taludes.

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

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

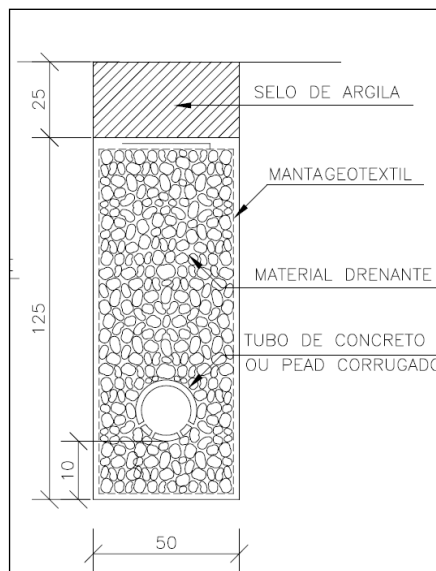


Figura 45 - Dreno DPS07

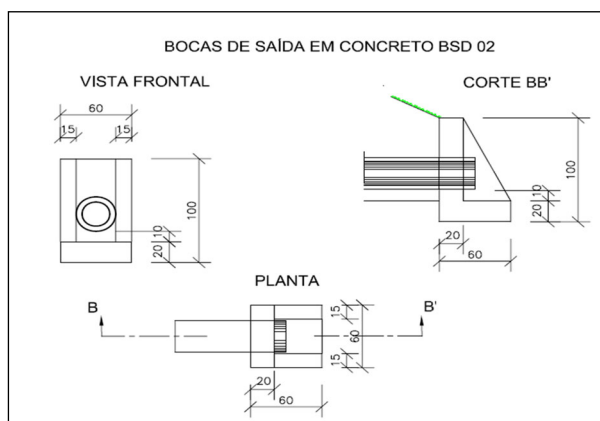


Figura 46 - Boca de dreno BSD02

8.3 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO DE DRENAGEM

8.3.1 Período de Retorno

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

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

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

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

Para este projeto executivo ficou definido um Período de Retorno de 10 anos para os dispositivos de drenagem superficial, atendendo aos condicionantes da tabela apresentada a seguir.

Tabela 15 – Tempo de recorrência

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

Fonte: IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos (Adaptada).

8.3.2 Coeficiente de Run-Off

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

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

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

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

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

Tabela 16 - Coeficiente de Run-Off

Características da superfície	Coeficiente de escoamento
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 - 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 - 0,95
Revestimento primário	0,40 - 0,60
Solos sem revestimento com baixa permeabilidade	0,40 - 0,65
Solos sem revestimento com permeabilidade moderada	0,10 - 0,30
Taludes gramados	0,50 - 0,70
Prados e campinas	0,10 - 0,40
Áreas florestais	0,10 - 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 - 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 - 0,30

8.3.3 Tempo de Concentração

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

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

O Tempo de Concentração é constituído de duas parcelas:

$$T_c = t_i + t_p$$

onde,

T_c = tempo de duração em minutos;

t_i = tempo de escoamento superficial, em minutos;

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

O valor mínimo para t_i foi de 10 minutos.

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

$$t_p = L/60 V$$

onde:

L = comprimento do trecho, em m;

V = velocidade, em m/s.

8.3.4 Método de cálculo

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

8.3.5 Vazões de Projeto

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

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

onde,

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

C_e = coeficiente de escoamento superficial (run-off)

C_d = coeficiente de distribuição

i = intensidade da chuva crítica (mm/h)

A = área que contribui para a seção (ha)

8.3.6 Áreas das Bacias

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

8.3.7 Intensidade Pluviométrica

Para determinação da intensidade pluviométrica utilizada no projeto de drenagem, utilizou-se os dados obtidos pelo estudo hidrológico apresentado neste mesmo volume, *item 4*. Através deste, foram obtidas as curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) com as respectivas intensidades pluviométricas da região.

8.3.8 Velocidade de Projeto

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

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

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

Tabela 17 – Velocidades conforme revestimento

Material de revestimento	Velocidade (m/s)
Areia muito fina	0,23 a 0,30
Areia solta - média	0,30 a 0,46
Areia grossa	0,46 a 0,61
Terreno arenoso comum	0,61 a 0,76
Terreno silte-argiloso	0,76 a 0,84

Terrenos de aluvião	0,84	a	0,91
Terreno argiloso compactado	0,91	a	1,14
Terreno argiloso, duro, solo compactado	1,22	a	1,52
Cascalho grosso, pedregulho, piçarra	1,52	a	1,83
Rochas sedimentares moles - xistos	1,83	a	2,44
Alvenaria	2,44	a	3,05
Rochas compactadas	3,05	a	4,00
Concreto	4,00	a	6,00

Fonte: (Silvestre, 1983).

8.4 CÁLCULO DO COMPRIMENTO LIMITE

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

Dentre os dispositivos utilizados para o cálculo dos comprimentos limites, estão: valeta de proteção de corte e aterro e drenos.

Considerou-se para todos os dispositivos um tempo de concentração máximo de 5 minutos e Tempo de Retorno de 10 anos, e como resultado dos cálculos, 192,46 mm/h para o cálculo hidráulico.

8.4.1 Valeta de Proteção de Aterro e Corte

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

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

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

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

onde:

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

C = coeficiente de escoamento superficial (0,300)

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

A = área = $L \times l$ (km^2)

L = comprimento crítico da sarjeta (km)

l = largura do implúvio (km)

✓ **Capacidade de vazão da valeta**

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

onde:

Q = descarga (m^3/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

n = coeficiente de rugosidade grama (0,030)

A = área molhada da valeta (m^2)

R = raio hidráulico (m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Tabela 18 - Valetas revestidas em concreto

Capacidade de Vazão da Valeta			
Área Molhada (m^2)	Raio Hidráulico (m)	n	Q (m^3/s)
0,24	0,166	0,015	$4,827 \times S^{1/2}$

Tabela 19 - Valetas revestidas em grama

Capacidade de Vazão da Valeta			
Área Molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	<i>n</i>	Q (m ³ /s)
0,24	0,166	0,030	2,413 x S ^{1/2}

✓ Velocidade de escoamento da valeta

$$Q = A \times V$$

onde:

Q = vazão (m³/s)A = área molhada da valeta (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

Tabela 20 - Valetas revestidas em grama

Velocidade de Escoamento		
Área Molhada (m ²)	Q (m ³ /s)	Velocidade de Escoamento (m/s)
0,24	2,413 x S ^{1/2}	10,055 x S ^{1/2}

Tabela 21 - Valetas revestidas em concreto

Velocidade de Escoamento		
Área Molhada (m ²)	Q (m ³ /s)	Velocidade de Escoamento (m/s)
0,24	4,827 x S ^{1/2}	20,111 x S ^{1/2}

Tabela 22 - Quadro Resumo

Comprimento Limite - Valetas de Proteção (Rodovia: GO-401)															
Intervalo por estaqueamento			Nº	Tipo	Pista	Bordo	Declividade Longitudinal - S (%)	Área de contribuição (m²)	Comp. Limite L (m)	Velocidade (mis)	Comp. Utilizado VPA/VPC L(m)	Observação			
0	+	0,00	5	+	0,00	-	VPC04	GO-401	D	2,05	3.024,00	1636,20	2,94	100	Salda com Dissipador - EST.0+0,00
5	+	0,00	7	+	15,00	-	VPA04	GO-401	D	4,23	1.507,00	2574,00	4,27	55	Ligar em VPC - EST.5+0,00
7	+	15,00	11	+	10,00	-	VPC02	GO-401	D	2,49	2.171,00	976,04	1,70	75	Ligar em VPA - EST.7+15,00
19	+	0,00	31	+	0,00	-	VPA04	GO-401	E	7,74	7.601,00	2354,55	5,72	240	Salda com Dissipador - EST.19+0,00
31	+	0,00	38	+	0,00	-	VPC02	GO-401	E	5,55	4.165,00	1343,91	2,41	140	Ligar em VPA - EST.31+0,00
43	+	0,00	46	+	0,00	-	VPC02 (Berna)	GO-401	E	5,96	746,00	3519,38	2,52	60	Salda com Dissipador - EST.43+0,00
56	+	0,00	69	+	0,00	-	VPC02 (Berna)	GO-401	D	5,24	1.389,00	7548,73	2,35	260	Ligar em VPC - EST.56+0,00
54	+	10,00	74	+	10,00	-	VPC04	GO-401	D	3,94	12.181,00	2154,22	3,80	400	Salda com Dissipador - EST.54+10,00
74	+	10,00	80	+	0,00	-	VPA04	GO-401	D	6,24	3.170,00	2534,62	4,46	110	Ligar em VPC - EST.74+10,00
58	+	0,00	59	+	15,00	-	VPC02 (Berna)	GO-401	E	2,52	520,00	1789,11	1,73	35	Salda com Dissipador - EST.58+0,00

8.4.2 Sarjeta de Corte

STC04

- ✓ Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia

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

onde:

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

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

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

A = área = $L \times l$ (km^2)

L = comprimento crítico da sarjeta (km)

l = largura do implúvio (km)

Tabela 23- Pista em tangente

Vazão Drenada por metro linear - Sarjeta de Corte						
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km ²)				Q _L (m ³ /s)
		Pista	Calçada	Talude de Corte	Área (km ²)	
0,450	192,46	5,00	0,00	5,00	1,00E-05	0,00024

Tabela 24 - Pista em Curva (com contribuição da pista)

Vazão Drenada por metro linear - Sarjeta de Corte						
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km ²)				Q _L (m ³ /s)
		Pista	Calçada	Talude de Corte	Área (km ²)	
0,433	192,46	10,00	0,00	5,00	1,50E-05	0,00035

Tabela 25 - Pista em Curva (sem contribuição da pista)

Vazão Drenada por metro linear - Sarjeta de Corte						
C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km ²)				Q _L (m ³ /s)
		Pista	Calçada	Talude de Corte	Área (km ²)	
0,500	192,46	0,00	0,00	10,00	1,00E-05	0,00027

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

✓ **Capacidade de vazão da sarjeta**

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

onde:

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

A = área molhada da valeta (m²)

R = raio hidráulico (m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Tabela 26 – Capacidade de vazão da sarjeta

Capacidade de Vazão da Sarjeta			
Área Molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	n	Q (m ³ /s)
0,07	0,085	0,015	0,904 x S ^{1/2}

✓ **Velocidade de escoamento da sarjeta**

$$Q = A \times V$$

onde:

Q = vazão (m³/s)

A = área molhada da valeta (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

Tabela 27 – Velocidade de escoamento

Velocidade de Escoamento		
Área Molhada (m ²)	Q (m ³ /s)	Velocidade de Escoamento (m/s)
0,07	0,904 x S ^{1/2}	12,911 x S ^{1/2}

Tabela 28 - Quadro Resumo

Comprimento Limite - Sargeta Triangular de Concreto (Rodovia: GO-401)																
Definição	Pista	Bordo	Intervalo por estaqueamento				Saída (estaca)	Comprimento Limite (m)	STC - Comprimento Utilizado (m)	Declividade (%)	Comprimento Limite Utilizado (%)	Velocidade (m/s)				
STC04	GO-401	D	0	+	0,0	5	+	0,0	0	+	0,0	327	100	0,76	30,56	1,13
STC04	GO-401	D	7	+	10,0	10	+	10,0	7	+	10,0	684	60	6,93	8,77	3,40
STC04	GO-401	D	31	+	0,0	37	+	0,0	31	+	0,0	1192	120	10,09	10,06	4,10
STC04	GO-401	D	37	+	0,0	45	+	0,0	37	+	0,0	825	160	10,09	19,38	4,10
STC04	GO-401	D	45	+	0,0	53	+	0,0	45	+	0,0	1192	160	10,09	13,42	4,10
STC04	GO-401	D	53	+	0,0	62	+	0,0	53	+	0,0	1073	180	10,09	16,77	4,10
STC04	GO-401	D	62	+	0,0	71	+	0,0	62	+	0,0	1192	180	10,09	15,10	4,10
STC04	GO-401	D	71	+	0,0	74	+	10,0	71	+	0,0	825	70	10,09	8,48	4,10
STC04	GO-401	D	80	+	0,0	90	+	0,0	80	+	0,0	491	200	1,71	40,75	1,69
STC04	GO-401	D	90	+	0,0	92	+	0,0	90	+	0,0	442	40	1,71	9,05	1,69
STC04	GO-401	D	92	+	0,0	95	+	15,0	92	+	0,0	950	75	6,41	7,89	3,27
STC04	GO-401	E	31	+	0,0	37	+	0,0	31	+	0,0	976	120	10,09	12,30	4,10
STC04	GO-401	E	37	+	0,0	45	+	0,0	37	+	0,0	1341	160	10,09	11,93	4,10
STC04	GO-401	E	45	+	0,0	53	+	0,0	45	+	0,0	976	160	10,09	16,40	4,10
STC04	GO-401	E	53	+	0,0	62	+	0,0	53	+	0,0	631	180	10,09	28,52	4,10
STC04	GO-401	E	62	+	0,0	72	+	0,0	62	+	0,0	976	200	10,09	20,50	4,10
STC04	GO-401	E	82	+	0,0	87	+	0,0	82	+	0,0	402	100	1,71	24,90	1,69

8.4.3 Drenos

Para este dispositivo, levantou-se a contribuição por dispositivo, de acordo com os dados do levantamento geotécnico e topográfico. Portanto, a seguir é apresentada uma tabela de todas os drenos com os respectivos dados de cálculo hidráulico para a definição do comprimento limite.

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

✓ **Vazão admissível do dreno**

$$q = \frac{K}{2 * X} * H^2$$

onde:

q = descarga no meio poroso (m³/s / m)

K = coeficiente de permeabilidade (Kgf/m²/m)

X = distância entre o tubo e o ponto de altura máxima do lençol (m)

H = altura máxima do lençol (m)

✓ **Velocidade de escoamento do tubo**

$$Q = A * V$$

onde:

Q = vazão (m³/s)

A = área molhada da valeta (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

Tabela 29 - Velocidade de escoamento

Velocidade de Escoamento		
Área Molhada (m ²)	Q (m ³ /s)	Velocidade de Escoamento (m/s)
0,031415927	0,284 x S ^{1/2}	9,048 x S ^{1/2}

Tabela 30 - Quadro Resumo

Comprimento Limite (Q/Q _L) - Dreno Longitudinal (GO-401)									
BORDO	Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite (m)	V _{máx} (m/s)		
D	0	+	0,00	2	+	0,00	0,76	543	0,79
E	31	+	0,00	72	+	0,00	10,09	1980	2,87
D	31	+	0,00	74	+	0,00	10,09	1980	2,87
D	80	+	0,00	86	+	0,00	1,71	815	1,18

8.4.4 Apresentação do Projeto

A localização e disposição de todos os elementos de drenagem superficial projetados está apresentada no Volume 02 – Projeto de Execução, parte integrante deste projeto, no capítulo referente ao Projeto de Drenagem. São apresentadas também as notas de serviço e os desenhos tipo de todos dos dispositivos projetados.

9 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares tem como objetivo fornecer maior conforto e segurança aos usuários de uma determinada via. O projeto de obras complementares para o trecho em questão consiste dos seguintes serviços:

- Implantação de cerca de arame farpado com mourão de madeira para delimitação da faixa de domínio da rodovia, em substituição ou não de cercas existentes. Deverá ser feita em campo ligação da cerca projetada com cerca existente quando esta existir;
- Aplicação de sementeira manual para proteção dos taludes
- Relocação de postes de energia, posicionados para garantir o serviço de energia sem potencializar os riscos de acidentes.

9.1 CADASTRO DE INTERFERÊNCIAS

Os postes de energia considerados para suas relocações foram cadastrados quanto a sua localização geográfica. A tabela a seguir contém essa informação:

RELOCAÇÃO DE POSTES - GO-401											
Tramo	Localização existente				Localização projetada				Prancha	Lado	
	Coordenadas UTM		km	Estaca	Coordenadas UTM		km	Estaca			
	Leste (E)	Norte (N)			Leste (E)	Norte (N)					
1	541.632,319	7.970.689,332	17,20	0 + 0,0	541.642,312	7.970.688,985	17,20	0 + 0,0	2	D	
2	541.633,091	7.970.714,060	17,22	1 + 2,0	541.643,078	7.970.713,537	17,22	1 + 2,0	2	D	
3	541.635,738	7.970.743,894	17,25	2 + 12,0	541.645,592	7.970.742,194	17,25	2 + 12,0	2	D	
4	541.648,793	7.970.830,219	17,34	7 + 0,0	541.658,602	7.970.828,276	17,34	7 + 0,0	2	D	
5	541.653,169	7.970.851,697	17,36	8 + 3,0	541.662,781	7.970.848,940	17,36	8 + 3,0	2	D	

9.2 METODOLOGIA

O projeto de obras complementares foi desenvolvido seguindo as especificações:

- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e projetos Rodoviários – 2006;
- Defesa Metálica – DNER-ES 144/85;
- Defensas Metálicas – Projeto e Implantação NBR 6971/1999;
- Cerca de Arame Farpado – DNIT 099/2009-ES;
- Mourão de madeira para cercas de arame farpado – DNER-EM 033/94 e NBR 9480/1986;
- Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias – IPR 741/2010;
- Proteção do Corpo Estradal – Proteção Vegetal – DNIT 102/2009-ES.

9.3 DEFENSA METÁLICA

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

A necessidade de adoção de defensas no projeto foi direcionada pelas observações relacionadas às condições da rodovia e características do tráfego. Dessa forma, foram dispostas nos bordos de aterros de altura elevada. As defensas propostas em projeto são as do tipo simples semimaleáveis. Este modelo tem o poste mais rígido que o da maleável, ficando a maior tendência de deformação nas lâminas e nos espaçadores simples. Neste dispositivo o espaçamento entre postes é de 4 m.

➤ Materiais

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

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

➤ Equipamentos

Equipamentos mínimos para implantação de defensas metálicas:

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

➤ Execução

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

Os postes das defensas, devem ser enterrados $1\ 100\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$, em aterro compactado. No caso de fixação em taludes, ou terrenos muito ondulados, os postes devem ter comprimento compatível com esta exigência.

As defensas metálicas devem ter os postes cravados no solo, por processo de percussão, assegurando um adequado atrito lateral. Em extensões pequenas (menores de 300 m) e isoladas de defensas, pode-se admitir a implantação através de abertura de buracos no solo, com posterior enchimento de concreto.

As lâminas de uma defesa não podem ser instaladas a menos de $0,50\text{ m} \pm 0,02\text{ m}$ da borda da pista. As defensas devem ser instaladas, de preferência, paralelamente à diretriz da pista, quando não for possível manter o paralelismo entre as lâminas das defensas e a diretriz, ou quando a defesa, por qualquer razão, deve desviar-se lateralmente, os trechos não paralelos devem ser mantidos dentro de um ângulo máximo de $2^\circ 20'$, contados a partir do eixo da via, o que corresponde a uma relação aproximada de 1:25.

As mudanças de altura de uma defesa, seja por razões do projeto ou devido a ancoragem, não devem ser bruscas. Devem observar um ângulo menor ou igual a $4^\circ 30'$, entre o eixo superior das lâminas e o plano da pista, o que corresponde a uma relação aproximada de 1:12.

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

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

9.4 TERMINAIS DE DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO LONGITUDINAL

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

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

De acordo com a classificação adotada pela NBR 15486/2016 os terminais de entrada e saída utilizados foram:

- a) Terminal abatido (enterrado): conjunto composto por quatro módulos de defesa, variando na altura desde a posição de projeto até a extremidade totalmente enterrada, que deve ser firmemente fixada ao solo, por meio de peça apropriada. É vedado o seu uso em locais com velocidade de projeto maior ou igual a 60 km/h.

9.5 CERCA DE ARAME FARPADO

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

No trecho em questão foram projetadas cercas de madeira como meio de substituição de cercas suprimidas pela execução da via.

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

9.5.1 Materiais

Os mourões de madeira devem ter suas características conforme fixado nas Normas DNER-EM 033/94 e NBR 9480/1986.

O arame farpado deve ter as características conforme fixado na Norma DNER-EM 366/97.

9.5.2 Dimensão e Forma

Os mourões de madeira de suporte e esticadores devem ser aparados na base e no topo, ser isentos de fendas, reto e não devem apresentar defeitos que os inabilitem para a função e ter furos para passar o arame a partir de 0,15 m do topo do mourão, com espaçamentos na sequência de 0,35 m, 0,35 m, 0,25 m, 0,25m e 0,25 m.

Os mourões de madeira de suporte destinam a sustentar e a manter suficientemente indelocáveis as fiadas de arame, paralelas entre si, fixadas em alturas determinadas. Devem apresentar diâmetro mínimo de 0,10m e comprimento de 2,20m.

Os mourões de madeira esticadores destinam ao esticamento das fiadas de arame farpado. Devem apresentar diâmetro mínimo de 0,15m e comprimento de 2,80m.

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

O arame liso deve ter as características conforme fixado no arame galvanizado liso BWG 16.

9.5.3 Equipamentos

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

9.5.4 Execução

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

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

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

Devem ser fixados nos mourões 5 fios de arame, a partir de 0,15 m do topo do mourão, com espaçamentos na sequência de 0,35 m, 0,35 m, 0,25 m, 0,25 m e 0,25m (inferior).

Os arames devem ser fixados aos mourões por meio de grampos de aço zincado.

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

Cravação dos mourões:

a) Os mourões de suporte de madeira devem ser cravados no terreno à profundidade de 0,50m e espaçados de 4,00m.

b) Os mourões esticadores de madeira devem ser cravados a cada 32,0m e nos pontos de mudança dos alinhamentos horizontal e/ou vertical da cerca, sempre à profundidade de 1,20m.

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

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

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

9.5.5 Controle de Execução

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

9.5.5.1 Locação topográfica

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

9.5.5.2 Limpeza do terreno

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

9.5.5.3 Implantação dos mourões

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

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

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

9.5.5.4 Colocação do arame farpado

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

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

9.6 RECUPERAÇÃO VEGETAL

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

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

Além do processo citado, a preocupação com qualquer área exposta pertencente ao corpo estradal, fez com que para evitar processos erosivos nas áreas de talude adotasse a aplicação de revestimento vegetal por semeadura manual.

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

9.6.1 Condições Específicas

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

9.6.1.1 Insumos

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

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

9.6.1.2 Equipamentos

Os equipamentos necessários são:

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

9.6.1.3 Execução

- a) Atividades para proteção vegetal por lanço de sementes:
 - Preparação do solo – regularização mecanizada da superfície, conformando-se os sulcos das erosões;
 - Aração e gradagem com arado de discos ou enxada rotativa, até a profundidade recomendada para o tipo de solo (mínimo de 8 cm), destorroamento e uniformização da superfície;
 - Aplicação e incorporação por meio de grade de discos ou enxada rotativa. A distribuição pode ser feita manualmente, a lanço;
 - Preparo das sementes – a semeadura pode ser realizada manualmente, a lanço ou por meio de semeadeiras costais, seguida de leve incorporação no solo com ancinho, na profundidade de 1,0 cm. A seleção das sementes deve ser feita de acordo com o padrão adotado de gramíneas e leguminosas;
 - Irrigação – deve-se irrigar com 10 litros/m² em intervalo de cinco dias até a germinação, em forma de chuvisco leve e nas horas amenas do dia;

- Manutenção – deve ser feita a adubação de cobertura vegetal após 6 meses do plantio, com a aplicação de 50kg/ha de fósforo e 25 kg/ha de potássio, manualmente, a lanço ou com adubadeira tipo costal.
- Manutenção – deve ser feita a adubação de cobertura vegetal após 6 meses do plantio, com a aplicação de 50kg/ha de fósforo e 25 kg/ha de potássio, manualmente, a lanço ou com adubadeira tipo costal.

10 MEMÓRIAS DE CÁLCULO

10.1 TERRAPLENAGEM

Desmatamento, Destocamento e Limpeza (árvores com D < 15cm)					
Corresponde à limpeza do talude mais 2 metros para cada lado além do Offset					
Estaca inicial	Estaca final	L médio LE (m)	L médio LD (m)	Extensão (m)	Área (m²)
0	95	4,47	4,67	1900,00	17.353,98
Total	Desmatamento, Destocamento e Limpeza (árvores com D < 15cm)				17.353,98

O material de limpeza será espalhado na faixa de domínio.

Escavação, Carga e Transporte (Material de 1ª Categoria)		
DT (m)		Volume (m³)
<= 50		709,10
> 50 <= 200		7.426,50
> 200 <= 400		9.013,73
> 400 <= 600		8.321,88
Total	Escavação, Carga e Transporte (Material de 1ª Categoria)	25.471,21

Escavação, Carga e Transporte (Material de 2ª Categoria)		
DT (m)		Volume (m³)
> 400 <= 600		11.439,13
> 600 <= 800		1.190,40
Total	Escavação, Carga e Transporte (Material de 2ª Categoria)	12.629,53

Escavação, Carga e Transporte (Material de 3ª Categoria)		
DT (m)		Volume (m³)
> 400 <= 600		13.763,25
> 600 <= 800		2.649,60
> 800 <= 1000		11.698,05
Total	Escavação, Carga e Transporte (Material de 3ª Categoria)	28.110,90

Compactação			
Energia de compactação	Local	Profundidade	Volume (m³)
100% Proctor Normal	Camadas finais do aterro	0,20m < h ≤ 1,00m	7.176,20
100% Proctor Normal	Reaterro do subleito	aterros com h < 0,60m	515,76
100% Proctor Normal	Compactação de cortes	h = 0,40m	5.280,00
95% Proctor Normal	Alargamento de aterro	aterros com h > 4,00m	16.053,81
95% Proctor Normal	Corpo do aterro	h > 1,00m	30.194,60
Total	Compactação		59.220,37

10.2 PAVIMENTAÇÃO

Regularização do subleito								
A regularização do sub-leito deverá ser executado na largura da plataforma de terraplenagem								
Segmento nº	L SL (m)			Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Área (m²)
GO-401	12,00			1.900,00	0	95		22.800,00
Total	Regularização do subleito							22.800,00
Base								
O quantitativo de base foi obtido pela área do trapézio (largura da inferior da base, largura superior da base, espessura da camada) multiplicado pela extensão do trecho								
Pista	L maior (m)	L menor (m)	Espessura (m)	Extensão (m)	Estaca inicial	Estaca final	Observação	Volume (m³)
GO-401	10,90	10,30	0,20	1.900,00	0	95	Escavação: FH= 1,183	4.764,93
GO-401	10,60	10,00	0,20	1.900,00	0	95	Compactação	3.914,00

10.3 DRENAGEM

10.3.1 Leira

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado nos bordos das vias, o volume em metro cúbico da escavação realizada por moto niveladora considerando a seção transversal triangular de base com 0,8m e altura de 0,3m, multiplicado pela extensão projetada. Conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02.

- ✓ Leira = (Extensão total) x (Área da seção triangular da leira)
- ✓ Leira = ((960,00) x (0,80 x 0,30) / 2) = 115,20 m³

10.3.2 Sarjeta triangular de concreto

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado no pé do corte (próximo à pista) e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02. Foram considerados mais 20,0 metros de sarjeta para ligação destas aos dissipadores ou valetas.

- ✓ Sarjeta triangular de concreto (STC 04) = 2.325,00 m

10.3.3 Bigodes – Saídas de Leiras

Dispositivo de deságue das leiras, posicionados perpendicularmente à pista, no corpo do talude e medido por metro cúbico, apresentado em notas de serviços no Volume 02.

- ✓ Bigodes – Saídas de leiras = (Extensão total) x (Área da seção triangular da leira)
- ✓ Bigodes – Saídas de leiras = ((318,00) x (0,80 x 0,30) / 2) = 38,16 m³

10.3.4 Valeta de aterro

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado no pé do aterro, talude da pista, e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02.

Foram considerados mais 20,0 metros de valeta para saída destas e ligação aos dissipadores.

- ✓ Valeta de Proteção de aterro em concreto (VPA 04) = 425,00 m

10.3.5 Valeta de corte

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado na crista do corte, talude da pista, e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02.

Foram considerados mais 20,0 metros de valeta para saída destas e ligação aos dissipadores.

- ✓ Valeta de Proteção de aterro em grama (VPC 02) = 215,00 m
- ✓ Valeta de Proteção de aterro em concreto (VPC 04) = 540,00 m

10.3.6 Dissipador de energia

Dispositivo para dissipação de energia, locado no final do deságue e medido por unidades necessárias, conforme apresentado a seguir:

- ✓ Dissipador de Energia (DES 01) = 25,00 unid.
- ✓ Dissipador de Energia (DES 03) = 3,00 unid.

10.3.7 Dreno longitudinal profundo

Dispositivo de drenagem profunda locado nos bordos das vias (enterrados) e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02. Foram considerados mais 20,0 metros de dreno saída deste dispositivo e ligação às bocas de dreno.

- ✓ Dreno profundo em solo – DPS 13 (Antigo DPS 07) = 1.890,00 m

10.3.8 Escavação de material para execução do Dreno

O volume de escavação seguiu as taxas apresentadas na tabela de Quantidades Unitárias do IPR-736, *Álbum de projetos-tipos de dispositivos de drenagem – 5ª Edição do DNIT*, sendo 0,75 m³/m de DPS07.

- ✓ Volume total de escavação = Extensão (DPS 07) x 0,75
- ✓ Volume total de escavação = 1.417,50 m³

10.3.9 Boca de dreno (saída)

Dispositivo de deságue da drenagem profunda na extremidade no corpo do aterro medido por unidades necessárias, conforme apresentado em notas de serviços no Volume 02.

- ✓ Boca de dreno (BSD 02) = 2,00 unid.

10.4 OBRAS COMPLEMENTARES

10.4.1.1 Defesa Metálica Semimaleável Simples

Defesa Metálica Simples		
Item	Unidade	Quantidade
Defesa Metálica Simples	m	872,00
Terminal Ancorado	m	128,00

Defesa Metálica Semimaleável Simples = (218,00 folhas x 4,00 metros) = 872,00m

Terminal Absorvedor = (8,00 terminais x 16,00 metros) = 128,00m

Dispositivo de contenção longitudinal localizado nos aterros elevados e para proteção de obstáculos fixos. Dimensionada por metro linear, conforme apresentado em Notas de Serviço no Volume 2.

10.4.1.2 Revestimento Vegetal por Semeadura Manual

O plantio será realizado nos taludes de corte e aterro. Quantificado por metro quadrado, conforme apresentado em Nota de Serviço no Volume 2.

Revestimento Vegetal		
Item	Unidade	Quantidade
Semeadura Manual	m²	12.743,57

10.4.1.3 Cerca de Vedação de Faixa de Domínio

Dispositivo utilizado para delimitar a faixa de domínio e as propriedades. Foi projetada para substituir os segmentos existentes. Quantificado por metro linear, conforme apresentado em Nota de Serviço no Volume 2.

Implantação de Cerca		
Item	Unidade	Quantidade
Cerca de Arame Farpado	m	1.174,93

10.4.1.4 Remoção de Cerca

Foi quantificada toda a remoção das cercas existentes localizadas em conflito com a execução do projeto. Quantificado por metro linear, conforme apresentado em Nota de Serviço no Volume 2.

Remoção de Cerca		
Item	Unidade	Quantidade
Cerca de Arame Farpado	m	1.188,81

11 QUANTITATIVOS DE SERVIÇO E ORÇAMENTO

Os preços unitários dos serviços para execução das obras foram obtidos na Tabela de terraplenagem, pavimentação e obras de arte especiais - JUL/21 - sem desoneração - T153. Para a elaboração do orçamento de administração, implantação de canteiro e mobilização e desmobilização de equipamentos foi utilizada a Tabela Administração_Canteiro_Mobil T153 (sem desoneração), faixa A1.

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE RODOVIA								
RODOVIA: GO-401								
TRECHO: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174 / SUB-TRECHO: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174								
Quantitativos / Orçamento								
DATA BASE: AGETOP: JULHO/2021 (sem desoneração) SICRO: JANEIRO/2021								
Código	Referência	Especificação de Serviço	Descrição	unid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total
1	TERRAPLENAGEM							
40001	GOINFRA	ES-T 001/2019	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m²	0,27	17.353,98		4.685,58
40010	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	m³	2,33	709,10		1.652,20
40015	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m³	6,77	6.236,10		42.218,40
40016	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m³	7,81	9.013,73		70.397,22
40017	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m³	8,35	9.512,28		79.427,54
40018	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m³	9,32	0,00		0,00
40019	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1000M)	m³	9,93	0,00		0,00
40020	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1001 A 1200M)	m³	10,49	0,00		0,00
40021	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.201 A 1.400M)	m³	11,31	0,00		0,00
40022	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.401 A 1.600M)	m³	11,72	0,00		0,00
40023	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.601 A 1.800M)	m³	12,07	0,00		0,00
40032	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m³	10,74	11.439,13		122.856,30
40033	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m³	12,08	1.190,40		14.380,03
40077	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m³	54,02	13.763,25		743.490,91
40078	GOINFRA	ES-T 003/2019	SCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m³	55,14	2.649,60		146.098,94
40079	GOINFRA	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	m³	56,25	11.698,05		658.015,13
40100	GOINFRA	ES-T 005/2019	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m³	4,17	46.248,41		192.855,86
40101	GOINFRA	ES-T 005/2019	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m³	5,01	12.971,96		64.989,52
Total - Terraplenagem						R\$ 2.141.067,63		
2	PAVIMENTAÇÃO							
40300	GOINFRA	ES-T 001/2019	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m²	0,41	4.764,93		1.953,62
40305	GOINFRA	ES-T 001/2019	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m²	0,35	4.764,93		1.667,73
40310	GOINFRA	ES-PAV 001/2019	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m²	2,28	22.800,00		51.984,00
BASE								
40316	GOINFRA	ES-PAV 002/2019	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m³	9,42	4.764,93		44.885,64
40320	GOINFRA	ES-PAV 002/2019	TRANSPORTE DE MAT. DE JAZIDA (CASCALHO)	m³.Km	1,71	26.207,12	5,50	44.814,17
40335	GOINFRA	ES-PAV 002/2019	ESTAB. GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.M.)	m³	11,40	3.914,00		44.619,60
Total - Pavimentação						R\$ 189.924,76		
3	DRENAGEM							
DRENAGEM SUPERFICIAL								
41309	GOINFRA	ES-DRE 003/2019	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS13 (ANTIGO DPS07) (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	194,71	1.890,00		368.001,90
47023	GOINFRA	ES-DRE 007/2019	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	m³	17,24	1.417,50		24.437,70
41455	GOINFRA	ES-DRE 008/2019	BOCA DE SAÍDA P/DRENO LONGIT. PROF. - BSD 02	unid	362,89	2,00		725,78
41341	GOINFRA	ES-DRE 008/2019	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA04	m	160,82	425,00		68.348,50
41287	GOINFRA	ES-DRE 008/2019	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC02	m	98,30	215,00		21.134,50
41339	GOINFRA	ES-DRE 008/2019	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC04	m	159,02	540,00		85.870,80
41319	GOINFRA	ES-DRE 008/2019	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC04 (AC/BC)	m	60,34	2.325,00		140.290,50
41367	GOINFRA	ES-DRE 002/2019	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 01 (AC/BC)	unid	198,88	25,00		4.972,00
41369	GOINFRA	ES-DRE 002/2019	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 03 (AC/BC)	unid	288,53	3,00		865,59
LEIRA				m	960,00			
41285	GOINFRA	ES-DRE 003/2019	VALETA MEC. DE PROTEÇÃO (LEIRAMENTO POR MOTONIVELADORA)	m³	1,54	115,20		177,41
BIGODE - SAÍDA DE LEIRA				m	318,00			
41285	GOINFRA	ES-DRE 003/2019	VALETA MEC. DE PROTEÇÃO (LEIRAMENTO POR MOTONIVELADORA)	m³	1,54	38,16		58,77
Total - Drenagem						R\$ 714.883,44		
4	OBRAS COMPLEMENTARES							
40810	GOINFRA	ES – SIN 001/19	DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES	m	309,03	872,00		269.474,16
3713605	SICRO	DNER-ES 144/85	ÂNCORAGEM DE DEFENSA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES - FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO	m	262,40	128,00		33.587,20
40800	GOINFRA	ES-OC 002/2019	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	m	13,08	1.174,93		15.368,08
40804	GOINFRA	ES-OC 002/2019	REMOÇÃO DE CERCA	m	5,34	1.188,81		6.348,25
40895	GOINFRA	ES-OC 002/2019	SEMEADURA MANUAL	m²	0,65	12.743,57		8.283,32
Total - Obras Complementares						R\$ 333.061,02		
RESUMO DO ORÇAMENTO								
Item	Descrição				%	Valor Total		
1	TERRAPLENAGEM				59,00%	R\$ 2.141.067,63		
2	PAVIMENTAÇÃO				5,23%	R\$ 189.924,76		
3	DRENAGEM				19,70%	R\$ 714.883,44		
4	OBRAS COMPLEMENTARES				9,18%	R\$ 333.061,02		
SUBTOTAL CONSTRUÇÃO						R\$ 3.378.936,85		
5	ADMINISTRAÇÃO LOCAL				3,06%	R\$ 111.172,39		
6	CANTEIRO DE OBRAS				2,61%	R\$ 94.770,15		
7	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO				1,21%	R\$ 43.903,56		
TOTAL GERAL DO ORÇAMENTO						R\$ 3.628.782,94		

Código	Referência	Especificação de Serviço	Descrição	unidid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total
5			ADMINISTRAÇÃO LOCAL					
5.1			DIVISÃO ENGENHARIA					
			ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO/ CIVIL	mês	19.623,55	1,00		19.623,55
			TOPÓGRAFO	mês	7.973,37	1,00		7.973,37
			AUXILIAR DE TOPOGRAFIA	mês	4.777,55	2,00		9.555,10
5.2			DIVISÃO ADMINISTRATIVA					
			ALMOXARIFE/APONTADOR/COMPRADOR	mês	7.973,37	2,00		15.946,74
			VIGIA	mês	3.815,56	6,00		22.893,34
5.3			MANUTENÇÃO DO CANTEIRO					
			MATERIAL DE EXPEDIENTE / CÓPIAS / IMPRESSÕES	mês	239,04	1,00		239,04
			MEDICAMENTOS	mês	59,76	2,00		119,52
5.4			VEÍCULOS DA ADMINISTRAÇÃO					
			VEÍCULOS LEVES (INCLUSO COMBUSTÍVEL)	mês	4.023,34	2,00		8.046,68
5.5			EQUIPAMENTOS INDIRETOS					
			INSTRUMENTAL DE TOPOGRAFIA	mês	2.223,14	1,00		2.223,14
			EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO (RÁDIO)	mês	352,58	1,00		352,58
5.6			SERVIÇOS TÉCNICOS					
			PCMSO (NR-7)	unid	609,55	1,00		609,55
			PCMAT (NR-18)	unid	1.904,85	1,00		1.904,85
			EXAMES ADMISSIONAIS/DEMISSONIAIS	unid	25,04	66,00		1.652,60
			ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	unid	185,71	3,00		557,13
			ENSAIOS TECNOLÓGICOS	unid	216,39	90,00		19.475,19
TOTAL - ADMINISTRAÇÃO LOCAL						R\$ 111.172,39		
6			INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS					
6.1			TERRAPLENAGEM E PREPARAÇÃO DO TERRENO					
40001	AGETOP	ES-T 001/2019	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m²	0,27	900,00		247,41
40016	AGETOP	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m³	10,96	280,80		3.077,56
40100	AGETOP	ES-T 003/2019	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m³	2,06	216,00		444,04
6.2			INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS					
			ESCRITÓRIO URBANO (CIDADE)	mês	2.258,59	1,00		2.258,59
			ALOJAMENTO (PESSOA OPERACIONAL)	m²	228,34	27,23		6.217,78
			ALOJAMENTO (PESSOA TÉCNICO ADMINISTRATIVO)	m²	228,34	11,34		2.589,41
			ALOJAMENTO (ENGENHEIROS)	mês	2.590,45	1,00		2.590,45
			MOBILIÁRIO DE ESCRITÓRIO (INCLUSIVE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA)	mês	971,37	1,00		971,37
			MOBILIÁRIO DE ALOJAMENTO (ENGENHEIROS)	mês	809,51	1,00		809,51
			ALMOXARIFADO	m²	159,85	12,00		1.918,15
			FISCALIZAÇÃO	m²	228,34	9,00		2.055,09
			VESTIÁRIOS	m²	228,34	45,00		10.275,43
			SANITÁRIOS	m²	228,34	13,86		3.164,83
			BANHEIROS QUÍMICOS (COM LAVATÓRIO)	mês	977,70	6,00		5.866,19
			REFEITÓRIO (PARA OS ADMINISTRATIVOS)	m²	228,34	6,00		1.370,06
			TENDA 6X6 M (REFEITÓRIO)	mês	1.143,16	2,00		2.286,32
			MESA COM 4 CADEIRAS (REFEITÓRIO – TENDAS)	CJ	285,78	8,00		2.286,27
			CERCAS	m	13,09	120,00		1.570,49
			GUARITAS	m²	228,34	4,00		913,37
			PLACA DE OBRA	m²	208,35	27,00		5.625,38
			INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE ÁGUA/ESGOTO	unid	3.383,83	1,00		3.383,83
			INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE ENERGIA ELÉTRICA	unid	5.301,25	1,00		5.301,25
			CONSUMO DE ENERGIA (CANTEIRO/ ALOJAMENTO)	kWh/mês	0,66	3.360,00		2.208,73
			CONSUMO DE TELEFONE/INTERNET (CANTEIRO)	mês	478,08	1,00		478,08
			MATERIAIS DE LIMPEZA (ALOJAMENTO ENGENHEIRO / ESCRITÓRIO URBANO)	mês	59,76	2,00		119,52
			FAXINEIRA (ALOJAMENTO ENGENHEIRO / ESCRITÓRIO URBANO)	mês	2.426,82	0,40		970,73
6.3			SISTEMA VIÁRIO INTERNO E CAMINHOS DE SERVIÇO					
			SINALIZAÇÃO - PLACAS DA OBRA (CAMINHOS DE SERVIÇO)	m²	309,82	8,00		2.478,56
			SINALIZAÇÃO - PLACAS DA OBRA (DESVIO / PARE SIGA)	m²	309,82	8,00		2.478,56
			CONE DE SINALIZAÇÃO (DESVIO)	unid	74,44	20,00		1.488,74
			TAMBOR DE 200 L (DESVIO)	unid	61,98	8,00		495,86
			CAMINHÃO PIPA (DESVIO/CAMINHO DE SERVIÇO)	unid	168,50	44,00		7.413,97
			SERVENTE PARA SINALIZAÇÃO (DESVIO)	mês	2.426,82	2,00		4.853,64
6.4			LICENÇAS AMBIENTAIS					
			LICENÇA DE INSTALAÇÃO DE CANTEIRO (FIXO)	unid	6.457,71	1,00		6.457,71
			LICENÇA DE INSTALAÇÃO DE CANTEIRO (ÁREA)	m²	258,16	0,40		103,27
TOTAL - INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS						R\$ 94.770,15		
7			MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS					
			CARREGADEIRA DE PNEUS CAT - 924 G OU EQUIVALENTE	unid	2.717,10	2,00		5.434,19
			MOTONIVELADORA - CAT 120K OU EQUIVALENTE	unid	2.764,83	2,00		5.529,66
			RETRO ESCAVADEIRA DE PNEUS - MF 86HS OU EQUIVALENTE	unid	2.697,67	1,00		2.697,67
			ROLO COMPAC. PNEUS AUTOPROP. 27 T	unid	2.739,79	1,00		2.739,79
			ROLO PÉ DE CARNEIRO AUTOPROP. CA-25 OU EQUIVALENTE	unid	2.735,32	2,00		5.470,65
			TRATOR DE PNEUS AGRÍCOLA – MF4292 OU EQUIVALENTE	unid	2.694,60	2,00		5.389,20
			TRATOR ESTEIRAS COM LAMINA - CAT D-6 OU EQUIVALENTE	unid	2.716,25	1,00		2.716,25
			CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3 - 15 T	unid	1.697,67	4,00		6.790,70
			CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - 10,5 T	unid	1.327,66	2,00		2.655,33
			CAMINHÃO CARROCERIA MADEIRA - 15 T	unid	1.576,07	1,00		1.576,07
			CAMINHÃO TANQUE 10.000L	unid	1.620,97	1,00		1.620,97
			CAMINHÃO TANQUE 6.000L	unid	1.283,07	1,00		1.283,07
TOTAL - MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS						R\$ 43.903,56		



PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE RODOVIA

RODOVIA: GO-401

TRECHO: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174 / SUB-TRECHO: Entr. GO-206(p/ Quirinópolis) / Entr. GO-174

Quantitativos / Orçamento

DATA BASE: AGETOP: JULHO/2021 (T153 - sem desoneração) - BDI 19,52%

Código	Referência	Especificação de Serviço	Descrição	unidid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total
RESUMO DO ORÇAMENTO								
Item		Descrição			%		Valor Total	
5		ADMINISTRAÇÃO LOCAL			44,50%		R\$ 111.172,39	
6		INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS			37,93%		R\$ 94.770,15	
7		MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS			17,57%		R\$ 43.903,56	
TOTAL						R\$ 249.846,10		