

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
DIRETORIA DE MANUTENÇÃO DE OBRAS
RODOVIÁRIAS



**EXECUÇÃO DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS
DE SUPERVISÃO REGIONAL EM APOIO À FISCALIZAÇÃO
NA EXECUÇÃO DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO E
RECUPERAÇÃO DA MALHA RODOVIÁRIA SOB A
JURISDIÇÃO DA AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA
E TRANSPORTES – LOTE 05**

**Elaboração de Projetos de Melhoramento Funcional da
Malha não Pavimentada e Implantação de Bueiro – GO-020**

Contrato: 89/2024-GOINFRA

Processo: 202400036010795

Rodovia: GO-020
Trecho: ENTR. BR-050(B) E DIV. GO/MG
Segmento: km 227,000 ao 228,100
Extensão: 1100km

**PROJETO BÁSICO
VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**



SUMÁRIO

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
1.1 Dados básicos do contrato	6
1.2 Volumes Integrantes.....	7
2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	8
2.1 Introdução	9
2.2 Coleta de dados	9
2.3 Caracterização da região de estudo.....	10
2.4 Regime pluviométrico	16
2.5 Regime de Intensidade-Duração-Frequência.....	18
2.6 Estações Fluviométricas.....	25
2.7 Cálculo das descargas	25
2.8 Resultados	29
3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	33
3.1 Introdução	34
3.2 Investigação Geotécnica	34
3.3 Elaboração do Plano de Sondagem.....	35
3.4 Dados Pluviométricos.....	36
3.5 Estudo do Subleito e Fundação Bueiro	37
3.6 Estudo de Ocorrência.....	51
3.7 Estudo Corpo de Aterro em Fundação de Solos Moles.....	57
4. ESTUDO TOPOGRÁFICO	61
4.1 Metodologia.....	62
4.2 Materialização dos marcos implantados.....	67
4.3 Monografia de marco geodésico	68
5. PROJETO GEOMÉTRICO	69
5.1 Considerações Gerais.....	70
5.2 Classificação Funcional.....	71

5.3 Classificação Técnica.....	71
6. PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	73
6.1 Considerações Gerais	74
6.2 Definição de Greide.....	74
6.3 Seções Transversais Tipo	74
6.4 Seção Básica	75
6.5 Notas de Serviço	76
6.6 Determinação de Volumes de Terraplenagem	85
6.7 Distribuição dos Volumes de Terraplenagem.....	85
6.8 Rebaixamento do subleito	85
6.9 Aterros.....	86
6.10 Cortes.....	86
6.11 Bota-fora.....	86
6.12 Especificações de Serviço.....	86
7. PROJETO DE DRENAGEM	87
7.1 Introdução	88
7.2 Diagnóstico dos dispositivos existentes	88
7.3 Metodologia.....	88
7.4 Dispositivos a serem utilizados	88
7.5 Drenagem superficial.....	89
8. PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	95
8.1 Características da sinalização de obras	96
8.2 Dispositivos da sinalização de obras.....	96
9. CRONOGRAMA E QUANTIDADES	98
10. ANEXOS.....	100
11. TERMO DE ENCERRAMENTO	106

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

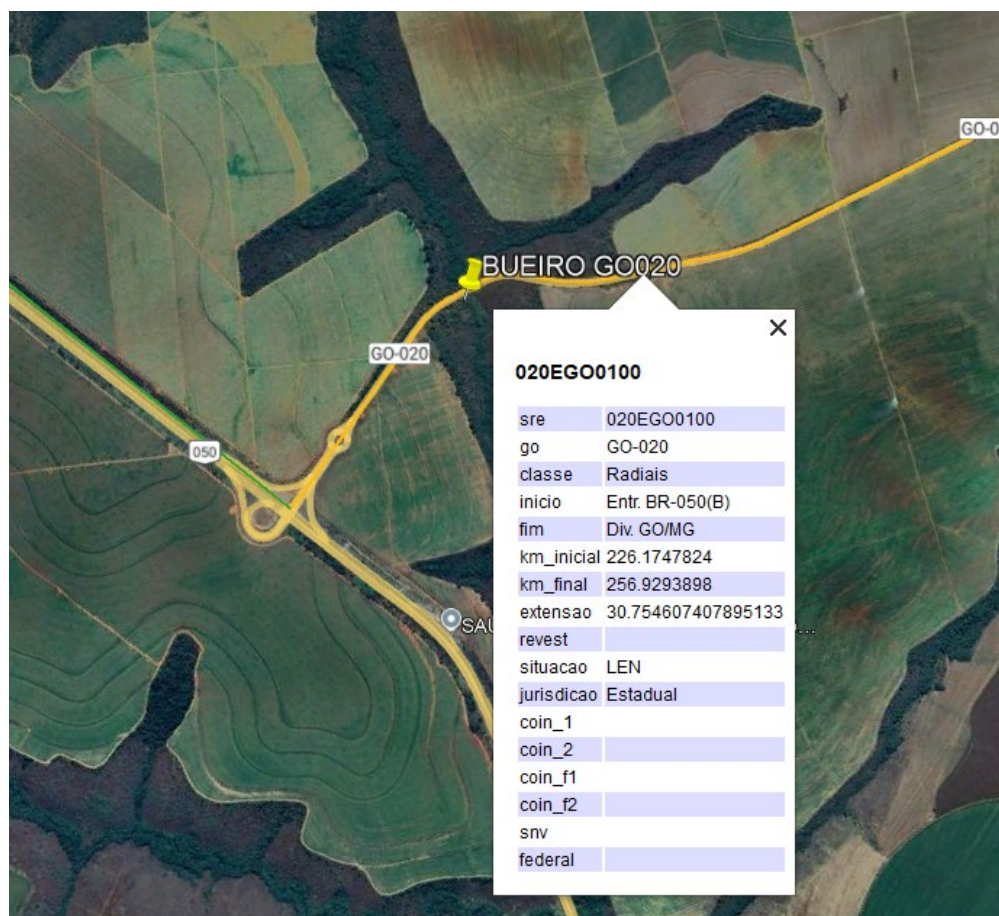
O presente documento, denominado Projeto Básico, Volume 1 – Relatório do Projeto, foi desenvolvido por ETEL Estudos Técnicos Ltda para a Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA), Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEINFRA), Governo do Estado de Goiás, e é parte integrante da consultoria para a execução dos serviços técnicos especializados de Supervisão Regional para apoio à GOINFRA na execução das ações de manutenção rodoviária. O objeto desse Projeto Básico se justifica em razão da necessidade identificada pela Diretoria de Manutenção, para melhoramento do traçado geométrico da via, implantação de novo bueiro de transposição de talvegue, estudos geotécnicos e projeto de terraplenagem da Rodovia GO-020, nos trechos entre os Km 227+00,00 e km 228+100m, totalizando a extensão de 1,100Km. A mudança do traçado geométrico foi motivada pelo ganho de segurança na via, uma vez que tanto as curvas horizontais, quanto as verticais não estavam adequadas para o fluxo de veículos pesados, tipo “BTL” (Bitrem Longo de 9 eixos) que transitam no local.

No entanto, obtém-se para esse novo traçado geométrico alturas de aterro, na ordem de 18m. Consequentemente, a solução adotada para o bueiro de talvegue, foi a implantação de tubo metálico ao invés de bueiros celulares em concreto. Fato devido aos bueiros celulares de concreto, padrão DNIT, não suportarem essa ordem de altura de solo sobre o corpo do dispositivo. Também por ser tratar de uma solução executiva mais rápida a ser implantada, quando da execução da obra.

Salienta-se, no entanto, que após a aprovação do traçado apresentado, o desenvolvimento dos estudos geotécnicos deverá ser continuado, por ser tratar de grande altura de aterro e de fundação de solo mole, sendo objeto de estudos sequenciais a esta apresentação básica ou anteriormente a execução da obra, porém é de suma importância para a garantia da estabilidade do talude projetado.

Tanto a fundação e estabilidade do corpo do aterro deverão ser objeto de estudos complementares, através de ensaios de campo (sondagem, palheta, piezocone) e de laboratório (oedométrico) e em casos de ausência de ensaios especiais de geotécnica, deverá ser adotadas correlações para determinações dos parâmetros necessários para o dimensionando e avaliação da estabilidade da estrutura a ser executada por meio do *software* GeoStudio, que está explanado no item 3.7 - Estudos Geotécnicos, apresentado abaixo.

Figura 1- Local do Estudo



1.1 Dados básicos do contrato

A Memória Justificativa para melhoramento geométrico e revestimento primário, da Rodovia GO-020, foi elaborado pela empresa Etel Estudos Técnicos Ltda, ao abrigo do contrato celebrado com a Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA no Estado de Goiás, cujos dados básicos são:

- Número do Contrato: 089/2024
- Data da Assinatura: 02/09/2024
- Processo Administrativo: 202400036010795
- Objeto do contrato: Execução de serviços técnicos especializados de supervisão regional em apoio à fiscalização na execução das ações de manutenção e recuperação da malha rodoviária sob a jurisdição da Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - LOTE 05.
- Extensão do contrato: 3932,54Km
- Prazo de Execução: 24 meses
- Ordem de Início dos Serviços: Nº 58/2024

1.2 Volumes Integrantes

A etapa de Projeto Básico de Engenharia é composta por dois volumes, incluindo este, listados a seguir:

- Volume 1 – Relatório do Projeto;
- Volume 2 – Projeto de Execução.

2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.1 Introdução

Os Estudos Hidrológicos têm como objetivo estabelecer o regime pluviométrico e o clima da região onde está inserido o projeto, definir as vazões para dimensionamento e verificação das estruturas hidráulicas que compõem o sistema de drenagem e complementarmente subsidiar o planejamento da implantação das obras.

Para o desenvolvimento do estudo hidrológico foi utilizado a Instrução de Projetos Rodoviários IP-03 – GOINFRA e também “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, editado pelo DNIT, através da publicação IPR-715, juntamente com a IS-203 disposta na publicação IPR-726 (Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço).

Trata-se da Análise Hidrológica das bacias hidrográficas para a verificação da obra de arte corrente necessária na rodovia GO-020 devido à transposição de talvegue da bacia determinada no ponto em estudo, localizado no entroncamento da GO-020 com a BR-050.

A seguir, é apresentado o memorial descritivo dos estudos hidrológicos elaborados, bem como os resultados obtidos para determinação das vazões de contribuição e dimensionamento das estruturas projetadas.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados para o estudo hidrológico foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização física e climática da área onde se localiza o trecho em estudo.

Realizou-se a coleta de elementos para a definição da dimensão da bacia hidrográfica, através do Modelo Digital de Elevação fornecido pelo INPE, e, elaborado a partir de dados SRTM.

A seguir, são apresentadas as referências dos dados e bibliografias utilizados:

- Instrução de Projetos Rodoviários – IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos. 2018;
- Publicação IPR-727 – Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – instruções para apresentação de relatórios. DNIT, 2006;
- Publicação IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para estruturas de drenagem. DNIT, 2005.
- IBGE Cidades. Município de Campo Alegre de Goiás. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/campo-alegre-de-goias/panorama>;
- Prefeitura Municipal de Campo Alegre de Goiás. Economia. Disponível em: <https://campoalegre.go.gov.br/economia/>;

- Descrição dos tipos climáticos de Wladimir Koppen. Embrapa. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>;
- Relatório Diagnóstico da UPGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do Rio São Marcos (PRODUTO 2), versão 6.0. Planos de Bacias dos Afluentes do Paranaíba do Estado de Goiás;
- Marcuzzo, F. F. N., Cardoso, M. R. D., & Barros, J. R. (2014). Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. ACTA Geográfica, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014, pp. 40-55.
- Oliveira, L. F. C., Cortês, F. C., Wehr, T. R., Borges, L. B., Sarmiento, P. H. L., & Griebeler, N. P. (2005). Intensidade-Duração-Frequência de Chuvas Intensas para Localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal;
- Mapa de Solos do Estado de Goiás em Escala 1:1.000.000 – Folha SE.22 – IBGE;
- Mapa Hidrogeológico do Brasil em escala 1:1.000.000– Folha Goiânia (SE.22) – CPRM;
- Sistema de Informações Georreferenciadas do Estado de Goiás. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdloads/>;
- Coleta de dados das Normais Climatológicas. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Período de 1991-2020.

2.3 Caracterização da região de estudo

Os dados coletados para fins de caracterização da região do empreendimento em estudo, tais como características da bacia hidrográfica pertencente, uso do solo, vegetação, clima, hidrografia, geologia, geomorfologia e pedologia, são apresentados a seguir.

2.3.1 Dados Regionais

O empreendimento em estudo encontra-se localizado no limite municipal de Campo Alegre de Goiás, apresentando área territorial de 2450111 km² e, população residente de 7422 com densidade demográfica de 3,03 hab/km² segundo o censo de 2022. O último Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IBGE, 2010) foi de 0,694.

De acordo com a Prefeitura Municipal, Campo Alegre de Goiás tem sua economia fortemente baseada na agricultura, especialmente focada na produção de algodão, batata, cana-de-açúcar, cebola, feijão, milho, soja, sorgo, tomate, trigo e café. Também se destacam a criação de animais bovinos e aves, e a produção de ovos e leite.

Os setores produtivos apresentaram a seguinte divisão ainda de acordo com a prefeitura municipal de Campo Alegre: 73,8% no setor primário, 4,8% no setor secundário e 21,4% no setor terciário.

2.3.2 Bacia Hidrográfica

A região em estudo encontra-se localizada na área abrangida pela Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos, componente dos afluentes do Paranaíba e parte da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) dos Rios Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do Rio São Marcos, sendo estes os principais mananciais da Bacia do Rio Paranaíba.

O empreendimento encontra-se localizado especificamente na sub-bacia do Rio São Bento e Ribeirão Castelhana.

2.3.3 Recursos hídricos subterrâneos

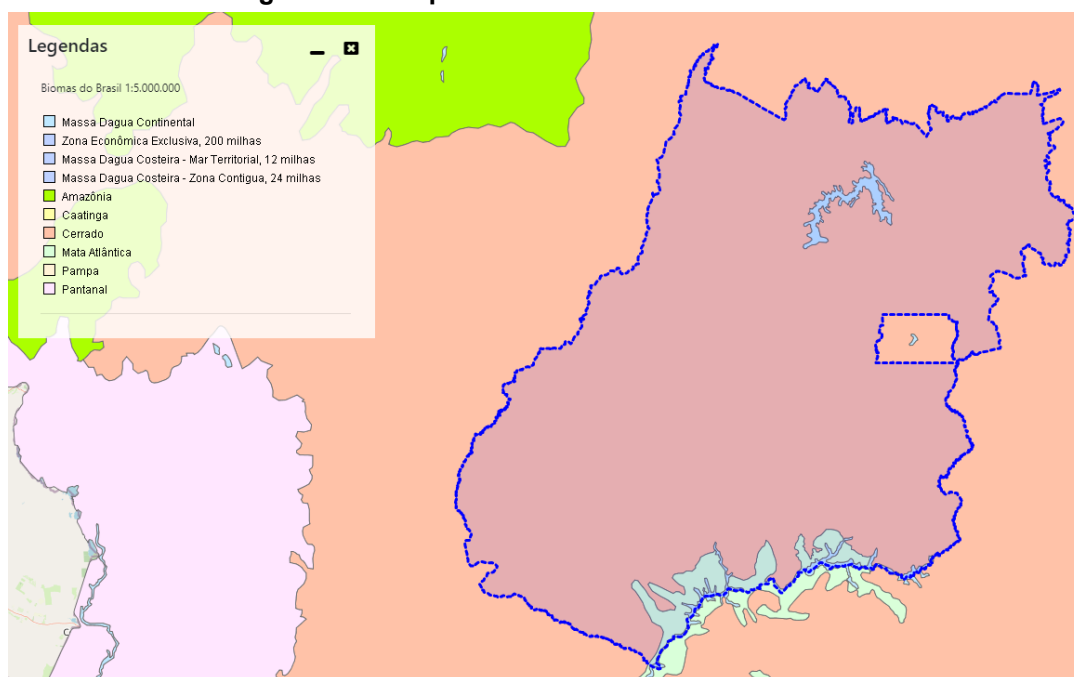
O empreendimento em estudo encontra-se localizado sobre o Sistema Aquífero Canastra, caracterizado como aquífero descontínuo, livre e de extensão regional. Englobando litotipos fraturados da unidade geológica Canastra, identifica-se a predominância de xistos sobre quartzitos. Esse sistema apresenta vazão média de 6,4 m³/h e, suas águas apresentam no geral boa qualidade química para o consumo humano (FOLHA SE-22 – CPRM, 2010).

2.3.4 Bioma e Vegetação

Conforme apresenta o mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinheiro do Brasil (IBGE, 2024), o estado de Goiás apresenta predominância do bioma Cerrado, inclusive, onde localiza-se o empreendimento em estudo.

Ocorrendo principalmente no Planalto Central Brasileiro, o Cerrado ocupa aproximadamente 24% do território do país, sendo reconhecido como a Savana mais rica em biodiversidade do mundo. A partir da década de 1960, com a transferência da Capital Federal para Brasília e, a abertura de nova malha rodoviária, a cobertura vegetal natural passou a dar lugar à expansão pecuária e à agricultura (IBGE, 2024).

Segundo o Plano de bacias dos afluentes do Paranaíba do Estado de Goiás, o bioma do cerrado é formado por vegetação característica de florestas, que se entende como regiões de alta densidade arbórea, campos e savanas. Suas áreas de floresta são classificadas como: Cerradão, Mata Ciliar, Mata de Galeria e Mata Seca (PBAPGO, versão 6.0).

Figura 2.3-1 Mapa de Biomas do Estado de Goiás

INDE, 2024

2.3.5 Uso do solo

Conforme apresentado pelo relatório de diagnóstico da UPGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos, a unidade apresenta divisão de seu uso em 33,4% de área composta ainda por vegetação nativa, 40,1% de pastagens, 22,8% de lavouras, 1,8% de corpos hídricos, 1,2% de silvicultura e 0,7% de áreas urbanas.

O município de Campo Alegre de Goiás, no qual se localiza o empreendimento em estudo apresenta por sua vez predominância do uso do solo por áreas compostas por agricultura (32,9%), seguida por pastagens (21,9%), formação savânica (14,8%), formação florestal (12,6%), formação campestre (11,1%), agricultura e pastagem (3,9%), corpos hídricos (1,5%), silvicultura (1,3%) e área urbana (0,1%) (PGAPGO, versão 6.0).

2.3.6 Geomorfologia

Na UPGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e porção goiana do Rio São Marcos, há a ocorrência de litologia metamórfica, ocasionando expressiva movimentação do relevo, especialmente onde os terrenos são mais declivosos e logo, a geomorfologia é de dissecação Estrutural e Pediplano Degradado Inumado.

Já, na ocorrência de litologias sedimentares, como no local em que se encontra o empreendimento em estudo, ocorre Dissecação Homogênea Tabular, que se apresenta propícia ao desenvolvimento de atividades agrícolas, favorecendo a ocorrência de superfícies de relevos mais planos e de solos profundos (PGAPGP, versão 6.0).

2.3.7 Solos

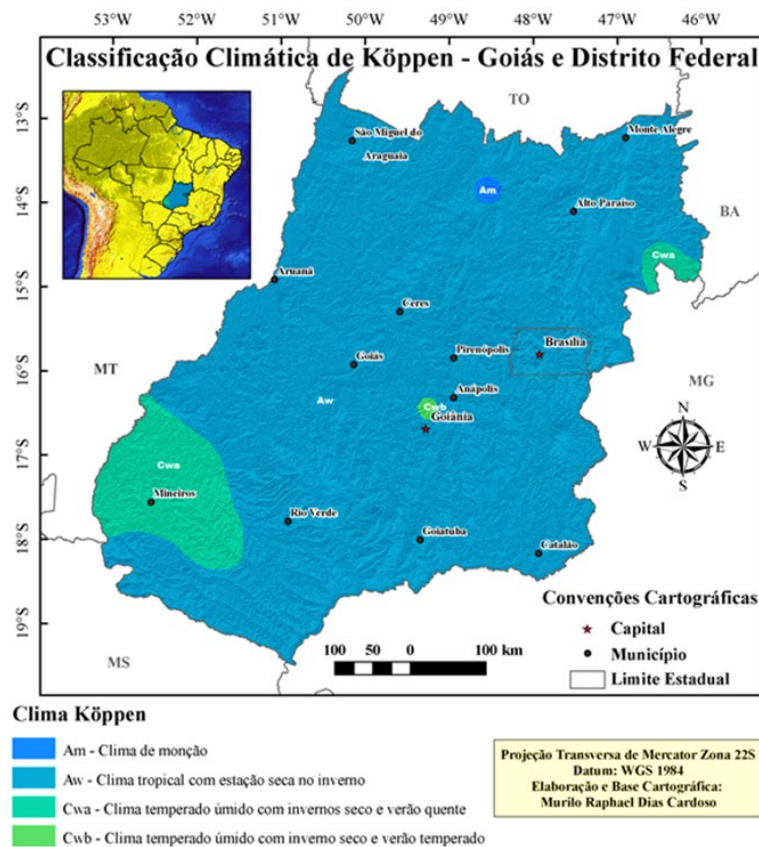
Conforme apresenta o relatório diagnóstico da UPGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos, observa-se na região das bacias a expressiva predominância de Latossolos. Contudo, pode-se observar também importantes áreas de cambissolos e outras áreas menores com a ocorrência de argissolos, neossolos e plintosolos.

Na região do empreendimento em estudo observa-se e ocorrência de Latossolo Vermelho Distrófico (LVd2). Estes solos ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano, propiciando a mecanização agrícola, e no que tange a característica avermelhada, apresenta susceptibilidade de textura argilosa ou muito argilosa (EMBRAPA, 2021).

2.3.8 Caracterização Climática Regional

O clima de determinada região é definido e caracterizado por diversos fatores, condicionados pelas características físicas do local, tais como altitude, relevo e vegetação. O Brasil apresenta uma diversificação climática ampla, considerando sua dimensão continental as diversificadas características físicas. Podemos observar no mapa a seguir as áreas sob influência dos diversos tipos de climas do estado de Goiás e Distrito Federal de acordo com a classificação climática de Wladimir Köppen:

Figura 2.3-2 Classificação Climática segundo Wladimir Köppen



Murilo Raphael Dias Cardoso, 2014

Municipality	BGE-Code	State	Region	Köppen	Altitude
Campo Alegre de Goiás	5204805	GO	Centro-Oeste	Aw	868

Fonte: Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G., 2013.

Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift,

DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

De acordo com a referência acima, o local de estudo se encontra em área de clima característico do tipo Aw (tropical com inverno seco), que apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (Embrapa).

O resultado da análise de séries históricas de diversas estações pluviométricas distribuídas na região da bacia hidrográfica e apresentada elaborada no relatório diagnóstico da UPGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos demonstrou coerência a caracterização climática de Köppen.

Os estudos da precipitação na bacia demonstraram a presença evidente de uma demarcação sazonal, apresentando período seco durante os meses de maio a agosto, cujas precipitações médias mensais se apresentaram de 5,5 a 28,7 mm. O período chuvoso por sua vez, compreendido entre os meses de setembro a abril, apresentam médias mensais de 42,6 a 270,7 mm (PGAPGP, versão 6.0).

A precipitação média anual, por sua vez, apresenta variações elevadas em seus resultados, entre 1200 e 2000 mm. De acordo com o mapa da distribuição da precipitação média anual da UPGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e porção goiana do Rio São Marcos, a região de projeto apresenta teores de 1400 a 1600 mm (PGAPGP, versão 6.0).

2.3.9 Outras características climáticas

As características de temperatura, evapotranspiração, intensidade do vento, umidade do ar e precipitação foram retiradas da página do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente ao município de Ipameri (código 83522), localizada a 65 km de distância do ponto de interesse, e que possui a estação mais próxima do local em estudo.

As normais climatológicas disponibilizadas para estação mencionada cujo período de observação se refere de 1991 a 2020, são apresentadas na Tabela 2.3-1 a seguir.

Tabela 2.3-1 Normais Climatológicas – INMET – Estação IPAMERI

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS - INMET							
Estação IPAMERI (código 83522)							
MÊS	Temperatura Média Compensada Mensal e Anual (°C)	Temperatura Mínima Mensal e Anual (°C)	Temperatura Máxima Mensal e Anual (°C)	Evapotranspiração Potencial (mm)	Intensidade do Vento (m/s)	Umidade Relativa do Ar Compensada Mensal e Anual (%)	Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm)
Janeiro	24,0	20,0	29,7	151,3	0,9	77,0	272,2
Fevereiro	24,0	19,9	30,1	127,4	0,9	76,2	210,4
Março	23,8	19,7	29,7	130,8	0,8	77,4	224,8
Abril	23,2	18,4	29,5	113,5	0,8	73,3	92,0
Mai	21,0	15,4	28,1	92,7	0,8	69,9	29,0
Junho	19,8	13,4	27,6	77,7	0,8	65,4	8,2
Julho	19,9	13,1	28,0	83,3	1,0	58,3	3,5
Agosto	21,8	14,6	30,0	114,9	1,2	50,1	6,7
Setembro	24,2	17,9	31,6	147,9	1,2	51,5	46,0
Outubro	25,1	19,7	31,8	172,9	1,1	60,6	108,1
Novembro	24,0	19,9	29,9	146,3	1,0	73,2	217,6
Dezembro	24,1	20,1	29,8	156,3	0,9	76,6	263,3
Média/Total	22,9*	17,7*	29,7*	1515,0*	1,0*	67,5*	1481,8**
*Média Anual							
**Precipitação total das precipitações acumuladas mensais							

INMET, 2020

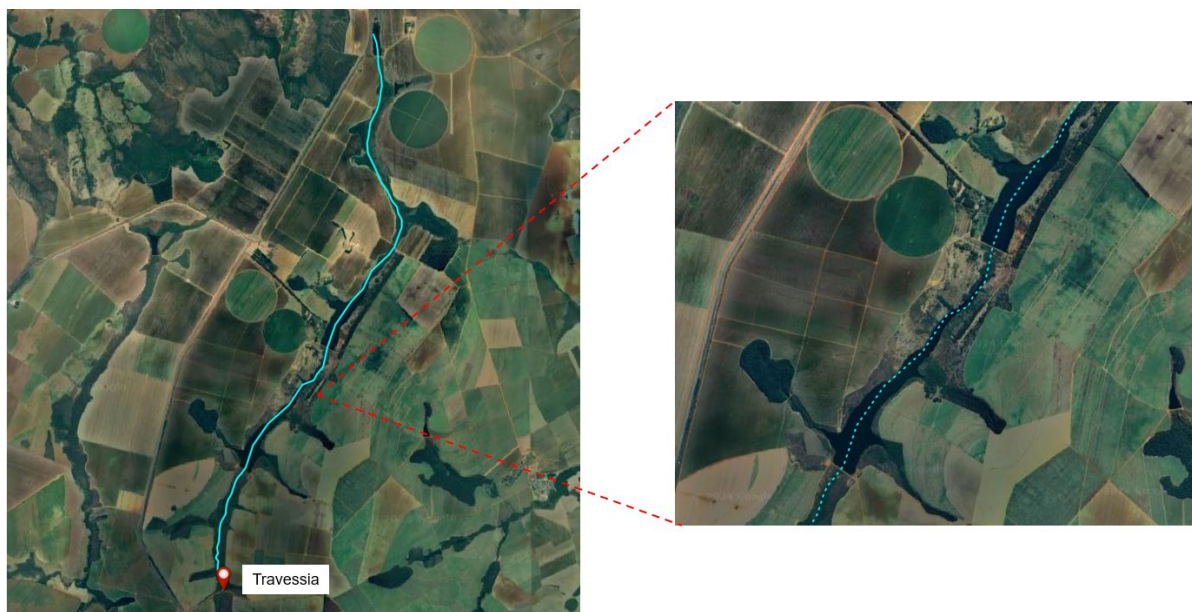
Conforme permite observar a tabela, observa-se que as precipitações mensais corroboram com aquelas apresentadas pelos estudos elaborados no relatório de Diagnóstico da UGRH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos, apresentando pela estação Ipameri um total das médias mensais anuais de 1481,8 mm. Validam-se também os períodos de seca (entre os meses de maio a agosto) e chuvoso (setembro a abril).

2.3.10 Modificações Futuras e Obras Hidráulicas

A região em estudo encontra-se localizada em área predominantemente rural, não havendo nas proximidades do projeto quaisquer perímetros urbanos, de forma que, também não é identificada tendência de modificação futura quanto ao uso do solo.

Quanto ao curso d'água específico em estudo, identificou-se mediante a análise das imagens de satélite a ocorrência de dois barramentos a montante do ponto de travessia sob a GO-020, conforme apresenta a Figura 2.3-3 a seguir.

Figura 2.3-3 Barramentos identificados a montante da travessia em estudo



Google Earth, 2024

Entende-se que tais represamentos viriam a ocasionar uma regularização na vazão afluente e contribuinte ao ponto da travessia em estudo. Observa-se, contudo, que, não havendo conhecimento a respeito do volume retido, bem como das finalidades de uso e possíveis estruturas voltadas ao extravasamento.

O presente estudo, portanto, considerará que toda vazão dimensionada para bacia delimitada e calculada mediante metodologia usual deverá ser comportada pela estrutura projetada.

2.4 Regime pluviométrico

Para caracterização do regime pluviométrico, buscou-se identificar as estações pluviométricas com maior proximidade ao local em estudo.

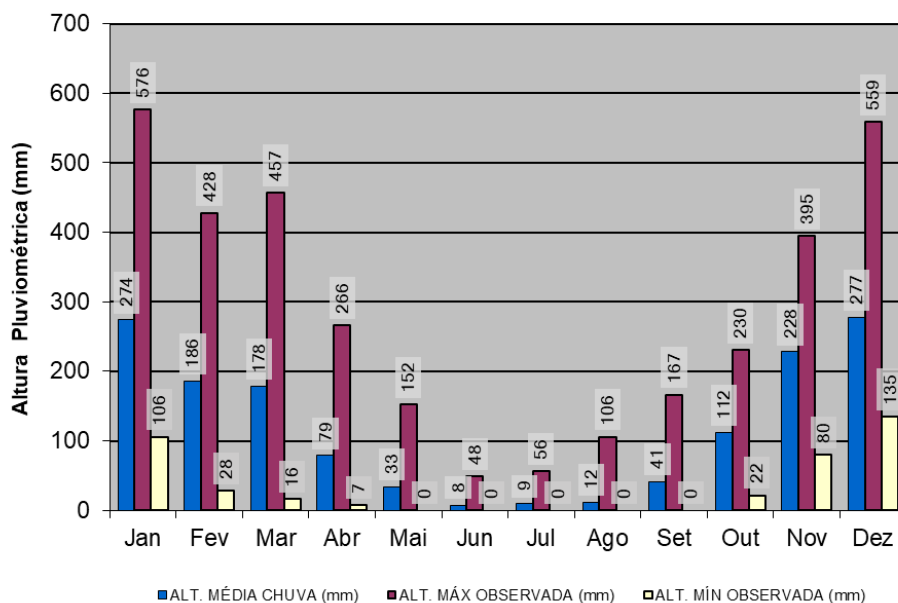
A partir da pesquisa e coleta de dados através do Portal Hidroweb (ANA), foi identificado um posto pluviométrico cujos dados apresentaram-se adequados a caracterização do regime de chuvas da região, conforme descreve-se a seguir:

- Estação pluviométrica CAMPO ALEGRE DE GOIÁS, código de identificação 01747001, coordenadas geográficas decimais Latitude $-17,5042^\circ$ e Longitude $-47,5556^\circ$, localizada no município de Catalão.

O posto pluviométrico de Campo Alegre de Goiás, encontra-se localizado a 33 km da região de projeto, e apresentou série histórica disponível de 1973 a 2005 e, totalizando um período de observação de 33 anos.

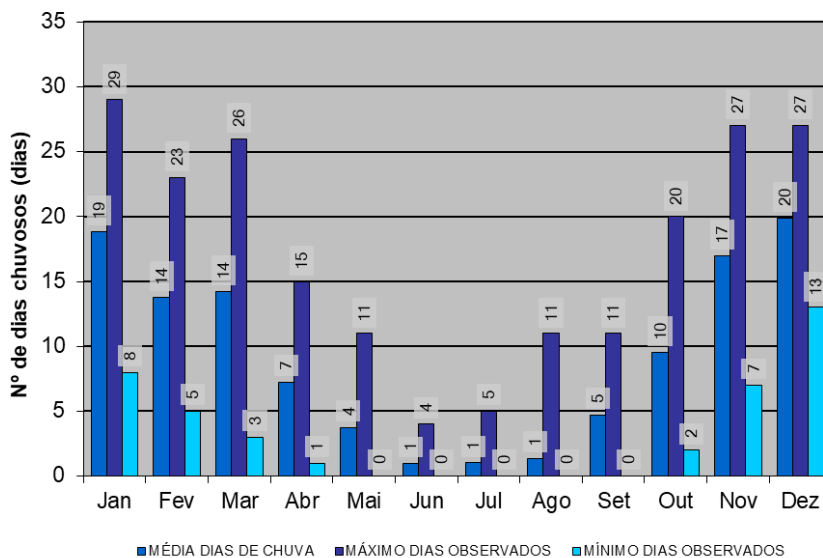
A seguir são apresentados os histogramas de precipitações mínima, média e máxima mensais e dias de chuva da estação identificada.

Gráfico 2.4-1 Histograma de Precipitações – Estação Campo Alegre de Goiás



HIDROWEB 2024, elaborado por ETEL.

Gráfico 2.4-2 Histograma de Dias de Chuva – Estação Campo Alegre de Goiás



HIDROWEB 2024, elaborado por ETEL.

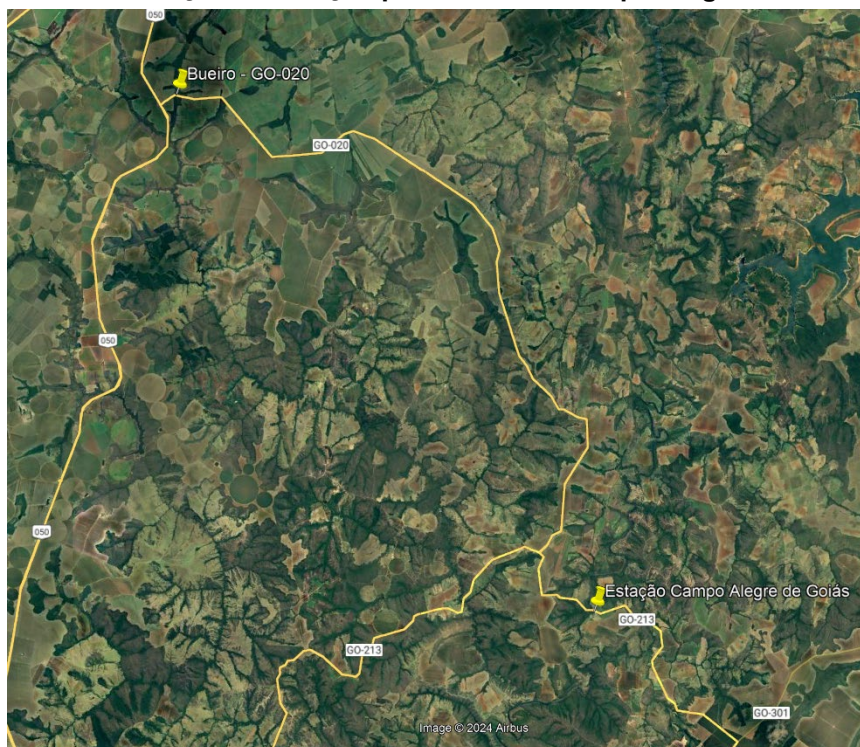
Conforme demonstram os histogramas apresentados para o posto pluviométrico Campo Alegre de Goiás, observa-se que os valores corroboram com as informações climáticas anteriormente apresentadas para região de projeto.

Observa-se que o período seco se desenvolve entre os meses de maio a setembro, apresentando precipitações médias expressivamente inferiores aos demais meses do ano.

A localização do posto pluviométrico em relação ao ponto de estudo na GO-020 é

demonstrada na Figura 2.4-1, apresentada a seguir.

Figura 2.4-1 Localização da estação pluviométrica Campo Alegre de Goiás



Google Earth, 2024.

2.5 Regime de Intensidade-Duração-Frequência

2.5.1 Dados bibliográficos

Para determinação das intensidades de precipitação aplicáveis a determinação das vazões máximas de projeto, foi identificada na bibliografia a equação de chuvas intensas Montes Claros, proposta por Oliveira et al. (2005), cujos dados foram obtidos por desagregação de chuvas diárias em chuvas de menor duração, seguindo a metodologia proposta pelo DAEE-CETESB.

O estudo elaborado pelos autores resultou na determinação das relações de intensidade para 73 localidades do Estado de Goiás e Distrito Federal através da distribuição de Gumbel.

A equação de chuva intensa determinada por Oliveira et al. (2005) para a região de Montes Claros é apresentada a seguir:

Figura 2.5-1 Localização da estação pluviométrica Montes Claros



Google Earth, 2024

$$i = \frac{933,684 * T_R^{0,1138}}{(t + 12)^{0,76}}$$

Onde,

i é a intensidade de precipitação máxima em mm/h;

Tr é o período de retorno, em anos;

t é o tempo de duração da chuva, em minutos; e

K, a, b e c são os coeficientes locais ajustados por regressão linear.

A Tabela 2.5-1 a seguir apresenta as intensidades de chuvas obtidas a partir das para os tempos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos e tempos de duração de 5 minutos a 24 horas. A Tabela 2.5-2, por sua vez, apresenta as alturas de precipitação relativas as intensidades de chuvas calculadas.

Na sequência, são apresentadas as curvas de altura-duração-frequência e intensidade-duração-frequência associadas a equação supramencionada.

Tabela 2.5-1 Intensidades-Duração-Frequência – Equação de Montes Claros

Intensidade (mm/h) – Equação de Montes Claros					
t (min) / Tr (anos)	10	15	25	50	100
5	140,88	147,54	156,37	169,20	183,09
10	115,81	121,28	128,54	139,09	150,51
15	99,12	103,80	110,01	119,04	128,81
20	87,11	91,23	96,69	104,62	113,21
30	70,85	74,19	78,64	85,09	92,07

60	47,04	49,26	52,21	56,49	61,13
90	36,10	37,80	40,06	43,35	46,91
180	22,32	23,37	24,77	26,81	29,01
360	13,50	14,14	14,99	16,22	17,55
720	8,07	8,45	8,96	9,69	10,49
1440	4,80	5,02	5,32	5,76	6,23

Oliveira et al. (2005)

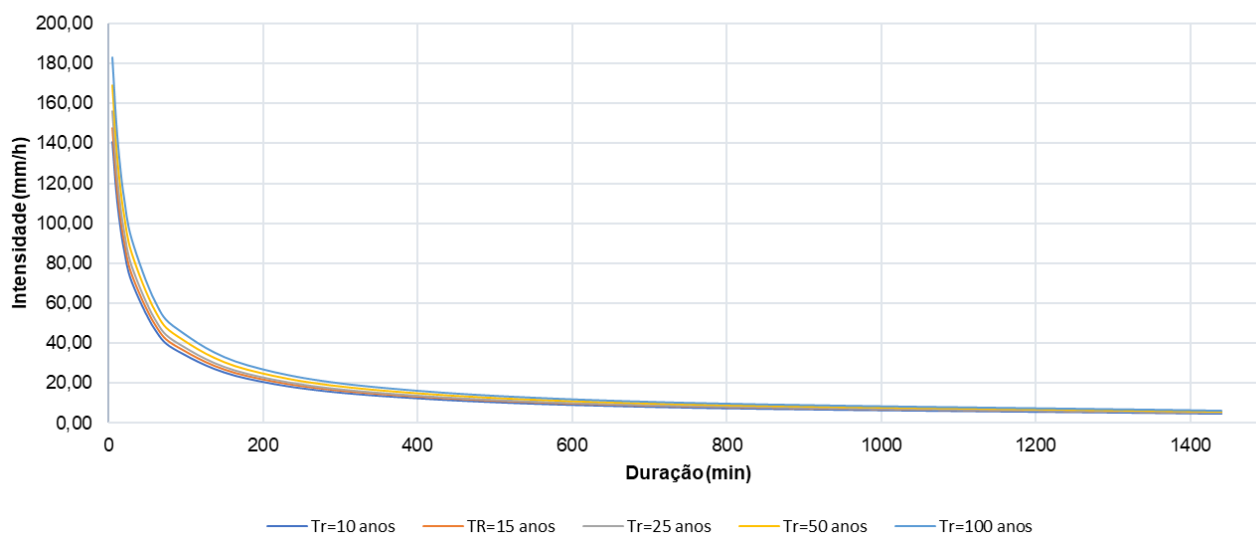
Tabela 2.5-2 Altura-Duração-Frequência – Equação de Montes Claros

Altura de Precipitação (mm) – Equação de Montes Claros					
t (min) / Tr (anos)	10	15	25	50	100
5	11,74	12,29	13,03	14,10	15,26
10	19,30	20,21	21,42	23,18	25,08
15	24,78	25,95	27,50	29,76	32,20
20	29,04	30,41	32,23	34,87	37,74
30	35,42	37,10	39,32	42,54	46,04
60	47,04	49,26	52,21	56,49	61,13
90	54,14	56,70	60,10	65,03	70,36
180	66,96	70,12	74,32	80,42	87,02
360	81,01	84,84	89,91	97,29	105,28
720	96,86	101,44	107,51	116,33	125,88
1440	115,11	120,55	127,76	138,25	149,59

Oliveira et al., 2005

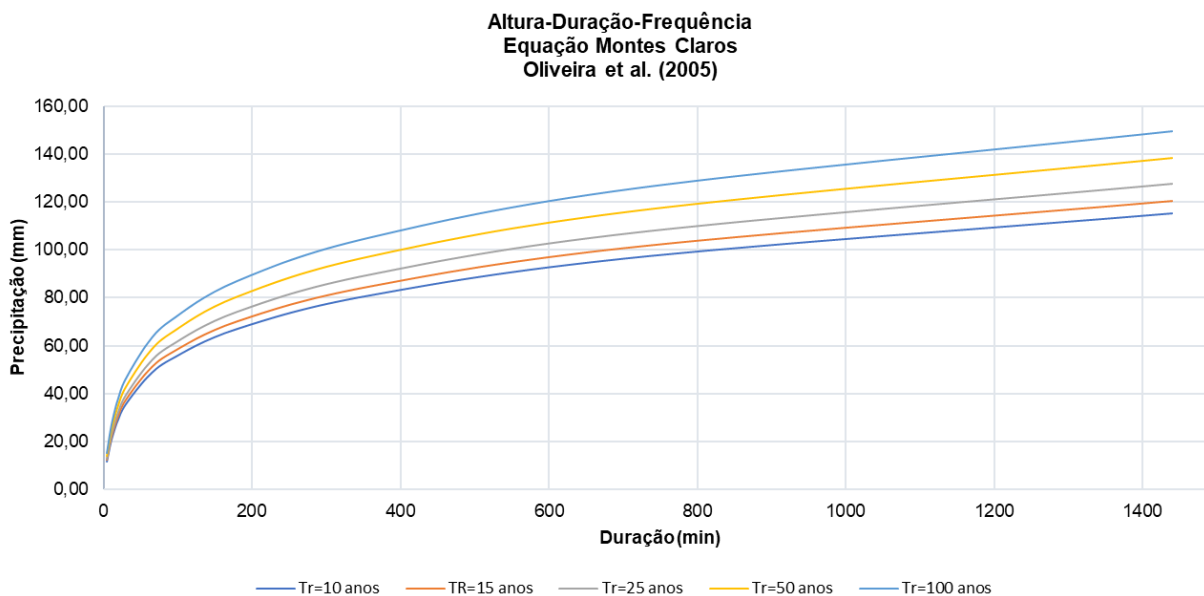
Gráfico 2.5-1 Curvas Intensidade-Duração-Frequência – Equação Montes Claros

Intensidade-Duração-Frequência
Equação Montes Claros
Oliveira et al. (2005)



Oliveira et al., 2005

Gráfico 2.5-2 Curvas Altura-Duração-Frequência – Equação Montes Claros



Oliveira et al., 2005

2.5.2 Elaboração da Equação com base em dados coletados

Para determinação da relação IDF foram também utilizados os dados da série histórica disponível para o posto pluviométrico de Campo Alegre de Goiás, conforme apresentado anteriormente como a estação cujos dados apresentaram-se adequado a caracterização pluviométrica da região e cuja localização apresenta maior proximidade ao local em estudo.

Foram inicialmente analisadas as falhas de medição identificadas na série histórica para descartar os anos de dados cuja máxima anual não representasse corretamente o regime de chuvas. Posteriormente foram obtidos os valores das máximas precipitações diárias, mensais e finalmente, anuais, a partir da série histórica remanescente e, então foi aplicado o Método das Isozonas desenvolvido por José Jaime Taborga Torrico, descrito a seguir. Posteriormente foram calculados os parâmetros estatísticos (média e desvio-padrão) para todo o período de análise.

A partir das séries geradas foram calculadas as precipitações máximas esperadas para os tempos de recorrência, utilizando-se o Método estatístico de Gumbel, baseado na seguinte relação:

$$P_{\text{máx}} = P_m + K * \sigma$$

Onde:

K = fator de frequência de Gumbel, tabelado em função do período de recorrência e do número (n) anos de observação;

P_m = média das precipitações máximas diárias anuais;

σ = desvio padrão da série.

Após a obtenção da precipitação máxima, foram aplicados os fatores de desagregação

das chuvas, convertendo-se a chuva de um dia em chuva de 6 minutos, 1 hora e 24 horas, através das seguintes relações:

$$P_{0,1} = \alpha * P_{24}$$

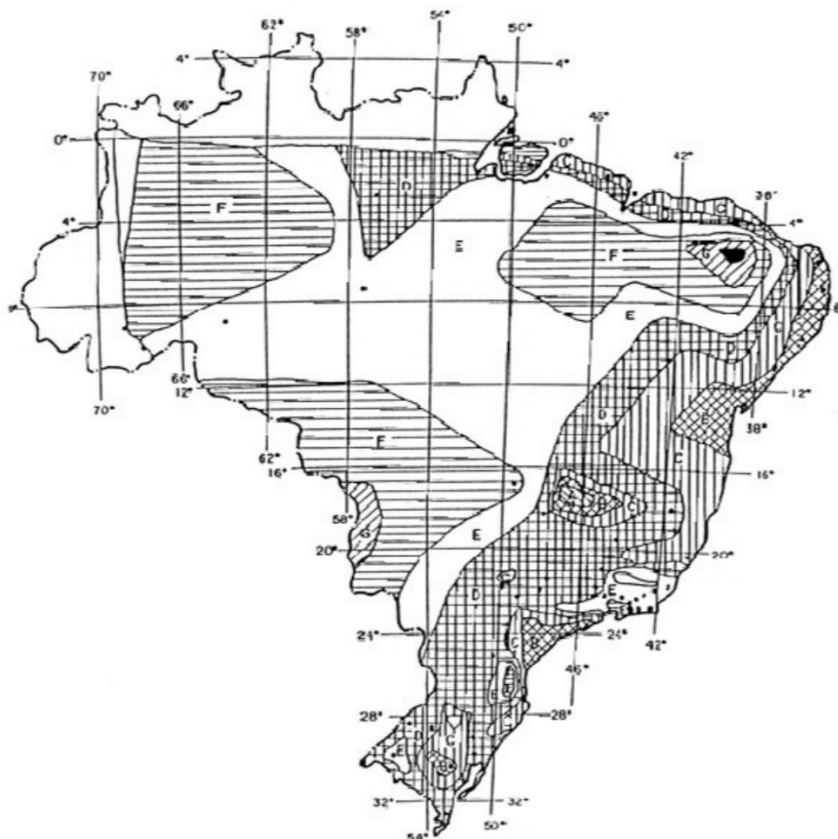
$$P_1 = \varphi * P_{24}$$

$$P_{24} = 1,1 * P_{máx}$$

Os valores de α e φ são fatores tabelados de acordo com a região de localização, propostos por Torrico que, analisou os comportamentos dos regimes de chuva para toda extensão do Brasil e propôs áreas de igual relação, conhecidas também como Isononas. Estes fatores então, se dão com base na isozona em que se encontra inserido o ponto de estudo e o tempo de recorrência da precipitação.

Conforme apresenta a Figura 2.5-2, o bueiro identificado na GO-020, encontra-se inserido na **Isozona D**. Os coeficientes de desagregação das chuvas propostos por Torrico, encontram-se apresentados na Tabela 2.5-4 a seguir.

Figura 2.5-2 Mapa das Isononas



Torrice, 1974

Tabela 2.5-3 Parâmetros de desagregação do Método das Isozonas

FATOR ISOZONA/ TR (ANOS)	VALORES DE ϕ E α EM FUNÇÃO DA ISOZONA E DO TR											
	ϕ (%)										α (%)	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	TR<50	TR>50
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,6	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,9	16,7	14,9

Torrico, 1974.

A seguir, são apresentados os dados de precipitações máximas obtidas a partir da série histórica do posto pluviométrico de Campo Alegre de Goiás. Posteriormente serão apresentados os resultados obtidos das alturas de precipitação e intensidades de chuva com base nos tempos de recorrência e durações de chuva de 6 min a 24 horas.

Tabela 2.5-4 Séries de precipitações máximas anuais – Estação Campo Alegre de Goiás

NÚMERO	ANO	MÁX. PRECIPITAÇÃO DIÁRIA	NÚMERO DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL
	(ano)	(mm)	(dias)	(mm)
1	1973	103	109	1846
2	1975	75	93	1018
3	1976	62	124	1640
4	1977	64	104	1259
5	1978	58	113	1558
6	1979	92	130	1676
7	1980	100	126	1712
8	1981	72	122	1382
9	1982	86,4	126	1598
10	1983	89	154	1859
11	1984	67	101	1279
12	1985	93	112	1478
13	1986	88	110	1347
14	1987	99	105	1315
15	1988	71	107	1489
16	1989	90	116	1830
17	1990	57	95	994
18	1991	95	113	1755
19	1992	90	124	1503
20	1993	108	106	1165
21	1994	64	119	1211
22	1995	75	110	1279
23	1998	65	103	1088
24	2000	62	122	1450
25	2001	90	96	1297
26	2002	79	91	1189
27	2003	98	107	1446

NÚMERO	ANO	MÁX. PRECIPITAÇÃO DIÁRIA	NÚMERO DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL
	(ano)	(mm)	(dias)	(mm)
28	2004	74	118	1415
29	2005	99	104	1607

Etel, 2025

Tabela 2.5-5 Alturas de Precipitação e Intensidades de Chuva para TRs de 5 a 100 anos

DURAÇÃO	TR= 5 ANOS		TR=10 ANOS		TR=15 ANOS		TR=25 ANOS		TR=50 ANOS		TR=100 ANOS	
T (hora)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)
0,1	11,64	116,45	12,91	129,06	13,61	136,08	14,50	144,99	15,68	156,81	16,85	168,53
0,2	21,28	106,42	23,45	117,25	24,65	123,26	26,15	130,75	28,11	140,57	30,03	150,17
0,3	26,92	89,74	29,62	98,73	31,11	103,71	32,97	109,88	35,39	117,96	37,75	125,82
0,4	30,92	77,31	34,00	84,99	35,70	89,25	37,80	94,50	40,55	101,37	43,22	108,04
0,5	34,03	68,05	37,39	74,78	39,25	78,51	41,55	83,10	44,55	89,10	47,46	94,92
1,0	43,67	43,67	47,94	47,94	50,30	50,30	53,20	53,20	56,98	56,98	60,64	60,64
2,0	56,82	28,41	62,61	31,31	65,83	32,91	69,83	34,91	75,09	37,54	80,24	40,12
3,0	64,51	21,50	71,20	23,73	74,91	24,97	79,56	26,52	85,68	28,56	91,70	30,57
4,0	69,97	17,49	77,29	19,32	81,35	20,34	86,46	21,61	93,19	23,30	99,83	24,96
5,0	74,20	14,84	82,01	16,40	86,35	17,27	91,81	18,36	99,02	19,80	106,14	21,23
6,0	77,66	12,94	85,87	14,31	90,44	15,07	96,18	16,03	103,79	17,30	111,29	18,55
8,0	83,12	10,39	91,96	11,50	96,88	12,11	103,09	12,89	111,30	13,91	119,43	14,93
10,0	87,36	8,74	96,69	9,67	101,88	10,19	108,44	10,84	117,13	11,71	125,73	12,57
12,0	90,81	7,57	100,55	8,38	105,96	8,83	112,81	9,40	121,89	10,16	130,89	10,91
14,0	93,74	6,70	103,81	7,42	109,42	7,82	116,51	8,32	125,92	8,99	135,25	9,66
16,0	96,27	6,02	106,64	6,67	112,41	7,03	119,71	7,48	129,41	8,09	139,02	8,69
18,0	98,51	5,47	109,14	6,06	115,05	6,39	122,54	6,81	132,48	7,36	142,35	7,91
20,0	100,51	5,03	111,37	5,57	117,41	5,87	125,07	6,25	135,24	6,76	145,33	7,27
22,0	102,32	4,65	113,38	5,15	119,54	5,43	127,35	5,79	137,73	6,26	148,02	6,73
24,0	103,97	4,33	115,23	4,80	121,49	5,06	129,44	5,39	140,00	5,83	150,48	6,27

Etel, 2025

Para determinação da equação de chuvas com base nas curvas de intensidade-duração-frequência, adotou-se o formato de equação:

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

Onde

i= intensidade da chuva (em mm/h);

T= período de retorno (anos);

t= duração da chuva (em minutos);

K, a, b e c = parâmetros da equação de chuvas obtidos com base nas curvas IDF.

Logo, foi determinada a equação de chuvas intensas para a estação de Campo Alegre de Goiás, conforme apresenta-se a seguir:

$$i = \frac{625,461 * T^{0,107}}{(t + 8)^{0,692}}$$

2.5.3 Conclusões

Conforme apresentado pelos itens anteriores, foram estudadas duas alternativas para determinação das precipitações intensas relacionadas aos diversos tempos de recorrência para região em estudo, sendo uma a busca por dados disponíveis na bibliografia e, outra a partir da elaboração da equação de chuvas intensas com base em dados coletados.

Conforme permitem observar a Tabela 2.5-1 e Tabela 2.5-5, a equação elaborada para o posto pluviométrico de Montes Claros, resultou em intensidades de chuva superiores aquelas apresentadas pela equação de Campo Alegre de Goiás, especialmente para menores tempos de duração de chuva, em que se caracterizam as chuvas de maior intensidade. Fazendo um comparativo entre as equações para a vazão da bacia hidrográfica, encontrou uma diferença de cerca de 3,00m³/s a menos na vazão calculada para a Equação de Campo Alegre de Goiás e isto resulta no mesmo dispositivo projetado, utilizando a equação de Montes Claros, adotada para o estudo hidrológico e também projeto de drenagem.

O presente estudo, portanto, apresentará continuidade a partir da equação de chuvas elaborada através da equação publicada por Oliveira, 2005 para Montes Claros assim garantindo uma maior segurança ao estudo, tendo em vista o histórico de alagamentos na região.

2.6 Estações Fluviométricas

Não foram identificadas estações de dados fluviométricos disponíveis e relevantes para a análise hidrológica do empreendimento em estudo.

2.7 Cálculo das descargas

2.7.1 Período de Recorrência

Foram adotados os seguintes valores de Tempo de Recorrência, conforme Tabela 2.7-1:

Tabela 2.7-1 - Período de Recorrência

Espécie	Período de Recorrência
Drenagem superficial	5 a 10 anos
Drenagem subsuperficial	10 anos
Bueiros tubulares	15 anos (como canal)
	25 anos (como orifício)
Bueiros celulares	25 anos (como canal)
	50 anos (como orifício)
Pontilhão	50 anos
Ponte	100 anos

GOINFRA, 2018

2.7.2 Cálculo do Tempo de Concentração

Tempo necessário para que o escoamento superficial, desde o ponto mais distante da bacia, alcance o ponto considerado. Esse valor determina o tempo em que toda a bacia contribui para a obra hidráulica.

Será empregada a fórmula de Kirpich para bacias com área menos que 0,8 km²:

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

onde,

tc = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue, em km;

H = altura média do talvegue, em m.

Para bacias maiores que 0,80 km² será empregada a fórmula de Kirpich modificada:

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

onde,

tc = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue, em km;

H = altura média do talvegue, em m.

2.7.3 Características das bacias

O presente estudo, voltado a análise hidrológica e determinação das vazões de contribuições para travessia única localizada sob a GO-020, determinou a área de contribuição da bacia mediante a altimetria da Carta 17S48_ZN do projeto Topodata, ou seja, Modelo Digital de Elevação elaborados a partir de dados SRTM disponibilizada pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).

A carta topográfica SCN_Carta_Topografica_Matricial-CAVALEIROS-SE-23-V-C-I-100.000 apresentada no documento de planta de bacia, foi ora aplicada somente como plano de fundo, enquanto a definição da cobertura vegetal, condições geológicas, uso do solo e outros, foram verificadas de acordo com as bases disponíveis por órgãos governamentais e imagens de satélite.

2.7.4 Coeficiente de escoamento superficial e Curve Number

O coeficiente de escoamento superficial é por definição, a fração das precipitações que são escoadas na superfície do solo, o que é função do grau de impermeabilidade das bacias hidrográficas. Portanto, o coeficiente de escoamento superficial em estudo é fixado

através dos dados de campo e complexo solo/vegetação. Utilizaram-se a tabela disponível na Instrução de projetos Rodoviários – IP-03 – Estudos Hidrológicos, desenvolvidos pelo GOINFRA, apresentada a seguir. Para bacias menores até 20 km² foram adotados os valores da coluna C e para bacias maiores os valores de CN da Tabela 2.7-2.

Tabela 2.7-2 - Número da curva C e CN para diferentes condições do complexo hidrológico

Condições de Superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Áreas urbanizadas; Cerrados, pastagens	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,60	65	0,60	75
	D	0,60-0,80	70	0,60-0,90	75	0,60-1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	60	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

GOINFRA, 2018

Onde:

- GRUPO A – Superfície muito permeável (“LOESS” em camadas espessas);
- GRUPO B – Superfície permeável (“LOESS” em camadas rasas e areias);
- GRUPO C – Superfície semipermeável (Solos siltosos e Argilosos) e;
- GRUPO D – Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).

Considerando, conforme apresentado anteriormente no item 2.3.7 deste estudo, que o solo sobre o qual se desenvolve a bacia de contribuição delimitada para a travessia sob a GO-020, é do grupo de Latossolos Vermelhos Distróficos, apresentando horizonte argiloso, o grupo hidrológico apropriado para adoção dos teores de coeficientes de escoamento que melhor se adequa a região de projeto, é o Grupo C.

2.7.5 Declividade Efetiva

A declividade efetiva foi calculada pela formula a seguir:

$$I_{ef} = \left(\frac{\sum L}{\sum \frac{L}{\sqrt{I}}} \right)^2$$

Onde:

I_{ef} = Declividade Efetiva (m/m)

L = Comprimento do trecho (m)

I = Declividade do trecho (m/m)

2.7.6 Determinação das descargas das bacias

Para o cálculo dos afluxos de projeto considerou-se os critérios:

- Bacias com Área < 5,00 Km² - Método Racional;
- Bacias com Área de 5,00 a 10,00 Km² – Método Racional com Coeficiente de Retardo;
- Bacias com Área > 10,00 Km² - Método Hidrograma Unitário.

2.7.6.1 Método do hidrograma unitário triangular

Desenvolvido pelo “U.S. Soil Conservation Service”, este método consiste num processo indireto que leva conta as características físicas, climáticas e hidrológicas das bacias. Está fundamentado nos princípios gerais dos hidrogramas naturais (fluviogramas) e suas relações, utilizando uma configuração simplificada triangular para os hidrogramas unitários. São mantidas as relações básicas entre seus diversos componentes hidrológicos.

Os parâmetros do hidrograma unitário triangular, para uma chuva efetiva igual a um milímetro são:

$$qp = \frac{0,208 \times A}{tp}$$

Onde:

qp = descarga de pico, em m³/s mm;

k = Constante empírica de 0,208;

A = Área de drenagem em (km²);

Tp = Tempo de pico do hidrograma (h);

$$tp = \frac{\Delta t}{2} + 0,6tc$$

Δt = tempo unitário de duração da chuva (h);

Para $T_c < 24$ horas: $\Delta t = \frac{T_c}{4}$

Para $T_c > 24$ horas: $\Delta t = \frac{T_c}{6}$

t_r = tempo de retorno (h);

$$t_r = 1,67t_p$$

t_b = tempo de base (h);

$$t_b = 2,67t_p$$

O tempo de pico, será calculado pela fórmula:

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0,6t_c$$

Onde:

t_c = tempo de concentração (h);

A precipitação efetiva é obtida com base na fórmula proposta pelo "U.S. Soil Conservation Service":

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50,80\right)^2}{P + \left(\frac{20320}{CN} - 203,2\right)}$$

Onde:

P_e = excesso de chuva ou precipitação efetivamente escoada (mm);

P = precipitação para uma Duração D (mm);

D = duração da precipitação (h);

Neste método a duração (D) será determinada através da fórmula $D = 2\sqrt{t_c}$;

CN = curve number (número de deflúvio representativo para o complexo hidrológico solo-vegetação).

2.8 Resultados

A seguir, são apresentados os resultados dos parâmetros de cálculo e das vazões máximas determinadas a partir do método descrito para bacia delimitada.

Tabela 2.8-1 – Declividade Efetiva

DECLIVIDADE EFETIVA DO TALVEGUE - BACIA 01				
L (m)	H1 (m)	H2 (m)	ΔH (m)	$L/\sqrt{i}$ (m/m)
3249,12	920	910	10	58566,41
2825,45	910	900	10	47493,20
2234,71	900	890	10	33406,56
2242,67	890	880	10	33585,21
1275,36	880	870	10	14402,87
1601,29	870	860	10	20263,06
$\Sigma =$				207717,32
Declividade Efetiva			0,0042	m/m
%			0,4179	
Comprimento Total			13428,6	m

Etel, 2025

Tabela 2.8-2 – Dados da bacia

DADOS DA BACIA:		
Rodovia	GO-020	
N° da Bacia	01	
Nome do curso d'água	Ribeirão Ponte Alta	
Área de Contribuição	48,84	km²
Comprimento de Talvegue	13,43	km
Desnível (ΔH)	60	m
Declividade efetiva (i)	0,418	%
Tempo de concentração (tc)	4,048	h

Etel, 2025

Tabela 2.8-3 – Ponderação do CN

Ponderação do CN - Bacia 01				
Solo: Latossolo Vermelho Distrófico típico		Horizonte: Argiloso		
Classe hidrológica: C	Áreas urbanizadas, Cerrados, Pastagens	Cerrados, pastagem e matas ralas	Culturas e pastagens terraceadas	Culturas Terraceadas
CN	-	60	-	50
Area	-	7,07	-	41,76
% Bacia	-	14%	-	86%
CN Médio				51,4

Etel, 2025

Tabela 2.8-4 – Parâmetros do Hidrograma Unitário – Bacia 01

Parâmetros do Hidrograma – Bacia 01		
Tempo unitário (tu)	1,01	h
Tempo de pico (tp)	2,93	h
Tempo de retorno (tr)	4,90	h
Tempo de base (tb)	7,84	h
Descarga de ponta (Qp)	34,61	m³/s
CN	51,40	
0,2.S	4,80	cm

Etel, 2025

Tabela 2.8-5 – Hidrograma Unitário Triangular – TR 15 anos – Bacia 01

TR = 15 anos																					Q _t	Q _{MÁX}					
tu(h)	Po(cm)	FA	P(cm)	inc(cm)	rea(cm)	P1(cm)	Pe(cm)	inc(cm)	q(m³/s)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11			Q12	Q13	Q14	Q15	Q16
0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																	0.00	15,35 m³/s
1.01	4.53	0.97	4.40	4.40	0.47	0.47	0.00	0.00	11.94	0.00																0.00	
2.02	5.84	0.97	5.67	1.28	0.66	1.13	0.00	0.00	23.87	0.00	0.00															0.00	
3.04	6.72	0.97	6.52	0.85	0.85	1.97	0.00	0.00	33.90	0.00	0.00	0.00														0.00	
4.05	7.39	0.97	7.18	0.66	4.40	6.37	0.10	0.10	26.75	0.00	0.00		1.19													1.19	
5.06	7.95	0.97	7.72	0.54	1.28	7.65	0.30	0.20	19.61	0.00	0.00	0.00	2.39	2.39												4.77	
6.07	8.44	0.97	8.19	0.47	0.54	8.19	0.42	0.12	12.46	0.00	0.00	0.00	3.39	4.77	1.43											9.60	
7.08	8.87	0.97	8.61	0.42	0.42	8.61	0.52	0.10	5.31	0.00	0.00	0.00	2.68	6.78	2.86	1.19										13.51	
8.10	9.26	0.97	8.99	0.38	0.38	8.99	0.62	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	5.35	4.07	2.39	1.19									14.96	
9.11	9.61	0.97	9.33	0.34	0.34	9.33	0.72	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	3.92	3.21	3.39	2.39	1.19								15.35	
10.12	9.94	0.97	9.65	0.32	0.32	9.65	0.81	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	2.49	2.35	2.68	3.39	2.39	1.07							14.90	
11.13	10.24	0.97	9.94	0.30	0.30	9.94	0.91	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	1.49	1.96	2.68	3.39	2.15	1.19	1.19						13.92	
12.14	10.53	0.97	10.22	0.28	0.28	10.22	1.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	1.25	1.96	2.68	3.05	2.39	1.07	1.07					13.03	
13.15	10.79	0.97	10.48	0.26	0.26	10.48	1.09	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	1.25	1.96	2.41	3.39	2.15	1.07	1.07				12.76	
14.17	11.05	0.97	10.73	0.25	0.25	10.73	1.17	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	1.25	1.76	2.68	3.05	2.15	0.95	1.07			12.37	
15.18	11.29	0.97	10.96	0.24	0.24	10.96	1.26	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	1.12	1.96	2.41	3.05	1.91	1.07	1.07		12.06	
16.19	11.52	0.97	11.19	0.22	0.22	11.19	1.34	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	1.25	1.76	2.41	2.71	2.15	0.95	1.07	11.71	

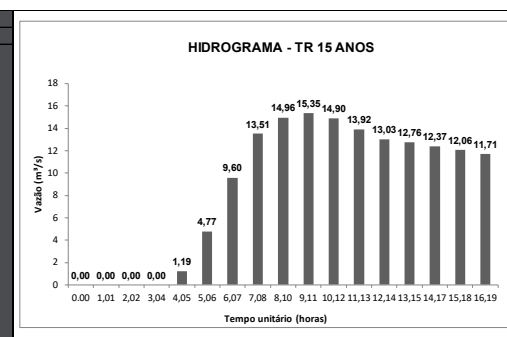


Tabela 2.8-6 – Hidrograma Unitário Triangular – TR 25 anos – Bacia 01

TR= 25 anos																											
tu(h)	Po(cm)	FA	P(cm)	inc(cm)	rea(cm)	P1(cm)	Pe(cm)	inc(cm)	qi(m³/s)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Qi	QMÁX
0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																0.00	
1.01	4.78	0.97	4.64	4.64	0.50	0.50	0.00	0.00	11.94	0.00																0.00	
2.02	6.17	0.97	5.99	1.35	0.69	1.19	0.00	0.00	23.87	0.00	0.00															0.00	
3.04	7.09	0.97	6.89	0.90	0.90	2.09	0.00	0.00	33.90	0.00	0.00	0.00														0.00	
4.05	7.81	0.97	7.58	0.69	4.64	6.73	0.14	0.14	26.75	0.00	0.00	0.00	1.67													1.67	
5.06	8.40	0.97	8.16	0.58	1.35	8.08	0.39	0.25	19.61	0.00	0.00	0.00	3.34	2.98												6.33	
6.07	8.91	0.97	8.65	0.50	0.58	8.65	0.53	0.14	12.46	0.00	0.00	0.00	4.75	5.97	1.67											12.39	
7.08	9.37	0.97	9.09	0.44	0.44	9.09	0.65	0.12	5.31	0.00	0.00	0.00	3.75	8.48	3.34	1.43										16.99	
8.10	9.78	0.97	9.49	0.40	0.40	9.49	0.77	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74	6.69	4.75	2.86	1.43									18.48	
9.11	10.15	0.97	9.85	0.36	0.36	9.85	0.88	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74	4.90	3.75	4.07	2.86	1.31								18.64	18,64 m/s
10.12	10.49	0.97	10.19	0.34	0.34	10.19	0.99	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	3.11	2.74	3.21	4.07	2.63	1.31							17.82	
11.13	10.82	0.97	10.50	0.31	0.31	10.50	1.09	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.74	2.35	3.21	2.73	2.63		1.19						16.18	
12.14	11.12	0.97	10.79	0.29	0.29	10.79	1.20	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	1.49	2.35	2.94	3.73	2.39		1.31					14.96	
13.15	11.40	0.97	11.07	0.28	0.28	11.07	1.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	1.49	2.16	2.94	3.39	2.63		1.19				14.44	
14.17	11.67	0.97	11.33	0.26	0.26	11.33	1.39	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	1.37	2.16	2.68	3.73	2.39		1.07				14.03	
15.18	11.93	0.97	11.58	0.25	0.25	11.58	1.49	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	1.37	1.96	2.94	3.39	2.15		1.19			13.59	
16.19	12.17	0.97	11.82	0.24	0.24	11.82	1.58	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	1.25	2.16	2.68	3.05	2.39		1.07		13.17	

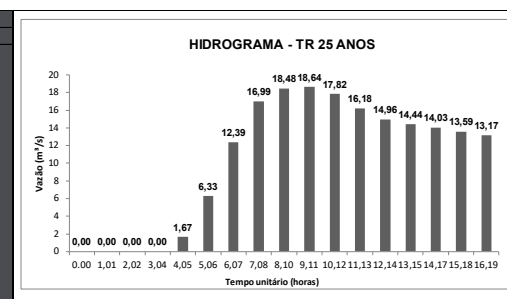
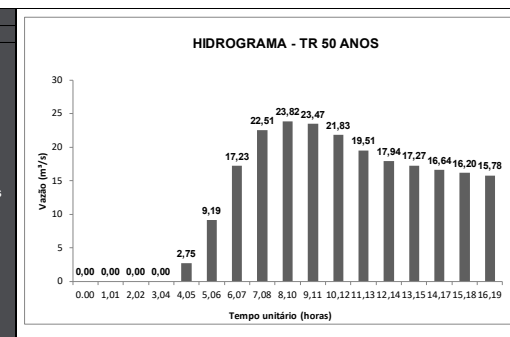


Tabela 2.8-7 – Hidrograma Unitário Triangular – TR 50 anos – Bacia 01

TR= 50 anos																												QMAX
tu(h)	Po(cm)	FA	P(cm)	inc(cm)	rea(cm)	P1(cm)	Pe(cm)	inc(cm)	q(m³/s)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Qt	23,82 m³/s	
0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	0,00		
1,01	5,15	0,97	5,00	5,00	0,54	0,54	0,00	0,00	11,94	0,00																0,00		
2,02	6,65	0,97	6,45	1,45	0,75	1,28	0,00	0,00	23,87	0,00	0,00															0,00		
3,04	7,64	0,97	7,42	0,96	0,96	2,25	0,00	0,00	33,90	0,00	0,00	0,00														0,00		
4,05	8,41	0,97	8,17	0,75	5,00	7,25	0,23	0,23	26,75	0,00	0,00	0,00	2,75													2,75		
5,06	9,05	0,97	8,78	0,62	1,45	8,70	0,54	0,31	19,61	0,00	0,00	0,00	5,49	3,70												9,19		
6,07	9,60	0,97	9,32	0,54	0,62	9,32	0,71	0,17	12,46	0,00	0,00	0,00	7,80	7,40	2,03											17,23		
7,08	10,09	0,97	9,79	0,47	0,47	9,79	0,86	0,15	5,31	0,00	0,00	0,00	6,15	10,51	4,06	1,79										22,51		
8,10	10,53	0,97	10,22	0,43	0,43	10,22	1,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	4,51	8,29	5,76	3,58	1,67									23,82		
9,11	10,93	0,97	10,61	0,39	0,39	10,61	1,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87	6,08	4,55	5,09	3,34	1,55								23,47		
10,12	11,30	0,97	10,97	0,36	0,36	10,97	1,26	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	3,86	3,33	4,01	4,75	3,10	1,55							21,83		
11,13	11,65	0,97	11,31	0,34	0,34	11,31	1,39	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	2,12	2,94	3,75	4,41	3,10	1,55						19,51		
12,14	11,97	0,97	11,62	0,32	0,32	11,62	1,51	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	1,87	2,74	3,48	4,41	3,10	1,43					17,94		
13,15	12,28	0,97	11,92	0,30	0,30	11,92	1,63	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,74	2,55	3,48	4,41	2,86	1,43				17,27		
14,17	12,57	0,97	12,20	0,28	0,28	12,20	1,74	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	1,62	2,55	3,48	4,07	2,86	1,31			16,64		
15,18	12,84	0,97	12,47	0,27	0,27	12,47	1,86	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	1,62	2,55	3,21	4,07	2,63	1,43		16,20		
16,19	13,11	0,97	12,73	0,26	0,26	12,73	1,97	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	1,62	2,35	3,21	3,73	2,86	1,31	15,78		



3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3. ESTUDO GEOTÉCNICO

3.1 Introdução

Os Estudos Geotécnicos para a implantação do bueiro na rodovia GO-020, localizado na SRE 020EGO0100, no Lote 5, definido desde o entroncamento com a BR-050 e final Div. GO/MG, têm como objetivo avaliar e definir as características técnicas do material do subleito onde será implantado o bueiro e ao novo traçado geométrico. É de suma importância a caracterização do solo do local, uma vez que os resultados servirão de base para as premissas adotadas na elaboração do projeto executivo, mediante as investigações de campo e tratamento dos resultados obtidos.

O trecho em estudo, objeto da presente análise, é caracterizado por um segmento predominantemente rural da GO-020, com 1100 metros de extensão, composto por pista simples, ou seja, uma faixa de tráfego em cada sentido. O sentido Norte acompanha o estaqueamento crescente da rodovia.

Os procedimentos estão em concordância com as orientações presentes nas publicações da Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA) e da Diretoria de Manutenção (DMA) sob a Coordenação de Projetos da Diretoria de Manutenção (GEMER – CPROJ).

Nos estudos para a implantação do bueiro em questão, seja por meio de reforço estrutural ou reconstrução do pavimento, deverão ser considerados as características presentes na rodovia, tais como: os parâmetros geotécnicos do subleito, das camadas granulares e de revestimento, os materiais disponíveis, os volumes de tráfego para o período de projeto, além das ressalvas técnicas e econômicas da construção, operação e manutenção.

A seguir serão apresentados os elementos necessários para caracterização de todas as variantes envolvidas no projeto de restauração das SRE020EGO0100.

3.2 Investigação Geotécnica

Para a elaboração dos Estudos Geotécnicos, foram seguidas as orientações da Instrução de Projetos Rodoviários IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos consoante às premissas via Requerimento CT-577-C012.2024 (SEI Nº 67313530), no Processo SEI nº 202400036010795.

Quanto ao estudo de subleito no local do bueiro, são apresentadas as informações referentes as sondagens e a coleta de amostras realizadas por meio de abertura de janela (Sondagem a trado – ST) e ensaios rotineiros de laboratório para caracterização física e

mecânica dos materiais que servirão de estrutura para o bueiro e para o pavimento e por fim, a análise estatística dos resultados.

No que se refere ao desenvolvimento dos projetos de implantação do bueiro e reconstrução/reabilitação do pavimento, foi considerado o plano de sondagem, do traçado inicial, onde o estudo previa apenas um furo de sondagem no local onde iria ser implantado o bueiro inicialmente. Diante da escolha do novo traçado, o qual se caracteriza pelo aumento da extensão do trecho, houve a necessidade de material para a execução do corpo de aterro e de sondagens a trado para caracterizar a fundação o qual receberá o aterro.

Para a execução do corpo de aterro, está sendo indicada o local de ocorrência para a utilização do material e que será abordado detalhadamente no item 3.6 - Locais de Ocorrência.

Neste sentido, neste estudo considerou-se apenas a sondagem realizada no local de execução do bueiro e ensaios de caracterização para o projeto básico. O furo de sondagem foi executado até a cota 1,50m de profundidade com as respectivas coletas para ensaios laboratoriais, assim terão diagnósticos e tratamento analítico estudados individualizados.

Em continuidade nos estudos de ocorrências de materiais a serem empregados para reconstrução/reabilitação do bueiro foi indicada a cascalheira mais próxima da obra, onde foram realizadas as coletas e ensaios de caracterização física e mecânica e que serão detalhados no capítulo de estudo de ocorrências.

Já para o material empregado no corpo de aterro, o mesmo deverá ser proveniente de jazida de solo mais próximo a obra com seus devidos parâmetros laboratoriais de acordo com as premissas de execução estabelecidas nas especificações de serviço.

Por fim, são apresentadas e tratadas as informações necessárias para a caracterização da condição funcional e estrutural para a implantação do bueiro, bem como as considerações pertinentes quanto ao aterro que irão subsidiar a concepção, o dimensionamento e o detalhamento do Projeto.

3.3 Elaboração do Plano de Sondagem

O plano de sondagem foi elaborado com base no traçado definido com intuito de se obter a identificação do material existente no local de execução, as espessuras que constituem o substrato do pavimento existente na rodovia e da caracterização dos materiais utilizados. Foi realizada Sondagem a Trado (ST) que por sua vez, é caracterizado por uma abertura (janela) no terreno natural na cota do trecho não pavimentado e com dimensões pré-definidas.

Dessa maneira, foi possível obter uma estimativa do perfil de variação das camadas do pavimento ao longo do segmento utilizando ferramentas como pá e picareta para coleta de amostras e efetivação das seguintes informações:

- medição da espessura do material no terreno natural, subleito;
- determinação da massa específica aparente in situ do subleito;
- ensaios de caracterização física e mecânica nas amostras de solos.

A seguir, é apresentado na Figura 3.3-1 o plano de sondagem do poço de inspeção, bem como suas respectivas localizações dentro do trecho de projeto.

Figura 3.3-1 - Plano de Sondagem - Sondagem a Trado - ST.

SH	Poço	Lado	Km	Estaca	Coordenadas UTM N (m)	Coordenadas UTM E (m)
1	ST-01	Direito	227	15+0,00	8087703.77	207116.94
	ST-02	Esquerdo		45+0,00	8087666.74	207706.89
	ST-03	Direito		23+0,00	8087730.99	207280.84

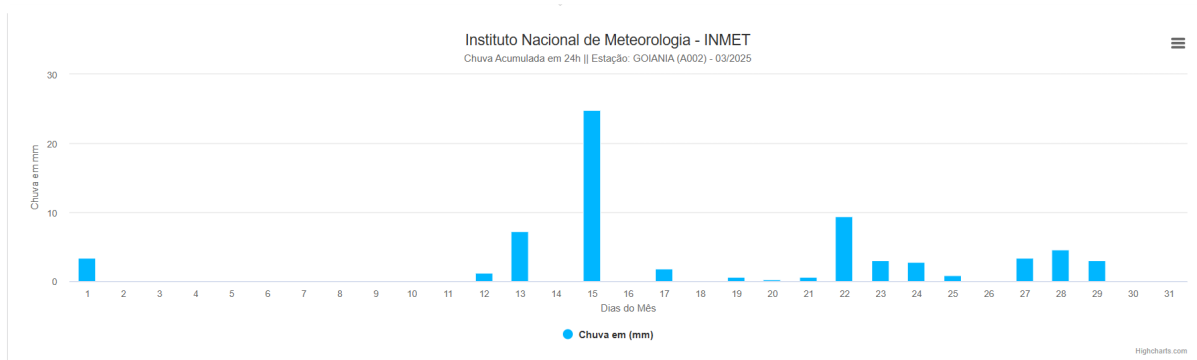


ETEL, 2025.

3.4 Dados Pluviométricos

Após a definição do Plano de Sondagem, as investigações de campo ocorreram no mês de março de 2025 com coletas efetuadas no dia 24/03/2025. Neste sentido, as sondagens foram realizadas em período marcado por chuvas esparsas, os quais identificou-se umidade no campo das coletas nos dias chuvosos, dados fornecidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET sob estação automática Nº A002/2024 localizado no município de Goiânia/GO.

Figura 3.4-1 - Chuva acumulada em 24h / Estação GO A002



ETEL, 2025.

3.5 Estudo do Subleito e Fundação Bueiro

Para o dimensionamento do subleito e do bueiro é indispensável o conhecimento do solo que servirá de suporte para a futura estrutura a ser construída. Este solo de fundação, denominado subleito, requer atenção especial e estudos geotécnicos que possibilitam o seu reconhecimento, identificação e quantificação das suas características físicas e mecânicas, para a obtenção dos parâmetros geotécnicos necessários ao dimensionamento da estrutura do pavimento.

A espessura final está associada a escolha dos tipos de materiais a serem empregados, decorrem principalmente das condições do subleito. Quanto pior for a condição do subleito, maior será a espessura, podendo muitas vezes ser requerida a substituição parcial do mesmo por outro solo de melhores condições.

Na sequência, são descritos os procedimentos e os resultados da sondagem e ensaios realizados para caracterizar os solos componentes do trecho estudado.

3.5.1 Investigações de campo

A coleta proveniente da sondagem foi realizada com profundidade suficiente para garantir que a identificação do subleito, bem como sua respectiva espessura de coleta para a avaliação do perfil geotécnico. A Figura 3.5-1 mostra a coleta realizada no furo de sondagem e nas Figura 3.5-2, Figura 3.5-3 e Figura 3.5-4 são apresentadas os boletins individuais de sondagem.

Figura 3.5-1 – Execução de sondagem a trado - ST



ETEL, 2025.

Figura 3.5-2 – Boletim de sondagem ST-01

etel estudos técnicos		BOLETIM DE SONDAAGEM POÇO DE INSPEÇÃO / SONDAAGEM A TRADO/ UMIDADE NATURAL				GO INFRA	
OBRA:	LOTE 20	COORDENADAS E:	207116.94		DATA:	24/03/2025	
PISTA:	GO-020	COORDENADAS N:	8087703.77		LABORATORISTA:	Adriel Dias dos Santos	
FURO:	ST-01	ESTACA / BORDO:	15+0,00		REGISTRO:	0001	

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	1,50	1,50		Sub-leito (AGILA SILTOSA)
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94					
Camada ensaiada	1				
Nº cápsula	1	4			
Massa cápsula	13,12	14,27			
Massa cap + solo úmido	200,00	200,00			
Massa cap + solo seco	167,56	167,56			
Massa da água	32,44	32,44			
Massa do solo seco	154,44	153,29			
Umidade (%)	21,08%				

MASSA ESPECÍFICA APARENTE <i>IN SITU</i> - DNER-ME 092/94				
Camada ensaiada em campo		1		
V O L U M E	Peso do frasco antes (gf)			
	Peso do frasco depois (gf)			
	Peso da areia deslocada (gf)			
	Peso da areia no funil e placa (gf)			
	Peso da areia na cavidade (gf)			
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)			
	Volume do buraco (dm³)			
M A S S A	Peso do solo e recipiente (gf)			
	Peso do recipiente (gf)			
	Peso do solo (gf)			
Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)				
U M I D A D E	Peso do solo úmido (gf)			
	Peso do solo seco (gf)			
	Peso da água (gf)			
	Teor de umidade (%)			
Densidade aparente do solo seco (g/cm³)				

REGISTO FOTOGRÁFICO				

OBSERVAÇÕES:

ETEL, 2025.

Figura 3.5-3 – Boletim de sondagem ST-02

etel estudos técnicos		BOLETIM DE SONDAAGEM POÇO DE INSPEÇÃO / SONDAAGEM A TRADO/ UMIDADE NATURAL				GO INFRA																																																																																
OBRA:	LOTE 20	COORDENADAS E:	207706.89		DATA:	24/03/2025																																																																																
PISTA:	GO-020	COORDENADAS N:	8087666.74		LABORATORISTA:	Adriel Dias dos Santos																																																																																
FURO:	ST-02	ESTACA / BORDO:	45+0,00		REGISTRO:	0002																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CAMADAS</th> <th colspan="2">PROF. (m)</th> <th rowspan="2">ESP. (m)</th> <th rowspan="2">N.A (m)</th> <th rowspan="2">CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA</th> </tr> <tr> <th>DE</th> <th>ATÉ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,00</td><td>1,50</td><td>1,50</td><td></td><td>Sub-leito (AGILA SILTOSA)</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>								CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	DE	ATÉ	1	0,00	1,50	1,50		Sub-leito (AGILA SILTOSA)	2						3						4						5						6						7						8																												
CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA																																																																																	
	DE	ATÉ																																																																																				
1	0,00	1,50	1,50		Sub-leito (AGILA SILTOSA)																																																																																	
2																																																																																						
3																																																																																						
4																																																																																						
5																																																																																						
6																																																																																						
7																																																																																						
8																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camada ensaiada</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td>Nº cápsula</td> <td>1</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cápsula</td> <td>13,12</td> <td>14,27</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cap + solo úmido</td> <td>200,00</td> <td>200,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cap + solo seco</td> <td>167,98</td> <td>167,98</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa da água</td> <td>32,02</td> <td>32,02</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa do solo seco</td> <td>154,86</td> <td>153,71</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Umidade (%)</td> <td colspan="2">20,75%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94						Camada ensaiada	1					Nº cápsula	1	4				Massa cápsula	13,12	14,27				Massa cap + solo úmido	200,00	200,00				Massa cap + solo seco	167,98	167,98				Massa da água	32,02	32,02				Massa do solo seco	154,86	153,71				Umidade (%)	20,75%																													
UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94																																																																																						
Camada ensaiada	1																																																																																					
Nº cápsula	1	4																																																																																				
Massa cápsula	13,12	14,27																																																																																				
Massa cap + solo úmido	200,00	200,00																																																																																				
Massa cap + solo seco	167,98	167,98																																																																																				
Massa da água	32,02	32,02																																																																																				
Massa do solo seco	154,86	153,71																																																																																				
Umidade (%)	20,75%																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU - DNER-ME 092/94</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camada ensaiada em campo</td> <td colspan="4">1</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">VOLUME</td> <td>Peso do frasco antes (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do frasco depois (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da areia deslocada (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da areia no funil e placa (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da areia na cavidade (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa esp. aparente da areia (g/dm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volume do buraco (dm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MASSA</td> <td>Peso do solo e recipiente (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do recipiente (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do solo (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">UMIDADE</td> <td>Peso do solo úmido (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do solo seco (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da água (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teor de umidade (%)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Densidade aparente do solo seco (g/cm³)</td> </tr> </tbody> </table>								MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU - DNER-ME 092/94					Camada ensaiada em campo	1				VOLUME	Peso do frasco antes (gf)				Peso do frasco depois (gf)				Peso da areia deslocada (gf)				Peso da areia no funil e placa (gf)				Peso da areia na cavidade (gf)				Massa esp. aparente da areia (g/dm³)				Volume do buraco (dm³)				MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)				Peso do recipiente (gf)				Peso do solo (gf)				Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)					UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)				Peso do solo seco (gf)				Peso da água (gf)				Teor de umidade (%)				Densidade aparente do solo seco (g/cm³)				
MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU - DNER-ME 092/94																																																																																						
Camada ensaiada em campo	1																																																																																					
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)																																																																																					
	Peso do frasco depois (gf)																																																																																					
	Peso da areia deslocada (gf)																																																																																					
	Peso da areia no funil e placa (gf)																																																																																					
	Peso da areia na cavidade (gf)																																																																																					
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)																																																																																					
	Volume do buraco (dm³)																																																																																					
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)																																																																																					
	Peso do recipiente (gf)																																																																																					
	Peso do solo (gf)																																																																																					
Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)																																																																																						
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)																																																																																					
	Peso do solo seco (gf)																																																																																					
	Peso da água (gf)																																																																																					
	Teor de umidade (%)																																																																																					
Densidade aparente do solo seco (g/cm³)																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">REGISTO FOTOGRÁFICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5"> </td> </tr> </tbody> </table>								REGISTO FOTOGRÁFICO																																																																														
REGISTO FOTOGRÁFICO																																																																																						
OBSERVAÇÕES:																																																																																						

ETEL, 2025.

Figura 3.5-4 – Boletim de sondagem ST-03

etel estudos técnicos		BOLETIM DE SONDAAGEM POÇO DE INSPEÇÃO / SONDAAGEM A TRADO/ UMIDADE NATURAL				GO INFRA																																																																																
OBRA:	LOTE 20	COORDENADAS E:	207280.84		DATA:	24/03/2025																																																																																
PISTA:	GO-020	COORDENADAS N:	8087730.99		LABORATORISTA:	Adriel Dias dos Santos																																																																																
FURO:	ST-03	ESTACA / BORDO:	23+0,00		REGISTRO:	0003																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CAMADAS</th> <th colspan="2">PROF. (m)</th> <th rowspan="2">ESP. (m)</th> <th rowspan="2">N.A (m)</th> <th rowspan="2">CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA</th> </tr> <tr> <th>DE</th> <th>ATÉ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,00</td><td>1,50</td><td>1,50</td><td></td><td>Sub-leito (AGILA SILTOSA)</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>								CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	DE	ATÉ	1	0,00	1,50	1,50		Sub-leito (AGILA SILTOSA)	2						3						4						5						6						7						8																												
CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA																																																																																	
	DE	ATÉ																																																																																				
1	0,00	1,50	1,50		Sub-leito (AGILA SILTOSA)																																																																																	
2																																																																																						
3																																																																																						
4																																																																																						
5																																																																																						
6																																																																																						
7																																																																																						
8																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camada ensaiada</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td>Nº cápsula</td> <td>1</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cápsula</td> <td>13,12</td> <td>14,27</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cap + solo úmido</td> <td>200,00</td> <td>200,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cap + solo seco</td> <td>166,85</td> <td>166,85</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa da água</td> <td>33,15</td> <td>33,15</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa do solo seco</td> <td>153,73</td> <td>152,58</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Umidade (%)</td> <td colspan="2">21,65%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94						Camada ensaiada	1					Nº cápsula	1	4				Massa cápsula	13,12	14,27				Massa cap + solo úmido	200,00	200,00				Massa cap + solo seco	166,85	166,85				Massa da água	33,15	33,15				Massa do solo seco	153,73	152,58				Umidade (%)	21,65%																													
UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94																																																																																						
Camada ensaiada	1																																																																																					
Nº cápsula	1	4																																																																																				
Massa cápsula	13,12	14,27																																																																																				
Massa cap + solo úmido	200,00	200,00																																																																																				
Massa cap + solo seco	166,85	166,85																																																																																				
Massa da água	33,15	33,15																																																																																				
Massa do solo seco	153,73	152,58																																																																																				
Umidade (%)	21,65%																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU - DNER-ME 092/94</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camada ensaiada em campo</td> <td colspan="4">1</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">VOLUME</td> <td>Peso do frasco antes (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do frasco depois (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da areia deslocada (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da areia no funil e placa (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da areia na cavidade (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa esp. aparente da areia (g/dm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volume do buraco (dm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MASSA</td> <td>Peso do solo e recipiente (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do recipiente (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do solo (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">UMIDADE</td> <td>Peso do solo úmido (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso do solo seco (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso da água (gf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teor de umidade (%)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Densidade aparente do solo seco (g/cm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU - DNER-ME 092/94					Camada ensaiada em campo	1				VOLUME	Peso do frasco antes (gf)				Peso do frasco depois (gf)				Peso da areia deslocada (gf)				Peso da areia no funil e placa (gf)				Peso da areia na cavidade (gf)				Massa esp. aparente da areia (g/dm³)				Volume do buraco (dm³)				MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)				Peso do recipiente (gf)				Peso do solo (gf)				Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)					UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)				Peso do solo seco (gf)				Peso da água (gf)				Teor de umidade (%)				Densidade aparente do solo seco (g/cm³)				
MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU - DNER-ME 092/94																																																																																						
Camada ensaiada em campo	1																																																																																					
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)																																																																																					
	Peso do frasco depois (gf)																																																																																					
	Peso da areia deslocada (gf)																																																																																					
	Peso da areia no funil e placa (gf)																																																																																					
	Peso da areia na cavidade (gf)																																																																																					
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)																																																																																					
	Volume do buraco (dm³)																																																																																					
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)																																																																																					
	Peso do recipiente (gf)																																																																																					
	Peso do solo (gf)																																																																																					
Densidade aparente do solo úmido (g/cm³)																																																																																						
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)																																																																																					
	Peso do solo seco (gf)																																																																																					
	Peso da água (gf)																																																																																					
	Teor de umidade (%)																																																																																					
Densidade aparente do solo seco (g/cm³)																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">REGISTO FOTOGRÁFICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">  </td> </tr> </tbody> </table>								REGISTO FOTOGRÁFICO																																																																														
REGISTO FOTOGRÁFICO																																																																																						
																																																																																						
OBSERVAÇÕES:																																																																																						

ETEL, 2025.

A seguir, no

Quadro 3.5.1-1 é apresentado o resumo do boletim de sondagem contendo a profundidade inicial e final das camadas, espessuras e a classificação expedita do material.

Quadro 3.5.1-1 – Resumo da sondagem a trado – ST

QUADRO RESUMO BOLETINS DE SONDAENS								
Registro	Pista	Furo	Estaca/Bordo	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Espessura (m)	Umidade Natural (%)	Camada (material)
REG 0001	LD	ST-01	15	0,00	1,50	1,50	21,08%	ARGILA SILTOSA ARENOSA
REG 0002	LE	ST-02	45	0,00	1,50	1,50	20,75%	ARGILA SILTOSA ARENOSA
REG 0003	LD	ST-03	23	0,00	1,50	1,50	21,65%	ARGILA SILTOSA ARENOSA

3.5.2 Realização de ensaios laboratoriais

Os ensaios rotineiros realizados para a caracterização física e mecânicas das amostras coletadas foram conforme as orientações descritas na Instrução de Projeto IP-07-2023/001 e DNER, sendo eles:

- Camadas granulares e subleito:
 - Granulometria por peneiramento (DNER-ME 080);
 - Massa específica aparente “in situ” (DNER-ME 092);
 - Limite de liquidez (DNER-ME 122);
 - Índice de plasticidade (DNER-ME 082);
 - Compactação Proctor (normal, intermediário e modificado – DNER-ME 129), e;
 - Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME 049).

Os materiais de subleito deverão atender as seguintes condições mínimas de $ISC \geq 6\%$ e expansão $\leq 2\%$. Com base na porcentagem de material passante na peneira normatizada e de malha nº200 e nos resultados dos ensaios de índices físicos (LL e LP), foram determinados o índice de Grupo (IG) e a classificação dos materiais, em especial, solos, através da metodologia *Highway Research Board* – HBR adotada pela AASHTO.

Para os materiais das camadas granulares, deverão atender as condições mínimas de $ISC \geq 80\%$ e expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez $\leq 25\%$ e índice de plasticidade $\leq 6\%$.

A seguir no Quadro 3.5.2-1 é apresentado o resumo dos ensaios de caracterização física e mecânica, bem como na sequência é apresentada as fichas de ensaios efetuados.

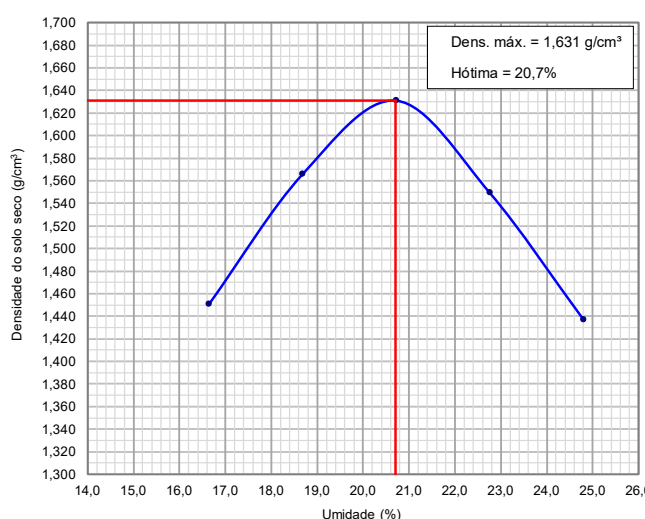
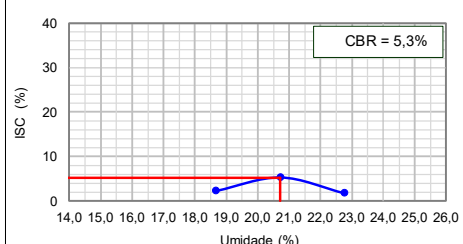
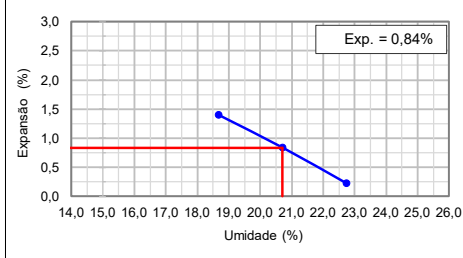
Quadro 3.5.2-1 – Resumo dos ensaios de caracterização

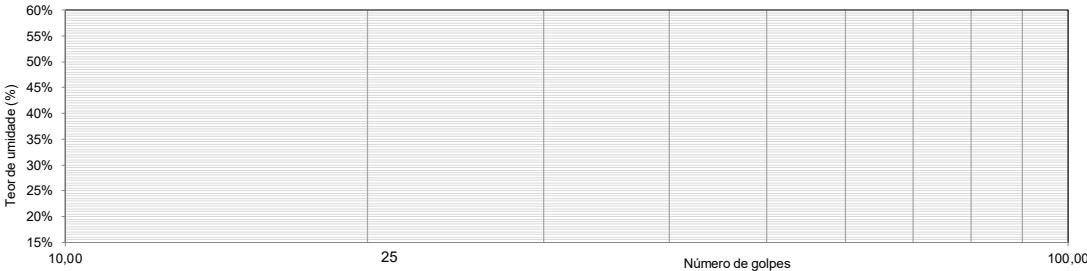
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS																					
IDENTIFICAÇÃO DAS COLETAS					ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO																
					Compactação / ISC Proctor normal				Granulometria (%) total passando (mm) - ASTM												
									Classi ficaçã o HRB	LL	LP	IP	IG								
					g.máx. (g/cm³)	hol. (%)	CBR (%)	Exp. (%)						2" 50,80 mm	1 1/2" 38,10 mm	1" 25,40 mm	3/8" 9,52 mm	4 4,76 mm	10 2,00 mm	40 0,42 mm	200 0,075 mm
Registro	Pista	Furo	Estaca	Material																	
REG 0001	Crescente	ST-01	15+0,00	ARGILA SILTOSA	1,63	20,6	5,3	0,84	A-4	NL	NP	0,0%	0	100,0%	100,0%	97,0%	90,5%	88,0%	84,30%	79,80%	30,10%
REG 0002	Decrescente	ST-02	45+0,00	ARGILA SILTOSA	1,78	8,8	38,6	0,05	A-4	NL	NP	0,0%	0	100,0%	100,0%	100,0%	96,3%	56,1%	40,60%	33,25%	25,95%
REG 0003	Crescente	ST-03	23+0,00	ARGILA SILTOSA	1,88	8,2	48,2	0,03	A-4	NL	NP	0,0%	0	100,0%	100,0%	97,6%	65,0%	28,8%	20,60%	18,75%	16,14%

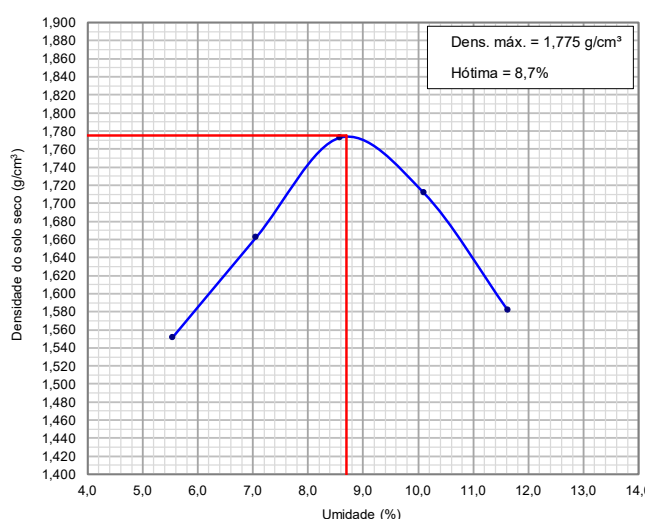
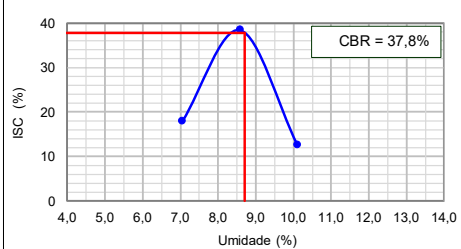
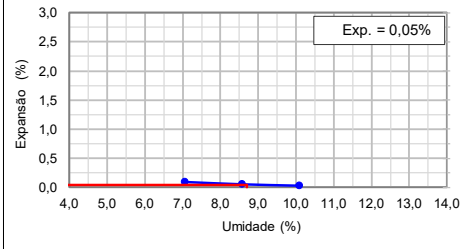




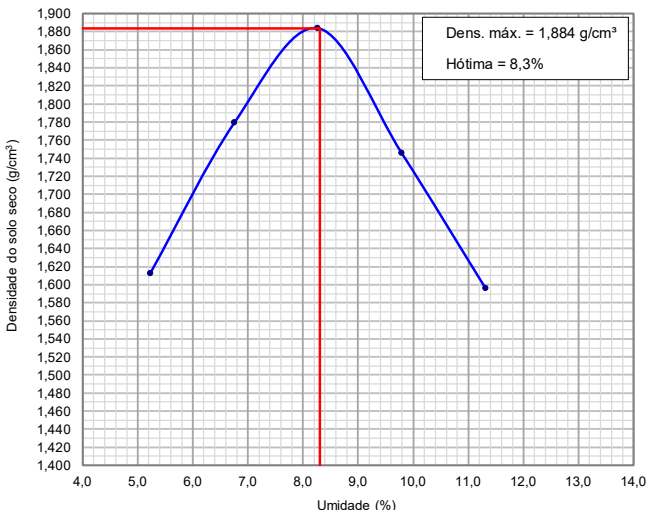
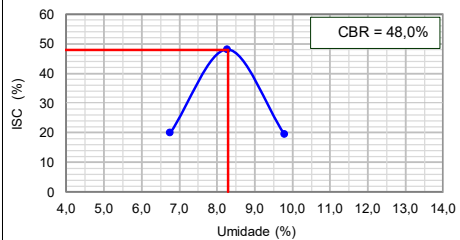
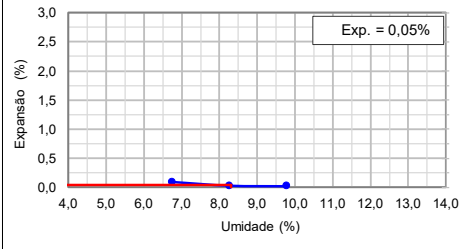
ETEL, 2025.

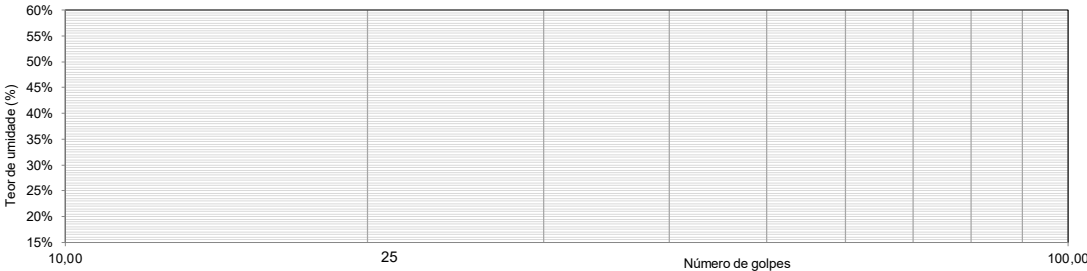
 etel estudos técnicos ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO GO INFRA												
OBRA: GO-020 (BUEIRO)				FURO: ST-01		PROCTOR: NORMAL			DATA: 26/03/2025			
PISTA: Crescente				HORIZONTE: LD		Nº GOLPES: 12			LABORATORISTA: ADRIEL			
ESTACA: 15+0,00				MATERIAL: ARGILA ARENOSA		REGISTRO: 1			AUXILIAR: EQUIPE			
COMPACTAÇÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - MÉTODO DE ENSAIO DNIT 164/2013-ME												
UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		01	05	04	02	01	CILINDROS		
Cápsula Nº	1	02	Umidade calculada (%)	16,6	18,7	20,7	22,8	24,8	Nº	Peso	Volume	
C + S + A (g)	74,26	74,26	Água adicionada (g)	864,0	984,0	1.104,0	1.224,0	1.344,0	1	4.984,0	2.151,0	
C + S (g)	72,83	72,83	% Água adicionada	14,7	16,7	18,8	20,8	22,8	5	5.022,0	2.188,0	
A - Água (g)	1,43	1,43	M + S + A (g)	8.624,0	9.088,0	9.166,0	8.208,0	8.842,0	4	4.882,0	2.176,0	
C - Cápsula (g)	0,00	0,00	S + A (g)	3.640,0	4.066,0	4.284,0	3.874,0	3.858,0	2	4.334,0	2.037,0	
S - Solo (g)	72,83	72,83	Dens. úmida (g/cm³)	1,692	1,858	1,969	1,902	1,794	1	4.984,0	2.151,0	
Umidade (%)	1,96	1,96	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	6.000,0		
Umidade média (%)	1,96		Dens. seca (g/cm³)	1,451	1,566	1,631	1,549	1,437	Peso seco:	5.884,5		
CÁLCULO DO ISC (DNIT 172/2016-ME)												
	Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
	Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
	Cilindro Nº	Leitura do anel										
		Pressão kgf/cm²	Padrão									
			Corrigida									
	01	ISC (%)										
	Cilindro Nº	Leitura do anel		6	10	13	17	24	28	33		
		Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
			Corrigida	0,51	0,85	1,10	1,44	2,03	2,37	2,79		
	05	ISC (%)					2,0		2,2			
	Cilindro Nº	Leitura do anel		14	24	33	42	54	66	73		
		Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
			Corrigida	1,18	2,03	2,79	3,55	4,56	5,58	6,17		
	04	ISC (%)					5,0		5,3			
	Cilindro Nº	Leitura do anel		5	7	13	14	18	20	23		
		Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
			Corrigida	0,42	0,59	1,10	1,18	1,52	1,69	1,94		
	02	ISC (%)					1,7		1,6			
Cilindro Nº	Leitura do anel											
	Pressão kgf/cm²	Padrão										
		Corrigida										
01	ISC (%)											
EXPANSÃO												
	Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
					1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
	26/03/2025		5	115,00	1,00			2,60	1,60	1,4		
	26/03/2025		4	115,00	1,00			1,96	0,96	0,8		
	26/03/2025		2	115,00	1,00			1,26	0,26	0,2		
GRÁFICOS												
 Dens. máx. = 1,631 g/cm³ Hútima = 20,7%						 CBR = 5,3%						
						 Exp. = 0,84%						

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ									
OBRA: GO-020 (BUEIRO)					HORIZONTE: LD				
ESTACA: 15+0,00					MATERIAL: ARGILA ARENOSA				
PISTA: Crescente					DATA: 26/03/2025				
LABORATORISTA: ADRIEL									
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (DNER-ME 080/94)									
UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRAMENTO GROSSO						
Cápsula N°	01	02	Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total		
(a) Solo úmido + tara (gf)	74,26	74,26	N°	mm	Retido	Passando			
(b) Solo seco + tara (gf)	72,83	72,83	2"	50,8	0,00	1.961,5	100,0%		
(c) Tara da cápsula (gf)	0,00	0,00	1 1/2"	38,1	0,00	1.961,5	100,0%		
(d) Água (a-b) (gf)	1,43	1,43	1"	25,4	29,35	1.932,1	98,5%		
(e) Solo seco (b-c) (gf)	72,83	72,83	3/4"	19,1	29,35	1.902,8	97,0%		
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	1,96	1,96	3/8"	9,5	128,45	1.774,3	90,5%		
Umidade média (%)	1,96		4	4,8	48,12	1.726,2	88,0%		
			10	2,0	73,10	1.653,1	84,3%		
AMOSTRA TOTAL SECA:			PENEIRAMENTO FINO						
1.961,5			Recipiente N°:		2		200,00		
(a) Amostra total úmida (gf)	2.000,00		Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante		
(b) Solo seco retido #10 (gf)	302,43		N°	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.691,6		10	2,000	0,00	196,15	100,0%		84,3%
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.659,1		40	0,420	10,44	185,71	94,7%		79,8%
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.961,5		200	0,075	115,72	69,99	35,7%		30,1%
ENSAIOS FÍSICOS									
ENSAIOS REALIZADOS		LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 122-94				LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 082-94			
Cápsula N°									
Cápsula + solo úmido (gf)									
Cápsula + solo seco (gf)									
Peso da cápsula (gf)									
Peso da água (gf)									
Peso do solo seco (gf)									
Porcentagem de água (%)									
N° de golpes									
GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ									
									
RESUMO DOS ENSAIOS									
Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200					
11,99%	3,73%	4,49%	49,72%	30,07%					
LL	LP	IP	IG	Classificação HRB					
0,0%	0,0%	0,0%	0	A-2-4					

 etel estudos técnicos ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO GO NFRA													
OBRA: GO-020 (BUEIRO)			FURO: ST-02			PROCTOR: NORMAL			DATA: 26/03/2025				
PISTA: Crescente			HORIZONTE: LE			Nº GOLPES: 12			LABORATORISTA: ADRIEL				
ESTACA: 45+0,00			MATERIAL: ARGILA ARENOSA			REGISTRO: 1			AUXILIAR: EQUIPE				
COMPACTAÇÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - MÉTODO DE ENSAIO DNIT 164/2013-ME													
UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		01	09	10	12	01	CILINDROS			
Cápsula Nº	1	02	Umidade calculada (%)	5,5	7,1	8,6	10,1	11,6	Nº	Peso	Volume		
C + S + A (g)	63,26	63,26	Água adicionada (g)	280,0	385,0	490,0	595,0	700,0	1	4.984,0	2.151,0		
C + S (g)	62,34	62,34	% Água adicionada	4,1	5,6	7,1	8,6	10,1	9	4.908,0	2.182,0		
A - Água (g)	0,92	0,92	M + S + A (g)	8.506,0	8.792,0	8.222,0	8.146,0	8.782,0	10	4.314,0	2.030,0		
C - Cápsula (g)	0,00	0,00	S + A (g)	3.522,0	3.884,0	3.908,0	3.820,0	3.798,0	12	4.326,0	2.027,0		
S - Solo (g)	62,34	62,34	Dens. úmida (g/cm³)	1,637	1,780	1,925	1,885	1,766	1	4.984,0	2.151,0		
Umidade (%)	1,48	1,48	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	7.000,0			
Umidade média (%)	1,48		Dens. seca (g/cm³)	1,552	1,663	1,773	1,712	1,582	Peso seco:	6.898,2			
CÁLCULO DO ISC (DNIT 172/2016-ME)	Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70	
	Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	
	Cilindro Nº 01	Leitura do anel											
		Pressão kgf/cm²	Padrão										
			Corrigida										
		ISC (%)											
	Cilindro Nº 09	Leitura do anel		42	91	126	149	184	213	242			
		Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46				
			Corrigida	3,55	7,69	10,65	12,59	15,55	18,00	20,45			
		ISC (%)						17,9		17,1			
	Cilindro Nº 10	Leitura do anel		113	189	268	320	382	437	511			
		Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46				
			Corrigida	9,55	15,97	22,65	27,04	32,28	36,93	43,18			
		ISC (%)						38,5		35,0			
	Cilindro Nº 12	Leitura do anel		36	62	89	105	124	133	141			
		Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46				
			Corrigida	3,04	5,24	7,52	8,87	10,48	11,24	11,91			
		ISC (%)						12,6		10,7			
	Cilindro Nº 01	Leitura do anel											
		Pressão kgf/cm²	Padrão										
			Corrigida										
		ISC (%)											
	EXPANSÃO	Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
						1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
		26/03/2025		9	115,00	1,00			1,11	0,11	0,1		
		26/03/2025		10	115,00	1,00			1,06	0,06	0,1		
		26/03/2025		12	115,00	1,00			1,03	0,03	0,0		
	GRÁFICOS												
	 Dens. máx. = 1,775 g/cm³ Hótima = 8,7%						 ISC = 37,8%						
							 Exp. = 0,05%						

etel estudos técnicos											
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA											
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ											
GO INFRA											
OBRA:	GO-020 (BUEIRO)					HORIZONTE:	LE				
ESTACA:	45+0,00					MATERIAL:	ARGILA ARENOSA				
PISTA:	Crescente					DATA:	26/03/2025				
LABORATORISTA:						ADRIEL					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (DNER-ME 080/94)											
UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRAMENTO GROSSO								
Cápsula N°	01	02	Peneira		Peso da amostra seca (gf)				% passante da amostra total		
(a) Solo úmido + tara (gf)	63,26	63,26	N°	mm	Retido		Passando				
(b) Solo seco + tara (gf)	62,34	62,34	2"	50,8	0,00		1.970,9		100,0%		
(c) Tara da cápsula (gf)	0,00	0,00	1 1/2"	38,1	0,00		1.970,9		100,0%		
(d) Água (a-b) (gf)	0,92	0,92	1"	25,4	0,00		1.970,9		100,0%		
(e) Solo seco (b-c) (gf)	62,34	62,34	3/4"	19,1	0,00		1.970,9		100,0%		
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	1,48	1,48	3/8"	9,5	127,41		1.843,5		93,5%		
Umidade média (%)	1,48		4	4,8	744,79		1.098,7		55,7%		
			10	2,0	309,54		789,2		40,0%		
AMOSTRA TOTAL SECA:			1.970,9		PENEIRAMENTO FINO						
					Recipiente N°:	2		200,00			
(a) Amostra total úmida (gf)	2.000,00		Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante				
(b) Solo seco retido #10 (gf)	1.164,55		N°	mm	Retido	Passando	Amostra parcial		Amostra total		
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	818,3		10	2,000	0,00	197,09	100,0%		40,0%		
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	806,4		40	0,420	35,51	161,58	82,0%		32,8%		
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.970,9		200	0,075	35,49	126,09	64,0%		25,6%		
ENSAIOS FÍSICOS											
ENSAIOS REALIZADOS		LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 082-94				
Cápsula N°											
Cápsula + solo úmido (gf)											
Cápsula + solo seco (gf)											
Peso da cápsula (gf)											
Peso da água (gf)											
Peso do solo seco (gf)											
Porcentagem de água (%)											
N° de golpes											
GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ											
RESUMO DOS ENSAIOS											
Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200							
44,25%	15,71%	7,21%	7,21%	25,62%							
LL	LP	IP	IG	Classificação HRB							
0,0%	0,0%	0,0%	0	A-2-4							

 etel estudos técnicos ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO  GO INFRA												
OBRA: GO-020 (BUEIRO)			FURO: ST-03			PROCTOR: NORMAL			DATA: 26/03/2025			
PISTA: Crescente			HORIZONTE: LD			Nº GOLPES: 12			LABORATORISTA: ADRIEL			
ESTACA: 23+0,00			MATERIAL: ARGILA ARENOSA			REGISTRO: 1			AUXILIAR: EQUIPE			
COMPACTAÇÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - MÉTODO DE ENSAIO DNIT 164/2013-ME												
UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		01	03	07	08	01	CILINDROS		
Cápsula Nº	1	02	Umidade calculada (%)	5,2	6,7	8,3	9,8	11,3	Nº	Peso	Volume	
C + S + A (g)	81,00	81,00	Água adicionada (g)	266,0	371,0	476,0	581,0	686,0	1	4.984,0	2.151,0	
C + S (g)	79,90	79,90	% Água adicionada	3,9	5,4	6,9	8,4	9,9	3	4.868,0	2.159,0	
A - Água (g)	1,10	1,10	M + S + A (g)	8.634,0	8.968,0	9.248,0	8.214,0	8.804,0	7	4.848,0	2.157,0	
C - Cápsula (g)	0,00	0,00	S + A (g)	3.650,0	4.100,0	4.400,0	3.890,0	3.820,0	8	4.324,0	2.030,0	
S - Solo (g)	79,90	79,90	Dens. úmida (g/cm³)	1,697	1,899	2,040	1,916	1,776	1	4.984,0	2.151,0	
Umidade (%)	1,38	1,38	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	7.000,0		
Umidade média (%)	1,38		Dens. seca (g/cm³)	1,613	1,779	1,884	1,745	1,595	Peso seco:	6.904,9		
CÁLCULO DO ISC (DNIT 172/2016-ME)	Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
	Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
	Cilindro Nº	Leitura do anel										
		Pressão	kgf/cm²	Padrão								
			Corrigida									
		ISC (%)										
	Cilindro Nº	Leitura do anel		44	82	110	166	200	239	293		
		Pressão	kgf/cm²	Padrão			70,31		105,46			
			Corrigida	3,72	6,93	9,30	14,03	16,90	20,20	24,76		
		ISC (%)					20,0		19,1			
	Cilindro Nº	Leitura do anel		180	173	310	399	450	545	594		
		Pressão	kgf/cm²	Padrão			70,31		105,46			
			Corrigida	15,21	14,62	26,20	33,72	38,03	46,05	50,19		
		ISC (%)					48,0		43,7			
	Cilindro Nº	Leitura do anel		60	115	132	162	216	242	279		
		Pressão	kgf/cm²	Padrão			70,31		105,46			
			Corrigida	5,07	9,72	11,15	13,69	18,25	20,45	23,58		
		ISC (%)					19,5		19,4			
	Cilindro Nº	Leitura do anel										
		Pressão	kgf/cm²	Padrão								
			Corrigida									
		ISC (%)										
EXPANSÃO	Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
					1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
	26/03/2025		3	115,00	1,00			1,11	0,11	0,1		
	26/03/2025		7	115,00	1,00			1,04	0,04	0,0		
	26/03/2025		8	115,00	1,00			1,03	0,03	0,0		
GRÁFICOS												
 Dens. máx. = 1,884 g/cm³ Hútima = 8,3%						 CBR = 48,0%						
						 Exp. = 0,05%						

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ									
OBRA: GO-020 (BUEIRO)					HORIZONTE: LD				
ESTACA: 23+0,00					MATERIAL: ARGILA ARENOSA				
PISTA: Crescente					DATA: 26/03/2025				
LABORATORISTA: ADRIEL									
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (DNER-ME 080/94)									
UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRAMENTO GROSSO						
Cápsula N°	01	02	Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total		
(a) Solo úmido + tara (gf)	81,00	81,00	N°	mm	Retido	Passando			
(b) Solo seco + tara (gf)	79,90	79,90	2"	50,8	0,00	1.972,8	100,0%		
(c) Tara da cápsula (gf)	0,00	0,00	1 1/2"	38,1	0,00	1.972,8	100,0%		
(d) Água (a-b) (gf)	1,10	1,10	1"	25,4	48,83	1.924,0	97,5%		
(e) Solo seco (b-c) (gf)	79,90	79,90	3/4"	19,1	48,83	1.875,2	95,0%		
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	1,38	1,38	3/8"	9,5	549,33	1.325,8	67,2%		
Umidade média (%)	1,38		4	4,8	721,30	604,5	30,6%		
			10	2,0	163,12	441,4	22,4%		
AMOSTRA TOTAL SECA:			PENEIRAMENTO FINO						
	1.972,8		Recipiente N°:		2	200,00			
(a) Amostra total úmida (gf)	2.000,00		Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante		
(b) Solo seco retido #10 (gf)	1.510,61		N°	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	468,6		10	2,000	0,00	197,28	100,0%	22,4%	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	462,2		40	0,420	18,07	179,21	90,8%	20,3%	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.972,8		200	0,075	24,98	154,23	78,2%	17,5%	
ENSAIOS FÍSICOS									
ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 082-94			
Cápsula N°									
Cápsula + solo úmido (gf)									
Cápsula + solo seco (gf)									
Peso da cápsula (gf)									
Peso da água (gf)									
Peso do solo seco (gf)									
Porcentagem de água (%)									
N° de golpes									
GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ									
									
RESUMO DOS ENSAIOS									
Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200					
69,36%	8,27%	2,05%	2,83%	17,49%					
LL	LP	IP	IG	Classificação HRB					
0,0%	0,0%	0,0%	0	A-2-4					

3.6 Estudo de Ocorrência

Dentre os recursos utilizados para a construção de estradas e pavimentação de vias da região, destacam-se as rochas ígneas, como granitos e basaltos, devido à sua notável resistência e durabilidade. Além destas, os agregados naturais, constituindo-se em seixos, cascalhos e areias que compõem camadas de base e sub-base. A escolha desses materiais está intrinsecamente ligada às características geológicas específicas de cada região, viabilizando também um melhor custo-benefício para a obra.

Em algumas áreas, solos locais são estabilizados, seja quimicamente ou mecanicamente, para criar materiais adequados para pavimentação. Essa prática se torna uma alternativa viável em locais onde outras opções são limitadas. Adicionalmente, as técnicas de solo-cimento, solo-brita-cimento ou até mesmo a reciclagem profunda de pavimentos são aplicadas para a estabilização do solo, resultando em uma base compacta e resistente, particularmente em áreas onde a disponibilidade de outros materiais é restrita. A seleção desses materiais para pavimentação leva em consideração não apenas a sua disponibilidade local, mas também as condições climáticas e a demanda de tráfego.

Portanto, no trecho em questão, GO-020, haverá necessidade de materiais de ocorrências para a substituição atual do subleito para a fundação do bueiro, uma vez que os ensaios apresentados não são satisfatórios quanto as diretrizes para estudo de reconstrução e/ou restauração.

A seguir, são apresentados os locais de ocorrências, neste caso, caixa de empréstimo de cascalho/saibro, proveniente de propriedade particular próximo a obra (6,51 km), conforme representada na Figura 3.6-1 a seguir.

Figura 3.6-1 – DMT CASCALHO – TRECHO – GO-020



ETEL, 2025.

3.6.1 Realização de ensaios laboratoriais

Os ensaios rotineiros realizados para a caracterização física e mecânicas das amostras coletadas foram conforme as orientações descritas na Instrução de Projeto IP-07-2023/001 e DNER, sendo eles:

- Camadas granulares e subleito:
 - Granulometria por peneiramento (DNER-ME 080);
 - Limite de liquidez (DNER-ME 122);
 - Índice de plasticidade (DNER-ME 082);
 - Compactação Proctor (intermediário e modificado – DNER-ME 129), e;
 - Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME 049).

Para os materiais das camadas granulares, deverão atender as condições mínimas de $ISC \geq 80\%$ e expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez $\leq 25\%$ e índice de plasticidade $\leq 6\%$.

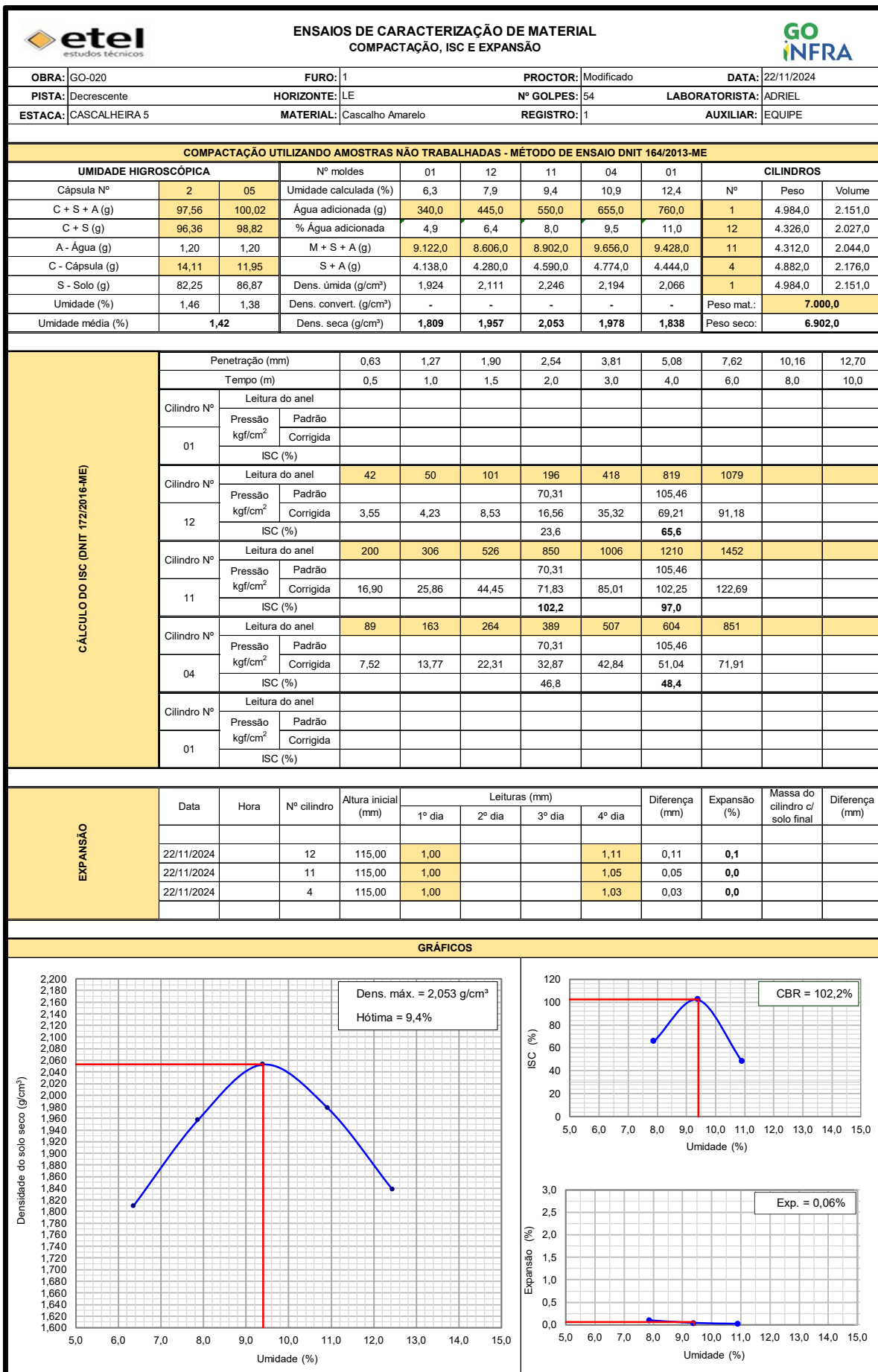
A seguir no Quadro 3.6.1-1 é apresentado o resumo dos ensaios de caracterização física e mecânica realizados para duas energias de compactação (intermediária e modificada), bem como na sequência é apresentada as fichas de ensaios efetuados.

Quadro 3.6.1-1 – Resumo dos ensaios de caracterização - Cascalho

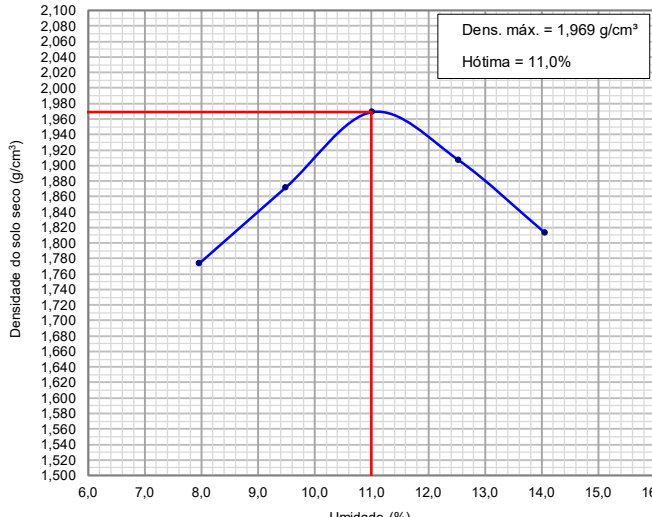
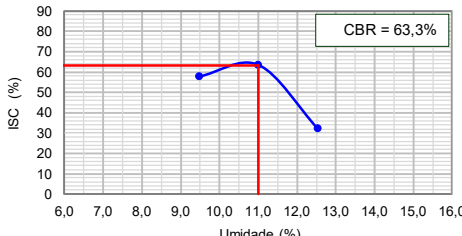
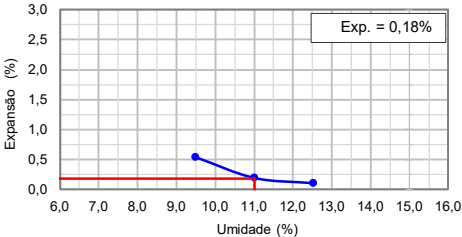
QUADRO RESUMO DE ENSAIOS																
IDENTIFICAÇÃO DAS COLETAS			ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO													
			Compactação / ISC				Índices Físicos			Granulometria (%) total passando (mm) - ASTM						
Registro	Energia Compactação	Material	Proctor				Classificação HRB	IP (%)	IG (%)	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10
			g.máx. (g/cm³)	hot. (%)	CBR (%)	Exp. (%)				50,80 mm	38,10 mm	25,40 mm	19,00 mm	9,52 mm	4,76 mm	2,00 mm
REG 0001	Modificado	Cascalho Amarelo	2,053	9,4	102,2	0,06	A-2-4	0,0%	0	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	73,8%	29,6%	19,03%
REG 0002	Intermediário	Cascalho Amarelo	1,969	11	63,3	0,18	A-2-4	0,0%	0	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	55,4%	29,6%	20,65%

ETEL, 2025.





etel estudos técnicos		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUEDEZ				GO INFRA	
OBRA:	GO-020	HORIZONTE:		LE			
ESTACA:	CASCALHEIRA 5	MATERIAL:		Cascalho Amarelo			
PISTA:	Decrescente	DATA:		22/11/2024			
		LABORATORISTA:		ADRIEL			
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (DNER-ME 080/94)							
UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº	02	05	Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
(a) Solo úmido + tara (gf)	97,56	100,02	Nº	mm	Retido	Passando	
(b) Solo seco + tara (gf)	96,36	98,82	2"	50,8	0,00	1.972,0	100,0%
(c) Tara da cápsula (gf)	14,11	11,95	1 1/2"	38,1	0,00	1.972,0	100,0%
(d) Água (a-b) (gf)	1,20	1,20	1"	25,4	0,00	1.972,0	100,0%
(e) Solo seco (b-c) (gf)	82,25	86,87	3/4"	19,1	0,00	1.972,0	100,0%
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	1,46	1,38	3/8"	9,5	516,60	1.455,4	73,8%
Umidade média (%)	1,42		4	4,8	872,50	582,9	29,6%
			10	2,0	207,70	375,2	19,0%
AMOSTRA TOTAL SECA:			1.972,0		PENEIRAMENTO FINO		
			Recipiente Nº:		2		200,00
(a) Amostra total úmida (gf)	2.000,00		Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante
(b) Solo seco retido #10 (gf)	1.574,44		Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	403,2		10	2,000	0,00	197,20	100,0%
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	397,6		40	0,420	39,06	158,14	80,2%
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.972,0		200	0,075	65,20	92,94	47,1%
ENSAIOS FÍSICOS							
ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUEDEZ DNER-ME 122-94				LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 082-94		
Cápsula Nº							
Cápsula + solo úmido (gf)	NL				NP		
Cápsula + solo seco (gf)							
Peso da cápsula (gf)							
Peso da água (gf)							
Peso do solo seco (gf)							
Porcentagem de água (%)							
Nº de golpes							
GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUEDEZ							
RESUMO DOS ENSAIOS							
Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200			
70,44%	10,53%	3,77%	6,29%	8,97%			
LL	LP	IP	IG	Classificação HRB			
0,0%	0,0%	0,0%	0	A-2-4			

 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO 													
OBRA: GO-020			FURO: 1			PROCTOR: Intermediária			DATA: 26/11/2024				
PISTA: Decrescente			HORIZONTE: LE			Nº GOLPES: 26			LABORATORISTA: ADRIEL				
ESTACA: CASCALHEIRA 5			MATERIAL: Cascalho Amarelo			REGISTRO: 2			AUXILIAR: EQUIPE				
COMPACTAÇÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - MÉTODO DE ENSAIO DNIT 164/2013-ME													
UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		01	06	07	08	01	CILINDROS			
Cápsula Nº	7	14	Umidade calculada (%)		8,0	9,5	11,0	12,5	14,1	Nº	Peso	Volume	
C + S + A (g)	64,23	70,28	Água adicionada (g)		434,0	539,0	644,0	749,0	854,0	1	4.984,0	2.151,0	
C + S (g)	63,51	69,29	% Água adicionada		6,3	7,8	9,4	10,9	12,4	6	4.824,0	2.211,0	
A - Água (g)	0,72	0,99	M + S + A (g)		9.102,0	9.354,0	9.562,0	8.680,0	9.432,0	7	4.848,0	2.157,0	
C - Cápsula (g)	16,21	14,04	S + A (g)		4.118,0	4.530,0	4.714,0	4.356,0	4.448,0	8	4.324,0	2.030,0	
S - Solo (g)	47,30	55,25	Dens. úmida (g/cm³)		1,914	2,049	2,185	2,146	2,068	1	4.984,0	2.151,0	
Umidade (%)	1,52	1,79	Dens. convert. (g/cm³)		-	-	-	-	-	Peso mat.:	7.000,0		
Umidade média (%)	1,66		Dens. seca (g/cm³)		1,773	1,871	1,969	1,907	1,813	Peso seco:	6.885,9		
CÁLCULO DO ISC (DNIT 172/2016-ME)	Penetração (mm)		0,63		1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70	
	Tempo (m)		0,5		1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	
	Cilindro Nº	Leitura do anel											
		Pressão kgf/cm²	Padrão										
			Corrigida										
		ISC (%)											
	Cilindro Nº	Leitura do anel		63		140	330	420	616	720	826		
		Pressão kgf/cm²	Padrão					70,31		105,46			
			Corrigida		5,32		11,83	27,89	35,49	52,05	60,84	69,80	
		ISC (%)						50,5		57,7			
	Cilindro Nº	Leitura do anel		80		220	318	486	624	790	912		
		Pressão kgf/cm²	Padrão					70,31		105,46			
			Corrigida		6,76		18,59	26,87	41,07	52,73	66,76	77,06	
		ISC (%)						58,4		63,3			
	Cilindro Nº	Leitura do anel		49		100	136	195	268	398	554		
		Pressão kgf/cm²	Padrão					70,31		105,46			
			Corrigida		4,14		8,45	11,49	16,48	22,65	33,63	46,81	
		ISC (%)						23,4		31,9			
	Cilindro Nº	Leitura do anel											
		Pressão kgf/cm²	Padrão										
			Corrigida										
		ISC (%)											
EXPANSÃO	Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)	
					1º dia	2º dia	3º dia	4º dia					
	26/11/2024		6	115,00	1,00				1,62	0,62	0,5		
	26/11/2024		7	115,00	1,00				1,22	0,22	0,2		
	26/11/2024		8	115,00	1,00				1,12	0,12	0,1		
GRÁFICOS													
													
													

etel estudos técnicos		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUEDEZ				GO INFRA		
OBRA:	GO-020	HORIZONTE:		LE				
ESTACA:	CASCALHEIRA 5	MATERIAL:		Cascalho Amarelo				
PISTA:	Decrescente	DATA:		26/11/2024				
		LABORATORISTA:		ADRIEL				
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (DNER-ME 080/94)								
UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRAMENTO GROSSO					
Cápsula Nº	07	14	Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total	
(a) Solo úmido + tara (gf)	64,23	70,28	Nº	mm	Retido	Passando		
(b) Solo seco + tara (gf)	63,51	69,29	2"	50,8	0,00	1.967,4	100,0%	
(c) Tara da cápsula (gf)	16,21	14,04	1 1/2"	38,1	0,00	1.967,4	100,0%	
(d) Água (a-b) (gf)	0,72	0,99	1"	25,4	0,00	1.967,4	100,0%	
(e) Solo seco (b-c) (gf)	47,30	55,25	3/4"	19,1	0,00	1.967,4	100,0%	
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	1,52	1,79	3/8"	9,5	877,70	1.089,7	55,4%	
Umidade média (%)	1,66		4	4,8	507,80	581,9	29,6%	
			10	2,0	175,70	406,2	20,6%	
AMOSTRA TOTAL SECA:			1.967,4		PENEIRAMENTO FINO			
			Recipiente Nº:		2		200,00	
(a) Amostra total úmida (gf)	2.000,00		Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	1.535,75		Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	438,8		10	2,000	0,00	196,74	100,0%	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	431,6		40	0,420	28,87	167,87	85,3%	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.967,4		200	0,075	79,18	88,69	45,1%	
							9,3%	
ENSAIOS FÍSICOS								
ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUEDEZ DNER-ME 122-94				LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 082-94			
Cápsula Nº								
Cápsula + solo úmido (gf)	NL				NP			
Cápsula + solo seco (gf)								
Peso da cápsula (gf)								
Peso da água (gf)								
Peso do solo seco (gf)								
Porcentagem de água (%)								
Nº de golpes								
GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUEDEZ								
RESUMO DOS ENSAIOS								
Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200				
70,42%	8,93%	3,03%	8,31%	9,31%				
LL	LP	IP	IG	Classificação HRB				
0,0%	0,0%	0,0%	0	A-2-4				

3.7 Estudo Corpo de Aterro em Fundação de Solos Moles

Os projetos de aterros sobre solos moles possuem diferentes concepções para soluções dos problemas geotécnicos provenientes da baixa resistência ao cisalhamento e à elevada compressibilidade do solo de fundação. A construção de um aterro sobre solos moles deve apresentar segurança adequada quanto à possibilidade de ruptura do solo de fundação e deve apresentar deslocamentos totais ou diferenciais compatíveis com o tipo de obra tanto durante quanto após sua construção. A eficácia de uma previsão está aliada aos métodos de análise utilizados e a determinação adequada dos parâmetros geotécnicos do solo a utilizar nessa análise.

Neste estudo, visa identificar as premissas para a elaboração do projeto de um aterro sobre solo mole no trecho da GO-020 no km 227+000 ao km 228+100. Sabe-se que boa parte da região é ocupada por argilas moles, incluindo o local onde será construído o aterro em estudo. Tal região encontra-se em franco desenvolvimento demandando de estudos geotécnicos para a tomada de decisão quanto à técnica de aterro a ser adotada.

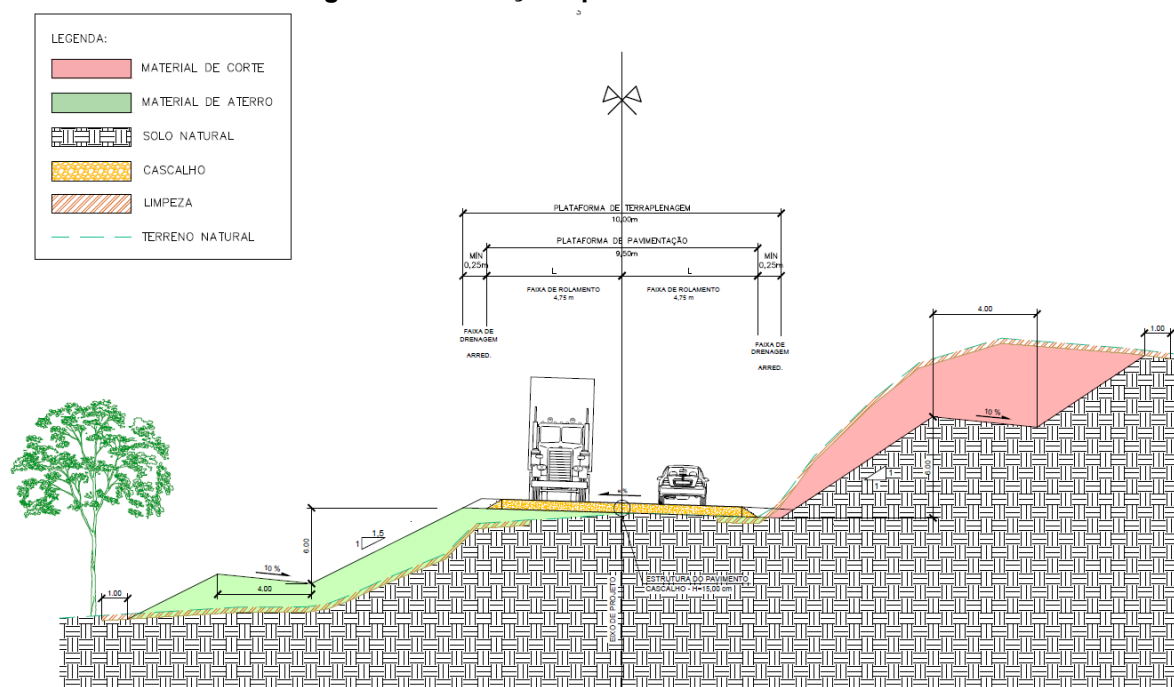
A obra em estudo consiste na execução de um aterro entre as estacas 8+00 a 28+00, com seções que chegam aproximados 16 metros de altura com relação ao eixo projetado e em relação ao nível do terreno existente. Para o aterro em estudo propôs-se como premissas as análises pertinentes quanto a estabilidade do aterro. São destacadas para estudos futuros e/ou na etapa construtiva, a realização das análises de compressibilidade e estabilidade do aterro para cada etapa de elevação do corpo de aterro. Para tal serão utilizados os resultados dos ensaios geotécnicos disponíveis no relatório de projeto para a referida área.

Assim para a construção de aterros assentes sobre terreno de fundação de baixa capacidade de carga, o projeto deverá prever a solução e controle a ser seguido. No caso da consolidação por adensamento da camada mole, será exigido o controle de medição de recalques e, quando prevista, a observação da variação das pressões neutras. O preparo da fundação, onde o emprego de equipamento convencional de terraplanagem não for possível, ou que as características da fundação exijam soluções específicas, terão obrigatoriamente projetos detalhados.

3.7.1 Contextualização do corpo de aterro

O corpo de aterro proveniente das análises e do projeto de terraplanagem, resultou no volume de 81.928,000 de material de solo homogêneo ao longo do trecho, compreendidos entre as estacas 0 e 55 e cujo estudo está aprofundado no Estudo e Projeto de Terraplanagem. Na Figura 3.7-1 é representando a seção tipo utilizada para a realização dos cálculos dos volumes de terraplanagem.

Figura 3.7-1 – Seção tipo Corte e Aterro GO-020.



ETEL, 2025.

3.7.2 Premissas de ensaios geotécnicos e análises

A obra em estudo é caracterizada predominantemente por execução de aterros ao longo do trecho, com espessuras variadas de acordo com as seções da terraplanagem. O aterro deverá ser construído por etapas conforme detalhamentos do projeto de terraplanagem.

Diante das alterações de traçado com revisão do Estudo Geométrico, para a execução deste aterro, o solo de fundação, deverá ser realizados ensaios de campo (sondagem, palheta, piezocone) e de laboratório (oedométrico) e em casos de ausência de ensaios especiais de geotécnica, deverá ser adotadas correlações para determinações dos parâmetros necessários para o dimensionando e avaliação da estabilidade da estrutura a ser executada por meio do *software* GeoStudio.

A partir das premissas e dos parâmetros obtidos, será necessário ainda, a realização da formulação geométrica do comportamento geomecânico, bem como a definição dos parâmetros da camada compressível por meio de sondagens SPT, bem como as determinações correlacionadas de índices de vazios inicial, índice de compressão e índice de recompressão.

No que se refere as análises do projeto, haverá necessidade do estudo da concepção geral quanto a compressibilidade para o período de projeto, definição dos recalques primários e posterior a análise de estabilidade.

3.7.3 Estudo de material de ocorrência para corpo de aterro.

O estudo de ocorrência de material para fornecimento de solo para a execução dos aterros sobre solo mole, será de suma importância que o material tenha no mínimo 8% de CBR para a compactação das camadas iniciais, bem como para as camadas finais de terraplanagem e ainda para a substituição da fundação de solos moles. Neste sentido, a indicação da jazida mais próxima da obra está localizada com aproximadamente 7 km conforme a Figura 3.7-2.

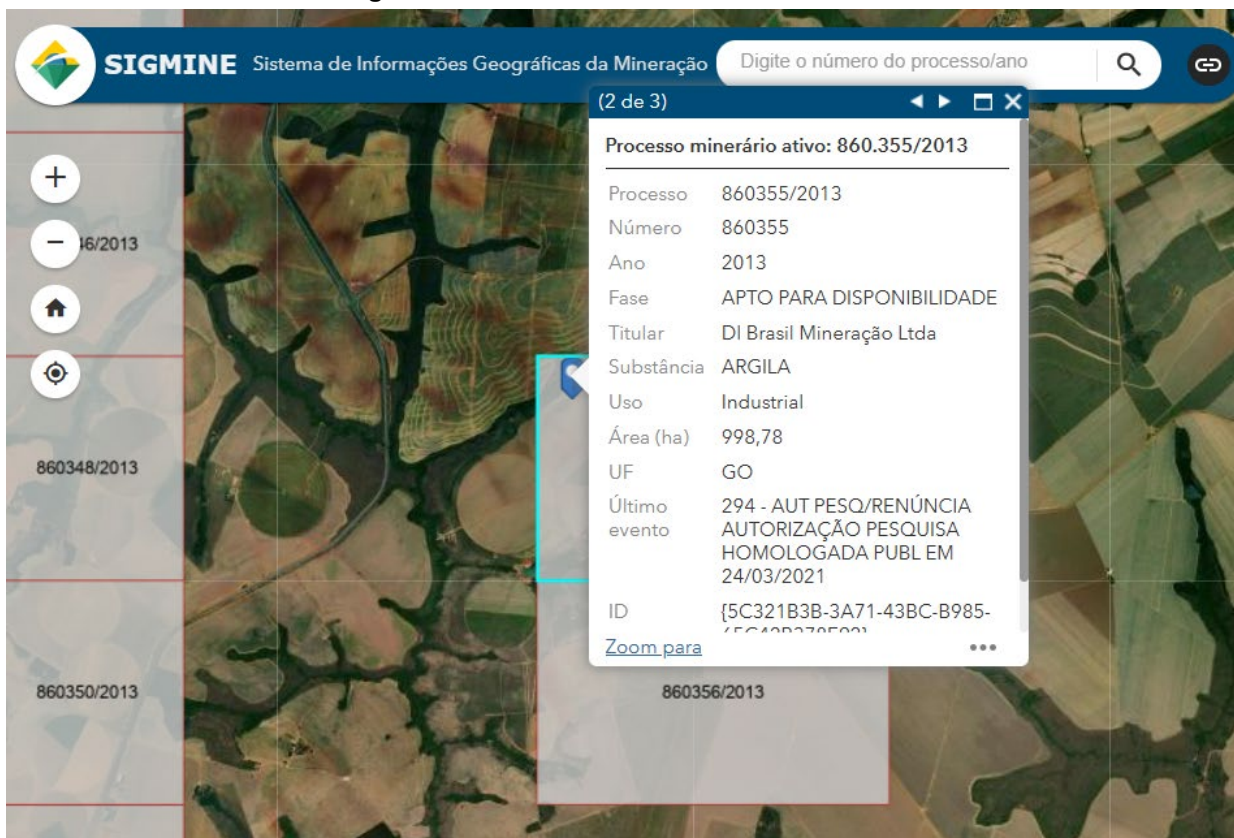
Figura 3.7-2 – Localização da jazida de solos.



ETEL, 2025.

A jazida é caracterizada por Argila e está apto para disponibilidade de exploração, sob processo de nº 860355/2013 com titular DI Brasil Mineração LTDA com uma área de 998,78 hectares conforme apresentada na Figura 3.7-3.

Figura 3.7-3 – Processo Minerário GO-020.



ETEL, 2025.

Devido as alterações do traçado geométrico, a jazida mais próxima da obra indicada necessita de ensaios de caracterização, a fim de obter suas propriedades para a execução dos aterros. A caracterização deverá ocorrer por meio de furos de sondagem a trado alternados, espaçados a 30 metros contemplado uma malha retangular de 300 x 150 metros.

Assim, para a continuidade dos estudos de terraplanagem, drenagem e orçamento, foram adotados os valores de caracterização física e mecânica da amostra de sola da coleta do subleito para a execução do bueiro. Ficando pendente a caracterização da jazida para a execução dos aterros sobre solo mole ou de baixa capacidade devido à mudança do traçado.

4. ESTUDO TOPOGRÁFICO

4. ESTUDO TOPOGRÁFICO

4.1 Metodologia

A implantação do bueiro na rodovia GO-020, localizado na SRE 020EGO0100, na regional 20, definido desde o entroncamento com a BR-050 o final Div. GO/MG. Esta rede estabelece suporte geodésico e topográfico destinada a sistematizar e quantificar todos os levantamentos topográficos realizados, permitindo o dimensionamento necessário para a substituição do bueiro triplo de concreto tubular e a implantação de um bueiro celular simples de concreto no local, para escoamento do ribeirão Ponte Alta, eliminando a interferência deste na rodovia.

O levantamento dos pontos de apoio foi conduzido por meio de técnicas de posicionamento global via GNSS, visando a obtenção de coordenadas tridimensionais precisas para cada ponto, referenciadas à projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e ao Datum SIRGAS2000, Fuso 23, Meridiano Central 45°W, assegurando a exatidão milimétrica necessária para o projeto.

A ocupação dos pontos foi realizada utilizando rastreadores GNSS RTK da marca **SATLAB**, modelo de receptor **TR7** e coletora de dados **SHC55** da mesma marca, com posicionamento estratégico de cada dispositivo. O levantamento topográfico planialtimétrico contemplou integralmente as imediações, utilizando cadastro georreferenciado para mapear as feições dentro do perímetro da GO-020.

Os serviços foram iniciados com a coleta de informações junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), visando à verificação da presença de Marcos de Apoio Fundamental e Referências de Nível (RN) com coordenadas do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) na área de estudo. Não havendo, optou-se por utilizar o processamento PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) com efemérides precisas, a fim de assegurar maior confiabilidade nos trabalhos. Assim, o marco que serviu de base foi implantado em conformidade com o PPP, servindo como referência para o todo o levantamento.

Após a realização de visita técnica e a análise dos locais adequados para a implantação deste marco, foi conduzido o rastreamento por. Posteriormente, os dados foram processados em software específico (MAGNET Tools) para a obtenção das coordenadas ajustadas de cada marco.

As altitudes geométricas dos marcos foram obtidas por meio de transporte altimétrico, utilizando receptores de sinais GNSS (Global Navigation Satellite Systems) e pós-processamento dos dados. As altitudes normais (altitudes físicas) foram calculadas com base no modelo de conversão de altitudes (hgeoHNOR2020), convertendo então as altitudes elipsoidais (altitudes geométricas) provenientes do levantamento GNSS e ajustadas com o

fator de correção específico para cada coordenada, estabelecendo o eixo do projeto em conformidade com o Datum Vertical do Sistema Geodésico Brasileiro.

A partir do eixo central da rodovia previamente definido, foi estabelecido um cadastro de uma faixa de 20 metros de largura para cada lado do eixo, com seções espaçadas a cada 20 metros. Durante o levantamento, foram registrados detalhes como a localização do eixo existente, largura da faixa de rolamento, tubulações existentes, taludes, valas e cobertura vegetal, proporcionando uma representação do relevo e das condições da rodovia em análise.

4.1.1 Equipamentos e Softwares utilizados

Os levantamentos foram executados empregando-se o GNSS RTK modelo *SATLAB TR7 e coletora de dados SATLAB SHC55*, os quais foram utilizados no módulo de posicionamento relativo estático e RTK. Os GNSS RTK, receptor e antena integrados, dupla frequência (L1/L2), como apresentado na imagem.

Figura 4.1-1 - GPS SATLAB



ETEL, 2025

Figura 4.1-2 - Local levantamento



ETEL, 2025

Segundo especificações fornecidas pelo fabricante os equipamentos apresentam as

seguintes precisões:

Tabela 4.1-1 – Desempenho GNSS

Desempenho GNSS	
Canais	800+
GPS	L1/ L2 / L5
GLONASS	L1, L2
Galileo	E1 / E5A / E5B
QZSS	L1 / L2 / L5
BDS	B1 / B2 / B3
SBAS	L1

ETEL, 2025

Tabela 4.1-2 – Precisões GNSS

Precisões GNSS	
Cinemático em tempo real	Horizontal: 8mm + 1ppm RMS
	Vertical: 15mm + 1ppm RMS
	Tempo inicialização: <10s
	Confiabilidade: >99.9%
Pós-processamento Cinemático	Horizontal: 8mm + 1ppm RMS
	Vertical: 15mm + 1ppm RMS
Estático/Estático Rápido	Horizontal: 2.5mm + 0,5ppm RMS
	Vertical: 5mm + 0.5ppm RMS
Estático de alta precisão	Horizontal: 2.5mm + 0,1ppm RMS
	Vertical: 3,5mm + 0,4ppm RMS
Diferencial de código	Horizontal: 0,25mm + 1ppm RMS
	Vertical: 0,5mm + 1ppm RMS

ETEL, 2025

Para levantamentos usando a técnica de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), onde considera as observações coletadas individualmente de um equipamento, além das informações dos satélites (efemérides) em um determinado instante ou época (IBGE, 2023). Segue a tabela abaixo com as estimativas de precisões.

Tabela 4.1-3 – Estimativa da Precisão para Posicionamento por Ponto Preciso - PPP

Tempo de observação	Precisão L1			Precisão L3 (L1 & L2)		
	Latitude	Longitude	Altitude	Latitude	Longitude	Altitude
1 h	9 cm	21 cm	20 cm	12 mm	37 mm	33 mm
2 h	4 cm	11 cm	11 cm	7 mm	18 mm	21 mm
4 h	3 cm	7 cm	8 cm	4 mm	10 mm	13 mm
6 h	2 cm	6 cm	6 cm	3 mm	8 mm	11 mm

IBGE, 2023.

Segundo IBGE (2023), as precisões aproximadas do posicionamento relativo com GNSS, em função do tipo de equipamento utilizado, tempo de rastreamento das observações, e comprimento das linhas de base, podem ser verificadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 4.1-4- Precisão de Posicionamento Relativo em função do tempo de observação

Linha de Base	Tempo de Observação	Equipamento Utilizado	Precisão
00 – 05 km	05 – 10 minutos	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
05 – 10 km	10 – 15 minutos	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
10 – 20 km	10 – 30 minutos	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
20 – 50 km	02 – 03 horas	L1/L2	5 mm + 1 ppm
50 – 100 km	Mínimo 03 horas	L1/L2	5 mm + 1 ppm
> 100 km	Mínimo 04 horas	L1/L2	5 mm + 1 ppm

IBGE, 2024.

Os softwares utilizados para os serviços topográficos são:

- MAGNET Tools;
- SatLab SatSurv;
- AutoCad 2024;
- Sistema Topográfico Posição.

4.1.2 Certificado dos equipamentos utilizados



Laboratório de calibração da Embratop Geo-tecnologias Ltda.

Av. Dr. Hugo Beolchi, 445 - 13º andar - São Paulo / SP - Cep 04310-030 - São Paulo - SP

CERTIFICADO DE FUNCIONAMENTO

Cliente: CLEITON APARECIDO DOS SANTOS TASSI 30017436893
Endereço: RUA A 3, INHUMAS-GO
Data de Inspeção: 17/10/2024

1. Identificação do(s) equipamento(s) calibrado(s):

Instrumento: RECEPTOR GNSS SATLAB

Identificação: Não Aplicável

Controle Locação: Não Aplicável

Modelo: GNSS SATLAB TR7

Número(s) de Serie(s):

TN14668356	TN14668437
------------	------------

Precisão RTK horizontal:

8 mm + 1 ppm

Precisão RTK vertical:

11 mm + 1 ppm

Precisão pós processado horizontal:

2.5 mm + 0.5 ppm

Precisão pós processado vertical:

5 mm + 0.5 ppm

2. Objetivo da calibração:

Comprovar o funcionamento do(s) equipamento(s) com base nos procedimentos do fabricante.

3. Métodos

Testes no sistema de comunicação RTK do Rádio UHF EXTERNO.

Comunicação via Bluetooth integrado e entre portas de comunicações.

Gravação de dados na memória.

Rastreamento dos sinais de todas as constelações GNSS habilitadas.

3. Conclusão

Declaramos para os devidos fins, que os equipamentos especificados neste documento foram testados e se encontram com as especificações técnicas do fabricante.

Gerson R. Lopes

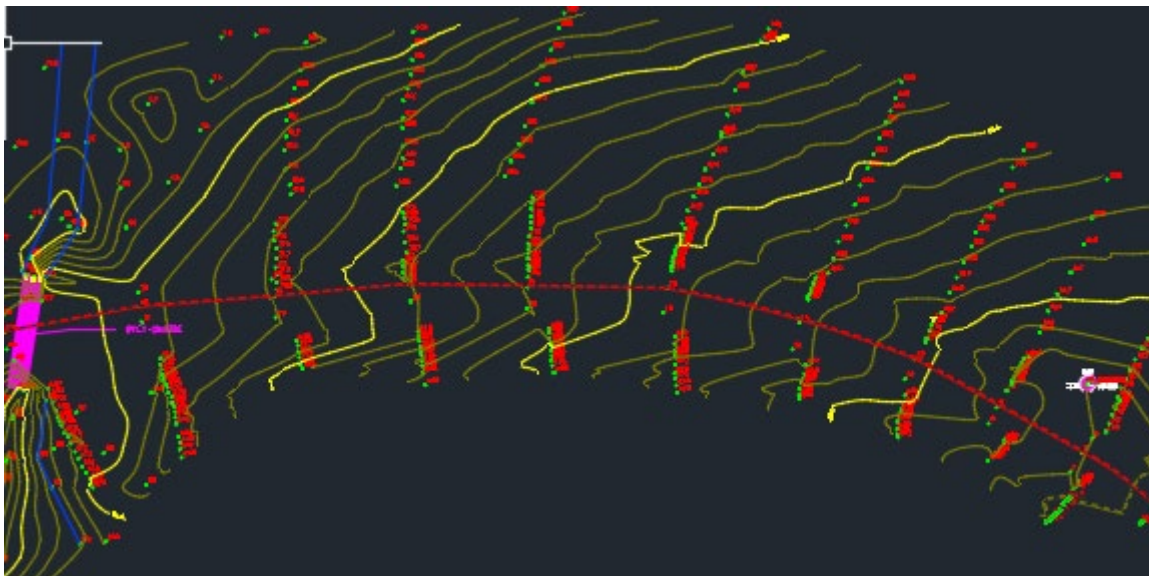
Gerson R. Lopes
 Responsável Técnico
 CREA-SP Nº: 05070376040

Embratop

www.embratop.com.br

Tel: 11 5018-1800

4.2 Materialização dos marcos implantados



4.3 Monografia de marco geodésico

MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO			
MON-2025-01	REDE DE REFERÊNCIA TOPOGRÁFICA CADASTRAL		Cliente: 0000
Número do vértice: Base012	Localidade: Estrada GO-020 Última visita: 12/01/2025 Situação na visita: BOM		
MATERIALIZAÇÃO: Marco de madeira implantado com prego de aço			
Coordenadas Geodésicas Espaciais:			
Sistema de referência terrestre:	SIRGAS2000	Latitude (ϕ):	-17°16'34,2930" $\pm$ 0,001
Elipsoide:	GRS80	Longitude (λ):	-47°45'04,7294" $\pm$ 0,002
Altitude elipsoidal:	PPP IBGE 1s	$h \pm \sigma_h$ (m):	875,330 $\pm$ 0,007
Fator de conversão:	hgeoHNORimbituba	$\eta \pm \sigma_\eta$ (m):	-12,2 $\pm$ 0,07
Altitude Normal:	PPPIBGE 1s/ hgeoHNORimbituba	$H^N \pm \sigma_{H^N}$ (m):	863,13 $\pm$ 0,03
Coordenadas no Sistema UTM:			
Sistema de referência terrestre:	SIRGAS2000	$E \pm \sigma_E$ (m):	207.480,385 $\pm$ 0,002
Fuso:	23	$N \pm \sigma_N$ (m):	8.087.803,836 $\pm$ 0,003
Meridiano Central (°):	-45	Época:	2004,5
CROQUI:		FOTO GERAL:	
			
ITINERÁRIO: Saindo do viaduto da BR-050 com acesso a GO-050 sentido Boqueirão/GO pela rodovia não pavimentada GO-050, distante 1150 metros do mesmo, o marco se encontra do lado esquerdo da estrada.			
OBSERVAÇÕES (*): Coordenadas obtidas por técnica de posicionamento GNSS e Altitude Normal obtida por conversão de altitudes geométricas em altitudes físicas, modelo hgeoHNORimbituba disponibilizado pelo IBGE.			
ELABORAÇÃO: Etel Estudos Técnicos Ltda			
Alfredo Bufen, 285, Edif Santos Andrade Bloco 8 Sala4, Centro			

5. PROJETO GEOMÉTRICO

5. PROJETO GEOMÉTRICO

5.1 Considerações Gerais

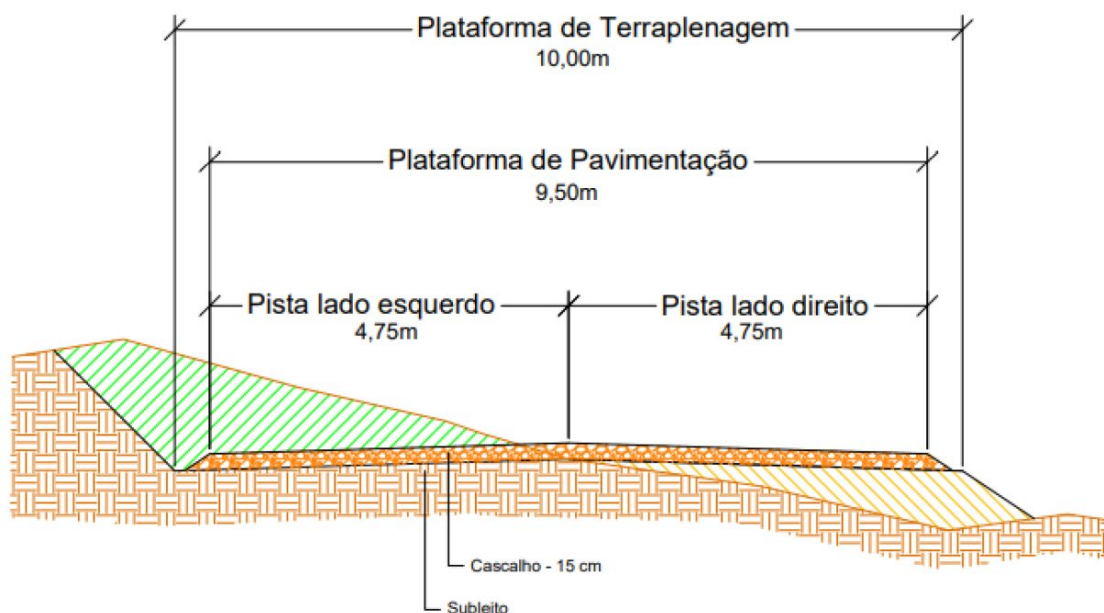
Entende-se por projeto geométrico de uma via, o processo de correlacionar os seus elementos físicos com as características de operação, frenagem, aceleração, condições de segurança, conforto, níveis de serviço, uso do solo e das diretrizes urbanísticas.

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com base nos estudos topográficos e servirá de base para o desenvolvimento dos demais projetos contemplados neste trabalho.

O estudo de traçado é parte integrante do Projeto de Engenharia para Melhoramento Geométrico e revestimento primário no trecho Entrº. BR-050(B) E DIV. GO/MG. O segmento pertinente ao estudo compreende os quilômetros 227+000 ao 228+100m, referente a uma extensão de 1,100 km.

O talude dos cortes foi de V:H = 1:1 e o talude dos aterros foi de V:H=1:1,5. A seção transversal tipo foi definida como sendo a seção acabada do pavimento de 9,50 m, tendo 10,00 m para a plataforma de terraplenagem, como consta na Figura abaixo.

Figura 5.1-1 – Seção Transversal



ETEL, 2025.

Para os trechos de cálculos de superlargura e dimensionamento das curvas foi considerado o veículo de projeto tipo “BTL” (Bitrem Longo de 9 eixos). A adoção destes veículos acarreta o dimensionamento adequado das curvas de bordo das esquinas e

superlargura do segmento principal, de modo que os respectivos veículos desenvolvam manobras na faixa de tráfego sem que haja conflito com os demais trajetos de sentidos opostos e que podem ocorrer concomitantemente, mitigando as possibilidades de ocorrência de acidentes.

5.2 Classificação Funcional

A classificação de rodovias por diferentes critérios tem-se revelado necessária para atender a enfoques e objetivos diversos de naturezas técnica, administrativa e de interesse dos usuários das vias em geral. De acordo com o que preconiza o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, o trecho em estudo, é um segmento de via enquadrado em um sistema arterial primário.

5.3 Classificação Técnica

Como premissa, o traçado deverá ser concebido sob o ponto de vista de elementos de geometria, ou seja, seus elementos de alinhamento horizontal, vertical, superlargura, superelevação entre outros, para velocidade igual a 40 km/h. Diante deste contexto e com base na publicação IPR-706 do DNIT (1999), será adotado para o trecho em questão, a classe “IV-B” de rodovia rural (região ondulada).

Tabela 5.3-1 – Características básicas do projeto geométrico – Rodovias Classe IV

Características	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade diretriz	60km/h	40km/h	30km/h
Distância mínima de visibilidade de parada desejável	85m	45m	30m
absoluta	75m	45m	30m
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	420m	270m	180m
Raio mínimo de curva horizontal ($e = 8\%$ *)	125m	50m	25m
Rampa máxima			
Subclasse A	4%	6%	8%
Subclasse B	6%	8%	10%
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas:			
desejável	18	5	2
absoluto	14	5	2
Valor mínimo de K para curvas verticais côncavas:			
desejável	17	7	4
absoluto	15	7	4
Largura da faixa de rolamento			
Subclasse A	3m	3m	3m
Subclasse B	2,5m	2,5m	2,5m
Largura do acostamento			
Subclasse A	1,3m	1,3m	0,8m
Subclasse B	1m	1m	0,5m

IPR 706/20 - Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais. DNER,1999.

6. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

6. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

6.1 Considerações Gerais

A elaboração do projeto de terraplenagem tem por objetivo determinar a localização e o volume dos maciços de corte e aterro necessários à conformação da plataforma da rodovia. A partir destes dados é feita a distribuição dos volumes escavados e a determinação dos quantitativos de terraplenagem.

No desenvolvimento do projeto, foram considerados os seguintes elementos básicos:

- Orientações contidas na IP_09_2018_002_GOINFRA_Projeto de Terraplenagem;
- Classe da rodovia;
- Estudos topográficos e projeto geométrico;
- Relatórios sobre características geotécnicas do subleito;
- Visitas de inspeção ao trecho.

Com base nos elementos obtidos nos estudos topográficos e nas características técnicas desejadas para a classe da rodovia, foi elaborado o projeto geométrico, onde foram estabelecidas as diretrizes em planta, cotas do greide e a seção transversal da via.

Nos estudos geotécnicos são estudadas as fontes de materiais a serem utilizadas para complementação dos volumes dos maciços. As sondagens do subleito e a inspeção visual indicaram que o material dos cortes apresenta características insuficientes e deverão ser substituídos.

6.2 Definição de Greide

O greide de terraplenagem, representado graficamente nas pranchas do projeto geométrico, no Volume 2 – Projeto de Execução, foi elaborado de maneira a obedecer às normas de projeto geométrico vigentes. Visando à economia na implantação desta rodovia, procurou-se, sempre que possível, aproveitar todos os materiais escavados, restringindo ao mínimo necessário o volume de bota-fora ou empréstimos para a complementação dos volumes.

6.3 Seções Transversais Tipo

As seções transversais se diferem pelas soluções dos taludes em diversas situações definidas em conjunto com o projeto de drenagem, sendo que a declividade transversal da plataforma é a mesma para qualquer alternativa.

- Declividade transversal da plataforma:
 - Segmento em tangente: 3%.
 - Segmento em curva: 3% a 6%.

As características típicas da seção-tipo são apresentadas a seguir:

6.4 Seção Básica

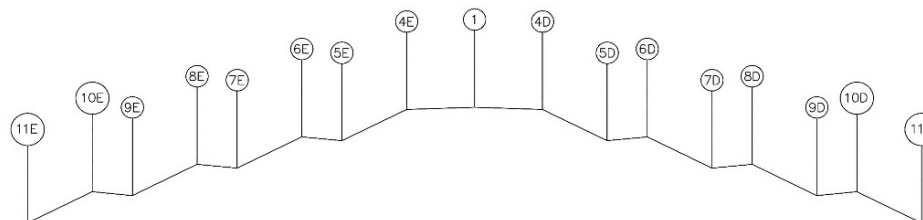
A seção básica é utilizada em locais onde não haja um condicionante de projeto e tem como característica uma plataforma de terraplenagem com largura de 10m. As inclinações dos taludes foram definidas a partir das características do solo da região e são apresentadas a seguir.

Talude de aterro:	1:1,5 (H:V)
Talude de corte:	1:1 (H:V)

6.5 Notas de Serviço

Nota de Serviço Tabela

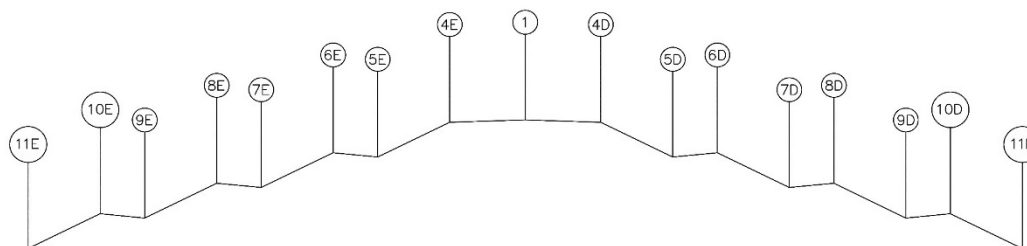
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Esquerdo																		
Estaca	Offset (11E)			Banqueta (9E)			Banqueta (8E)			Banqueta (7E)			Banqueta (6E)			Banqueta (5E)		
	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
0+0,000	-5,207	889,194	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+0,000	-5,007	888,456	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2+0,000	-5,282	887,547	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2+7,269	-5,423	887,280	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3+0,000	-5,086	887,127	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4+0,000	-5,446	886,963	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5+0,000	-5,768	885,408	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6+0,000	-5,799	884,861	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7+0,000	-6,075	884,223	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8+0,000	-6,995	883,227	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9+0,000	-8,505	881,909	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+0,000	-8,571	881,586	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+0,000	-11,051	879,616	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12+0,000	-19,215	876,639	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18,000	877,449	10,00	-14,000	877,049	-66,67
13+0,000	-12,583	877,065	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+0,000	-13,146	875,432	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+0,000	-12,959	874,009	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+17,787	-10,685	874,109	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16+0,000	-10,365	874,146	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17+0,000	-7,450	874,497	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18+0,000	-5,080	874,619	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19+0,000	-6,461	872,101	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20+0,000	-13,794	866,004	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21+0,000	-26,659	859,542	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18,000	865,315	10,00	-14,000	864,915	-66,67
22+0,000	-35,933	855,731	-66,67	-	-	-	-31,000	859,020	10,00	-27,000	858,620	-66,67	-18,000	864,620	10,00	-14,000	864,220	-66,67
23+0,000	-42,700	852,851	10,00	-40,000	852,581	-66,67	-31,000	858,581	10,00	-27,000	858,181	-66,67	-18,000	864,181	10,00	-14,000	863,781	-66,67

Nota de Serviço Tabela

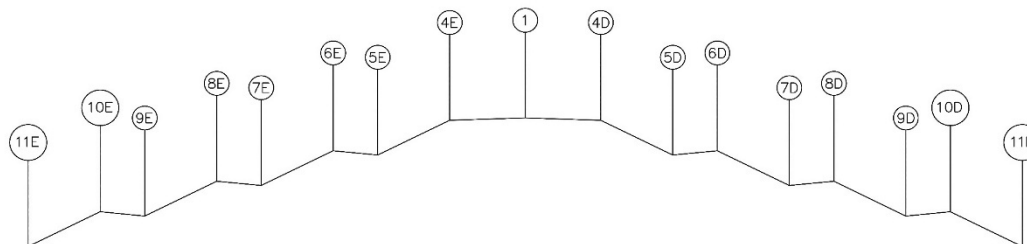
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Esquerdo																		
Estaca	Offset (11E)			Banqueta (9E)			Banqueta (8E)			Banqueta (7E)			Banqueta (6E)			Banqueta (5E)		
	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
24+0,000	-37,063	854,357	-66,67	-	-	-	-31,000	858,399	10,00	-27,000	858,000	-66,67	-18,000	863,999	10,00	-14,000	863,599	-66,67
25+0,000	-25,230	859,253	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18,000	864,073	10,00	-14,000	863,673	-66,67
26+0,000	-20,294	862,874	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18,000	864,403	10,00	-14,000	864,003	-66,67
27+0,000	-11,330	866,370	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28+0,000	-6,850	870,200	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29+0,000	-6,211	873,743	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29+8,306	-6,596	874,575	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30+0,000	-7,102	875,737	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31+0,000	-7,670	877,756	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32+0,000	-8,291	879,861	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33+0,000	-9,256	882,310	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34+0,000	-10,106	884,644	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35+0,000	-9,680	885,702	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36+0,000	-9,285	886,790	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37+0,000	-9,173	888,163	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38+0,000	-9,076	889,549	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39+0,000	-9,491	891,448	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40+0,000	-10,068	893,508	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41+0,000	-7,951	892,875	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42+0,000	-7,387	893,795	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43+0,000	-7,245	895,137	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44+0,000	-7,187	896,562	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45+0,000	-6,621	897,480	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46+0,000	-6,197	898,540	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47+0,000	-5,919	899,746	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48+0,000	-5,869	901,178	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49+0,000	-5,764	902,497	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota de Serviço Tabela

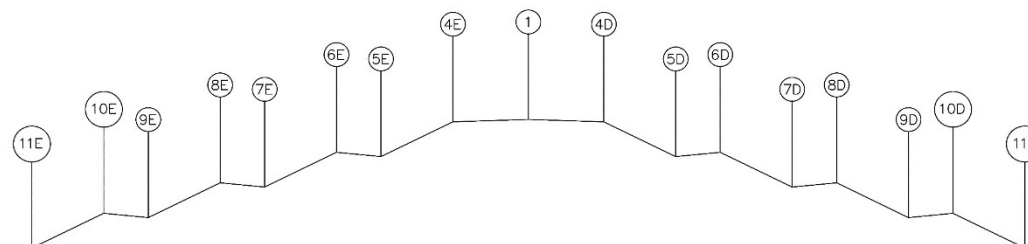
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Esquerdo																		
Estaca	Offset (11E)			Banqueta (9E)			Banqueta (8E)			Banqueta (7E)			Banqueta (6E)			Banqueta (5E)		
	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
50+0,000	-5,516	903,593	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51+0,000	-5,222	904,562	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52+0,000	-5,077	905,598	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53+0,000	-5,045	906,667	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54+0,000	-5,256	907,471	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55+0,000	-5,300	908,380	-66,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota de Serviço Tabela

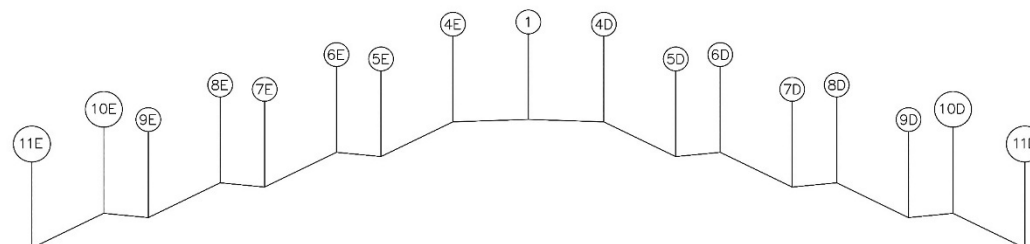
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Esquerdo			Eixo					Lado Direito								
Bordo Terraplenagem Acabada (4E)			Estaca	Cota Projeto (3)	Cota Terraplenagem (1)	Cota Terreno (2)	Cota Vermelha (1-2)	Bordo Terraplenagem Acabada (4D)			Banqueta (5D)			Banqueta (6D)		
Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)						Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
-5,000	889,332	-3,00	0+0,000	889,632	889,482	889,442	0,040	5,000	889,332	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	888,450	-3,00	1+0,000	888,750	888,600	888,633	-0,033	5,000	888,450	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	887,740	-0,98	2+0,000	887,939	887,789	887,784	0,005	5,000	887,639	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	887,572	1,20	2+7,269	887,662	887,512	887,470	0,042	5,000	887,362	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	887,199	3,00	3+0,000	887,199	887,049	886,911	0,138	5,000	886,899	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	886,531	3,00	4+0,000	886,531	886,381	886,127	0,254	5,000	886,231	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	885,934	3,00	5+0,000	885,934	885,784	885,394	0,390	5,000	885,634	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	885,409	3,00	6+0,000	885,409	885,259	884,899	0,360	5,000	885,109	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	884,955	3,00	7+0,000	884,955	884,805	884,338	0,467	5,000	884,655	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	884,572	3,00	8+0,000	884,572	884,422	883,749	0,673	5,000	884,272	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	884,260	3,00	9+0,000	884,260	884,110	883,032	1,078	5,000	883,960	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	883,981	3,00	10+0,000	883,981	883,831	881,676	2,155	5,000	883,681	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	883,665	3,00	11+0,000	883,665	883,515	879,908	3,607	5,000	883,365	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	883,064	3,00	12+0,000	883,064	882,914	878,814	4,100	5,000	882,764	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	882,135	3,00	13+0,000	882,135	881,985	877,521	4,464	5,000	881,835	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	880,878	3,00	14+0,000	880,878	880,728	876,029	4,699	5,000	880,578	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	879,330	3,00	15+0,000	879,330	879,180	874,454	4,726	5,000	879,030	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	877,914	3,00	15+17,787	877,914	877,764	872,672	5,092	5,000	877,614	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	877,738	3,00	16+0,000	877,738	877,588	872,752	4,836	5,000	877,438	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	876,146	3,00	17+0,000	876,146	875,996	873,486	2,510	5,000	875,846	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	874,553	3,00	18+0,000	874,553	874,403	874,315	0,088	5,000	874,253	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	873,089	3,00	19+0,000	873,089	872,939	871,648	1,291	5,000	872,789	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	871,882	3,00	20+0,000	871,882	871,732	865,978	5,754	5,000	871,582	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	870,930	3,00	21+0,000	870,930	870,780	860,097	10,683	5,000	870,630	-3,00	14,750	864,130	-66,67	18,750	864,530	10,00
-5,000	870,235	3,00	22+0,000	870,235	870,085	858,441	11,644	5,000	869,935	-3,00	14,750	863,435	-66,67	18,750	863,835	10,00
-5,000	869,796	3,00	23+0,000	869,796	869,646	855,264	14,382	5,000	869,496	-3,00	14,750	862,996	-66,67	18,750	863,396	10,00

Nota de Serviço Tabela

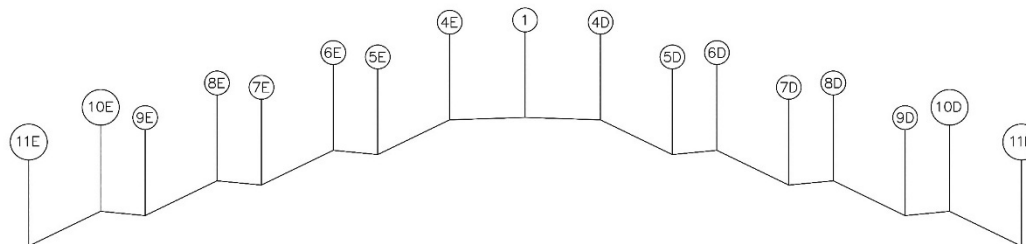
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Esquerdo			Eixo					Lado Direito								
Bordo Terraplenagem Acabada (4E)			Estaca	Cota Projeto (3)	Cota Terraplenagem (1)	Cota Terreno (2)	Cota Vermelha (1-2)	Bordo Terraplenagem Acabada (4D)			Banqueta (5D)			Banqueta (6D)		
Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)						Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
-5,000	869,614	3,00	24+0,000	869,614	869,464	853,524	15,940	5,000	869,314	-3,00	14,750	862,814	-66,67	18,750	863,214	10,00
-5,000	869,688	3,00	25+0,000	869,688	869,538	857,023	12,515	5,000	869,388	-3,00	14,750	862,888	-66,67	18,750	863,288	10,00
-5,000	870,018	3,00	26+0,000	870,018	869,868	861,887	7,981	5,000	869,718	-3,00	14,750	863,218	-66,67	18,750	863,618	10,00
-5,000	870,605	3,00	27+0,000	870,605	870,455	865,934	4,521	5,000	870,305	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	871,448	3,00	28+0,000	871,448	871,298	869,892	1,406	5,000	871,148	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	872,547	3,00	29+0,000	872,547	872,397	873,822	-1,425	5,000	872,247	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	872,989	1,20	29+8,306	873,079	872,929	874,741	-1,812	5,000	872,779	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	873,638	-2,31	30+0,000	873,903	873,753	875,916	-2,163	5,000	873,603	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	875,087	-3,00	31+0,000	875,387	875,237	877,946	-2,709	5,000	875,087	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	876,570	-3,00	32+0,000	876,870	876,720	880,158	-3,438	5,000	876,570	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	878,054	-3,00	33+0,000	878,354	878,204	882,629	-4,425	5,000	878,054	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	879,538	-3,00	34+0,000	879,838	879,688	885,664	-5,976	5,000	879,538	-3,00	11,000	885,538	100,00	15,000	885,138	-10,00
-5,000	881,022	-3,00	35+0,000	881,322	881,172	886,635	-5,463	5,000	881,022	-3,00	11,000	887,022	100,00	15,000	886,622	-10,00
-5,000	882,506	-3,00	36+0,000	882,806	882,656	887,682	-5,026	5,000	882,506	-3,00	11,000	888,505	100,00	15,000	888,105	-10,00
-5,000	883,989	-3,00	37+0,000	884,289	884,139	889,055	-4,916	5,000	883,989	-3,00	11,000	889,989	100,00	15,000	889,589	-10,00
-5,000	885,473	-3,00	38+0,000	885,773	885,623	890,381	-4,758	5,000	885,473	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	886,957	-3,00	39+0,000	887,257	887,107	891,619	-4,512	5,000	886,957	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	888,441	-3,00	40+0,000	888,741	888,591	892,780	-4,189	5,000	888,441	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	889,925	-3,00	41+0,000	890,225	890,075	893,708	-3,633	5,000	889,925	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	891,408	-3,00	42+0,000	891,708	891,558	895,120	-3,562	5,000	891,408	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	892,892	-3,00	43+0,000	893,192	893,042	896,651	-3,609	5,000	892,892	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	894,376	-3,00	44+0,000	894,676	894,526	897,021	-2,495	5,000	894,376	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	895,860	-3,00	45+0,000	896,160	896,010	896,634	-2,624	5,000	895,860	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	897,344	-3,00	46+0,000	897,644	897,494	898,999	-1,505	5,000	897,344	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	898,827	-3,00	47+0,000	899,127	898,977	900,120	-1,143	5,000	898,827	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	900,309	-3,00	48+0,000	900,609	900,459	901,288	-0,829	5,000	900,309	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	901,734	-3,00	49+0,000	902,034	901,884	902,459	-0,575	5,000	901,734	-3,00	-	-	-	-	-	-

Nota de Serviço Tabela

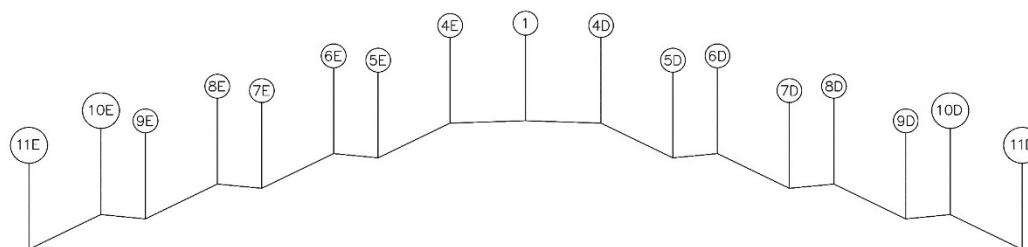
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Esquerdo			Eixo					Lado Direito								
Bordo Terraplenagem Acabada (4E)			Estaca	Cota Projeto (3)	Cota Terraplenagem (1)	Cota Terreno (2)	Cota Vermelha (1-2)	Bordo Terraplenagem Acabada (4D)			Banqueta (5D)			Banqueta (6D)		
Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)						Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
-5,000	903,077	-3,00	50+0,000	903,377	903,227	903,524	-0,297	5,000	903,077	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	904,340	-3,00	51+0,000	904,640	904,490	904,494	-0,004	5,000	904,340	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	905,521	-3,00	52+0,000	905,821	905,671	905,546	0,125	5,000	905,521	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	906,622	-3,00	53+0,000	906,922	906,772	906,589	0,183	5,000	906,622	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	907,641	-3,00	54+0,000	907,941	907,791	907,654	0,137	5,000	907,641	-3,00	-	-	-	-	-	-
-5,000	908,580	-3,00	55+0,000	908,880	908,730	908,627	0,103	5,000	908,580	-3,00	-	-	-	-	-	-

Nota de Serviço Tabela

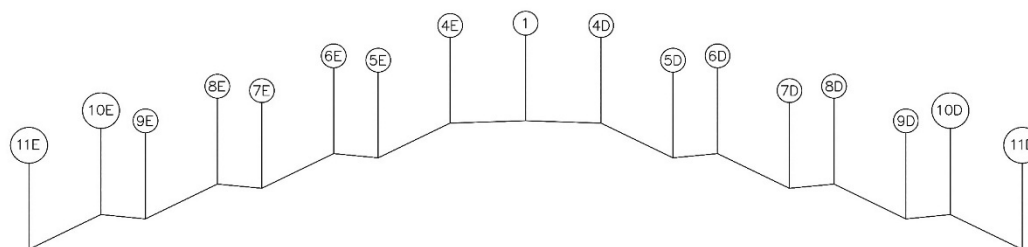
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Direito															
Estaca	Banqueta (7D)			Banqueta (8D)			Banqueta (9D)			Banqueta (10D)			Offset (11D)		
	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
0+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,410	889,742	100,00
1+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,170	888,620	100,00
2+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,160	887,799	100,00
2+7,269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,337	887,699	100,00
3+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,628	887,528	100,00
4+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,634	886,865	100,00
5+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,425	886,059	100,00
6+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,079	885,188	100,00
7+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,438	884,363	-66,67
8+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,536	883,915	-66,67
9+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,704	882,824	-66,67
10+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,953	881,713	-66,67
11+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,797	880,167	-66,67
12+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,846	878,867	-66,67
13+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,702	877,367	-66,67
14+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,273	876,396	-66,67
15+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,284	874,841	-66,67
15+17,787	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,109	872,875	-66,67
16+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,210	872,631	-66,67
17+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,725	872,029	-66,67
18+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,970	873,607	-66,67
19+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,500	871,123	-66,67
20+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,505	865,245	-66,67
21+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,219	861,551	-66,67
22+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,608	860,596	-66,67
23+0,000	-28,500	856,896	-66,67	-32,500	857,296	10,00	42,250	850,796	-66,67	46,250	851,196	10,00	50,983	848,041	-66,67

Nota de Serviço Tabela

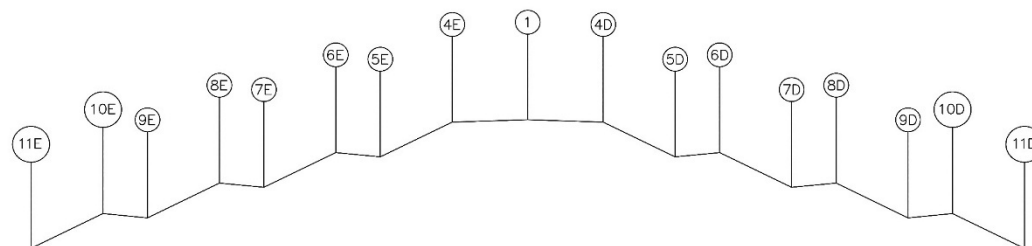
Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Direito															
Estaca	Banqueta (7D)			Banqueta (8D)			Banqueta (9D)			Banqueta (10D)			Offset (11D)		
	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
24+0,000	-28,500	856,714	-66,67	-32,500	857,114	10,00	-	-	-	-	-	-	39,056	852,744	-66,67
25+0,000	-28,500	856,788	-66,67	-32,500	857,188	10,00	-	-	-	-	-	-	34,623	855,772	-66,67
26+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,215	860,642	-66,67
27+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,333	865,416	-66,67
28+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,300	869,614	-66,67
29+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,457	873,704	100,00
29+8,306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,869	874,648	100,00
30+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,386	875,988	100,00
31+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,063	878,149	100,00
32+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,922	880,492	100,00
33+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,963	883,017	100,00
34+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,203	886,341	100,00
35+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,220	887,841	100,00
36+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,052	889,157	100,00
37+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,025	890,614	100,00
38+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,924	891,397	100,00
39+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,490	892,447	100,00
40+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,050	893,491	100,00
41+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,647	894,571	100,00
42+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,530	895,938	100,00
43+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,714	897,606	100,00
44+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,572	899,948	100,00
45+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,909	900,769	100,00
46+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,657	901,000	100,00
47+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,555	902,383	100,00
48+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,240	903,549	100,00
49+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,927	904,660	100,00

Nota de Serviço Tabela

Linha Geral 0+0,000 até 55+0,000



Lado Direito															
Estaca	Banqueta (7D)			Banqueta (8D)			Banqueta (9D)			Banqueta (10D)			Offset (11D)		
	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
50+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,338	905,415	100,00
51+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,646	905,986	100,00
52+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,659	907,179	100,00
53+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,420	908,041	100,00
54+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,606	908,247	100,00
55+0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,250	908,830	100,00

6.6 Determinação de Volumes de Terraplenagem

Os volumes de cortes e aterros necessários à implantação do projeto de terraplenagem foram obtidos através da soma das áreas entre seções contíguas, multiplicando-se este valor pela semi-distância entre elas.

As áreas a escavar ou a aterrar foram determinadas por meio computacional partindo da modelagem digital do terreno existente (terreno natural) e da modelagem gerada para plataforma acabada e de terraplenagem, que são produtos dos alinhamentos.

Os volumes foram determinados considerando-se as seções teóricas de cortes e aterros. A classificação dos materiais a escavar foi efetuada com base nos resultados das sondagens de subleito e na inspeção visual.

Os resultados do cálculo de volumes são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução

6.7 Distribuição dos Volumes de Terraplenagem

A distribuição de volumes foi elaborada priorizando os seguintes aspectos:

- O subleito deverá apresentar características de suporte compatíveis com o ISC de projeto;
- Racionalidade de execução.

As compensações laterais não foram previstas nesta etapa de projeto e serão detalhadas na etapa de projeto executivo.

Os coeficientes de correção de volumes (relação entre o volume escavado e o volume compactado) são obtidos através da relação de massa específica aparente “in situ” e massa específica aparente de laboratório, conforme apresentado a seguir:

$$\bullet \text{ Fator de Homogeneização (FH)} = \frac{1,05 \times D_{sm\acute{a}x(m\acute{e}dia)} }{D_{in situ(m\acute{e}dia)} } = \frac{1,05 \times 1510}{1458,6} = 1,087$$

O quadro de distribuição dos volumes de terraplenagem está apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

6.8 Rebaixamento do subleito

Conforme apresentado nos estudos geotécnicos, o subleito não apresenta características mínimas para suportar a fundação do aterro, logo há a necessidade de substituição desse material. Para todo o trecho, é prevista a troca de solo na espessura de 100 centímetros, sendo assim, será necessária a escavação e reaterro com outra fonte de material para execução das camadas do corpo de aterro.

6.9 Aterros

6.9.1 Corpo de Aterro (Camada inferior)

Para construção das camadas com profundidade superior a 60 cm em relação ao greide de terraplenagem deverão ser utilizados materiais oriundos das escavações de cortes e empréstimos, com índices de suporte e expansões compatíveis com as exigências da geotecnia instrução de serviço. A compactação deve ser executada em espessuras sucessivas de no máximo 20 cm e atingir o mínimo de 100% do ensaio Proctor Normal.

6.9.2 Camada Final de Terraplenagem

As camadas superiores dos aterros, compreendidas entre $h=0$ e $h=60$ cm abaixo do greide de terraplenagem, deverão ser executadas com materiais que satisfaçam as especificações em relação ao índice de suporte de projeto e expansão. A compactação deverá ser em camadas com espessura de 20 cm cada uma, a 100% do ensaio Proctor Intermediário, para atender às condições de suporte de acordo com as especificações da GOINFRA.

6.10 Cortes

Os estudos geotécnicos indicaram um material com características insuficientes para utilização no corpo de aterro, logo este material será descartado.

6.11 Bota-fora

O material proveniente de limpeza e desmatamento do terreno, da remoção de solos inadequados do subleito e material excedente deverá ser depositado em bota-fora que disponha de autorização ambiental.

Estima-se que há uma área disponível para bota fora de 45.000 m² dentro da faixa de domínio, ao lado dos taludes do empreendimento. Obtendo assim uma espessura de aproximadamente 91 cm para atender o volume de bota-fora.

6.12 Especificações de Serviço

Os serviços de terraplenagem deverão ser executados obedecendo às seguintes especificações técnicas, relacionadas adiantes.

- DNIT 104/2009-ES – Terraplenagem - Serviços Preliminares
- DNIT 106/2009-ES – Terraplenagem - Cortes
- DNIT 108/2009-ES – Terraplenagem - Aterros

7. PROJETO DE DRENAGEM

7. PROJETO DE DRENAGEM

7.1 Introdução

O Projeto de drenagem consiste na definição, detalhamento e posicionamento do novo sistema de drenagem a ser implantado, para captação das águas que possam atingir a rodovia, conduzindo-as a situações que assegurem o seu afastamento, garantindo a estabilidade além de minimizar a manutenção e conservação da via.

7.2 Diagnóstico dos dispositivos existentes

A avaliação dos dispositivos existentes foi realizada com base no levantamento topográfico e fotográfico.

O levantamento topográfico identificou a existência de um bueiro de talvegue diretamente interceptado pela implantação do projeto. O dispositivo encontra-se em estado de conservação ruim, sendo recomendado a demolição do dispositivo e novo dispositivo projetado.

7.3 Metodologia

Os trabalhos foram desenvolvidos segundo os manuais, diretrizes e instruções do DNIT e GOINFRA, relacionadas a seguir:

- Publicação IPR-724 – Manual de Drenagem de Rodovias;
- Publicação IPR-726 – IS-203: Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos;
- Publicação IPR-726 – IS-210: Instrução de Serviço para Projeto de Drenagem;
- Publicação IPR-736 – Álbum de Projetos Tipo de Dispositivos de Drenagem;
- IP-03-GOINFRA – Estudos Hidrológicos;
- IP-13-GOINFRA – Projeto de Drenagem.
- Projeto Padrão – Dispositivo de Drenagem – DER-SP;

7.4 Dispositivos a serem utilizados

Para adequar o escoamento superficial da água, utilizaram-se os dispositivos de drenagem superficial apresentados no “Álbum de Projeto-Tipo dos Dispositivos de Drenagem do DNIT – 5ª edição - 2018” atendendo a “EMENDA 2 da Publicação IPR – 736, 5ª edição, 2018” publicada em 04/03/2024.

Verificou-se a necessidade dos seguintes dispositivos de drenagem:

- Sarjeta triangular de grama – STG 125-25;

- Sarjeta trapezoidal de concreto – SZC 60-20;
- Descidas d'água de aterros em degraus – DAD 60-36;
- Entradas para descidas d'água – EDA 07A e EDA 07B;
- Dissipadores de energia aplicáveis a saídas de sarjetas e de bueiros;
- Valetas de proteção de aterro e de corte – VPAC 120-20;
- Bueiros tubulares metálicos;
- Bacia de captação para bueiros enterrados.

7.5 Drenagem superficial

O sistema de drenagem superficial da plataforma compõe-se de um conjunto de dispositivos que visam a interceptar, captar e conduzir os deflúvios afluentes da plataforma da rodovia, conduzindo-os a pontos adequados de lançamento.

Os detalhamentos serão apresentados no Volume de Execução.

7.5.1 Sarjetas de corte

As sarjetas de corte são projetadas para captar as águas que se precipitam sobre a pista e o talude de corte, transferindo-as aos elementos de derivação, ou seja, valetas de proteção de aterro ou caixas coletoras de bueiros, que darão seu destino final.

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulicos das sarjetas foram estabelecidos em função das declividades longitudinais, alturas e velocidades máximas de escoamento. A velocidade máxima admitida em sarjetas foi de 1,80 m/s, que é a velocidade máxima do escoamento da água sobre a grama. A declividade mínima admissível foi de 0,50%.

De modo a manter a segurança da via, a sarjeta adotada é de seção triangular denominada STG 125-25 padrão DNIT. Todas as sarjetas utilizadas são revestidas com grama para garantir sua maior durabilidade, não foi utilizada sarjeta em concreto por se tratar de uma via não pavimentada.

Para as sarjetas triangulares, admite-se lâmina d'água máxima igual à 80% da altura protegida pelo revestimento. O cálculo da descarga de projeto foi feito pela metodologia apresentada no item 3.3.3 – Dimensionamento Hidráulico, do Manual de Drenagem de Rodovias, pela fórmula:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{36 \times 10^4}$$

Onde:

C = Coeficiente de escoamento;

I = Intensidade de precipitação para T.R. 10 anos, em mm/h;

A = Área da contribuição, em ha.

Os dimensionamentos dos dispositivos estão apresentados no item 10.1.3.

7.5.2 Valetas de proteção de corte e de aterro

As valetas de proteção, como o próprio nome expressa, tem a função de proteger o corpo da estrada e são compostas de valetas de proteção de corte, valeta de proteção de aterro. O padrão utilizado é seção trapezoidal com revestimento em grama ou concreto, sempre em função das vazões e velocidades máximas admissíveis.

As valetas devem ser executadas com a declividade adaptada ao terreno natural, porém se deve observar os terrenos de baixa declividade, muito planos, onde as valetas devem ser executadas com declividade mínima de 0,30%, sendo verificadas com auxílio de equipe de topografia, garantindo que não ocorra extravasamento em qualquer ponto da valeta, exceto nas valetas de banquetas que se adaptam ao greide de projeto. Todas as valetas utilizadas são revestidas com concreto para garantir sua maior durabilidade, maior resistência a abrasão e exigir uma manutenção com maior intervalo em relação as valetas revestidas com grama.

A lâmina d'água máxima admitida nas valetas deve garantir uma borda livre mínima de 20% da altura da seção revestida.

7.5.2.1 Valetas de Proteção de Aterro

As valetas de pé de aterro têm a finalidade de interceptar as águas que escoam sobre terrenos adjacentes, impedindo-as de alcançar o pé do aterro.

Conforme detalhado no “Álbum de Projetos Tipos de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 2018”, as valetas de proteção de aterro devem ser executadas paralelamente ao pé do aterro a uma distância de pelo menos 1,00 m.

Projetou-se a vala de pé de aterro revestida em concreto do tipo VPAC 120-30 do álbum tipo do DNIT, 2018. Estes dispositivos atualizados foram publicados na EMENDA 2 da Publicação IPR – 736, 5ª edição, 2018.

As valetas de pé de aterro, que ficam mais confinadas entre o pé de aterro e o talude e aquelas que recebem grandes contribuições de terrenos adjacentes.

7.5.3 Obras de Arte Correntes (bueiros)

O projeto de obras de arte correntes visa a manutenção do sistema existente interceptado pelo traçado da rodovia, de forma que essas transposições não comprometam a integridade da rodovia e não alterem as condições de fluxo naturais nesses pontos.

Os bueiros são dispositivos destinados a conduzir as águas coletadas por dispositivos de drenagem superficial na plataforma da estrada ou de vias urbanas, até um local seguro de deságue. O ponto de início do bueiro se dá quando o dispositivo de drenagem superficial atingir a vazão máxima admissível, ou seja, seu comprimento crítico, ou ainda em pontos que recebem contribuição localizada, proveniente de talude de corte.

A classe do tubo metálico foi especificada no catálogo da ARMCO MP 154, de bueiros metálicos circular.

Os bueiros de greide foram dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente, lâmina d'água máxima (y/D) igual a 0,80.

7.5.3.1 Determinação da capacidade de vazão dos bueiros

Toda a metodologia para dimensionamento dos bueiros seguiu as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT (IPR-726), de 2006, especificamente a Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos/IS-203, conjugado com o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (IPR-715).

De acordo com a IP-03 (GOINFRA, 2018), adotou-se os seguintes valores para o período de recorrência no dimensionamento dos bueiros:

- Bueiros tubulares: 15 (como canal) e 25 anos (como orifício);
- Bueiros celulares: 25 (como canal) e 50 anos (como orifício).

Devido à vazão e dimensão do bueiro a ser utilizado, foi feita a adoção de tempo de recorrência de 25 anos para o bueiro tubular metálico, visando uma maior segurança ao projeto do bueiro implantado.

As diretrizes para a escolha do tempo de recorrência constam na Instrução de Projetos Rodoviários IP-03 - Estudos Hidrológicos elaborado pelo GOINFRA, 2018.

Calculou-se a vazão dos bueiros para os dois períodos de recorrência, dimensionou-se a OAC como canal e verificou-se como orifício.

A altura e velocidade de escoamento dos bueiros e galerias e o dimensionamento das valetas, sarjetas e canais foram determinados utilizando-se a fórmula de Manning associada à da continuidade:

$$Q = A \times V$$

Onde:

Q = Vazão, em m^3/s ;

A = Área, em m^2 ;

V = Velocidade, em m/s .

$$V = \frac{(R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Onde:

V = Velocidade de escoamento, em m/s;

i = Declividade longitudinal, em m/m;

R = Raio hidráulico em m;

η = Coeficiente de rugosidade.

O coeficiente de rugosidade utilizado para dimensionamento dos bueiros seguiu valores conforme a Tabela 7.5-1 e a Tabela 7.5-2.

Tabela 7.5-1 Valores de n para concreto

MATERIAL	TIPOS	n
Concreto	Tubos e Células	0,015

DNIT, 2006.

Tabela 7.5-2 Valores de n para metal

MATERIAL	CORRUGAÇÕES (mm)	n
Metálicos Aço Corrugado	66 x 12,7	0,019
	76 x 25,4	0,021
	152 x 51	0,024
	Bueiros para processo não destrutivo	0,024

DNIT, 2006

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento vegetal ou sem revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto.

Na Tabela 7.5-3 pode-se observar a velocidade máxima admissível para a água em diferentes coberturas superficiais.

Tabela 7.5-3 Velocidade máxima admissível para a água

Cobertura superficial	Velocidade máxima permitida m/s
Gramma comum firmemente implantada	1,50 – 1,80
Tufos de grama com solo exposto	0,60 – 1,20
Argila	0,80 – 1,30
Argila coloidal	1,30 – 1,80
Lodo	0,35 – 0,85
Areia fina	0,30 – 0,40
Areia média	0,35 – 0,45
Cascalho fino	0,50 – 0,80
Silte	0,70 – 1,20
Alvenaria de tijolos	2,50
Concreto de cimento portland	4,50
Aglomerados consistentes	2,00
Revestimento betuminoso	3,00 – 4,00

DNIT, 2006

A definição dos tipos de bueiros projetados segue os seguintes critérios:

- Bueiros metálicos pelo método não destrutivo em casos de implantação e complementação dos bueiros existentes, evitando o interrompimento do tráfego da rodovia.

Foram previstos dispositivos para amortecimento da velocidade na jusante (dissipadores de energia), com a finalidade de evitar processos erosivos em todas as saídas de bueiros, devido ao porte das obras dimensionadas.

A memória de cálculo das quantidades de bueiro, dispositivos de saída e entrada, de escavação e reaterro serão apresentados no item 10.1.1. Os dados complementares como lado de montante e jusante, esconsidade, recobrimento, dispositivos de entrada e dispositivos

de saída estão apresentados no desenho do perfil de bueiro (PD-02).

O Bueiro projetado é um bueiro Metálico tipo MP-152 – 120C com diâmetro de Ø3,05m e espessura de 3,9mm. Este bueiro foi adotado por conta da altura do aterro sobre o mesmo, que chega a 17,59m e o máximo para galerias do álbum do DNIT é de 15 metros. Com isso está sendo previsto a instalação do mesmo com um comprimento de 91 metros e com chanfrado a sua montante e jusante.

8. PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

8. PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

A sinalização provisória se faz necessária quando há continuidade de trânsito no trecho em obra ou nas redondezas, através de elementos como placas, balizadores, cavaletes, cones, tambores, marcadores de alinhamento, barreiras, homem bandeira e, principalmente, iluminação noturna (pisca-alerta). Com aprovação prévia da Fiscalização, a empreiteira deverá utilizar os elementos necessários e adequados a cada situação.

Ressalte-se ainda que a segurança e controle do trânsito em trechos da rodovia em obras são de inteira responsabilidade do empreiteiro contratado para execução dos serviços.

Os serviços de sinalização de obra deverão estar de acordo com:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - CONTRAN Volume VI (Dispositivos Auxiliares);
- Manual Brasileiro de Trânsito – CONTRAN, Volume VII (Sinalização Temporária);
- Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias – DNIT- Publicação IPR-738.

8.1 Características da sinalização de obras

Conforme as soluções de projetos propostas, justifica-se a operação do tipo “pare e siga” e bloqueio de acostamento. Quando a intervenção atinge a via existente, sendo necessário o bloqueio de meia pista com passagem alternada, aplica-se o detalhe tipo 3 para vias rurais, do Manual Brasileiro de Trânsito – CONTRAN, Volume VII (Sinalização Temporária).

Em intervenções somente no acostamento e áreas lindeiras, o bloqueio de acostamento do detalhe tipo 1 para vias rurais do Manual, se faz suficiente.

O detalhamento esquemático e quadro de quantidades relativas por quilômetro de intervenção, estão apresentados no Volume 2 – Projeto Básico de Execução, pranchas SP-01 a SP-03.

8.2 Dispositivos da sinalização de obras

Os sinais visam orientação dos usuários, informando-os sobre as condições de tráfego da rodovia nos locais onde possa existir perigo de acidentes e induzindo-os a cautela.

A sinalização dos trechos em obra deverá utilizar:

- Sinais de Regulamentação Especiais : para informar as restrições e direções a serem tomadas pelo tráfego, velocidade no trecho e áreas proibidas parar e estacionar;

- Sinais de Advertência: empregados para indicar, as distâncias de início de obra, advertir sobre a existência de desvios e avisar a presença de homens controlando ou trabalhando junto a pista.

A sinalização de advertência inclui dispositivos como:

- Barreiras Padrão 'A', tipo I, tipo II e tipo III são cavaletes nos quais estão fixados um, dois ou três painéis. com faixas nas cores laranja e branca, alternadas, inclinadas em ângulo de 45° em relação ao eixo horizontal;
- Cones, utilizados para canalizar ou bloquear o tráfego e terão cores alternadas laranja e branca;
- Canalizador Móvel, dispositivo, igualmente portátil, para canalizar ou bloquear o tráfego, com faixas inclinadas a 45° nas cores laranja e branca e fixado numa base retangular de borracha.
- Sinais de Indicação: para informar a extensão dos segmentos em obra e para indicar o fim e início de um trecho em obras.

Todos os dispositivos descritos deverão ter as suas cores retrorrefletidas e poderão, se necessário, utilizar dispositivos que emitam luz intermitente ou sequencial amarela com uma frequência de 50 a 60 pulsos por minuto.

Os sinais devem ser colocados em posição onde possam transmitir suas mensagens sem que restrinjam as distâncias de visibilidade. Devem ser iluminados ou refletorizados se forem destinados à orientação noturna, neste caso poderão ser utilizadas luzes intermitentes com alimentação própria através de geradores ou baterias.

Os dispositivos de controle de trânsito deverão permanecer nos lugares durante todo o tempo em que forem necessários, e apenas nesse período. Serão retirados ou cobertos todas as vezes que, mesmo temporariamente, deixarem de representar a realidade. É indispensável que o usuário fique certo de que, quando encontrar um sinal com indicação, exista realmente homens e equipamentos na estrada e que os sinais constituam uma séria advertência.

Em hipótese alguma poderá ser justificada a falta de sinalização em trechos danificados, que estejam em obras ou não.

O detalhamento esquemático utilizado para o projeto está apresentado no Volume 2 – Projeto Básico de Execução.

9. CRONOGRAMA E QUANTIDADES

9. CRONOGRAMA E QUANTIDADES

A seguir é apresentado o quadro de quantidades de serviços com cronograma estimativo de tempo de serviço, em meses de execução do trabalho.

QUADRO DE QUANTIDADES					CRONOGRAMA					
ITEM	CÓDIGO SICRO	ITENS DE SERVIÇO	UNID	QUANT.	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6
1		TERRAPLENAGEM								
1.1		Serviços preliminares								
1.1.1	40001	DESMATAMENTO E LIMPEZA - INCLUSO DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 cm	m2	20.753,000	40%	40%	20%			
1.1.2	40003	DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETRO DE 15 A 30 cm	un	30,000	50%	50%				
1.1.3	40004	DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETRO MAIOR QUE 30 cm	un	20,000	50%	50%				
1.1.4	40005	CARGA DE BENTULHOS	m3	41.178,390		10%	30%	30%	20%	10%
1.1.5	40006	TRANSPORTE DE BENTULHOS	m3km	9.071,404		10%	30%	30%	20%	10%
1.1.6	40145	ESPALHAMENTO DE MATERIAL EM BOTA-FORA	m3	41.178,390		10%	30%	30%	20%	10%
1.2		Escavação, carga e transporte de material								
1.2.1	40015	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	36.999,760	10%	30%	30%	20%	10%	
1.2.2	40026	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5.000M)	m3	89.435,912		20%	20%	20%	20%	20%
1.2.3	40027	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 5.001 A 10.000M)	m3	1.110,150		20%	20%	20%	20%	20%
1.3		Aterros								
1.3.1	40105	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO	m3	7.140,250		20%	20%	20%	20%	20%
1.3.2	40101	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m3	75.137,498		20%	20%	20%	20%	20%
2		DRENAGEM								
2.1		Drenagem superficial e OAC								
2.1.1	2003461	Dissipador de energia - DEB 450-551 - areia, brita e pedra de mão comerciais	un	1,000					100%	
2.1.2	2003233	Dissipador de energia - DES 120-360 - areia, brita e pedra de mão comerciais	un	2,000					100%	
2.1.3	2003247	Dissipador de energia - DES 60-180 - areia, brita e pedra de mão comerciais	un	1,000					100%	
2.1.4	2003393	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 60-30 - areia e brita comerciais	m	35,900					50%	50%
2.1.5	41341	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPAC 120-30	m	413,100				20%	30%	50%
2.1.6	41325	SARLETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO - SZC 60-20	m	402,500				20%	30%	50%
2.1.7	41216	SARLETA TRIANGULAR DE GRAMA - STG 125-25	m	944,600				20%	30%	50%
2.1.8	2003147	Entrada para descida d'água - EDA 07 B - areia e brita comerciais	un	2,000					100%	
2.1.9	0605724	Bueiro metálico com chapas múltiplas MP 152 com revestimento em epóxi - D = 3,05 m - brita comercial	m	91,000		35%	35%	30%		
2.1.10	47023	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	m3	1.817,169	20%	50%	30%			
2.1.11	42856	ENROCAMENTO DE PEDRA ARGAMASSADA	m3	43,180				50%	50%	
3		SINALIZAÇÃO DE OBRAS								
3.1		Dispositivos de operação								
3.1.1	5212557	Placa de regulamentação para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel - D = 1,00 m	ud.dia	2.520,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
3.1.2	5212556	Placa para sinalização de obras montada em cavalete metálico - 1,00 x 1,00 m	ud.dia	1.260,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
3.1.3	5212560	Placa de advertência para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, lado 1,00 m	ud.dia	1.620,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
3.1.4	5213850	Operação de sinalização por bandeirola de tecido ou com placa metálica	h	5.760,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
3.1.5	5213385	Barreira de sinalização tipo I de direcionamento ou bloqueio	ud	4,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
3.1.6	5213835	Cone plástico para canalização de trânsito	ud.dia	21.600,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
4		ADMINISTRAÇÃO LOCAL E CANTEIRO								
4.1		Administração local - tipo A1	un	1,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
4.2		Canteiro de obras - tipo A1	un	1,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
4.3		Mobilização e desmobilização	un	1,000	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%

10.ANEXOS

10. ANEXOS

10.1.1 Dimensionamento as bacias e bueiros

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - GO-020																
GO-020 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS													DISPOSITIVO			
RODOVIA/BACIA		LOCAL (EST.)	ÁREA (ha)	L (km)	H (m)	I (‰)	tc / tcr kirsch (min)	C/CN	Vazão (m³/s)			MÉTODO DE CÁLCULO	SITUAÇÃO	TIPO	EXT. (m)	DECLIV. (m/m)
									TR = 15 anos	TR = 25 anos	TR = 50 anos					
GO-020	1,00	12+10,00	4884,00	13,43	60,00	0,42	365,36	51,40	15,35	18,64	23,82	Hidrograma Unitário	PROJETADO	BSTM 3,05	31,00	0,01000

ETEL, 2025

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - GO-020																		
GO-020 - ESTUDOS II		VERIFICAÇÃO COMO CANAL				VERIFICAÇÃO COMO ORIFÍCIO				VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE BUEIRO TUBULAR (MANNING)								
RODOVIA/BACIA		LOCAL (EST.)	DECLIV. CRÍTICA (m/m)	VAZÃO CRÍTICA	REGIME DE ESCOAMENTO	SUFICIÊNCIA	Q projetado	V projetado	Hm-CARGA HIDRÁULICA (m)	SUFICIÊNCIA	A(m²)	P(m)	Rh (m)	n (MANNING)	Q(m³/s)	Yo (m)	V(m/s)	d/D calceado
GO-020	1,00	12+10,00	0,01304	24,31	SUBCRÍTICO	OK	23,33	3,27	0,42	OK	4,9030323	5,6315304	0,8706334	0,024	18,63	1,34	3,80	0,64

ETEL, 2025

10.1.2 Valores de “K” Segundo a Lei de Gumbel

VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
Nº de Eventos	TR TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
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	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	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	3,250	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	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,595	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,966	3,618
34	0,855	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,908	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,294	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501
49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
51	0,818	1,464	1,924	2,083	2,280	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
57	0,810	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,664	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446

ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	CONTRIBUIÇÕES				VAZÃO CALCULADA			SARJETAS E VALETAS – GO-020			VELOCIDADE E LÂMINA CALC.			VELOCIDADE E LÂMINA CALC.									
		E.I.C.	E.F.C.	E.I.P.	E.F.P.	LADO DA PISTA	EXTENSÃO [m]	ÁREA EXTERNA [ha]	C EXTERNO	ÁREA PISTA [ha]	C PISTA	INT. PLUV. i (mm/min)	VAZÃO (m³/s)	SUFICIÊNCIA	DECLIVIDADE [m/m]	TIPO DE SARJETA	VELOCIDADE [m/s]	LÂMINA [m]	MATERIAL	MANNING	VAZÃO MÁXIMA (m³/s)	ÁREA DA SARJETA (m²)	PERÍMETRO [m]	Rh [m]
18 + 13,00	22 + 18,00					LD	96,20	0,22	0,30	0,08	0,70	2,25	0,045	OK	0,2500	VPAC 120-30	2,78	0,026	CONCRETO	n = 0,015	1,961	0,20	1,28	0,1576
19 + 1,00	23 + 7,00					LE	98,00	0,14	0,35	0,08	0,70	2,25	0,038	OK	0,1900	VPAC 120-30	2,42	0,026	CONCRETO	n = 0,015	1,710	0,20	1,28	0,1576
21 + 0,00	24 + 4,00					LD	72,50	0,07	0,70	0,07	0,80	2,25	0,040	OK	0,0244	SZC 60-20	1,54	0,069	CONCRETO	n = 0,015	0,119	0,06	0,65	0,0883
24 + 4,00	26 + 10,00					LD	44,70	0,04	0,70	0,04	0,90	2,25	0,026	OK	0,0150	SZC 60-20	1,16	0,081	CONCRETO	n = 0,015	0,093	0,06	0,65	0,0883
22 + 14,00	24 + 4,00					LD	29,30	0,03	0,70	0,00	0,90	2,25	0,008	OK	0,0244	SZC 60-20	0,97	0,065	CONCRETO	n = 0,015	0,090	0,05	0,73	0,0699
24 + 4,00	25 + 0,00					LD	15,10	0,02	0,70	0,00	0,90	2,25	0,004	OK	0,0150	SZC 60-20	0,69	0,056	CONCRETO	n = 0,015	0,071	0,05	0,73	0,0699
21 + 0,00	24 + 4,00					LE	75,90	0,08	0,70	0,00	0,90	2,25	0,020	OK	0,0244	SZC 60-20	1,21	0,091	CONCRETO	n = 0,015	0,090	0,05	0,73	0,0699
24 + 4,00	26 + 0,00					LE	36,60	0,04	0,70	0,00	0,90	2,25	0,010	OK	0,0150	SZC 60-20	0,85	0,076	CONCRETO	n = 0,015	0,071	0,05	0,73	0,07
22 + 0,00	24 + 4,00					LE	56,50	0,06	0,35	0,00	0,90	2,25	0,007	OK	0,0244	SZC 60-20	0,96	0,064	CONCRETO	n = 0,015	0,090	0,05	0,73	0,07
24 + 4,00	24 + 10,00					LE	6,00	0,01	0,50	0,00	0,90	2,25	0,001	OK	0,0150	SZC 60-20	0,49	0,017	CONCRETO	n = 0,015	0,093	0,06	0,65	0,09
23 + 12,00	28 + 7,00					LD	106,80	0,16	0,30	0,09	0,70	2,25	0,199	OK	0,1755	VPAC 120-30	4,24	0,070	CONCRETO	n = 0,015	1,643	0,20	1,28	0,16
23 + 4,00	28 + 9,00					LD	112,10	0,22	0,30	0,09	0,70	2,25	0,256	OK	0,1750	VPAC 120-30	4,50	0,138	CONCRETO	n = 0,015	1,128	0,17	1,53	0,11
28 + 7,00	50 + 0,00					LE	433,40	0,20	0,70	0,21	0,90	2,25	0,121	OK	0,0742	STG 125-25	1,47	0,181	GRAMA	n = 0,035	0,157	0,10	1,11	0,09
28 + 9,00	53 + 20,00					LD	511,20	0,26	0,50	0,24	0,90	2,25	0,130	OK	0,0742	STG 125-25	1,49	0,186	GRAMA	n = 0,035	0,157	0,10	1,11	0,09
33 + 14,00	37 + 0,00					LD	65,90	0,01	0,35	0,00	0,90	2,25	0,002	OK	0,0742	SZC 60-20	0,88	0,012	CONCRETO	n = 0,015	0,06	0,06	0,65	0,09

103

10.1.4 Quadros de Entrada

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 06							
ENTRADAS E DESCIDAS D'ÁGUA							
ESTACA	LADO	ENTRADA D'ÁGUA	DESCIDA D'ÁGUA			DISSIPADOR DE ENERGIA	
			DAR-02 (Lisa)	DAR-03 (Lisa)	DAD 60-36 (Degrau)		
GO-020							
24	+ 4,00	LE	EDA 07 B			16,10	
24	+ 4,00	LD	EDA 07 B			19,80	
						EDA 07 B	2
			DESCIDA D'ÁGUA			DAD 60-36	35,90

ETEL, 2025

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 07								
SARJETA								
ESTACAS		LADO	EXTENSÃO (m)	TIPO	SAÍDA(S) (m)		DISSIPADOR DE ENERGIA	
Início	Fim				ESTACA(S)	EXTENSÃO		
GO-020								
18 + 13,00	22 + 18,00	LD	96,20	VPAC 120-30	22+18	-	-	
19 + 1,00	23 + 7,00	LE	98,00	VPAC 120-30	23+7	-	DR-16	
21 + 0,00	24 + 4,00	LD	72,50	SZC 60-20	24+4	-	-	
24 + 4,00	26 + 10,00	LD	44,70	SZC 60-20	24+4	-	-	
22 + 14,00	24 + 4,00	LD	29,30	SZC 60-20	24+4	-	-	
24 + 4,00	25 + 0,00	LD	15,10	SZC 60-20	24+4	-	-	
21 + 0,00	24 + 4,00	LE	75,90	SZC 60-20	24+4	-	-	
24 + 4,00	26 + 0,00	LE	36,60	SZC 60-20	24+4	-	-	
22 + 0,00	24 + 4,00	LE	56,50	SZC 60-20	22+0	-	-	
24 + 4,00	24 + 10,00	LE	6,00	SZC 60-20	24+4	-	-	
23 + 12,00	28 + 7,00	LE	106,80	VPAC 120-30	23+12	-	DR-16	
23 + 4,00	28 + 9,00	LD	112,10	VPAC 120-30	23+4	-	-	
28 + 7,00	50 + 0,00	LE	433,40	STG 125-25	28+7	-	-	
28 + 9,00	53 + 20,00	LD	511,20	STG 125-25	28+9	-	-	
33 + 14,00	37 + 0,00	LD	65,90	SZC 60-20	33+14	-	DES 60-180	
TOTAL				SARJETA		VPAC 120-30	218,90	
						STG 125-25	944,60	
						SZC 60-20	256,00	
				DISSIPADOR DE ENERGIA		DES 120-360	-	
						DES 60-180	1,00	

ETEL, 2025

10.1.5 Dispositivos projetados

DISPOSITIVOS GO-020						
ESTACA INICIAL		COORDENADAS		Lado	Dispositivo	Comp. (m)/Unid
	E	N				
24	+ 4,00	207300,88	8087748,39	LE	EDA 07 B	1,00
24	+ 4,00	207300,84	8087749,08	LE	DAD 60-36	16,10
24	+ 4,00	207301,18	8087711,64	LD	EDA 07 B	1,00
24	+ 4,00	207301,17	8087711,03	LD	DAD 60-36	19,80
33	+ 14,00	207487,92	8087696,28	LD	DES 60-180	1,00
23	+ 1,00	207280,02	8087683,89	LD	DEB 450-551	1,00
23	+ 9,00	207284,63	8087774,43	LE	DR-16	1,00

ETEL, 2025

10.1.6 Quantidades

QUANTIDADES - DRENAGEM - GO-020						
Álbum	Código	DISPOSITIVO	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	UN	QTDE UNIT	QTDE
DNIT	2003461	Dissipador de energia - DEB 450-551 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006-ES	un		1,00
DNIT	2003247	Dissipador de energia - DES 60-180 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006-ES	un		1,00
DNIT	2003393	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 60-30 - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004-ES	m		35,90
DNIT	2003315	Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPAC 120-30 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	DNIT 018/2023-ES	m		413,10
DNIT	2003345	Sarjeta trapezoidal de concreto - SZC 60-20 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	DNIT 018/2023-ES	m		402,50
DNIT	2003338	Sarjeta triangular de grama - STG 125-25 - escavação mecânica	DNIT 018/2023-ES	m		944,60
DNIT	2003147	Entrada para descida d'água - EDA 07 B - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004-ES	un		2,00
ARMCO	0605724	Bueiro metálico com chapas múltiplas MP 152 com revestimento em epóxi - D = 3,05 m - brita comercial		m		91,00
DNIT	4805757	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria		m³		1.817,17
DER-SP		DR-16		UN	1	
	1506055	Pedra argamassada com cimento e areia 1:3 - areia e pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento		m³		43,18

ETEL, 2025

11.TERMO DE ENCERRAMENTO

11. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente documento, denominado Projeto Básico, Volume 1 – Relatório do Projeto, foi desenvolvido por ETEL Estudos Técnicos Ltda para a Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA), Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEINFRA), Governo do Estado de Goiás, e é parte integrante do Projeto Básico de Engenharia, para melhoramento geométrico e revestimento primário da Rodovia GO-020.

O trecho específico abrangido por esta ordem de serviço e relatado neste documento refere-se à GO-020 trecho km 227,000 ao 228,100 (SRE 020EGO0100) totalizando aproximadamente 1,100 km. Este conjunto de informações é composto por 97 páginas, numeradas sequencialmente de 1 a 97.

FUNÇÃO	PROFISSIONAL/ CREA
COORDENADOR DE PROJETOS	ENG. VALÉRIA DE F. ROMANI CREA/SP 5060280129
PROJETO DE GEOMETRIA E TERRAPLENAGEM	ENG. HILBERT T. O. PROCHNOW CREA/PR 179950/D
PROJETO DE DRENAGEM	ENG. JOHNATAN THIAGO DOS REIS CREA/PR 183848
ESTUDOS HIDROLÓGICOS	ENG. JOHNATAN THIAGO DOS REIS CREA/PR 183848
SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA	ENG. BEATRIZ MOTIZUKI DA CRUZ CREA/PR 179653/D



ETEL ESTUDOS TÉCNICOS LTDA
Eng. Valéria F. Romani
 Setor de Projetos

Curitiba, 05 de maio de 2025.