



ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE - GOINFRA

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA DA OBRA DE ARTE
ESPECIAL SOBRE O RIO DOURADOS

Estrada: Santa Maria

Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados

Extensão: 0,60 km

SRE Nº: 202500036009105-GOINFRA

VOLUME 1: RELATÓRIO DE ANTEPROJETO

FEVEREIRO / 2026

ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE - GOINFRA

**ANTEPROJETO DE ENGENHARIA DA OBRA DE ARTE
ESPECIAL SOBRE O RIO DOURADOS**

Estrada: Santa Maria

Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados

Extensão: 0,60 km

SRE N°: 202500036009105-GOINFRA

Termo de Cooperação Técnica N°: 32/2025-GOINFRA

VOLUME 1: RELATÓRIO DE ANTEPROJETO

FEVEREIRO / 2026

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	4
2	MAPA DE LOCALIZAÇÃO	5
3	ESTUDO DE TRÁFEGO	6/ E.TRAF-1
4	ESTUDO TOPOGRÁFICOS.....	7/ E.TOPO-1
5	ESTUDO GEOLÓGICO.....	31/ E.GEOL-1
6	ESTUDOS HIDROLÓGICO.....	71/ E.HIDRO-1
7	PROJETO GEOMÉTRICO	109/ GEO-1
8	PROJETO DE DRENAGEM E OAC.....	124/ DRE/OAC-1
9	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	125/ TER-1
10	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	138/ PAV-1
11	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	139/ SIN.OC-1
12	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	153/ SIN.OC-45
13	PROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL.....	154 OAE-1
14	RESPONSABILIDADE TÉCNICA	155

1 APRESENTAÇÃO

A Empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA apresenta à Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte – GOINFRA o Anteprojeto de Engenharia da Estrada Vicinal Santa Maria, elaborado em função da necessidade de implantação da Obra de Arte Especial (OAE) sobre o Rio Dourados, em Hidrolândia-GO.

- **Volume 1 – Relatório de Anteprojeto** - apresentado em formato A4, contém a descrição dos estudos realizados, projetos elaborados, soluções propostas, quantitativos e especificações de serviço, além da identificação das responsabilidades técnicas.
- **Volume 2 – Anteproyetos** – apresentado em formato A3, contém as plantas, perfis, seções transversais tipo, projetos tipos, desenhos esquemáticos, listagens e demais elementos necessários à execução da obra.
- **Volume 3A – Notas de Serviço e Volume de Terraplenagem** – apresentado em formato A4, este volume contém o cálculo dos volumes a movimentar na terraplenagem, bem como as respectivas notas de serviço.
- **Volume 3B – Estudos Geotécnicos** – apresentado em formato A4, contém todas as informações de campo e de laboratório, inerentes ao subleito, empréstimos, jazidas de solos, areais e pedreiras.
- **Volume 4 – Orçamento e Planejamento** – apresentado em formato A4, contém o orçamento da obra, com composições de preços unitários, cronograma físico-financeiro e plano de trabalho.

2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

A estrada objeto deste estudo está situada no município de Hidrolândia-GO. O trecho tem início nas coordenadas X: 675.905,457 e Y: 8.113.556,46 com final nas coordenadas X: 675.475,148 e Y: 8.113.190,180.

A Figura 2.1 apresenta a localização e o traçado do segmento em estudo.

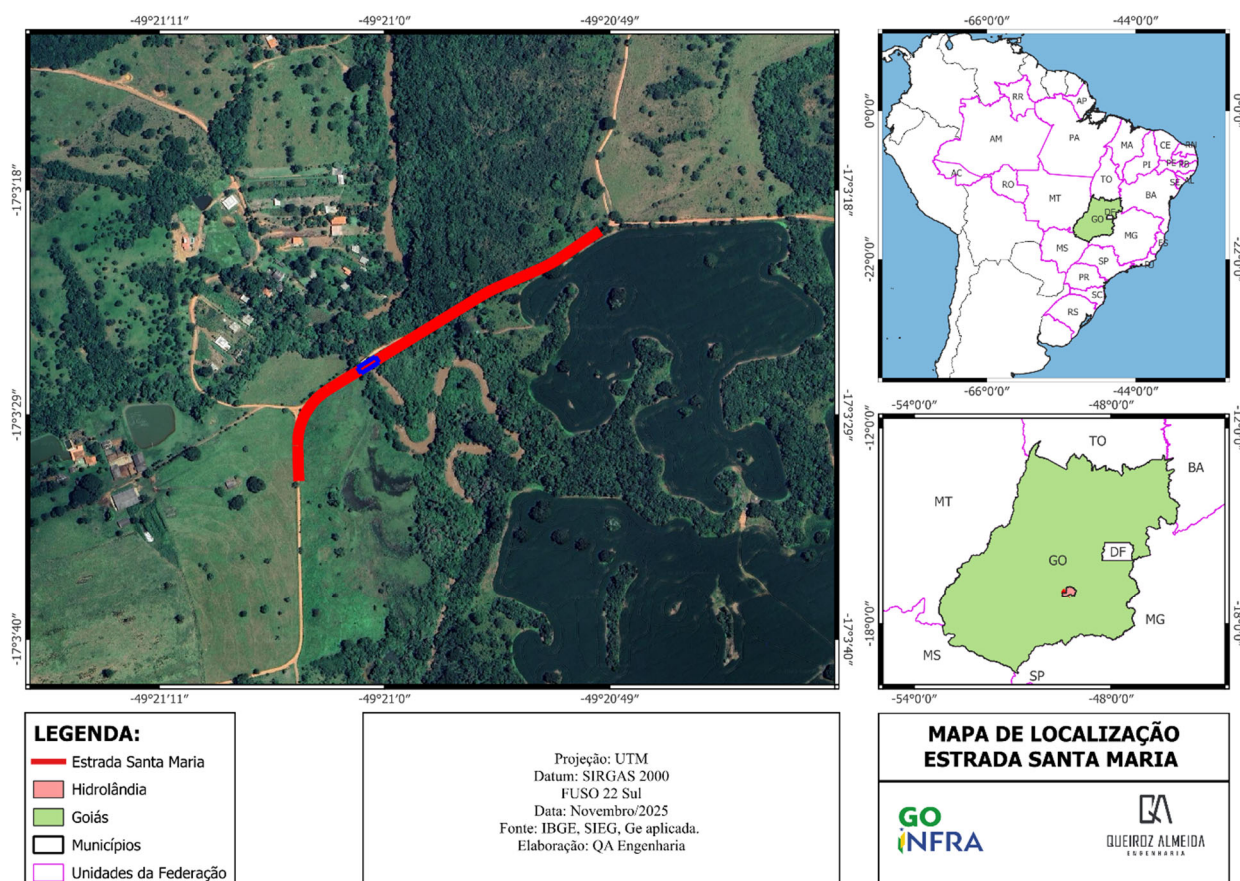


Figura 2.1 - Mapa de Localização

3 ESTUDO DE TRÁFEGO

O projeto em questão não se aplica à presente intervenção, tendo em vista que a solução proposta se refere a uma intervenção específica, destinada exclusivamente à execução da Ponte Sobre o Rio Dourados, na estrada entre Santa Maria-GO e Hidrolândia-GO. Assim, por se tratar de uma solução técnica localizada e sem repercussão funcional sobre o sistema viário, o referido Estudo de Tráfego não se mostra aplicável à presente situação, sendo adotadas apenas as intervenções estritamente necessárias para execução do Projeto de Obra de Arte Especial da Ponte.

4.0 ESTUDO TOPOGRÁFICO

Os estudos topográficos tiveram como objetivo materializar em campo um sistema de referência para os demais projetos.

4.1 DEFINIÇÃO DA DIRETRIZ DEFINITIVA DE PROJETO E ESTUDO DE TRAÇADO

A definição do traçado definitivo do projeto foi realizada com base na análise comparativa de três alternativas previamente elaboradas. Após criteriosa avaliação técnica, optou-se pelo traçado que melhor se adequa às condições existentes, tendo como principal justificativa o aproveitamento do leito atual da Estrada Santa Maria no local onde será implantada a OAE.

Essa escolha visa minimizar os impactos socioambientais e os custos associados a intervenções de grande porte, destacando-se, principalmente, a redução das necessidades de desapropriações. Além disso, mesmo com a permanência de alguns segmentos que não atendem integralmente aos critérios técnicos ideais de geometria, como parâmetros de curvas e visibilidade, considerou-se que tais trechos podem ser ajustados pontualmente ou monitorados quanto à segurança viária, sem comprometer a funcionalidade da via, a decisão foi levantar topograficamente uma extensão de aproximadamente 500 metros para cada lado da ponte existente no sentido da estrada, em uma faixa de voo em que a aeronave a 100m de altura alcança uma largura média de 100 metros para cada lado (direito/esquerdo), a fim de subsidiar mudanças de traçado que melhor se ajustar ao decorrer do estudo das demais disciplinas.

Portanto, a alternativa selecionada representa a solução mais viável técnica e economicamente, conciliando o aproveitamento da infraestrutura existente com as exigências de segurança e operação do sistema rodoviário.

4.2 IMPLANTAÇÃO DA REDE MARCOS DE APOIO TOPOGRÁFICO

4.2.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a execução dos trabalhos Geodésicos e de Topografia foram utilizados equipamentos de última geração tecnológica, considerado fator primordial para execução de medidas e veracidade das observações.

Para implantação do poligonal controle, foi utilizado um par de receptores GPS Geodésico da marca Trimble, modelo R8s e Topcon modelo GR5, com as seguintes especificações:

4.2.1.1 Equipamentos Topcon

Líder em tecnologia de posicionamento, a Topcon o RECEPTOR RTK GR-5 tem o mais elevado desempenho de rastreamento.

Fornecendo mais produtividade com o máximo em tecnologia utilizando a tecnologia Fence Antennas, precisão e facilidade de operação. Com 216 canais, é capaz de rastrear sinais de GPS, GLONASS e já se encontra preparado para rastrear os satélites GALILEO (opcional), sua carcaça de magnésio rígido é altamente resistente, possui tecnologia Bluetooth®, ou seja, totalmente sem fios.

Combinando esta antena com as últimas inovações em algoritmos de rastreamento, a Topcon proporcionou ao GR-5 o mais elevado desempenho de rastreamento. As capacidades de rastreamento do GR-5 não são apenas inovações, mas também fornecem um elevado valor níveis de acurácia, com 216 canais universais, o GR-5 é capaz de rastrear sinais de satélites GPS, GLONASS e GALILEO (opcional), taxa de atualização de 5 Hz, memória através de cartão SD removível. Tudo isso integrados (receptor, antena, rádio UHF, modem GSM/GPRS e bateria) em uma carcaça de liga de magnésio altamente resistente e leve.

Rádio UHF interno de 1W com alcance de até 4 km em RTK,. Assim, se pode customizar o levantamento, não levando equipamentos desnecessários a campo. Cada receptor possui duas baterias acopladas com autonomia de 10 horas. Precisão horizontal de 3mm + 0.5 ppm e vertical de 5mm + 0.5 ppm para levantamentos estáticos e rápido-estáticos e horizontal de 10mm + 1 ppm e vertical de 15mm + 1 ppm para levantamentos cinemáticos e RTK.



Figura 3.1 - GNSS Topcon GR5 RTK.

4.2.1.2 Equipamentos Trimble

Especificações das medições com Chips GNSS avançados Trimble Maxwell 6 Custom Survey com 440 canais, com rastreamento Trimble 360 Correlacionador múltiplo de alta precisão para medidas de pseudodistância de GNSS Medição de dados não filtrados e não suavizados para obter baixo ruído, baixo erro de sinais refletidos, tempo do domínio de correlação baixo e uma alta resposta dinâmica Medidas com muito pouco ruído em GNSS com uma precisão inferior a 1 mm em numa banda de 1 Hz Relação sinal ruído informada em dB-Hz Tecnologia de captação da Trimble comprovada para baixas elevações Sinais de satélite rastreados simultaneamente: –GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5 – GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3 –SBAS: L1C/A, L5 (para satélites SBAS com suporte para L5) –Galileo: E1, E5A, E5B –BeiDou (COMPASS): B1, B2 SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN Taxas de posicionamento: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz e 20 Hz desempenho de posicionamento2 posicionamento de GNSS diferencial por código Horizontal 0,25 m + 1 ppm RMS Vertical 0,50 m + 1 ppm, RMS Precisão de posicionamento diferencial com SBAS normalmente <5 m DRMS levantamento de dados topográficos GNSS estático Levantamento estático de alta precisão Horizontal 3 mm + 0,1 ppm RMS Vertical 3,5 mm + 0,4 ppm RMS Estático e Estático Rápido Horizontal 3 mm + 0,5 ppm RMS Vertical 5 mm + 0,5 ppm RMS levantamento de dados topográficos GNSS cinemático pós-processado (PPK) Horizontal 8 mm + 1 ppm RMS Vertical 15 mm + 1 ppm RMS levantamento cinemático de dados topográficos em tempo real Linha de base única <30 km Horizontal 8 mm + 1 ppm RMS Vertical 15 mm + 1 ppm RMS RTK de rede Horizontal 8 mm + 0,5 ppm RMS Vertical 15 mm + 0,5 ppm RMS Tempo de inicialização normalmente <8 segundos Confiabilidade da inicialização normalmente >99,9%



Figura 3.2 - GNSS Trimble R8s RTK

4.2.1.3 *Laudo Equipamentos*



Atestado de Pleno Funcionamento para Receptores GNSS

A Brastops Equipamentos Topográficos na qualidade de representante da marca **ComNav**, atesta o pleno funcionamento dos equipamentos abaixo descritos conforme especificações do fabricante.

Equipamentos:	Especificações:
Receptor RTK Trimble R8S Séries: 6108R91053 6113R91235	Levantamento Cinemático em Tempo Real (RTK): • Precisão Horizontal: 8mm + 1ppm RMS • Precisão Vertical: 15mm + 1ppm RMS Levantamento no modo Estático: • Precisão Horizontal: 3,0mm + 0,1ppm RMS • Precisão Vertical: 3,5mm + 0,4ppm RMS

Os modelos de antena estão cadastrados no catálogo do NGS (National Geodetic Survey), órgão responsável por catalogar todos os modelos de receptores disponíveis para comércio. Tal fato pode ser comprovado através de seu site na internet Link: <https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/#>

Validade de 05/05/25 a 04/05/26.

Goiânia, 05 de maio de 2025.

Atenciosamente,

Brastops Equipamentos Topográficos
CNPJ: 16.862.279/0001-52



Atestado de Pleno Funcionamento para Receptores GNSS

A Brastops Equipamentos Topográficos na qualidade de representante da marca **ComNav**, atesta o pleno funcionamento dos equipamentos abaixo descritos conforme especificações do fabricante.

Equipamentos:	Especificações:
Receptor RTK Topcon GR5 Séries: 1117-21173 1117-20975	Levantamento Cinemático em Tempo Real (RTK): - Precisão Horizontal: 10mm + 1ppm - Precisão Vertical: 15mm + 1ppm Levantamento no modo Estático: - Precisão Horizontal: 3,0mm + 0,5ppm - Precisão Vertical: 5mm + 0,5ppm RMS

Os modelos de antena estão cadastrados no catálogo do NGS (National Geodetic Survey), órgão responsável por catalogar todos os modelos de receptores disponíveis para comércio. Tal fato pode ser comprovado através de seu site na internet Link: <https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/#>

Validade de 02/05/25 a 01/05/26.

Goiânia, 02 de maio de 2025.

Atenciosamente,

Brastops Equipamentos Topográficos
CNPJ: 16.862.279/0001-52

4.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO – METODOLOGIA

4.3.1 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA (SGR)

No desenvolvimento dos trabalhos de topografia e geodésia foi adotado o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, denominado SIRGAS2000, sendo este o Sistema Oficial Brasileiro desde o dia 25 de fevereiro de 2015, com os seguintes parâmetros:

- Meridiano central 51W, fuso 22;
- Elipsóide GRS 1980;
- Semi-eixo equatorial (maior) $a = 6.378.137,000$ m;
- Semi-eixo polar (menor) $b = 6.356.752,314$ m;
- Achatamento $f = 1/298,2572221$;
- Latitude central $00^{\circ}00'00''$ N;
- Longitude central $51^{\circ}00'00''$ O;
- Norte falso $10.000.000,000$ m;
- Este falso $500.000,000$ m;
- Fator de escala 0,9996.

4.3.2 MARCOS DE CONTROLE

Para a execução dos trabalhos de Geodésia e Topografia, foram instalados 2 marcos de controle. O ponto M258 foi implantado no início do trecho, e o ponto M260 no final. Esses dois marcos (M258 e M260) foram posicionados junto à faixa de domínio da Estrada Santa Maria (Ponte sobre o Rio Dourados).

A disposição dos marcos pode ser visualizada no item 6.2, e os dados rinex e brutos, completos encontram-se no Anexo 02 deste relatório.

O georreferenciamento dos marcos foi realizado por meio da técnica de Posicionamento Relativo Estático (PRE), ajustada ao Sistema Geodésico Brasileiro – Datum SIRGAS2000, com base em vértices da Rede Geodésica Fundamental. Os levantamentos seguiram integralmente as Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos (GPS) do IBGE.

Como não havia marcos físicos pertencentes ao SGB num raio de 30 km, as coordenadas dos marcos de controle foram determinadas a partir do processamento conjunto dos dados obtidos nesses

pontos com dados de estações da RBMC, especificamente os vértices MGUB e BRAZ (conforme monografias apresentadas no Anexo 01).

O levantamento atendeu às tolerâncias de fechamento linear exigidas para levantamentos fundamentais de alta precisão de 1ª ordem (1:100.000). As altitudes ortométricas foram determinadas a partir da rede de nivelamento do IBGE ou da própria RBMC, utilizando também a técnica PRE, respeitando os limites de erro geométrico da classe IN, definidos pela fórmula $12 \text{ mm} \times \sqrt{k}$, onde k representa o comprimento da seção em quilômetros.

Todos os pontos foram ajustados pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), apresentando precisão 95% e Erro Médio Quadrático (RMS) igual ou inferior a 100 mm, com as injunções referenciadas aos pontos da RBMC mencionados.

As precisões alcançadas estão descritas no Relatório de Ajustamento dos Marcos de Controle, disponível no Anexo 03, e as monografias completas encontram-se no Anexo 04.

4.3.3 POLIGONAL PRINCIPAL

A poligonal principal para o levantamento topográfico de acordo com a NBR 13.133 se deu devido à necessidade de se obter pontos geodésicos de apoio para a realização dos levantamentos topográficos, tendo a seguinte descrição:

Como se trata de uma obra concentrada com menos de 3km, optou por se usar os marcos de controle como marcos de poligonal, e utilizando o método “Posicionamento Relativo Estático (PRE)”, processado e ajustado pelo software Trimble Business Center.

A poligonal implantada; o método utilizado para o rastreamento dos Marcos foi o seguinte:

Toda a poligonal principal foi implantada usando dois Marcos de Controle simultâneos, ou seja, cada marco de controle ficou recebeu um equipamento e ficaram ligados o tempo todo mais de cinco horas, de forma que o ponto da poligonal transportada conforme as distâncias de suas bases de referências, superasse o tempo recomendado na Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos do IBGE.

Linha de Base	Tempo de observação	Equipamento Utilizado	Precisão
00 – 05 Km	05 – 10 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
05 – 10 Km	10 – 15 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
10 – 20 Km	10 – 30 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
20 – 50 Km	02 – 03 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm
50 – 100 Km	mínimo. 03 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm
> 100 Km	mínimo. 04 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm

Fonte: IGN – Instituto Geográfico Nacional (Espanha) – Curso GPS en Geodesia y Cartografia

Figura 3.3 - Ajustamento poligonal GNSS resumo.

Todas as precisões obtidas estão detalhadas no relatório de ajustamento dos marcos da poligonal principal, que juntada aos marcos de controle ficou assim: (M258 e M260), disponível no Anexo 03 deste relatório. Abaixo, no item 4.7 apresenta-se a lista desses marcos com suas respectivas coordenadas e cotas ortométricas.

Ressalta-se que os pontos foram ocupados conforme a metodologia de Posicionamento Relativo Estático (PRE), ajustados ao Sistema Geodésico Brasileiro – Datum SIRGAS2000, com base nos Marcos de Controle. O levantamento atendeu às Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos (GPS) do IBGE, e os dados foram ajustados por meio do Método dos Mínimos Quadrados (MMQ).

O erro relativo de fechamento linear foi inferior ao recomendado, atingindo uma precisão superior à razão de $E = 1:50.000$ (20 mm/km). No item 5.0 deste relatório, é possível visualizar como as precisões são apresentadas no relatório de ajustamento. A tabela completa com todos os marcos encontra-se no Anexo 03, e as respectivas monografias estão disponíveis no Anexo 04.

4.3.4 CONVERSÃO DA ALTITUDE ELIPSOIDAL PARA ORTOMÉTRICA

A altitude obtida diretamente com os rastreadores GPS é a denominada elipsoidal ou geométrica, que é referenciada diretamente ao elipsoide de revolução e apresenta caráter puramente geométrico e não corresponde à realidade da superfície terrestre, portanto não são utilizadas nas áreas de mapeamento e projetos de engenharia.

A diferença entre a altitude elipsoidal (h) e a altitude ortométrica (H) é chamada Ondulação Geoidal (N).

Conforme IP-02 - 2024/001 *Deverá ser adotado como valor de correção da anomalia gravitacional (Ondulação geoidal), o valor disponibilizado para um marco da rede controle, obtido*

**ANTEPROJETO DE INFRAESTRUTURA
OBRA DE ARTE ESPECIAL SOBRE O RIO DOURADOS ESTRADA
SANTA MARIA - HIDROLÂNDIA-GO**

através do interpolador HgeoHNOR2020, onde este fator servirá para converter as altitudes geométricas para altitude ortométrica normal de todo o projeto. Veja a tabela abaixo

Tabela 3.1 - Tabela média das ondulações geoidais

ONDULAÇÃO GEOIDAL DOS PONTOS DE CONTROLE E PONTOS DE POLIGONAL										
PONTO	Latitude				Longitude				Ondulação Geoidal	modelo
	+/-	º	'	"	+/-	º	'	"		
M258	-	17	3	41,10	-	49	21	8,60	-10,63	hgeoHNOR_IMBITUBA
M260	-	17	3	19,29	-	49	20	49,41	-10,63	hgeoHNOR_IMBITUBA
5506	-	17	3	30,27	-	49	21	3,78	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
5507	-	17	3	41,10	-	49	21	4,13	-10,63	hgeoHNOR_IMBITUBA
5508	-	17	3	25,71	-	49	21	0,19	-10,63	hgeoHNOR_IMBITUBA
5509	-	17	3	20,13	-	49	20	48,93	-10,63	hgeoHNOR_IMBITUBA
15151	-	17	3	25,78	-	49	21	0,81	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15152	-	17	3	25,86	-	49	21	0,84	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15153	-	17	3	25,98	-	49	21	0,72	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15154	-	17	3	25,98	-	49	21	0,65	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15155	-	17	3	25,97	-	49	21	0,73	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15156	-	17	3	25,88	-	49	21	0,82	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15157	-	17	3	26,20	-	49	21	1,23	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15158	-	17	3	26,31	-	49	21	1,15	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15159	-	17	3	26,32	-	49	21	1,14	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
15160	-	17	3	26,41	-	49	21	1,19	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
CERCA	-	17	3	26,41	-	49	21	1,22	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
CERCA	-	17	3	26,19	-	49	21	1,39	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
ALA	-	17	3	26,19	-	49	21	1,36	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
ALA	-	17	3	26,17	-	49	21	1,25	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
NA	-	17	3	26,10	-	49	21	0,78	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
FU	-	17	3	26,12	-	49	21	0,80	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
FU	-	17	3	26,16	-	49	21	0,85	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
FU	-	17	3	26,19	-	49	21	0,89	-10,62	hgeoHNOR_IMBITUBA
Média Ondulação Geoidal (CONTROLE+POLIGONAL)									-10,63	MÉDIA GERAL
Ondulação Geoidal adotada conforme IP-02-2024: "Deverá ser adotado como valor de correção da anomalia gravitacional (Ondulação geoidal), o valor disponibilizado para um marco da rede controle, obtido através do interpolador HgeoHNOR2020, onde este fator servirá para converter as altitudes geométricas para altitude ortométrica normal de todo o projeto."									-10,63	ONDULAÇÃO ADOTADA
MARCO ADOTADO PARA ONDULAÇÃO GEOIDAL E PLANO LOCAL									-10,63	M258

Optamos por adotar a ondulação geoidal de um marco que fosse mais próxima da média; para isso somamos todas as ondulações dos marcos de controle juntamente com os de poligonal e definimos a média, e buscamos o marco com a ondulação mais próxima da média; agora para converter a altitude elipsoidal (h), obtida através de receptores GNSS, em altitude ortométrica (H), é necessário utilizar o valor da altura geoidal (N) fornecida por um modelo de ondulação geoidal, utilizando a seguinte expressão:

- $H = h - N$

Onde:

H = Altitude Ortométrica;

h = Altitude Elipsoidal;

N = Ondulação Geoidal.

O relatório do processamento da ondulação geoidal encontra-se no anexo 03.

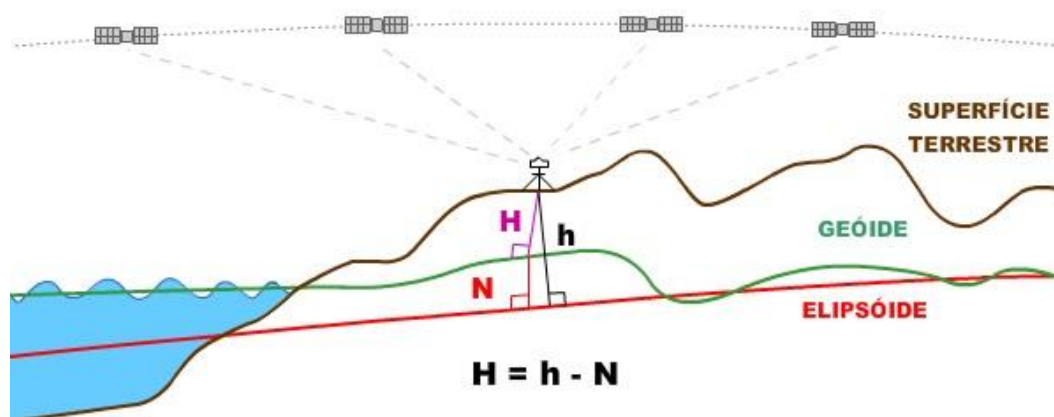


Figura 3.4 - Modelo Ondulação Geoidal – fonte IBGE

4.4 COORDENADAS TABELA DE PROCESSAMENTO DE LINHA DE BASE DA REDE DE MARCOS DE CONTROLE

Observação	De	Para	Tipo de solução	Precisão de H (Metro)	Prec. V (Metro)	ΔX (Metro)	ΔY (Metro)	ΔZ (Metro)	Azimute geodésico	Distância do elip. (Metro)	Δ Altura (Metro)
MGUB --- M260 (B9)	MGUB	M260	Fixo	0,032	0,094	-45090,136	- 123918,962	196272,941	330° 34'27"	236441,805	- 173,307
M258 --- M260 (B1)	M258	M260	Fixo	0,002	0,003	560,420	218,108	640,062	40° 14'08"	878,147	3,060
MGUB --- M258 (B10)	MGUB	M258	Fixo	0,031	0,093	-45650,551	- 124137,073	195632,874	330° 22'29"	236133,152	- 176,360
BRAZ --- M260 (B2)	BRAZ	M260	Fixo	0,015	0,047	- 140973,647	- 77289,924	- 117451,842	231° 46'52"	199083,073	- 410,113
BRAZ --- M258 (B3)	BRAZ	M258	Fixo	0,009	0,028	- 141534,042	- 77508,053	- 118091,910	231° 43'44"	199942,219	- 413,141

4.5 RELATÓRIO DE AJUSTAMENTO DE REDE DE MARCOS DE CONTROLE

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori	Precisão Horizontal (Razão)	Precisão 3D (Razão)
M258	BRAZ	Az.	52°08'53"	0,004 seg	1 : 34634056	1 : 34653352
		Δ Alt.	413,150 m	0,025 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	199942,222 m	0,006 m		
M258	M260	Az.	40°14'08"	0,298 seg	1 : 693889	1 : 693788
		Δ Alt.	3,059 m	0,009 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	878,147 m	0,001 m		
M258	MGUB	Az.	150°42'49"	0,005 seg	1 : 56842216	1 : 56861307
		Δ Alt.	176,371 m	0,025 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	236133,179 m	0,004 m		
M260	BRAZ	Az.	52°11'55"	0,004 seg	1 : 34200239	1 : 34219435
		Δ Alt.	410,091 m	0,026 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	199083,069 m	0,006 m		
M260	MGUB	Az.	150°54'40"	0,005 seg	1 : 55842979	1 : 55861698
		Δ Alt.	173,312 m	0,026 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	236441,828 m	0,004 m		

4.6 PROCESSAMENTO DE LINHA DE BASE DA REDE DE MARCOS DA POLIGONAL PRINCIPAL

Observação	De	Para	Tipo de solução	Precisão de H (Metro)	Prec. V (Metro)	ΔX (Metro)	ΔY (Metro)	ΔZ (Metro)	Azimute geodésico	Distância do elip. (Metro)	Δ Altura (Metro)
MGUB --- M260 (B9)	MGUB	M260	Fixo	0,032	0,094	-45090,136	- 123918,962	196272,941	330° 34'27"	236441,805	- 173,307
M258 --- M260 (B1)	M258	M260	Fixo	0,002	0,003	560,420	218,108	640,062	40° 14'08"	878,147	3,060
MGUB --- M258 (B10)	MGUB	M258	Fixo	0,031	0,093	-45650,551	- 124137,073	195632,874	330° 22'29"	236133,152	- 176,360
BRAZ --- M260 (B2)	BRAZ	M260	Fixo	0,015	0,047	- 140973,647	- 77289,924	- 117451,842	231° 46'52"	199083,073	- 410,113
BRAZ --- M258 (B3)	BRAZ	M258	Fixo	0,009	0,028	- 141534,042	- 77508,053	- 118091,910	231° 43'44"	199942,219	- 413,141

4.7 TABELA DE AJUSTAMENTO DE REDE DE MARCOS DA POLIGONAL PRINCIPAL

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori	Precisão Horizontal (Razão)	Precisão 3D (Razão)
M258	BRAZ	Az.	52°08'53"	0,004 seg	1 : 34634056	1 : 34653352
		Δ Alt.	413,150 m	0,025 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	199942,222 m	0,006 m		
M258	M260	Az.	40°14'08"	0,298 seg	1 : 693889	1 : 693788
		Δ Alt.	3,059 m	0,009 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	878,147 m	0,001 m		
M258	MGUB	Az.	150°42'49"	0,005 seg	1 : 56842216	1 : 56861307
		Δ Alt.	176,371 m	0,025 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	236133,179 m	0,004 m		
M260	BRAZ	Az.	52°11'55"	0,004 seg	1 : 34200239	1 : 34219435
		Δ Alt.	410,091 m	0,026 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	199083,069 m	0,006 m		
M260	MGUB	Az.	150°54'40"	0,005 seg	1 : 55842979	1 : 55861698
		Δ Alt.	173,312 m	0,026 m		
		Δ Elev.	?	?		
		Dist. elips.	236441,828 m	0,004 m		

4.8 TABELA DE COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS FINAIS PÓS-PROCESSADAS DOS MARCOS DE CONTROLE E DA POLIGONAL PRINCIPAL

POLIGONAL PRINCIPAL - SRG SIRGAS 2000 Pela RBMC												
REDE		UTM			GEODÉSICAS		ALTIMÉTRIA			PLANO TOPOGRÁFICO		ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA
MARCO	TIPO	FUSO	NORTE	ESTE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA (m)	ONDULAÇÃO GEOIDAL (m)	ALTITUDE NORMAL (m)	Y	X	
M258	CONTROLE	22S	8.112.910,988	675.340,119	-17°03'41,09742"	-49°21'08,59524"	692,870	-10,63	703,500	8.112.908,293	675.324,276	MGUB/BRAZ
M260	POLIGONAL	22S	8.113.576,539	675.912,967	-17°03'19,29045"	-49°20'49,41335"	695,930	-10,63	706,560	8.113.578,741	675.891,561	MGUB/BRAZ

**Foram utilizados 2 pares de equipamentos neste trabalho, então todas as base estavam ligadas ao mesmo tempo ao rastrear os pontos de poligonal.

4.9 TABELA DE VERIFICAÇÃO DE ERRO RELATIVO DA PLANIMETRIA E FECHAMENTO ALTIMETRIA DAS

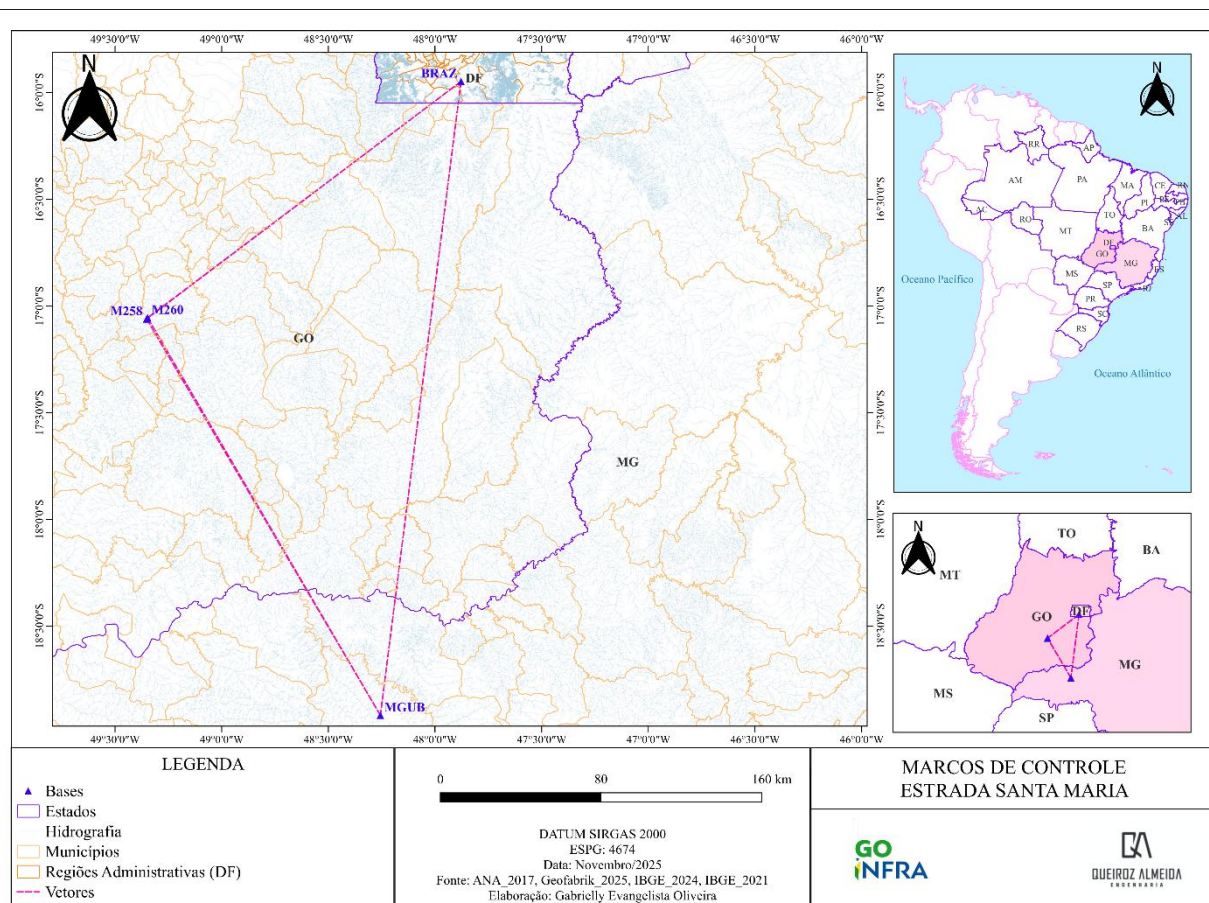
COORDENADAS PONTO DE CONTROLE MGUB						COORDENADAS PONTO DE CONTROLE BRAZ						DELTAS		
MARCO	E	N	hgeo	Correção Geoidal	Hnor	MARCO2	E ²	N ²	hgeo ²	Correção Geoidal2	Hnor ²	Δy (m)	Δx (m)	Δz (m)
M258	675.340,131	8.112.910,964	692,882	-10,63	703,512	M258	675.340,121	8.112.910,990	692,881	-10,63	703,511	0,02600	-0,01000	0,001
M260	675.912,977	8.113.576,519	695,935	-10,63	706,565	M260	675.912,963	8.113.576,538	695,937	-10,63	706,567	0,01900	-0,01400	-0,002
M258	675.340,131	8.112.910,964	692,882	-10,63	703,512	M258	675.340,121	8.112.910,990	692,881	-10,63	703,511	0,02600	-0,01000	0,001

4.10 COORDENADAS FINAIS DA REDE DE MARCOS DE CONTROLE E DOS MARCOS DA POLIGONAL PRINCIPAL

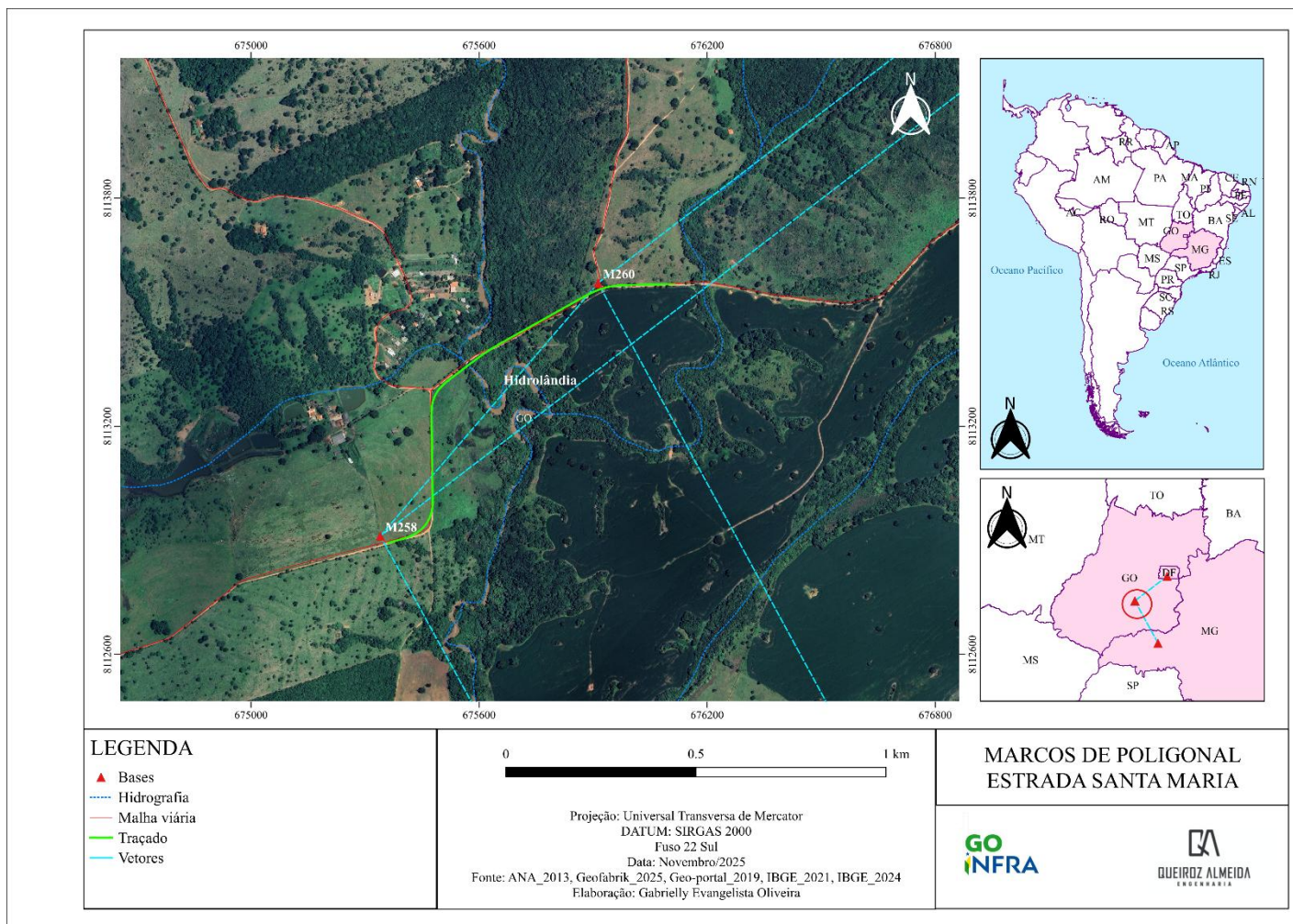
VERIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA DE ERRO														
VETOR	Δy ¹	Δx ¹	Δz ¹	Lb ¹ (Km)	Δy ²	Δx ²	Δz ²	Lb ² (Km)	ERRO E(m)	ERRO N(m)	ERRO (Z)	Erro Absoluto (m)	Erro em mm/km	Escala erro relativo
M258 a M260	-665,555	-572,846	-3,053	0,878	-665,548	-572,842	-3,056	0,878	-0,004	-0,007	0,003	0,009	9,796105	1:102.081,39
M260 a M258	665,555	572,846	3,053	0,878	665,548	572,842	3,056	0,878	0,004	0,007	-0,003	0,009	9,796105	1:102.081,39

4.11 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REDE MARCOS DE CONTROLE E MARCOS DA POLIGONAL PRINCIPAL

4.11.1 MARCOS DE CONTROLE



4.11.2 **MARCOS DE POLIGONAL**



4.12 LEVANTAMENTOS PLANIALTIMÉTRICOS CADASTRAIS

4.12.1 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

Para a realização do levantamento cadastral, foi adotada a metodologia baseada na georreferenciação por GNSS, com uso da técnica de RTK (Real Time Kinematic). Associada a técnicas de levantamento a Laser (Lidar), com Drone Matrice 350RTK e Zenmuse L2.

Após os transporte e ajustamento dos pontos de controle/poligonal a base DRTK2 que acompanha o Drone Matrice 350RTK, foi instalada sobre o controle M258, então os parâmetros de voo como, altura de voo (100m), recobrimento frontal de 70%, recobrimento lateral de 50%, voo paralelo ao solo e demais configurações são inseridas no software e gerenciamento de voo, de forma autônoma a aeronave executa a missão coletando pontos com laser por medição direta e com 5 retornos simultâneos o que gera uma densidade de mais de 240 ponto por metro quadrado, pontos estes que no gabinete é classificado de forma autônoma por modelos já presentes no software nativo DjiTerra, integrante do pacote de tecnologia Dji Lidar.

A associação ao RTK se faz obrigatória pois, para validar os pontos do Lidar é necessário marcar no solo alguns pontos de check (neste caso foi marcado no solo 4 pontos em local amplo e visível), e além disto algumas feições como: fundo do corpo d'água, ala de bueiro, definição de seção de sarjeta (apenas como exemplo), não são visíveis ao laser da aeronave, então desta forma com a necessidade de se cadastrar o leito do Rio Dourados, sua linha d'água, a ponte de madeira existente, suas alas o fundo do rio (descrição FU na planilha quer será citada abaixo) e alguns pontos de cerca que não ficam visíveis ao laser, foi usado o levantamento convencional RTK, que neste caso a base foi instalada sobre o marco M258, já processado anteriormente e seguiu se coletando os pontos necessários a complementar os pontos de Lidar, esse pontos foram coletados de forma que a solução aceita fosse apenas fixo; esse pontos coletados podem ser vistos em dois lugares distintos: no anexo 05, no arquivo Planilha de dados topográficos.xlsx, aba 4-LEVANTAMENTO CADASTRAL, onde é listado todos os pontos coletados e a base de onde o mesmo foi cadastrado; além do arquivo: OAE RIO DOURADOS.jxl, que é nativo do software de campo (dos coletores Trimble TSC3 (ACCESS), onde é possível ver as precisões alcançadas nos pontos coletados por RTK , e está no anexo 02, subpasta “Dados Brutos Coletor”.



Figura 3.5 – Coleta de pontos de Check com RTK.

O uso da tecnologia RTK e Lidar, proporcionou agilidade e precisão ao levantamento, assegurando a compatibilidade dos dados com os sistemas de geoprocessamento.

4.12.2 DEFINIÇÃO DO EIXO LONGITUDINAL

Por se tratar de um projeto de implantação de uma OAE, se faz necessária a apresentação da definição da diretriz definitiva do projeto e o estudo de traçado. A diretriz adota levou em consideração a estrada primitiva existente, adequando a mesma para atender as normas de geometria horizontal e vertical, de forma a incorrer o mínimo possível em processos de desapropriação ou indenização.

4.12.3 LEVANTAMENTO CADASTRAL DOS PONTOS NOTÁVEIS

A partir dos marcos de coordenadas e altitudes implantados, foi realizado, com auxílio GNSS RTK, o levantamento planialtimétrico e cadastral para obtenção de restituição topográfica.

Fizeram parte do levantamento, todos os elementos localizados e necessários ao perfeito entendimento da realidade constante no local em estudo, todos os cadastros não visíveis ao laser foram feitos com o RTK, principalmente relativo a drenagem, linha d'água e outros.

4.12.4 LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO

Por se tratar de um Rio raso e estarmos no período de seca, o levantamento do Rio Dourados foi feito por topobatimetria a “val”, ou seja todos os pontos coletados foi de forma direta sem o uso de poita física ou ecobatímetro, essa técnica “val” consiste em coletar pontos tridimensionais com RTK, perpendiculares ao eixo do rio, na parte seca até chegar a margem esquerda no nível da água (NA), na mesma linha perpendicular segue coletando os pontos no fundo do corpo hídrico (FU), até alcançar novamente o (NA) na margem direita, alcançada este ponto segue por igual distância de forma a representar a calha estudada; neste levantamento em específico a calha molhada do Rio Dourados foi fielmente levantada entre margem por técnicas RTK, descrita anteriormente, e a parte seca por técnicas Lidar, para o cadastro de RTK, a base também ocupou o marco M258 base de apoio para todos os levantamentos referente ao cadastro neste trabalho. A pedido do gestor no dia 11/11/2025 foi adensado o levantamento topobatimétrico observou-se uma variação de NA causada pela chuva. Os pontos NA_11_11 (coletados no dia 11/11/2025), foram descartados da interpolação da superfície porque apresentaram uma diferença média de 12 cm em relação ao levantamento de 06/10/2025. Isso ocorreu porque houve precipitação na região em 10/11/2025, elevando temporariamente o NA. Como a maior parte dos pontos foi levantada em 06/10/2025, optou-se por realizar a interpolação apenas com os dados desse dia.

NA máximo (681,34) é um dado histórico. Ele foi identificado em campo pelas marcas deixadas pela água em cercas e na vegetação ao longo das margens do rio. Nos dias dos levantamentos (06/10/2025 e 11/11/2025), esse nível não estava presente, o que indica que ocorreu em um período chuvoso anterior as datas dos levantamentos.

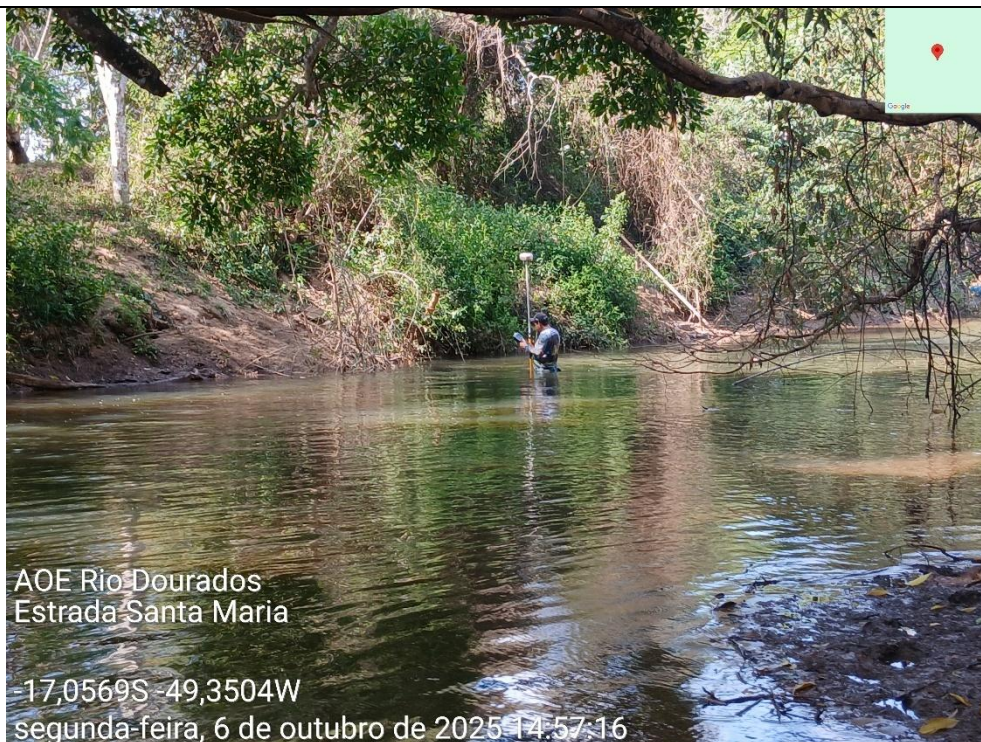


Figura 3.6 – Coleta de pontos topobatimetria a “val”, fundo do rio (FU).



Figura 3.7 – Coleta de pontos topobatimetria a “val”, altura da água na margem (NA).

O uso da tecnologia RTK e Lidar, proporcionou agilidade e precisão ao levantamento, assegurando a compatibilidade dos dados com os sistemas de geoprocessamento.

4.12.5 LEVANTAMENTO CADASTRAL FUNDIÁRIO

Considerando que o objeto deste trabalho é a elaboração de projeto de implantação de Estrada Santa Maria, se faz necessário o levantamento cadastral fundiário utilizando bancos públicos (SIGEF, SICAR, SNCR) neste momento. Com o intuito de direcionar o a disciplina futura em caderno próprio.

4.12.6 PROCESSAMENTOS

Para o processamento das medidas Geodésicas utilizou-se um software específico para cálculos geodésicos, o qual permite o melhor arranjo final das observações. O programa computacional é o “Trimble Business Center”, que tem como diferencial uma fácil manipulação dos dados. Todas as observações geradas por ele já foram extraídas no Sistema de Referência SIRGAS2000, não havendo a necessidade de transformação dos elementos fora do seu ambiente.

Para os dados lidar usou se o DjiTerra, software que acompanha o Matrice 350 com a câmera Zenmuse L2, e faz o primeiro processamento separando os dados de terreno e outros além de mostrar a confiabilidade do levantamento comparando de forma direta a coordenada do checkponit ocupada com RTK, com a reconstrução feita pelo software, essas precisões alcançadas podem ser vista no relatório emitido pelo software, que está disponível no anexo 05, aquivo: OAE - RIO DOURADOS_Quality Report.pdf , é importante lembrar que não há interação humana no relatório de processamento, pois o mesmo é parte não editável do software, na sequência seguiu com o software Global Mapper para classificação do terreno e melhoria das estatísticas de pontos, nessa obra iniciou com o total de mais de 240 pontos por metro quadrado, e após filtros e definições de classificação ficou em 158855 pontos ou uma densidade de mais de 5000 ponto por hectare.

4.12.7 DESENHO

Para a elaboração do desenho topográfico, são consideradas as observações geodésicas e topográficas planialtimétricas cadastrais realizadas nas áreas de abrangência do referido estudo.

Todas estas observações foram desenhadas em programas apropriados para esses estudos, sendo esses específicos para a área de projetos, e conhecidos como “Autocad Civil3d”, os quais por sua vez permitem cálculos integrados em ambiente vetorial e modelagem do terreno, até a formação final de melhor arranjo e eficiência para o projeto. Os resultados desse processamento propriamente ditos, os desenhos, em escalas compatíveis e adequadas as qualidades gráficas e visual para os estudos a serem realizados.

4.13 MONOGRAFIA DOS MARCOS IMPLANTADOS

		Contratada:	QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA			
		Rodovia:	OAE - RIO DOURADOS			
		Trecho:	OAE - RIO DOURADOS			
		Extensão:	PONTUAL			
		Medição:	00	out/2025		

MONOGRAFIA DE MARCOS GEODÉSICOS AFERIDO					
Nome	M258	Referência	MGUB/BRAZ	Data rastreo	06/10/25
Estado	GO	Município	Aragoiânia	Tempo de Rastreo	05:18:11
Receptor	Topcon	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	Estático
Antena	GR5	Altura da antena (m)	1,256	Merdiano Central	-51°

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Latitude	-17°03'41,09742"	Este (m)	675.340,119	Marco referência:	M258
Longitude	-49°21'08,59524"	Norte (m)	8.112.910,988	X	675.324,276
x		Fuso	22	Y	8.112.908,293

ALTIMETRIA CONFORME hgeoHNOR2020					
Altitude Geométrica (m)	692,87	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,63	Altitude Normal	703,5

ALTIMETRIA CONFORME GOINFRA (IP-02 - 2024/001 de setembro/2024)					
Altitude Geométrica (m)	692,87	Correção Ondulação Geoidal Conforme IP-02	-10,63	Altitude Normal Conforme IP-02	703,5

DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,005	♦ Longitude (m)	0,005	♦ Altitude (m)	0,025

DESCRIÇÃO					
MARCO DE CONCRETO COM CHAPA METÁLICA ENUMERADA, COM OS DIZERES PROTEGIDO POR LEI.					

FOTOGRAFIAS	
	

ITINERÁRIO	
Na GO-589, 5,30 km depois do vireiro EMRA, entra na Estrada Santa Maria, no sentido do Sítio de Lazer Bem Viver - Chalé, passa a ponte sobre o Rio Dourados, o marco está junto a cerca de divisa de propriedade.	

**ANTEPROJETO DE INFRAESTRUTURA
OBRA DE ARTE ESPECIAL SOBRE O RIO DOURADOS ESTRADA
SANTA MARIA - HIDROLÂNDIA-GO**

	Contratada:	QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA			
	Rodovia:	OAE - RIO DOURADOS			
	Trecho:	OAE - RIO DOURADOS			
	Extensão:	PONTUAL			
	Medição:	00	out/2025		

MONOGRAFIA DE MARCOS GEODÉSICOS AFERIDO					
Nome	M260	Referência	MGUB/BRAZ	Data rastreio	06/10/25
Estado	GO	Município	Aragoiânia	Tempo de Rastreio	05:02:54
Receptor	Topcon	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	Estático
Antena	GR5	Altura da antena (m)	1,257	Merdiano Central	-51°

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Latitude	-17°03'19,29045"	Este (m)	675.912,967	Marco referência:	M258
Longitude	-49°20'49,41335"	Norte (m)	8.113.576,539	X	675.891,561
X		Fuso	22	Y	8.113.578,741

ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	695,93	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,63	Altitude Normal	706,56

DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
Latitude (m)	0,005	Longitude (m)	0,005	Altitude (m)	0,026

DESCRIÇÃO					
MARCO DE CONCRETO COM CHAPA METÁLICA ENUMERADA, COM OS DIZERES PROTEGIDO POR LEI.					

FOTOGRAFIAS	
 OAE RIO DOURADOS ESTRADA SANTA MARIA M260 17.0583S 49.3473W terça-feira, 7 de outubro de 2025 10:14:31	

ITINERÁRIO	
Na GO589, 5,30 km depois do vireiro EMRA, entra na Estrada Santa Maria, no sentido do Sitio de Lazer Bem Viver - Chalé, na bifurcação que dá acesso a Fazenda Rancho Dourado, o marco está junto a cerca de divisa de propriedade.	

4.14 ANEXOS

ANEXO 01- DESCRITIVOS RBMC

ANEXO 02 - ARQUIVOS BRUTOS GNSS

ANEXO 03 - RELATORIOS DE PROCESSAMENTO E AJUSTE DE REDE

ANEXO 04 - MONOGRAFIAS DOS MARCOS

ANEXO 05 - PLANILHA DE DADOS TOPOGRAFICOS

ANEXO 06 – LAUDOS E ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS

ANEXO 07 – PLANTA TOPOGRAFICA

ANEXO 08 – MDT MODELO DIGITAL DE TERRENO

ANEXO 09 - ORTOMOSAICOS

ANEXO 10 – FOTOS

5. ESTUDO GEOLÓGICO

O estudo geológico realizado visa dar mais subsídios para os Estudos Geotécnicos, Projetos Geométricos, de Obras-de-Arte Correntes e Especiais. Também, serve para abastecer com informações técnicas a escolha da diretriz do traçado, e os projetos de pavimentação e terraplenagem.

Esta OAE tem como objetivo à ponte a ser implantada sobre o rio Dourados, na estrada vicinal na localidade de Santa Maria, município de Hidrolândia – GO. Trata-se de uma infraestrutura viária cruzando sobre o curso d'água, classificada tecnicamente como obra de arte especial de transporte terrestre.

Do ponto de vista geológico, o estudo concentra-se na caracterização preliminar das condições geológicas e geotécnicas da área de implantação da obra, subsidiando as etapas iniciais de concepção do anteprojeto. A análise contempla o comportamento do substrato rochoso e dos materiais inconsolidados, bem como sua interação com a dinâmica fluvial do rio.

O rio Dourados é um curso de água que integra o sistema hidrográfico da bacia hidrográfica do rio Paraná, atuando como afluente no contexto local do município de Hidrolândia e região metropolitana de Goiânia. Seu curso perpassa por paisagens naturais e são utilizadas para práticas recreativas e esportivas, além de comporem parte da rede hídrica da região.

5.1 REFERÊNCIA NORMATIVA

- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-04 Estudos Geológicos;
- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-20 Elaboração de Anteprojeto;
- Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás – DERGO – IS-03 Estudo Geológico;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT- Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006;

5.2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização do estudo geológico de anteprojeto da obra de arte especial consistiu, inicialmente, na compilação e análise de dados secundários, incluindo levantamento bibliográfico e documental sobre a geologia regional e local do trecho de estudo. Foram consultadas publicações técnicas, relatórios institucionais, bases cartográficas existentes e visitas em campo, com o objetivo de compreender o contexto geológico, geomorfológico e ambiental da área de implantação da ponte.

Paralelamente, procedeu-se à interpretação de fotografias aéreas e imagens orbitais, bem como à análise de dados geológicos e temáticos disponíveis, visando à identificação e delimitação dos contatos litológicos, padrões estruturais e principais feições geomorfológicas relevantes para o projeto.

Para a elaboração dos produtos cartográficos, foram utilizados dados da base digital do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG (2007), a partir dos quais foram gerados mapas temáticos com a classificação das unidades e categorias litológicas do município de Hidrolândia. A interpretação integrada desses mapas permitiu a avaliação preliminar da distribuição espacial dos materiais geológicos e sua relação com a dinâmica fluvial do rio Dourados.

Com base nesse conjunto de informações, foi desenvolvido um estudo integrado do meio físico, considerando os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, bem como sua interação com o uso e ocupação do solo. Esse procedimento possibilitou a identificação de condicionantes naturais relevantes à implantação da obra, tais como áreas suscetíveis a processos erosivos, presença de depósitos aluvionares recentes e características gerais do substrato geológico.

5.3 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

O trecho em estudo possui 0,60 km e será implantado nas seguintes coordenadas:

Município de Hidrolândia-GO

- Início: Coordenadas - E: 675.905,457/ N: 8.113.556,46
- Fim: Coordenadas - E: 675.475,148/ N: 8.113.190,180

5.4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

5.4.1 CLIMA

O clima predominante no município de Hidrolândia é o tropical com estação seca (tipo Aw), segundo a classificação climática de Köppen. Esse é marcado por duas estações bem definidas: uma chuvosa, que vai de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro. A situação de estabilidade sofre mudanças bruscas, devido aos diferentes Sistemas de Circulação ou Correntes perturbadas que afetam a Região Centro Oeste. *(Fonte: Diagnóstico Revisão do Plano Diretor do Município de Hidrolândia, agosto de 2018).*

A Temperatura média anual no município é de 22°, com mínima de 05° e máxima de 32°. Com períodos de seca durante os meses de abril a setembro, e chuvosos de outubro a março, apresentando pluviometria média de 1.600 mm/média.

5.4.1.1 Vegetação

O trecho em estudo encontra-se na região do bioma Cerrado, formação vegetacional bastante representativa quanto às suas fitofisionomias. A composição do Cerrado lato-sensu varia de formações florestais, popularmente conhecida como Cerradão, a campestres, como os campos limpos ou campos sujos, além de apresentar formações associadas a cursos d'água como Veredas e Palmeirais (Walter, 2001).

O bioma Cerrado apresenta formações florestais, savânicas e campestres que possuem variadas formas de vegetação (fitofisionomias).



Figura 3.1 – Vegetação.

O termo Cerrado sentido amplo refere-se ao tipo de vegetação que inclui todas as formações abertas do bioma Cerrado (campo limpo, campo sujo, cerrado sentido restrito, campo e cerrado rupestre) e a uma formação florestal (cerradão). As formações florestais são aquelas onde o número de árvores é tal que as copas se entrelaçam, resultando numa grande cobertura do solo o que evita que se estabeleça o tapete de gramíneas, típico das savanas.

Dentre as formações florestais aquelas de maior representatividade apresentam aspectos xeromórficos, as Matas de Galeria ou florestas tropicais sempre-verdes acompanham os córregos e riachos da região central do Brasil, com as copas das árvores se encontrando sobre o curso de água, as Matas Ciliares e as Matas Secas compõem as formações florestais do cerrado. Por sua vez as formações savânicas são caracterizadas por um menor número de árvores, o que possibilita a penetração da luz solar até o solo coberto por um denso tapete de plantas herbáceas, principalmente gramíneas.

Dentre essas, têm-se o Cerrado denso, típico e ralo, o campo rupestre, os Palmeirais e as Veredas. As formações campestres são assim chamadas por apresentarem poucas (ou nenhuma) árvores e arbustos, sendo caracterizadas por três principais tipos de fitofisionomias: Campo sujo (úmido ou seco, fisionomia herbácea-arbustiva), Campo limpo (úmido ou seco predominantemente herbáceo) e Campo rupestre (sobre afloramentos rochosos onde predominam ervas e arbustos).

O crescimento das malhas urbana e rural tem resultado na fragmentação da cobertura vegetal nativa (habitats) com forte repercussão sobre a biodiversidade, figura a seguir.



Figura 3.2 – Perfil de Vegetação do Cerrado.

5.4.1.2 Recursos Hídricos

A OAE rio Dourados, trecho em estudo, situada no município de Hidrolândia – GO, se encontra na bacia do rio Meia Ponte, da Região Hidrográfica do Paraná, apresentando sua rede de drenagem em direção a bacia do rio Paranaíba.

5.4.2 SOLO

A maior parte a predominância nas áreas do município é coberta pela Associação de Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo que, em seguida, em nível de predominância, constata-se a Associação Cambissolo Háplico + Argissolo Vermelho-Amarelo. O primeiro agrupamento de solos ocupa interflúvios de relevo plano, suave ondulado, de modelado Tabular e Plano/Rampeado, principalmente na porção centro-leste do município.

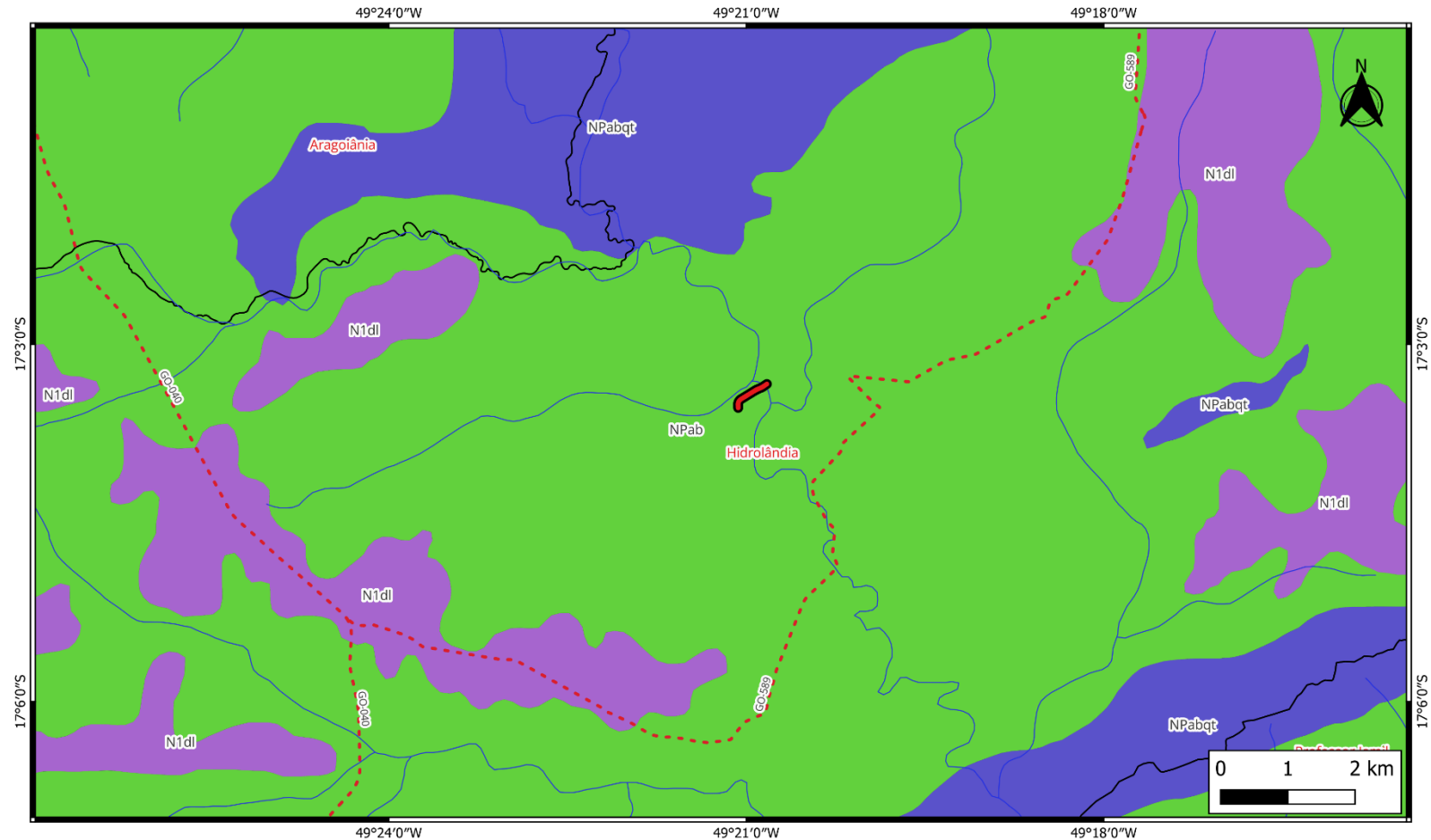
A segunda associação, embora secundariamente, se estende numa porção significativa do município ocupando as áreas de vertentes um pouco mais dissecadas de relevo Plano/Rampeado, concentrando-se principalmente na porção nordeste do município, embora apareçam também na porção sul e sudoeste, destacando-se nas áreas de Encostas/Fundos de Vale. Ambas as associações estão assentadas, predominantemente, sobre os metassedimentos da Unidade B do Grupo Araxá, bem como em parte das Coberturas Lateríticas Ferruginosas, estas propiciando a formação dos Latossolos nas áreas planas.



Figura 3.3 – Característica do solo local

5.4.3 *GEOLOGIA*

De acordo com o mapa geológico do estado de Goiás, elaborado pela Metago/CPRM/UNB (2000), o segmento encontra-se inserido passando pelas rochas do Grupo Araxá e Coberturas detrito-lateríticas e aluviões em cursos d'água. Na figura abaixo é apresentado o Mapa Geológico.



**MAPA GEOLÓGICO
PONTE RIO DOURADOS**

OBRA DE ARTE ESPECIAL SOBRE O RIO DOURADOS
ESTRADA SANTA MARIA - HIDROLÂNDIA-GO

Projeção: GMS
Datum: SIRGAS 2000 / Fuso 22 Sul
Data Dezembro/2025
Fonte: SIEG, SIGA GO
Elaboração: QA Engenharia

LEGENDA:

Geologia

- N1dl - Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
- NPab - Grupo Araxá - Unidade B
- NPabqt - Grupo Araxá - Unidade B - Litofácies Quartzito

- QAE-DOURADOS
- Rodovias
- Cursos d'água
- Municípios

5.4.3.1 *Npaa Npab – Grupo Araxá*

Apesar de ainda não ser bem compreendida a evolução geológica do Grupo Araxá no Estado de Goiás, alguns aspectos podem ser destacados:

- embora ainda não haja distinção, o Grupo Araxá ocorre em dois pacotes dominados por xistos, colocados tectonicamente abaixo e acima do Complexo Anápolis-Itauçu e Associação Ortognáissica Migmatítica;
- na porção sul do pacote inferior, ocorrem sequências metavulcanossedimentares associadas aos metassedimentos do grupo (sequências Maratá e Rio Veríssimo) na região de Ipameri – Catalão e em Abadiânia (sequência Rio do Peixe); além disso, observa-se grande quantidade de corpos intrusivos graníticos (granitos Encruzadilha, Sesmaria, Tambu, Maratá e granitoides tipos Aragoiânia);
- na base do pacote superior, aflora parte da sequência metavulcanossedimentar Maratá, e a quantidade de corpos graníticos é inferior (afloram alguns corpos relacionados aos granitoides tipos Aragoiânia).

Em ambos os pacotes, ocorrem lentes de rochas metaultramáficas (serpentinito, talco xisto e clorita xisto), localmente com lentes de cromitito, e sua ocorrência em meio a micaxistos e quartzitos tem sido usada para inferir caráter de *mélange* ofiolítica para o Grupo Araxá (Drake Jr., 1980; Strieder e Nilson, 1992).

Os corpos graníticos que ocorrem alojados no Grupo Araxá são de dimensões variadas, de caráter sin- a tardi-tectônico e são interpretados, em parte, como líquidos derivados da fusão de rochas metassedimentares do próprio Grupo Araxá (Lacerda Filho e Oliveira, 1995; Pimentel et al., 1999). Lacerda Filho et al. (1999) dividem o Grupo Araxá na porção sul de Goiás em duas unidades:

Unidade A - compreende muscovita-clorita xistos por vezes com cloritóide, biotita muscovita-quartzo xistos, granada-muscovita-clorita xistos, clorita-quartzo xistos, sericita quartzitos, granada-biotita xistos feldspáticos, calciclorita xistos, calci-clorita-biotita xistos feldspáticos às vezes granadíferos e intercalações subordinadas de paragnaisse (hornblenda-

biotita-granada gnaiss), grafita xisto, hematita-sericita xisto (hx), hematita-sericita quartzito, muscovita quartzito (qt) com lentes de metacalcário e talco xisto.

Esta unidade não se encontra na diretriz desse trecho.

Unidade B – Definida por uma sequência pelítica marinha, constituída por calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-biotita xistos feldspáticos, calci-granada-biotita-quartzo xistos feldspáticos, granada-clorita xistos, hornblenda-granada xistos feldspáticos, grafita xistos, lentes de metacalcários, quartzitos micáceos e subordinadamente, lentes de anfibolito. A idade do Grupo Araxá tem sido motivo de controvérsia, com os dados Sm-Nd e U-Pb obtidos por Pimentel (1992) sugerindo uma idade neoproterozóica (790Ma), questionada por Lacerda Filho et al. (1995). Estes autores caracterizaram a rocha datada como um granitóide cisalhado, sintectônico, intrusivo no Grupo Araxá, fato confirmado posteriormente por Pimentel et al. (1995), o que atribui ao grupo uma idade mais antiga.

Estes litotipos se encontram **predominante ao longo de toda extensão e área de influência da OAE.**

Do ponto de vista geotécnico, os xistos da unidade Npab são marcados por:

- Anisotropia estrutural acentuada, controlando resistência e deformabilidade;
- Desenvolvimento de perfis espessos de solo residual e saprólito;
- Possível presença de zonas de fraqueza associadas à foliação e fraturamento.

Essas condições indicam comportamento geomecânico variável ao longo do eixo da obra, que devem ser consideradas na definição conceitual das fundações no anteprojeto.

5.4.3.2 N1dl – Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas

A unidade N1dl corresponde às coberturas detrito-lateríticas ferruginosas, amplamente distribuídas regionalmente e associadas a superfícies de aplainamento desenvolvidas sobre os metassedimentos do Grupo Araxá.

Esses depósitos são constituídos por materiais colúvio-aluviais heterogêneos, formados por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzito, matriz areno-argilosa e lateritos

autóctones com crostas ferruginosas. Quando preservados, os perfis lateríticos podem atingir espessuras superiores a 30 m, apresentando os seguintes horizontes típicos:

Horizonte superficial: apresenta espessura inferior a 1 m e é constituído por material areno-argiloso, amarelado, desestruturado e suprimido em declives mais acentuados.

Horizonte concrecional: tem de 2 a 4 m de espessura e consiste de crosta com concreções ferruginosas cimentadas, hematitas terrosa, goetita e gibbsite.

Horizonte argiloso: pode alcançar 15 m de espessura e é de saprólito avermelhado.

Horizonte pálido: tem de 2 a 3 m de espessura, de cores claras e situa-se na interface rocha/saprólito.

A heterogeneidade de forma e composição desses depósitos indicam ser colúvio-aluviais de pedimentação (Ianhez et al., 1983).

Do ponto de vista geológico-geotécnico, a unidade N1dl apresenta alta variabilidade lateral e vertical, com comportamento mecânico fortemente dependente do grau de cimentação ferruginosa. Esses materiais podem apresentar baixa capacidade de suporte quando intemperizados, além de suscetibilidade a processos erosivos, constituindo fator crítico para a implantação dos encontros da ponte e obras de acesso.

Apesar destes litotipos ocorrerem na região do município de Hidrolândia, essa unidade não influencia diretamente a área do trecho em estudado.

5.4.3.3 *Evolução Geológica Local*

Em sítio, a predominância geológica é a do grupo Npab – Grupo Araxá – Unidade B, uma unidade pré-cambriana Proterozoica (Relacionado à Faixa Brasília) constituída principalmente por metassedimentos metamorfizados e é reconhecido em partes do sul-sudoeste de Goiás. (NAVARRO, et. al., 2013).

Dados da Unidade B do Grupo Araxá, expõem trabalhos geológicos gerais da região centro-sul vinculam o Araxá a seqüências metamórficas com as seguintes litologias principais:

- Xistos granada-biotita-quartzo e xistos feldspáticos,
- Paragneisses granada-biotita-quartzo,
- Intercalações de metaultramáficas/metamáficas tais como serpentinitos, actinolita-xistos, talco-xistos, clorita-xistos, anfíbolitos e anfíbólios com ou sem granada,

- Corpos graníticos associados na sequência.

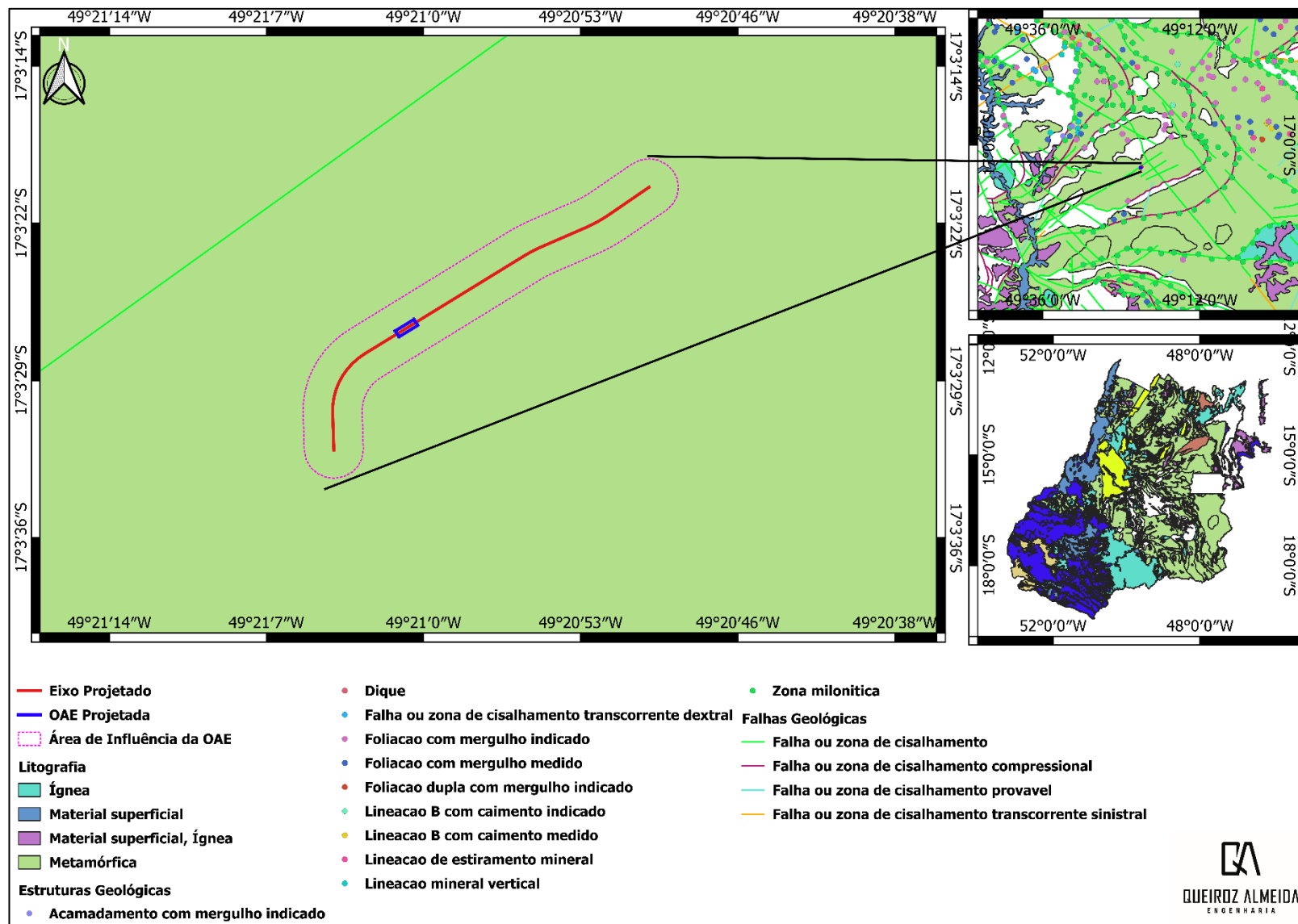
5.4.3.3.1 *Litologia*

As rochas associadas ao Grupo Araxá na região são predominantemente metassedimentares metamorfizadas, com registros de mineralogia típica de fácies anfibolito/cianita-estaurolita, indicando condições de metamorfismo médio-alto (temperaturas da ordem de 600 °C e pressões de 10 KBar em locais correlacionados regionalmente). (NAVARRO, et. al., 2013).

- Xistos pelíticos e psamo-pelíticos foliados com granada, biotita, muscovita, cianita/estaurolita,
- Paragnaisses e gnaisses associados,
- Possível presença de anfibolitos/metabasitos localizados.

Esses padrões são típicos de sequências metamórficas que sofreram deformação dúctil e múltiplos eventos tectônicos, o que pode influenciar competência mecânica local, planos de clivagem e anisotropias importantes para obras lineares como OAE (obra de arte especial).

A seguir é exposto o mapa litológico da região, detalhando o tipo de rocha predominante, estruturas geológicas e falhas no local de implantação.



5.4.3.3.2 *Estruturas e Falhas Geológicas*

A análise do mapeamento geológico indica que não ocorrem falhas, zonas de cisalhamento ou outras estruturas geológicas relevantes no interior ou nas imediações imediatas da área de influência da OAE. As estruturas tectônicas mapeadas na região encontram-se afastadas do eixo projetado, não exercendo influência direta sobre a implantação da obra. Assim, o contexto estrutural local é considerado favorável, com predomínio de rochas metamórficas relativamente homogêneas e ausência de descontinuidades tectônicas significativas na área de intervenção direta.

Na área de entorno da implantação da OAE (aprox. 2,5 km) observa-se a presença de uma falha ou zona de cisalhamento mapeada, com orientação geral NW–SE, desenvolvida em rochas metamórficas do Grupo Araxá. Embora não intercepte diretamente o eixo projetado da obra, sua proximidade indica a existência de descontinuidades estruturais relevantes, potencialmente associadas a fraturamento e anisotropia do maciço rochoso, devendo ser considerada nas análises realizadas no estudo geotécnico e no dimensionamento das fundações.

5.4.3.3.3 *Condições de Encosta e Margem*

Estudos hidrológicos realizados em bacias similares mostram que o padrão de vazões tende a variar consideravelmente com a precipitação sazonal; esta dinâmica inclui períodos de cheias durante a estação chuvosa e menores escoamentos na estação seca. Na região da bacia do rio Dourados no Goiás o regime também é condicionado por precipitação anual variável e conversão da chuva em escoamento superficial típico de rios menores em planaltos tropicais (PEREIRA, et. al., 2007).

O nível máximo d'água no local de implantação da OAE foi estimado em aproximadamente 6,0 m, com base na identificação de marcas deixadas pela lâmina d'água em cercas e na vegetação ao longo das margens do rio.

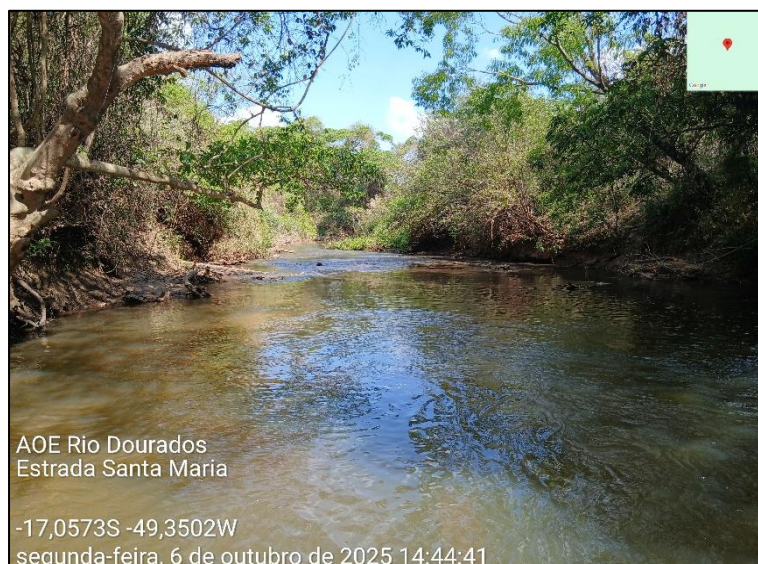


Figura 3.4 – Característica de encosta.

Outras considerações acerca do solo da área de implantação estarão contidas no relatório de Estudo Geotécnico.

5.4.3.4 Evolução Geotectônica Regional

A área de implantação da Obra de Arte Especial insere-se no contexto da Faixa Brasília, cinturão móvel neoproterozoico desenvolvido na borda oeste do Cráton do São Francisco, estruturado sobre embasamento paleoproterozoico constituído por terrenos granito-gnáissicos e migmatíticos (FUCK; PIMENTEL; DANTAS, 1993; FUCK, 1994; CPRM, 1999). Esse

arcabouço geotectônico condiciona a natureza litológica, o grau de deformação e o comportamento geomecânico dos materiais presentes na área de estudo.

A evolução da Faixa Brasília está associada a processos de sedimentação, deformação, metamorfismo e magmatismo desencadeados por convergência continental durante a Orogênese Brasileira, no Neoproterozoico (PIMENTEL et al., 2000). A compartimentação da faixa em Zona Interna e Zona Externa, conforme modelo estrutural proposto por Fuck et al. (1993), posiciona a região de Hidrolândia predominantemente na Zona Interna, caracterizada por metamorfismo de médio a alto grau e estruturas compressivas bem desenvolvidas.

No trecho em estudo, predominam os metassedimentos do Grupo Araxá, especialmente a Unidade B, constituídas por quartzitos, metarenitos, xistos e intercalações metavulcanossedimentares (LACERDA FILHO et al., 1999; CPRM, 1999). Esses litotipos correspondem a depósitos turbidíticos e sedimentos de bacia marginal profunda a intermediária, posteriormente submetidos a regime tectônico compressivo associado à colisão Brasileira.

A tectônica regional é caracterizada por sistemas de empurrões, dobras apertadas a isoclinais e zonas de cisalhamento de baixo a médio ângulo, configurando tectônica de imbricamento com transporte tectônico predominante para leste, em direção ao Cráton do São Francisco (FUCK, 1994; PIMENTEL et al., 2000). Do ponto de vista geológico-geotécnico, essas estruturas conferem aos maciços rochosos forte anisotropia estrutural, condicionando a orientação de descontinuidades, a resistência mecânica e a deformabilidade dos materiais.

A evolução pós-orogênica envolve magmatismo sin- a tardi-colisional, associado a eventos transcorrentes tardios que promoveram a reativação de estruturas preexistentes, influenciando o condicionamento do relevo e o padrão de drenagem atual (CPRM, 2014). Esses processos exercem controle indireto sobre a geometria dos vales e a dinâmica fluvial do Rio Dourados, aspecto relevante para a implantação da OAE.

As coberturas detrito-lateríticas ferruginosas, amplamente distribuídas na região, constituem registro de longos períodos de estabilidade tectônica e intenso intemperismo durante o Cenozoico, resultando na formação de perfis lateríticos espessos sobre as rochas metamórficas da Faixa Brasília (RADAMBRASIL, 1983; IANHEZ et al., 1983). Esses depósitos superficiais representam importante condicionante geotécnico, sobretudo nas áreas de margens fluviais e acessos à obra.

Em síntese, a evolução geotectônica da área estudada integra processos de abertura de bacia, sedimentação, colisão continental, empilhamento tectônico e posterior estabilização

cratônica, inserindo o município de Hidrolândia no contexto estrutural da Faixa Brasília e da Província Tocantins. Esse contexto resulta em um meio físico caracterizado por rochas metamórficas intensamente deformadas, perfis espessos de alteração e depósitos superficiais heterogêneos, impondo condicionantes relevantes ao anteprojeto da Obra de Arte Especial.

No trecho as rochas do Grupo Araxá se posicionam na zona interna da bacia marginal de arco. A seguir é apresentado o mapa com a finalidade de proporcionar uma representação mais clara da zona correspondente ao Grupo Araxá.

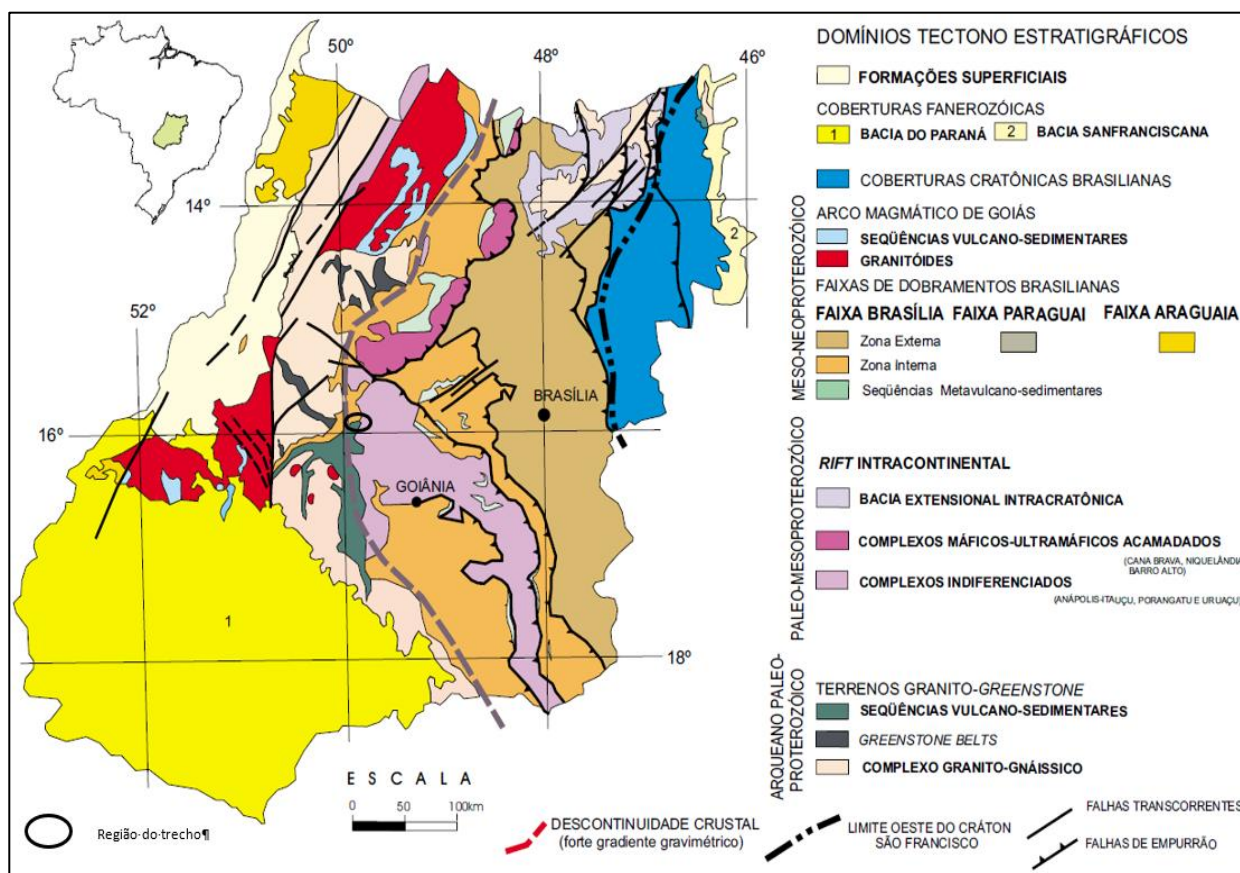


Figura 3.5 – Domínios tectonos estratigráficos (Estado de Goiás).

5.4.3.5 Seções geológicas de áreas problemáticas

Com base em vistorias de campo, nos estudos topográficos e estudos geológicos realizados no trecho em questão, até o presente momento, não foram identificadas áreas problemáticas na região.

Outras considerações acerca do solo direto da área de implantação estarão contidas no relatório de Estudo Geotécnico.

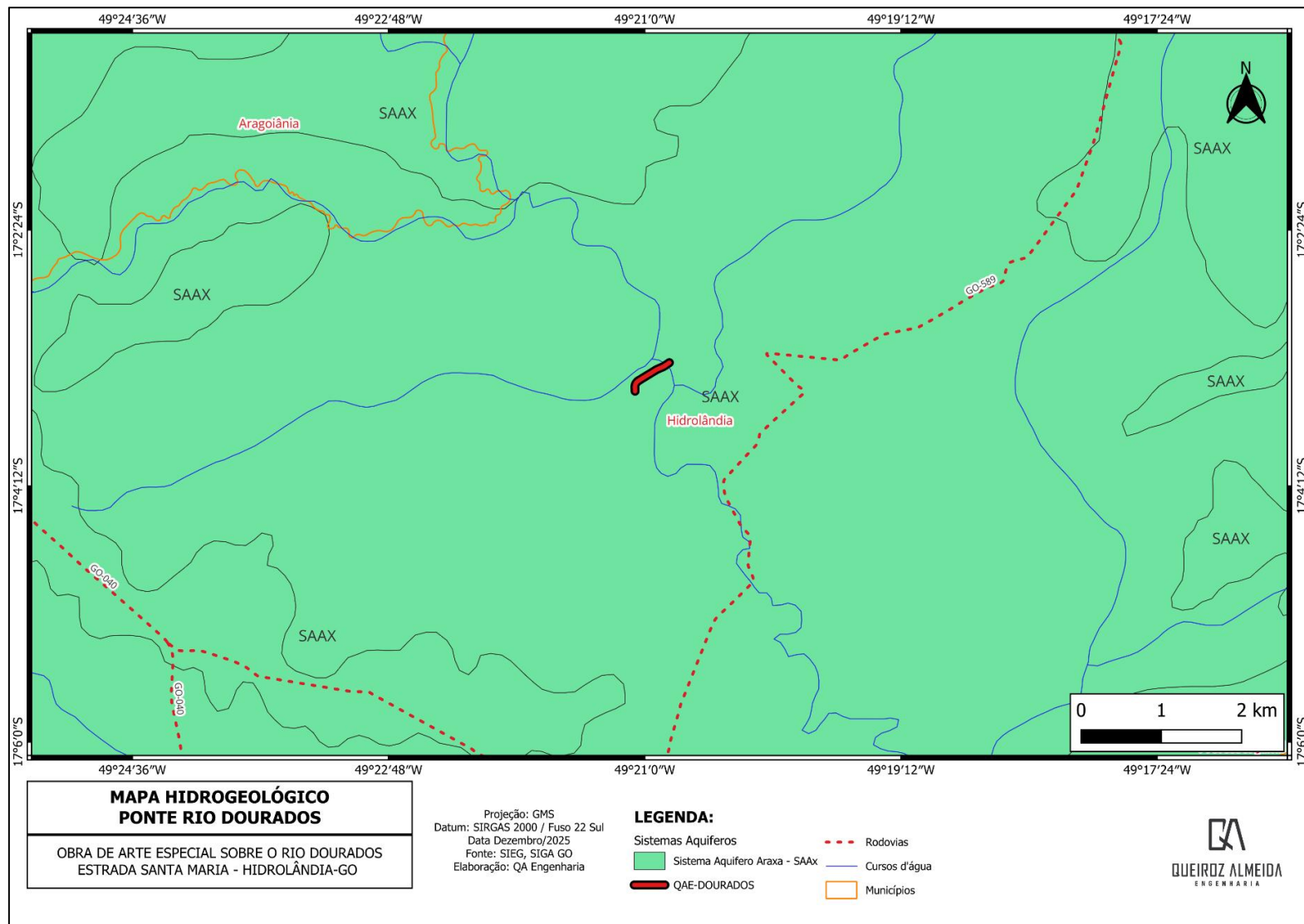
5.4.4 *HIDROGEOLOGIA*

O estudo hidrogeológico, agrega um conjunto de dados para a caracterização dos aquíferos, estes dados referem-se às informações sobre as reservas hídricas, fluxo, parâmetros hidrodinâmicos e inter-relações no ciclo hidrológico. A gestão dos recursos hídricos subterrâneos é dependente da disponibilidade de dados hidrogeológicos.

O território brasileiro é formado, em sua maior parte (mais de 50%), de rochas metamórficas e eruptivas, quase todas de idade pré-cambriana. Estas rochas, que cobrem uma área aproximada de 4,6 milhões de quilômetros quadrados, constituem o embasamento que faz parte integrante da plataforma sul-americana.

Em Goiás, o estudo hidrogeológico do Estado dividiu os aquíferos em sistemas aquíferos freáticos e Sistemas aquíferos profundos, o primeiro faz a correlação dos aquíferos rasos ou superficiais e as classes de solos e o segundo aos aquíferos profundos e às rochas.

No segmento em estudo, os Sistemas Aquíferos são representados pelo Sistema Aquífero profundo denominado de Sistema Aquífero Araxá. Na figura abaixo é apresentado o Mapa Hidrogeológico.



5.4.4.1 Sistema Aquífero Araxá (SAAX)

De acordo com o Estudo Hidrogeológico de Goiás, elaborado pela Secretaria de Estado de Indústria e Comércio – SGM (2006), o Sistema Aquífero predominante na área de perfuração corresponde ao Sistema Aquífero Araxá (SAAX). Este sistema reúne o conjunto litológico do Grupo Araxá, associado às Sequências Vulcano-Sedimentares localizadas ao sul da Sintaxe dos Pirineus, além das supracrustais relacionadas aos arcos de ilha do sudeste goiano e às unidades do Grupo Cuiabá. A associação dessas litologias é justificada pela semelhança reológico-estrutural entre seus materiais, compostos predominantemente por micaxistos, com contribuição subordinada de quartzitos, anfibolitos e rochas ultramáficas (SGM, 2006).

A baixa porosidade intrínseca das litologias metapelíticas, somada ao baixo ângulo de mergulho da foliação, confere ao SAAX baixa produtividade hidrogeológica. Segundo SGM (2006), a média de vazão dos poços é de 3,5 m³/h, com elevada ocorrência de poços secos ou de baixa vazão. Quando consideradas vazões anômalas em pontos específicos, o valor médio pode chegar a 6,5 m³/h, embora tal aumento decorra da ocorrência pontual de poços com vazões superiores a 80 m³/h, geralmente associados à presença de lentes de mármore ou a sistemas de fraturas abertas, que elevam a permeabilidade local.

A distribuição estatística das vazões, considerando um universo de mais de 900 poços, indica moda de 2 m³/h (SGM, 2006), reforçando o caráter pouco produtivo do sistema. Contudo, condições hidrogeológicas mais favoráveis ocorrem em setores com maior participação de quartzitos e quartzo-xistos, onde são observados aquíferos com maiores valores de transmissividade e armazenamento. Nestes locais, as vazões médias superam 10 m³/h, como nos aquíferos fraturados da Serra da Areia, em Aparecida de Goiânia — onde há registro de poço com vazão de 99 m³/h — e em setores da região de Pirenópolis.

Os parâmetros hidrodinâmicos médios, obtidos a partir de 50 poços ensaiados, são:

- Condutividade hidráulica: $1,9 \times 10^{-6}$ m/s
- Transmissividade: $2,8 \times 10^{-4}$ m²/s
- Capacidade específica: 0,587 m³/h/m

(conforme SGM, 2006, incluindo poços de vazões anômalas).

O Sistema Aquífero Araxá é classificado como composto por aquíferos livres, descontínuos, anisotrópicos e de baixa condutividade hidráulica, refletindo as características estruturais e petrográficas das rochas que o constituem (SGM, 2006; IBGE, 2015).

5.4.5 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

A geomorfologia do município de Hidrolândia está associada à geodinâmica da Superfície Regional de Aplainamento – IIIA (LATRUBESSE et al., 2006), bem como a unidade morfológica Plano Rebaixado de Goiânia (CASSETI, 1992). Constata-se também morfoestruturas residuais, compostas por rochas mais resistentes às atividades intempéricas, evidenciadas pelo hogback (abaulamento) da Serra da Felicidade e os Morros e Colinas da Serra do Caxambú e Morro Feio, que apresentam litologias diversas, em que as duas primeiras associadas as rochas quartzíticas do Grupo Araxá, enquanto a segunda aos serpentinitos da Suíte Morro Feio.

A superfície dominante na área de estudo é a de relevo intensamente dissecado em formas planas e colinas amplas. A área situa-se no contexto geomorfológico regional denominado de Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba.

- Planalto do Alto Tocantins – Paranaíba

Esta subunidade engloba feições geomorfológicas bastante diversificadas, predominado as formas dissecadas apresentando uma seção oriental contínua e uma seção ocidental descontínua e fragmentada, abrangendo conjuntos de relevos menores, de caráter residual, geralmente dissecados e eventualmente conservados, dispersos em meio à superfície mais rebaixada dos relevos vizinhos.

A seção contínua apresenta altimetrias por volta dos 1000 m, compreende relevos bastante dissecados e heterogêneos (formas convexas, aguçadas e tabuladas). Dessa superfície emergem relevos residuais conservados, de topos tabulares, geralmente delimitados por escarpas com desníveis da ordem de 150 m e conhecidos regionalmente como chapadas.

Na área de influência direta, ocorrem predominantemente relevos planos a suaves ondulados, característicos da unidade, geralmente colinosa, formados a partir de processos erosivos de pediplanação. No mapeamento da área de influência do empreendimento, identificamos predominantemente a unidade morfoestrutural Superfícies Regionais de Aplainamento (SRAIIIA).

Uma SRA é uma unidade denudacional, gerada pelo aplainamento de uma superfície de terreno entre um determinado intervalo de cotas e este aplainamento se dá de forma relativamente independente dos controles geológicos regionais (litologias e estruturas).

A unidade de aplainamento abaixo compreende o relevo da área da diretriz.

5.4.5.1 Superfície Regional de Apiloamento IIIA-SRAIIIA

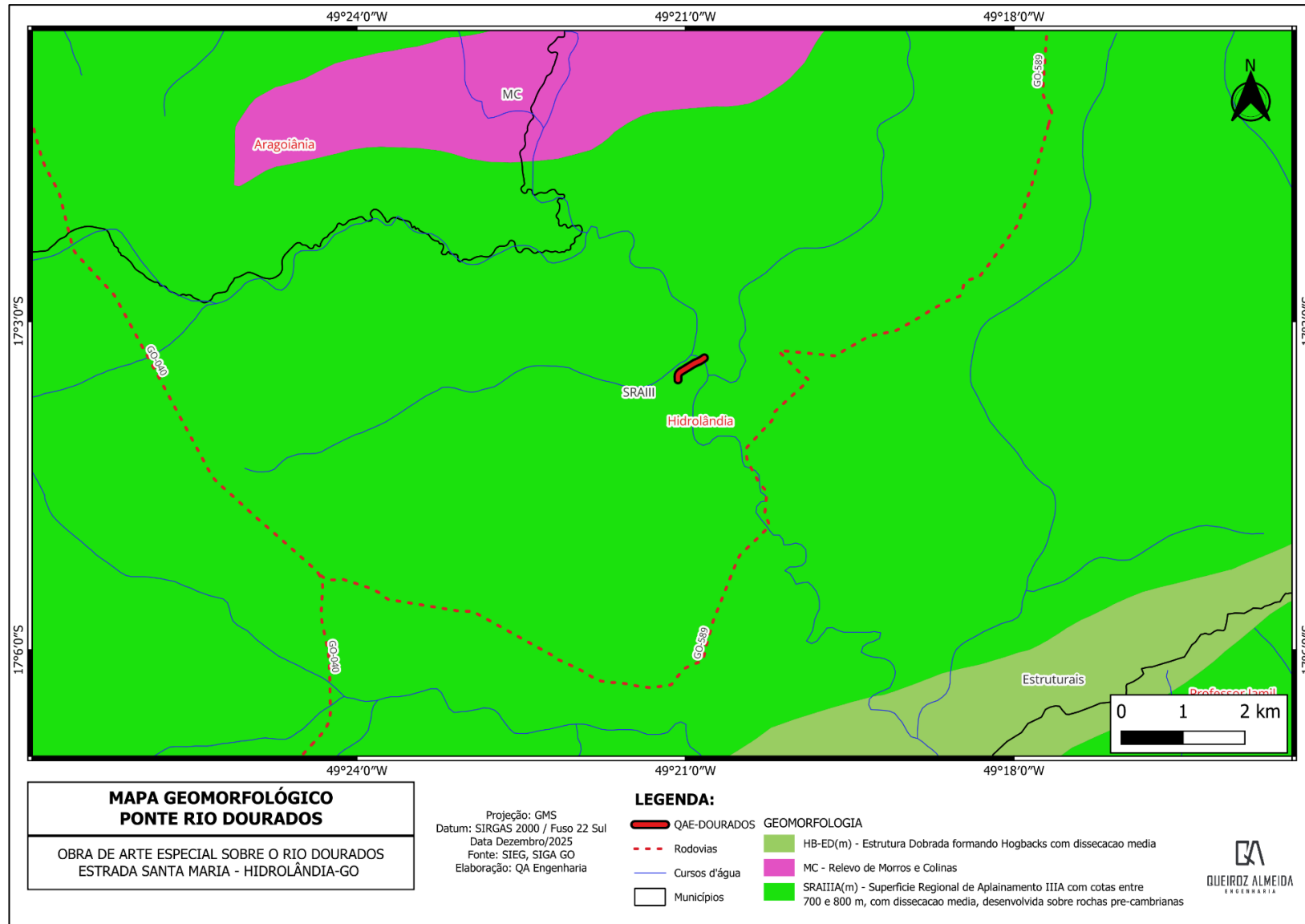
Ocorre em uma faixa de direção SO-NE entre as cotas de 550 a 850 m. Avança como reentrâncias erosivas dentro da Superfície Regional de Aplainamento II da qual é localmente separada por escarpas que atingem várias centenas de metros de altura. Desenvolve-se principalmente sobre metacalcários e quartzitos dos Grupos Araxá e Serra da Mesa (Faixa Brasília) e granito-gnaisses e migmatitos (Complexos Indiferenciados - Rift Intracontinental).

Esta subunidade recebe aporte de material das SRAI e II e das Zonas de Erosão Recuante da SRAII e se articula com SRAIV numa cota inferior. Na SRAIIIA ocorrem crostas lateríticas, colúvios nas vertentes dos vales e áreas de sedimentação restrita onde se acumularam sedimentos aluviais.

A maior parte desta unidade encontra-se no centro-norte de Goiás e em uma área isolada no sudoeste de Goiás e é drenada pela bacia hidrográfica dos rios Araguaia e Tocantins e pela bacia hidrográfica do rio Paraná numa pequena extensão. A partir de Goiânia, a SRAIIIA, com padrão de dissecação média, é drenada para sul pela bacia hidrográfica do rio Paraná.

Tabela 3.1 – Detalhamento da geomorfologia da área.

Grupo	Dissecação	Categorias	Legenda	Unidade	Sistema
SRAIIIA	(m)	SRAIII	SRAIIIA Superfície Regional de Aplainamento IIIA com cotas entre 550 e 850 m, com dissecação média, desenvolvida sobre rochas Pré-cambrianas.	SRAIIIA (m)	Denudacional



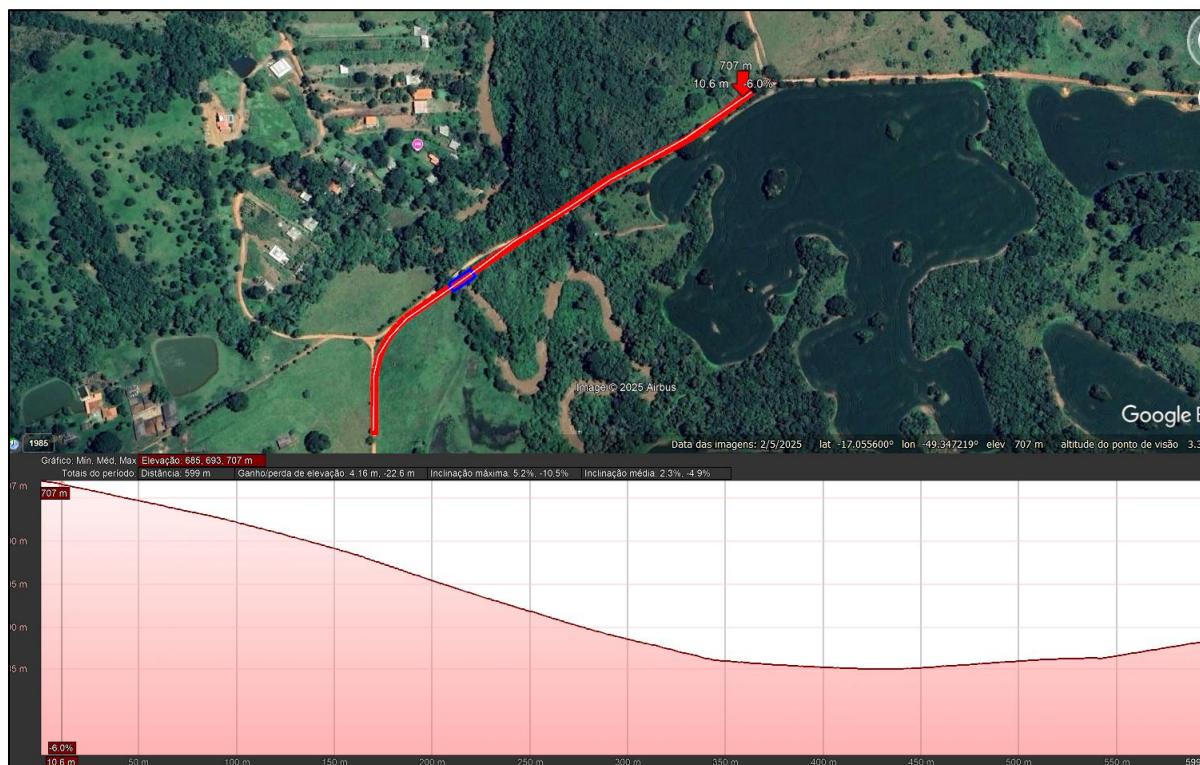
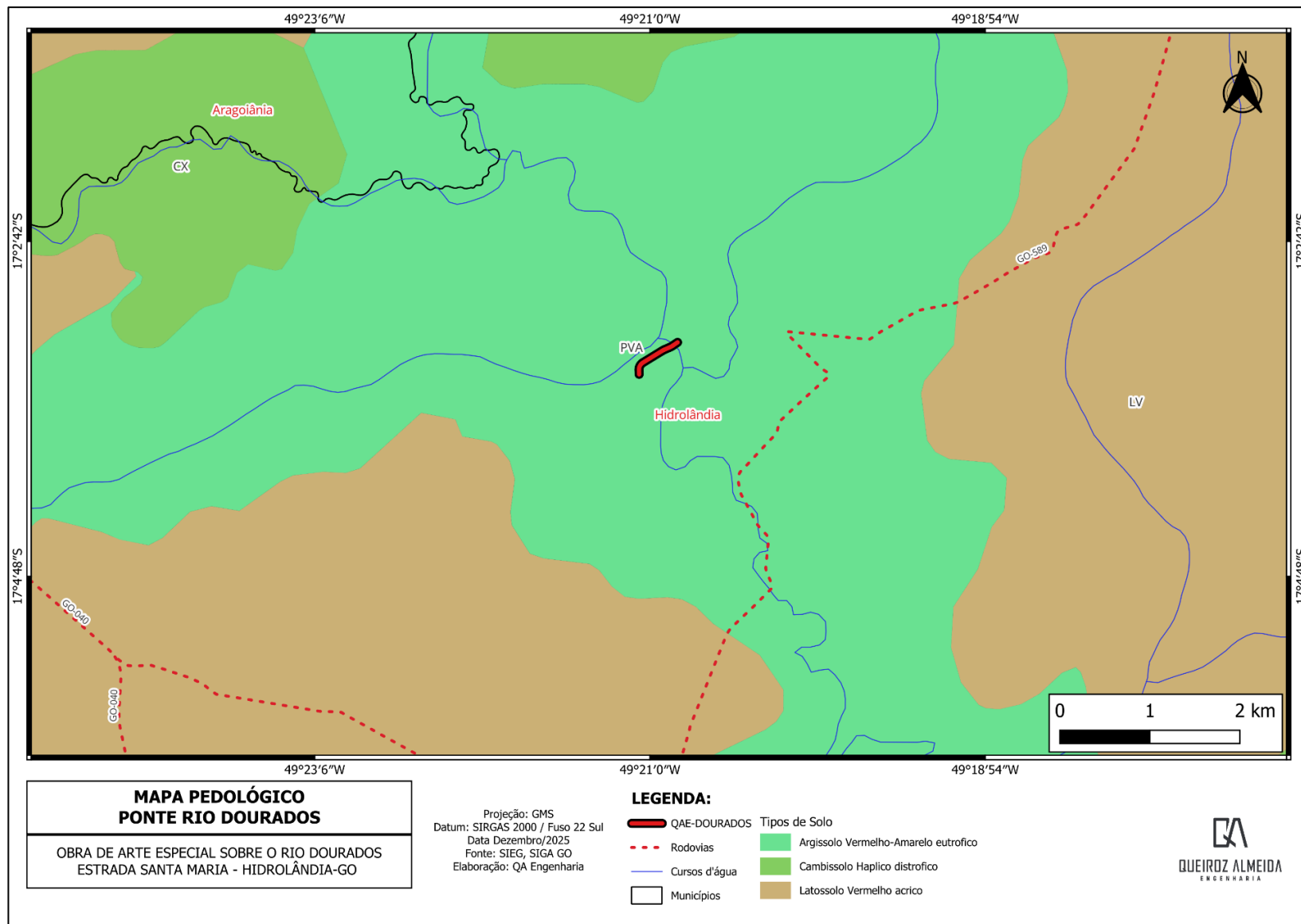


Figura 3.6 – Elevação do terreno no traçado proposto - Google Earth.

5.4.6 PEDOLOGIA

Para os estudos dos solos da região, foi utilizado o mapa exploratório de solos elaborado pelo RADAMBRASIL (1981) para o estado de Goiás, adequando-o para a nova classificação dos solos brasileiros da Embrapa na descrição deste relatório. Os solos são predominantemente derivados das rochas do Grupo Araxá.

Entre as classes de solo, as dominantes no segmento em estudo são os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos, denominados atualmente como Argissolos, seguidos pelos Latossolos Vermelhos ácricos. Na figura abaixo é apresentado o Mapa Pedológico.



5.4.6.1 Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe)

Os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos são definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como solos minerais moderadamente intemperizados, com presença obrigatória de horizonte B textural (Bt), caracterizado por aumento expressivo do teor de argila em relação ao horizonte superior, em função de argiluviação (EMBRAPA, 2018). Possuem coloração variando do vermelho ao amarelo, refletindo a presença de óxidos de ferro em diferentes estágios de hidratação (IBGE, 2015).

A fração argila é predominantemente caulinítica, podendo ocorrer goethita, hematita e alguns óxidos de alumínio. Esses solos apresentam saturação por bases elevada ($V \geq 50\%$), o que lhes confere fertilidade natural média a alta, característica dos Argissolos eutróficos (EMBRAPA, 2018). O horizonte Bt ocorre, em geral, entre 50 e 150 cm de profundidade, com estrutura blocosa bem desenvolvida e forte contraste textural, o que resulta em menor permeabilidade em profundidade e maior suscetibilidade à erosão, especialmente sob relevo ondulado (IBGE, 2015).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos ocorrem amplamente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, normalmente associados a relevos suavemente ondulados a ondulados (IBGE, 2015). Apesar do bom potencial agrícola decorrente da maior fertilidade, exigem manejo conservacionista, incluindo plantio em nível, terraceamento e manutenção da cobertura vegetal, para reduzir riscos de erosão e degradação estrutural (EMBRAPA, 2011). **No trecho analisado, esta classe de solo ocorre como predominante.**

5.4.6.2 Cambissolo Háplico distrófico (CXbd)

Os Cambissolos Háplicos distróficos são solos pouco a moderadamente desenvolvidos, definidos pela presença de horizonte B incipiente (Bi), que indica estágio inicial de formação pedogenética (EMBRAPA, 2018). Possuem perfis rasos a moderadamente profundos, transições graduais entre horizontes e grande variabilidade textural, dependente do material de origem (IBGE, 2015). A drenagem é geralmente boa a moderada, variando conforme a posição na paisagem.

A mineralogia da fração argila é composta por caulinita, minerais 2:1 em alteração e minerais primários ainda preservados, refletindo o baixo grau de intemperismo (EMBRAPA, 2018). Esses solos apresentam baixa saturação por bases ($V < 50\%$) e, frequentemente, altos

teores de alumínio trocável, resultando em baixa fertilidade natural e limitações ao desenvolvimento radicular, especialmente porque o horizonte Bi costuma ocorrer entre 20 e 60 cm de profundidade (IBGE, 2015).

Os Cambissolos são comuns em áreas de relevo ondulado a montanhoso, vertentes de encostas e setores de forte dissecação do relevo, apresentando alta suscetibilidade à erosão quando a cobertura vegetal é removida (IBGE, 2015). O uso agrícola requer práticas intensivas de conservação do solo, correção da acidez e manejo específico para minimizar riscos de degradação.

Apesar de ser identificado na região do município estudado, não apresenta influencia na área de implantação da OAE.

5.4.6.3 Latossolo Vermelho ácrico (LVw)

Os Latossolos Vermelhos ácricos são solos muito intemperizados, profundos e bem drenados, com grande homogeneidade ao longo do perfil, dominado por mineralogia composta por caulinita e óxidos de ferro e alumínio, resultando em valores muito baixos da relação Ki, geralmente inferiores a 2,0 (EMBRAPA, 2018). O horizonte latossólico (Bw) apresenta espessura superior a 150 cm, podendo ultrapassar 200 cm, com coloração vermelha intensa relacionada ao predomínio de hematita (IBGE, 2015).

A característica marcante desses solos é a baixíssima saturação por bases, frequentemente inferior a 20%, situação denominada *ácrica* pelo SiBCS. Apresentam baixíssimas concentrações de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} , além de níveis elevados de Al^{3+} trocável, o que confere fertilidade natural muito baixa, demandando correção química para uso agrícola (EMBRAPA, 2018).

Esses solos são frequentes nos planaltos do Brasil Central, associados a relevos planos a suavemente ondulados, em superfícies geomorfológicas estáveis (IBGE, 2015). Apesar das limitações químicas severas, possuem excelentes condições físicas, como estrutura granular bem desenvolvida, alta porosidade e boa infiltração, o que os torna pouco suscetíveis a erosão quando manejados adequadamente. São amplamente utilizados em agricultura mecanizada após calagem e adubação adequadas.

Apesar de ser identificado na região do município estudado, não apresenta influencia na área de implantação da OAE.

5.5 OCORRÊNCIA DE MATERIAIS

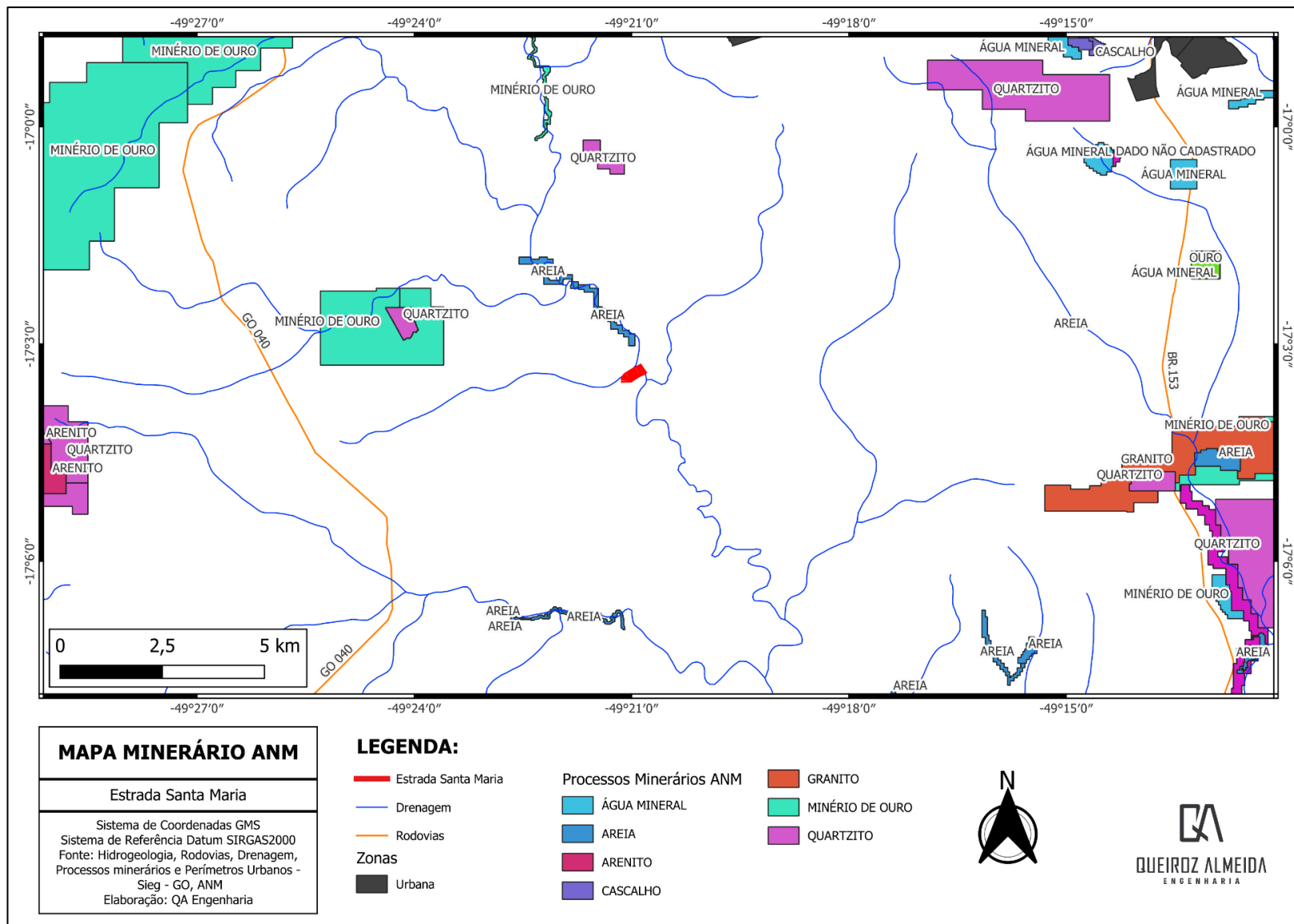
O mapeamento das ocorrências comerciais de materiais minerais destinados à construção de rodovias permite identificar e localizar fontes potenciais de insumos essenciais para a execução do projeto. Para tal, foi adotado o banco de dados de ocorrências ativas e regulares da Agência Nacional de Mineração (ANM) como principal fonte de informações. Este banco de dados reúne dados sobre depósitos minerais que podem ser explorados comercialmente. Este levantamento prévio tem como foco apontar ocorrências minerárias registradas e licenciadas próximas ao trecho em estudo.

Embora esteja previsto que a obra não contemple pavimentação asfáltica, procedeu-se ao levantamento, na região de interesse, da disponibilidade de fontes de materiais in natura e em exploração comercial de areia, brita e cascalho, com base nos dados SGMINE da ANM – Agência Nacional de Mineração. Tais materiais poderão ser aplicados nas soluções da execução da ponte.

5.5.1 OCORRÊNCIAS MINERAIS

Nas proximidades do trecho em estudo existem processos minerários em atividade. Dessa forma, foi realizado o levantamento das áreas requeridas junto à Agência Nacional de Mineração (ANM), passíveis de utilização como fontes de materiais para obras. Verificou-se a ocorrência de materiais pétreos, como xistos nas proximidades do município de Aparecida de Goiânia, granitos em Aragoiânia, jazidas de areia no Rio Meia Ponte e em outro trecho no Rio dos Dourados, além de quartzitos e cascalho no córrego São Germano, no município de Hidrolândia. Todas essas áreas encontram-se regularizadas junto aos órgãos de mineração e meio ambiente, conforme apresentado no Mapa Minerário.

Na figura abaixo é apresentado o mapa ANM SM.



5.5.2 PEDREIRA

As pedreiras localizadas nas proximidades do trecho em estudo serão apresentadas a seguir como alternativas potenciais de fornecimento de materiais, de modo a subsidiar a análise comparativa quanto à viabilidade técnica, econômica e logística. Entre as opções avaliadas, será destacada a pedreira selecionada para o atendimento às necessidades da obra, considerando critérios de qualidade dos materiais, distância de transporte, capacidade de produção e atendimento às especificações normativas.

Os estudos relacionados ao agregado graúdo (brita), poderão ser realizados na Pedreira Itaúna, localizada no município de Aparecida de Goiânia - GO, com 38 km de distância entre a pedreira e o canteiro de obras. O material extraído é um Xisto com processo comercial de brita. A pedreira está regularizada junto a ANM.

- Contato:

Nome: Pedreira Itaúna

Cidade: Aparecida de Goiânia- GO

Telefone: (62)30942222

- Coordenadas:

687.282,00 m E,

8.113.338,00 m S

Zona 22 K

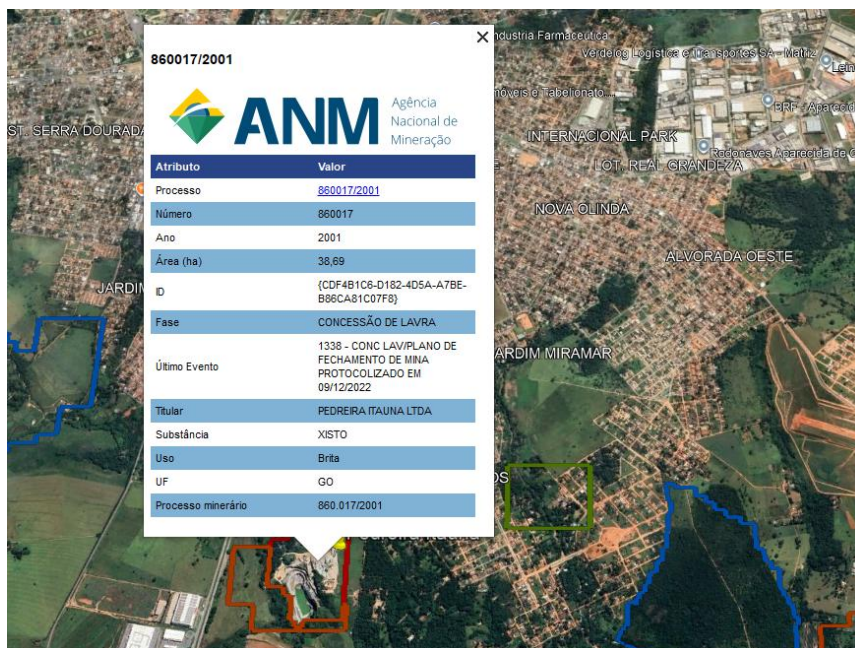


Figura 3.7 – Processos Minerários - Pedreira (Fonte: ANM, 2025).

Até o presente momento, embora a empresa tenha disponibilizado ensaios de alguns materiais comercializáveis, não foi apresentada a respectiva declaração formal de fornecimento.

A seguir estão apresentados alguns ensaios fornecidos pela empresa.



GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS INDIVIDUAIS

SISTEMA DE GESTÃO EMPRESARIAL									
GRANULOMETRIA AGREGADO ME 083/98									
OBRA: DIVERSAS		TRECHO: AMOSTRA COLETADA NA BRITAGEM						DATA: 28/04/2023	
RODOVIA: DIVERSAS		ORIGEM DO MATERIAL: CAMADA PEDREIRA ITAUNA AMOSTRA 01							
ESTUDO: ANALISE GRANULOMETRICA		LABORATORISTA: ALIFF		OPERADOR: LUZANO		MATERIAL: BRITA 1			
UMIDADE HIGROSCOPICA			PENEIRAS		Peneiramento				
					Material Retido			% Que Passa da Amostra	
CÁPSULA Nº	-	-	Nº	mm	Peso (g)	% Amost.	% Acumulado		
C+S+A	-	-							
C+S	-	-							
AGUA	-	-	4"	101,8	0,0	0,0	100,0	100,0	-
CAPSULA	-	-	3 1/2"	88,9	0,0	0,0	100,0	100,0	-
SOLO	-	-	3"	76,2	0,0	0,0	100,0	100,0	-
% UMIDADE	-	-	2 1/2"	63,5	0,0	0,0	100,0	100,0	-
UMIDADE MEDIA			2"	50,8	0,0	0,0	100,0	100,0	-
AMOSTRA TOTAL SECA			1 1/2"	38,1	0,0	0,0	100,0	100,0	-
Amostra Total umida (g)	-		1"	25,4	0,0	0,0	100,0	100,00	
Solo Seco ret.peneira. Nº	-		3/4"	19	0,0	0,0	100,00	100,00	
Solo umido passa peneira	-		1/2"	12,7	1474,0	79,8	20,24	20,24	
Solo seco passa peneira.	-		3/8"	9,5	1816,0	99,0	0,97	0,87	
Amostra total seca	1848,0		4	4,8	1830,0	99,1	0,87	0,87	
Amostra menor Nº 10 umi	-		8	2,4	1832,0	99,1	0,87	0,87	-
Amostra menor Nº 10 sec	-		10	2	1832,0	99,1	0,87	0,87	-
			16	1,2	1832,0	99,1	0,87	0,76	-
			30	0,6	1432,0	99,2	0,76	0,76	-
			40	0,42	1834,0	99,2	0,76	0,76	-
			50	0,297	1834,0	99,2	0,76	0,65	-
			80	0,177	1834,0	99,4	0,65	0,43	-
			100	0,149	1836,0	99,6	0,43	0,43	-
			200	0,075	1840,0	99,6	0,43	0,43	
			FUNDO	-	1840,0	99,6	0,43	0,43	

OBSERVAÇÃO:

ENC: LABORATÓRIO *[Assinatura]* ENGENHEIRO *[Assinatura]*



SISTEMA DE GESTÃO EMPRESARIAL									
GRANULOMETRIA AGREGADO ME 083/98									
OBRA: DIVERSAS		TRECHO: AMOSTRA COLETADA NA BRITAGEM						DATA: 28/04/2023	
RODOVIA: DIVERSAS		ORIGEM DO MATERIAL: PEDREIRA ITAUNA						CAMADA: AMOSTRA 01	
ESTUDO: ANÁLISE GRANULOMETRICA		LABORATORISTA: ALIFF			OPERADOR: LUZIANO		MATERIAL: BRITA 0		
UMIDADE HIGROSCOPICA			PENEIRAS		Peneiramento				
CÁPSULA Nº	-	-			Material Retido			% Que	
C+S+A	-	-	Nº	mm	Peso (g)	% Amost.	% Acumulado	Passa da Amostra	
C+S	-	-							
AGUA	-	-	4"	101,8	0,0	0,0	100,0	100,0	-
CAPSULA	-	-	3 1/2"	88,9	0,0	0,0	100,0	100,0	-
SOLO	-	-	3"	76,2	0,0	0,0	100,0	100,0	-
% UMIDADE	-	-	2 1/2"	63,5	0,0	0,0	100,0	100,0	-
UMIDADE MEDIA			2"	50,8	0,0	0,0	100,0	100,0	-
AMOSTRA TOTAL SECA			1 1/2"	38,1	0,0	0,0	100,0	100,0	-
Amostra Total umida (g)	-	-	1"	25,4	0,0	0,0	100,0	100,00	-
Solo Seco ret.peneira. Nº	-	-	3/4"	19	0,0	0,0	100,00	100,00	-
Solo umido passa peneira	-	-	1/2"	12,7	0,0	0,0	100,00	100,00	-
Solo seco passa peneira.	-	-	3/8"	9,5	928,0	30,8	69,19	69,19	-
Amostra total seca	3012,0	-	4	4,8	2796,0	92,8	7,17	7,17	-
Amostra menor Nº 10 umi	-	-	8	2,4	2886,0	95,8	4,18	4,18	-
Amostra menor Nº 10 sec	-	-	10	2	2890,0	95,9	4,05	4,05	-
			16	1,2	2898,0	96,2	3,78	3,78	-
			30	0,6	2906,0	96,5	3,52	3,52	-
			40	0,42	2908,0	96,5	3,45	3,45	-
			50	0,297	2912,0	96,7	3,32	3,32	-
			80	0,177	2924,0	97,1	2,92	2,92	-
			100	0,149	2930,0	97,3	2,72	2,72	-
			200	0,075	2954,0	98,1	1,93	1,93	-
			FUNDO	-	2998,0	99,5	0,46	0,46	-

PENEIRAS

LEGENDA: — Faixa DNIT — Granulometria

OBSERVAÇÃO:

ENC. LABORATÓRIO

ENGENHEIRO



SISTEMA DE GESTÃO EMPRESARIAL									
GRANULOMETRIA AGREGADO ME 083/98									
OBRA: DIVERSAS		TRECHO: AMOSTRA COLETADA NA BRITAGEM						DATA: 28/04/2023	
RODOVIA: DIVERSAS		ORIGEM DO MATERIAL: CAMADA PEDREIRA ITAUNA AMOSTRA 01							
ESTUDO: ANALISE GRANULOMETRICA		LABORATORISTA: ALIFF		OPERADOR: LUZIANO		MATERIAL: PO DE BRITA			
UMIDADE HIGROSCOPICA			PENEIRAS		Peneiramento				
CÁPSULA Nº	-	-			Material Retido			% Que	
C+S+A	-	-			Peso (g)	% Amost.	% Acumulado	Passa da Amostra	
C+S	-	-	Nº	mm					
AGUA	-	-	4"	101,8	0,0	0,0	100,0	100,0	-
CAPSULA	-	-	3 1/2"	88,9	0,0	0,0	100,0	100,0	-
SOLO	-	-	3"	76,2	0,0	0,0	100,0	100,0	-
% UMIDADE	-	-	2 1/2"	63,5	0,0	0,0	100,0	100,0	-
UMIDADE MEDIA			2"	50,8	0,0	0,0	100,0	100,0	
AMOSTRA TOTAL SECA			1 1/2"	38,1	0,0	0,0	100,0	100,0	-
Amostra Total umida (g)	-		1"	25,4	0,0	0,0	100,0	100,00	
Solo Seco ret.peneira. Nº	-		3/4"	19	0,0	0,0	100,00	100,00	
Solo umido passa peneira	-		1/2"	12,7	0,0	0,0	100,00	100,00	
Solo seco passa peneira.	-		3/8"	9,5	0,0	0,0	100,00	100,00	
Amostra total seca	1088,0		4	4,8	30,0	2,8	97,24	97,24	
Amostra menor Nº 10 umi	-		8	2,4	314,0	28,9	71,14	71,14	-
Amostra menor Nº 10 sec	-		10	2	426,0	39,2	60,85	60,85	-
			16	1,2	616,0	56,6	43,38	43,38	-
			30	0,6	758,0	69,7	30,33	30,33	-
			40	0,42	810,0	74,4	25,55	25,55	-
			50	0,297	850,0	78,1	21,88	21,88	-
			80	0,177	906,0	83,3	16,73	16,73	-
			100	0,149	922,0	84,7	15,26	15,26	-
			200	0,075	978,0	89,9	10,11	10,11	
			FUNDO	-	978,0	89,9	10,11	10,11	

PENEIRAS

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

200 100 80 50 40 30 16 10 8 4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2"

0,075 0,15 0,30 0,42 0,6 1,2 2,0 2,4 4,8 9,5 12,7 19,1 25,4 38,1 50,8

(mm)

— Faixa DNIT —•— Granulometria

OBSERVAÇÃO:

3.5.2 AREAL

Os areais localizados nas proximidades do trecho em estudo serão apresentados a seguir como alternativas potenciais de fornecimento de materiais, de modo a subsidiar a análise comparativa quanto à viabilidade técnica, econômica e logística.

Os estudos relacionados à substância de areia, poderão ser realizados na F.G. Mineradora LTDA, localizado no município de Aparecida de Goiânia-GO, com 11 km de distância entre o areal e o trecho final da estrada. O areal está regularizado junto a ANM.

- Contato:

Nome: F.G. Mineradora LTDA

Cidade: Hidrolândia – GO

- Coordenadas:

673931.81 m E,

8107303.01 m S

Zona 22 K

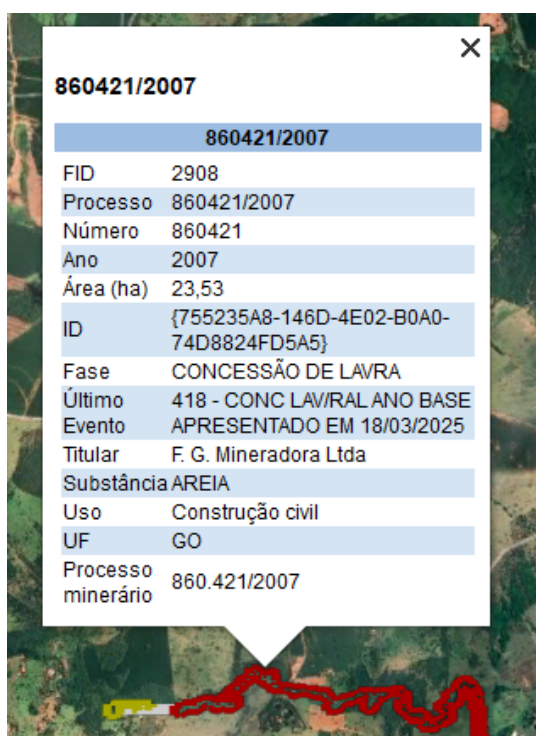


Figura 3.8 – Processos Minerários - Areia (Fonte: ANM, 2025).

Mais próximo ao local de implantação citado acima, tem-se o areal cujo titular é Pedro Sebastião da Silva que também entra como sugestão com potencial de fornecimento de material para o trecho, localizado no município de Hidrolândia - GO, com aprox. 1 km m de distância entre o areal e o trecho inicial. O areal está licenciado junto a ANM.

- Contato:

Nome: Pedro Sebastião da Silva

Cidade: Hidrolândia – GO

- Coordenadas:

675535.02 m E,

8114131.66 m S

Zona 22 K



Figura 3.9 – Processos Minerários - Areia (Fonte: ANM, 2025).

Por fim, tem-se o Areal Denilson Batista, localizado no município de Aragoiânia -GO, com 36,5 km de distância entre o areal e o canteiro de obras. O areal está regularizado junto a

ANM. Ainda que a distância apresentada seja superior os demais supracitados o Areal Denilson Batista apresenta bons resultados referentes aos critérios de qualidade dos materiais, capacidade de produção e atendimento às especificações normativas

- Contato:

Nome: Areal Denilson Batista

Cidade: Aragoiânia-GO

Telefone: (62) 99620-7576

- Coordenadas:

674.297.00 m E,

8.127.214.00 m S

Zona 22 K

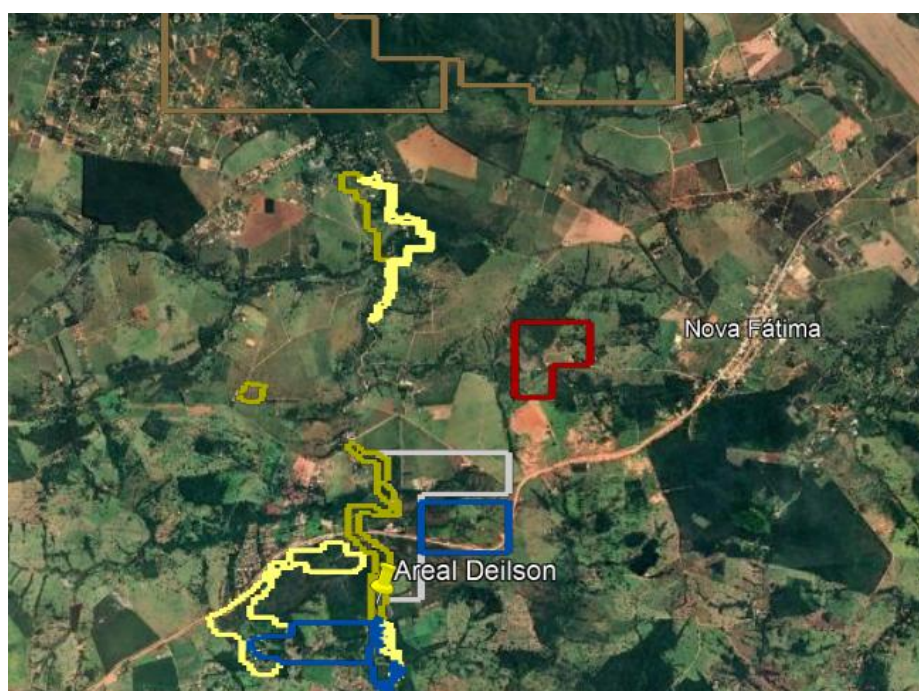


Figura 3.10 – Processos Minerários - Areia (Fonte: ANM, 2023).

Abaixo são é apresentada a declaração de interesse de fornecimento de material e na sequência são apresentados demonstração de ensaios.



**DECLARAÇÃO DE INTERESSE DE FORNECIMENTO COMERCIAL DE
AREIA PELO PROPRIETÁRIO OU RESPONSÁVEL NA FAZENDA**

Eu, Paulo Antonio Batista Filho
Portador do CPF/CNPJ nº 04143137180, residente e domiciliado no
End.: Go 313 Km 18 Distrito de
Alma Gataína nº Bairro Zona Rural,
Cidade/Estado Hidrolândia
Declaro para os devidos fins e a quem possa interessar que tenho o interesse de
fornecimento comercial de areia, com capacidade diária de
produção 50 toneladas situado na
Fazenda: Vimisola Jabuticabal

Por ser expressão da verdade, dato e assino a presente.

Local: Hidrolândia, 28 de Julho de 2025


Assinatura do declarante

Figura 3.11 – Ensaio Determinação da composição granulométrica. Denilson Batista.

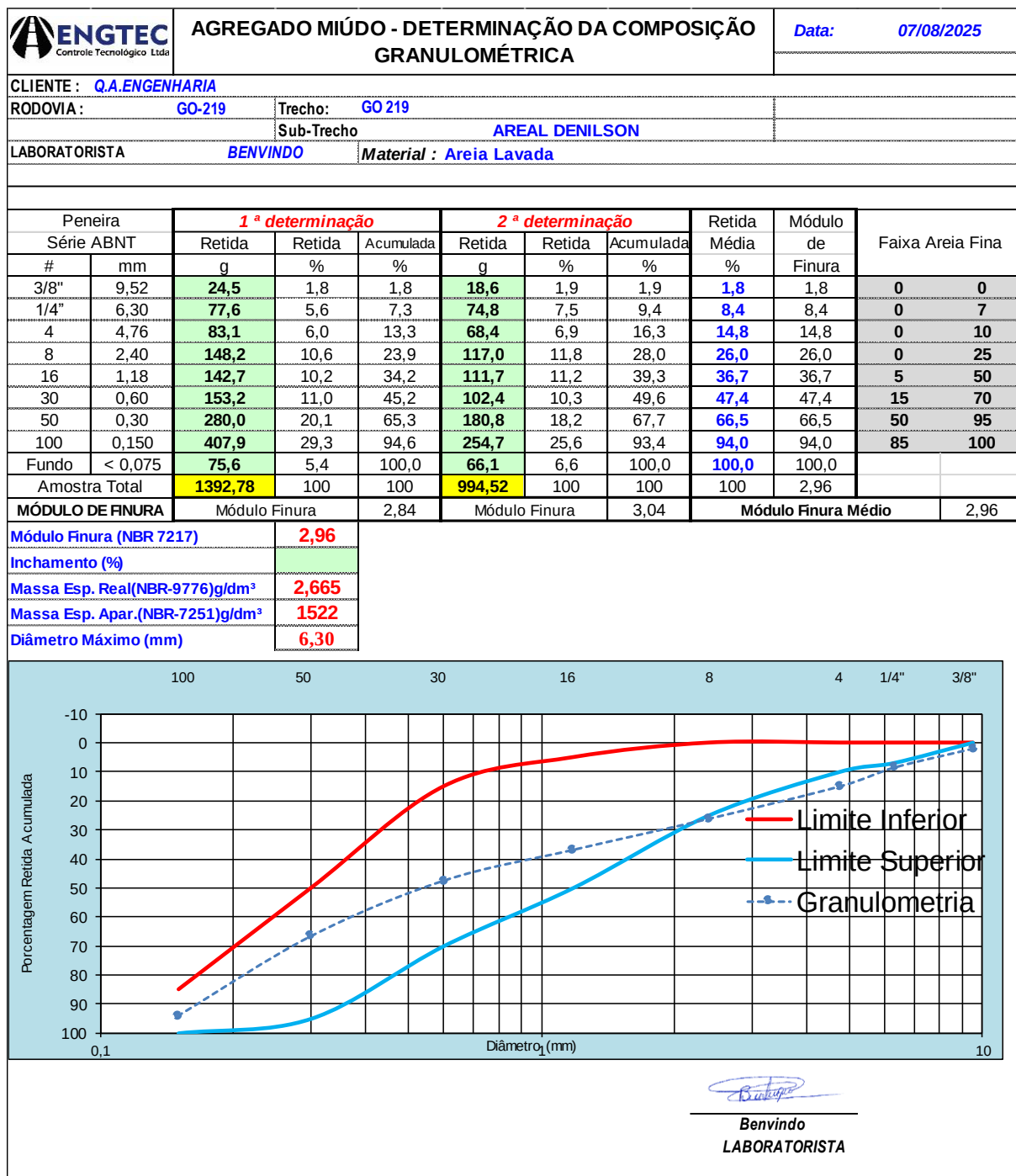


Figura 3.12 – Ensaio Determinação da composição granulométrica. Denilson Batista.

5.5.3 CIMENTEIRA

Um possível fornecedor para cimento poderá ser a empresa Intercement, localizada no município de Cezarina – GO, com 87,10 km de distância entre a indústria de cimento e o início do trecho.

- Contato:

Nome: Intercement Cezarina

Cidade: Cezarina – GO

- Coordenadas:

630.146,00 m E,

8.119.067,00 m S

Zona 22 K

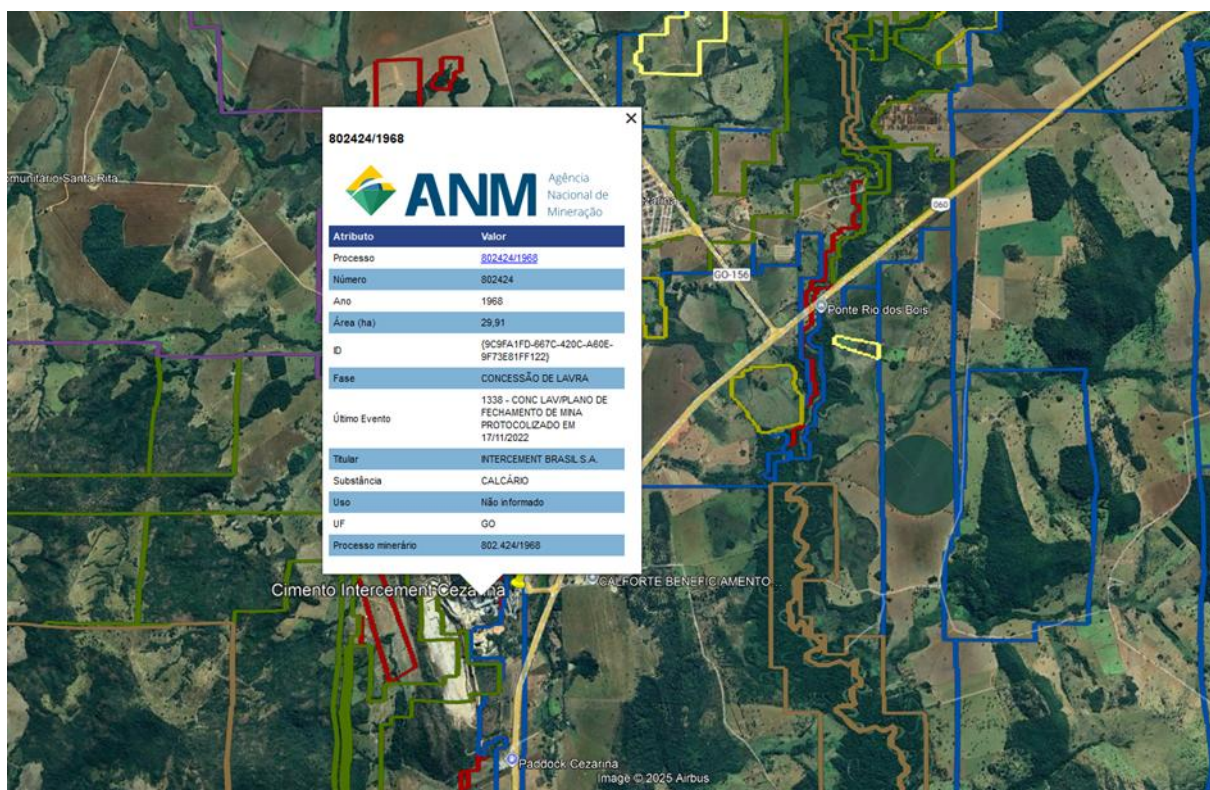


Figura 3.13 – Processos Minerários – Cimenteira (Fonte: ANM, 2025).

Outra fabricante de cimento identificada, localizada a uma menor distância de transporte em relação ao canteiro de obras, estimada em 83,40 km, é a Votorantim Cimentos. As informações pertinentes encontram-se detalhadas a seguir.

Votorantim Cimentos S.A.:

- Contato:

Votorantim Cimentos S.A

Cidade: Edealina – GO

Contato: (64) 3003-0543

- Coordenadas:

629.585,98 m E,

8.091.567,76 m S

Zona 22 K

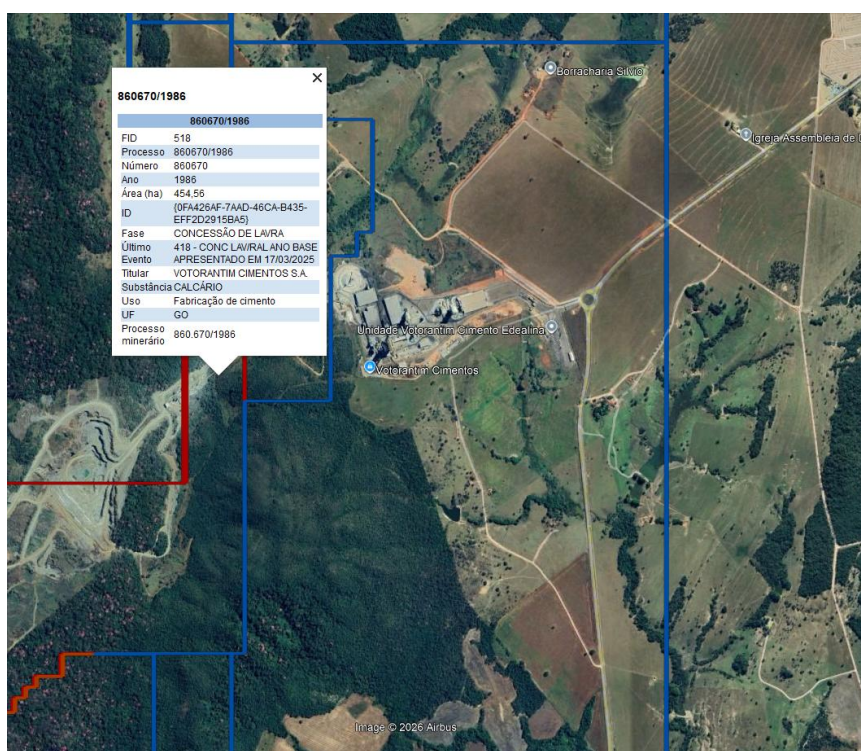


Figura 3.14 – Processos Minerários – Cimenteira.

5.5.4 CASCALHEIRA

Próximo ao distrito de Nova Fátima identificou-se uma área com extração de material granular (cascalho), a mesma encontra-se licenciada e regularizada na base de dados da ANM, de acordo com as informações do SIGMINE, pelo titular Ética Construtora LTDA. Está localizada cerca de 37 km do final da Estrada.

- Coordenadas:

676985.79 m E

8127503.17 m S

Zona 22 K

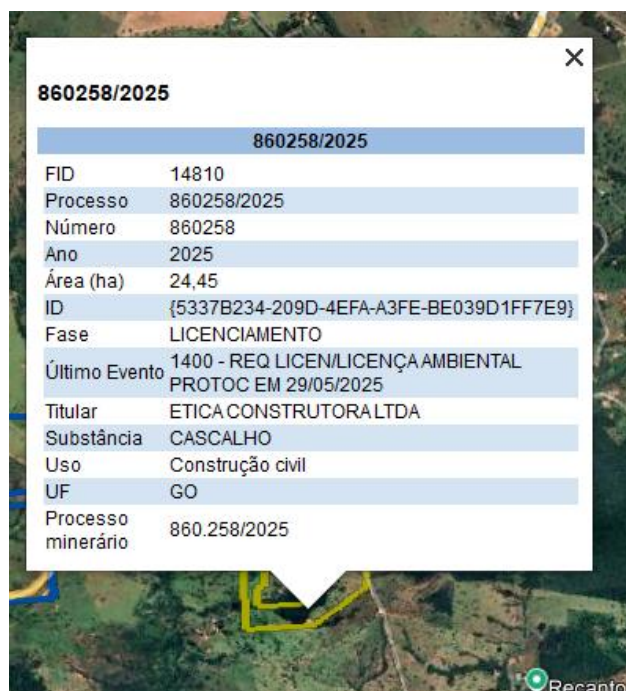


Figura 3.15 – Processos Minerários – Cascalho (Fonte: ANM, 2024)

6 ESTUDOS HIDROLÓGICO

Os estudos foram desenvolvidos objetivando determinar o regime pluvial da região em termos de chuvas normais e intensas, sendo esta última, utilizada na estimativa das descargas máximas dentro dos tempos de recorrência previstos no projeto, possibilitando o dimensionamento das diversas obras de drenagem que se fazem necessárias.

6.1 REFERÊNCIA NORMATIVA

- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-03 Estudos Hidrológicos;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT – Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006.

6.2 DESCRIÇÃO

A hidrologia é a ciência que analisa o comportamento da água sobre a Terra, suas propriedades químicas, ocorrência, distribuição, circulação e ainda seus efeitos sobre o meio ambiente e a vida. A mesma está ligada ao planejamento, dimensionamento, construção e operação de obras hídricas, como: reservatórios, controle de cheias, abastecimento de água, irrigação e drenagem.

Um estudo hidrológico baseia-se na caracterização fisiográfica e climatológica, como, por exemplo, o tamanho da área de drenagem, tipos e ocupação do solo e em processamentos de dados pluviométricos e fluviométricos. E sua aplicação visa a caracterização das condições de vazão máxima afluente às obras de arte ou drenagem superficial compreendida na área de estudo do projeto.

O Estudo visa conhecer a pluviometria e transformá-la em vazão para assim fundamentar as demais intervenções de engenharia necessárias para Elaboração do Anteprojeto e implantação da obra de arte especial sobre o rio Dourados na estrada entre Santa Maria e Hidrolândia.

6.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

6.3.1 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

O Clima na região da obra estudada é considerado tropical de altitude (tipo Cwa segundo Köppen), tendo verões agradáveis e invernos relativamente frios com diminuição de chuvas no inverno. Tem-se as estações do ano dando início ao Outono no dia 20 de março e fim no dia 20 de junho; Inverno dando início no dia 20 de junho e fim dia 22 de setembro; Primavera dando início dia 22 de setembro e fim dia 21 de dezembro; e Verão dando início dia 21 de dezembro e fim dia 20 de março.

A estação quente permanece de 26 de agosto a 18 de outubro, com temperatura máxima média diária acima de 31 °C. O mês mais quente do ano é outubro, com a máxima de 31 °C e mínima de 20 °C, em média. A estação fresca permanece de 8 de maio a 24 de julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 29 °C. O mês mais frio do ano é junho, com a mínima de 14 °C e máxima de 29 °C, em média. A Temperatura média anual no município é de 23°, com mínima de 14° e máxima de 32°. Na imagem a seguir é apresentado um gráfico com as temperaturas máximas e mínimas médias no trecho estudado.

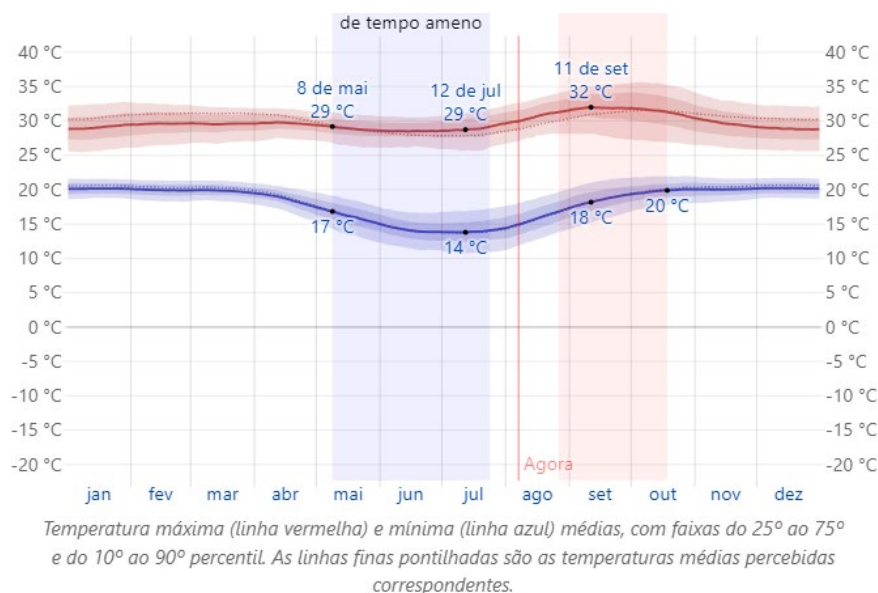


Figura 6.1 – Mapa de temperaturas máximas e mínimas médias

Fonte: Weather Spark

O período chuvoso do ano dura de 15 de agosto a 6 de junho, com precipitação de chuva de 31 dias contínuos mínima de 13 milímetros. O mês mais chuvoso é dezembro, com média de 229 milímetros de precipitação de chuva. O período sem chuva do ano de 6 de junho

a 15 de agosto. O mês menos chuvoso é julho, com média de 4 milímetros de precipitação de chuva.

A duração do dia varia ao longo do ano. Em 2024, o dia mais curto foi 20 de junho, com 11 horas e 7 minutos de luz solar e o dia mais longo será 21 de dezembro, com 13 horas e 9 minutos de luz solar. Na imagem a seguir é apresentado um gráfico com a duração da luz solar e crepúsculo na região.

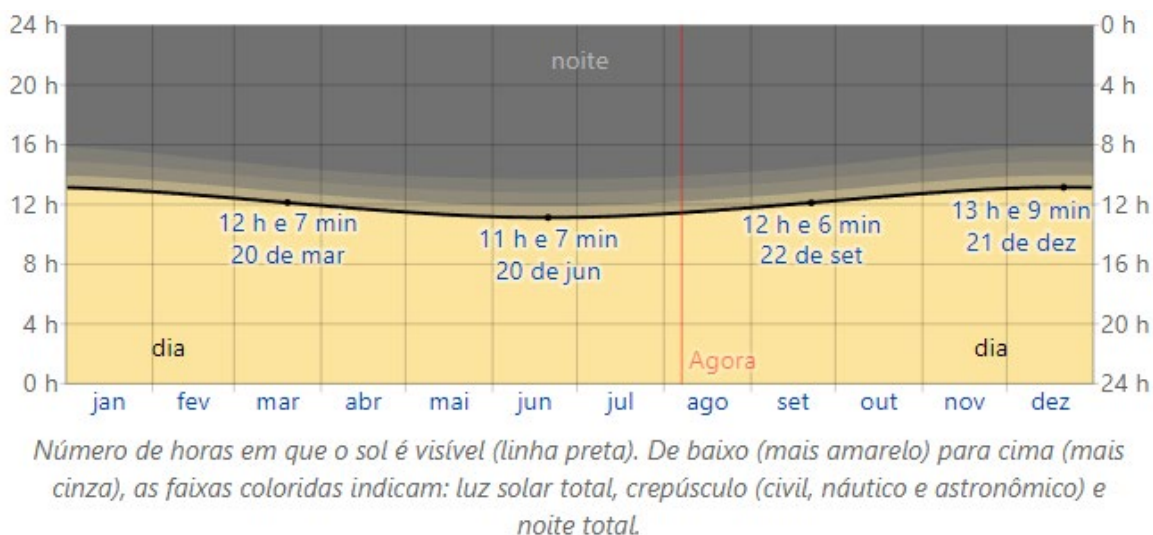


Figura 6.2 – Mapa de horas de luz solar e crepúsculo

Fonte: Weather Spark

A região tem variação sazonal extrema na sensação de umidade. O período mais abafado do ano dura de 25 de setembro a 10 de maio, no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido pelo menos em 22% do tempo. O mês com mais dias abafados é dezembro, com 26,4 dias abafados ou pior. O mês com menos dias abafados é julho, com 0,1 dia abafados ou pior. Abaixo é apresentado um gráfico com a umidade relativa na região.

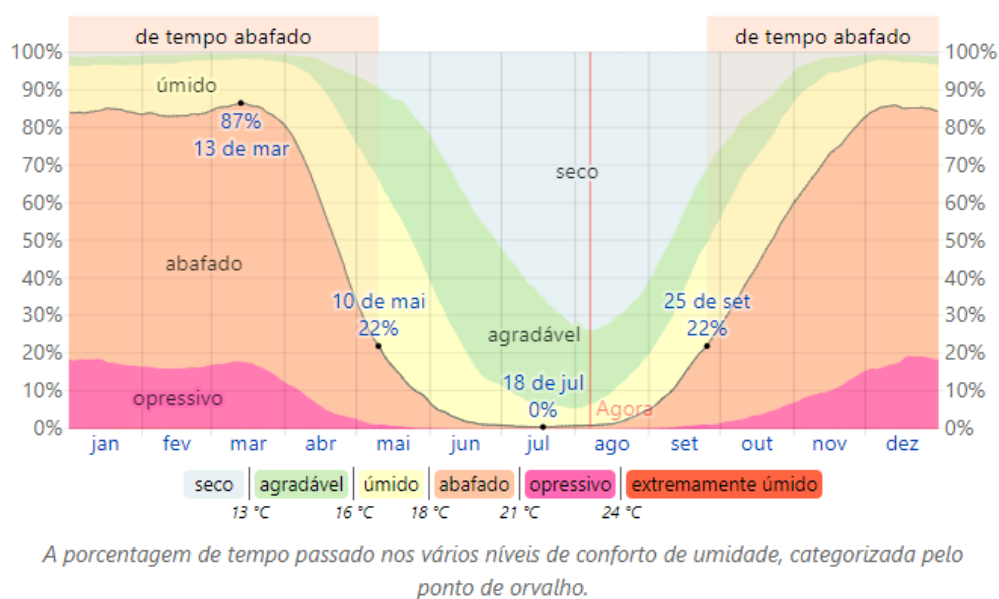


Figura 6.3 – Mapa de umidade relativa

Fonte: Weather Spark

A região apresenta um relevo predominantemente caracterizado por áreas de planaltos e colinas, fazendo parte do Planalto Central Brasileiro, que é conhecido por seu relevo relativamente plano, com algumas elevações e depressões. No geral, o relevo de Goiás é composto por:

- Planaltos: Áreas elevadas e relativamente planas que predominam na região central do estado, caracterizado por altitudes que variam de 600 a 1.200 metros;
- Serra e colinas: Algumas elevações e formações montanhosas;
- Vales e depressões: Algumas áreas podem ter pequenas depressões e vales, especialmente próximo a cursos d'água. Estas áreas podem ser um pouco mais baixas em relação ao entorno;

Quanto à vegetação, a ponte encontra-se na região do bioma Cerrado, formação vegetal bastante representativa quanto as suas fitofisionomias. A composição do Cerrado lato-sensu varia de formações florestais, popularmente conhecida como Cerradão, a campestres, como os campos limpos ou campos sujos, além de apresentar formações associadas a cursos d'água como Veredas e Palmeirais (Walter, 2001).

O Estado de Goiás é banhado por três importantes bacias hidrográficas, Bacia do Paraná, Bacia Araguaia-Tocantins e a Bacia do São Francisco. Do ponto de vista hidrográfico, Goiânia e sua região metropolitana se localizam numa região onde há 22 sub-bacias

hidrográficas, as quais deságuam nos ribeirões Anicuns, Dourados e João Leite. Todas as sub-bacias pertencem à bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, afluente direto do rio Paranaíba.

A hidrografia da região é marcada por uma rede de rios e córregos que pertencem a Bacia do Corumbá e do Rio Meia Ponte e que são importantes para a agricultura, o abastecimento de água e a biodiversidade da região. O trecho estudado se encontra inserido na bacia do Rio Dourados (afluente do Rio Paranaíba), e na bacia do Rio Meia Ponte (afluente do Rio dos Bois que integra a Bacia do Rio Paranaíba).

6.3.1.1 Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos têm como função principal o registro das precipitações ocorridas em determinada região, permitindo a análise da distribuição, intensidade e frequência das chuvas. A partir desses dados, é possível realizar estudos hidrológicos que estimem a vazão de escoamento superficial em bacias hidrográficas, especialmente quando não há medições diretas de vazão disponíveis.

No presente estudo, optou-se pela utilização de dados pluviométricos em substituição aos fluviométricos. Essa decisão deve-se ao fato de que não existem estações fluviométricas com séries históricas consistentes e representativas no trecho analisado, o que inviabiliza a utilização de vazões observadas.

Dessa forma, a estimativa das vazões de projeto foi realizada a partir da análise estatística de chuvas intensas, obtidas em estações pluviométricas próximas à área de estudo. A adoção desse procedimento é tecnicamente aceita e amplamente empregada em estudos hidrológicos de bacias de pequeno e médio porte, uma vez que permite a obtenção de resultados coerentes e compatíveis com a realidade hidrológica local, mesmo na ausência de dados fluviométricos diretos.

Ao realizar o Polígono de Thiessen foram utilizadas 3 estações Pluviométricas, uma em Aragoiânia, uma em Hidrolândia (UHE São Simão Fazenda Bonita de Baixo) e uma em Pontalina. As áreas de abrangência de cada estação podem ser visualizadas na imagem a seguir.

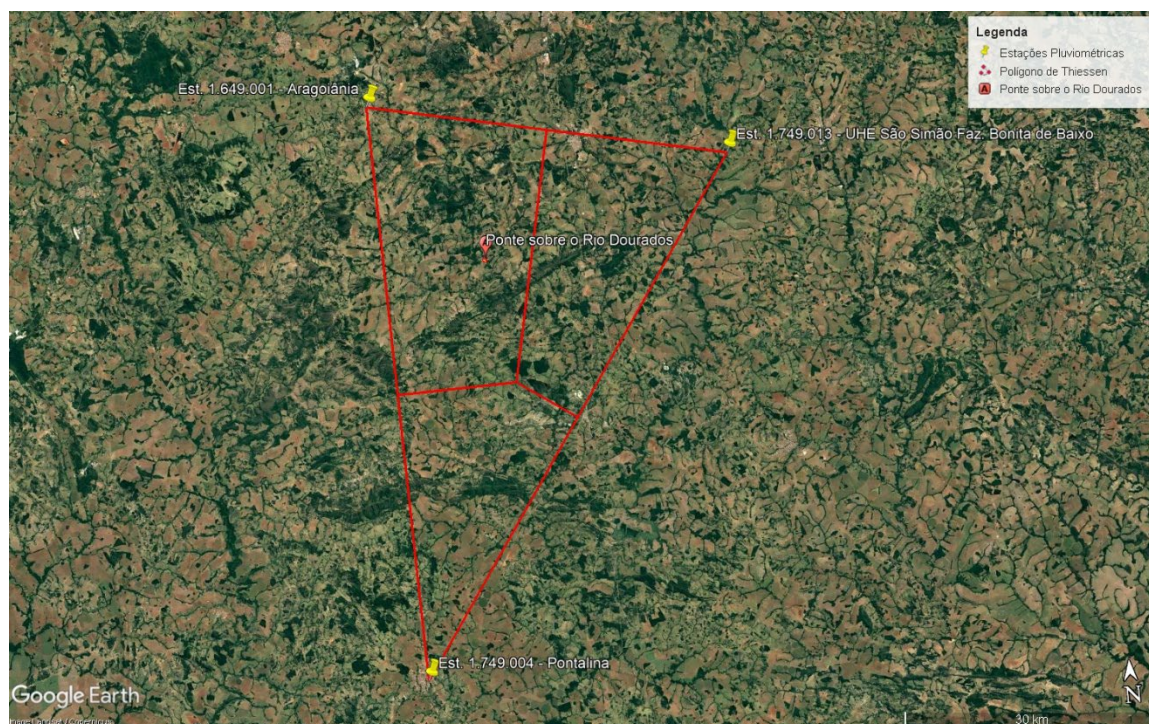


Figura 6.4 – Polígono de Thiessen

Diante do polígono de Thiessen pode-se analisar a abrangência de cada estação, tendo assim, apenas a estação de Aragoiânia dentro da área de influência da estrada. Visto isso, escolheu-se a estação Pluviométrica de Aragoiânia, estando na isozona F, para este projeto.

A seguir são apresentados os dados de precipitação obtidos no portal HidroWeb, que é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) da Agência Nacional de Águas (ANA), responsável pela coordenação deste sistema que abriga pontos de monitoramento no país divididos em estações que monitoram diversos parâmetros, e dentre eles, as chuvas.

Tabela 6.1 – Estação Pluviométrica

DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SELECIONADA	
ESTAÇÃO:	ARAGOIÂNIA
CÓDIGO:	1649001
NOME:	ARAGOIÂNIA
BACIA:	RIO PARANÁ (6)
SUB-BACIA:	RIO PARANAÍBA (60)
ESTADO:	GOIÁS
MUNICÍPIO:	ARAGOIÂNIA
RESPONSÁVEL:	ANA
OPERADORA:	CIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
LATITUDE:	-16,9119
LONGITUDE:	-49,4522
ALTITUDE:	800

Serão extraídas da estação em estudo os dados a seguir:

- Dados mensais e anuais de precipitações, precipitação máxima anual com o dia e mês e número de dias de chuva por ano;
- Histogramas das precipitações;
- Diagrama climatológico.

Os quais encontram sintetizados nas tabelas a seguir.

Tabela 6.2-Dados mensais de precipitação máxima

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA																																																				
Estudos Hidrológicos																																																				
Dados mensais de precipitação máxima em 1 dia (mm)																																																				
ANO	Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				ANUAL			
	Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Prec.	Prec.	Nº Dias	Data												
	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Total	Chuvas	Max												
1	0,0	0,0	0,0	01/07/74	21,5	39,5	0,0	14/08/74	4,0	5,4	2,0	02/09/74	49,0	106,0	12,0	28/10/74	50,0	116,3	8,0	07/11/74	70,0	377,6	25,0	29/12/74	65,3	329,0	24,0	03/01/75	28,9	177,7	21,0	10/02/75	30,1	101,4	19,0	28/03/75	15,8	54,6	9,0	16/04/75	14,0	21,4	3,0	02/05/75	0,0	0,0	0,0	01/06/75	70,0	1.328,9	123,0	29/12/74
2	10,5	16,2	0,0	04/07/75	0,0	0,0	0,0	01/08/75	28,0	43,1	2,0	27/09/75	50,3	139,4	15,0	19/10/75	41,0	214,2	26,0	16/11/75	26,0	214,2	19,0	18/12/75	54,0	174,1	17,0	28/01/76	45,0	173,1	18,0	01/02/76	46,0	175,6	101,4	12/03/76	35,0	110,5	8,0	04/05/76	0,1	0,1	0,0	08/06/76	54,0	1.300,7	130,0	28/01/76				
3	2,0	2,0	0,0	03/07/76	3,0	3,6	2,0	20/08/76	27,0	82,6	13,0	28/09/76	44,0	215,7	12,0	29/10/76	45,0	285,6	21,0	26/11/76	67,0	361,2	22,0	15/12/76	75,0	358,3	22,0	20/01/77	24,0	87,7	13,0	24/02/77	21,0	96,0	17,0	03/03/77	69,0	110,4	10,0	17/05/77	2,1	4,9	4,0	04/06/77	75,0	1.707,4	142,0	20/01/77				
4	0,0	0,0	0,0	01/07/77	6,2	11,2	0,0	28/08/77	45,0	116,6	7,0	07/09/77	47,0	124,8	14,0	30/10/77	32,0	229,2	21,0	23/11/77	50,0	252,4	20,0	01/12/77	97,0	329,0	20,0	12/01/78	69,2	170,7	20,0	23/02/78	32,0	153,4	18,0	04/03/78	30,0	101,3	16,0	22/05/78	0,2	0,2	0,0	01/06/78	97,0	1.538,6	143,0	12/01/78				
5	5,0	9,2	0,0	19/07/78	0,0	0,0	0,0	01/08/78	16,0	27,8	8,0	03/09/78	32,0	113,9	12,0	14/10/78	49,0	307,1	21,0	10/11/78	76,0	306,4	23,0	06/12/78	75,2	349,9	25,0	12/01/79	71,2	170,7	24,0	09/02/79	36,0	147,7	19,0	14/03/79	8,0	15,9	6,0	30/05/79	0,0	0,0	0,0	01/06/79	76,0	1.671,8	140,0	06/12/78				
6	15,1	19,7	0,0	20/07/79	7,0	8,1	3,0	19/08/79	20,3	82,5	13,0	22/09/79	33,2	109,6	11,0	14/10/79	90,3	228,5	15,0	10/11/79	54,0	223,6	26,0	31/12/79	76,0	502,8	28,0	10/01/80	59,2	94,0	24,0	15/02/80	51,0	112,9	7,0	31/03/80	31,4	61,8	12,0	03/05/80	3,4	3,4	1,0	26/06/80	90,3	1.632,3	144,0	10/11/79				
7	0,0	0,0	0,0	01/07/80	9,1	13,4	3,0	24/08/80	35,2	68,8	5,0	29/09/80	30,3	85,3	7,0	31/10/80	40,2	184,4	19,0	26/11/80	67,0	351,8	22,0	10/12/80	55,2	215,3	19,0	01/01/81	36,0	94,0	10,0	02/02/81	65,0	312,1	22,0	23/03/81	42,3	102,7	10,0	03/05/81	3,5	3,6	2,0	07/06/81	67,0	1.440,5	121,0	10/12/80				
8	7,2	10,5	2,0	06/07/81	2,0	2,0	1,0	15/08/81	21,2	50,7	5,0	28/09/81	57,0	248,5	17,0	08/10/81	64,3	326,7	20,0	20/11/81	32,2	237,0	26,0	09/12/81	64,3	413,1	27,0	31/01/82	28,0	95,9	13,0	01/02/82	57,0	403,2	25,0	20/03/82	20,0	56,1	7,0	26/05/82	0,0	0,0	0,0	01/06/82	64,3	1.960,3	152,0	20/11/81				
9	24,1	24,1	1,0	17/07/82	10,2	20,1	7,0	21/08/82	22,4	73,4	9,0	26/09/82	32,0	127,2	13,0	03/10/82	27,4	111,0	11,0	07/11/82	45,1	306,5	29,0	17/12/82	93,0	458,4	29,0	31/01/83	37,2	185,8	18,0	11/02/83	74,1	234,4	15,0	20/03/83	28,2	78,7	12,0	08/04/83	13,2	29,2	5,0	24/05/83	1,1	1,6	3,0	01/06/83	93,0	1.650,4	152,0	31/01/83
10	32,1	33,4	2,0	20/07/83	4,1	4,1	1,0	23/08/83	9,1	31,4	9,0	08/09/83	11,1	54,0	16,0	18/10/83	76,3	213,0	17,0	23/11/83	43,0	253,7	24,0	09/12/83	44,0	161,2	19,0	09/01/84	36,3	214,3	17,0	20/02/84	49,1	198,6	22,0	14/03/84	31,1	139,6	12,0	21/04/84	48,1	68,5	6,0	03/05/84	0,0	0,0	0,0	01/06/84	76,3	1.371,8	145,0	23/11/83
11	0,0	0,0	0,0	01/07/84	22,3	65,0	8,0	19/08/84	18,2	47,6	10,0	21/09/84	10,3	58,8	12,0	25/10/84	59,3	164,9	16,0	18/11/84	41,2	296,3	22,0	05/12/84	57,5	431,5	30,0	28/01/85	56,4	129,6	13,0	02/02/85	40,2	246,8	20,0	30/03/85	33,1	130,8	16,0	20/04/85	33,1	47,2	2,0	02/05/85	1,3	1,3	1,0	04/06/85	59,3	1.619,8	150,0	18/11/84
12	13,2	13,3	2,0	05/07/85	16,1	16,1	1,0	28/08/85	21,1	26,2	2,0	29/09/85	86,3	173,8	15,0	31/10/85	95,0	206,6	16,0	04/11/85	96,0	369,5	20,0	22/12/85	42,2	274,9	23,0	07/01/86	47,6	303,7	18,0	17/02/86	76,3	234,2	17,0	08/03/86	37,3	105,7	7,0	12/04/86	23,2	55,7	10,0	08/05/86	0,4	0,4	1,0	01/06/86	96,0	1.780,1	132,0	22/12/85
13	3,4	5,8	2,0	05/07/86	16,4	57,5	9,0	24/08/86	12,2	33,2	5,0	07/09/86	24,5	95,7	12,0	27/10/86	34,5	116,1	14,0	12/11/86	85,4	303,8	23,0	30/12/86	30,2	175,7	20,0	10/01/87	56,3	258,1	18,0	10/02/87	53,4	253,0	21,0	01/03/87	32,4	126,4	14,0	06/05/87	0,1	0,1	1,0	16/06/87	85,4	1.450,4	144,0	30/12/86				
14	0,0	0,0	0,0	01/07/87	10,7	10,8	2,0	07/08/87	36,1	79,4	6,0	23/09/87	52,3	134,0	9,0	02/10/87	25,6	116,1	18,0	07/11/87	107,1	334,7	26,0	21/12/87	34,1	258,7	20,0	23/01/88	33,4	266,4	23,0	29/02/88	78,2	225,0	20,0	15/03/88	61,6	164,8	12,0	19/04/88	15,2	23,3	3,0	17/05/88	21,4	26,6	2,0	04/06/88	107,1	1.639,8	141,0	21/12/87
15	0,0	0,0	0,0	01/07/88	0,0	0,0	0,0	01/08/88	0,2	0,2	1,0	17/09/88	60,6	218,2	14,0	24/10/88	34,5	162,9	17,0	27/11/88	90,2	264,9	20,0	02/12/88	55,1	213,2	22,0	29/01/89	63,4	249,5	20,0	07/02/89	49,6	198,5	20,0	08/03/89	46,5	91,1	8,0	15/04/89	10,0	10,3	2,0	02/05/89	4,6	12,4	3,0	29/06/89	90,2	1.421,2	127,0	02/12/88
16	14,0	19,0	2,0	31/07/89	18,2	44,3	6,0	28/08/89	7,6	19,1	5,0	06/09/89	41,4	131,6	12,0	29/10/89	40,8	271,2	16,0	29/11/89	70,2	409,7	28,0	10/12/89	45,0	230,5	20,0	30/01/90	36,6	125,6	15,0	19/02/90	18,8	106,3	15,0	19/03/90	17,6	35,3	6,0	02/04/90	10,2	43,2	7,0	10/05/90	2,8	4,8	2,0	19/06/90	70,2	1.440,6	134,0	10/12/89
17	3,4	9,1	6,0	14/07/90	7,2	16,5	5,0	23/08/90	3,8	14,0	6,0	15/09/90	53,2	122,7	12,0	25/10/90	45,6	174,0	16,0	28/11/90	42,2	130,2	16,0	19/12/90	57,6	257,0	24,0	09/01/91	45,2	251,0	18,0	28/02/91	85,0	289,0	21,0	24/03/91	40,0	159,9	13,0	01/05/91	0,0	0,0	0,0	01/06/91	85,0	1.423,4	137,0	24/03/91				
18	0,0	0,0	0,0	01/07/91	0,0	0,0	0,0	01/08/91	0,0	0,0	0,0	01/09/91	57,0	154,9	13,0	09/10/91	17,6	83,6	19,0	28/11/91	83,0	291,4	24,0	01/12/91	67,4	306,6	25,0	21/01/92	27,0	201,2	22,0	10/02/92	50,0	250,0	20,0	19/03/92	41,0	228,0	16,0	03/04/92	13,0	24,8	4,0	04/05/92	0,0	0,0	0,0	01/06/92	83,0	1.540,5	143,0	01/12/91
19	0,0	0,0	0,0	01/07/92	0,0	0,0	0,0	01/08/92	57,3	207,0	16,0	17/09/92	47,2	277,0	22,0	13/10/92	57,0	254,4</																																		

Tabela 6.3-Dados mensais de precipitação máxima

ANO	Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				ANUAL			
	Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Precip. (mm)		Dias de Chuva		Prec.	Prec.	Nº Dias	Data								
	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Max.	Mensal	Mensal	Max.	Total	Chuvas	Max									
25	0,0	0,0	0,0	01/07/98	0,8	0,8	1,0	09/08/98	20,9	46,0	6,0	29/09/98	22,1	90,3	13,0	30/10/98	53,1	278,8	21,0	10/11/98	64,5	246,4	26,0	22/12/98	71,3	214,6	19,0	28/01/99	42,3	212,3	19,0	04/02/99	55,3	297,3	20,0	24/03/99	31,8	35,1	4,0	17/04/99	36,3	46,6	3,0	11/05/99	0,0	0,0	0,0	01/06/99	71,3	1.468,2	132,0	28/01/99
26	0,0	0,0	0,0	01/07/99	0,0	0,0	0,0	01/08/99	10,1	24,8	4,0	12/09/99	56,7	115,1	8,0	27/10/99	66,8	199,8	18,0	14/11/99	98,5	250,3	16,0	24/12/99	82,3	349,2	28,0	04/01/00	56,0	312,8	23,0	29/02/00	50,8	227,6	20,0	30/03/00	15,7	60,4	7,0	19/04/00	0,0	0,0	0,0	01/05/00	98,5	1.540,0	124,0	24/12/99				
27	14,3	14,3	1,0	24/07/00	17,3	26,0	2,0	30/08/00	38,0	67,3	11,0	07/09/00	7,7	20,2	7,0	28/10/00	59,3	327,3	19,0	05/11/00	89,6	489,5	22,0	18/12/00	40,3	149,6	15,0	08/01/01	45,0	312,4	13,0	25/02/01	60,1	255,0	20,0	19/03/01	53,1	91,4	8,0	02/04/01	33,2	68,4	5,0	27/05/01	0,6	1,4	4,0	13/06/01	89,6	1.642,8	127,0	18/12/00
28	0,0	0,0	0,0	01/07/01	22,0	38,1	2,0	30/08/01	30,7	57,7	4,0	28/09/01	50,9	223,2	16,0	03/10/01	58,6	329,3	25,0	24/11/01	67,6	284,8	24,0	28/12/01	54,3	302,1	21,0	16/01/02	37,1	125,6	21,0	18/02/02	42,3	156,1	14,0	16/03/02	3,9	8,0	6,0	11/04/02	22,1	22,8	3,0	22/05/02	0,0	0,0	0,0	01/06/02	67,6	1.547,7	136,0	28/12/01
29	5,6	5,6	1,0	23/07/02	20,1	20,8	3,0	28/08/02	14,1	29,0	4,0	25/09/02	40,6	81,0	9,0	31/10/02	70,3	202,4	17,0	24/11/02	61,3	326,2	20,0	27/12/02	28,4	217,9	26,0	18/01/03	36,4	198,8	20,0	06/02/03	45,3	283,0	23,0	16/03/03	68,9	127,3	9,0	05/04/03	2,3	2,3	1,0	24/05/03	0,9	0,9	1,0	05/06/03	70,3	1.495,2	134,0	24/11/02
30	0,0	0,0	0,0	01/07/03	1,2	2,3	3,0	14/08/03	16,5	79,4	11,0	03/09/03	32,1	60,0	15,0	11/10/03	49,5	176,6	17,0	28/11/03	40,1	191,9	18,0	06/12/03	34,3	278,7	29,0	02/01/04	53,3	330,3	27,0	12/02/04	30,2	68,2	16,0	06/03/04	9,5	34,6	14,0	10/04/04	0,0	0,0	0,0	30/04/04	0,3	0,3	1,0	13/06/04	53,3	1.222,3	151,0	12/02/04
31	1,9	2,2	2,0	09/07/04	0,0	0,0	0,0	01/08/04	7,2	7,2	1,0	17/09/04	32,8	114,9	13,0	11/10/04	30,0	72,5	12,0	16/11/04	42,3	290,6	23,0	04/12/04	35,6	229,2	30,0	16/01/05	54,3	125,1	13,0	12/02/05	74,1	483,7	26,0	18/03/05	9,4	22,4	3,0	26/04/05	10,0	10,0	1,0	26/05/05	2,6	2,6	1,0	18/06/05	74,1	1.360,4	125,0	18/03/05
32	0,1	0,1	1,0	19/07/05	0,0	0,0	0,0	31/07/05	31,7	59,7	8,0	29/09/05	20,4	76,4	11,0	26/10/05	86,0	326,1	24,0	22/11/05	66,0	359,9	25,0	16/12/05	38,2	202,9	16,0	09/01/06	33,3	240,7	26,0	10/02/06	34,8	272,5	25,0	18/03/06	44,1	195,9	13,0	07/04/06	27,6	32,1	2,0	23/05/06	0,0	0,0	0,0	01/06/06	86,0	1.766,3	151,0	22/11/05
33	0,0	0,0	0,0	01/07/06	7,3	7,6	2,0	31/08/06	10,0	17,1	4,0	24/09/06	40,4	131,5	21,0	22/10/06	73,7	282,7	20,0	08/11/06	73,3	459,0	24,0	12/12/06	58,0	278,5	25,0	11/01/07	54,6	263,4	21,0	08/02/07	20,5	98,3	13,0	19/03/07	22,2	55,0	1,0	20/04/07	14,4	14,7	2,0	24/05/07	5,0	5,0	1,0	04/06/07	73,7	1.612,8	144,0	08/11/06
34	7,4	7,4	1,0	29/07/07	0,0	0,0	0,0	01/08/07	0,0	0,0	0,0	01/09/07	39,1	77,6	7,0	25/10/07	52,1	141,2	18,0	06/11/07	55,1	247,4	23,0	14/12/07	69,1	189,7	24,0	09/01/08	130,1	467,0	25,0	21/02/08	59,7	251,4	28,0	07/03/08	43,4	179,8	15,0	04/04/08	0,0	0,0	0,0	30/04/08	0,1	0,1	1,0	01/06/08	130,1	1.561,6	142,0	21/02/08
35	0,0	0,0	0,0	01/07/08	0,0	0,0	0,0	01/08/08	11,1	26,7	5,0	27/09/08	43,1	124,3	10,0	07/10/08	40,0	244,8	20,0	12/11/08	55,3	290,0	24,0	26/12/08	70,0	256,8	22,0	05/01/09	46,6	182,8	15,0	27/02/09	55,2	241,0	19,0	22/03/09	66,0	163,9	15,0	04/04/09	5,5	14,7	7,0	05/05/09	28,1	35,3	3,0	01/06/09	70,0	1.580,3	140,0	05/01/09
36	4,8	4,8	1,0	12/07/09	9,9	13,6	3,0	25/08/09	24,8	89,2	10,0	05/09/09	40,0	123,8	13,0	29/10/09	45,1	269,1	22,0	11/11/09	86,3	406,2	28,0	22/12/09	80,2	206,2	21,0	07/01/10	34,1	366,8	15,0	11/02/10	83,5	296,8	24,0	03/03/10	15,5	44,4	0,0	04/04/10	0,0	0,0	0,0	01/05/10	2,1	2,1	1,0	06/06/10	86,3	1.596,3	144,0	22/12/09
37	0,0	0,0	0,0	01/07/10	0,0	0,0	0,0	01/08/10	26,1	27,9	2,0	29/09/10	37,0	98,2	12,0	15/10/10	49,0	278,4	25,0	29/11/10	34,0	138,3	25,0	28/12/10	54,2	204,0	23,0	04/01/11	60,0	366,8	23,0	01/02/11	71,8	258,1	25,0	21/03/11	11,3	19,7	0,0	06/04/11	0,0	0,0	0,0	01/05/11	12,1	12,1	1,0	10/06/11	71,8	1.403,5	144,0	21/03/11
38	0,0	0,0	0,0	01/07/11	0,0	0,0	0,0	01/08/11	0,0	0,0	0,0	01/09/11	39,0	240,7	23,0	14/10/11	60,6	177,3	17,0	26/11/11	155,5	526,3	28,0	22/12/11	83,0	465,1	29,0	06/01/12	76,6	120,7	15,0	24/02/12	58,1	213,6	16,0	19/03/12	14,0	56,6	13,0	18/04/12	28,5	34,9	7,0	31/05/12	4,5	6,8	5,0	06/06/12	155,5	1942,0	153,0	22/12/2011
39	2,3	4,0	2,0	18/07/12	0,0	0,0	0,0	01/08/12	32,0	49,7	4,0	26/09/12	15,5	31,7	8,0	11/10/12	54,4	231,2	23,0	09/11/12	42,0	150,0	20,0	26/12/12	30,3	216,7	23,0	31/01/13	34,5	178,1	17,0	03/02/13	100,2	277,6	22,0	21/03/13	20,0	101,7	12,0	11/04/13	23,5	23,7	2,0	30/05/13	8,0	14,7	5,0	03/06/13	100,2	1.279,1	138,0	21/03/13
40	0,0	0,0	0,0	01/07/13	0,0	0,0	0,0	01/08/13	3,5	6,1	4,0	18/09/13	50,0	152,6	11,0	31/10/13	50,0	262,8	21,0	06/11/13	38,5	304,0	23,0	11/12/13	18,5	133,8	20,0	14/01/14	28,5	167,8	16,0	18/02/14	98,5	330,3	23,0	21/03/14	68,5	155,1	15,0	16/04/14	0,0	0,0	0,0	01/05/14	0,0	0,0	0,0	01/06/14	98,5	1.532,5	133,0	21/03/14
41	13,5	24,5	4,0	28/07/14	0,2	0,2	1,0	29/08/14	16,0	45,6	6,0	25/09/14	19,5	55,9	7,0	30/10/14	55,4	174,7	17,0	26/11/14	80,0	421,8	25,0	23/12/14	33,0	96,5	10,0	2																								

Tabela 6.4-Dados de precipitação da região

RESUMO - Aragoiânia Nº 1649001						
Mês	Precipitação média mensal	Precipitação máxima registrada no mês	Precipitação mínima registrada no mês	Dias de chuva (média)	Dias de chuva (máximo)	Dias de chuva (mínimo)
Julho	5,45	32,10	0,00	1	6	0
Agosto	11,55	22,30	0,00	2	9	0
Setembro	46,30	70,20	0,00	5	16	0
Outubro	120,04	86,30	7,70	12	23	5
Novembro	213,58	104,00	17,60	18	26	8
Dezembro	290,66	155,50	26,00	23	29	16
Janeiro	263,11	97,00	18,50	22	30	10
Fevereiro	216,17	130,10	21,60	19	27	10
Março	233,83	100,20	18,80	19	28	7
Abril	102,40	83,80	3,90	10	16	1
Mai	29,74	57,30	0,00	4	10	0
Junho	6,39	30,50	0,00	1	6	0
Total	1539,22	155.50 mm (22/12/2011)		136	30	0

Em média, cerca de 79% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso os meses de novembro, dezembro e janeiro. Durante esses meses chove em média 50% do total anual.

No período de inverno é excessivamente seco, nesta época do ano as chuvas são muito raras havendo dias em que não são registradas. Além de serem muito reduzidas as ocorrências de chuvas durante o inverno, estas são pouco copiosas, razão pela qual os totais mensais de precipitações nesta época são pouco significativas, acumula-se, em média, apenas 7,80 mm de chuvas.

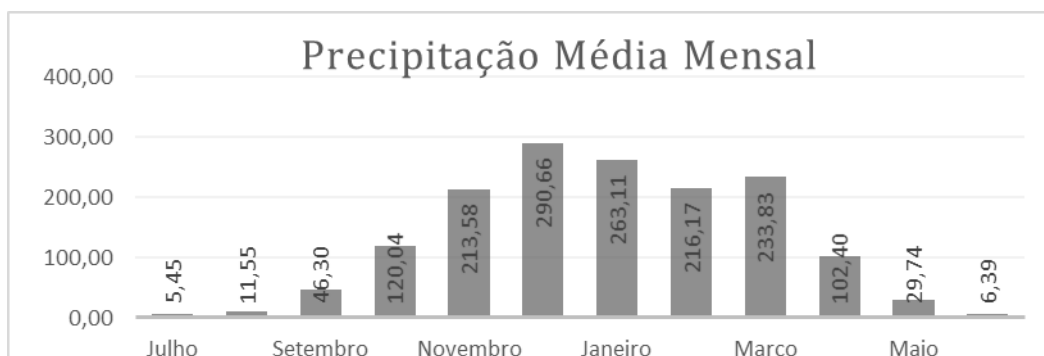


Figura 6.5 - Precipitações médias locais

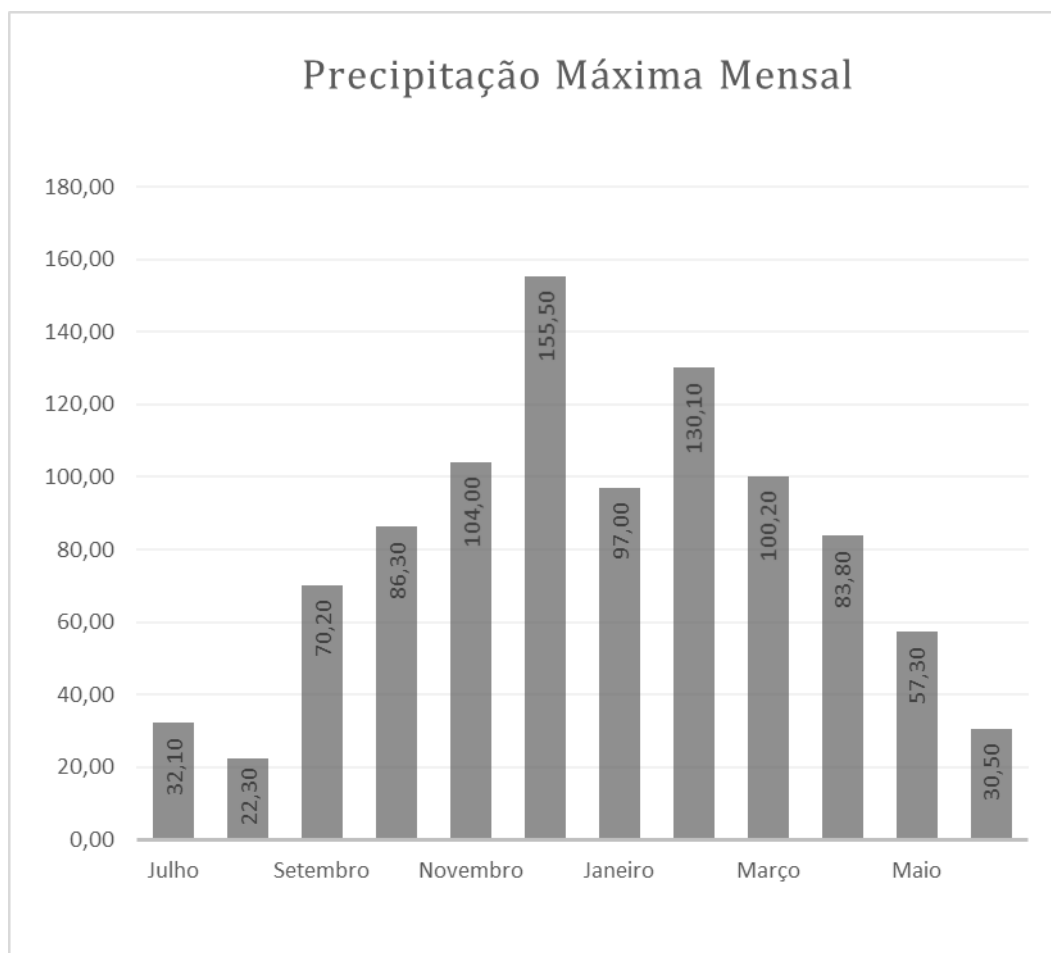


Figura 6.6 - Precipitações Máximas locais

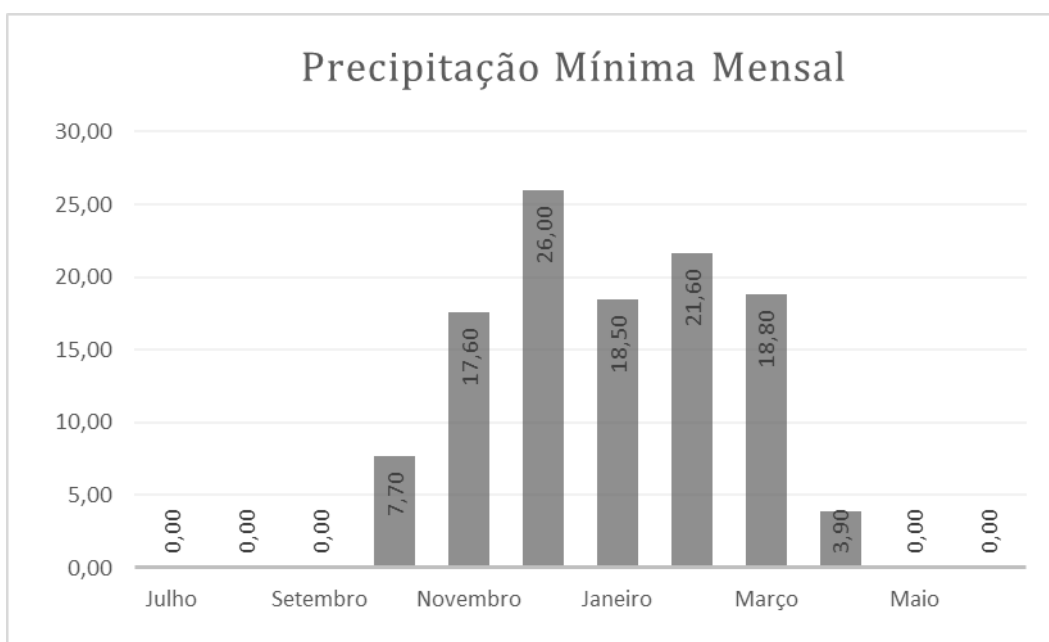


Figura 6.7 - Precipitações Mínimas locais

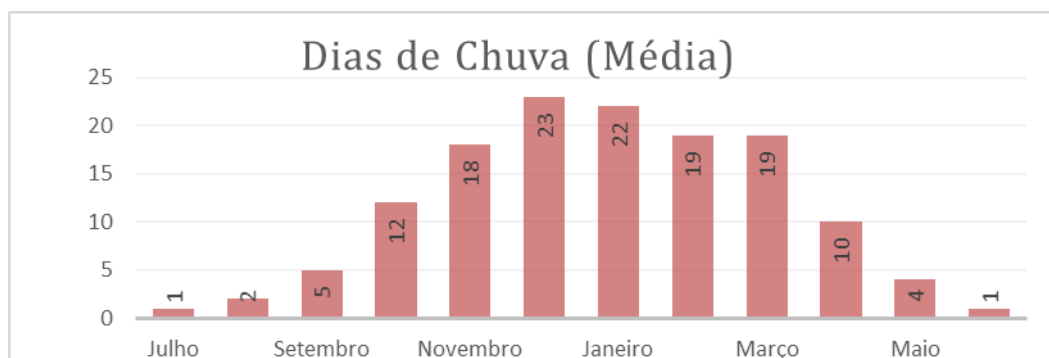


Figura 6.8 - Média - Dias de chuva

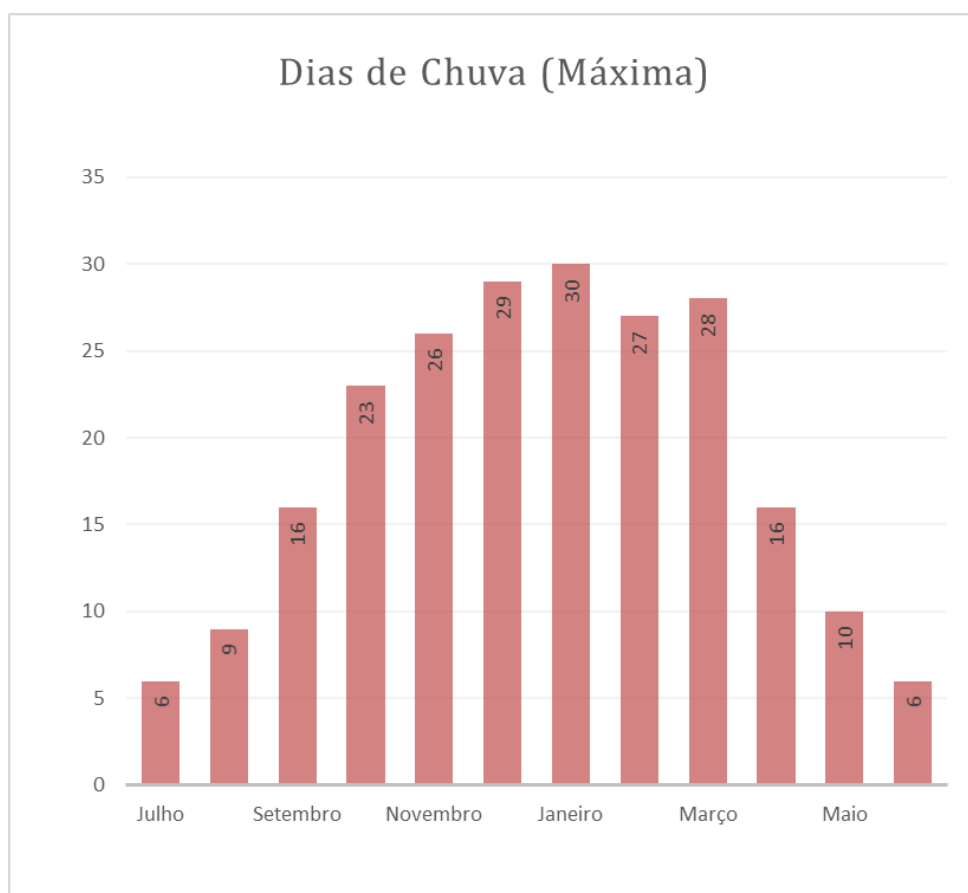


Figura 6.9 - Máxima - Dias de chuva

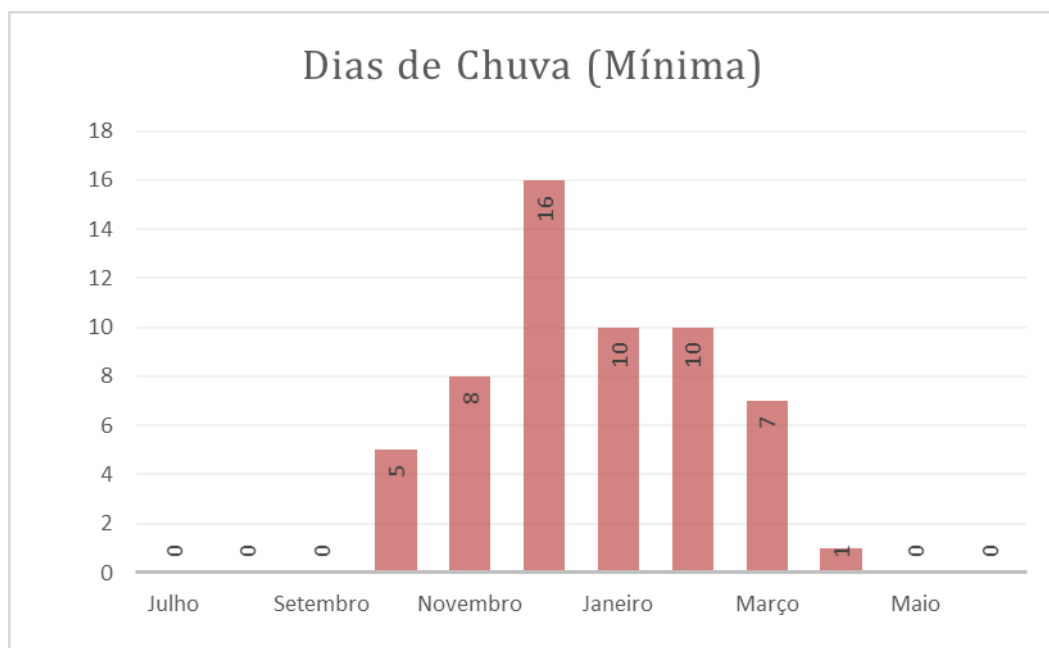


Figura 6.10 - Mínima - de Dias de chuva

Com base nos dados fornecidos pela Agência Nacional de Água (ANA), temos:

- Altura média de chuva do mês mais seco é de 7,80 mm;
- Altura média de chuva do mês mais chuvoso é 256,65 mm;
- Trimestre mais chuvoso: dezembro a fevereiro;
- Trimestre mais seco: junho a agosto;
- Média do nº de dias chuvosos por ano na região em estudo = 136 dias;
- Total pluviométrico anual = 1.539,22 mm;
- Precipitação máxima em 24 horas = 155,50 mm;

6.4 ANÁLISE DOS DADOS PROCESSADOS

Em engenharia, nem sempre interessa construir uma obra que seja adequada para escoar qualquer vazão possível de ocorrer, há necessidade de dimensionamento mais econômico que atenda as vazões obtidas no estudo hidrológico.

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

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

A metodologia dos estudos hidrológicos segue o procedimento ilustrado abaixo:

Tabela 6.5 – Sequência de Metodologia - (Porto, 1995) Livro: Drenagem Urbana.

Aspecto Sociais e Econômicos	PASSO 1	Escolha do Período de Retorno
Meteorologia	PASSO 2	Determinação da Tormenta de Projeto
Hidrologia Pedologica - Uso do solo	PASSO 3	Determinação de Escoamento Superficial Direto
Hidrologia	PASSO 4	Determinação da Vazão de Projeto
Hidráulica	PASSO 5	Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas

6.4.1 PERÍODO DE RETORNO

O intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada é denominado período de retorno ou tempo de recorrência.

Ao se decidir que uma obra será projetada para uma vazão com período de retorno T anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção, trata-se, portanto, de escolher qual o "risco aceitável".

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

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

projeto. A fixação do tempo de recorrência merece cuidados especiais, tais como os seguintes fatores:

- *Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações adjacentes e às propriedades;*
- *Interrupção de tráfego;*
- *Danos às obras de drenagem;*
- *Fatores econômicos.*

Os tempos de recorrência adotados são os preconizados pelas instruções do Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005) e IP 03 – Goinfra – Estudos hidrológicos. Estes tempos estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 6.6 – Tempos de Retorno.

OBRAS	PERÍODO DE RECORRÊNCIA	FUNCIÓNAMENTO
Bueiros de Grotá 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	-
Pontes	100 anos	-

Para o presente estudo os tempos adotados seguiu-se os determinados pela IP-03.

O tempo de recorrência a adotar na determinação da descarga de projeto deve ser compatível com o porte da obra e sua vida útil, com a importância da estrada e com o risco a temer de sua interrupção ou da destruição da obra, de vidas humanas e de propriedades adjacentes.

6.4.2 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE CHUVA

Para a determinação das vazões de projeto das bacias, fundamentalmente foi estudado o regime de chuvas da região. Foram selecionados 47 anos (entre os anos 1974 a 2021) de observações completas para a estação pluviométrica de Aragoiânia-GO nº 1649001, apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela.6.7 - Dados de precipitação média mensal – Aragoiânia nº 1649001

DADOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 1 DIA (mm)														
ANO	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	ANUAL	
1	0,00	21,50	4,00	49,00	50,00	70,00	65,30	28,90	30,10	15,80	14,00	0,00	70,00	29-dez
2	10,50	0,00	28,00	50,30	41,00	26,00	54,00	45,00	46,00	35,00	23,00	0,10	54,00	28-jan
3	2,00	3,00	27,00	44,00	45,00	67,00	75,00	24,00	21,00	69,00	32,00	2,10	75,00	20-jan
4	0,00	6,20	45,00	47,00	32,00	50,00	97,00	69,20	32,00	30,00	30,00	0,20	97,00	12-jan
5	5,00	0,00	16,00	32,00	49,00	76,00	75,20	71,20	36,00	8,00	47,10	0,00	76,00	6-dez
6	15,10	7,00	20,30	33,20	90,30	54,00	76,00	59,20	51,00	31,40	2,30	3,40	90,30	10-nov
7	0,00	9,10	35,20	30,30	40,20	67,00	55,20	36,00	65,00	42,30	7,00	3,50	67,00	10-dez
8	7,20	2,00	21,20	57,00	64,30	32,20	64,30	28,00	57,00	20,00	57,30	0,00	64,30	20-nov
9	24,10	10,20	22,40	32,00	27,40	45,10	93,00	37,20	74,10	28,20	13,20	1,10	93,00	31-jan
10	32,10	4,10	9,10	11,10	76,30	43,00	44,00	36,30	49,10	31,10	48,10	0,00	76,30	23-nov
11	0,00	22,30	18,20	10,30	59,30	41,20	57,50	56,40	40,20	33,10	47,10	1,30	59,30	18-nov
12	13,20	16,10	21,10	86,30	95,00	96,00	42,20	47,60	76,30	37,30	23,20	0,40	96,00	22-dez
13	3,40	16,40	12,20	24,50	34,50	85,40	30,20	56,30	53,40	32,40	17,60	0,10	85,40	30-dez
14	0,00	10,70	36,10	52,30	25,60	107,10	34,10	33,40	78,20	61,60	15,20	21,40	107,10	21-dez
15	0,00	0,00	0,20	60,60	34,50	90,20	55,10	63,40	49,60	46,50	10,00	4,60	90,20	2-dez
16	14,00	18,20	7,60	41,40	40,80	70,20	45,00	36,60	18,80	17,60	10,20	2,80	70,20	10-dez
17	3,40	7,20	3,80	53,20	45,60	42,20	57,60	45,20	85,00	40,00	0,00	0,00	85,00	24-mar
18	0,00	0,00	0,00	57,00	17,60	83,00	67,40	27,00	50,00	41,00	13,00	0,00	83,00	1-dez
19	0,00	0,00	57,30	47,20	57,00	80,60	31,20	45,00	53,00	24,80	25,00	16,00	80,60	29-dez
20	0,00	16,00	70,20	17,20	34,40	57,20	75,00	25,00	82,40	12,00	17,20	14,20	82,40	6-mar
21	21,30	0,00	13,00	22,80	70,00	43,20	25,40	21,60	70,40	31,00	6,40	12,40	70,40	29-mar
22	0,00	0,00	28,20	46,00	34,00	27,40	42,00	78,60	61,20	23,60	10,60	0,80	78,60	4-fev
23	0,00	13,20	20,20	48,80	99,40	48,20	93,20	39,60	57,60	40,20	32,80	30,50	99,40	19-nov
24	0,00	0,00	61,40	18,30	20,30	46,10	65,10	46,10	70,80	45,30	26,50	0,40	70,80	31-mar
25	0,00	0,80	20,90	22,10	53,10	64,50	71,30	42,30	55,30	31,80	36,30	0,00	71,30	28-jan
26	0,00	0,00	10,10	56,70	66,80	98,50	82,30	56,00	50,80	15,70	0,00	0,00	98,50	24-dez
27	14,30	17,30	38,00	7,70	59,30	89,60	40,30	45,00	60,10	53,10	33,20	0,60	89,60	18-dez
28	0,00	22,00	30,70	50,90	58,60	67,60	54,30	37,10	42,30	3,90	22,10	0,00	67,60	28-dez
29	5,60	20,10	14,10	40,60	70,30	61,30	28,40	36,40	45,30	68,90	2,30	0,90	70,30	24-nov
30	0,00	1,20	16,50	32,10	49,50	40,10	34,30	53,30	30,20	9,50	0,00	0,30	53,30	12-fev

31	1,90	0,00	7,20	32,80	30,00	42,30	35,60	54,30	74,10	9,40	10,00	2,60	74,10	18-mar
32	0,10	0,00	31,70	20,40	86,00	66,00	38,20	33,30	34,80	44,10	27,60	0,00	86,00	22-nov
33	0,00	7,30	10,00	40,40	73,70	73,30	58,00	54,60	20,50	22,20	14,40	5,00	73,70	8-nov
34	7,40	0,00	0,00	39,10	52,10	55,10	69,10	130,10	59,70	43,40	0,00	0,10	130,10	21-fev
35	0,00	0,00	11,10	43,10	40,00	55,30	70,00	46,60	55,20	66,00	5,50	28,10	70,00	5-jan
36	4,80	9,90	24,80	40,00	45,10	86,30	80,20	34,10	83,50	15,50	0,00	2,10	86,30	22-dez
37	0,00	0,00	26,10	37,00	49,00	34,00	54,20	60,00	71,80	11,30	0,00	12,10	71,80	21-mar
38	0,00	0,00	0,00	39,00	60,60	155,50	83,00	76,60	58,10	14,00	28,50	4,50	155,50	22-dez
39	2,30	0,00	32,00	15,50	54,40	42,00	30,30	34,50	100,20	20,00	23,50	8,00	100,20	21-mar
40	0,00	0,00	3,50	50,00	50,00	38,50	18,50	28,50	98,50	68,50	0,00	0,00	98,50	21-mar
41	13,50	0,20	16,00	19,50	55,40	80,00	33,00	50,50	48,00	52,00	50,40	0,00	80,00	23-dez
42	3,70	1,30	17,70	13,50	56,50	45,60	45,40	27,00	52,00	5,10	2,50	0,00	56,50	15-nov
43	0,00	22,10	8,50	45,30	26,00	60,00	58,00	54,50	73,00	83,80	25,00	0,00	83,80	5-abr
44	0,00	0,00	3,50	40,00	67,50	78,50	63,40	90,70	50,20	54,80	12,40	0,00	90,70	26-fev
45	0,00	4,50	58,00	37,00	104,00	31,00	35,10	46,30	33,30	63,30	25,20	0,00	104,00	8-nov
46	1,80	0,00	6,00	34,30	27,20	47,70	52,00	42,00	60,50	50,20	3,30	0,00	60,50	24-mar
47	0,00	0,00	2,70	58,90	42,30	51,50	26,90	50,60	40,10	24,30	8,10	2,70	58,90	30-out

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

Com os valores da precipitação média e do desvio padrão calculado no estudo estatístico a seguir, juntamente com os valores apresentados na tabela de coeficiente de Weisse e Reid (k), foi utilizada a fórmula de Ven Te Chow para determinar a precipitação da chuva de 1 dia no tempo de recorrência previsto. Esta chuva de 1 dia foi convertida em chuva de 24 horas, multiplicando os valores de precipitação por 1,10 que é a relação 24 horas / 1 dia.

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

Tabela 6.8 - Estudo Estatístico – Aragoiânia nº 1649001

ESTUDO ESTATÍSTICO											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ANO	Pi (mm)	Nº ordem (M)	Pi (Decresc.) (mm)	P-Pméd (mm)	(P-Pméd)² (mm)	Frequencia	Período	Variável reduzida (y)	y-yn	(y-yn)²	k
1	70,0	1	155,5	73,53	5.406,94	97,92	48,00	3,861	3,313	10,979	2,867
2	54,0	2	130,1	48,13	2.316,68	95,83	24,00	3,157	2,610	6,810	2,258
3	75,0	3	107,1	25,13	631,61	93,75	16,00	2,740	2,193	4,810	1,898
4	97,0	4	104,0	22,03	485,41	91,67	12,00	2,442	1,894	3,589	1,639
5	76,0	5	100,2	18,23	332,40	89,58	9,60	2,207	1,660	2,756	1,437
6	90,3	6	99,4	17,43	303,87	87,50	8,00	2,013	1,466	2,150	1,269
7	67,0	7	98,5	16,53	273,30	85,42	6,86	1,848	1,300	1,691	1,125
8	64,3	8	100,2	18,23	332,40	83,33	6,00	1,702	1,155	1,333	0,999
9	93,0	9	97,0	15,03	225,96	81,25	5,33	1,572	1,025	1,050	0,887
10	76,3	10	96,0	14,03	196,89	79,17	4,80	1,454	0,907	0,822	0,785
11	59,3	11	93,0	11,03	121,70	77,08	4,36	1,346	0,799	0,638	0,691
12	96,0	12	90,7	8,73	76,25	75,00	4,00	1,246	0,699	0,488	0,605
13	85,4	13	90,3	8,33	69,42	72,92	3,69	1,152	0,605	0,366	0,524
14	107,1	14	90,2	8,23	67,76	70,83	3,43	1,065	0,517	0,268	0,448
15	90,2	15	89,6	7,63	58,25	68,75	3,20	0,982	0,434	0,189	0,376
16	70,2	16	86,3	4,33	18,77	66,67	3,00	0,903	0,355	0,126	0,308
17	85,0	17	86,0	4,03	16,26	64,58	2,82	0,827	0,280	0,078	0,242
18	83,0	18	85,4	3,43	11,78	62,50	2,67	0,755	0,208	0,043	0,180
19	80,6	19	85,0	3,03	9,19	60,42	2,53	0,685	0,138	0,019	0,120
20	82,4	20	83,8	1,83	3,36	58,33	2,40	0,618	0,071	0,005	0,061
21	70,4	21	83,0	1,03	1,06	56,25	2,29	0,553	0,006	0,000	0,005
22	78,6	22	82,4	0,43	0,19	54,17	2,18	0,489	-0,058	0,003	-0,050
23	99,4	23	80,6	-1,37	1,87	52,08	2,09	0,427	-0,120	0,014	-0,104
24	70,8	24	80,0	-1,97	3,87	50,00	2,00	0,367	-0,181	0,033	-0,156
25	71,3	25	78,6	-3,37	11,34	47,92	1,92	0,307	-0,240	0,058	-0,208
26	98,5	26	76,3	-5,67	32,13	45,83	1,85	0,248	-0,299	0,089	-0,259
27	89,6	27	76,0	-5,97	35,62	43,75	1,78	0,190	-0,357	0,127	-0,309
28	67,6	28	75,0	-6,97	48,55	41,67	1,71	0,133	-0,414	0,172	-0,358
29	70,3	29	74,1	-7,87	61,91	39,58	1,66	0,076	-0,471	0,222	-0,408
30	53,3	30	73,7	-8,27	68,36	37,50	1,60	0,019	-0,528	0,279	-0,457

31	74,1	31	71,8	-10,17	103,39	35,42	1,55	-0,037	-0,585	0,342	-0,506
32	86,0	32	71,3	-10,67	113,81	33,33	1,50	-0,094	-0,641	0,411	-0,555
33	73,7	33	70,8	-11,17	124,73	31,25	1,45	-0,151	-0,698	0,488	-0,604
34	130,1	34	70,4	-11,57	133,82	29,17	1,41	-0,209	-0,756	0,572	-0,654
35	70,0	35	70,3	-11,67	136,14	27,08	1,37	-0,267	-0,814	0,663	-0,705
36	86,3	36	70,2	-11,77	138,49	25,00	1,33	-0,327	-0,874	0,764	-0,756
37	71,8	37	70,0	-11,97	143,24	22,92	1,30	-0,388	-0,935	0,874	-0,809
38	155,5	38	70,0	-11,97	143,24	20,83	1,26	-0,450	-0,997	0,995	-0,863
39	100,2	39	67,6	-14,37	206,44	18,75	1,23	-0,515	-1,062	1,129	-0,919
40	98,5	40	67,0	-14,97	224,04	16,67	1,20	-0,583	-1,130	1,278	-0,978
41	80,0	41	64,3	-17,67	312,16	14,58	1,17	-0,655	-1,202	1,446	-1,040
42	56,5	42	60,5	-21,47	460,88	12,50	1,14	-0,732	-1,279	1,637	-1,107
43	83,8	43	59,3	-22,67	513,84	10,42	1,12	-0,816	-1,363	1,859	-1,180
44	90,7	44	58,9	-23,07	532,14	8,33	1,09	-0,910	-1,457	2,124	-1,261
45	104,0	45	56,5	-25,47	648,62	6,25	1,07	-1,020	-1,567	2,456	-1,356
46	60,5	46	54,0	-27,97	782,21	4,17	1,04	-1,156	-1,704	2,902	-1,474
47	58,9	47	53,3	-28,67	821,86	2,08	1,02	-1,354	-1,901	3,613	-1,645
soma	-	-	3852,5	-	16.762,16	-	-	25,72	0,00	62,76	-

Tabela 6.9 - Valores de K (Weise e Reid) – Aragoiânia nº 1649001

Valores de K (Weise e Reid)							
NÚMERO DE EVENTOS	TEMPO DE RECORRÊNCIA						
	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
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

Tabela 6.10 – Valores de Ven Te Chow – Aragoiânia nº 1649001

Fórmula de Ven Te Chow - $PR = P_{méd} + d \cdot K$							
TEMPO DE RECORRÊNCIA	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
PRECIPITAÇÃO - 1 DIA - PR (mm)	97,70	110,11	117,02	121,98	125,76	137,38	148,91

Tabela 6.11 - Valores de Precipitação – Aragoiânia nº 1649001

Valores de Precipitação (mm)							
Duração da chuva	TEMPO DE RECORRÊNCIA						
	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
24 h	107,47	121,12	128,72	134,18	138,33	151,12	163,81
1 h	49,43	55,11	58,31	60,51	62,11	67,25	72,24
6 min	14,94	16,84	17,89	18,65	19,23	21,01	20,31

ISOZONA F

As alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, foram marcadas no papel de probabilidades (Hersnfield e

Wilson) e, ligando-se os pontos marcados, obtém-se a altura de chuva para qualquer tempo de duração entre 6 minutos e 24 horas, conforme pode ser observado na figura a seguir.

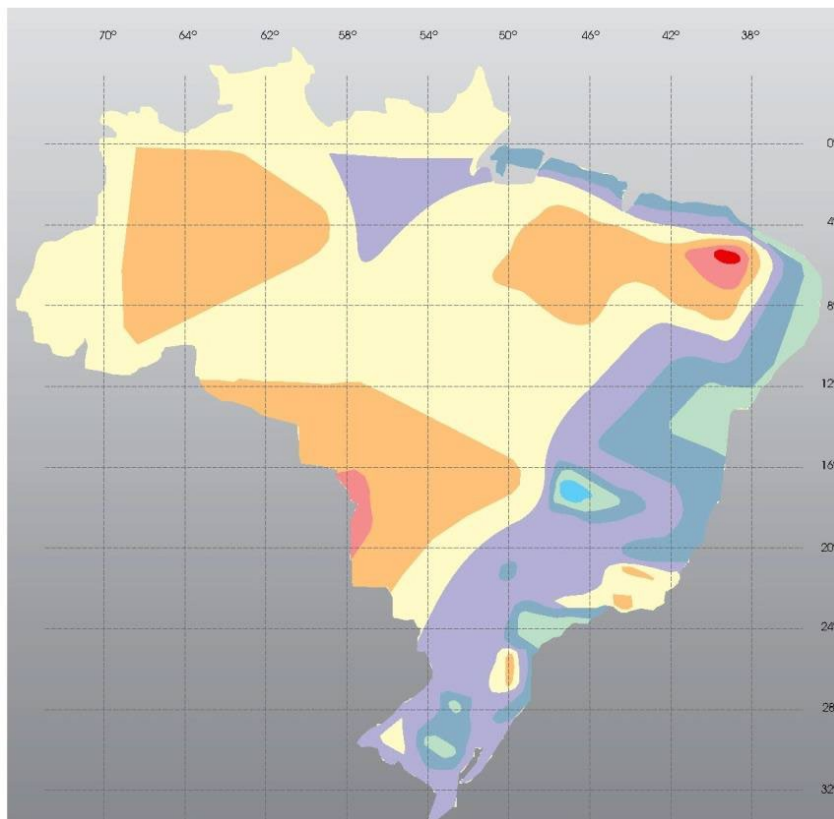


Figura 6.11 - Mapa de Isozonas

Tabela 6.12 – Precipitação por zonas

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

A seguir é apresentado o quadro de altura de chuva x duração x intensidade x tempo de recorrência e os gráficos de precipitação x duração x frequência e de intensidade x duração x frequência para o posto pluviométrico selecionado, segundo o método das isozonas.

Tabela 6.13 - Quadro (Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência) – Aragoiânia nº 1649001

Quadro - Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência															
Duração da chuva (horas)	Duração da chuva (minutos)	TEMPO DE RECORRÊNCIA													
		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
		P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
0,10	6	13,54	135,40	15,26	152,62	16,22	162,18	16,91	169,08	17,43	174,30	19,04	190,42	18,35	183,46
0,17	10	21,50	129,02	24,10	144,61	25,56	153,33	26,58	159,49	27,34	164,06	29,74	178,42	30,30	181,81
0,20	12	24,35	121,73	27,26	136,28	28,89	144,44	30,03	150,17	30,88	154,40	33,55	167,77	34,57	172,85
0,50	30	38,63	77,26	43,11	86,23	45,64	91,28	47,39	94,77	48,66	97,32	52,74	105,47	56,01	112,03
0,60	36	41,47	69,12	46,27	77,11	48,97	81,62	50,84	84,73	52,20	87,00	56,55	94,26	60,28	100,47
1,00	60	49,44	49,44	55,11	55,11	58,31	58,31	60,51	60,51	62,11	62,11	67,25	67,25	72,24	72,24
1,25	75	52,91	42,33	58,97	47,18	62,39	49,91	64,74	51,79	66,44	53,15	71,92	57,54	77,46	61,97
1,50	90	55,76	37,17	62,12	41,42	65,72	43,81	68,19	45,46	69,98	46,65	75,74	50,49	81,73	54,49
1,75	105	58,16	33,23	64,79	37,02	68,54	39,17	71,11	40,64	72,97	41,70	78,97	45,12	85,34	48,76
2,00	120	60,24	30,12	67,10	33,55	70,98	35,49	73,64	36,82	75,56	37,78	81,76	40,88	88,46	44,23
4,00	240	71,05	17,76	79,10	19,77	83,65	20,91	86,77	21,69	89,01	22,25	96,27	24,07	104,68	26,17
8,00	480	81,85	10,23	91,09	11,39	96,32	12,04	99,89	12,49	102,46	12,81	110,78	13,85	120,91	15,11
14,00	840	90,58	6,47	100,78	7,20	106,55	7,61	110,49	7,89	113,32	8,09	122,50	8,75	134,01	9,57
24,00	1440	98,98	4,12	110,10	4,59	116,40	4,85	120,70	5,03	123,78	5,16	133,78	5,57	146,62	6,11

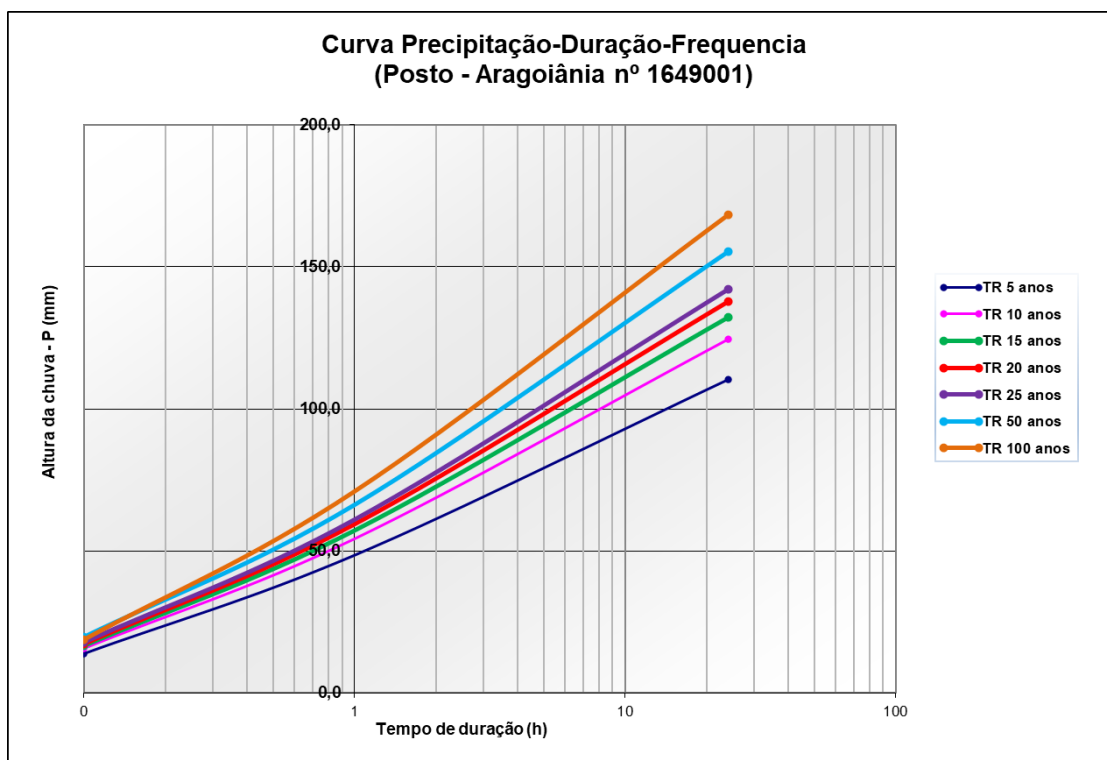


Figura 6.12 - Precipitação x Duração x Frequência – Aragoiânia nº 1649001

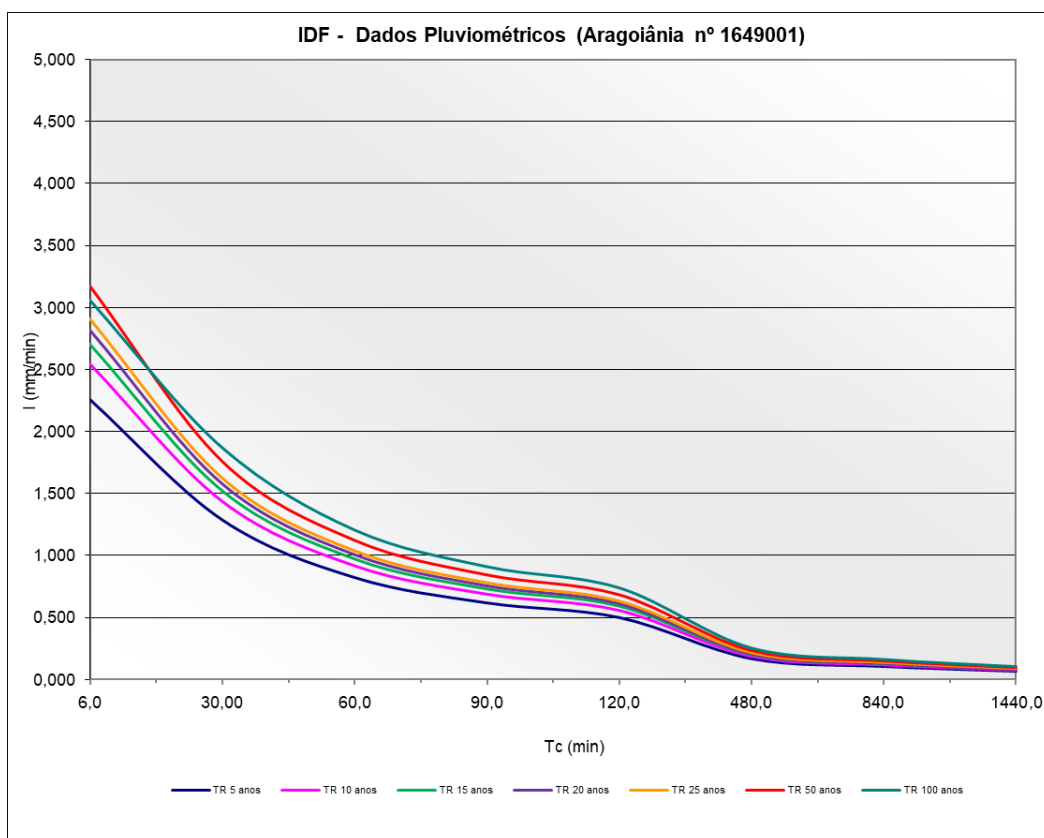


Figura 6.13 - Intensidade x Duração x Frequência – Aragoiânia nº 1649001

6.4.3 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES EXCEDENTES

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

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

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

Para a descarga de pico adotou-se a seguinte metodologia - IP 03 – Goinfra – Estudos hidrológicos:

- Para bacias com áreas < 5 km² adota-se o Método Racional;
- Para bacias com áreas > 5 km² e < 10 km² adota-se o Método Racional modificado;
- Para Bacias com áreas > 10 km² adota-se o Hidrograma Unitário Triangular.

6.4.3.1 Determinação do coeficiente de escoamento

Para o cálculo da chuva excedente uma das abordagens principais é o cálculo direto por meio de relações funcionais que levam em conta o total precipitado, o tipo de solo, sua ocupação e perdas por infiltração. Os métodos de cálculo baseiam-se, normalmente, em relações empíricas e são largamente utilizados pelo uso fácil e por fornecerem resultados satisfatórios quando empregados com discernimento.

Exemplos típicos dessa classe de métodos são os consagrados: método do número da curva do SCS e o método do coeficiente de escoamento superficial, utilizado para cálculo das vazões de pico.

6.4.3.2 Método do coeficiente de escoamento superficial

Coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente runoff, ou coeficiente de deflúvio é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram.

$$c = \frac{Vol.Total\ escoado}{Vol.Total\ precipitado}$$

Conhecendo-se o coeficiente de deflúvio para uma determinada chuva intensa de uma certa duração, pode-se determinar o escoamento superficial de outras precipitações de intensidades diferentes, desde que a duração seja a mesma.

O quadro seguinte apresenta valores do coeficiente de escoamento (C) para os Métodos Racional e Racional Modificado e os valores da curva do SCS para o Método do Hidrograma Unitário Triangular, em função do tipo de solo e cobertura vegetal.

Tabela 6.14 – Tabela de coeficientes de C e CN - IP 03 – GOINFRA – Estudos hidrológicos

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	56	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	56	0.50	65	0.60	70

Onde:

A = Superfície muito permeável (“LOESS” em camadas espessas);

B = Superfície permeável (“LOESS” em camadas rasas e areias);

C = Superfície semipermeável (Solos Siltosos e Argilosos);

D = Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).

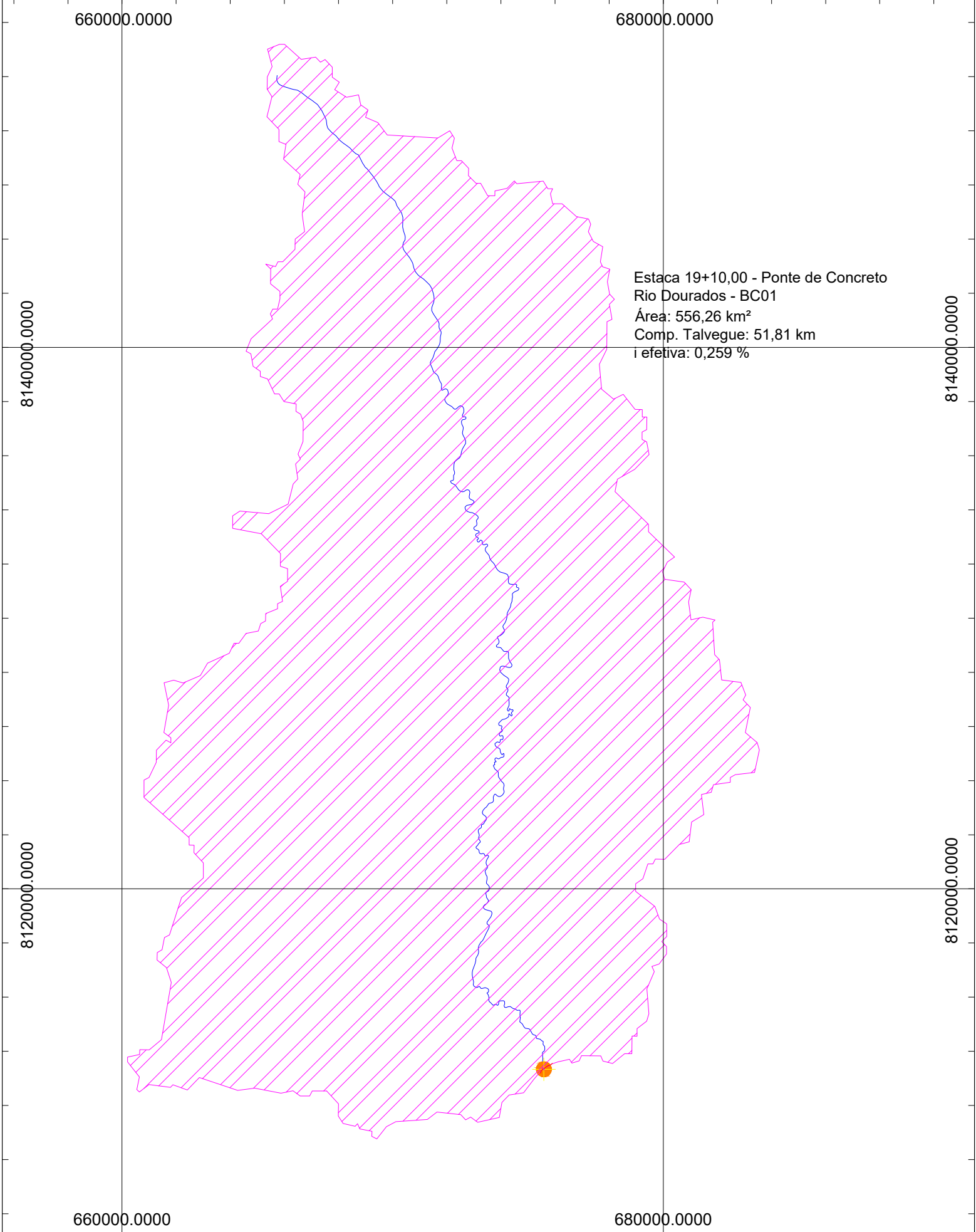
Com base no estudo topográfico e projeto geométrico, a superfície predominante no trecho da estrada é ondulada siltosa e argilosa, logo para o presente projeto se adotou-se a condição de superfície de “cerrados, pastagens e matas ralas” na classe “C” para adoção dos coeficientes de escoamento superficial, cujo a composição está sendo apresentada nas planilhas de dimensionamento das vazões.

6.4.4 DEFINIÇÃO DOS DADOS FÍSICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação em que os escoamentos seguem para um único ponto de saída, seu exutório.

Para o presente projeto a delimitação as bacias foi feita pelo software de Geoprocessamento QGIS, com o uso do MDT (modelo de terreno digital) e o auxílio das imagens do Google Earth, extraindo assim os polígonos delimitadores de áreas.

O software também possibilitou a determinação da área e dos dados geométricos das bacias, tais como, comprimento do talvegue e desnível e uso do solo. Para a definição da resposta em termos de deflúvio de cada bacia, utilizamos todos os elementos determinados supracitados e características intrínsecas do terreno estudado, conforme é indicado na IP 03 – GOINFRA – Estudos Hidrológicos. Logo abaixo é apresentado os mapas das bacias hidrográficas bem como os gráficos do perfil longitudinal dos talvegues.



Estaca 19+10,00 - Ponte de Concreto
Rio Dourados - BC01
Área: 556,26 km²
Comp. Talvegue: 51,81 km
i efetiva: 0,259 %

 GO INFRA 		ANTEPROJETO DE ENGENHARIA	OBSERVAÇÕES/LEGENDA: Delimitação da Bacia Hidrográfica Talvegue Exutório (Travessia)	HISTÓRICO (ALTERAÇÃO):
		ESTUDO HIDROLÓGICO		R00
RESP. TÉCNICO-CREA: RESP. TÉCNICO-CREA: FERNANDA A. DE OLIVEIRA CREA 16608/D-GO		TRECHO:		DATA: NOV/2025 ESCALA: 1:175.000 PRANCHA: BC-01
PONTE SOBRE O RIO DOURADOS				

Tabela 6.15 - Cadastro do Talvegue – Rio Dourados

Ponto	Cota (m)	Distância (m)	Distância Acumulada (Km)	ΔH_n (m)	ΔL_n (km)	S_n (m/km)
C	882	0	0	0	0	0
1	837	5000	5,00	45	5,00	9,00
2	806	10000	10,00	1	5,00	0,20
3	792	15000	15,00	14	5,00	2,80
4	765	20000	20,00	2	5,00	0,40
5	741	25000	25,00	24	5,00	4,80
6	724	30000	30,00	3	5,00	0,60
7	718	35000	35,00	6	5,00	1,20
8	713	40000	40,00	4	5,00	0,80
9	699	45000	45,00	14	5,00	2,80
E	688	51810	51,81	11	6,81	1,62

Figura 6.14 - Perfil Longitudinal do Talvegue – Rio Dourados

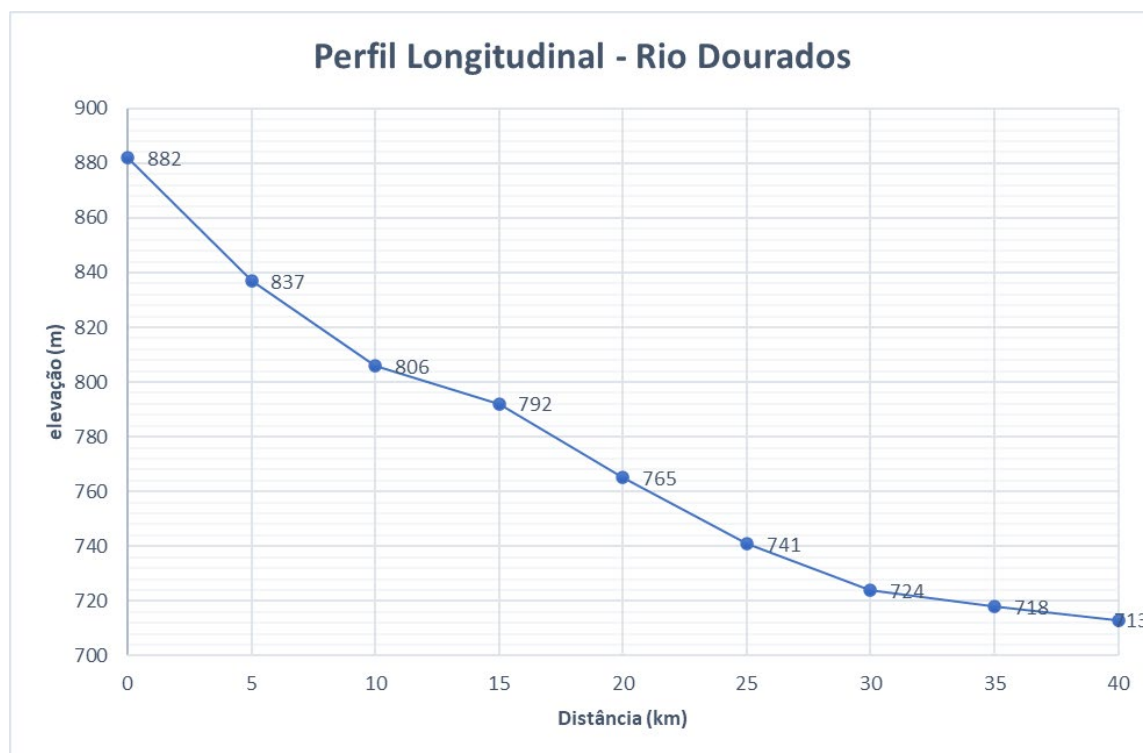


Tabela 6.16 - Declividade Efetiva do Talvegue – Rio Dourados

Sef =	2,585 m/km
Sef =	0,0026 m/m
Sef =	0,259 %

6.4.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

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

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

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

Para o presente projeto adotou-se a fórmula de KIRPICH (para área de bacia menor que 0,80 km²) e KIRPICH MODIFICADA (para áreas maiores que 0,80 km²), conforme IP 03 – Goinfra – Estudos hidrológicos

Fórmula de KIRPICH: p/ abacia ≤ 0,80 km²

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

Fórmula de KIRPICH MODIFICADA: p/ abacia > 0,80 km²

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

Sendo:

T_c = tempo de concentração, em horas;

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

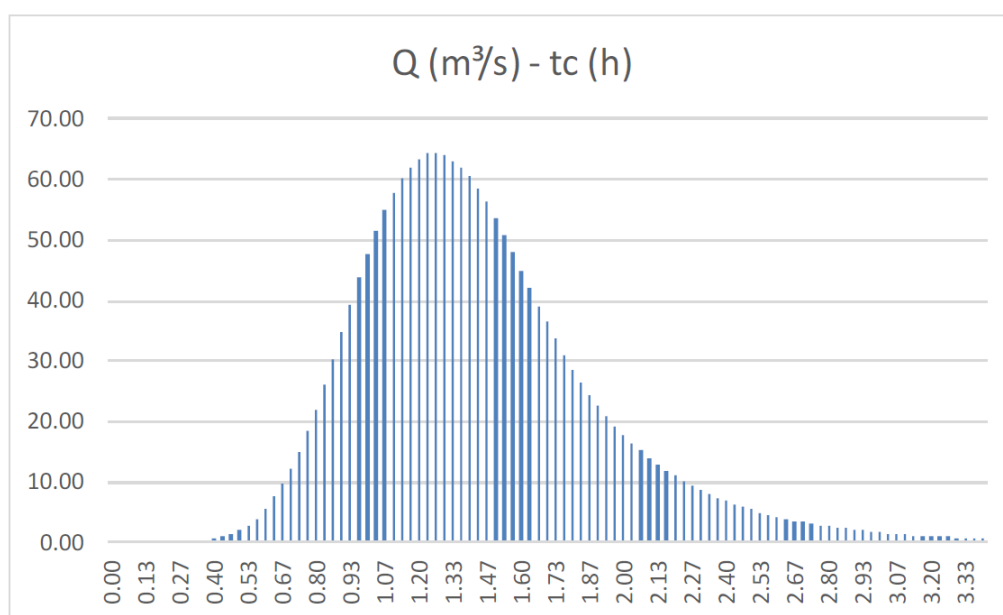
h = declividade do talvegue em % - $H=100*(L/\Delta H)$;

ΔH = Desnível do talvegue em metros.

6.4.6 DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DAS BACIAS

6.4.6.1 Hidrograma Unitário Triangular (Para bacias com área superior a 10 km²)

Segundo o Soil Conservation Service, deve-se usar o hidrograma unitário adimensional curvilíneo, constituinte pela figura abaixo. Este hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas. Dividindo as ordenadas do hidrograma unitário pela sua descarga máxima e as abscissas pelo de ponta T_p , resulta o hidrograma adimensional cujo tempo base é igual a 5 T_p .



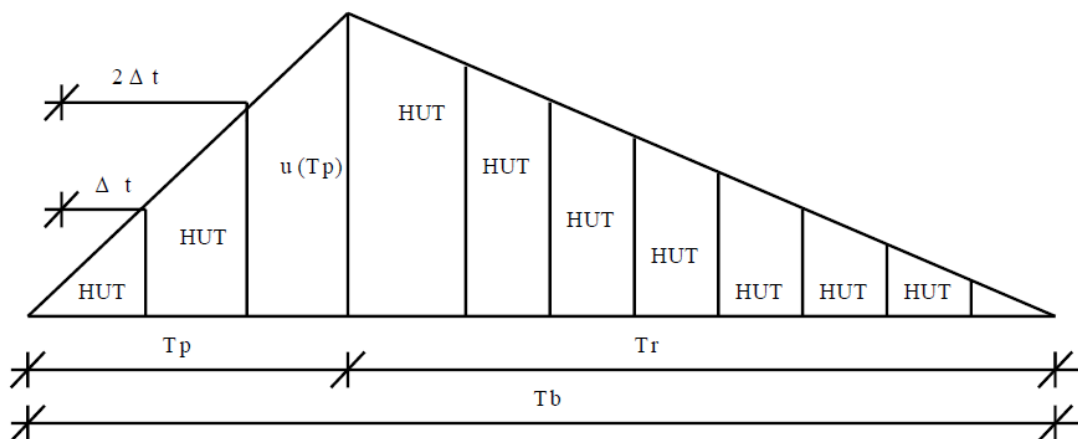
Para o cálculo das vazões de projeto é montada uma planilha com o auxílio do Software Excel onde os cálculos estão vinculados aos dados físicos levantados das bacias hidrográficas, aos coeficientes adotados, à tormenta de chuva e à toda metodologia do Hidrograma Unitário Adimensional proposta pelo SCS.

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

- **Tempo de concentração (T_c), em hora:** $T_c = 0,59 \times (L^2/h)^{0,385}$
- **Tempo Unitário (Δt), em horas (para t_c inferior a 24 horas):** $\Delta t = T_c/4$

- **Tempo Unitário (Δt), em horas (para t_c superior a 24 horas):** $\Delta t = T_c/6$
- **Tempo de Pico (T_p), em horas:** $T_p = 0,6 \times T_c + \Delta t/2$
- **Tempo de Base (T_b), em horas:** $T_b = 2,67 \times T_p$
- **Tempo de Retorno (T_r), em horas:** $T_r = 1,67 \times T_p$
- **Escoamento superficial (μ), em $m^3/s/cm$:** $\mu = 2,08 \times \text{Área}/T_p$

Com esses valores é constituído o hidrógrafo triangular:



O método do hidrograma unitário triangular, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service, pode ser aplicado para obtenção das relações chuva/deflúvio em bacias com até 2500 km².

Como a bacia de influência BC01 no projeto possui área superior a 10,00 km² e inferior a 2500,00 km², o método do Hidrograma Unitário foi considerado em seu dimensionamento.

6.5 DIMENSIONAMENTOS DAS VAZÕES

Conforme será apresentado a seguir, o presente estudo considerou o tempo de retorno de acordo com o normativo do DNIT e a IP 03 – GOINFRA – Estudos hidrológicos para as obras dimensionadas.

A seguir são apresentadas as planilhas de dimensionamento e um quadro resumo das obras existentes no presente estudo, com todas as informações utilizadas, tais como, área, comprimento do talvegue, desnível, declividade efetiva, coeficiente C/CN, tempo de concentração e vazão.

Tabela 6.17 – Bacia Hidrográfica 01

ESTUDOS HIDROLÓGICOS
Hidrograma Unitário

ESTACA: 19+10,00
CURSO D'ÁGUA : Rio Dourados
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (km2) : 556,26
COMP. DO TALVEGUE (km) : 51,81
DESNÍVEL (m) : 194,00
DECLIVIDADE EFETIVA DO TALVEGUE (%) : 0,259

Nº Bacia: BC01

TEMPO DE RECORRÊNCIA : 100 anos
CN: 64,77 S: 138,1529
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO Tc (h) : 20,756
TEMPO UNITÁRIO Tu (h) : 5,189
TEMPO DE PICO Tp (h) : 15,048
TEMPO DE BASE Tb (h) : 40,179
TEMPO DE RETORNO Tr (h) : 25,130
μ (Tp) (m3 /s/cm) : 76,888

COMPOSIÇÃO DE ÁREA "CN"					
	m²	km²	CN	%	
Área total	556260000,00	556,26	-	-	-
Cerrado, pastagens e matas ralas	551079000,00	551,08	65,00	0,990686	64,39
Áreas Urbanizadas	0,00	0,00	75,00	0	0,00
Área de APP	5181000,00	5,18	40,00	0,009402	0,38
CN adotado					64,77

* Tabela de coeficientes de C e CN - IP 03 – Goinfra – Estudos hidrológicos

Valores de Precipitação (mm)								
Duração da chuva		TEMPO DE RECORRÊNCIA						
		5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
6 min	6	14,94	16,84	17,89	18,65	19,23	21,01	20,31
1 h	60	49,43	55,11	58,31	60,51	62,11	67,25	72,24
24 h	1440	107,47	121,12	128,72	134,18	138,33	151,12	163,81

Δ tc (min)	Δ tc (horas)	Po (mm) - 5 Anos	Po (mm) - 10 Anos	Po (mm) - 15 Anos	Po (mm) - 20 Anos	Po (mm) - 25 Anos	Po (mm) - 50 Anos	Po (mm) - 100 Anos
207,56	3,46	68,78	147,44	81,00	84,02	86,20	93,23	101,29
415,12	6,92	79,59	159,43	93,67	97,14	99,65	107,74	117,51
622,68	10,38	85,91	166,45	101,08	104,82	107,51	116,23	127,00
830,24	13,84	90,39	171,43	106,34	110,27	113,10	122,26	133,73
1037,80	17,30	93,87	175,29	110,42	114,50	117,43	126,93	138,95
1245,36	20,76	96,71	178,44	113,75	117,95	120,96	130,74	143,22

Obs: Precipitação em mm, Po = f(ΔT) obtido no gráfico de precipitações.

Resultados	Recorrência		Qmáx	
	Q15 =	142,42	m³/s	
	Q25 =	164,37	m³/s	
	Q50 =	195,63	m³/s	
	Q100 =	235,47	m³/s	

IDF	Tu	Po	Pm	Pe	Δ Pe
(h)	(h)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm)
0,49	5,19	101,285	87,639	1,817	1,817
0,28	10,38	117,509	101,676	2,584	0,767
0,20	15,57	126,998	109,887	3,070	0,486
0,16	20,76	133,732	115,713	3,429	0,360
0,13	25,95	138,954	120,232	3,716	0,287
0,12	31,13	143,222	123,925	3,955	0,239

Obs: IDF é a intensidade de chuva em função do Δtc.

OBRA EXISTENTE
Ponte Comp.= 15,64 Larg.= 4,00

*Condição de funcionamento: canal

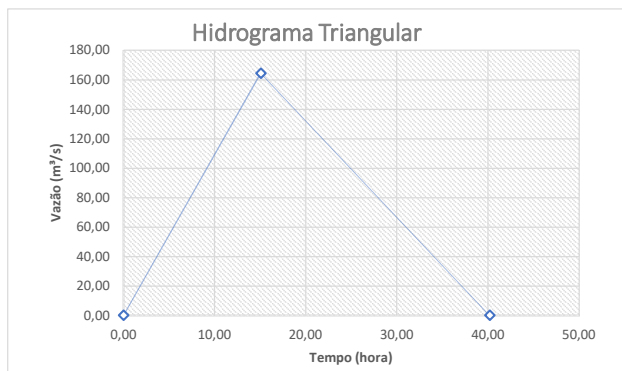
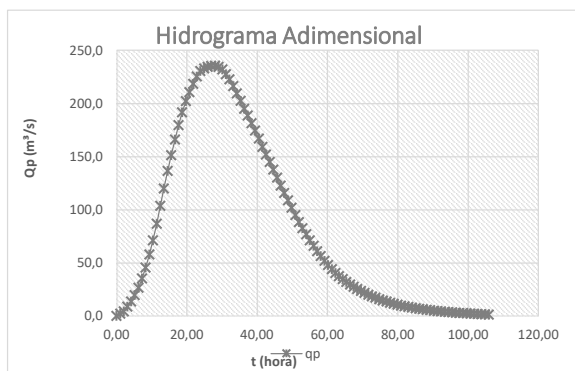
***Substituir obra existente**

OBRA PROJETADA
Ponte de Concreto L= 30,00 H=6,34

*Condição de funcionamento: canal

t/tr	Q/qp	t	HU	Δ Pe							Qp
				1,817	0,767	0,486	0,360		0,287	0,239	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00
0,2	0,01	1,04	1,13	2,04							2,04
0,4	0,03	2,08	2,25	4,09							4,09
0,6	0,06	3,11	4,80	8,72							8,72
0,8	0,10	4,15	7,43	13,50							13,50
1,0	0,14	5,19	10,73	19,49	0,00						19,49
1,2	0,18	6,23	14,10	25,63	0,86						26,49
1,4	0,24	7,26	18,43	33,50	1,73						35,22
1,6	0,30	8,30	22,94	41,68	3,68						45,36
1,8	0,37	9,34	28,64	52,04	5,69						57,73
2,0	0,45	10,38	34,64	62,94	8,22	0,00					71,17
2,2	0,54	11,42	41,48	75,38	10,81	0,55					86,74
2,4	0,63	12,45	48,61	88,33	14,13	1,09					103,56
2,6	0,71	13,49	54,95	99,85	17,58	2,33					119,76
2,8	0,79	14,53	60,95	110,75	21,95	3,61					136,32
3,0	0,85	15,57	65,73	119,44	26,55	5,21	0,00				151,21
3,2	0,91	16,60	69,86	126,94	31,80	6,85	0,40				166,00
3,4	0,95	17,64	72,86	132,39	37,26	8,96	0,81				179,43
3,6	0,98	18,68	75,11	136,48	42,12	11,15	1,73				191,48
3,8	0,99	19,72	76,33	138,70	46,72	13,92	2,67				202,01
4,0	1,00	20,76	76,70	139,38	50,39	16,84	3,86		0,00		210,46
4,2	1,00	21,79	76,70	139,38	53,55	20,16	5,07		0,32		218,49
4,4	0,99	22,83	76,33	138,70	55,85	23,63	6,63		0,65		225,45
4,6	0,98	23,87	75,11	136,48	57,58	26,71	8,25		1,38		230,39
4,8	0,95	24,91	72,86	132,39	58,51	29,62	10,30		2,13		232,95
5,0	0,92	25,95	70,46	128,03	58,80	31,95	12,46		3,08	0,00	234,31
5,2	0,88	26,98	67,83	123,26	58,80	33,95	14,92		4,04	0,27	235,24
5,4	0,85	28,02	65,07	118,25	58,51	35,41	17,48		5,28	0,54	235,47
5,6	0,81	29,06	62,07	112,80	57,58	36,50	19,76		6,58	1,15	234,36
5,8	0,77	30,10	58,85	106,94	55,85	37,10	21,92		8,21	1,77	231,79
6,0	0,72	31,13	55,10	100,12	54,01	37,28	23,64		9,93	2,56	227,54
6,2	0,67	32,17	51,16	92,97	52,00	37,28	25,12		11,89	3,37	222,63
6,4	0,61	33,21	46,66	84,79	49,88	37,10	26,20		13,94	4,41	216,31
6,6	0,55	34,25	42,31	76,88	47,58	36,50	27,01		15,75	5,48	209,21

6,8	0,50	35,29	38,56	70,07	45,11	35,41	27,45		17,47	6,84	202,35
7,0	0,45	36,32	34,97	63,56	42,24	34,24	27,58		18,84	8,28	194,74
7,2	0,42	37,36	32,35	58,79	39,22	32,97	27,58		20,03	9,91	188,49
7,4	0,39	38,40	29,76	54,08	35,77	31,63	27,45		20,89	11,62	181,43
7,6	0,36	39,44	27,51	49,99	32,43	30,17	27,01		21,53	13,13	174,27
7,8	0,33	40,47	25,28	45,94	29,56	28,60	26,20		21,88	14,56	166,74
8,0	0,30	41,51	23,40	42,53	26,81	26,78	25,34		21,99	15,71	159,15
8,2	0,28	42,55	21,53	39,12	24,80	24,87	24,39		21,99	16,69	151,86
8,4	0,26	43,59	20,18	36,67	22,81	22,68	23,40		21,88	17,41	144,85
8,6	0,24	44,63	18,83	34,21	21,09	20,56	22,32		21,53	17,95	137,67
8,8	0,23	45,66	17,44	31,70	19,38	18,74	21,16		20,89	18,24	130,10
9,0	0,21	46,70	16,05	29,17	17,94	17,00	19,81		20,20	18,33	122,46
9,2	0,19	47,74	14,90	27,08	16,50	15,72	18,40		19,45	18,33	115,48
9,4	0,18	48,78	13,78	25,04	15,47	14,47	16,78		18,66	18,24	108,64
9,6	0,16	49,81	12,65	22,99	14,43	13,37	15,21		17,80	17,95	101,75
9,8	0,15	50,85	11,53	20,95	13,37	12,29	13,87		16,87	17,41	94,75
10,0	0,14	51,89	10,70	19,45	12,31	11,38	12,58		15,80	16,84	88,34
10,2	0,13	52,93	9,95	18,09	11,42	10,46	11,63		14,67	16,21	82,48
10,4	0,12	53,97	9,20	16,72	10,56	9,81	10,70		13,38	15,55	76,72
10,6	0,11	55,00	8,45	15,36	9,70	9,15	9,89		12,13	14,83	71,06
10,8	0,10	56,04	7,83	14,23	8,84	8,48	9,09		11,05	14,06	65,76
11,0	0,09	57,08	7,27	13,21	8,20	7,80	8,42		10,03	13,17	60,83
11,2	0,09	58,12	6,71	12,19	7,63	7,24	7,74		9,27	12,23	56,30
11,4	0,08	59,15	6,15	11,17	7,05	6,70	7,26		8,53	11,15	51,86
11,6	0,07	60,19	5,67	10,31	6,48	6,15	6,77		7,89	10,11	47,71
11,8	0,07	61,23	5,26	9,56	6,00	5,60	6,27		7,25	9,21	43,90
12,0	0,06	62,27	4,85	8,81	5,57	5,20	5,77		6,71	8,36	40,43
12,2	0,06	63,31	4,44	8,06	5,14	4,84	5,36		6,17	7,73	37,30
12,4	0,05	64,34	4,09	7,43	4,71	4,47	4,95		5,78	7,11	34,46
12,6	0,05	65,38	3,81	6,92	4,35	4,11	4,55		5,40	6,57	31,90
12,8	0,05	66,42	3,53	6,41	4,03	3,81	4,15		5,00	6,04	29,43
13,0	0,04	67,46	3,24	5,90	3,72	3,53	3,85		4,60	5,59	27,19
13,2	0,04	68,49	2,99	5,44	3,40	3,26	3,58		4,27	5,14	25,10
13,4	0,04	69,53	2,79	5,06	3,13	2,99	3,31		3,95	4,82	23,27
13,6	0,03	70,57	2,58	4,69	2,92	2,76	3,04		3,63	4,50	21,53
13,8	0,03	71,61	2,37	4,31	2,70	2,56	2,82		3,30	4,17	19,86
14,0	0,03	72,65	2,18	3,97	2,49	2,36	2,61		3,07	3,84	18,33
14,2	0,03	73,68	2,03	3,70	2,29	2,16	2,41		2,85	3,56	16,97
14,4	0,02	74,72	1,88	3,42	2,14	1,99	2,21		2,64	3,29	15,69
14,6	0,02	75,76	1,73	3,15	1,98	1,85	2,04		2,42	3,02	14,47
14,8	0,02	76,80	1,59	2,89	1,82	1,71	1,89		2,25	2,75	13,32
15,0	0,02	77,84	1,48	2,69	1,67	1,58	1,74		2,08	2,56	12,33
15,2	0,02	78,87	1,37	2,48	1,56	1,45	1,59		1,92	2,38	11,40
15,4	0,02	79,91	1,25	2,28	1,44	1,35	1,47		1,76	2,20	10,51
15,6	0,01	80,95	1,15	2,08	1,33	1,25	1,37		1,63	2,02	9,68
15,8	0,01	81,99	1,07	1,95	1,22	1,15	1,27		1,51	1,87	8,97
16,0	0,01	83,02	1,00	1,81	1,13	1,06	1,17		1,39	1,74	8,30
16,2	0,01	84,06	0,92	1,67	1,05	0,99	1,08		1,27	1,60	7,66
16,4	0,01	85,10	0,85	1,54	0,96	0,92	1,00		1,17	1,47	7,06
16,6	0,01	86,14	0,80	1,46	0,88	0,84	0,93		1,09	1,36	6,55
16,8	0,01	87,18	0,76	1,37	0,82	0,77	0,85		1,01	1,26	6,09
17,0	0,01	88,21	0,71	1,29	0,76	0,72	0,79		0,93	1,16	5,65
17,2	0,01	89,25	0,67	1,21	0,71	0,66	0,73		0,86	1,06	5,23
17,4	0,01	90,29	0,62	1,13	0,65	0,61	0,68		0,80	0,98	4,84
17,6	0,01	91,33	0,58	1,05	0,61	0,56	0,62		0,74	0,91	4,49
17,8	0,01	92,36	0,53	0,96	0,58	0,52	0,57		0,68	0,84	4,16
18,0	0,01	93,40	0,49	0,88	0,54	0,48	0,53		0,63	0,78	3,85
18,2	0,01	94,44	0,44	0,80	0,51	0,45	0,49		0,58	0,72	3,55
18,4	0,01	95,48	0,40	0,72	0,48	0,41	0,45		0,54	0,67	3,26
18,6	0,00	96,52	0,36	0,65	0,44	0,39	0,41		0,50	0,62	3,00
18,8	0,00	97,55	0,32	0,58	0,41	0,37	0,39		0,46	0,57	2,76
19,0	0,00	98,59	0,28	0,51	0,37	0,35	0,36		0,42	0,52	2,53
19,2	0,00	99,63	0,24	0,44	0,34	0,32	0,33		0,39	0,49	2,31
19,4	0,00	100,67	0,21	0,37	0,30	0,30	0,30		0,36	0,45	2,09
19,6	0,00	101,70	0,17	0,31	0,27	0,28	0,29		0,33	0,41	1,89
19,8	0,00	102,74	0,13	0,24	0,24	0,26	0,27		0,31	0,38	1,70
20,0	0,00	103,78	0,09	0,17	0,22	0,24	0,26		0,29	0,35	1,52
20,2	0,00	104,82	0,06	0,10	0,19	0,21	0,24		0,26	0,33	1,33
20,4	0,00	105,86	0,02	0,03	0,16	0,19	0,22		0,24	0,30	1,15



6.6 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - PONTES

As pontes são obras de arte destinadas a vencer os talwegues formados pelos cursos d'água, cuja transposição não pode ser feita por bueiros e pontilhões. Por sua maior importância e pelas suas extensões estas obras exigem estruturas mais complexas do que as usadas nos pontilhões e, por esta razão, no seu dimensionamento os procedimentos de cálculo deverão ser mais rigorosos.

Inicialmente devem ser obtidos os seguintes elementos:

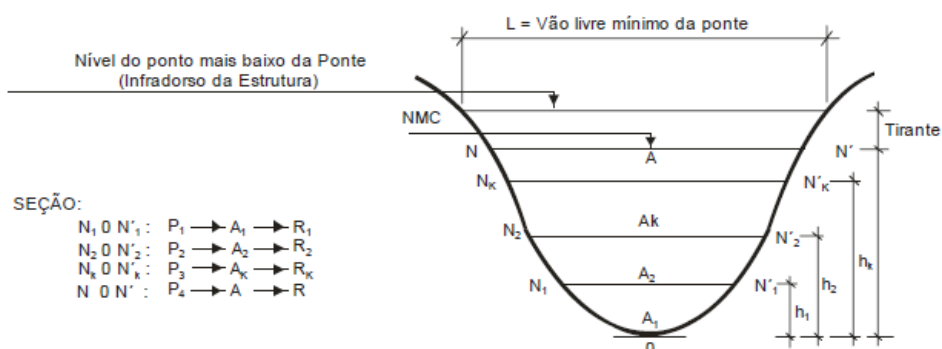
- Descarga do projeto, obtida pelos estudos hidrológicos, levando em conta o tempo de recorrência adotado e os métodos de cálculo recomendados para o caso, de preferência os estatísticos, sempre que possível;
- Declividade do leito do rio, ou do seu gradiente;
- Levantamento de seções normais ao curso do rio no local de sua travessia pelo eixo da estrada a montante e jusante;
- Fixação do coeficiente de Manning a adotar para o curso d'água após inspeção local;

6.6.1 DETERMINAÇÃO DA COTA DE CHEIA MÁXIMA

Para cada altura h do nível d'água, corresponde uma área molhada (A), um perímetro molhado (P) e, em consequência, raio hidráulico (R) e velocidade (V), que, são relacionados através da fórmula de Manning:

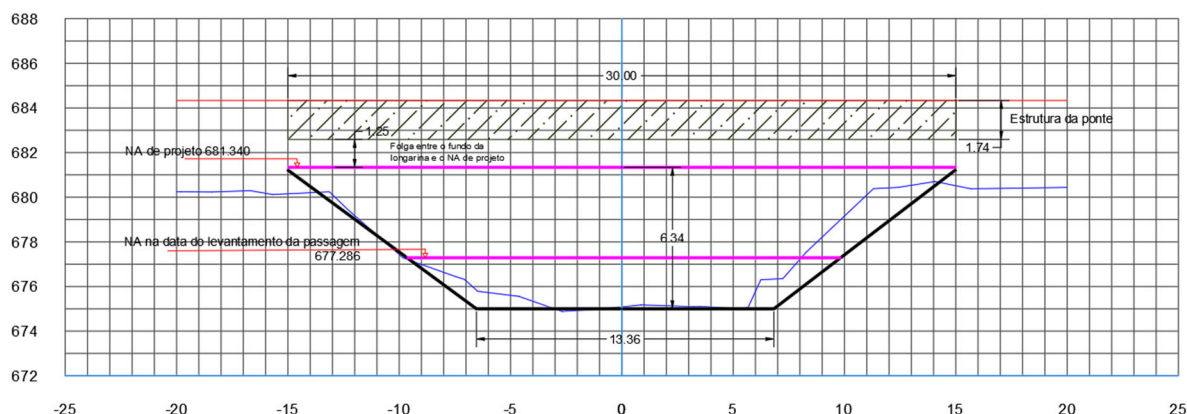
$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Figura 6.15 – Seção transversal genérica



Pegou-se a seção batimétrica do Rio e fez-se todas as seções hidráulicas, e a partir disso, fez-se a análise geométrica dessa seção com a capacidade máxima para a obra projetada. A seguir pode-se ver a seção transversal para o Rio Dourados no ponto estudado.

Figura 6.16 – Seção transversal Rio Dourados



A tabela a seguir mostra todos os pontos utilizados para as seções hidráulicas, assim como extensão, perímetro, perímetro molhado, raio hidráulico, declividade, coeficiente de manning (considerando uma calha em perfil natural, $n=0,075$) e a vazão para cada seção.

Figura 6.17 – Seção hidráulica

POINT	H (m)	Z (m)	L (m)	2P (m)	PERÍMETRO MOLHADO (m ²)	ÁREA (m ²)	RAIO HIDRÁULICO (m)	DECLIV. LONG (m/m)	COEFICIENTE MANNING (n)	VAZÃO (m ³ /s)	AR ^{2/3}
1	1,000	676,000	16,040	32,74	16,697	14,70	0,88	0,00259	0,075	9,16	13,50
2	2,000	677,000	18,710	38,75	20,038	32,07	1,60	0,00259	0,075	29,78	43,88
3	3,000	678,000	21,380	44,76	23,379	52,12	2,23	0,00259	0,075	60,35	88,94
4	4,000	679,000	24,070	50,80	26,734	74,87	2,80	0,00259	0,075	100,94	148,76
5	4,500	679,500	25,390	53,78	28,386	87,20	3,07	0,00259	0,075	125,03	184,26
6	4,550	679,550	25,520	54,08	28,556	88,47	3,10	0,00259	0,075	127,57	188,01
7	5,000	680,000	26,730	56,78	30,051	100,22	3,34	0,00259	0,075	151,81	223,73
8	6,232	681,232	30,000	64,19	34,187	135,18	3,95	0,00259	0,075	229,38	338,03
9	6,340	681,340	30,000	64,37	34,374	138,42	4,03	0,00259	0,075	237,74	350,36

No Item 6.5 na tabela 6.17, através do dimensionamento pelo método HUT, encontrou-se um valor de 235,47 m³/s. Com os valores de vazões encontradas para cada seção do canal, temos para uma altura de 6,34 m uma vazão de 237,74 m³/s, que atende a vazão de projeto que é 235,47 m³/s.

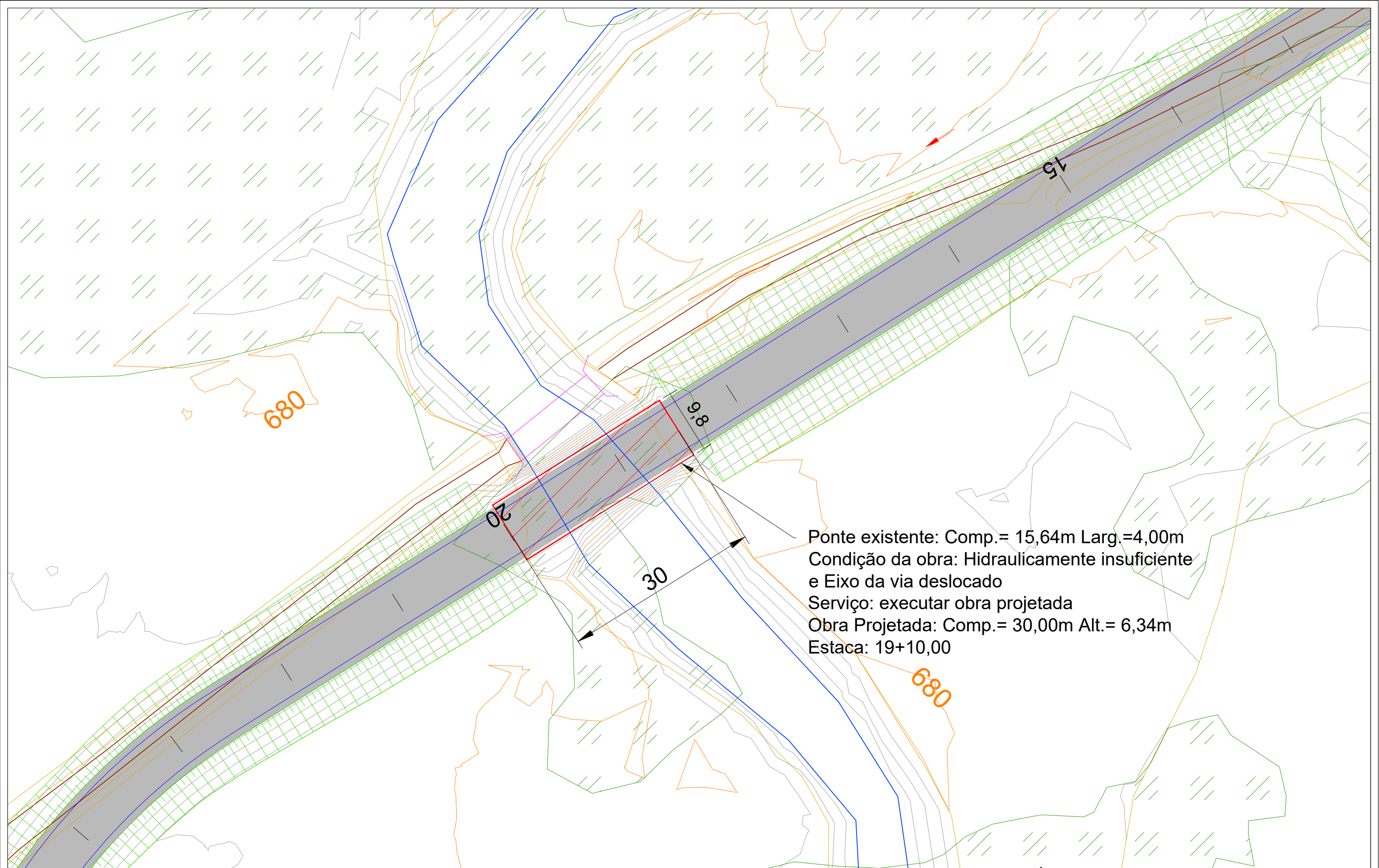
Foi validada hidraulicamente a seção da ponte sobre o Rio Dourados, dimensionada com L=30,00 m e H=6,34 m, mantendo uma folga de 1,25 metros entre o fundo da longarina e o NA de projeto.

Será necessário realizar escavação no terreno natural do córrego para permitir o encaixe adequado da seção hidráulica da ponte. Essa intervenção garante que a estrutura opere dentro

das condições geométricas e hidráulicas previstas em projeto, assegurando a correta passagem do fluxo e a estabilidade da obra. O volume correspondente a essa escavação será integralmente computado no projeto de terraplenagem, de forma a manter o controle quantitativo e garantir a compatibilidade entre as etapas de engenharia envolvidas.

6.7 CADASTROS DAS OBRAS EXISTENTES E PROJETADAS

A seguir é apresentado o cadastro da obra existente e a obra projetada. Vale ressaltar que a apresentação das obras existentes tem por finalidade a identificação e locação das obras, ficando a análise da geometria do sistema viário (pontos baixos e conformação de taludes) após a aprovação do projeto geométrico e posteriormente em um capítulo específico para as obras de transposição e drenagem.



Ponte existente: Comp.= 15,64m Larg.=4,00m
Condição da obra: Hidraulicamente insuficiente
e Eixo da via deslocado
Serviço: executar obra projetada
Obra Projetada: Comp.= 30,00m Alt.= 6,34m
Estaca: 19+10,00

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO	AUTORIA	APROVAÇÃO	OBSERVAÇÕES/LEGENDA: Curva Mestra Curva Intermediária Obra existente Obra projetada	ANTEPROJETO DA RODOVIA			
00	NOV/25	EMIÇÃO	QA ENGENHARIA			TÍTULO:		HISTÓRICO (ALTERAÇÃO):	
						ESTUDO HIDROLÓGICO		R00	
						PLANTA BAIXA		DATA:	NOV/2025
						LOCAL / MUNICÍPIO:		ESCALA:	1:500
						TRECHO:		PRANCHA:	E.HIDRO-01



GOIÁS

GO

INFRA

QUEIROZ ALMEIDA

ENGENHARIA

RESP. TÉCNICO-CREA:

FERNANDA A. DE OLIVEIRA

CREA 16608/D-GO



7 PROJETO GEOMÉTRICO

O presente Anteprojeto Geométrico tem por objetivo definir e especificar as características técnicas adotadas para os serviços referentes ao dimensionamento geométrico de um trecho de estrada vicinal, elaborado em função da necessidade de implantação de uma Obra de Arte Especial (ponte) sobre o Rio Dourados. A elaboração deste anteprojeto se faz necessária para garantir a adequada concordância geométrica e o correto encaixe horizontal e vertical entre o eixo da via e a ponte projetada, assegurando condições adequadas de trafegabilidade, segurança e conforto aos usuários.

O trecho em estudo caracteriza-se como a uma via de caráter local, destinada predominantemente ao tráfego de veículos leves e de pequeno porte, típica de estradas vicinais, sendo o dimensionamento e as soluções adotadas compatíveis com essa classificação funcional.

7.1 REFERÊNCIA NORMATIVA

- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-08 Projeto Geométrico;
- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-20 Elaboração de Anteprojeto;
- Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT- 2006.

7.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados, além das Instruções de Projetos da GOINFRA, entre outros, os seguintes elementos:

- Elementos oriundos dos serviços de campo (locação, nivelamento, seções transversais do terreno etc.), após a definição da diretriz final;
- Normas para Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT;
- Observações locais;

7.3 METODOLOGIA

7.3.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O trecho projetado é referente a uma obra de arte especial sobre o Rio Dourados, localizada em uma estrada vicinal no município de Hidrolândia, no estado de Goiás, com extensão total de 0,60 km, sendo 30 metros de ponte de concreto.

As coordenadas da estaca inicial e final do anteprojeto geométrico estão sendo apresentadas a seguir:

Est - 0+0,00 – Leste (UTM): 675.905,457

Norte (UTM): 8.113.556,46

Est – 30+4,58 – Leste (UTM): 675.475,148

Norte (UTM): 8.113.190,180

Tabela 7.1 - Classes e Características de Projeto

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

(*) “C” e “D” correspondem a Nível de Serviço segundo ASTHOO.

Fonte: DER SP – IP-DE-F00/001 – Projeto Geométrico.

Segundo as orientações das normas, a classificação de uma via deve atender a posição hierárquica, mesmo que os volumes de tráfego, momentaneamente, não o justifiquem.

Entretanto, considerando-se os volumes de tráfego projetado, o segmento apresentado foi classificado como Classe IV, pela tabela 7.1, apresentada a seguir

Tabela 7.2 - Velocidade de Projeto para Novos Traçados, em Função da Classe de Projeto e Relevo

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

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais

Com base nos critérios das tabelas acima, a referida estrada vicinal foi classificada como Classe IV, tendo em vista sua localização em uma região predominantemente montanhosa e velocidade diretriz de 40 km/h.

Para que houvesse concordância dos elementos horizontais e verticais, estes foram estudados em conjunto, de modo que a rodovia apresentasse o traçado mais fluente possível.

7.3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A tabela a seguir apresenta resumidamente as características básicas do projeto geométrico, de acordo com a classe da via em questão. Entretanto, cabe à projetista avaliar criteriosamente cada caso, recomendando valores distintos sempre que julgar necessário (IP-08-2018 da GOINFRA).

Os valores de geometria adotados foram cuidadosamente avaliados com o objetivo de encontrar a solução ótima e econômica para o local em questão.

Tabela 7.3 - Características Básicas do Projeto Geométrico para Rodovias de Classe IV

Características	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade Diretriz	80 - 60 km/h	60 - 40 km/h	40 - 30 km/h
Distância mínima de visibilidade de parada	130 - 85 m	85 - 50 m	50 - 35 m
Dist. mín. de visibilidade de ultrapassagem	540 - 410 m	410 - 270 m	270 - 200 m
Raio mínimo de curva horizontal (e = 8%)	230 - 115 m	115 - 40 m	40 - 20 m
Rampa máxima	6%	8%	10%
Valor mín. de K para curvas verticais convexas	26 - 11	11 - 4	4 - 2
Valor mín. de K para curvas verticais côncavas	30 - 18	18 - 9	9 - 6
Largura da faixa de rolamento	3,50 m	3,50 m	3,00 m
Largura do acostamento	1,30 m	1,30 m	0,80 m
Gabarito mínimo vertical	5,50 m	5,50 m	5,50 m
Afastamento lateral mín. bordo do acostamento			
obstáculos contínuos	0,50 m	0,50 m	0,50 m
obstáculos isolados	1,50 m	1,50 m	1,50 m

As principais dimensões básicas dos veículos de projeto, da Classe SR, são cuidadosamente determinadas para otimizar desempenho e segurança, considerando comprimento, largura, altura e distâncias entre eixos. Esses elementos influenciam manobrabilidade, estabilidade e espaço interno, garantindo um veículo de qualidade e adequado às necessidades dos usuários.

Tabela 7.4 - Principais Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto, em Metros

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

Fonte: Manual de Interseções do DNIT

7.4 EXECUÇÃO DO PROJETO

O anteprojeto geométrico foi desenvolvido de modo que suas propriedades técnicas se enquadrassem nas características de rodovia padrão Classe IV, pista simples com velocidade diretriz de 40 km/h, terreno predominantemente montanhoso.

O projeto foi elaborado de acordo com as seguintes etapas:

- Quadro de características técnicas e operacionais;
- Projeto em planta, na escala de 1:2000;
- Projeto em perfil, nas escalas 1:2000(H) e 1:200(V);
- Determinação das seções transversais típicas da plataforma.

7.4.1 *TRAÇADO E CONCORDÂNCIA HORIZONTAL*

O traçado horizontal foi lançado no eixo da Rodovia, a representação do traçado foi feita no formato de estaqueamento com intervalos de 20,00 m entre estacas inteiras, sendo que, para distâncias menores do que 20,00 m, foram representadas estacas fracionárias. As conexões dos trechos em tangentes foram realizadas considerando a concordância em curva circular simples e curvas de transição.

7.4.2 *RAIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL*

O raio mínimo de curvatura horizontal, de acordo com a Instrução de Projetos Rodoviários da GOINFRA, deve ser estabelecido levando em consideração os valores máximos admissíveis para a superelevação e para o fator de atrito lateral pneu-pavimento, a Tabela 7.5 a seguir apresenta os valores mínimos de raios para valores máximos de superelevação.

Tabela 7.5 - Raios Mínimos para Valores Máximos de Superelevação e Fator de Atrito

Velocidade de Projeto	Superelevação Máxima (e)	Fator de Atrito Máximo (f)	Total (e/100+f)	Raio Mínimo Calculado	Raio Mínimo Adotado
km/h	%			metros	metros
15	8,0	0,40	0,48	3,7	4
20	8,0	0,35	0,43	7,3	7
30	8,0	0,28	0,36	19,7	20
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Fonte: Instrução de Projetos IP-08 – Projeto Geométrico (GOINFRA, 2018)

Considerando a velocidade diretriz de projeto de 40 km/h, foi adotada uma taxa de superelevação admissível de $e_{\text{máx}} = 8\%$. Com base nesses parâmetros, o raio mínimo de curvatura horizontal projetado para a estrada vicinal foi de 40,6 m, a Tabela 7.3, apresentada anteriormente arredonda esse valor para 41 m.

O menor raio utilizado na Estrada projetada, em sua totalidade, é igual a **60 metros**, para garantir segurança aos condutores. O projeto de Sinalização apresentará maiores detalhes da velocidade e demais dispositivos de segurança.

7.4.3 SUPERELEVÇÃO

Ao percorrer um trecho de rodovia em curva horizontal com certa velocidade, um veículo fica sujeito à ação de uma força centrífuga. Isto obriga o condutor do veículo a girar o volante no sentido da curva para manter o veículo na trajetória desejada. Imaginando-se uma pista de rolamento plana, essa manobra do condutor é capaz de manter o veículo na pista, na trajetória curva, graças ao atrito que se desenvolve entre os pneus e a superfície de rolamento.

Para contrabalançar os efeitos dessas forças laterais, procurando oferecer aos usuários melhores condições de conforto e de segurança no percurso das curvas horizontais, são introduzidos os conceitos de superelevação, que é a declividade transversal da pista nos trechos em curva, que tem como finalidade de reduzir ou eliminar essas forças laterais sobre os veículos em movimento, devidamente consideradas, ensejam condições de operação mais homogêneas para os usuários ao longo das rodovias.

A superelevação é medida pela inclinação transversal da pista em relação ao plano horizontal, sendo expressa em proporção (m/m) ou em percentagem (%).

Para curvas com raios muito grandes em relação à velocidade diretriz de projeto, os efeitos da força centrífuga resultariam desprezíveis, podendo-se projetar seções transversais da pista nessas curvas nas mesmas condições consideradas para os trechos em tangente, ou seja, com abaulamentos, dispensando-se o uso de superelevações.

A superelevação mínima admissível, nesses casos, deverá ter valor igual ao do abaulamento, para fins de assegurar a devida drenagem superficial. Além disso, para curvas de comprimento menor que 40 metros o ajuste de superelevação foi desconsiderado.

Para manter a mesma taxa de variação da superelevação nos trechos em tangente e em curva, faz-se:

$$T = \frac{L_{dt}}{e}$$

Onde:

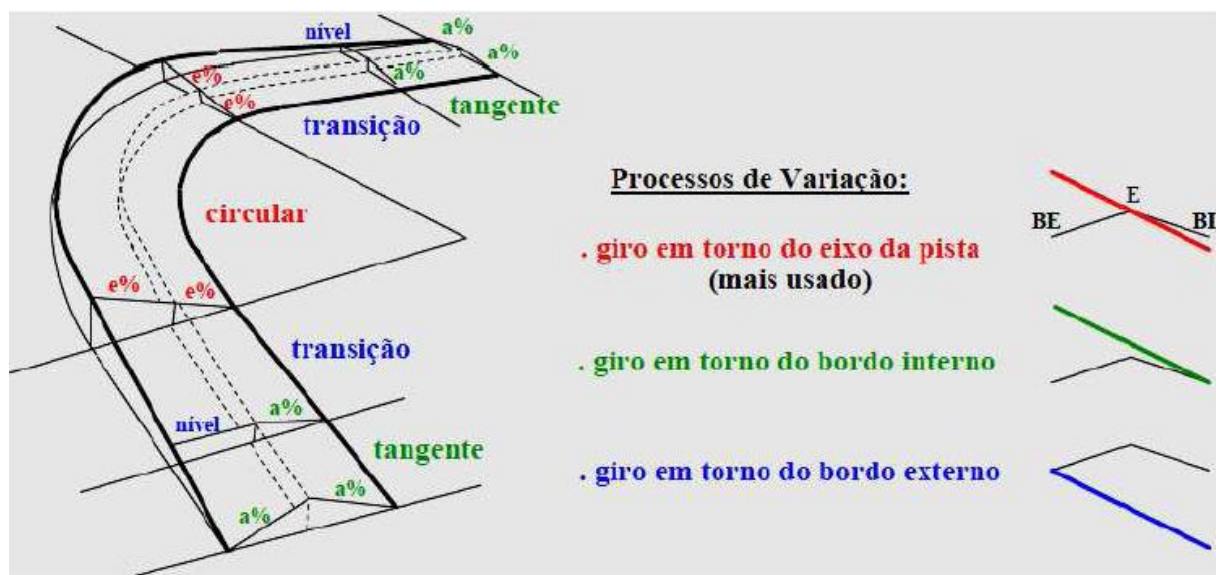
T = comprimento da transição da tangente / abaulamento (m);

L = comprimento de transição da superelevação (m);

dt = declividade transversal da pista em tangente (%);

e = superelevação mantida no trecho circular (%).

A seguir é apresentada uma variação da seção da pista na implantação da superelevação



O eixo de rotação considerado foi o do bordo interno da curva para impedir cortes na superfície e melhorar as condições de drenagem.

Para o cálculo da superelevação utilizou-se as orientações contidas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER, para taxa de superelevação admissível em $e_{\max} = 8\%$, resultante da fórmula a seguir:

$$e = e_{\max} \left[\left(\frac{2R_{\min}}{R} \right) - \left(\frac{R_{\min}^2}{R^2} \right) \right]$$

Onde:

e = taxa de superelevação a adotar (m/m);

$e_{\max}$ = taxa máxima de superelevação adotada (m/m);

R = raio da curva (m);

$R_{\min}$ = raio mínimo para a taxa máxima de superelevação adotada para a velocidade diretriz em questão (m).

7.4.4 CURVAS DE TRANSIÇÃO

As curvas horizontais de transição são adotadas para proporcionar trajetória mais natural, de modo que a aceleração radial a que fica submetido o veículo aumente ou diminua gradativamente. A utilização de curvas de transição diminui a tendência de os veículos invadirem as faixas adjacentes, principalmente em curvas de raios pequenos. Além disso, proporcionam um efeito visual mais agradável ao traçado, evitando o aspecto distorcido no início e no final da curva circular causado pela transição da superelevação.

Existem situações nas quais pode ser dispensado o uso das curvas horizontais de transição, conforme indicado na tabela abaixo, retirada da IP-08 GOINFRA.

Tabela 7.6 - Valores dos Raios Acima dos quais Podem Ser Dispensadas as Curvas de Transição

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	95	148	213	290	625			716	852	1000

Fonte: IP-08 Projeto Geométrico (GOINFRA, 2018)

Para velocidade operacional de 40 km/h, curvas com raio acima de 95 metros estão dispensadas de uso de curva de transição.

7.4.5 ALINHAMENTO VERTICAL

O perfil longitudinal foi projetado a partir da interpolação das cotas obtidas no estaqueamento definido no traçado horizontal. O greide foi lançado considerando o subleito acabado, sendo esta a cota final de projeto, uma vez que a via não receberá revestimento pavimentado.

Com relação à declividade longitudinal máxima de rampa, tem-se as seguintes considerações do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER, onde estão apresentadas na Instrução de Projetos IP-08 GOINFRA:

Tabela 7.7 – Declividades Máximas Longitudinais

Características	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade Diretriz	80 - 60 km/h	60 - 40 km/h	40 - 30 km/h
Distância mínima de visibilidade de parada	130 - 85 m	85 - 50 m	50 - 35 m
Dist. mín. de visibilidade de ultrapassagem	540 - 410 m	410 - 270 m	270 - 200 m
Raio mínimo de curva horizontal (e = 8%)	230 - 115 m	115 - 40 m	40 - 20 m
Rampa máxima	6%	8%	10%
Valor mín. de K para curvas verticais convexas	26 - 11	11 - 4	4 - 2
Valor mín. de K para curvas verticais côncavas	30 - 18	18 - 9	9 - 6
Largura da faixa de rolamento	3,50 m	3,50 m	3,00 m
Largura do acostamento	1,30 m	1,30 m	0,80 m
Gabarito mínimo vertical	5,50 m	5,50 m	5,50 m
Afastamento lateral mín. bordo do acostamento			
obstáculos contínuos	0,50 m	0,50 m	0,50 m
obstáculos isolados	1,50 m	1,50 m	1,50 m

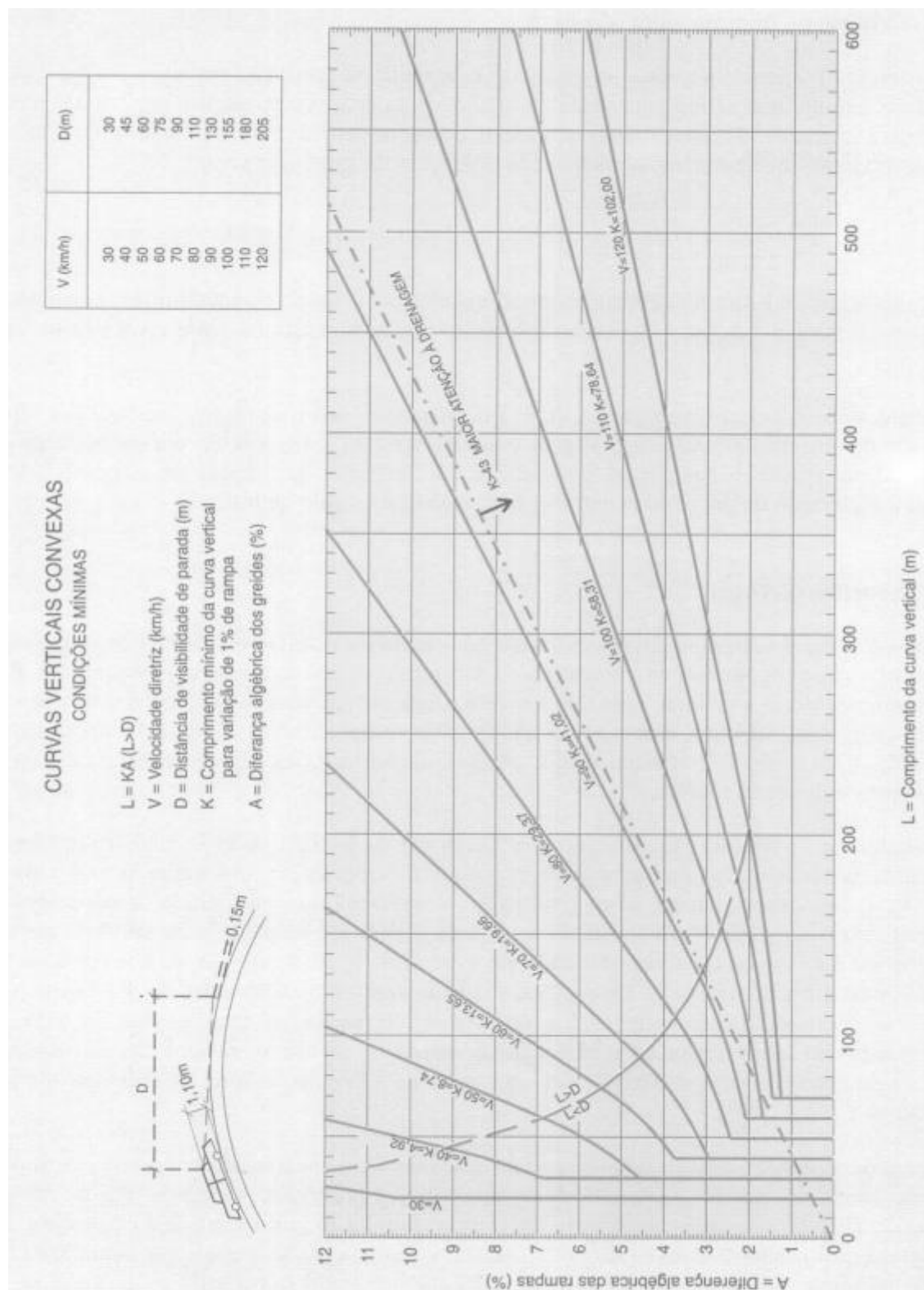
A declividade máxima longitudinal de rampa, para a classificação rodoviária de projeto Classe IV, onde terreno é predominantemente montanhoso, é de 10,00%.

O greide projetado, em quase sua totalidade, possui inclinações inferiores a 10,00%,

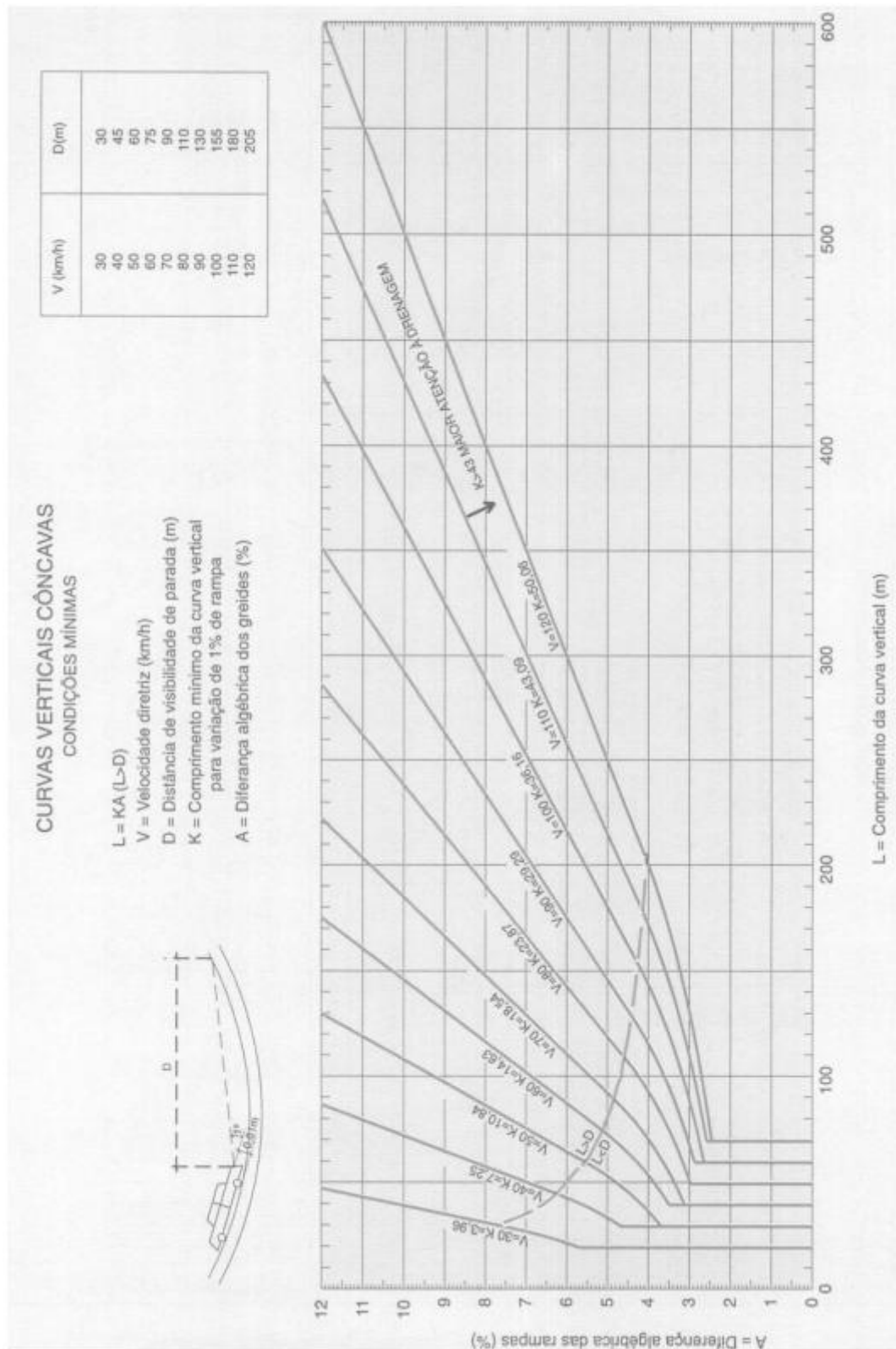
7.4.5.1 Curvas verticais

As curvas verticais têm a função de concordar as tangentes verticais de greide, para essas concordâncias foram adotadas parábolas do 2º grau definidas pelos parâmetros de curvatura sugeridos pela Instrução de Projetos Rodoviários IP-08 da GOINFRA.

Comprimentos mínimos de curvas verticais convexas em função da velocidade de projeto e da diferença algébrica entre greides.



Comprimentos mínimos de curvas verticais côncavas em função da velocidade de projeto e da diferença algébrica entre greides.



7.4.5.2 Gabaritos verticais

O gabarito vertical deve possibilitar o tráfego de caminhões com altura dentro do limite legal sob estruturas ou redes aéreas, sem necessidade de alteração de velocidade. O valor de gabarito vertical recomendado é de 5,50 m, esse valor deve ser assegurado em toda a largura da via passível de utilização normal por veículos.

7.4.6 SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DE GEOMETRIA

A seção transversal tipo adotada para o eixo principal apresenta os seguintes valores:

- Pista de rolamento: 7,00m (2 x 3,50m)*;
- Acostamentos: 2,00m (2 x 1,00m)*;
- Declividade transversal (Tangentes): 3,00%;
- Declividade transversal (Curvas): 0,00% a +-8,00% (VAR);

Tabela 7.8 - Larguras das Faixas de Rolamento em Tangentes e Acostamentos Externos

CLASSES	LARGURAS DAS FAIXAS DE ROLAMENTO EM TANGENTES (metros)		
	Relevo Plano	Relevo Ondulado	Relevo Montanhoso
Classe 0	3,60	3,60	3,60
Classe I	3,60	3,60	3,50
Classe II	3,60	3,50	3,30
Classe III	3,50	3,50	3,30
Classe IV	3,50	3,50	3,00

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER

CLASSES	LARGURAS DOS ACOSTAMENTOS EXTERNOS (metros)		
	Relevo Plano	Relevo Ondulado	Relevo Montanhoso
Classe 0	3,00	3,00	3,00
Classe I	2,50	2,50	2,50
Classe II	2,50	2,50	2,00
Classe III	2,00	2,00	1,50
Classe IV	1,30	1,30	0,80

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER

* Embora a IP-08 recomende largura de faixa de 3,00 m e acostamento de 0,80 m, a projetista optou por adotar dimensões de 3,50 m e 1,00 m, respectivamente, a fim de proporcionar maior conforto e segurança aos usuários, além de antecipar uma seção transversal compatível com uma possível futura pavimentação e incremento no volume de tráfego, o que poderá elevar a classificação funcional da via.

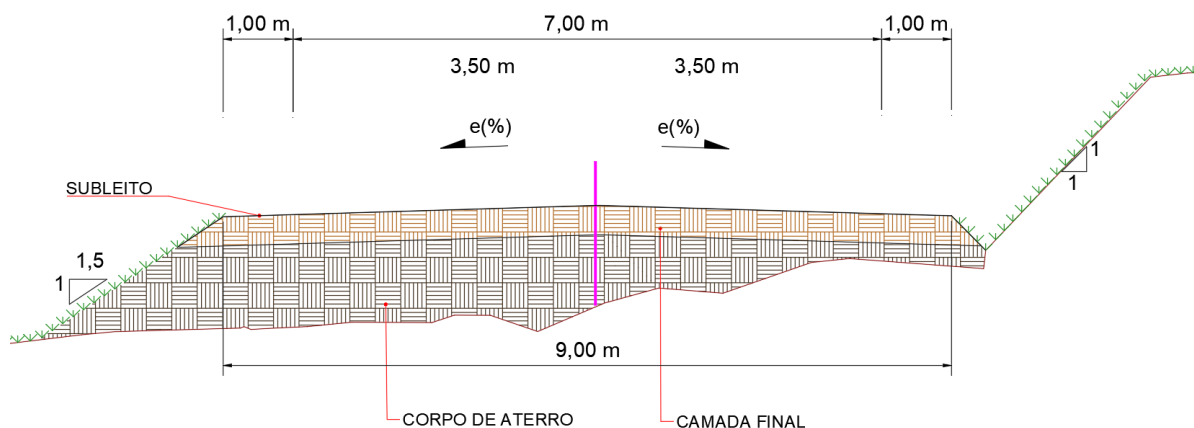


Figura 7.1 – Seção Transversal Tipo de Geometria Estrada

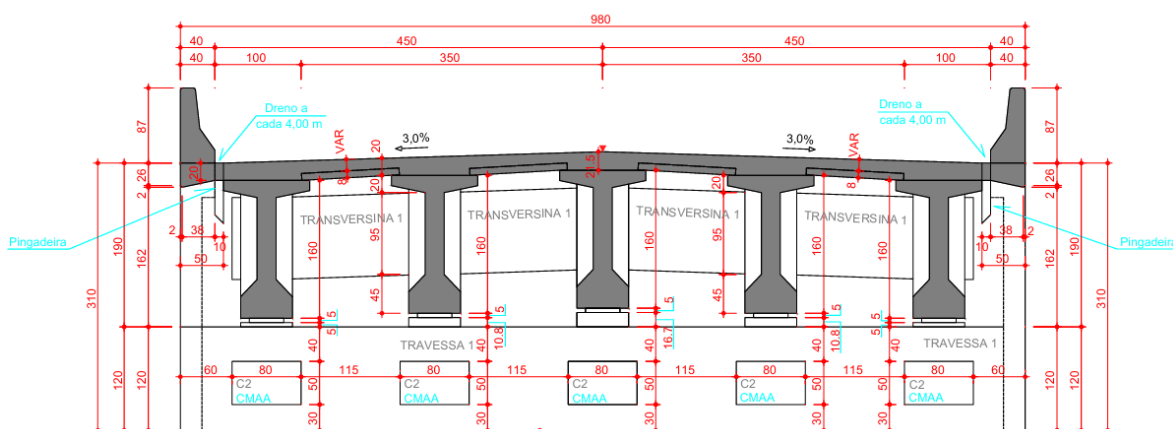


Figura 7.2 – Seção Transversal Tipo de Geometria Ponte

7.4.6.1 Faixa Adicional em Active (3ª Faixa)

No âmbito deste projeto não se faz necessária a implantação de terceira faixa, tendo em vista tratar-se de um pequeno trecho de estrada vicinal, destinado exclusivamente à adequação geométrica e à concordância com a Obra de Arte Especial (ponte) que será executada sobre o Rio Dourados.

7.4.6.2 Interseções/Acessos

Considerando a curta extensão do trecho, a baixa hierarquia funcional da estrada vicinal e o reduzido volume de tráfego, verifica-se que não há necessidade de implantação de

interseções complexa. O acesso existente destina-se apenas às propriedades lindeiras, não caracterizando entroncamentos viários que demandem soluções geométricas especiais.

Desta forma, o anteprojeto prevê exclusivamente a implantação de um dispositivo do tipo **limpa-rodas**, suficiente para atender às condições operacionais e de conservação da via.

7.4.7 ELEMENTOS DE LOCAÇÃO

Nos desenhos constantes do projeto geométrico são apresentados todos os elementos de locação do alinhamento de cada eixo projetado. Também são apresentadas para cada um destes eixos uma tabela resumo com as características das tangentes e curvas, de modo a permitir a perfeita materialização do projeto no campo.

7.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico, em resumo, é constituído dos seguintes elementos:

a) Em planta

- Indicação da linha de eixo de locação com estacas inteiras a cada 20 metros, ou intermediárias quando necessárias;
- Quadro contendo os elementos característicos das curvas horizontais e tangentes;
- Indicação das amarrações dos TS/PC, SC, CS e ST/PT no eixo de projeto;
- Elementos de cadastro;

b) Em perfil

- Estaqueamento do eixo de locação com estacas a cada 20 metros ou intermediárias quando necessárias;
- Perfil do terreno natural e do greide, pelo eixo de projeto, com representação das respectivas projeções horizontais (estacas) e verticais (cotas);
- Indicação dos elementos das curvas verticais; e
- Indicação das declividades das rampas em aclave e declive.

O anteprojeto geométrico, em planta e perfil da estrada vicinal, contendo as informações técnicas planialtimétricas, está apresentado **no Volume 2**.

8 PROJETO DE DRENAGEM E OAC

O projeto em questão não se aplica à presente intervenção, tendo em vista que a solução proposta se refere a uma intervenção específica, destinada exclusivamente à execução da Ponte Sobre o Rio Dourados, na estrada entre Santa Maria-GO e Hidrolândia-GO. Assim, por se tratar de uma solução técnica localizada e sem repercussão funcional sobre o sistema viário, o referido projeto de Drenagem e Obra de Arte Corrente, não se mostra aplicável à presente situação, sendo adotadas apenas as intervenções estritamente necessárias para execução do Projeto de Obra de Arte Especial da Ponte.

9 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O presente anteprojeto de terraplenagem foi desenvolvido com o objetivo da análise de massas do trecho em estudo, através do cálculo de volume, classificação e quantificação dos materiais, determinação e indicação das origens e destinos dos materiais a serem transportados para a implantação da pista projetada.

9.1 REFERÊNCIA NORMATIVA

- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-09 Projeto Terraplenagem;
- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-20 Elaboração de Anteprojeto;
- Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás – DERGO – IS-07 Instruções para Projeto Terraplenagem;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT- Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006.

9.2 METODOLOGIA

O anteprojeto de terraplenagem foi elaborado considerando a geometria do corpo estradal estabelecida pelo anteprojeto geométrico, assim como as informações fornecidas pelos estudos geológicos e geotécnicos. O objetivo é garantir que a infraestrutura atenda aos requisitos técnicos de estabilidade e durabilidade, conforme especificado pelos normativos vigentes da GOINFRA.

Para o cálculo das notas de serviço, utilizou-se o software Civil 3D, no qual foram inseridos e processados os dados das seções transversais, as cotas do terreno natural, o greide do eixo de terraplenagem, as plataformas de aterro e corte, e as especificações de superelevação e superlarguras. Essa integração de dados permite a modelagem do perfil da rodovia e o cálculo automatizado dos volumes de corte e aterro.

Com base nos valores de ISC mínimo, procede-se à classificação do material escavado para destinação como Corpo de Aterro ou Camada Final. Esse processo assegura que as

camadas superiores, em especial a Camada Final, apresentem a resistência e compactação adequadas, conforme os requisitos especificados em projeto.

- Camada Final – Aterro: Nos trechos em aterro, a Camada Final compreende os últimos 60 cm sobre o terreno natural. Essa camada é executada em três subcamadas de 20 cm cada, compactadas a 100% do Próctor Normal (P.N.), atendendo ao ISC mínimo especificado.
- Camada Final – Corte: Nos cortes onde o ISC do material nativo é adequado, realiza-se um rebaixamento de 40 cm, aproveitando-se o material existente para conformação. Em áreas onde o ISC do solo é inferior ao índice de suporte especificado em projeto (ISCp), adota-se um rebaixamento de 60 cm, com substituição do material para assegurar a conformidade com os parâmetros de resistência e durabilidade.

Para garantir uma distribuição eficiente dos materiais de terraplenagem, é realizada uma análise detalhada das seções transversais. Essa análise permite correlacionar a área da Camada Final com as áreas de preenchimento, assegurando a adequação do ISC e da energia de compactação para cada tipo de material. Além disso, a análise de cubação é realizada conforme a memória de cálculo “Cálculo de Volumes de Terraplenagem,” normatizada pela GOINFRA, que estabelece os modelos de cálculo para determinação dos volumes de corte e aterro.

Os cálculos de áreas e volumes são realizados com base na cota vermelha e nos offsets definidos, respeitando a modelagem tridimensional gerada no software e as diretrizes de cálculo de volumes, de forma a assegurar a precisão no levantamento de materiais e na execução do projeto.

9.3 SEÇÃO TIPO

A seção transversal de terraplenagem foi estabelecida a partir das geometrias necessárias para atender o anteprojeto.

SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA	
Largura da pista de rolamento	7,00 m (2 x 3,50 m);
Largura dos acostamentos	2,00 m (2 x 1,00 m);
Largura da plataforma de terraplenagem	9,00 m

9.3.1 DEFINIÇÃO DOS TALUDES DE CORTE E ATERRO

As inclinações foram definidas em V:H=1:1,5 para taludes de aterro e V:H=1:1 para taludes de corte. A escolha dessas declividades levou em consideração aspectos paisagísticos, de proteção contra erosão, econômicos e de segurança viária.

Para todos os cortes e aterros com alturas acima de 8,00 m, o Projeto de Drenagem recomenda a implementação de dispositivos de drenagem para proteção dos taludes. Nesse sentido, os taludes devem ser resguardados por um sistema composto por valetas de proteção em cortes e aterros, além do plantio de grama. Essas medidas visam garantir a estabilidade e a preservação ambiental, contribuindo para a segurança e durabilidade da rodovia.

9.3.2 SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO

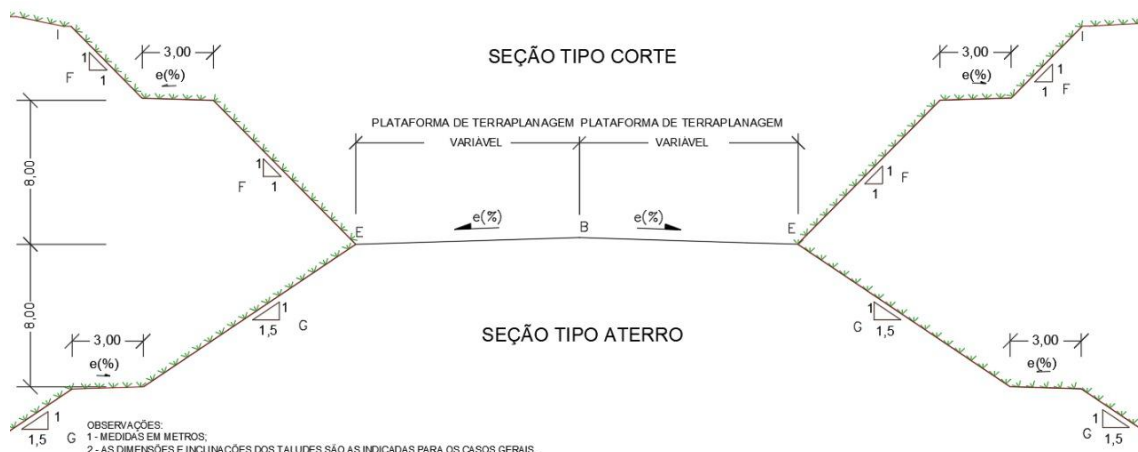


Figura a) – Seção Tipo de terraplanagem – Corte e aterro

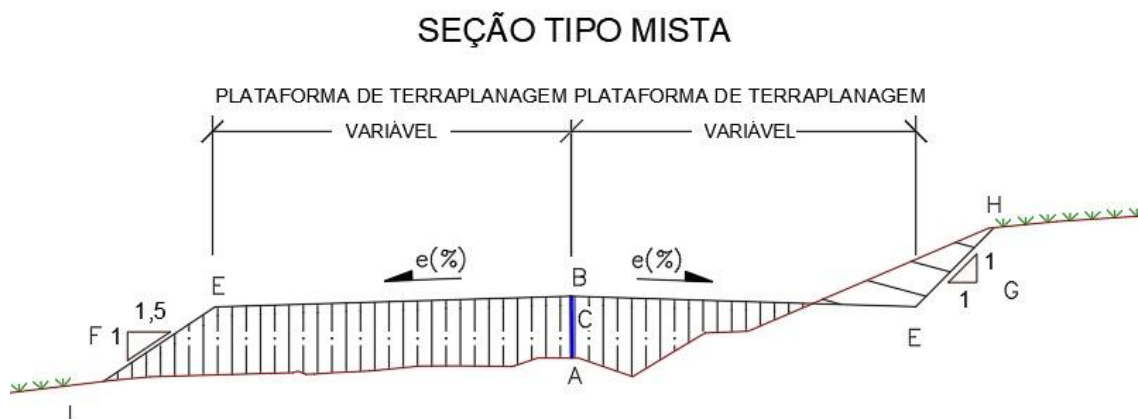


Figura b) – Seção Tipo de terraplanagem – Mista

Diante da escassez de material para atender às necessidades do projeto e com base nos resultados dos ensaios geotécnicos, foram estabelecidas áreas de empréstimo lateral ao longo do traçado da rodovia. Essas áreas, localizadas a 5,00m do talude da estrada projetada, permitem a extração de material próximo ao local de aplicação, minimizando o transporte de materiais e contribuindo para a viabilidade econômica e logística do projeto. As dimensões do empréstimo lateral foram determinadas com variação de extensão e largura, adaptando-se às necessidades de volume de material demandado em diferentes seções.

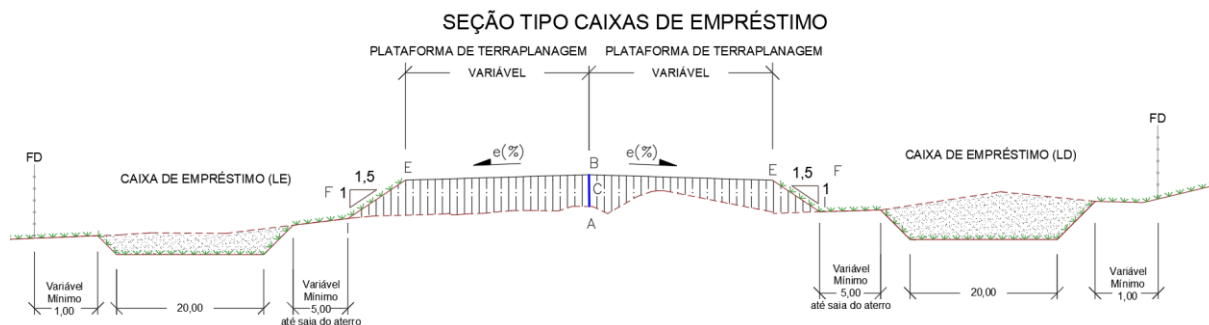


Figura c) – Seção Tipo de Terraplanagem – Empréstimo

9.4 CÁLCULO DE VOLUMES

Os cálculos dos volumes de terraplenagem, realizados estaca por estaca em cortes e aterros, foram precisamente determinados por meio de processamento eletrônico. Isso foi realizado a partir do perfil longitudinal do terreno, do greide projetado e das seções transversais correspondentes.

O Relatório de Volumes abrange detalhadamente as folhas de cubação do interperfil, além de conter os elementos essenciais para a elaboração do diagrama de massas. Este diagrama é crucial para conduzir os estudos necessários sobre as compensações dos materiais ao longo de todo o trecho em análise.

O software utilizado para a elaboração do projeto nos dará os volumes de corte e aterro, os volumes de compensação e os volumes excedentes, bem como os volumes acumulados e o valor correspondente da ordenada do diagrama de massas de Bruckner. Os mesmos deverão ser corrigidos para estabelecer a equivalência entre volumes de corte e aterro escavado.

9.4.1 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Os volumes também foram calculados pelo método da semissoma das áreas de corte e aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto, correspondendo ao volume geométrico, associando-se a um prisma o volume entre duas seções consecutivas. Esse volume chama-se volume do interperfil.

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

onde: V_i = Volume do interperfil;
 d = Distância entre as seções;
 $(S_{i-1} + S_i)$ = Área das seções consideradas

Dessa forma, foram montados e analisados dois diferentes volumes de terraplenagem com a finalidade de separar, quantificar e destinar o material correto para a “camada final” ou “corpo de aterro”, correspondendo ao ISC do material escavado.

9.4.2 COMPENSAÇÃO LONGITUDINAL COM GRANDE DISTÂNCIA DE TRANSPORTE + BOTA-FORA X EMPRÉSTIMOS

Os equipamentos de escavação, carga e transporte dos volumes de terraplenagem apresentam faixas econômicas de operação. Até 50 m de distância de transporte, normalmente é utilizado trator com lâmina; acima de 50 m, escavadeira e caminhões.

Considerando que a escavação e carga no corte deve ser realizada por imposições geométricas do projeto e não há destinação próxima para este material têm-se duas opções:

- Compensação longitudinal com Grande Distância de Transporte + bota-fora: transporte do material excedente até o bota-fora; em terreno virgem; desmatamento e compactação do bota-fora; e recuperação ambiental da área.
- Empréstimos (Lateral ou Concentrado): desmatamento; escavação e carga no empréstimo e transporte até o aterro; recuperação ambiental da área do empréstimo.

Como todos estes serviços têm um custo de execução, a questão que se apresenta até que distância é compensador economicamente o transporte para aterro do material excedente.

9.4.3 ANÁLISE DA TERRAPLENAGEM E ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ECONÔMICA DAS MASSAS

A confecção do quadro de distribuição das massas tem registrado:

- a origem do material escavado, indicando-se distância em metros inicial e final e a operação de terraplenagem;
- o destino do material escavado, com a discriminação das distâncias em metros, do volume depositado e da destinação (Corpo de aterro "A", Camada Final "Af", bota-fora);
- os volumes básicos; DMT, momento de transporte; e classificação dos volumes.

Com o intuito de uniformizar as características do subleito e visando o melhor aproveitamento dos materiais a serem escavados, procedeu-se a análise de suas características e classificando-os em:

Tabela 1 - Classificação dos Materiais Escavados		
DISCRIMINAÇÃO	DESTINO	CLASSIFICAÇÃO
IS > IS _p , Exp. < 2 (1ª e 2ª Categorias, Não Orgânicos)	"AF" - Camada Final e Corpo de aterro	UTILIZÁVEIS
IS > 2, Exp. < 4 (1ª e 2ª Categorias, Não Orgânicos)	"A" - Corpo de Aterro	UTILIZÁVEIS
3ª Categoria - Solos moles e Camada Vegetal	"BF" - Bota-Fora	NÃO UTILIZÁVEIS

9.4.4 CÁLCULO DE ÁREA TOTAL DE DESMATAMENTO E LIMPEZA

Para o cálculo da área total de desmatamento e limpeza, foram utilizados os limites das projeções dos taludes de corte e aterro, com o acréscimo de 2,00 m. Além disso, foi descontada a área localizada em leito natural, onde as limpezas já foram realizadas. Essa área foi computada com base nos bordos de estrada em leito natural registrado no levantamento topográfico, subtraindo-se os limites dos offsets da pista projetada, mais 2 metros.

Com a atualização da tabela de serviços de desmatamento na Nota Técnica – T232 / 233, a classificação dos serviços foi alterada. Anteriormente, as categorias eram divididas entre árvores menores de 15cm, maiores de 15cm e de jazida. A nova classificação passou a incluir: árvores menores de 15cm, destocamento para árvores entre 15 a 30cm e árvores maiores que 30cm.

Para os orçamentos, considerou-se toda a área a ser desmatada como serviço de "menores de 15cm", contabilizando-se separadamente as árvores que se enquadram nas demais categorias. Também foi considerada 0,5% da área total como árvores de grande diâmetro, distribuindo-se essa porcentagem da seguinte forma:

- Árvores com diâmetro entre 15 a 30cm: 2/3 (aproximadamente 0,33% da área total)
- Árvores com diâmetro superior a 30cm: 1/3 (aproximadamente 0,17% da área total)

Dessa forma, a área total de desmatamento, limpeza e unidades de árvores foi:

Área limpa existente:	1.806,90 m ²
Área offset + 2 metros de acréscimo:	12.670,75 m ²
Área limpeza empréstimos:	5.720,00 m ²
Desmatamento e limpeza - incluso destocamento de árvores com diâmetros menores de 15 cm	18.390,75 m ²
Destocamento de árvores com diâmetros maiores de 15 cm e inferior a 30 cm	2 un
Destocamento de árvores com diâmetros maiores de 30 cm	1 un

9.5 CONCLUSÕES

Para este trabalho foi estabelecido um fator de empolamento para a equivalência entre os volumes de corte, aterro e perda de 30% de material.

As informações resumidas podem ser observadas na tabela a seguir:

**ANTEPROJETO DE INFRAESTRUTURA
OBRA DE ARTE ESPECIAL SOBRE O RIO DOURADOS
ESTRADA SANTA MARIA - HIDROLÂNDIA-GO**

RESUMO GERAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS																									
TRANSPORTE DE MATERIAIS												TOTAL	PERCENTUAL DO VOLUME DE MATERIAL POR FAIXA	PERCENTUAL DO VOLUME DE MATERIAL POR FAIXA (ACUMULADO)	DESTINO DOS MATERIAIS										
ORIGEM DOS MATERIAIS															CAMADAS FINAIS TERRAPLENAGEM	CORPO DE ATERRO	COMPACTAÇÃO FUNDO	COMPACTAÇÃO REBAIXOS	BOTA-FORA / CX EMPRÉSTIMO						
INTERVALOS EM METROS	COMPEN. LATERAL	1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA	EMPRÉSTIMO	REBAIXO DE SUBLEITO		SOLO ESTOCADO	ESCARIFICAÇÃO	REMOÇÃO DE SOLO MOLE	REMOÇÃO EM ROCHA														
						REC	REB																		
0 - 50	51,80	0,00			0,00	789,80	257,07					1.098,67	5,84%	5,84%	51,80	0,00		1.046,87							
50 - 200	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	5,84%	0,00	0,00		0,00							
200 - 400	0,00	4.396,94			13.301,78	0,00	0,00					17.698,72	94,16%	100,00%	17.698,72	0,00		0,00							
400 - 600	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
600 - 800	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
800 - 1000	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
1000 - 1200	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
1200 - 1400	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
1400 - 1600	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
1600 - 1800	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
1800 - 2000	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
2000 - 3000	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
3000 - 5000	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
5000 - 10000	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00	0,00%	100,00%	0,00	0,00		0,00							
SEM TRANSPORTE - 95%																	345,51								
SEM TRANSPORTE - 100%																	480,59								
TOTAL	51,80	4.396,94	0,00	0,00	13.301,78	789,80	257,07	0,00	0,00	0,00	0,00	18.797,39	VOLUME DE ATERRO GEOMÉTRICO: (S/. EMP)		17.750,52	0,00	0,00	1.046,87	0,00						
PERCENTUAL(%)	0,28%	23,39%	0,00%	0,00%	70,76%	4,20%	1,37%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%			13.654,24	0,00	826,10	1.046,87	0,00						
DISTÂNCIA PONDERADA DOS TRANSPORTES:			50,00	m												VOLUME DE ATERRO COMPACTADO: Geométrico + Rebaixo (m³)				18.797,39					
ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRÉSTIMO:			5.720,00	m²																					
																ISCp >	0,00%	ESCAVAÇÃO MÉDIA (m³/Km) =				31.209,29			
MATERIAL DE CORTE E REBAIXOS DESTINADO A BOTA-FORA:					0,00	BOTA-FORA CORTES =					0,00	BOTA-FORA REBAIXO=					0,00	EXTENSÃO PARA O CÁLCULO (Km) =				0,60			
MATERIAL DE BOTA-FORA DESTINADO A CAIXA DE EMPRÉSTIMO:					0,00													FATOR DE COMPACTAÇÃO K=				1,300			
VOLUME DE COMPACTAÇÃO DE BF (Exceto Mat.3a+Solo Mole+BF confinado em Cx. Emp.) =					0,00													CAMADA FINAL TERRAPLENAGEM 100% PI				13.654,24			
VOLUME DA CAMADA DE SUBLEITO (ÚLTIMOS 20 CM DA C.F.T.)					1.799,76	m³	MEDIDO NA PAVIMENTAÇÃO		8.998,80	m²	(DESCONTADO NA COMPACT. A 100% DO PN DA TERRAP.)				CORPO DE ATERRO 95% PN						0,00				
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 95% PN (12 GOLPES)=					259,82	m³	FUNDAÇÃO DE CORTE		394,90	m³	REBAIXO ATERRO		257,07	m³											
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 100% PI (12 GOLPES)=					15.181,70	m³	FUND. DE ATERRO (<=60CM)		85,69	m³	REBAIXO CORTE		789,80	m³											
							FUND. DE ATERRO (<=3M)		259,82	m³															
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 100% PI (12 GOLPES)=					13.381,94	m³	(DESCONTADO VOLUME DA CAMADA DE SUBLEITO)																		
VOLUME MÉDIO DE COMPACTAÇÃO (m³/km)					24.007,14	m³	(INCLUINDO VOLUME A CAMADA DE REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO)																		
ÁREA TOTAL DE DESMATAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM					18.390,75	m²																			
DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 15 E INFERIOR A 30					2	un																			
DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 30					1	un																			
VOLUME TOTAL DE CARGA DE ENTULHOS					2.534,15	m³																			
TOTAL DE TRANSPORTE DE ENTULHOS					2.534,15	m³xkm																			

9.6 SERVIÇOS PRELIMINARES

Os Serviços Preliminares compreendem: os serviços topográficos; as operações de desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de terreno destinada à implantação da rodovia; a construção dos caminhos de serviço; a implantação dos bueiros tubulares e celulares; e a fundação dos aterros.

- ❖ Serviços Topográficos: Após o desmatamento, destocamento e limpeza será feita a relocação e o nivelamento do eixo do projeto. Da mesma maneira, deve ser procedido novo levantamento de seções transversais, as quais devem, então, ser assumidas como as “seções primitivas”, para todos os procedimentos pertinentes da execução, controle e medição dos serviços.
- ❖ Desmatamento, Destocamento e Limpeza: Deve ser suficiente para garantir a insolação, as operações de construção e a visibilidade dos motoristas, com a preocupação de não expor os solos e os taludes naturais à erosão, facilitando com isso o assoreamento e a sobrecarga dos sistemas de drenagem (inundações nas entradas de água e erosões nas saídas).
- ❖ Bueiros: Os bueiros projetados devem ser implantados antes da execução da terraplenagem, exceto em locais com previsão de recalques.
- ❖ Caminhos de Serviço: Tratando-se de vias temporárias construídas, portanto sem maiores preocupações com os requisitos estruturais e de drenagem, os caminhos de serviço exigem manutenção permanente. Devem ser implantados, preferencialmente, a jusante da plataforma e dentro dos limites da faixa de domínio. Após o término das obras deverão ser recompostos, evitando problemas que possam ameaçar a rodovia no que tange à formação de erosões; aliado a esse fato pode ocorrer formação de empoçamentos de águas que permitem a proliferação de transmissores de doenças.

9.6.1 CAIXAS DE EMPRÉSTIMO

O material de empréstimo será retirado de caixas, cujas localizações foram escolhidas de modo a resultar em menor distância e custo de transporte, sendo, entretanto, descartado o método “bota - dentro”, que resulta na formação de “piscinas” ao longo da rodovia e formam taludes altos compostos pela soma das alturas do aterro construído e da caixa de empréstimo.

9.6.2 BOTA-FORA

Os bota-foras preferencialmente deverão estar localizados dentro da faixa de domínio, ou nas caixas de empréstimo, contribuindo para recuperação ambiental destas áreas. Entretanto, os locais para disposição dos materiais indicados pelo projeto, fiscalização ou pela própria executante.

Para o projeto e questão, não haverá material destinado para bota-fora, todo material escavado será reutilizado no corpo de aterro da Rodovia, conforme quadro de distribuição de material.

9.6.3 FORNECIMENTO DE ÁGUA

A água a ser utilizada na compactação dos aterros poderá ser obtida nos diversos cursos d'água perenes que cortam o trecho em projeto.

9.6.4 REMOÇÃO DE SOLOS NÃO UTILIZÁVEIS

De acordo com as sondagens executadas constataram-se diversos segmentos com $ISC < ISC_p$, constituindo-se em solos "não utilizáveis", que quando escavados durante os serviços de terraplenagem serão destinados a bota-fora.

9.6.5 VOLUMES

Com emprego do computador determinaram-se os volumes de corte, aterro e as ordenadas de Brückner, que foram determinadas, em termos de volume de corte, considerando o fator de homogeneização.

9.6.6 TRANSPORTE

Desenhado o diagrama de Brückner, foram arbitradas linhas de compensação, buscando distâncias mínimas de transporte, dirigindo preferencialmente o transporte no sentido descendente. O momento de transporte foi obtido pelo produto dos volumes por suas respectivas distâncias de transporte.

Define-se momento extraordinário de transporte como o produto do volume escavado pela distância de transporte, em t.km, que exceder a distância de transporte máxima de 10.000m.

9.6.7 CORTES E ATERROS

9.6.7.1 Escavação

Escavação: Refere-se ao volume total escavado para construção do trecho em questão, independentemente de seu destino.

Escavação da plataforma: Refere-se a origem dos materiais que serão utilizados na construção dos aterros.

Rebaixamento: Referem-se aos materiais que serão utilizados para substituir o subleito natural quando estes não apresentarem as características mínimas especificadas para a camada.

9.6.7.2 Cortes

Os volumes de corte serão obtidos mediante a escavação do terreno, onde houver necessidade, para remoção dos solos inadequados, ou somente para conformação ao greide do Projeto Geométrico.

Os volumes escavados foram classificados com base nas sondagens executadas. Nos volumes calculados, estão incluídos todos os serviços necessários à conformação da plataforma de terraplenagem.

9.6.7.3 Aterros

Os materiais utilizados para o preenchimento dos intervalos em aterro foram provenientes dos cortes; empréstimos laterais; e empréstimos concentrados. Os aterros serão constituídos por materiais, devidamente selecionados, provenientes da escavação de cortes ou de áreas de empréstimo, devidamente selecionados.

Na construção dos aterros foram previstos graus de compactação de 95% do Proctor Normal para o corpo do aterro e 100% do Proctor Normal para as camadas finais.

Os solos utilizados na construção das camadas inferiores do corpo de aterro devem possuir $CBR \geq 2\%$ e expansão $< 4\%$, na camada superior, últimos 40 cm, devem possuir CBR

$\geq 6\%$ e expansão $< 2\%$. A camada final dos aterros deve ser constituída de solo selecionado, dentre os melhores disponíveis, com CBR $\geq 8\%$ e expansão $< 2\%$.

As cristas de corte e entradas dos taludes de aterro devem ser arredondadas e as banquetas, sempre que possível, devem possuir concordância com terreno natural, o que pode envolver escavações e aterros não previstos em projeto, caberá a fiscalização autorizar os serviços adicionais.

10 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto em questão não se aplica à presente intervenção, tendo em vista que a solução proposta se refere a uma intervenção específica, destinada exclusivamente à execução da Ponte Sobre o Rio Dourados, na estrada entre Santa Maria-GO e Hidrolândia-GO. Assim, por se tratar de uma solução técnica localizada e sem repercussão funcional sobre o sistema viário, o referido projeto de Pavimentação, não se mostra aplicável à presente situação, sendo adotadas apenas as intervenções estritamente necessárias para execução do Projeto de Obra de Arte Especial da Ponte.

11 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto de sinalização constitui-se no dimensionamento de dispositivos de segurança que determinarão o uso adequado da rodovia e para ser eficiente deverá preencher requisitos básicos, tais como: visibilidade e legibilidade diurnas e noturnas, adotando-se símbolos e legendas dimensionadas em função da velocidade diretriz.

A solução adotada para o presente projeto seguiu as recomendações da IP-15 GOINFRA 2018/001, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN/2022 em conjunto com o Manual de Sinalização do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT/2010, para orientar, trazer conforto e segurança aos usuários.

11.1 REFERÊNCIA NORMATIVA

- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA – IP-15 Projeto de Sinalização.
- Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – 2022;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT- Manual de Sinalização – 2010.

11.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A Sinalização Vertical compreende a sinalização viária estabelecida através de comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados na posição vertical, implantados à margem da rodovia, tem como finalidade a regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas ou problemáticas, do ponto de vista operacional, o fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários, e deverá ser executada com as seguintes características:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagem simples e claras;
- Padronização.

Os sinais devem estar corretamente posicionados dentro do campo visual do usuário, ter forma e cores padronizadas, símbolos e mensagens simples e claras. No que concerne à sinalização vertical projetada, além da sinalização de regulamentação e advertência, foi dado ênfase à sinalização indicativa nos acessos e obras de artes especiais.

As cores utilizadas nas películas das placas projetadas, deve obedecer aos padrões e códigos conforme os Manuais de Sinalização de Advertência (Vol. II) e de Regulamentação (Vol. I) – CONTRAN constantes no quadro a seguir:

Tabela 11.1 – Relação cores Sinalização Vertical e códigos em norma

Cor	Padrão	Código
Branca	Munsell	N 9,5
Preta	Munsell	N 0,5
Verde	Munsell	10 G 3/8
Azul	Munsell	5 PB 2/8
Vermelha	Munsell	7,5 R 4/14
Amarela	Munsell	10 YR 7,5/14

As referências normativas para determinação das cores aceitáveis encontram-se especificadas na Norma NBR 14.644:2021 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos, que especifica as características mínimas para a qualificação e aceitação das películas utilizadas na sinalização. (Item 3.3 – Cor e Luminância)

11.2.1 Classificação

Classificadas de acordo com suas funções, as placas são agrupadas da seguinte forma:

11.2.1.1 Regulamentação:

Os sinais de regulamentação têm por finalidade informar ao usuário das proibições ou restrições, disciplinando o uso da rodovia. São apresentados em placas circulares da orla vermelha e do fundo na cor branca, os sinais de regulamentação possuem o símbolo ou legenda na cor preta e ainda uma tarja diagonal vermelha nos casos de sinais de proibição.

- Posicionamento dos sinais de regulamentação:

1. Posicionamento transversal: sinais de regulamentação que são posicionados normalmente a margem direita da rodovia, guardando uma distância segura, conforme mostrado nas figuras a seguir:

PISTA SEM ACOSTAMENTO

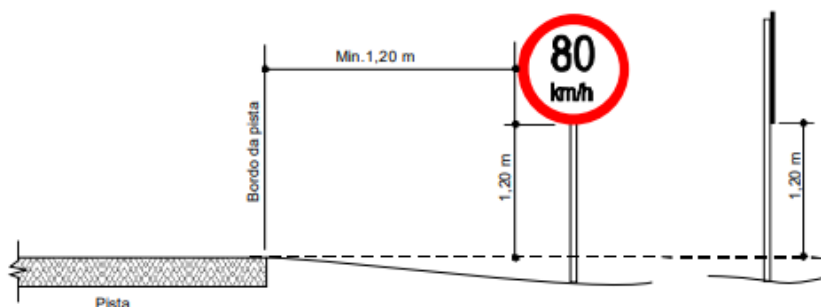


Figura 11.1 - Posicionamento dos sinais de regulamentação - Pista sem acostamento

PISTA COM ACOSTAMENTO



Figura 11.2 - Posicionamento dos sinais de regulamentação - Pista com acostamento

2. Posicionamento longitudinal: sinais de regulamentação tem seu posicionamento condicionado pela distância de visibilidade necessária para sua visualização e pelo tipo de situação que se está regulamentando. A distância necessária para visualização do sinal é composta pela distância de percurso na velocidade de operação da via, que corresponde ao tempo de percepção e reação, acrescida da distância que vai desde o ponto limite do campo visual do motorista até o sinal, apresentado na figura 11.3.

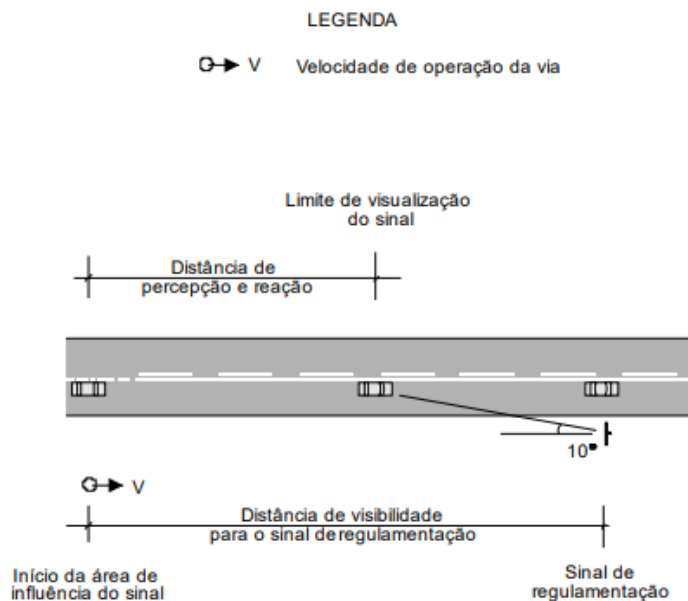


Figura 11.3 - Posicionamento do sinal de regulamentação

11.2.1.2 Advertência:

Os sinais de advertência alertam ao usuário a situações potenciais de perigo, obstáculos ou restrições existentes na rodovia, que exigem cuidados adicionais. São apresentados em placas quadradas de 1,00m de lado.

- Posicionamento dos sinais de regulamentação:
 1. Posicionamento transversal: sinais de regulamentação que são posicionados normalmente à margem direita da rodovia, guardando uma distância segura dentro do cone visual do motorista, e frontais ao fluxo de tráfego, conforme mostrado nas figuras 11.4 e 11.5:

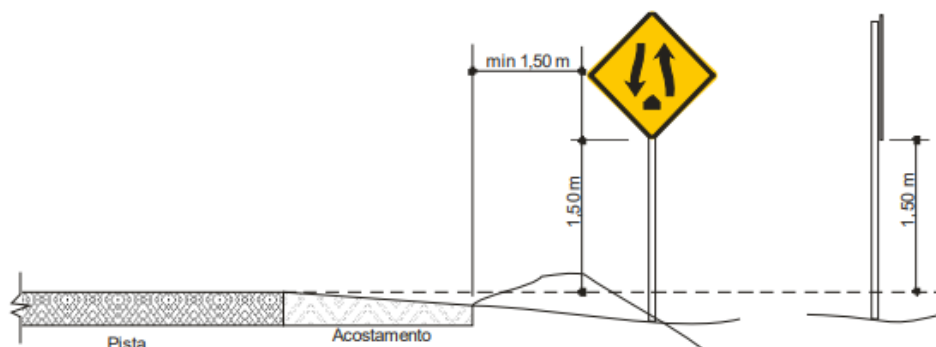


Figura 11.4 - Posicionamento transversal - Pista com acostamento

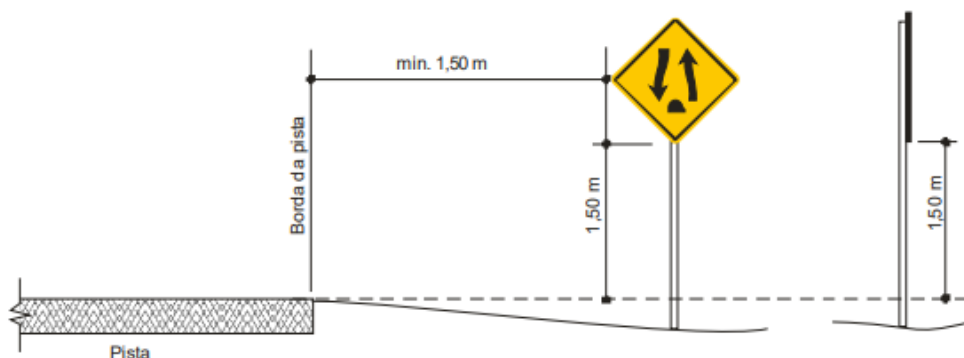


Figura 11.5 - Posicionamento transversal - Pista sem acostamento

2. Posicionamento longitudinal: sinais de advertência tem seu posicionamento ao longo da via condicionado ao longo do eixo da via condicionado pela distância de visibilidade necessária para sua visualização e pelo tipo de situação para o qual se está chamando a atenção.

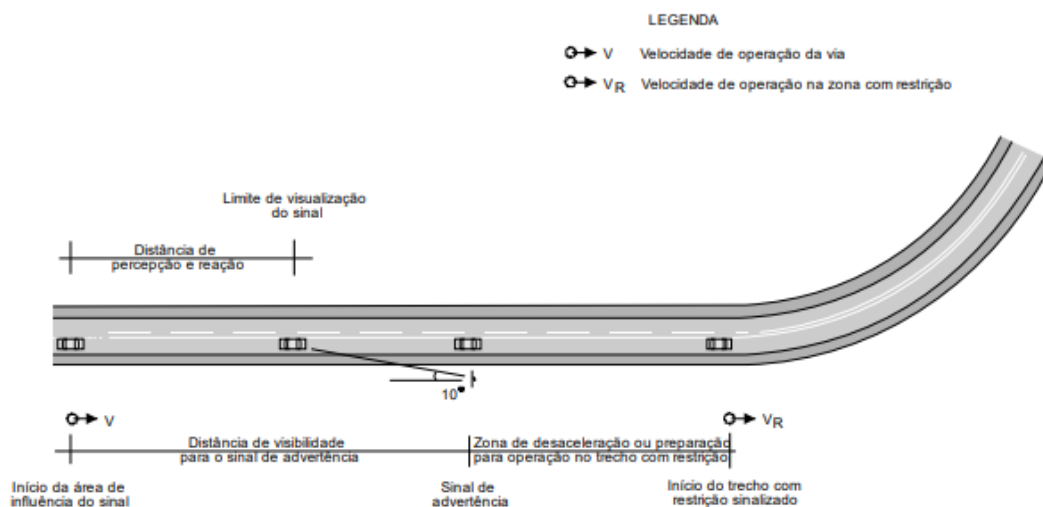


Figura 11.6- Posicionamento longitudinal do sinal de advertência

11.2.1.3 Indicação:

É o conjunto de placas com a finalidade de identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestre quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares, atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário. A sinalização de indicação possui normalmente forma regular está dividida em grupos como: placas de identificação, orientação de destino, educativas, serviços auxiliares, atrativos turísticos e postos de fiscalização.

- Posicionamento dos sinais de regulamentação:

Posicionamento transversal: sinais de regulamentação que são posicionados normalmente à margem direita da rodovia, guardando uma distância segura dentro do cone visual do motorista, e frontais ao fluxo de tráfego, conforme mostrado.

11.2.1.4 Dispositivos de sinalização de alerta:

Conjunto de placas que possuem o objetivo de alertar o condutor sobre os obstáculos e situações perigosas na via ou adjacente a ela, como por exemplo a mudança brusca no alinhamento horizontal na via. Possuem cores amarela e preta para a sinalização de situações permanentes e laranja e preta para situações temporárias.

Esse conjunto é classificado em: marcador de obstáculo, marcador de perigo e marcador de alinhamento.

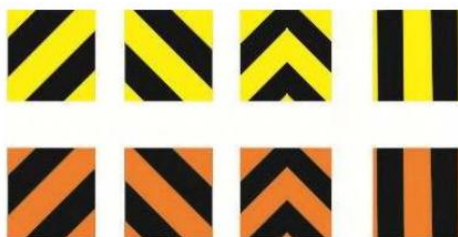


Figura 11.7- Marcador de Obstáculo (CONTRAN, 2022)

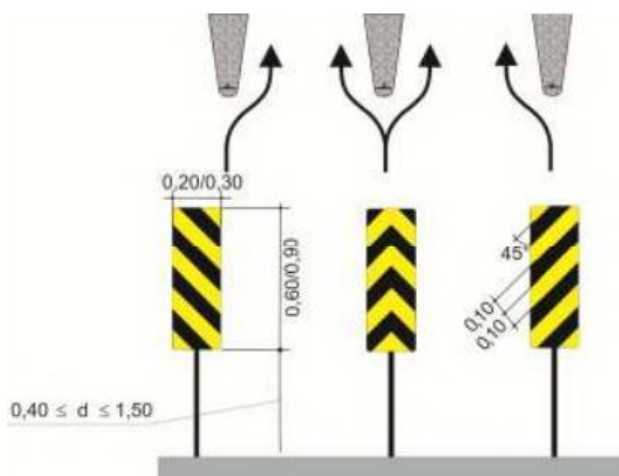


Figura 11.8- Marcador de Perigo (CONTRAN, 2022)



Figura 11.9 - Marcador de Alinhamento (CONTRAN, 2022)

11.2.1.5 Marcadores de alinhamento

O marcador de alinhamento é um dispositivo de sinalização que indica alterações no alinhamento horizontal da via, orientando o condutor sobre a direção da curva. O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI Dispositivos Auxiliares, do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN de 2022, recomenda que o espaçamento entre os marcadores de alinhamento deve estar de acordo com a Tabela 11.2. Além da tabela o Manual também sugere a formula:

$$D = \sqrt{R}.$$

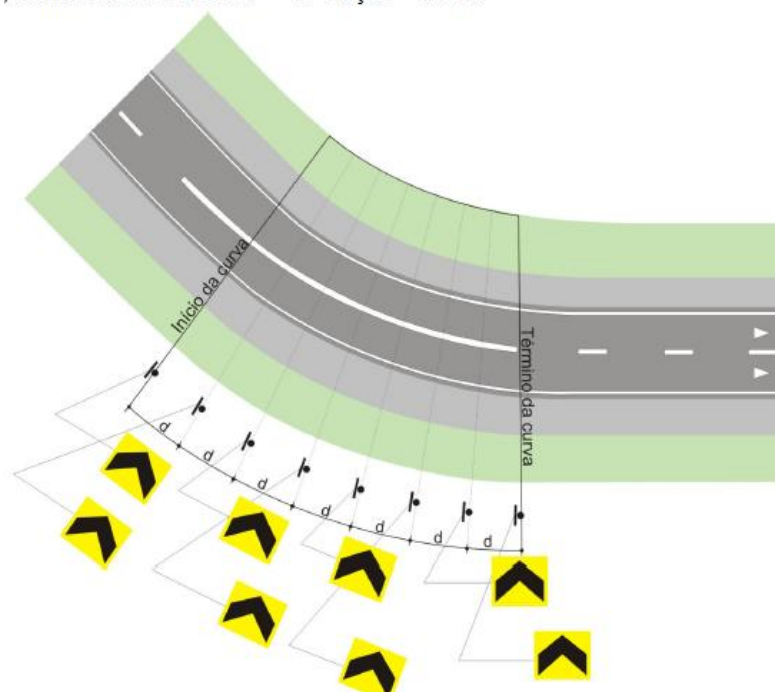
Onde R: raio da curva.

Para o projeto em questão a projetista optou por utilizar a referida tabela do Manual do CONTRAN, por estabelecer espaçamentos inferiores à formula, ou seja, melhor segurança para os usuários.

Tabela 11.2 – Relação do espaçamento em função do raio.

Raio Externo – R (m)	Espaçamento – d (m)
$R \leq 50$	5
$50 < R \leq 150$	8
$150 < R \leq 230$	10
$230 < R \leq 400$	15
$400 < R \leq 600$	20
$600 < R \leq 800$	25
$R > 800$	30

(*) Fonte: Manual DER/SP – 2ª edição – 2006.



Em casos onde o raio da curva excede 450 metros optou-se pela implantação, apenas, de sinalização vertical de advertência, visto que curvas tão “abertas” não oferecem riscos significativos de acidentes.

11.2.2 Material das Placas:

As placas de sinalização vertical deverão ser confeccionadas em: chapas planas de aço zincadas nº 16 em conformidade com as normas ABNT NBR 11904/2015 – Placas de aço zincado para sinalização viária e ABNT 7397/2016 – Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente.

Para placas com área acima de 3,5m² recomenda-se utilizar o substrato em poliéster reforçado com fibra de vidro.

O verso das chapas de aço será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140°C.

O verso das chapas de poliéster poderá ser na cor branco ou preto opaco. Deverão constar duas inscrições distribuídas proporcionalmente ao tamanho da placa medindo no mínimo 30cm x 20cm “Material Plástico – Não Reciclável – Sem Valor Comercial”.

11.2.2.1 Películas:

As placas de sinalização serão revestidas com películas retrorrefletivas. As películas a serem utilizadas deverão estar de acordo com a ABNT NBR 14891/2021 – Sinalização Vertical Viária – Placas e ABNT NBR 14644/2021 – Sinalização Vertical Viária – Películas – Requisitos, sendo que a cor preta, quando utilizada, deverá ser totalmente opaca. As placas deverão ser compostas por películas retrorrefletivas tipo III, e película tipo IV (não refletiva) para tarjas, legendas e símbolos pretos, seguindo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 14644- Sinalização vertical viária – Películas.

Para cada tipo de placa deverão ser utilizadas as seguintes películas:

- Placa de advertência – III/IV
- Placa de Regulamentação – III/ IV, exceto as placas R-1 (PARE) e R-2 (Dê a preferência), que terão película III/III;
- Placa Indicativa – III/III
- Placa Educativa – III/ IV

11.2.2.2 Suportes:

Por ser uma rodovia com fluxo normal, foi adotado o suporte de madeira de eucalipto para placas com áreas de até 4,0m².

As especificações do tipo de material utilizado estão apresentadas a seguir:

- Coluna Simples ou Dupla em Madeira - Deverá apresentar secção quadrada de 8 cm de lado, comprimento variável de acordo com as características do terreno. Os suportes devem ser confeccionados com madeira de eucalipto tratado, serrada, aparelhada e devidamente tratada com material protetor hidrossolúvel. Os postes deverão ser pintados com duas demãos com tinta à base de borracha clorada ou esmalte sintético na cor branca.

As recomendações apresentadas para execução deste Projeto de Sinalização Vertical atendem ao disposto na norma DNIT 101/2009-ES, no qual está baseada na ABNT NBR 14891/2021 - Diretrizes para o uso de materiais no projeto e implantação de placas de sinalização vertical viária, entre outras normas citadas no corpo deste relatório conforme os requisitos necessários.

11.3 RESULTADOS

O projeto de sinalização está detalhado nas pranchas de Projeto, onde são indicados os locais onde deverão ser implantadas as placas de sinalização vertical, bem como os locais onde deverão. No projeto de sinalização constam ainda, quadro contendo as listagens da sinalização vertical e resumo das quantidades a serem empregadas na execução dessa sinalização.

Além dos desenhos, foram elaboradas as notas de serviço de sinalização, que indica os locais onde deverão ser implantadas os elementos de sinalização por eixo das vias e estacas.

11.4 MEMÓRIA DE CÁLCULO

11.4.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical projetada para o trecho, entre Santa Maria e Hidrolândia-GO, foi quantificada com o auxílio de um programa computacional, cujo resultado se encontra nos quadros apresentados a seguir.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE21						
PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DO TRÁFEGO						
SINALIZAÇÃO VERTICAL - LISTAGEM DAS PLACAS						
FIGURA	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	ESTACA	LADO	ÁREA (m²)
PONTE RIO DOURADOS - HIDROLÂNDIA-GO						
	R-19.4	Velocidade máxima permitida - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00	2 + 0,00	Bordo Direito	0,79
	R-19.4	Velocidade máxima permitida - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00	17 + 0,00	Bordo Direito	0,79
	R-19.4	Velocidade máxima permitida - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00	21 + 0,00	Bordo Esquerdo	0,79
	R-19.4	Velocidade máxima permitida - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00	29 + 0,00	Bordo Esquerdo	0,79
	A-2a	Curva à esquerda - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00 x 1,00	22 + 0,00	Bordo Direito	1,00
	A-2b	Curva à direita - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00 x 1,00	28 + 0,00	Bordo Esquerdo	1,00
	A-20a	Informação complementar de advertência: longo trecho em declive - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00 x 1,00	1 + 0,00	Bordo Direito	1,00
	A-20b	Informação complementar de advertência: longo trecho em alicie - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,00 x 1,00	16 + 0,00	Bordo Esquerdo	1,00
	MP-1	Marcador de perigo - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	0,30 x 0,90	18 + 8,72	Bordo Direito	0,27
	MP-1	Marcador de perigo - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	0,30 x 0,90	20 + 1,68	Bordo Direito	0,27
	MP-2	Marcador de perigo - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	0,30 x 0,90	18 + 8,72	Bordo Esquerdo	0,27
	MP-2	Marcador de perigo - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	0,30 x 0,90	20 + 1,68	Bordo Esquerdo	0,27
	Ind Ponte	Identificação nominal de ponte - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,99 x 1,09	13 + 10,00	Bordo Direito	2,17
	Ind Ponte	Identificação nominal de ponte - Película retrorrefletiva tipo I e III (Localização: Ponte Rio Dourados)	1,99 x 1,09	23 + 0,00	Bordo Esquerdo	2,17
Total (m²):						12,56

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 22						
PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DO TRÁFEGO						
SINALIZAÇÃO VERTICAL - MARCADORES DE ALINHAMENTO						
LOCALIZAÇÃO		LADO	ESPAÇAMENTO (m)	DIMENSÃO	QUANTIDADE	ÁREA (m²)
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL					
22 + 11,80	27 + 4,00	D	8	0,5 x 0,6	11	3,30
18 + 0,00	18 + 0,00	D	-	0,5 x 0,6	1	0,30
21 + 0,00	21 + 0,00	D	-	0,5 x 0,6	1	0,30
18 + 0,00	18 + 0,00	E	-	0,5 x 0,6	1	0,30
20 + 11,18	20 + 11,18	E	-	0,5 x 0,6	1	0,30
TOTAL:					15	4,50

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 23							
PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DO TRÁFEGO							
RESUMO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL							
ESPECIFICAÇÕES				CÓDIGOS	DIMENSÕES	QUANTIDADE	ÁREA (m²)
SINALIZAÇÃO VERTICAL	PLACAS	REGULAMENTAÇÃO	CIRCULAR	R-19.4	1,00	4	3,14
		ADVERTÊNCIA	LOSANGO	A-2a	1,00 x 1,00	1	1,00
				A-2b	1,00 x 1,00	1	1,00
			ESPECIAL	A-20a	1,00 x 1,00	1	1,00
				A-20b	1,00 x 1,00	1	1,00
	INDICATIVA	RETANGULAR	Ind Ponte	1,99 x 1,09	2	4,33	
	MARCADORES DE ALINHAMENTO (DELINEADORES)			MA (E/D)	0,5 x 0,6	15	4,50
	MARCADORES DE PERIGO			MP-1	0,30 x 0,90	2	0,54
				MP-2	0,30 x 0,90	2	0,54
	PONTALETE EM MADEIRA TRATADO			-	0,08 x 0,08 x 3,00	31	0,00
	TOTAL SINALIZAÇÃO VERTICAL (m²):						17,06

11.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto de sinalização é constituído da apresentação em planta dos seguintes elementos:

- Disposição ordenada das placas e outras sinalizações verticais, conforme o normativo orienta para a geometria da via, referenciadas no estaqueamento do eixo exibido em estacas inteiras a cada 20 metros;

O projeto de sinalização da rodovia está apresentado no **Volume 2**.

12 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O projeto em questão não se aplica à presente intervenção, tendo em vista que a solução proposta se refere a uma intervenção específica, destinada exclusivamente à execução da Ponte Sobre o Rio Dourados, na estrada entre Santa Maria-GO e Hidrolândia-GO. Assim, por se tratar de uma solução técnica localizada e sem repercussão funcional sobre o sistema viário, o referido projeto de Obras Complementares, não se mostra aplicável à presente situação, sendo adotadas apenas as intervenções estritamente necessárias para execução do Projeto de Obra de Arte Especial da Ponte.

13 PROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

O projeto em questão não se aplica à presente intervenção, tendo em vista que a solução proposta se refere a uma intervenção específica, destinada exclusivamente à execução da Ponte Sobre o Rio Dourados, na estrada entre Santa Maria-GO e Hidrolândia-GO. Assim, por se tratar de uma solução técnica localizada e sem repercussão funcional sobre o sistema viário, o referido projeto de Obra de Arte Especial para bueiro celular, não se mostra aplicável à presente situação, sendo adotadas apenas as intervenções estritamente necessárias para execução do Projeto de Obra de Arte Especial da Ponte. Ademais, os detalhes referentes ao Projeto de Obra de Arte Especial para a ponte estão sendo apresentado em Anexo.

14 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Seguem as Declarações e Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs relacionadas ao Anteprojeto de Infraestrutura da Ponte sobre o Rio Dourados, trecho, entre Santa Maria e Hidrolândia-GO.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE
ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Referência: Anteprojeto de Engenharia para implantação de obras de arte especial sobre o Rio Dourados (Estrada Santa-Maria).

Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados início em 17° 3'19.96"S e 49°20'49.68"O, final em 17° 3'31.98"S e 49°21'4.11"O

A FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, de CPF nº 012.781.861-82, responsável pelos ESTUDOS TOPOGRÁFICOS, e a empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA., de CNPJ nº 21.729.048/0001-05, aqui representada pela sua responsável técnica, a Eng^a FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, CREA nº 16.608/D-GO, declaramos que acompanhamos todos os levantamentos topográficos para determinação do eixo da rodovia apresentados nos Estudos Topográficos, que os equipamentos e aparelhos utilizados apresentaram bom funcionamento, foi editada a malha TIN 3D primitiva, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.



QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA
RT Eng^a Fernanda Almeida de Oliveira
CPF nº 012.781.861-82

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

ESTUDOS GEOLÓGICO

Referência: Anteprojeto de Engenharia para implantação de obras de arte especial sobre o Rio Dourados (Estrada Santa Maria)

Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados início em 17°3'19,96"S e 49°20'49,68"O, final em 7°3'31,98"S e 49°21'4,11"O

A Geóloga Hianna Carvalho Nadote, de CPF nº 062.319.516-00, responsável pelos ESTUDOS GEOLÓGICOS, CREA nº 1022477420D-GO, declara que desenvolveu as pesquisas do referido estudo obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IP) em vigor e que assume total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

Documento assinado digitalmente
 **HIANNA CARVALHO NADOTE**
Data: 16/01/2026 10:27:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

RT Geóloga 1020260015863
CPF nº 062.319.516-00

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE
ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Referência: Anteprojeto de Engenharia para implantação de obras de arte especial sobre o Rio Dourados (Estrada Santa Maria)
Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados início em 17°3'19,96"S e 49°20'49,68"O, final em 7°3'31,98"S e 49°21'4,11"O

A FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, de CPF nº 012.781.861-82, responsável pelos ESTUDOS HIDROLÓGICOS, e a empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA., de CNPJ nº 21.729.048/0001-05, aqui representada pela sua responsável técnica, a Engª FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, CREA nº 16.608/D-GO, declaramos que acompanhamos todos os levantamentos hidrológicos e cadastro dos dispositivos de drenagem existentes apresentados nos Estudos Hidrológicos, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.



QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA
RT Engª Fernanda Almeida de Oliveira
CPF nº 012.781.861-82

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

ANTEPROJETO GEOMÉTRICO

Referência: Anteprojeto de Engenharia para implantação de obras de arte especial sobre o Rio Dourados (Estrada Santa Maria)

Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados início em 17°3'19,96"S e 49°20'49,68"O, final em 7°3'31,98"S e 49°21'4,11"O

A FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, de CPF nº 012.781.861-82, responsável pelo ANTEPROJETO GEOMÉTRICO, e a empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA., de CNPJ nº 21.729.048/0001-05, aqui representada pela sua responsável técnica, a Eng^a FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, CREA nº 16.608/D-GO, declaramos que desenvolvemos o referido anteprojeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.


QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA
RT Eng^a Fernanda Almeida de Oliveira
CPF nº 012.781.861-82

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE
ANTEPROJETO DE TERRAPLENAGEM

Referência: Anteprojeto de Engenharia para implantação de obras de arte especial sobre o Rio Dourados
(Estrada Santa Maria)

Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados início em 17°3'19,96"S e 49°20'49,68"O, final em 7°3'31,98"S e 49°21'4,11"O

A FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, de CPF nº 012.781.861-82, responsável pelo ANTEPROJETO DE TERRAPLENAGEM, e a empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA., de CNPJ nº 21.729.048/0001-05, aqui representada pela sua responsável técnica, a Eng^a FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, CREA nº 16.608/D-GO, declaramos que desenvolvemos o referido anteprojeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.



QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA
RT Eng^a Fernanda Almeida de Oliveira
CPF nº 012.781.861-82

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

Referência: Anteprojeto de Engenharia para implantação de obras de arte especial sobre o Rio Dourados (Estrada Santa Maria)
Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados início em 17°3'19,96"S e 49°20'49,68"O, final em 7°3'31,98"S e 49°21'4,11"O

A FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, de CPF nº 012.781.861-82, responsável pelo PROJETO DE SINALIZAÇÃO, e a empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA., de CNPJ nº 21.729.048/0001-05, aqui representada pela sua responsável técnica, a Eng^a FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA, CREA nº 16.608/D-GO, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.



QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA
RT Eng^a Fernanda Almeida de Oliveira
CPF nº 012.781.861-82



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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020260015863

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a) HIANNA CARVALHO NADOTE Título profissional: Geóloga , RNP: 1022477420 Registro: 1022477420D-GO						
2. Dados do Contrato Contratante: QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA Avenida Deputado Jamel Cecílio, Nº S/N Bairro: Jardim Goiás CPF/CNPJ: 21.729.048/0001-05 CEP: 74810-100 Quadra: C09 Lote: 02E Complemento: QUADRA C09 LOTE 02 E Cidade: Goiânia-GO E-Mail: Fone: (62)99219-5943 Contrato: 01/2026 Celebrado em: 16/01/2026 Valor Obra/Serviço R\$: 4.000,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável						
3. Dados da Obra/Serviço Estrada Estr Santa Maria, Nº - Bairro: ZONA RURAL CEP: 75340-000 Quadra: - Lote: - Complemento: PONTE RIO DOURADOS Cidade: Hidrolândia-GO Data de Início: 05/01/2026 Previsão término: 16/04/2026 Coordenadas Geográficas: -17.057269,-49.350287 Finalidade: Infra-estrutura Proprietário(a): AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06 E-Mail: Fone: (62) 3265-4000 Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público						
4. Atividade Técnica ATUACAO ANTE-PROJETO GEOLOGIA Quantidade Unidade 0,60 QUILOMETROS <i>O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.</i> <i>Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART</i>						
5. Observações Elaboração de Estudos geológicos referente ao anteprojeto de engenharia da obra de arte especial (OAE) sobre o Rio Dourados, Hidrolândia-GO.						
6. Declarações Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.						
7. Entidade de Classe NENHUMA	9. Informações - A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br . - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. - Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.  www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200 					
8. Assinaturas Declaro serem verdadeiras as informações acima Goiânia , 19 de janeiro de 2026 Local Data  HIANNA CARVALHO NADOTE - CPF: 062.319.516-00 QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA - CPF/CNPJ: 21.729.048/0001-05						
Valor da ART: 108,39	Registrada em 16/01/2026	Valor Pago R\$ 108,39	Nosso Numero 28320690126016015	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT



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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020260010238

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a)

FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA

RNP: **1007898585**

Título profissional: **Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Engenheira Civil,**

Registro: **16608/D-GO**

2. Dados do Contrato

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE HIDROLÂNDIA**

CPF/CNPJ: **01.105.329/0001-80**

Rua **DIRCEU MENDONÇA, Nº 369**

Bairro: **CENTRO**

CEP: **75340-000**

Quadra: - Lote: -

Complemento: **GO-589 TRECHO 2**

Cidade: **HIDROLÂNDIA-GO**

E-Mail:

Fone: **(62)3553-8555**

Contrato: **002/2026**

Celebrado em: **05/01/2026**

Valor Obra/Serviço R\$: **85.584,24**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Ação institucional: **Nenhuma/Não Aplicável**

3. Dados da Obra/Serviço

Estrada **Estr Santa Maria, Nº -**

Bairro: **ZONA RURAL**

CEP: **75340-000**

Quadra: - Lote: -

Complemento: **PONTE RIO DOURADOS**

Cidade: **Hidrolândia-GO**

Data de Início: **05/01/2026**

Previsão término: **05/04/2026**

Coordenadas Geográficas: **-17.057269822,-49.350287345**

Finalidade: **Infra-estrutura**

Proprietário(a): **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES**

CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**

E-Mail:

Fone: **(62) 3265-4000**

Tipo de proprietário(a): **Pessoa Jurídica de Direito Público**

4. Atividade Técnica

ATUACAO

ANTE-PROJETO HIDROLOGIA

Quantidade

Unidade

ANTE-PROJETO TOPOGRAFIA

0,60

QUILOMETROS

ANTE-PROJETO GEOTECNIA

0,60

QUILOMETROS

ANTE-PROJETO TERRAPLENAGEM

0,60

QUILOMETROS

ANTE-PROJETO SINALIZACAO VERTICAL

0,60

QUILOMETROS

ANTE-PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO

0,60

QUILOMETROS

ORCAMENTO RODOVIA SEM PAVIMENTACAO

0,60

QUILOMETROS

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

Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOURADOS, INCLUINDO ESTUDOS E PROJETOS DA OAE E UM TRECHO COMPLEMENTAR DA ESTRADA VICINAL

6. Declarações

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

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Goiânia, 12 de janeiro de 2026

Local Data

FERNANDA ALMEIDA DE OLIVEIRA - CPF: 012.781.861-82

PREFEITURA MUNICIPAL DE HIDROLÂNDIA - CPF/CNPJ: 01.105.329/0001-80

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.



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



Valor da ART:
285,59

Registrada em
12/01/2026

Valor Pago
R\$ 285,59

Nosso Numero
28320690126010507

Situação
Registrada/OK

Não possui
Livro de Ordem

Não Possui
CAT



Agência
Goiana de
Infraestrutura
e Transportes



ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

RODOVIA: ESTRADA SANTA MARIA

TRECHO: PONTE SOBRE O RIO DOURADOS

EXTENSÃO: 0,60 Km

LOCAL: ESTACA: 19 + 5,743

SRE: 202500036009105-GOINFRA

VOLUME 01

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE PONTE SOBRE O RIO DOURADOS

DEZEMBRO/2025



ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

RODOVIA: ESTRADA SANTA MARIA

TRECHO: PONTE SOBRE O RIO DOURADOS

EXTENSÃO: 0,60 Km

LOCAL: ESTACA: 19 + 5,743

SRE: 202500036009105-GOINFRA

VOLUME 01

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE PONTE SOBRE O RIO DOURADOS

ELABORAÇÃO: SATUS PROJETOS ESTRUTURAIS LTDA



DEZEMBRO/2025

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Mapa de Situação</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2 - Perímetro urbano mais próximo</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3 - Localização</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 - Mapa da área de influência</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5 - Localização</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6 - Situação em planta</i>	<i>14</i>
<i>Figura 7 - Situação em perfil</i>	<i>15</i>
<i>Figura 8 – Seção transversal típica da OAE.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9 – Seção transversal típica da OAE.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10 – Seção transversal típica da OAE.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 11 – Corte transversal da estrutura – Proposta 1</i>	<i>20</i>
<i>Figura 12 – Corte longitudinal – Proposta 1</i>	<i>21</i>
<i>Figura 13 – Detalhes das longarinas – Proposta 1.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 14 – Detalhe das transversinas apoio – Proposta 1</i>	<i>22</i>
<i>Figura 15 – Detalhe das transversinas vão – Proposta 1</i>	<i>23</i>
<i>Figura 16 – Detalhe das lajes – Proposta 1</i>	<i>23</i>
<i>Figura 17 – Detalhe das travessas – Proposta 1.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 18 – Detalhe alas – Proposta 1</i>	<i>24</i>
<i>Figura 19 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 1</i>	<i>25</i>
<i>Figura 20 – Drenos e pingadeira – Proposta 1</i>	<i>25</i>
<i>Figura 21 – Corte transversal da estrutura – Proposta 2.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 22 – Corte longitudinal – Proposta 2</i>	<i>28</i>

<i>Figura 23 – Corte longitudinal – Proposta 2</i>	<i>28</i>
<i>Figura 24 – Detalhes das longarinas – Proposta 2.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 25 – Detalhe das transversinas – Proposta 2.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 26 – Detalhe das lajes – Proposta 2</i>	<i>30</i>
<i>Figura 27 – Detalhe das travessas – Proposta 2.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 28 – Detalhe alas – Proposta 2</i>	<i>31</i>
<i>Figura 29 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 2</i>	<i>31</i>
<i>Figura 30 – Drenos e pingadeiras – Proposta 2.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 32 – Detalhe dos blocos de fundação – fundação proposta.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 32 – Detalhe dos blocos de fundação – fundação proposta.....</i>	<i>38</i>

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	7
2	MAPA DE SITUAÇÃO	8
3	NORMAS UTILIZADAS	10
4	INFORMAÇÕES DE CARÁTER LOCAL	11
5	CRITÉRIOS DE PROJETO	12
6	CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO	15
	6.1 Considerações de cálculo	17
	6.1.1 Cargas de projeto.....	17
	6.1.2 Carga móvel.....	17
	6.1.3 Análise estrutural - Verificação da segurança.....	17
	6.1.4 Materiais.....	17
7	ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS.....	18
	7.1 Proposta 1: Longarinas pré-moldadas.....	19
	7.1.1 Memoria Justificativa.....	19
	7.1.2 Memoria Descritiva.....	20
	7.1.3 Pré-dimensionamento – Solução 01	21
	7.2 Proposta 2: Longarinas Metálicas	26
	7.2.1 Memoria justificativa.....	26
	7.2.2 Memoria descritiva	27
	7.2.3 Pré-dimensionamento – Solução 02	28
	7.3 Proposta 1: Fundação de blocos de concreto sobre Estacas Raiz... 32	
	7.4 Proposta 2: Fundação de blocos de concreto sobre Perfis Metálicos 37	
	7.5 Escolha das Concepções	39

8	PROJETO ESCOLHIDO	41
9	ORÇAMENTO	41
9.1	Planilha orçamentária	42
9.2	Cronograma	43
9.3	Memorial de cálculo dos quantitativos	44
9.4	Composições Unitárias de preço.....	55
9.5	Especificações de Serviço	55
10	BOLETINS DE SONDAGENS	56
11	ART - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	71
12	DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE	73
13	TERMO DE ENCERRAMENTO	74

1 APRESENTAÇÃO

A empresa SATUS Projetos Estruturais LTDA apresenta à Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes, o anteprojeto com as opções de soluções estruturais para implantação de Obra de Arte Especial (OAE).

Este relatório tem o intuito de apresentar e validar junto à contratante a opção escolhida para o desenvolvimento do anteprojeto de implantação da obra de arte especial no trecho da Estrada Vicinal de Santa Maria sobre o Rio Dourados, apresentando uma análise técnica e econômica das soluções estruturais propostas.

A intervenção tem como objetivo a continuidade e a melhoria das condições de trafegabilidade, com a pavimentação de um trecho de 0,60 Km, garantindo maior segurança, fluidez e integração das regiões atendidas por essa via de acesso.

Desta maneira, todos os estudos a seguir apresentados buscam o cumprimento dos requisitos para concepção de obras de arte da GOINFRA, bem como outras normas aplicáveis, em especial a Instrução de Projeto IP-20, que disciplina a Elaboração de Anteprojeto.

Trata-se de um trabalho elaborado pela empresa SATUS Projetos Estruturais Ltda. que se compromete a emitir, cujos dados estão detalhados abaixo:

- Objeto do Contrato: Elaboração de Anteprojeto de Engenharia para construção de Obra de Arte Especial;
- Rodovia: Estrada Santa Maria
- Trecho: Ponte sobre o Rio Dourados;
- Extensão: 0,60 km;
- Termo de Cooperação Técnica Nº: 32/2025-GOINFRA

O foco deste relatório é a disciplina de ante projeto estrutural da obra de arte especial na Estrada Vicinal Santa Maria sobre o Rio Dourados, com informações obtidas em leitura de estudos complementares vindos de outra empresa. Ou seja, é o objeto deste volume apenas o Anteprojeto Estrutural de Obra de Arte Especial, ficando todos os demais estudos e anteprojetos contidos deste mesmo lote, fora de análise ou crítica pela SATUS Projetos Estruturais, pois todas

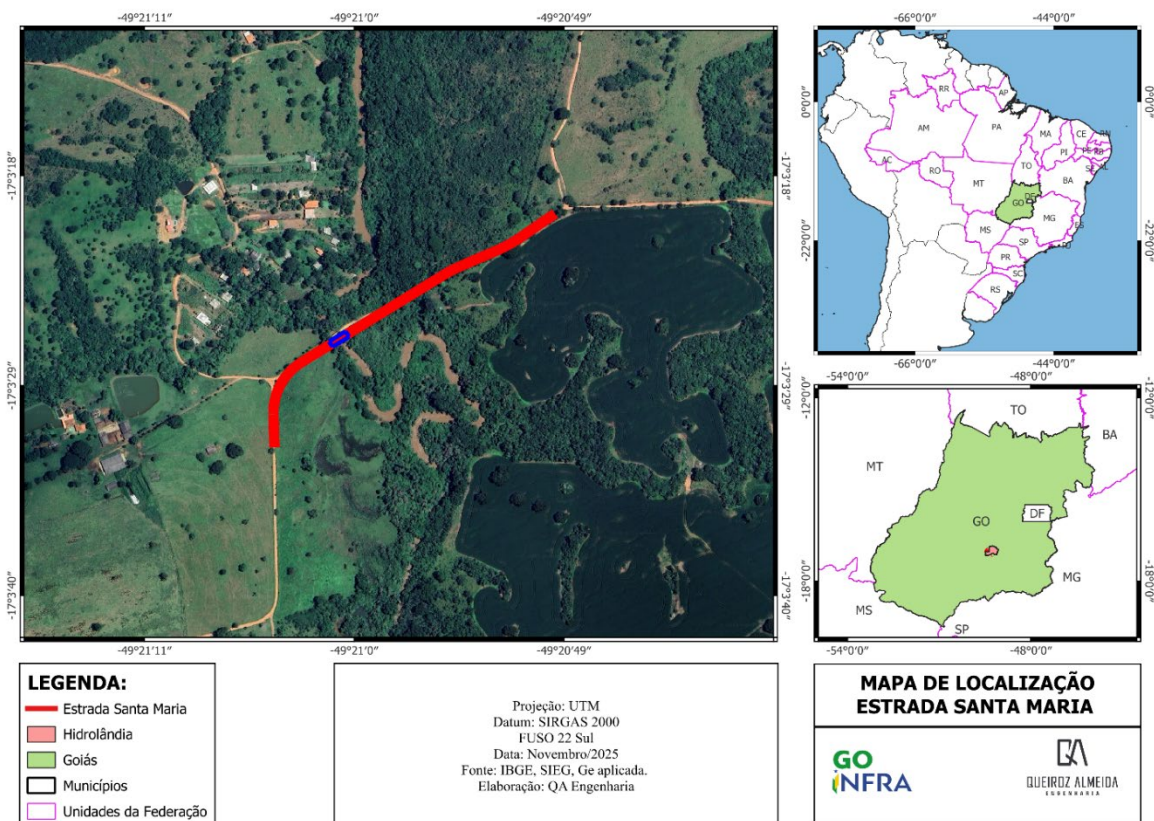
as informações relacionadas ao Anteprojeto Geométrico, Estudos Hidrológicos, e demais estudos são de responsabilidade da empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA., que elaborou os estudos complementares e forneceu os dados para a elaboração desta disciplina aqui descrita.

Este Anteprojeto estrutural de Obra de Arte Especial é a representação técnica da opção aprovada em estudos anteriores, que visa subsidiar a elaboração do Projeto Básico e Projeto Executivo, apresentado em desenhos, em número, escala e detalhes suficientes para a compreensão da obra planejada, contemplando especificações técnicas, memorial descritivo e orçamento estimativo.

2 MAPA DE SITUAÇÃO

Abaixo está uma imagem do mapa de situação do trecho objeto deste contrato, que tem início nas coordenadas X: 675.905,457 e Y: 8.113.556,46 com final nas coordenadas X: 675.475,148 e Y: 8.113.190,180.

Figura 1 – Mapa de Situação



A ponte está localizada na Estrada Vicinal Santa Maria sobre o Rio Dourados, no município de Hidrolândia, região central de Goiás. A obra de arte em questão está nas coordenadas UTM X: 675575.0038 e Y: 8113360.7881, Fuso 22K. A imagem anterior apresenta a localização do traçado do trecho, e as próximas mostram as proximidades.

Figura 2 - Perímetro urbano mais próximo

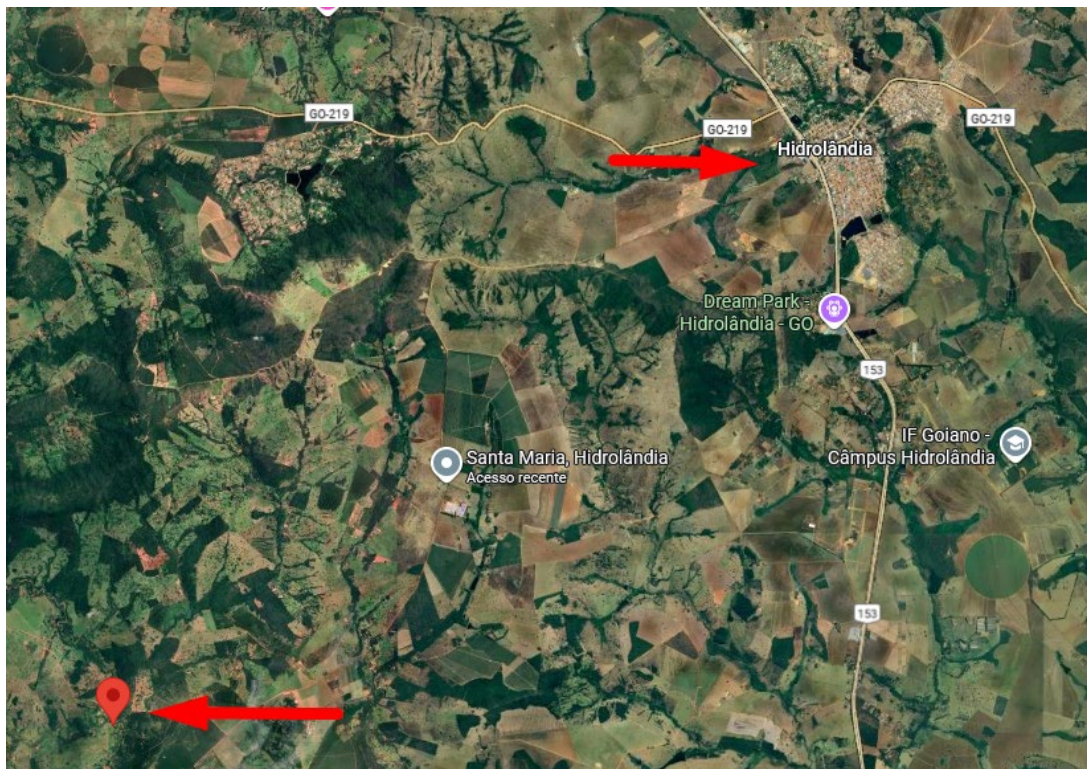


Figura 3 - Localização



3 NORMAS UTILIZADAS

Para a análise e resolução dos elementos estruturais desta obra de arte especial foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR 7187:2021 – Versão Corrigida: 2022 - Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento;
- NBR 7188:2024 – Ações devido ao tráfego de veículos rodoviários e de pedestres em pontes, viadutos e passarelas;
- NBR 6118:2023 – Versão Corrigida 2: 2024- Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;
- NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6122:2022 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 8681:2003 Versão Corrigida: 2004 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimento;

- NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento;
- GOINFRA ES-OAE-001/18: Pontes e Viadutos Rodoviários;
- DNIT 092/2006-ES - Juntas de dilatação - Especificação de serviço;
- DNIT 116/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Serviços Preliminares - Especificação de serviço;
- DNIT 117/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção - Especificação de serviço;
- DNIT 118/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço;
- DNIT 119/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço;
- DNIT 120/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Fôrmas - Especificação de serviço;
- DNIT 121/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Fundações Especificação de serviço;
- DNIT 122/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço;
- DNIT 123/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido - Especificação de serviço;
- DNIT 124/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos - Especificação de serviço.
- IP-20 – Elaboração de Anteprojeto – GOINFRA

4 INFORMAÇÕES DE CARÁTER LOCAL

A estrada Vicinal Santa Maria no trecho em projeto, liga a GO-040 a cidade de Hidrolândia, e que existe a necessidade de implantação de uma obra de arte sobre o Rio Dourados para melhorar o tráfego de veículos da produção agroindustrial na região, o que justifica os investimentos para facilitar o escoamento da produção. Mescla características de estrada pioneira e de estrada projetada,

sendo possível aproveitar grande parte da diretriz existente, corrigindo e melhorando o traçado nos trechos mais sinuosos, os quais estão fora das normas técnicas por ser uma estrada vicinal.

O segmento em projeto da estrada vicinal Santa Maria, é uma rodovia longitudinal, posicionado na região central do estado, margeada pela BR-153, sendo a principal ligação entre o sudoeste do país e a capital do estado de Goiás.

Tendo em vista que o contrato da construção da ponte será embutido dentro do contrato de construção da rodovia como um todo, onde esta será a responsável por todas as obras de implantação e que por sua vez estará com toda a mobilização de equipamentos de terraplanagem, entende-se que na solução estrutural escolhida que é uma ponte pré-moldada, não serão necessárias novas mobilizações de novos equipamentos que não estejam contemplados no escopo da construção da rodovia para a abertura dos caminhos de serviço.

A intervenção tem como objetivo a melhoria das condições de trafegabilidade na estrada que faz a ligação da GO-040 com a cidade de Hidrolândia, garantindo maior segurança, fluidez e integração das regiões atendidas por essa via de acesso.

5 CRITÉRIOS DE PROJETO

Conforme já citado anteriormente, todos os dados relativos ao Anteprojeto desta estrada vicinal foram obtidos junto a QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA Ltda., incluindo especialmente os estudos topográficos e hidrológicos, geometria e seção da via. O único estudo realizado por esta projetista foi o anteprojeto estrutural da obra de arte e que se resumirá em dois volumes:

- ✓ Volume 1 - Relatório de Anteprojeto;
- ✓ Volume 2A - Pranchas Desenhos Técnicos.

A sondagem não foi elaborada por esta projetista, mas foi em conformidade ao Termo de Referência e a Instrução de Projeto (IP-20 – Elaboração de Anteprojeto), em especial o item 4.6-Estudos Geotécnicos, letra e) - Sondagens

Específicas para Obras de Arte Especiais, foram realizadas as sondagens a percussão e rotativas, **apresentadas no item 10 deste relatório.**

A ponte está localizada na Estrada Vicinal Santa Maria sobre o Rio Dourados, no município de Hidrolândia, região central de Goiás. A obra de arte em questão está nas coordenadas UTM X: 675575.0038 e Y: 8113360.7881, Fuso 22K. A imagem a seguir apresenta a localização do traçado.

Figura 4 - Mapa da área de influência

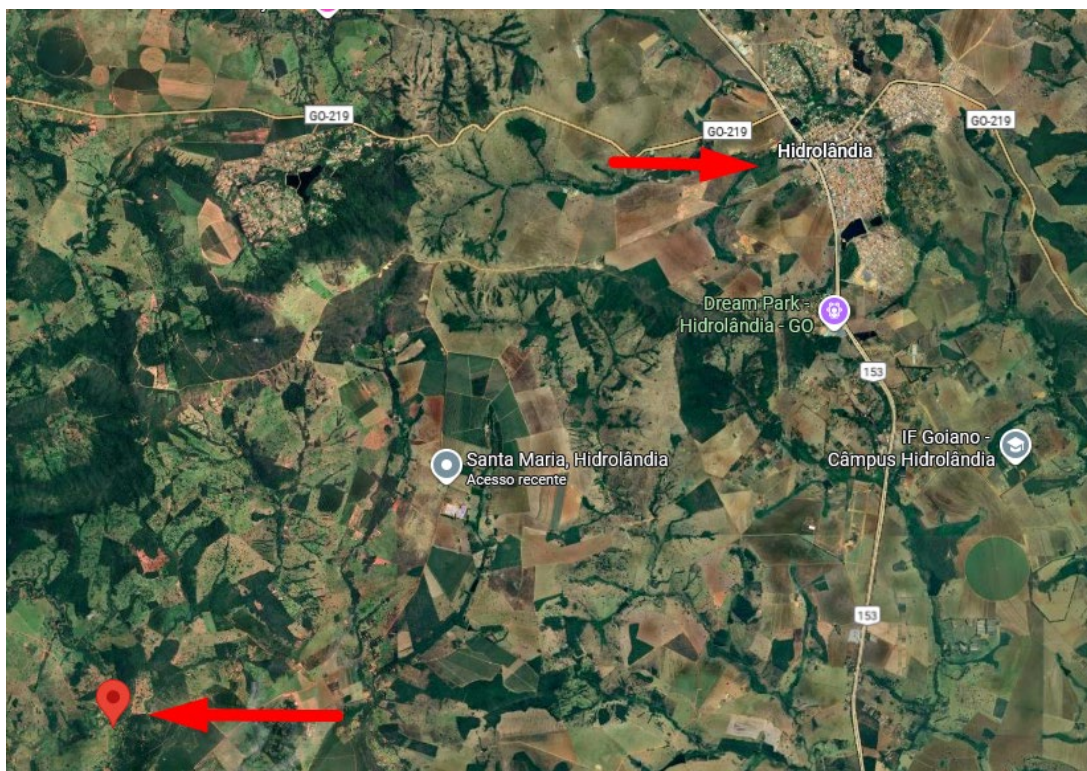


Figura 5 - Localização



Figura 6 - Situação em planta

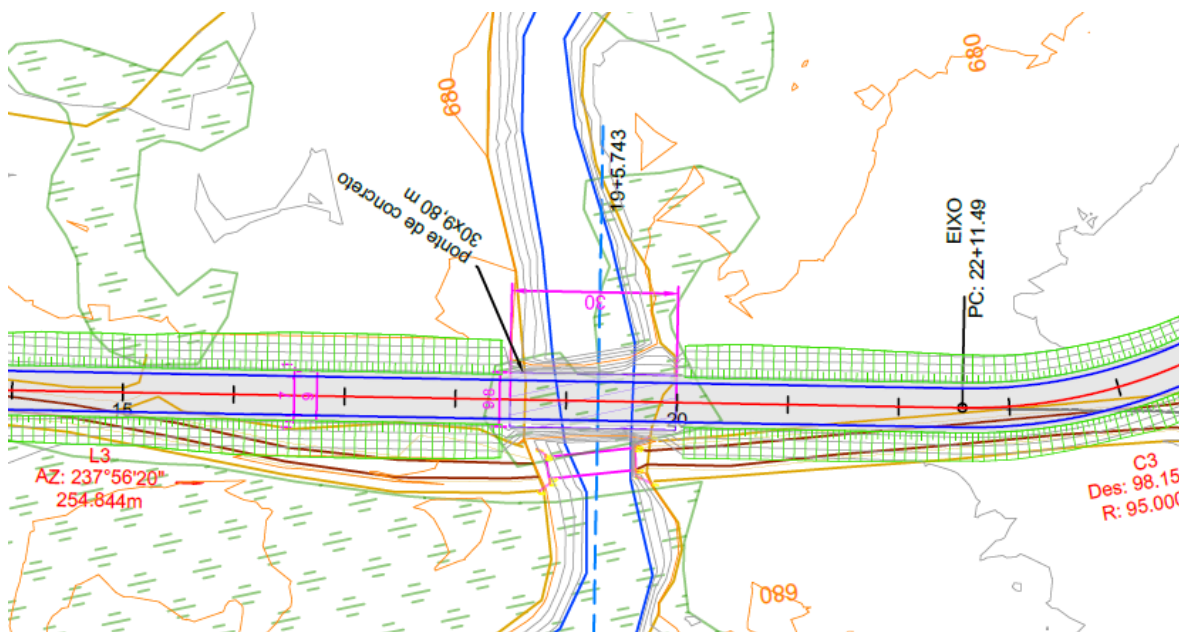
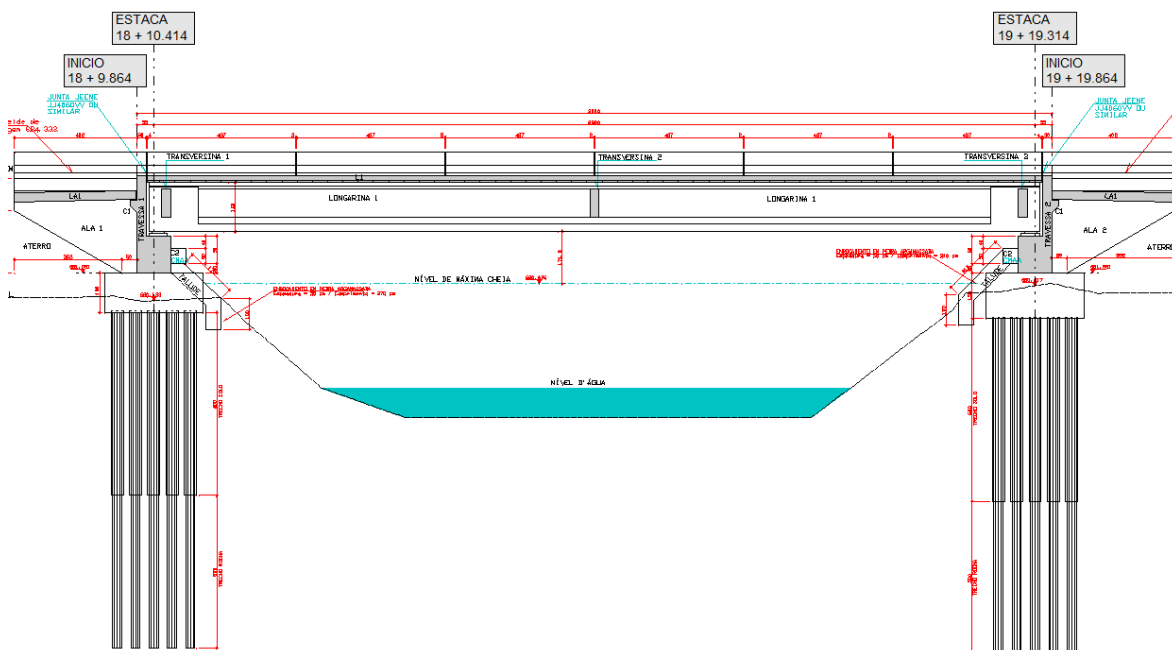
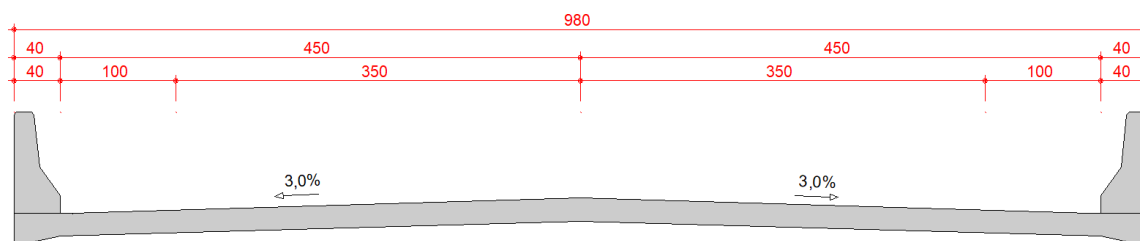


Figura 7 - Situação em perfil



A seção transversal típica mista em tangente definida no projeto geométrico:

Figura 8 – Seção transversal típica da OAE



SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA OAE

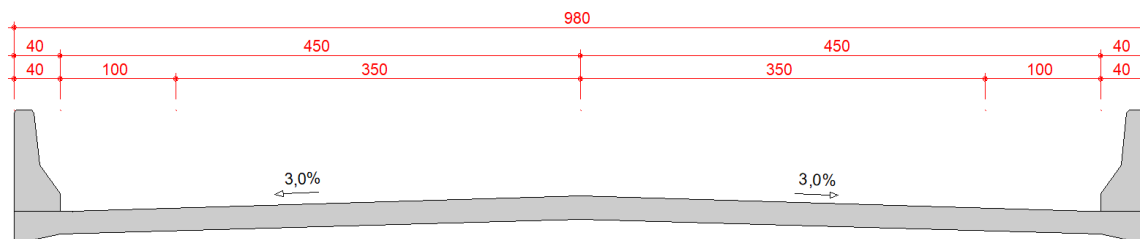
6 CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO

O greide da ponte sobre o Rio Dourados na estrada Vicinal Santa Maria é constituído em trecho longitudinalmente plano, e transversalmente inclinado do centro para as extremidades em 3,0 %.

Em conformidade com os dados fornecidos pela projetista, para este estudo considerou-se a largura da obra de arte da ponte sobre o Rio Dourados composta por dois sentidos de tráfego de veículos com 3,50 m cada pista, duas faixas de

acostamento de 1,00 m e duas barreiras New Jersey de segurança de 0,40 cada uma, totalizando assim 9,80 m de largura total.

Figura 9 – Seção transversal típica da OAE



SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA OAE

A informação climática na região da obra de arte é classificada como clima predominantemente tropical, com precipitações médias anuais de aproximadamente 1.539,22 mm por ano, tendo durante o ano um período chuvoso e outro seco, com um mês de transição nas passagens de um para o outro. Estas e mais informações relacionadas as caracterizações climáticas são encontradas no Estudo Hidrológico do Anteprojeto da OAE do Rio Dourados.

Figura 10 – Seção transversal típica da OAE

Mês	Precipitação média mensal	Precipitação máxima registrada no mês	Precipitação mínima registrada no mês	Dias de chuva (média)	Dias de chuva (máximo)	Dias de chuva (mínimo)
Julho	5,45	32,10	0,00	1	6	0
Agosto	11,55	22,30	0,00	2	9	0
Setembro	46,30	70,20	0,00	5	16	0
Outubro	120,04	86,30	7,70	12	23	5
Novembro	213,58	104,00	17,60	18	26	8
Dezembro	290,66	155,50	26,00	23	29	16
Janeiro	263,11	97,00	18,50	22	30	10
Fevereiro	216,17	130,10	21,60	19	27	10
Março	233,83	100,20	18,80	19	28	7
Abril	102,40	83,80	3,90	10	16	1
Maio	29,74	57,30	0,00	4	10	0
Junho	6,39	30,50	0,00	1	6	0
Total	1539,22	155.50 mm (22/12/2011)		136	30	0

Estas e mais informações relacionadas as caracterizações climáticas são encontradas no volume do estudo hidrológico, fornecido pela empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA Ltda.

6.1 Considerações de cálculo

6.1.1 Cargas de projeto

- Peso próprio dos elementos;
- Cargas permanentes - pavimentação;
- Cargas permanentes - recapeamento;
- Cargas acidentais;
- Empuxo de solo;
- Vento;
- Frenagem e aceleração;
- Efeito de temperatura;
- Pressão hidrodinâmica.

6.1.2 Carga móvel

- Trem tipo classe 45, conforme as prescrições da NBR 7188/2024.

6.1.3 Análise estrutural - Verificação da segurança

Foram observadas as condições gerais fixadas em todas as normas citadas anteriormente.

6.1.4 Materiais

a) Concreto: Foi adotada para esta obra sobre o Ribeirão Campo Grande as seguintes resistências características aos 28 dias:

- Proposta 1:
 - ✓ Estacas: 20 MPa;
 - ✓ Blocos: 30 MPa;
 - ✓ Mesoestrutura: 30 MPa;
 - ✓ Superestrutura: 40 Mpa.
- Proposta 2:
 - ✓ Estacas: 20 MPa;
 - ✓ Blocos: 30 MPa;

- ✓ Mesoestrutura: 30 MPa;
- ✓ Superestrutura: 40 Mpa;
- ✓ Longarinas Metálicas ASTM A36 250 Mpa.

b) Aço: As armaduras passivas do concreto serão em aço CA-50A. As armaduras ativas e cabos de protensão serão confeccionados com cordoalhas de 12,7 mm de aço CP 190RB. O Sistema de Protensão será do tipo pós-tensão aderente.

7 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

O comprimento total da ponte sobre o Rio Dourados foi definido em 30,00 m de acordo com os estudos hidrológicos e geométricos fornecidos pela empresa QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA Ltda.

Nos encontros serão previstos a proteção do solo com enrocamento em pedra argamassada, visando garantir a estabilidade e proteção do corpo do aterro.

Conforme o levantamento topográfico realizado, obteve-se alturas de aterro máximo de aproximadamente 4,20 m nos encontros e um comprimento máximo de enrocamento estimado de 3,10 m.

Visando a obtenção da concepção mais vantajosa para a administração, houve a proposta da criação de duas soluções estruturais, sendo que na melhor solução estrutural também foram elaborados dois estudos com soluções de fundações distintas.

Para mesoestrutura e superestrutura, avaliou-se as seguintes propostas:

- Proposta 1: cinco longarinas de concreto protendido pré-moldado com um vão de 28,90 m;
- Proposta 2: seis longarinas metálicas com um vão de 28,90;

A utilização em ambos os casos de soluções pré-fabricadas, seja ela em concreto ou em solução mista com as longarinas metálicas, ocorreu visando a

rapidez na execução da estrutura e a utilização de estrutura padronizada com uniformidade da solução, garantida pela repetição das longarinas do tabuleiro.

De acordo com a análise das soluções propostas, foram realizadas duas sondagens mistas, conforme indicação da GOINFRA, que é de uma sondagem em cada encontro para obras de até 100,0 m de comprimento. A partir dos resultados geotécnicos obtidos, foram seguidos os estudos da obra com a superestrutura em vigas pré-moldadas (Proposta 1), e realizou-se as propostas das duas concepções das fundações conforme indicação abaixo:

- Proposta 1: fundação em bloco de concreto sobre estacas raiz;
- Proposta 2: fundação em bloco de concreto sobre estacas metálicas.

Tendo em vista a limitação imposta pela atualização da NR-18, que impede a execução de tubulões a ar comprimido, não foram realizados estudos com esta solução.

As memórias de quantitativos das soluções apresentadas referentes à infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura estão em arquivo editável anexo, porém, para facilitar a compreensão e justificativa da concepção escolhida, apresenta-se as planilhas orçamentárias de cada solução.

7.1 Proposta 1: Longarinas pré-moldadas

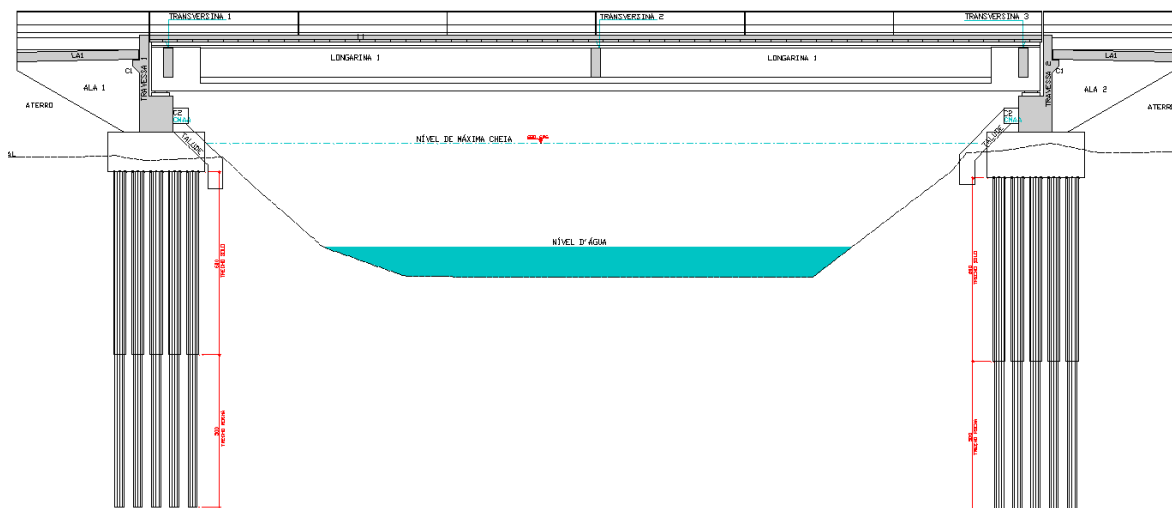
7.1.1 Memoria Justificativa

A superestrutura é constituída por longarinas e lajes pré-moldadas e transversinas e lajes moldadas no local. O uso de elementos pré-moldados facilita a execução e reduz o prazo da obra, possibilitando assim a entrega antecipada da ponte. Dentre as vantagens das longarinas pré-moldadas e protendidas pode-se citar:

- Melhor controle e qualidade na fabricação das longarinas comparado a longarinas moldadas no local;
- Possibilidade de fabricação das longarinas juntamente com a infraestrutura e a mesoestrutura, reduzindo o tempo de execução obra;
- Montagem da superestrutura sem a necessidade de escoramento;

A obra da ponte é constituída pela superestrutura em grelha longitudinalmente contínua com um vão de 28,90 m. As longarinas são em concreto protendido e isostáticas autoportantes de inércia variável que apoiam diretamente sobre as travessas. A seção transversal da ponte é composta por cinco longarinas espaçadas em 0,95 m com marquises de 0,50m nas extremidades do tabuleiro.

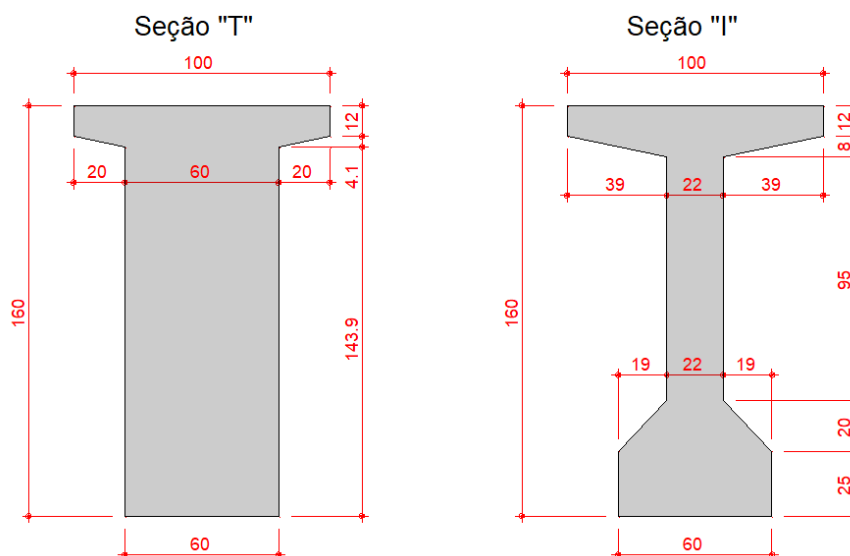
Figura 12 – Corte longitudinal – Proposta 1



7.1.3 Pré-dimensionamento – Solução 01

As longarinas são em concreto protendido de $f_{ck} = 40$ MPa, com seção variável sendo as extremidades em seção “T” e o meio em seção “I” com largura da mesa superior de 100,0 cm e altura de 160,0 cm, produzidas no canteiro de obras e içadas para a posição final da obra de arte. A seção “T” das longarinas no início e fim das peças são para acomodação das ancoragens de protensão, e após 160,0 cm de extensão no início e fim das longarinas, a seção varia para o formato “I” conforme as imagens a seguir:

Figura 13 – Detalhes das longarinas – Proposta 1



As ligações das longarinas com as travessas são articuladas com aparelho de apoio fretado.

Abaixo dos aparelhos de apoio existem blocos de nivelamento com alturas diferentes, para que o tabuleiro fique inclinado e tenha o caimento de 3,0% com a finalidade de escoamento das águas pluviais.

As transversinas são em concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 40$ MPa, de seção retangular constante de 30,0 cm de largura e 95,0 cm de altura localizadas nas extremidades das longarinas e no meio do vão.

Figura 14 – Detalhe das transversinas apoio – Proposta 1

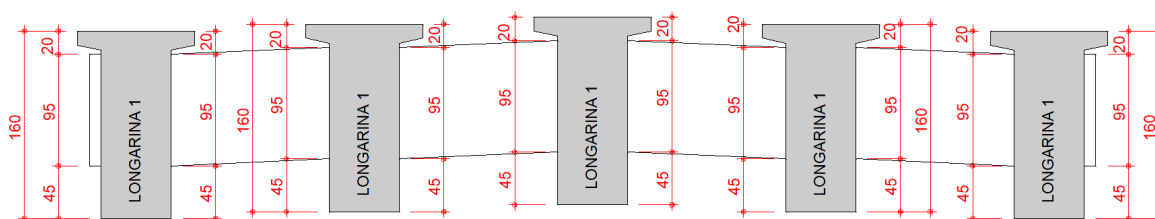
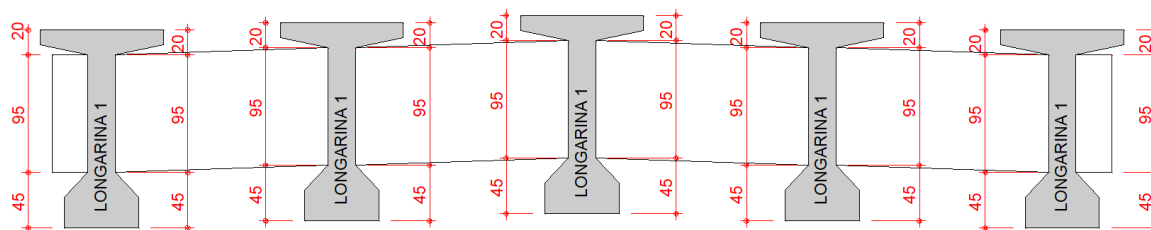
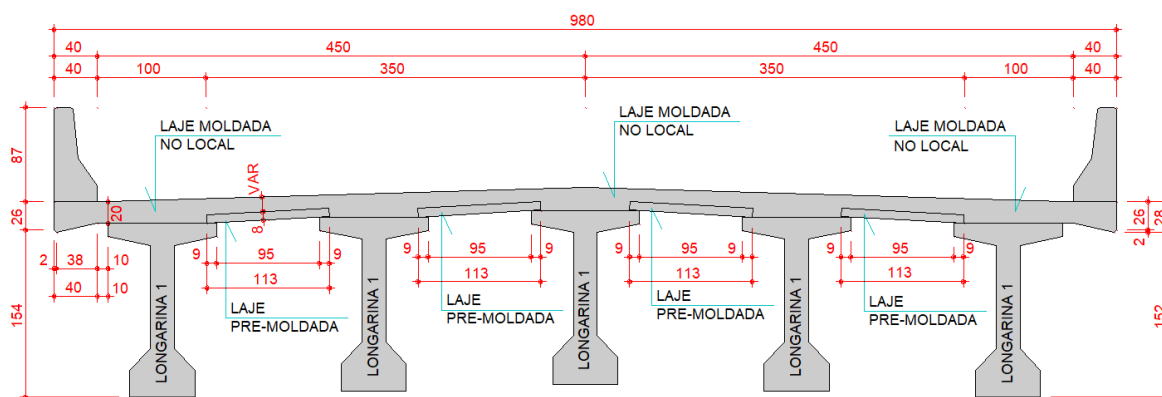


Figura 15 – Detalhe das transversinas vão – Proposta 1



As lajes do tabuleiro possuem $f_{ck} = 40$ MPa, altura de 20,0 cm, utilizando de lajes pré-moldadas de 8,0 cm para fazerem o papel das formas das lajes maciças.

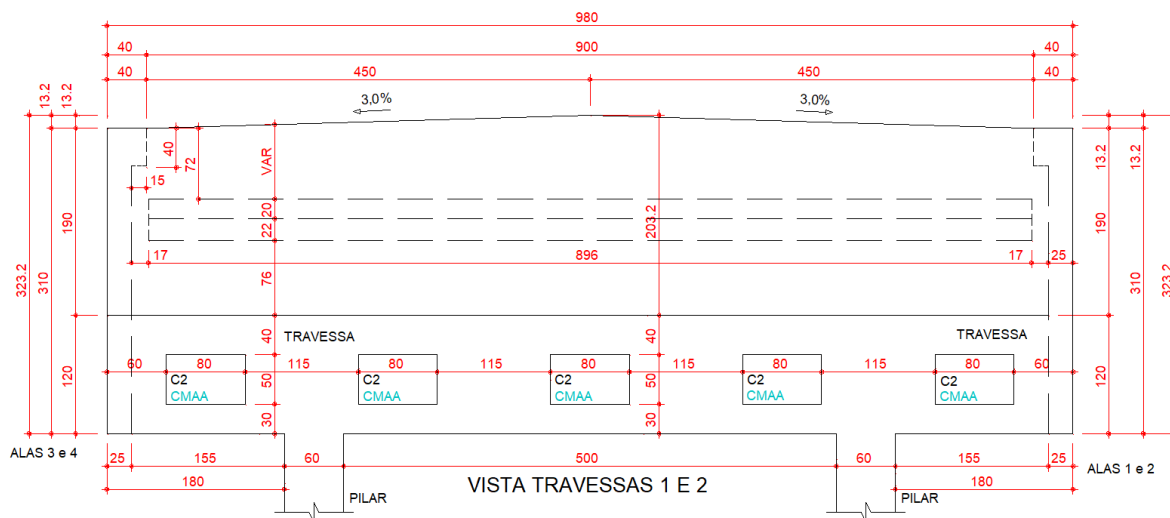
Figura 16 – Detalhe das lajes – Proposta 1



As travessas são em concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 30$ MPa, com seção “L” de 110,0 cm de largura por 120,0 cm de altura no trecho inferior da peça e largura de 30,0 cm por altura variável de 190,0 cm a 203,2 cm no trecho superior da peça.

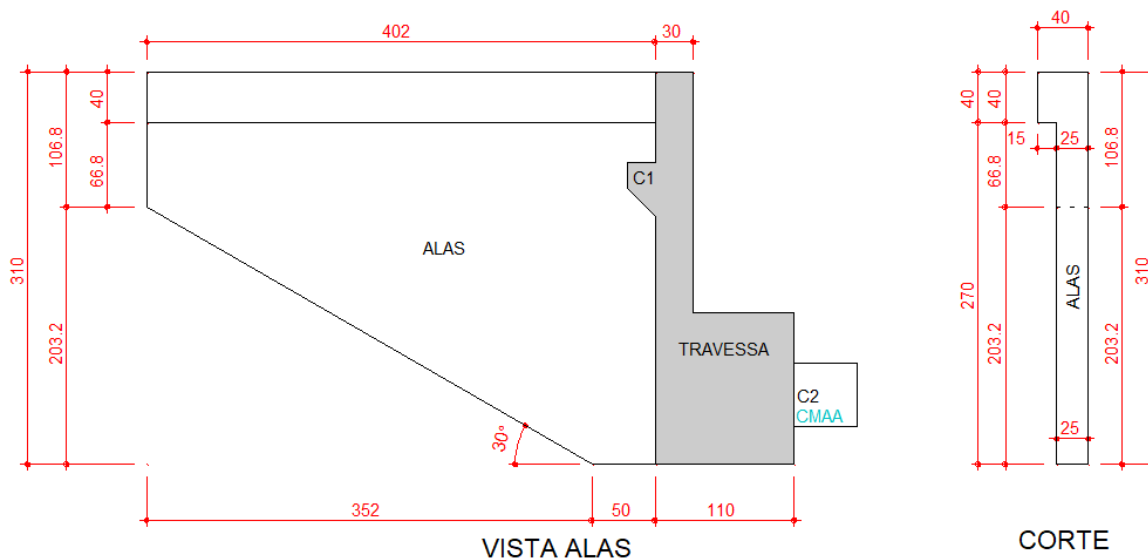
Devido aos aparelhos de apoio precisarem de manutenção e/ou troca, as travessas já foram preparadas com consoles para suportar o apoio do equipamento de manutenção.

Figura 17 – Detalhe das travessas – Proposta 1



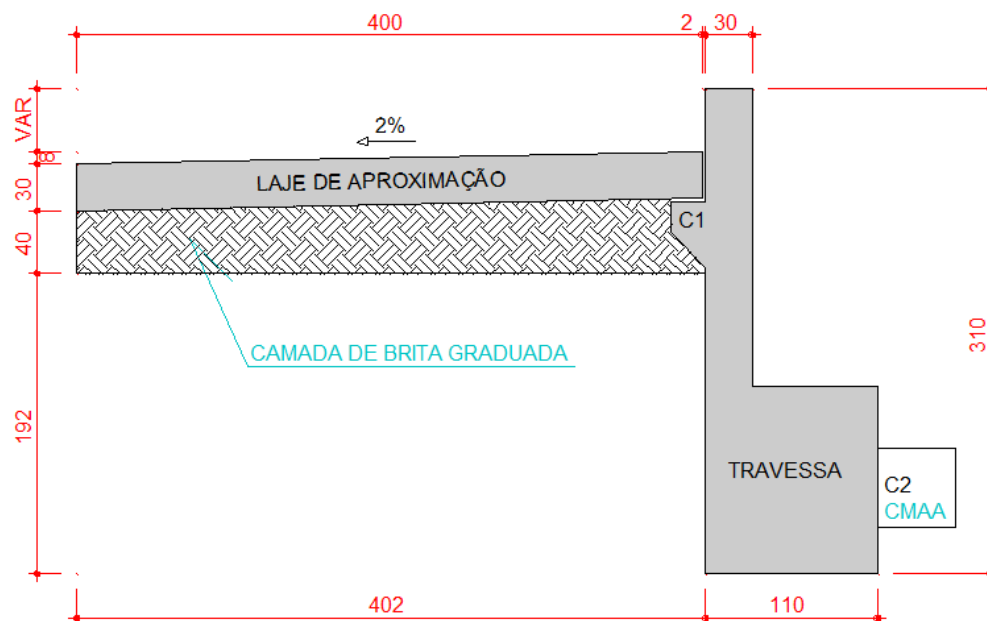
As alas são em concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$, seção com altura variando de 106,8 cm até 310,0 cm e base variando de 25,0 cm até 40,0 cm. Juntamente com as travessas de encontro têm a função de conter o solo no início e fim da obra de arte.

Figura 18 – Detalhe alas – Proposta 1



As lajes de aproximação são em concreto armado com $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, espessura constante de 30,0 cm que apoiam sobre os consoles das travessas de entrada e sobre o solo aterrado contido na projeção das alas.

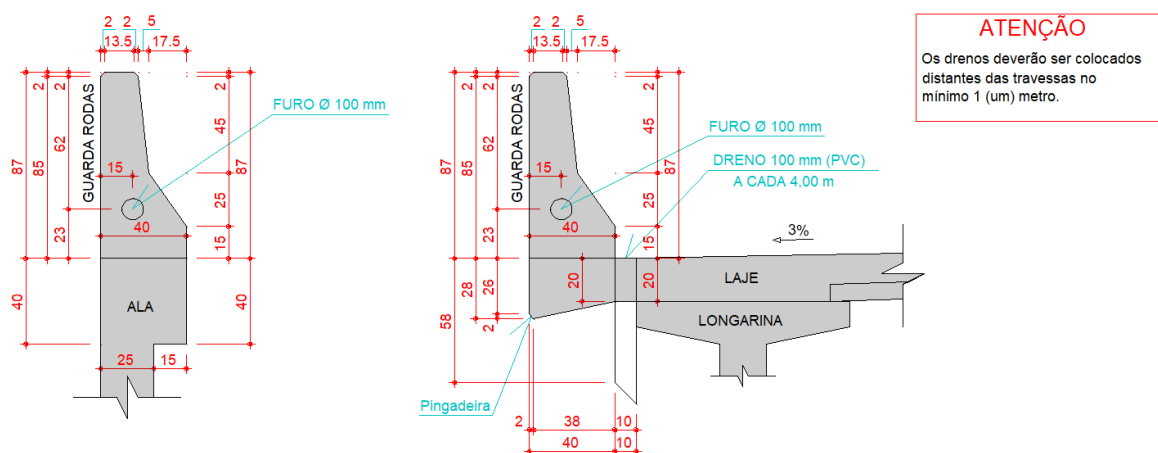
Figura 19 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 1



Como a fundação da obra de arte é justaposta ao fundo da travessa, existem 4 pontos de ligação onde as armaduras fazem exatamente o papel de pilares de concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 30$ MPa, com seção retangular de 110,0 x 60,0 cm, ligados por travessas em concreto armado já citadas anteriormente, e engastados nas fundações.

A drenagem das águas pluviais da ponte se dá por tubos de 100,0 mm espaçados longitudinalmente a cada 4,0 m, localizados juntos aos guarda rodas.

Figura 20 – Drenos e pingadeira – Proposta 1



ATENÇÃO

Os drenos deverão ser colocados distantes das travessas no mínimo 1 (um) metro.

7.2 Proposta 2: Longarinas Metálicas

7.2.1 Memoria justificativa

A superestrutura para a segunda opção de concepção estrutural é constituída por longarinas e transversinas em estrutura metálica, lajes pré-moldadas e lajes moldadas no local. O uso de elementos metálicos facilita a execução e reduz o prazo da obra, possibilitando assim a entrega antecipada da ponte. Dentre as vantagens das longarinas e transversinas metálicas pode-se citar:

- Possibilidade de montagem das longarinas metálicas juntamente com a infraestrutura e a mesoestrutura, reduzindo o tempo de execução obra;
- Longarinas mais leves em comparação com as de concreto, facilitando o içamento e a montagem das peças sobre as travessas;
- Montagem da superestrutura sem a necessidade de escoramento;
- Execução mais fácil e rápida das transversinas metálicas quando comparado com as de concreto moldado no local.

Como maior vantagem para utilização das lajes pré-moldadas está a não utilização de formas e escoramento.

A mesoestrutura é composta por pilares, travessas, alas e laje de aproximação. Os encontros são constituídos por uma travessa em “L” e alas para confinamento do solo. A laje de aproximação evita que o solo nos encontros da ponte afunde provocando um “degrau” nesses encontros.

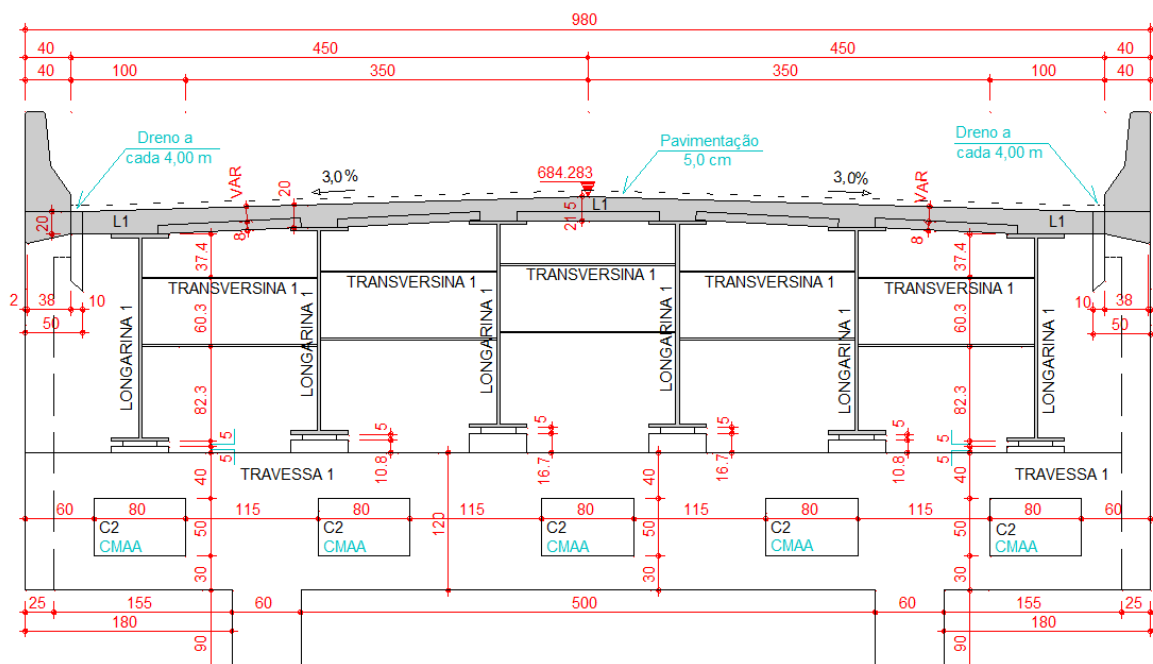
A solução de pilares e travessas se mostra mais adequada para pontes com longarinas metálicas devido a facilidade de execução e eficiência.

As eventuais substituições dos aparelhos de apoio serão feitas através da instalação de macacos hidráulicos sobre os consoles, levantando assim todas as longarinas simultaneamente.

7.2.2 Memória descritiva

Ponte em estrutura mista de solução metálica e concreto com largura total de 9,80 m e comprimento longitudinal de 30,00 m. Longitudinalmente plana, tendo inclinação transversal de 3,0 % do centro para as extremidades, para escoamento das águas.

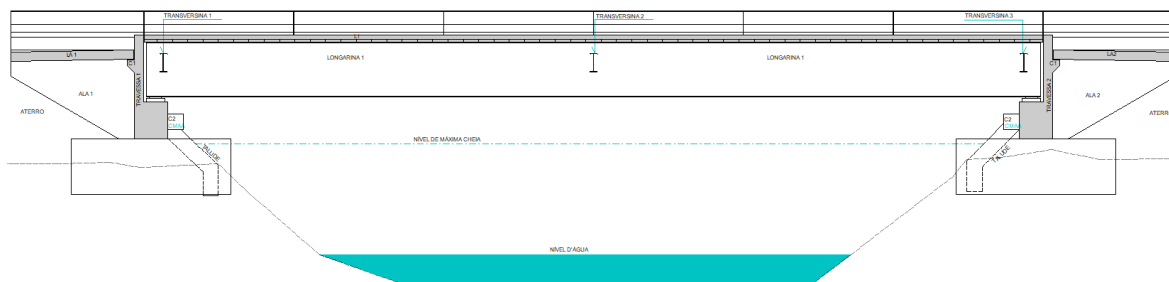
Figura 21 – Corte transversal da estrutura – Proposta 2



A obra da ponte é constituída pela superestrutura em grelha longitudinalmente contínua com um vão de 28,90 m, mantendo a altura das longarinas de 1,80 m e a das lajes de 0,20 m utilizando lajes pré-moldadas de 8,0 cm ao longo do tabuleiro.

As longarinas são em estrutura metálica e isostáticas autoportantes de inércia constante e apoiam diretamente sobre as travessas. A seção transversal da ponte é composta por seis longarinas espaçadas em 1,06 m com marquises de 0,75 m nas extremidades do tabuleiro.

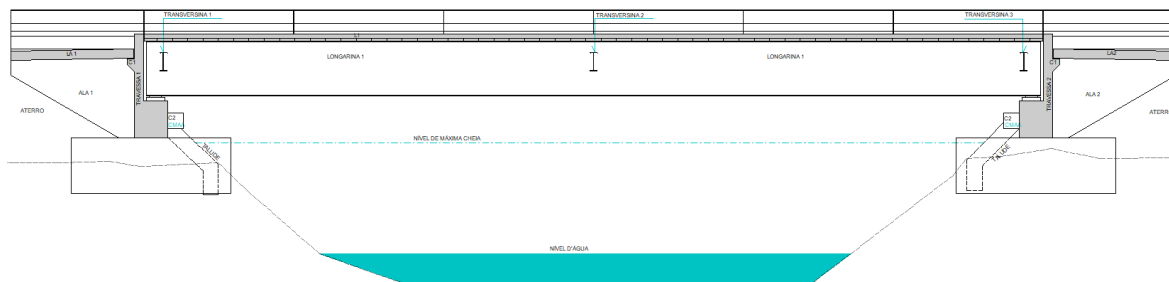
Figura 22 – Corte longitudinal – Proposta 2



7.2.3 Pré-dimensionamento – Solução 02

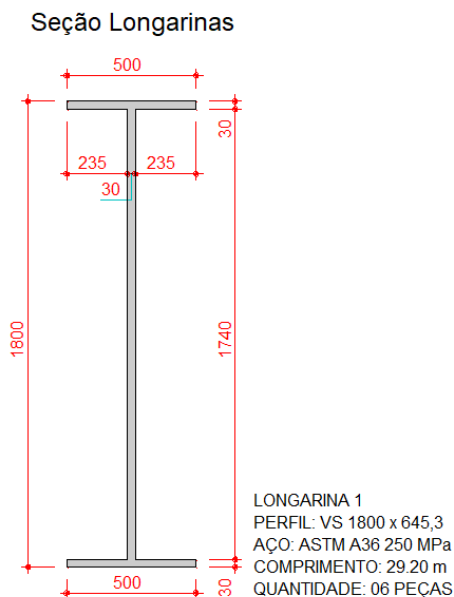
As longarinas são em estrutura metálica e isostáticas autoportantes de inércia constante e apoiam diretamente sobre as travessas. A seção transversal da ponte é composta por seis longarinas espaçadas em 1,06 m com marquises de 0,75 m nas extremidades do tabuleiro, medidos em eixo.

Figura 23 – Corte longitudinal – Proposta 2



As longarinas são em estrutura metálica, com seção constante em perfil “I”, com largura de 50,0 cm e altura de 180,0 cm, adquiridas direto em fábrica fornecedora e levadas para o canteiro de obras para serem soldadas e içadas para a posição final da obra de arte.

Figura 24 – Detalhes das longarinas – Proposta 2

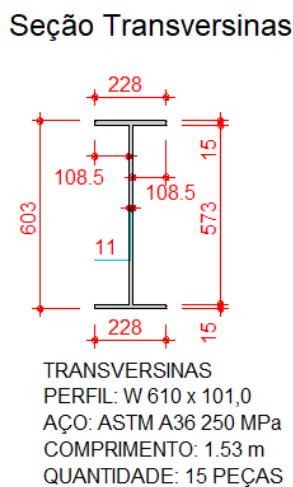


As ligações das longarinas com as travessas são articuladas com aparelho de apoio fretado.

Abaixo dos aparelhos de apoio existem blocos de nivelamento com alturas diferentes, para que o tabuleiro fique inclinado com o caimento de 3,0% do eixo para as extremidades com a finalidade de escoamento das águas pluviais.

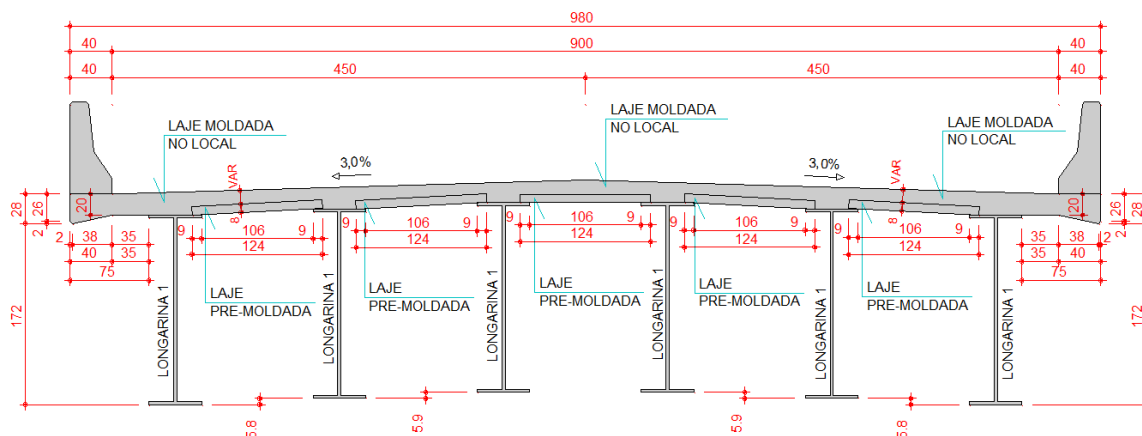
As transversinas também são em perfis metálicos, de seção retangular constante de 22,8 cm de largura e 60,3 cm de altura, localizadas nas extremidades das longarinas e no meio dos vãos.

Figura 25 – Detalhe das transversinas – Proposta 2



As lajes do tabuleiro possuem $f_{ck} = 40$ MPa, altura de 22,0 cm, utilizando de lajes pré-moldadas de 8,0 cm para fazerem o papel das formas das lajes maciças.

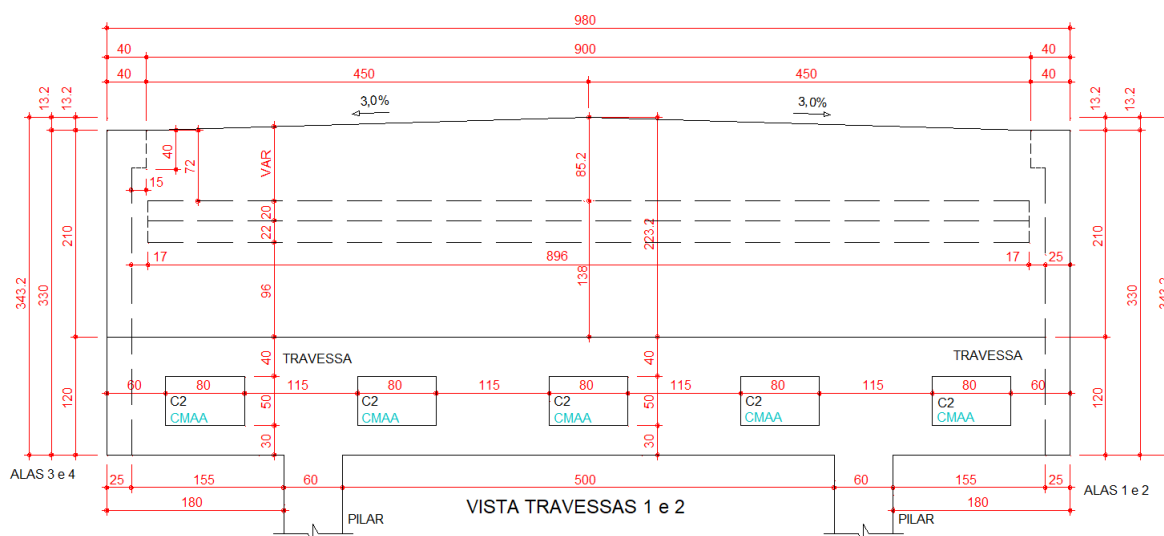
Figura 26 – Detalhe das lajes – Proposta 2



As travessas são em concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 30$ MPa, posicionadas na entrada/saída da obra de arte com seção “L” de 110,0 cm de largura por 120,0 cm de altura no trecho inferior da peça e largura de 30,0 cm por altura variável de 210,0 cm a 223,2 cm no trecho superior da peça.

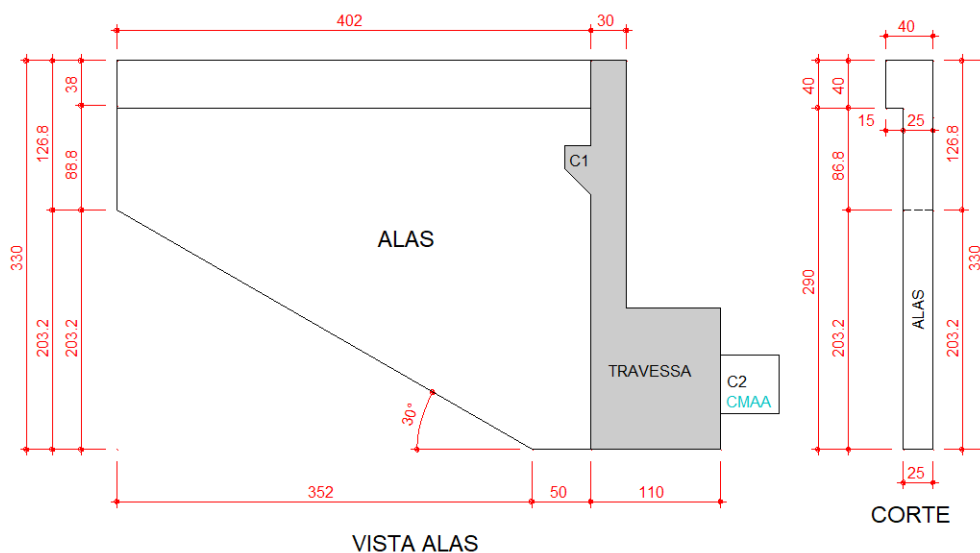
Devido aos aparelhos de apoio precisarem de manutenção e/ou troca, as travessas já foram preparadas com consoles para suportar o apoio do equipamento de manutenção.

Figura 27 – Detalhe das travessas – Proposta 2



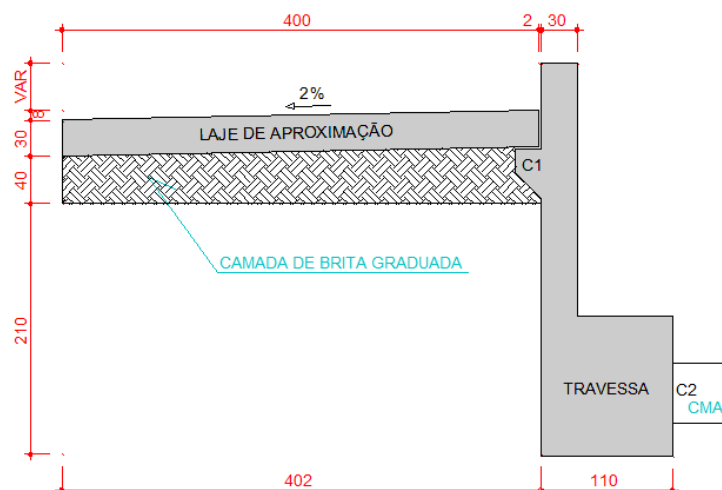
As alas são em concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 30$ MPa, e seção com altura variando de 126,8 cm até 330,0 cm e base variando de 25,0 cm até 40,0 cm. Juntamente com as travessas de encontro têm a função de conter o solo no início e fim da obra de arte.

Figura 28 – Detalhe alas – Proposta 2



As lajes de aproximação são em concreto armado com $f_{ck} = 30$ MPa, espessura constante de 30,0 cm que apoiam sobre os consoles das travessas de entrada e sobre o solo aterrado contido na projeção das alas.

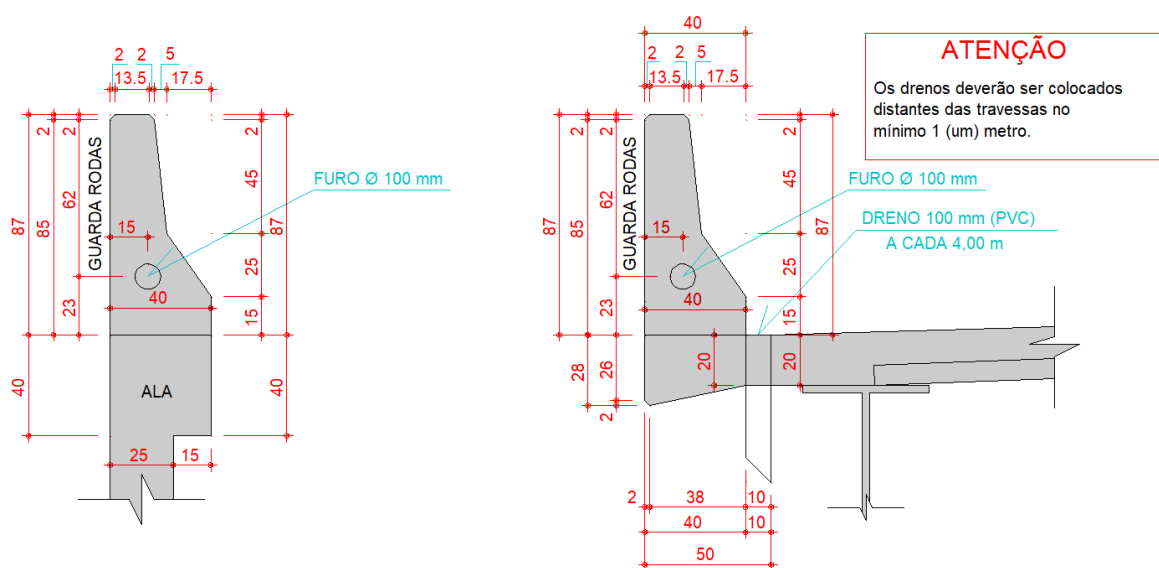
Figura 29 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 2



Como a fundação da obra de arte é justaposta ao fundo da travessa, existem 4 pontos de ligação onde as armaduras fazem exatamente o papel de pilares de concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 30$ MPa, com seção retangular de 110,0 x 60,0 cm e ligados por travessas em concreto armado já citadas anteriormente, e engastados nas fundações.

A drenagem das águas pluviais da ponte se dá por tubos de 100,0 mm espaçados longitudinalmente a cada 4,0 m, localizados juntos aos guarda rodas.

Figura 30 – Drenos e pingadeiras – Proposta 2



7.3 Proposta 1: Fundação de blocos de concreto sobre Estacas Raiz

7.3.1.1 Memoria justificativa

Em resumo geral existem dois tipos distintos de fundações, rasas e profundas, sendo que para a obra de arte em questão a fundação do tipo rasa (sapatas) não é uma opção devido as primeiras camadas não estarem com uma muito resistente.

Já para as fundações profundas temos as opções de bloco sobre estacas e tubulão, mas as fundações do tipo tubulão não podem ser utilizadas levando em consideração as condições de periculosidade durante o processo executivo.

Nas fundações do tipo blocos sobre estacas pode se utilizar distintos tipos de estacas, sendo mais comum para este tipo de obra blocos sobre:

- Estaca metálica;
- Estaca hélice contínua;
- Estaca Wirth;
- Estaca raiz.

As estacas do tipo metálicas podem ser cravadas até chegar na rocha, porém não é possível entrar na rocha com esse tipo de estaca.

As estacas do tipo hélices contínuas podem perfurar camadas de solo com números de golpes (SPT) até no máximo 50, mas igualmente às estacas metálicas também não é possível entrar em camadas de rocha.

Abaixo estão descritos os comprimentos do trecho de solo e de rocha para cada laudo de sondagem:

Tabela 1 - SPT - Trechos de solo e de rocha

Unid. em metros	SM-01	SM-02
Trecho de solo	6,03	7,12
Trecho de rocha	6,00	6,00
Profundidade	12,03	13,12

Como podemos ver na tabela acima os laudos de sondagens apresentam camadas de solo com um comprimento bom, podendo as estacas metálicas ou hélices serem utilizadas até chegar na camada rochosa.

Uma terceira opção são estacas do tipo Wirth mas que tem grandes diâmetros, apresentando um custo de execução altíssimos e muito superior as estacas do tipo raiz que é a mais indicada nesta condição geotécnica.

Por conta das condições de solo e devido ao nível da d'água ser mais alta apresentadas nos laudos de sondagens, a melhor solução para as fundações é bloco sobre estaca raiz. As estacas do tipo raiz podem perfurar camadas de solo e de rocha, podendo ser executadas mesmo com a presença de água.

7.3.1.2 Memória Descritiva

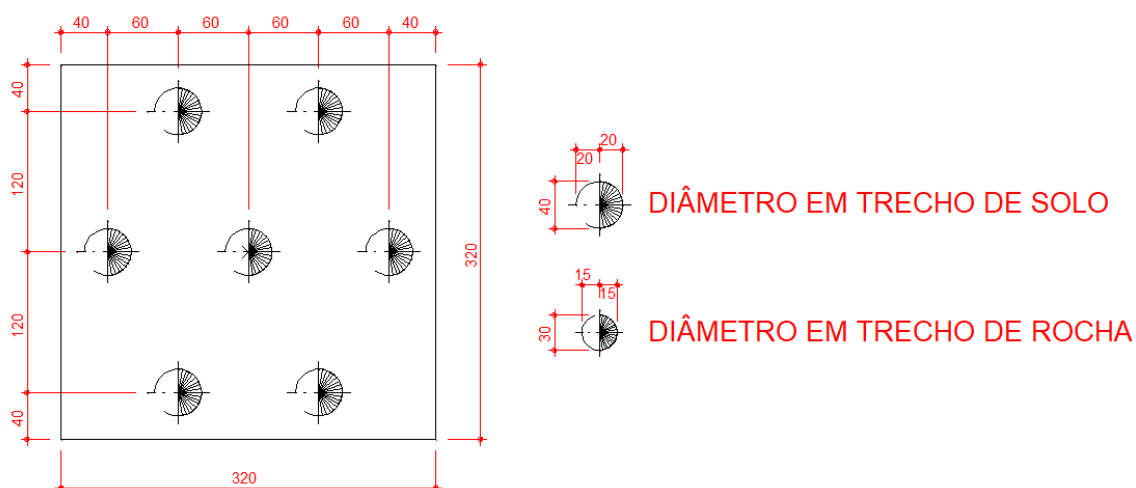
Para o estudo de concepção das fundações foi utilizado o estudo de concepção estrutural da proposta 1 em longarinas de concreto pré-moldado que foi o mais vantajoso.

A infraestrutura da ponte para proposta 1 são blocos de concreto sobre estacas do tipo RAIZ com diâmetro de 40,0 cm e comprimento das estacas de 6,0 metros na camada de solo, e diâmetro de 30,0 cm com comprimento de 5,0 metros na camada de rocha. Os blocos possuem $f_{ck} = 30$ MPa e as estacas com $f_{ck} = 20$ MPa.

A seguir as seções e profundidades das fundações para cada pilar:

- Pilar 1: Bloco de 320x320 cm e altura de 130 cm sobre 7 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 11,0 m;
- Pilar 2: Bloco de 320x320 cm e altura de 130 cm sobre 7 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 11,0 m;
- Pilar 3: Bloco de 320x320 cm e altura de 130 cm sobre 7 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 11,0 m;
- Pilar 4: Bloco de 320x320 cm e altura de 130 cm sobre 7 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 11,0 m;

Figura 31 – Detalhe dos blocos de fundação – fundação proposta



7.3.1.3 Pré-dimensionamento Estacas

Para se chegar no diâmetro e profundidades das estacas de fundações desta obra de arte foi utilizado o método de cálculo de “Cabral e Antunes”, devido a existência de rocha.

As sondagens foram realizadas de acordo com as indicações prescritas na norma NBR 6484:2020, bem como os procedimentos estabelecidos para o desenvolvimento em rocha dura e muito dura.

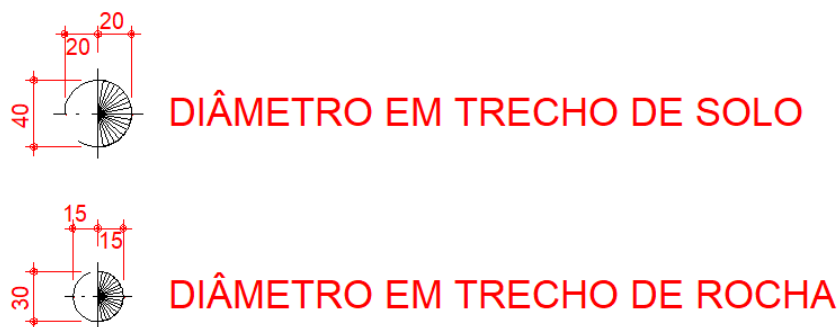
Em recomendação da instrução de projeto IP-20, o desenvolvimento em rocha deverá prosseguir no mínimo 5,0 m de profundidade com recuperação nos últimos 3,0 m acima de 90%, porém, durante a execução das duas sondagens realizadas verificou que a profundidade alcançada chegou à aproximadamente 12,03 m no laudo SM-01, com rocha nos últimos 6,0 m de camada e com percentual de recuperação considerável. Já no laudo SM-02 chegou em 13,12 m com rocha também nos últimos 6,0 m e com percentual de recuperação também considerável. Desta forma, entende-se que a resistência do solo é alta ao ponto de absorver aos esforços realizados nos cálculos estruturais, garantindo a segurança e qualidade necessárias para o projeto em questão.

Como informação adicional, em ambos os furos chegou inicialmente em 5,0 m de rocha e ainda no momento da perfuração foram adicionados mais 2,0 m de escavação para que atendesse ao solicitado no item 5.14.2 da IP-20 onde aponta que caso não chegue no grau de recuperação da rocha acima de 90 %, devem ser adicionados mais 2,0 m de perfuração, no máximo.

Os critérios utilizados no projeto de fundações para as estacas do tipo raiz são baseados em análises rigorosas obtidas nas capacidades geotécnicas vindas das sondagens.

Mesmo sabendo da indicação do grau de recuperação na instrução de projeto IP-20 da GOINFRA, a profundidade utilizada em projeto foi suficiente para garantir de forma adequada as características mecânicas como resistência a compressão e/ou outros relevantes, permitindo a correta aplicação dos parâmetros nos cálculos estruturais.

O pré dimensionamento foi elaborado para estacas do tipo RAIZ com diâmetro nominal de 40 cm e diâmetro mínimo externo do tubo de revestimento de 35,5 cm conforme especificado na NBR 6122/2022, anexo K, item K.3.1, tabela K.1. A consideração no cálculo foi do diâmetro de 30 cm em toda a profundidade das estacas devido ao método executivo, já que atravessam uma primeira camada de solo e já entram em uma segunda camada que é a rocha, desconsiderando por completo qualquer resistência na primeira camada de solo. Para efeito de pré-dimensionamento, utilizou-se no cálculo o menor diâmetro alcançado dentre as duas camadas, que é de 30,0 cm em camadas de rocha, com profundidades de 6,0 m em solo e 5,0 m em rocha, mantendo o $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$. No cálculo somente os 5,0 m em rocha é que são considerados para o método “Cabral e Antunes”.



O cálculo da resistência geotécnica foi feito utilizando o método de “Cabral e Antunes”, considerando apenas a capacidade de carga do trecho em rocha conforme indicado no próprio método, utilizando tipo de rocha encontrada que foi o micaxisto e uma classificação da rocha como “Alterada”. A tensão de ponta foi limitada ao valor máximo do método, que é de 8,0 Mpa e o fator de segurança (FS) igual a 3, também orientado pelo método de cálculo.

Utilizando destes dados de entrada obtém-se uma resistência geotécnica de cada estaca de 62,83 Tf.

Dados de entrada	
Φ_{Est} (cm)	30.0
L_{Est} (m)	5.0
F_{ck} (MPa)	20.0
Tipo de Rocha	Ardósias e xistos
Alteração	Alterada
Limp. e Qualid.	3
$E_{Q_{rel_op}}$	3.50%
FS	3.0

Cálculos	
A_p (cm ²)	706.86
U (cm)	94.25
σ_c (MPa)	40.00
β_p	0.24
σ_p (MPa)	8.00
σ_L (MPa)	0.28

Cargas de ruptura	
Q_P (tf)	56.55
Q_L (tf)	131.95
Q_R (tf)	188.50

Q_{adm} (tf)	62.83
----------------	-------

Tipo de Rocha	Resistência a compressão simples da rocha - σ_c (MPa)		
Basalto, gnaisses e granito	70	a	250
Ardósias e xistos	40	a	90
Arenitos, calcários e siltitos	30	a	80

Alteração de Rocha	Coeficiente de correlação - β_p		
Muito Alterada	0.07	a	0.13
Alterada	0.24	a	0.36
Pouco alterada e sã	0.48	a	0.60

Nível de confiança da ponta e qualidade da rocha de apoio	Embutimento em rocha - L_{Est} (m)	
Garantia de limpeza da ponta e da qualidade da rocha de apoio	1	0.2
Possibilidade da qualidade da rocha de apoio ser menor que a do final da perfuração	2	0.6
Dúvidas quanto a limpeza da ponta e da qualidade da rocha de apoio	3	1.2

RESISTÊNCIA CALCULADA

Q_{adm} (tf)	62.83
----------------------------------	--------------

Como as cargas de trabalho das estacas mais solicitadas foram de 47,90 Tf, afirma-se que a resistência do solo é alta ao ponto de absorver aos esforços realizados nos cálculos estruturais, já que no cálculo foi encontrada uma resistência geotécnica de 62,83 Tf, desta forma, está garantida a segurança e qualidade necessárias para o projeto em questão.

7.4 Proposta 2: Fundação de blocos de concreto sobre Perfis Metálicos

7.4.1.1 Memoria justificativa

Para a segunda concepção de fundação, mantendo o mesmo estudo estrutural para ter o estudo comparativo com os mesmos esforços, utilizou-se blocos de concreto sobre estacas metálicas.

As estacas do tipo metálicas podem ser cravadas até chegar na camada impenetrável de solo. Esse tipo de perfil utilizado não consegue entrar na rocha, por isso interrompeu o cálculo limitado a 5,0 m.

Por conta das condições de solo e devido ao nível da d'água ser mais alta apresentadas nos laudos de sondagens, a solução para as fundações de bloco sobre perfis metálicos também é possível de ser executada.

7.4.1.2 Memoria Descritiva

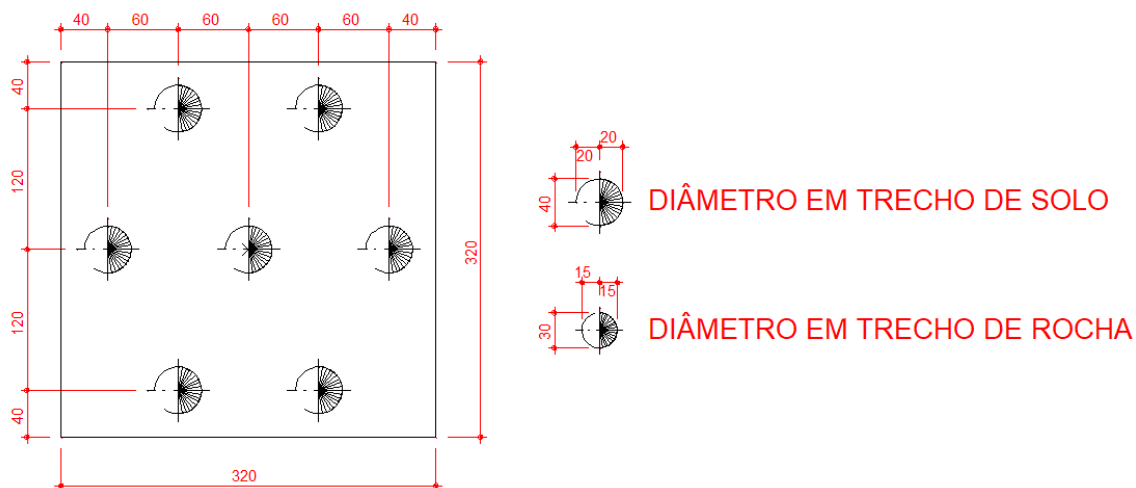
Foi utilizado o estudo de concepção estrutural da proposta 1 em longarinas de concreto pré-moldado para estudar as fundações exatamente com as mesmas condições de carregamento.

A infraestrutura da ponte para segunda proposta de fundação são blocos de concreto sobre estacas do tipo METÁLICAS com perfil DUPLO W 250 x 17,9. Os blocos são com $f_{ck} = 30$ MPa e as estacas em aço ASTM A36 e $f_y = 250$ MPa.

A seguir as seções e profundidades das fundações para cada pilar:

- Pilar 1: Blocos de 520x300 cm e altura de 180 cm sobre 15 estacas com profundidade de 5,0m;
- Pilar 2: Blocos de 520x300 cm e altura de 180 cm sobre 15 estacas com profundidade de 5,0m;
- Pilar 3: Blocos de 520x300 cm e altura de 180 cm sobre 15 estacas com profundidade de 5,0m;
- Pilar 4: Blocos de 520x300 cm e altura de 180 cm sobre 15 estacas com profundidade de 5,0m;

Figura 32 – Detalhe dos blocos de fundação – fundação proposta



7.5 Escolha das Concepções

Com base neste documento aqui apresentado, entende-se que tecnicamente as duas propostas de soluções de estrutura e também as duas propostas de soluções de fundações são equiparáveis, sempre atendendo aos normativos vigentes. Sendo a escolha técnica o fator determinante dentre as propostas apresentadas, para verificação da opção com maior vantajosidade.

Cada solução apresentada tem suas vantagens, e ambas as soluções apresentam um volume de escoramento e também o prazo de execução da obra como pontos positivos. A solução em longarinas metálicas apresenta um menor peso dos elementos estruturais com uma maior rapidez de execução, sendo que a solução em longarinas de concreto pré-moldadas mostra uma padronização com as demais obras no estado e com uma maior facilidade de execução.

Com base em dados de outras obras aprovadas no próprio órgão e sabendo que a solução em concreto é mais viável economicamente, associado também a uma melhor logística, a melhor opção é a Proposta 1 para a superestrutura combinada com a Proposta 1 de fundação, ou seja:

- ✓ Longarinas pré-moldadas protendidas;
- ✓ Fundação em bloco de concreto armado sobre estaca raiz.

Para a obtenção dos consumos de aço CA-50 e para as peças protendidas de aço CP, foi realizada uma busca nos projetos já realizados por esta projetista de onde se extraiu os dados apresentados a seguir:

CONSUMOS - OBRAS LONGARINAS PRÉ-MOLDADAS

Elementos	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	Obra 6	Obra 7	Obra 8	Obra 9	Obra 10	Média
Estaca Raiz (kg/m)	14	25	14	17		18		19	11	16	17
Blocos	60	71	57	50	61	64	49	51	60	55	58
Pilares	88	85	93	55	309	60	433	85	156	52	142
Travessas / alas / cortinas	171	168	135	142	99	158	176	211	262	166	169
Longarinas (CA-50)	146	181	200	183	174	160	183	161	124	176	169
Longarinas (CP)	41	38	47	65	46	65	52	45	44	45	49
Transversinas	140	120	145	134	130	172	226	140	123	117	145
Pré lajes	325	319	550	360	209	204	193	299	340	272	307
Lajes	108	94	184	81	148	169	97	100	102	95	118
Laje de Transição	137	122	145	72	80	87	89	55	114	154	106
New Jerseys	89	84	71	87	86	86	73	118	90	89	87

Obra 1: Ponte Rio Murere Vazante I - BR-158/MS - DNIT
 Obra 2: Ponte Rio Pintado - GO-154 - GOINFRA
 Obra 3: Viaduto BR-324 (Feira de Santana) - DNIT
 Obra 4: Ponte Ribeirão Água Limpa - CODEVASF
 Obra 5: Viaduto acesso ARAUCO MS-377 - AGESUL

Obra 6: Viaduto GO-139 com GO-213 - GOINFRA
 Obra 7: Viaduto GO-020 com GO-536 - AGETOP
 Obra 8: Viaduto SINOP - P.M. Sinop
 Obra 9: Ponte Av. Cidade Livre - P.M. Aparecida de Goiânia
 Obra 10: Ponte Rio Aquidauana - BR-419/MS - DNIT

CONSUMOS - OBRAS LONGARINAS MOLDADAS IN LOCO

Elementos	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	Obra 6	Obra 7	Obra 8	Obra 9	Obra 10	Média
Estaca Raiz (kg/m)	13	28		29	9	19	9			8	16
Blocos	69	117	50	56	56	58	74			96	72
Pilares	66	65	55	68	93	79	71	101	105	62	77
Travessas	190	199	180	211	217	194	193	167	167	198	192
Longarinas (CA-50) - sem protensão					230			178	177		195
Longarinas (CA-50)	137	168	110	136		127	114			170	137
Longarinas (CP)	50	40	41	44		33	42			40	41
Transversinas / alas / cortinas	186	194	209	202	240	200	195	180	180	198	198
Laje de Transição	102	91	123	146	80	147	91	85	85	91	104
Lajes	116	98	105	151	156	167	116	148	148	100	131
New Jerseys	87	82	88	96	87	97	90	77	77	82	86

Obra 1: Ponte Ribeirão Olhos d'água GO-460 - GOINFRA
 Obra 2: Ponte Córrego Bandeirantes GO-336 - GOINFRA
 Obra 3: Ponte Córrego Retiro GO-221 - GOINFRA
 Obra 4: Ponte Córrego São Bernardo GO-108 - GOINFRA
 Obra 5: Ponte Córrego dos Macacos GO-236 - GOINFRA

Obra 6: Ponte Córrego Palmeiras GO-108 - GOINFRA
 Obra 7: Ponte Ribeirão Andorinhas GO-139 - GOINFRA
 Obra 8: Ponte Córrego Lajeado BR-419/MS - DNIT
 Obra 9: Ponte Córrego Mambuca BR-419/MS - DNIT
 Obra 10: Ponte GO-156 - GOINFRA

8 PROJETO ESCOLHIDO

Como tecnicamente e economicamente foram apontadas as melhores soluções da infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura sendo:

- ✓ Vigas pré-moldadas;
- ✓ Fundação em bloco de concreto armado sobre estaca raiz.

Abaixo está a lista com os nomes dos arquivos das pranchas que estão na pasta “EDITÁVEIS” em anexo e também no volume 2-A.

NOME DO ARQUIVO	VERSÃO	DATA	CONTEÚDO
25_059-001-IMP-AP	R01	26/01/2026	Implantação
25_059-002-FUN-AP	R00	18/12/2025	Fundação
25_059-003-FOR-AP	R00	18/12/2025	Planta de Formas e Detalhes
25_059-004-COR-AP	R01	26/01/2026	Cortes e Detalhes

9 ORÇAMENTO

Para a elaboração do orçamento da melhor solução de estrutura e de fundação, utilizou-se os seguintes parâmetros:

- ✓ Tabela GOINFRA
- ✓ Tabela SICRO
- ✓ Consumos de aço informados no item 7.5 deste relatório
- ✓ As fontes dos insumos e suas distâncias de transporte foram obtidas junto a projetista da rodovia.

9.1 Planilha orçamentária

GO INFRA		ORÇAMENTO - ANTEPROJETO - PRÉ-MOLDADO		Data Base:	
PONTE RIBEIRÃO DOURADOS - ESTRADA VIVINAL		m² obra:	294.0	Tabela GOINFRA T-318 (Out/25) Tabela SICRO GO (Out/25)	
Código	Descrição	Unid.	Quant.	Pç. Unit.	Pç. Total
1	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS				R\$ 2,489,975.06
	Serviços Preliminares				
	Escavação				R\$ 14,365.07
45005	ESCAVAÇÃO MANUAL MAT. 1ª CAT.	m3	91.73	119.01	10,916.55
45430	REATERRO APOILOADO DE VALAS	m3	38.49	89.60	3,448.52
	Infra-Estrutura Estacas Raiz				R\$ 422,336.40
45266	ESTACA RAZ PERFORADA NO SOLO - D = 40 cm	m	168.00	366.25	61,530.00
45275	ESTACA RAZ PERFORADA NA ROCHA - D = 31 cm	m	140.00	1,948.11	272,735.40
45291	ARRASAMENTO DE ESTACAS DE CONCRETO	m3	3.51	746.29	2,619.48
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	5,236.00	16.32	85,451.52
	Infra-Estrutura Blocos				R\$ 101,090.92
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	66.56	218.36	14,534.04
45166	CONCRETO FCK=30 MPA	m3	53.24	657.26	34,992.52
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	3,087.92	16.32	50,394.85
45050	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	2.04	573.29	1,169.51
	Meso-Estrutura				R\$ 277,664.22
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	261.08	218.36	57,009.43
45166	CONCRETO FCK=30 MPA	m3	54.46	657.26	35,794.38
SICRO - 1109680	Argamassa para reparos e grauteamento	m³	0.18	4,906.18	893.11
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	9,203.74	16.32	150,205.04
45235	NEOPRENE	Kg	205.13	72.38	14,847.18
45135	ESCORAMENTO PARA PONTE	m3	136.92	138.22	18,925.08
	Super-Estrutura (Longarina)				R\$ 725,086.07
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	718.80	218.36	156,957.17
45166	CONCRETO FCK=40 MPA	m3	97.55	740.50	72,235.78
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	16,485.95	16.32	269,050.70
45701	FORNECIMENTO, CORTE E COLOCAÇÃO DE CABO CP-190 RB D=12,7mm C/ ADERÊNCIA	Kg	4,779.95	17.02	81,354.75
45735	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE ANCORAGENS ATIVAS, PROTENSÃO E INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO (12 CORDOALHAS D=12,7mm) - MAC	un	40.00	1,668.16	66,726.40
45725	FORNECIMENTO, CORTE E COLOCAÇÃO DE BAINHA METÁLICA D=80,0mm P/ 12 CORDOALHAS (D=15,2mm) - MAC	m	388.00	42.29	16,408.52
45050	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	9.00	573.29	5,159.61
42856	ENROCAMENTO DE PEDRA ARGAMASSADA	m3	27.00	348.42	9,407.34
SICRO - 3806420	Lançamento de viga pré-moldada de até 500kN com utilização de guindaste	und.	5.00	5,307.12	26,535.60
SICRO - 5915400	Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t	und.	5.00	4,233.44	21,167.20
SICRO - 5915325	Transporte em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t - rodovia em revestimento primário	km	1.00	83.00	83.00

Super-Estrutura (Laje + Transversina + Alas)				R\$ 273.170,37	
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	88.30	218.36	19,281.19
45166	CONCRETO FCK=40 MPA	m3	60.44	740.50	44,755.82
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	7,289.60	16.32	118,966.27
45135	ESCORAMENTO PARA PONTE	m3	410.40	138.22	56,725.49
45151	TRANSLADO, LANÇAMENTO E POSICIONAMENTO DE PRÉ-LAJES	un	240.00	139.34	33,441.60
Laje de Transição				R\$ 56.415,22	
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	15.88	218.36	3,467.56
45166	CONCRETO FCK=30 MPA	m3	22.18	657.26	14,578.03
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	2,351.08	16.32	38,369.63
Barreira Rígida (New Jersey)				R\$ 66.304,83	
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	133.76	218.36	29,207.83
45166	CONCRETO FCK=30 MPA	m3	17.86	657.26	11,738.66
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	1,553.82	16.32	25,358.34
Transportes				R\$ 61.665,65	
47050	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BÁSICO	tkm	16.81	1.78	29.92
40451	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO	tkm	21,543.51	0.91	19,604.59
45205	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - OAE	tkm	42,288.35	0.99	41,865.47
45206	TRANSPORTE DE PRÉ MOLDADOS EM CAMINHÃO PRANCHA 3 EIXOS - CAP. 30 T	tkm	6.00	0.91	5.46
40436	TRANSPORTE LOCAL DE CONCRETO	m3km	61.15	2.62	160.21
Diversos				R\$ 122.152,68	
45230	DRENOS 100 MM	un	16.00	10.62	169.92
42856	ENROCAMENTO DE PEDRA ARGAMASSADA	m3	315.03	348.42	109,762.75
SICRO - 0307084	Lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto - L = 20 mm e H = 30 mm - confecção e assentamento	m	19.60	43.84	859.26
SICRO - 0307735	Junta de dilatação em elastômero e perfil VV - L = 35 mm e H = 60 mm - fornecimento e instalação	m	19.60	579.63	11,360.75
Mobilização / Canteiro / Administração Local				R\$ 369.723,63	
42100	ADMINISTRAÇÃO LOCAL - TIPO A1	un	1.00	120,894.43	120,894.43
42290	CANTEIRO DE OBRA - TIPO F	un	1.00	234,919.06	234,919.06
42301	Mobilização / Desmobilização	un	1.00	13,910.14	13,910.14

9.2 Cronograma

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO
PONTE RIBEIRÃO DOURADOS - ESTRADA VIVINAL

	ATIVIDADES	VALOR ETAPA	1º MÊS	2º MÊS	3º MÊS	4º MÊS	5º MÊS	6º MÊS	7º MÊS	8º MÊS
			R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
FÍSICO	Serviços Preliminares	R\$ 14,365.07	R\$ 14,365.07							
			100.00%							
	Infra-Estrutura	R\$ 523,427.32	R\$ 104,685.46	R\$ 209,370.93	R\$ 209,370.93					
			20.00%	40.00%	40.00%					
	Meso-Estrutura	R\$ 277,664.22		R\$ 55,532.84	R\$ 111,065.69	R\$ 111,065.69				
				20.00%	40.00%	40.00%				
	Superestrutura	R\$ 1,182,642.14				R\$ 236,528.43	R\$ 236,528.43	R\$ 236,528.43	R\$ 236,528.43	R\$ 236,528.43
						20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
	Diversos	R\$ 122,152.68								R\$ 122,152.68
										100.00%
FINANCEIRO	Administração / Canteiro / Mobilização	R\$ 369,723.63	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45	R\$ 46,215.45
			12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%
	TOTAL	R\$ 2,489,975.06								
	Parcial (R\$)	R\$ 165,265.99	R\$ 311,119.23	R\$ 366,652.07	R\$ 393,809.57	R\$ 282,743.88	R\$ 282,743.88	R\$ 282,743.88	R\$ 282,743.88	R\$ 404,896.56
	Percentual Parcial (%)	6.64%	12.49%	14.73%	15.82%	11.36%	11.36%	11.36%	11.36%	16.26%
	Acumulado (R\$)	R\$ 165,265.99	R\$ 476,385.21	R\$ 843,037.28	R\$ 1,236,846.85	R\$ 1,519,590.73	R\$ 1,802,334.62	R\$ 2,085,078.50	R\$ 2,489,975.06	
	Percentual Acumulado (%)	6.64%	19.13%	33.86%	49.67%	61.03%	72.38%	83.74%	100.00%	

Tabela GOINFRA T-319 (Out/25) Tabela SICRO GO (Out/25)

Relatório Preliminar de Anteprojeto de OAE

9.3 Memorial de cálculo dos quantitativos

MEMORIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - PONTE RIBEIRÃO DOURADOS - ESTRADA VICINAL - PRÉ-MOLDADO

ESCAVAÇÃO E REATERRO

O volume de escavação é estimado a partir da dimensão do bloco, assim como a profundidade da escavação

Comprimento C:	3.20 m			
Largura L:	3.20 m			
Altura do Bloco/sapata H:	1.30 m			
Quant. Blocos/sapatas Q:	4.00			
Altura de Escavação A:	1.30 m			
Folga Mat. 1ª F1:	0.50 m			
Folga Mat. 3ª F2:				
Inclinação Mat. 1ª I1:	0.00			
Inclinação Mat. 3ª I2:	0.00			
Vol. Material 1ª Cat.:*	91.73 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Vol. Material 3ª Cat.:**		0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Escoramento (sim/não)	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Área de Escoramento ***	0.00	0.00	0.00	0.00

Quadro final de valores	
Volume de escavação 1ª Cat	91.73
Volume de escavação 3ª Cat	0.00
Volume de reaterro****	38.49
Escoramento Contínuo	0.00
Ensecadeira	0.00
Enchimento em Argila	0.00

* Vol 1ª = (((C+2*F1)*(L+2*F1)+((C+2*F1)*(L+2*F1)*((A-H)*I1*2))/2)*(A-H)*Q

** Vol 3ª = (C+2*F2)*((L+2*F2)*H

*** Escor = (2*(C+2*F1)+2*(L+2*F1))*A*Q

**** Vol reat = Vol escav - Vol Conc. Sapata

ESTACAS RAIZ DIÂMETRO 40cm

Bloco	B1	B2	B3	B4		
Quant.	7	7	7	7		
Comp. Solo	6.00	6.00	6.00	6.00		
Total Solo	42.00	42.00	42.00	42.00	0.00	0.00
Comp. Rocha	5.00	5.00	5.00	5.00		
Total Rocha	35.00	35.00	35.00	35.00	0.00	0.00

Peso Total de Aço CA-50: kg

Peso Total de Aço CA-60: kg

Consumo de Aço CA-50	17.00	kgxm	Total de Aço CA-50	5,236.00	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm	Total de Aço CA-60	0.00	kg

Quant. Estacas: un $\phi =$ m Comp. Arrasamento: m Vol. De Arrasamento: m³

Quadro final de valores		
28.00	Armadura CA50	5,236.00
24.00	Armadura CA60	0.00
168	Estaca Raiz Solo	168.00
20.00	Estaca Raiz Rocha	140.00
140.00	Arrasamento de Estacas	3.51

Blocos

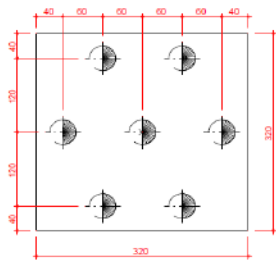
Comprimento da dimensão A: metros

Comprimento da dimensão B: metros

Comprimento da altura H: metros

Quantidade de blocos centrais: blocos

A=	3.20	metros
B=	3.20	metros
H=	1.30	metros
n=	4.00	blocos



DIÂMETRO EM TRECHO DE SOLO

DIÂMETRO EM TRECHO DE ROCHA

O volume de concreto dos blocos é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot H$

$V_c =$ m³/bloco Como há n blocos: $V_{c,f} =$ m³

O volume do concreto p/ regularização (lastro) é expresso por: $V_{c,r} = 0,05 \cdot A \cdot B$

$V_{c,r} =$ m³/bloco Como há n blocos: $V_{c,f} =$ m³

A área de formas dos blocos é expressa por: $A_f = 2 \cdot (A+B) \cdot H$

$A_f =$ m²/bloco Como há n blocos: $A_{f,f} =$ m²

Consumo de Aço CA-50	58.00	kgxm³	Total de Aço CA-50	3,087.92	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

Quadro final de valores	
Volume de concreto (bloco+la)	53.24
Volume de lastro	2.04
Área de formas	66.56
Armadura CA50	3,087.92
Armadura CA60	0.00

TRAVESSAS

TRAVESSAS CENTRAIS

Comprimento da dimensão Altura A= metros
Comprimento da dimensão Largura B= metros
Comprimento da dimensão Transversal C= metros
Quantidade de vigas travessas n= V.T.
Altura dos pilares H= metros

O volume de concreto total da Travessa é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot C \cdot n$

$V_c = 0.00 \text{ m}^3$

A área de forma total da Travessa é expresso por: $A_f = (2 \cdot A + B) \cdot C \cdot (2 \cdot A \cdot B)$

$V_c = 0 \text{ m}^3$

O volume de Escoramento total da Travessa é expresso por: $V_{esc} = (B + 2) \cdot (C + 2) \cdot H \cdot n$

$V_{esc} = 0.00 \text{ m}^3$

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	54.46
Área de formas	259.88
Armadura CA50	9,203.74
Armadura CA60	0.00
Escoramento de OAE	136.92

TRAVESSAS INICIAIS

Comprimento da dimensão Altura A= 1.20 metros
Comprimento da dimensão Largura B= 1.10 metros
Comprimento da dimensão Transversal C= 9.80 metros
Quantidade de vigas travessas n= 2 V.T.
Altura dos pilares H= 1.30 metros

O volume de concreto total da Travessa é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot C \cdot n$

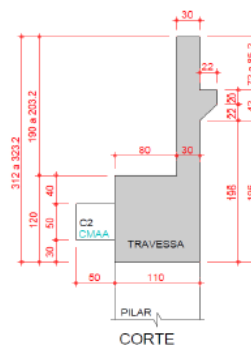
$V_c = 25.87 \text{ m}^3$

A área de forma total da Travessa é expresso por: $A_f = (2 \cdot A + B) \cdot C \cdot (2 \cdot A \cdot B)$

$V_c = 71.24 \text{ m}^3$

O volume de Escoramento total da Travessa é expresso por: $V_{esc} = (B + 2) \cdot (C + 2) \cdot H \cdot n$

$V_{esc} = 95.11 \text{ m}^3$



TRAVESSAS INICIAIS

Comprimento da dimensão A A= 0.79 metros
Comprimento da dimensão B B= 0.20 metros
Comprimento da dimensão C C= 0.22 metros
Comprimento da dimensão D D= 0.76 metros
Comprimento da dimensão E E= 0.31 metros
Comprimento da dimensão H H= 1.97 metros
Comprimento da espessura e1 e1= 0.22 metros
Comprimento da espessura e2 e2= 0.40 metros
Comprimento da dimensão Lc Lc= 9.80 metros

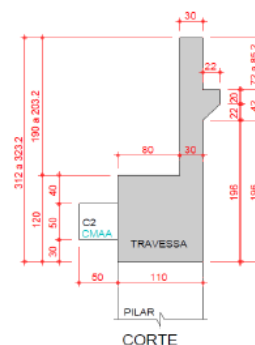
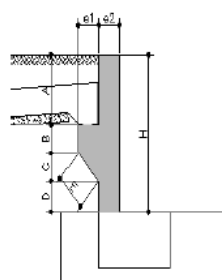
Quantidade de transversinas n= 2.00 und

O volume de concreto da cortina é expresso por: $V_c = (e_2 \cdot H + e_1 \cdot B + C \cdot e_1 / 2) \cdot L_c \cdot n$

$V_c = 16.74 \text{ m}^3$

A área de formas da travessa é expressa por: $A_f = (H + A + B + E + D + e_2 \cdot \text{esp.laje}) \cdot L_c \cdot n + (e_2 \cdot H + e_1 \cdot B + C \cdot e_1 / 2) \cdot 2 \cdot n$

$A_f = 90.05 \text{ m}^2$



ESTACAS RAIZ DIÂMETRO 40cm

Bloco	B1	B2	B3	B4		
Quant.	7	7	7	7		
Comp. Solo	6.00	6.00	6.00	6.00		
Total Solo	42.00	42.00	42.00	42.00	0.00	0.00
Comp. Rocha	5.00	5.00	5.00	5.00		
Total Rocha	35.00	35.00	35.00	35.00	0.00	0.00

Peso Total de Aço CA-50: kg
 Peso Total de Aço CA-60: kg

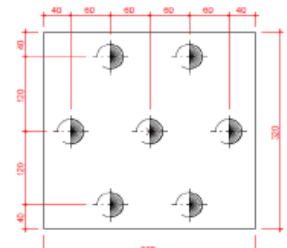
Consumo de Aço CA-50: 17.00 kgxm
 Consumo de Aço CA-60: 0.00 kgxm
 Total de Aço CA-50: 5,236.00 kg
 Total de Aço CA-60: 0.00 kg

Quant. Estacas: 28.00 un ϕ = 0.40 m Comp. Arrasamento: 1.00 m Vol. De Arrasamento: 3.51 m³

Quadro final de valores	
28.00	Armadura CA50 5,236.00
24.00	Armadura CA60 0.00
168	Estaca Raiz Solo 168.00
20.00	Estaca Raiz Rocha 140.00
140.00	Arrasamento de Estacas 3.51

Blocos

Comprimento da dimensão A: A= 3.20 metros
 Comprimento da dimensão B: B= 3.20 metros
 Comprimento da altura H: H= 1.30 metros
 Quantidade de blocos centrais: n= 4.00 blocos



DIÂMETRO EM TRECHO DE SOLO 

DIÂMETRO EM TRECHO DE ROCHA 

O volume de concreto dos blocos é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot H$
 $V_c =$ 13.31 m³/bloco Como há n blocos: $V_{c,f} =$ 53.24 m³

O volume do concreto p/ regularização (lastro) é expresso por: $V_{c,r} = 0,05 \cdot A \cdot B$
 $V_{c,r} =$ 0.51 m³/bloco Como há n blocos: $V_{c,f} =$ 2.04 m³

A área de formas dos blocos é expressa por: $A_f = 2 \cdot (A+B) \cdot H$
 $A_f =$ 16.64 m²/bloco Como há n blocos: $A_{f,f} =$ 66.56 m²

Consumo de Aço CA-50: 58.00 kgxm³
 Consumo de Aço CA-60: 0.00 kgxm³
 Total de Aço CA-50: 3,087.92 kg
 Total de Aço CA-60: 0.00 kg

Quadro final de valores	
	Volume de concreto (bloco): 53.24
	Volume de lastro 2.04
	Área de formas 66.56
	Armadura CA50 3,087.92
	Armadura CA60 0.00

TRAVESSAS

TRAVESSAS CENTRAIS

Comprimento da dimensão Altura A= metros
 Comprimento da dimensão Largura B= metros
 Comprimento da dimensão Transversal C= metros
 Quantidade de vigas travessas n= V.T.
 Altura dos pilares H= metros

O volume de concreto total da Travessa é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot C \cdot n$

$V_c =$ m^3

A área de forma total da Travessa é expresso por: $A_f = (2 \cdot A + B) \cdot C \cdot (2 \cdot A \cdot B)$

$V_c =$ m^3

O volume de Escoramento total da Travessa é expresso por: $V_{esc} = (B+2) \cdot (C+2) \cdot H \cdot n$

$V_{esc} =$ m^3

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	54.46
Área de formas	259.88
Armadura CA50	9,203.74
Armadura CA60	0.00
Escoramento de OAE	136.92

TRAVESSAS INICIAIS

Comprimento da dimensão Altura A= metros
 Comprimento da dimensão Largura B= metros
 Comprimento da dimensão Transversal C= metros
 Quantidade de vigas travessas n= V.T.
 Altura dos pilares H= metros

O volume de concreto total da Travessa é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot C \cdot n$

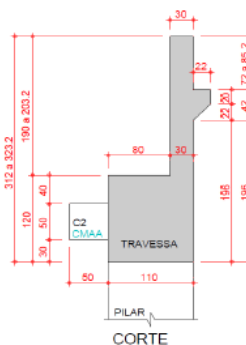
$V_c =$ m^3

A área de forma total da Travessa é expresso por: $A_f = (2 \cdot A + B) \cdot C \cdot (2 \cdot A \cdot B)$

$V_c =$ m^3

O volume de Escoramento total da Travessa é expresso por: $V_{esc} = (B+2) \cdot (C+2) \cdot H \cdot n$

$V_{esc} =$ m^3



CORTE

TRAVESSAS INICIAIS

Comprimento da dimensão A A= metros
 Comprimento da dimensão B B= metros
 Comprimento da dimensão C C= metros
 Comprimento da dimensão D D= metros
 Comprimento da dimensão E E= metros
 Comprimento da dimensão H H= metros
 Comprimento da espessura e1 e1= metros
 Comprimento da espessura e2 e2= metros
 Comprimento da dimensão Lc Lc= metros

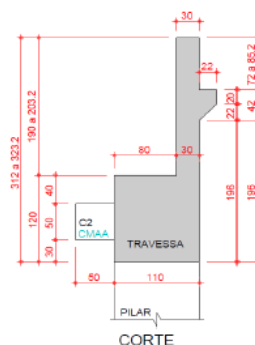
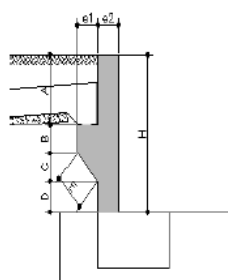
Quantidade de transversinas n= und

O volume de concreto da cortina é expresso por: $V_c = (e_2 \cdot H + e_1 \cdot B + C \cdot e_1 / 2) \cdot Lc \cdot n$

$V_c =$ m^3

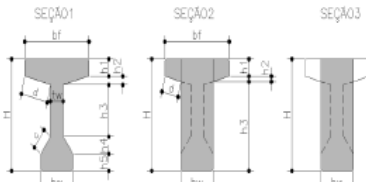
A área de formas da travessa é expressa por: $A_f = (H + A + B + E + D + e_2 \cdot \text{laje}) \cdot Lc \cdot n + (e_2 \cdot H + e_1 \cdot B + C \cdot e_1 / 2) \cdot 2 \cdot n$

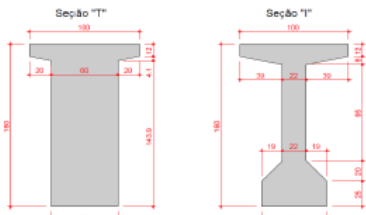
$A_f =$ m^2



CORTE

LONGARINAS PRÉ-MOLDADAS





Seção 1: Meio do Vão

Comprimento da dimensão H	H=	1.60	m
Comprimento da dimensão h1	h1=	0.12	m
Comprimento da dimensão h2	h2=	0.08	m
Comprimento da dimensão h3	h3=	0.95	m
Comprimento da dimensão h4	h4=	0.20	m
Comprimento da dimensão h5	h5=	0.25	m
Comprimento da dimensão bw	bw=	0.60	m
Comprimento da dimensão tw	tw=	0.22	m
Comprimento da dimensão bf	bf=	1.00	m
Comprimento da dimensão d	d=	0.40	m
Comprimento da dimensão c	c=	0.28	m

Perímetro útil: P1= 4.60 m

Área da S.T. A1= 0.61 m²

Comprimento da dist. L1 L1= 27.00 m

Número de longarinas por vão n= 5.00 unid.

Número de vãos v= 1.00 vãos

Número total de longarinas N= 5.00 unid.

O volume de concreto da longarina é dado por: $V_c = A1 \cdot L1 + A2 \cdot L2$

Vc1= 19.51 m³/long Como há n V.T.: Vc1,f= 97.6 m³

A área de forma da longarina é dada por: $A_f = P1 \cdot L1 + P2 \cdot L2$

Af1= 136.56 m²/long Como há n V.T.: Af1,f= 682.80 m²

Transporte de Peça pré moldada

Quant. Peças 5.00 peças

Berço das Vigas

Comp. Total 150.00

Esp. Pedra	0.30	m
Esp. Concreto	0.10	m
Esp. Forma	0.40	m

Consumo de Aço CA-50 169.00 kgxm³

Consumo de Aço CA-60 0.00 kgxm³

Consumo de Cordoalha Protensão 49.00 kgxm³

Total de Ancoragens por vigas 8.00 unid.

Total de Bainhas por vigas 77.60 m

Seção 2: Cabeças

Comprimento da dimensão H	H=	1.60	m
Comprimento da dimensão h1	h1=	0.12	m
Comprimento da dimensão h2	h2=	0.04	m
Comprimento da dimensão h3	h3=	1.44	m
Comprimento da dimensão h4	h4=	0.00	m
Comprimento da dimensão h5	h5=	0.00	m
Comprimento da dimensão bw	bw=	0.60	m
Comprimento da dimensão tw	tw=	0.00	m
Comprimento da dimensão bf	bf=	1.00	m
Comprimento da dimensão d	d=	0.20	m
Comprimento da dimensão c	c=	0.00	m

Perímetro útil: P2= 4.12 m

Área da S.T. A2= 1.016 m²

Comprimento da dist. L1 L2= 3.00 m

Peso da Long= 48.8 ton

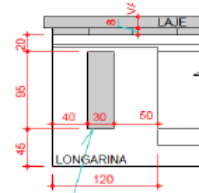
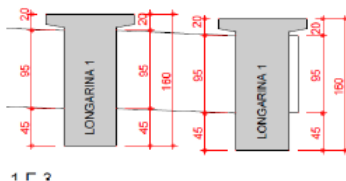
Volume de concreto:	97.55
Área de formas	718.80
Armadura CA50	16,485.95
Armadura CP190 RB	4,779.95
Ancoragens Ativa	40.00
Comprimento Bainhas	388.00
Quant. Peças (Até 50ton)	5.00
Transporte de Longarinas	1.00
Carga / Descarga Vigas (ton)	5.00
Pedra Argamassada	27.00
Concreto Magro	9.00

Total de Aço CA-50	16,485.95	kg
Total de Aço CA-60	0.00	kg
Total de cordoalha	4,779.95	kg
Total de Ancoragens Ativa	40.00	unid.
Total de Bainhas	388.00	m

TRANSVERSINAS

Transversinas sobre apoios

Altura da transversina	H=	0.95	m
Espessura da transversina	e=	0.30	m
Altura da laje	el=	0.240	m
Comprimento da Transversina:	C=	9.20	m
Distância entre longarinas (face a face)	l=	1.60	m
Largura bw	bw=	0.60	m
Quantidade de longarinas	q=	5.00	und
Perímetro útil:	P=	2.20	m
Área da S.T.	A=	0.29	m ²
Quantidade de transversinas	n=	2.00	und



O volume de concreto da transversina é $V_c = A \cdot (C - bw \cdot q)$

$$V_c = 1.77 \text{ m}^3/\text{long} \quad \text{Como há n transv.:} \quad V_{c,f} = 3.53 \text{ m}^3$$

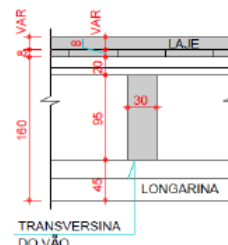
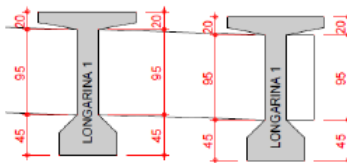
A área de forma da transversina é dada por: $A_f = P \cdot (C - bw \cdot q)$

$$A_{f1} = 13.64 \text{ m}^2/\text{long} \quad \text{Como há n V.T.:} \quad A_{f1,f} = 27.28 \text{ m}^2$$

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	5.84
Área de formas	45.10
Armadura CA50	846.80
Armadura CA60	0.00

Transversinas Internas

Altura da transversina	H=	0.95	m
Espessura da transversina	e=	0.30	m
Altura da laje	el=	0.240	m
Comprimento da Transversina:	C=	9.20	m
Distância entre longarinas (face a face)	l=	1.96	m
Largura bw	bw=	0.22	m
Quantidade de longarinas	q=	5.00	und
Perímetro útil:	P=	2.20	m
Área da S.T.	A=	0.29	m ²
Quantidade de transversinas	n=	1.00	und



O volume de concreto da transversina é $V_c = A \cdot (C - bw \cdot q)$

$$V_c = 2.31 \text{ m}^3/\text{long} \quad \text{Como há n transv.:} \quad V_{c,f} = 2.31 \text{ m}^3$$

A área de forma da transversina é dada por: $A_f = P \cdot (C - bw \cdot q)$

$$A_{f1} = 17.82 \text{ m}^2/\text{long} \quad \text{Como há n V.T.:} \quad A_{f1,f} = 17.82 \text{ m}^2$$

$$\text{Consumo de Aço CA-50} = 145.00 \text{ kgxm}^3$$

$$\text{Consumo de Aço CA-60} = 0.00 \text{ kgxm}^3$$

$$\text{Total de Aço CA-50} = 846.80 \text{ kg}$$

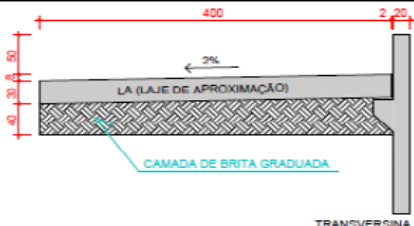
$$\text{Total de Aço CA-60} = 0.00 \text{ kg}$$

LAJE DE APROXIMAÇÃO

Comprimento da placa de aprox. A= 9.24 metros

Largura da placa de aprox. B= 4.00 metros

Espessura da placa de aprox. C= 0.30 metros



Quantidade de placa de aprox. n= 2.00 unid.

DETALHE 2

O volume de concreto das placas é expresso por: $V_c = A \cdot B \cdot C$

$V_c = 11.09 \text{ m}^3/\text{placa}$ Como há n placas: $V_{c,f} = 22.18 \text{ m}^3$

O volume de lastro para os blocos é expresso por: $V_c = D \cdot E \cdot F$

$V_c = 0.00 \text{ m}^3/\text{placa}$ Como há n placas: $V_{c,f} = 0.00 \text{ m}^3$

Área de formas das placas é expressa por: $A_f = 2 \cdot C \cdot (A + B)$

$A_f = 7.94 \text{ m}^2/\text{placa}$ Como há n placas: $A_{f,f} = 15.88 \text{ m}^2$

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	22.18
Volume de Concreto Ciclopico	0.00
Área de formas	15.88
Armadura CA50	2,351.08
Armadura CA60	0.00

Consumo de Aço CA-50 106.00 kgxm³

Consumo de Aço CA-60 0.00 kgxm³

Total de Aço CA-50 2,351.08 kg

Total de Aço CA-60 0.00 kg

PRÉ-LAJES

Pre-laje do tipo LP1

Comprimento da dimensão L L= 1.13 m

Comprimento da dimensão B B= 0.500 m

Comprimento da espessura e e= 0.08 m

Quantidade de p.l. do tipo LL1 n= 240 und

Quantidade total de pré lajes $\Sigma n = 240$ und

O volume de concreto da p.l. do tipo 1 é $V_c = B \cdot L \cdot e$

$V_c = 0.05 \text{ m}^3/\text{p.l.}$ Como há n p.l.: $V_{c,f} = 12.00 \text{ m}^3$

A área de forma da p.l. do tipo 1 é dada por: $A_f = L \cdot B + 2 \cdot (l + b) \cdot e$

$A_{f1} = 0.83 \text{ m}^2/\text{p.l.}$ Como há n p.l.: $A_{f1,f} = 199.20 \text{ m}^2$

Transporte de Peça pré moldada

Peso= 0.13 ton/peça DMT = 0.20 km DMT 6.00 tonxkm

Pre-laje do tipo LP2

Comprimento da dimensão L L= m

Comprimento da dimensão B B= m

Comprimento da espessura e e= m

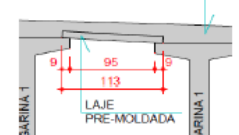
Quantidade de p.l. do tipo LL1 n= und

Consumo de Aço CA-50 307.00 kgxm³

Consumo de Aço CA-60 0.00 kgxm³

Total de Aço CA-50 3,684.00 kg

Total de Aço CA-60 0.00 kg



Quadro final de valores	
Volume de concreto (armado):	12.00
Área de formas	199.20
Armadura CA50	3,684.00
Armadura CA60	0.00
Quant. Peças (P>1ton)	240.00
Carga / Manobra das peças	30.00
Transporte de Pré moldados	6.00

LAJES

Comprimento da superestrutura	L=	30.00	m	L=		m
largura da superestrutura	B=	9.80	m	B=		m
Espessura média da laje	e=	0.220	m	e=		m
Altura do escoramento**	H=	2.85	m	C=		m
Altura da Longarina	D=	1.60	m	D=		m
Distância Long. Até bordo	H=	0.50	m	C=		m
Área de concreto da Pingadeira	A=	0.032	m ² /m			

Vol. de concreto das pré-laje	Vc,pl=	12.00	m ³	Vc,pl=		m ³
-------------------------------	--------	-------	----------------	--------	--	----------------

O volume de concreto da laje é: $Vc=L*B*e + 2*A*L$

Vc= m³/p.l.

A área de forma da laje é considerada todo o tabuleiro + as extremidades, sendo: $Af=L*(2*e+B)$

Af1= m²

Volume de escoramento é: $Vesc=(L+2)*(B+2)*H$ - Vol. esc meso - Vol. Esc. Lat

Tem Escoramento ? Vesc= m³

Volume de escoramento lateral é: $Vesc=(L+2)*(B+2)*H$

Vesc= m³

Consumo de Aço CA-50	118.00	kgxm ³	Total de Aço CA-50	6,442.80	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm ³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

Volume de concreto:	54.60
Área de formas	43.20
Armadura CA50	6,442.80
Armadura CA60	0.00
Escoramento OAE	410.40

DEFENSAS / GUARDA CORPO

	* Defesa	* Guarda Corpo	* Guarda Corpo Duplo			
Perímetro útil:	P=	1.76	m	P=	2.13	m
Área da S.T.	A=	0.23	m ²	A=	0.38	m ²
Comprimento da superestrutura + Trincheira	L=	38.00	m	L=		m
Quantidade de barreiras	n=	2.00	unid.	n=	1.00	unid.

* Quantitativos somente do guarda corpo

O volume de concreto das defensas é: $Vc=2*A*L$

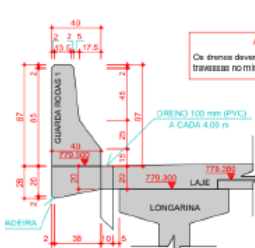
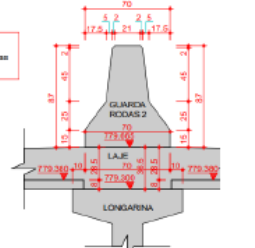
Vc= m³/p.l.

A área de formas das defensas é: $Af=2*P*L$

Af1= m²

Comprimento do guarda corpo L= m

Volume de concreto:	17.86
Área de formas	133.76
Armadura CA50	1,553.82
Armadura CA60	0.00
Guarda corpo (m)	0.00
Barreira Rígida New Jersey	76.00

ATENÇÃO
Os drenos deverão ser colocados distantes das travessias no mínimo 1 (um) metro.

Consumo de Aço CA-50	87.00	kgxm ³	Total de Aço CA-50	1,553.82	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm ³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

DRENOS

Espaçamento entre drenos	esp=	4.00	ud/m
Comprimento da superestrutura	L=	30.00	m
Quantidade de drenos em cada lado	Q=	8.00	ud
Quantidade de Linhas	A=	2.00	ud
Comprimento total de Drenos	Total=	16.00	m

Quadro final de valores	
Drenos	16.00
Limpeza de ponte	294.00
Tubo condutor Ø 7,5cm	60.00

JUNTAS DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação tem comprimento igual a largura da ponte, postas uma em cada extremidade da obra.

Largura da ponte	b=	9.80	m		m
Quantidade	n=	2.00	unid.		unid.

Quadro final de valores	
Juntas de dilatação	19.60
Labios Poliméricos	19.60

PROTEÇÃO DE TALUDE

Largura da superestrutura	B=	20.00	m
Comprimento do talude	L=	5.50	m
A área de proteção de talude é descrita por $At=B*L+L^2*n/2$			
Quantidade de taludes:	n=	2.00	ud
Área de proteção de talude	At=	315.03	m²
Taxa de armadura para proteção de talude:			
A taxa utilizada, para uma tela tipo Q159 (Ø4,5c/10), é de aproximadamente 2,50 kg/m²			
Armadura de aço CA60	P=		kg
Vol. De concreto (At x 0,10m)	Vol. Conc. =		m³
Espessura de Pedra Argamassada	e=	0.50	m
Vol. De Pedra Argamassada (At x 0,30m)	Vol. Conc. =	315.03	m³

Quadro final de valores	
Volume de concreto (DMPA):	0.00
Armadura CA60	0.00
Pedra Argamassada	315.03

9.4 Composições Unitárias de preço

Para os itens que porventura não possuam preços unitários presentes nas planilhas de custo da GOINFRA elaborou-se composições unitárias de preço, utilizando-se como referência as composições do sistema SICRO.

9.5 Especificações de Serviço

Seguem as especificações normas aplicadas para a execução das obras aqui projetadas:

- ✓ **GOINFRA ES-OAE-001/18**: Pontes e Viadutos Rodoviários;
- ✓ **DNIT 092/2006-ES** - Juntas de dilatação - Especificação de serviço;
- ✓ **DNIT 104/2009-ES** - Terraplenagem - Serviços preliminares - Especificação de serviço;
- ✓ **DNIT 116/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários – Serviços Preliminares - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 117/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 118/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 119/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 120/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Fôrmas - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 121/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Fundações Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 122/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 123/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto protendido - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 124/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos - Especificação de serviço

10 BOLETINS DE SONDAGENS

Os estudos dos dois furos de sondagem foram elaborados pela empresa MASTERSOLO, seguindo os locais predeterminados pela projetista SATUS Projetos Estruturais de acordo com o posicionamento da obra de arte e seus encontros, respeitando a quantidade de dois furos para obras de até 100,0 de comprimento conforme apontado na Instrução de Projeto – IP20 da GOINFRA.

Os dados da obra são:

- Obra: Ponte sobre o Rio Dourados, município de Hidrolândia.
- Local: Estrada Vicinal Santa Maria, zona rural Hidrolândia.
- Relatórios: SM-01 e SM-02.

As sondagens desta obra em questão foram realizadas de acordo com as indicações prescritas na norma NBR 6484:2020, bem como os procedimentos estabelecidos para o desenvolvimento em rocha.

Em recomendação normativa o desenvolvimento em rocha deverá prosseguir no mínimo 5,0 m de profundidade com recuperação nos últimos 3,0 m acima de 90%, e durante a execução das duas sondagens realizadas verificou que a profundidade alcançada chegou à 12,03 m para o furo SM-01 e 13,12 para o furo SM-02, sendo que, os últimos 6,0 metros foram desenvolvidos em rocha (basalto) não atingindo a recuperação sugerida nos últimos 3,0 m acima de 90% para trechos rochosos. Porém, afirma-se que a resistência do solo é alta ao ponto de absorver aos esforços obtidos nos cálculos estruturais, garantindo a segurança e qualidade necessárias para o projeto em questão.

Os critérios utilizados no projeto de fundações para as estacas do tipo raiz são baseados em análises rigorosas obtidas nas capacidades geotécnicas vindas das sondagens.

Mesmo sabendo da indicação do grau de recuperação na instrução de projeto IP-20 da GOINFRA, a profundidade utilizada em projeto foi suficiente para garantir de forma adequada as características mecânicas como resistência a compressão e/ou outros relevantes, permitindo a correta aplicação dos parâmetros nos cálculos estruturais.

A decisão de parar as sondagens antes de atingir os índices recomendados se deu com base em uma avaliação criteriosa dos dados já obtidos e na confirmação de que esses dados eram suficientes para o correto dimensionamento das estacas. Desta forma, não se justifica o prosseguimento da perfuração além do ponto em que está apontado nos laudos abaixo, já que garantem segurança e estabilidade à fundação projetada.

Abaixo está o relatório de sondagem emitido pela empresa MASTERSOLO e que irá como arquivo anexo "Sondagem Relatório -QUEIROZ ALMEIDA".

SONDAGENS MISTAS (PERCUSSIVA EM SOLO E ROTATIVA EM ROCHA)

RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA SOBRE O RIO DOURADOS

Obra: Ponte sobre o Rio Dourados, Estrada Vicinal Santa Maria;

Coordenadas: (17°3'25.90"S, 49°21'38"W).

Goiânia, 09 de dezembro de 2025.

RELATÓRIO TÉCNICO: INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

SONDAGEM MISTA

Responsável Técnico:
Eng. Rodrigo Antunes da Rocha (Crea – 11.373-D/GO)

À QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA

OBRA: PONTE SOBRE O RIO DOURADOS.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. METODOLOGIA UTILIZADA	4
3. SERVIÇOS EXECUTADOS	5
4. NIVELAMENTO ALTIMÉTRICO	5
5. CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DAS AMOSTRAS	5
6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	6
7. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DAS INFORMAÇÕES	7

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

1. INTRODUÇÃO

Prezados
Senhores,

Atendendo ao solicitado por V.Sas, apresentamos no presente relatório, os resultados das **sondagens mista** realizadas na obra: Ponte Sobre O Rio Dourados, Estrada Santa Maria, 17° 3'25.90"S 49°21'0.38"W - Zona Rural - Hidrolândia - GO.

O relatório com resultados é apresentado em forma de seções geológicas geotécnicas, indicando as características dos solos perfurados e as posições dos níveis de água encontrados nos **02 furos de sondagem mista**.

A realização das sondagens baseia-se na seguinte norma técnica:

- **ABNT NBR 6502/1995** – “Rochas e solos - Terminologia”.
- **ABNT NBR 6484/2020**: “Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos”.
- **ABNT NBR 7250/1982**: “Identificação e descrição de amostras de solo obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos”.

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

2. METODOLOGIA UTILIZADA

Para a sondagem rotativa mista, o método investigativo é feito com um tubo, denominado barrilete, dotado de peça cortante feita com material de alta dureza (coroa) em sua ponta, que perfura o solo por meio do movimento de rotação. O barrilete tem sempre uma camisa livre em seu interior para proteger o testemunho do terreno. Para rochas brandas utiliza-se coroa de wídia. Para rochas de média e alta dureza emprega-se coroa de diamante.

Foi usada sonda hidráulica MACH 920, com revestimentos acopladas a sondas percussivas, barriletes duplos giratórios e coroas diamantadas para avanço em pedregulhos/matacões de rocha e rocha sã.

As amostras (testemunhos), obtidos durante a perfuração foram acondicionados em caixas de madeira aplainada feitas criteriosamente de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados na ordem em que aparecem durante a perfuração.

Feito isto, são realizadas análises para indicação do tipo de rocha, grau de alteração, consistência, fraturamento, porcentagem de recuperação, além do índice de qualidade da mesma.

Para a sondagem o processo de perfuração foi iniciado com a limpeza do furo com a sondagem a trado (ST), em seguida inicia a percussão, os índices de penetração são obtidos pela cravação do amostrador padrão através de quedas sucessivas do martelo padronizado com massa de ferro de 65 Kg da altura de 0,75 m, até se atingir a penetração de 0,45 m, anotando-se o número de golpes necessários à cravação de cada 0,15 m do referido amostrador padrão, ou conforme orientação da Norma Brasileira NBR – 6484/2020. Os resultados são apresentados em gráficos e numericamente e consistem na soma do número de golpes necessários para cravação dos 0,30m finais.

Após cada rotina de cravação do amostrador, do mesmo é retirada e obtida uma amostra amolgada do solo que é classificada segundo sua gênese, consistência ou compacidade, cores predominantes e etc.

Foram realizadas determinações do nível d'água freático conforme o método de ensaio da Norma Brasileira NBR – 6484/2020. Os resultados dessas determinações estão apresentados nos perfis de sondagem em anexo.

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

3. NIVELAMENTO ALTIMÉTRICO

As coordenadas dos pontos de sondagem foram fornecidas pelo cliente, provenientes do levantamento planialtimétrico previamente realizado, as quais estão apresentadas nos respectivos perfis de cada ponto

4. CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DAS AMOSTRAS

A amostragem dos solos é normalmente utilizada para a determinação das características do material e suas propriedades de engenharia em laboratório. Após a devida identificação das amostras por meio de registros sequenciais foram realizadas as análises tátil-visuais. O solo foi classificado quanto a sua fração granulométrica predominante (areia, silte ou argila), compactidade e/ou consistência e cor.

Os testemunhos de rochas foram avaliados de acordo com o grau de atração, recuperação e *Rock Quality Designation* (RQD).

5. SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados **02 furos** de **sondagem mista**, com profundidades abaixo relacionadas:

SONDAGEM MISTA:	PROFUNDIDADE (m):
SM 01	12,03
SM 02	13,12

Através do ensaio de resistência à penetração, os valores dos índices de resistência a penetração obtidos dão uma indicação quanto à consistência (solos argilosos) ou estado de compactidade (solos arenosos) das camadas do solo investigadas.

TABELA DE SONDAGEM PARA CLASSIFICAÇÃO – SOLO			
AREIAS E SILTES ARENOSOS		ARGILAS E SILTES ARGILOSOS	
Nº de Golpes	Compactidade	Nº de Golpes	Consistência
≤ 4	Fofa	≤ 2	Muito Mole
5 a 8	Pouco Compacta	3 a 5	Mole
9 a 18	Medianamente Compacta	6 a 10	Média
19 a 40	Compacta	11 a 19	Rija
>40	Muito Compacta	20 a 30	Muito rija
		>30	Dura

A **EMPRESA** se coloca ao inteiro dispor de V.Sas para quaisquer esclarecimentos adicionais relativos ao presente trabalho.

Sendo o que nos apresenta para o momento, firmamo-nos.

Atenciosamente.

Eng. Rodrigo Antunes da Rocha (Crea – 11.373-D/GO)

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A análise geotécnica do solo e do maciço rochoso revelou, nos perfis investigados, características adequadas à avaliação e definição de soluções de fundação para a ponte em estudo. No ponto SM-01, registraram-se 6,03 m de solo predominantemente arenoso, com compactidade variando de pouco a muito compacta, sobrepostos a 6,00 m de rocha micaxisto. O maciço apresentou RQD classificado como R5 (muito pobre), porém com evolução favorável dos parâmetros estruturais: grau de alteração variando de A3 (muito alterada) para A2 (medianamente alterada), fraturamento reduzindo de F5 (fragmentado) para F3 (muito fraturada) e coerência aumentando de C4 (friável) para C2 (coerente). Essa progressão indica uma nítida melhora da integridade do maciço em profundidade, com trechos inferiores estruturados de forma mais coerente e mecanicamente mais confiável.

No ponto SM-02, identificaram-se 7,12 m de solo arenoso e silto, seguidos por 6,00 m de rocha micaxisto, demonstrando espessura rochosa equivalente à do SM-01. O maciço apresentou comportamento semelhante, com RQD classificado como R5 (muito pobre), enquanto os demais parâmetros evoluíram de A3 (muito alterada) a A2 (medianamente alterada), fraturamento de F5-F4 para F3 e coerência de C4 para C2. Assim como no SM-01, as últimas manobras revelam rocha mais íntegra, menos alterada e com coerência satisfatória, refletindo um maciço mais competente para fins de fundação.

De forma geral, as duas sondagens indicam a presença de solos arenosos espessos e bem drenantes, sobre um maciço micaxistoso intensamente intemperizado no topo, mas com melhora progressiva em profundidade. As porções inferiores dos perfis, classificadas como A2-F3-C2, demonstram condições geotécnicas favoráveis para o embutimento de fundações profundas, que poderão mobilizar resistência de forma mais eficiente e segura.

Conclui-se que as condições geotécnicas são favoráveis à implantação do projeto da ponte, desde que as soluções de fundação considerem a necessidade de atravessar integralmente o perfil de solo e a zona mais fraca da rocha, adotando fundações profundas (como estacas escavadas, estacas raiz, estacas hélice contínua ou tubulões) com embutimento em trechos de rocha medianamente alterada, com fraturamento moderado e coerência adequada (A2-F3-C2). O dimensionamento deverá prever comprimento suficiente para garantir adequada capacidade de suporte e controle de recalques, podendo ser refinado com base em provas de carga ou investigações complementares, assegurando assim o desempenho estrutural e a durabilidade da ponte.

7. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DAS INFORMAÇÕES

O Engenheiro Rodrigo Antunes da Rocha, CREA 11.373-D/GO, responsável pela elaboração do relatório Geotécnico e do Laudo de Sondagem Geotécnica do projeto de viaduto, localizado na Estrada Santa Maria, município de Hidrolândia- GO, nas coordenadas: (17° 3'25.90"S 49°21'0.38"W), declara que fez os devidos estudos e pesquisas relativos ao projeto em questão e assume a total responsabilidade pelos mesmos.

RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA (SM)

		Tipologia do Estudo:		Nº FURO: SM-01		INÍCIO: 01/12/2025		FOLHA 1/1				
		Km:		LOTE:		TÉRMINO: 03/12/2025						
CONTRATANTE: QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA						COORDENADAS UTM		FUSO: 22 K				
OBRA: PONTE SOBRE O RIO DOURADO						E: 675567						
LOCAL: ESTRADA SANTA MARIA, 17° 3'25.90"S 48°21'0.38"W - ZONA RURAL - HIDROLÂNDIA - GO				COTA(m):		POSIÇÃO:		DESLOCAMENTO:		Datum: SIRGAS2000		
Φ DO REVESTIMENTO: NW - BARRILETE: Φ EXT.: 81,1 mm - Φ INT.: 76,4 mm						EIXO		0,00				
COTA (m)	REVESTIMENTO ESTRATIFICADO	PROFUNDIDADE (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO "N"	MANOBRAS (m)	PERCENTUAL DE RECUPERAÇÃO	ALTERAÇÃO FRATURAMENTO COERÊNCIA	Esc 1:1	AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK	REVESTIMENTO MÉTODO DE PERCUSSÃO	NÍVEL D'ÁGUA (m)
			1º e 2º	2º e 3º	PENETRAÇÃO (GOLPES 30 cm)							
0,00												
		1,00	Areia fina cinza									TC
		2,00	8	9								SP+TH
		3,00	10	10								SP+TH
		4,00	7	8								SP+TH
		5,00	8	9								SP+CA
		6,00	15	42								CA
		6,03	30/02									CA
		7,53			1,50	12%	R5	A3	F5	C4		CA
		9,03			1,50	15%	R5	A3	F4	C3		CA
		10,53			1,50	21%	R5	A3	F4	C3		CA
		12,03			1,50	45%	R5	A2	F3	C2		CA
										</		

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
		FOLHA: 1	
CONTRATANTE: QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA		DATA: 01/12/25	
OBRA: PONTE SOBRE O RIO DOURADOS		FURO	
LOCAL: ESTRADA SANTA MARIA, 17° 3' 25.90"S 49° 21' 0.38"W - ZONA RURAL - HIDROLÂNDIA - GO		SM-01	
		Estaca/KM:	

	
Foto 01 - Vista do local da sondagem	Foto 02 - Vista da execução da sondagem
	
Foto 03 - Vista do local da sondagem	Foto 04 - Vista da execução da sondagem

[illegible]

		FOLHA: 1
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO		DATA: 03/12/25
CONTRATANTE: QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA		FURO
OBRA: PONTE SOBRE O RIO DOURADOS		SM-02
LOCAL: ESTRADA SANTA MARIA, 17° 3'25.90"S 49°21'0.38"W - ZONA RURAL - HIDROLÂNDIA - GO		Estaca/KM:
		
Foto 01 - Vista do local da sondagem		Foto 02 - Vista da execução da sondagem
		
Foto 03 - Vista do local da sondagem		Foto 04 - Vista da execução da sondagem

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM



Rodrigo Antunes da Rocha
RUA DE ABRIL, 100 - JARDIM
GUARAPUAVA - PARANÁ - 83050-000

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

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA SONDAGEM



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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250376756

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a) RODRIGO ANTUNES DA ROCHA Título profissional: Engenheiro Civil , Empresa contratada: MASTERSOLO SONDAGENS E OBRAS LTDA - Registro CREA-GO: 38931		RNP: 1003584845 Registro: 11373/D-GO
2. Dados do Contrato Contratante: QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA Avenida Deputado Jamel Cecílio, Nº S/N Quadra: 09 Lote: 02 Complemento: E-Mail: Contrato: 0 Celebrado em: 09/12/2025 Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável		
Bairro: Jardim Goiás Cidade: Goiânia-GO CEP/CNPJ: 21.729.048/0001-05 CEP: 74810-100 Fone: (62)21.729.048/0001 Valor Obra/Serviço R\$: 17.100,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado		
3. Dados da Obra/Serviço Estrada SANTA MARIA, 17° 3'25.90, Nº S/N Quadra: 0 Lote: 0 Complemento: Data de Início: 09/12/2025 Previsão término: 09/12/2025 Finalidade: Outro Proprietário(a): QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA E-Mail: Bairro: ZONA RURAL Cidade: HIDROLÂNDIA-GO CEP: 75340-000 Coordenadas Geográficas: -17,057194,-49,2435998 CPF/CNPJ: 21.729.048/0001-05 Fone: (62) 21.729.048 Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Privado		
4. Atividade Técnica ATUACAO EXECUCAO SONDAGEM Quantidade 2,00 Unidade UNIDADES O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO. Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART		
5. Observações ART REFERENTE À EXECUÇÃO DE 02 FUROS DE SONDAGEM MISTA (SM) NA ESTRADA SANTA MARIA, 17° 3'25.90"S 49°21'0.38"W - ZONA RURAL - HIDROLÂNDIA - GO		
6. Declarações Acessibilidade: Não. Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.		
7. Entidade de Classe NENHUMA		9. Informações - A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br . - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. - Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.  www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200 
8. Assinaturas Declaro serem verdadeiras as informações acima Local _____ de _____ de _____ Data _____ RODRIGO ANTUNES DA ROCHA:91063469104 Assinado de forma digital por RODRIGO ANTUNES DA ROCHA:91063469104 Dados: 2025.12.12 09:37:00 -03'00' RODRIGO ANTUNES DA ROCHA - CPF: 910.634.691-04 QUEIROZ ALMEIDA ENGENHARIA LTDA - CPF/CNPJ: 21.729.048/0001-05		
Valor da ART: 271,47 Registrada em: 12/12/2025 Valor Pago: R\$ 271,47 Nosso Numero: 28320690125369767 Situação: Registrada/OK Não possui Livro de Ordem Não Possui CAT/CAO		

Relatório Preliminar de Anteprojeto de OAE

11 ART - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Abaixo está a imagem da ART referente a elaboração do anteprojeto estrutural e planilha orçamentária da OAE para esta obra em questão:

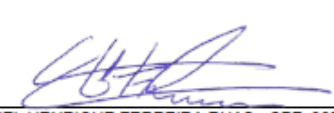


Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250385584

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a)	
GABRIEL HENRIQUE FERREIRA RUAS	RNP: 1000116913
Título profissional: Engenheiro Civil ,	Registro: 12990/D-GO
Empresa contratada: L A PROJETOS ESTRUTURAIS LTDA - Registro CREA-GO: 38204	
2. Dados do Contrato	
Contratante: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA	CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06
Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara	CEP: 74775-013
Cidade: Goiânia-GO	Fone: (62)3262-4000
Valor Obra/Serviço R\$: 10.000,00	Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
3. Dados da Obra/Serviço	
Estrada Estrada Santa Maria, Nº -	Bairro: Vários CEP: 75340-000
Cidade: Hidrolândia-GO	Coordenadas Geográficas: -17.057271,-49.350274
Finalidade: Infra-estrutura	CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06
Proprietário(a): AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA	Fone: (62) 3262-4000
E-Mail:	Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público
4. Atividade Técnica	
ATUACAO	Quantidade Unidade
ANTE-PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	1,00 UNIDADES
ANTE-PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	1,00 UNIDADES
ANTE-PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	1,00 UNIDADES
ORCAMENTO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	1,00 UNIDADES
O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO. Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART	
5. Observações	
Elaboração de anteprojeto estrutural e de fundação, e também planilha orçamentária de uma obra de arte especial na Estrada Vicinal Santa Maria, Município de Hidrolândia - GO. A obra de arte tem a largura de 9,80 e comprimento de 30,0 m.	
6. Declarações	
Acessibilidade: Não. Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.	
7. Entidade de Classe	9. Informações
NENHUMA	- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
8. Assinaturas	- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br .
Declaro serem verdadeiras as informações acima	- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
Local _____ de _____ de _____	- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.
Local _____ Data _____	
	www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
GABRIEL HENRIQUE FERREIRA RUAS - CPF: 980.762.051-15	Tel: (62) 3221-6200
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06	
Valor da ART: 103,03	Registrada em: 17/12/2025
Valor Pago R\$: 103,03	Nosso Numero: 28320890125376114
Situação: Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem
Não Possui CAT/CAO	

Relatório Preliminar de Anteprojeto de OAE

12 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O Engº Gabriel Henrique Ferreira Ruas, CREA 12990/D-GO, responsável pela elaboração deste relatório de anteprojeto estrutural, declara que fez os devidos estudos e pesquisas relativas ao projeto em questão e assume total responsabilidade pelas informações deste documento.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "G. H. F. Ruas", positioned above a horizontal line.

Gabriel Henrique Ferreira Ruas

Engenheiro Civil - CREA 12990/D-GO

13 TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório, parte integrante do objeto do Contrato de Elaboração de Anteprojeto de Engenharia para construção de Obra de Arte Especial na Estrada Vicinal Santa Maria sobre o Rio Dourados, encerra através deste termo, possuindo 74 (setenta e quatro) páginas, incluindo essa.

Goiânia, 29 de janeiro de 2026