



Agência
Goiana de
Infraestrutura
e Transportes



ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

**ANTEPROJETO DE ENGENHARIA
PARA PAVIMENTAÇÃO**

Rodovia: GO-220

Trecho: Entr. GO-341 / Entr. GO-516 (Perolândia)

Extensão: 45,20 km

SRE: 220EGO0110

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

MARÇO / 2025



ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

**ANTEPROJETO DE ENGENHARIA
PARA PAVIMENTAÇÃO**

Rodovia: GO-220

Trecho: Entr. GO-341 / Entr. GO-516 (Perolândia)

Extensão: 45,20 km

SRE: 220EGO0110

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Elaboração:  **Latitude**
ENGENHARIA E TECNOLOGIA, LTDA

CONTRATO:
FUNDEINFRA – FUNDO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA

MARÇO / 2025

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	 1.0
2	ESTUDOS	 2.0
2.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	2.1
2.2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	2.2
2.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS	2.3
2.4	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	2.4
2.5	ESTUDOS DE TRÁFEGO	2.5
2.6	ESTUDOS AMBIENTAIS – DIAGNÓSTICO PRÉVIO AMBIENTAL (DAP)	2.6
3	PROJETOS	 3.0
3.1	PROJETO GEOMÉTRICO	3.1
3.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	3.2
3.3	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	3.3
3.4	PROJETO DE DRENAGEM E DE OBRAS DE ARTE CORRENTE	3.4
3.5	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	3.5
3.6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	3.6
3.7	PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	3.7
3.8	PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	3.8
4	QUANTITATIVOS	 4.0
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICÁVEIS	 5.0

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

A empresa **LATITUDE Engenharia e Tecnologia Ltda.** apresenta o Volume 1 - Relatório, do **Ante-projeto de Engenharia para Pavimentação Asfáltica** do trecho:

Rodovia:	GO-220
Trecho:	Entr. GO-516 (Perolândia) / Entr. GO-341
Extensão total:	45,20 km
SRE:	220EGO0110

O Sistema Rodoviário Estadual da GO-220, neste segmento está detalhado conforme tabela a seguir.

GO	S.R.E	Início	Fim	Km_inicial	Km_Final	Extensão	Situação	Jurisdição	Classe
GO-220	220EGO0110	Entr. GO-516 Fim perímetro urbano(Perolândia)	Entr. GO-341(A)	121,82	167,53	45,71	LEN	Estadual	Transversais

A GO-220 no trecho em projeto, possui características 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. O tráfego observado é condizente com o agronegócio da região, com estimativa diária para 2025 de 104 veículos comerciais de carga nos dois sentidos somados, com um total de 341 veículos mistos, refletindo o grau de desenvolvimento e necessidade de melhorias.

O segmento em projeto da GO-220, é uma rodovia transversal, posicionado a sudoeste da capital do estado, interligando as rodovias GO-341 a GO-516, beneficiando diretamente três municípios relevantes para a região, Mineiros e Portelândia a oeste, e Perolândia a leste. O tráfego terá características locais, fornecendo acesso às propriedades rurais, tendo potencialidade de também funcionar, em menor escala, como via coletora, oferecendo uma rota para o tráfego da BR-364, ao encurtar a distância com a região norte, sentido Caiapônia, pela BR-158. Atravessando áreas de lavouras, a pavimentação permitirá um ganho logístico para os empresários, encurtando distâncias, diminuindo as dificuldades no transporte de insumos e do escoamento da produção.

O Anteprojeto é composto pelos seguintes documentos:

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

VOLUME 2 - ANTEPROJETOS: Tem por objetivo apresentar as plantas e detalhes necessários à perfeita compreensão dos serviços a executar e uma estimativa das áreas a desapropriar.

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

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

VOLUME 4 – ORÇAMENTO: Onde são apresentados o orçamento e o cronograma físico.

1.2 COMPOSIÇÃO DO VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

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

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

1.2.1. Estudos

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

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

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

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

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

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

Estudo Ambiental: Objetiva mapear, classificar e analisar os recursos naturais, áreas vulneráveis e áreas de interesse específico direta ou indiretamente afetadas pela obra/empreendimento de modo a prever os estudos, relatórios e projetos que serão exigidos no licenciamento ambiental.

1.2.2. Anteprojetos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Anteprojeto de Obras de Arte Especiais: Especifica localização e metodologia para bueiros celulares e pontes.

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

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

1.2.3. Quantitativos

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

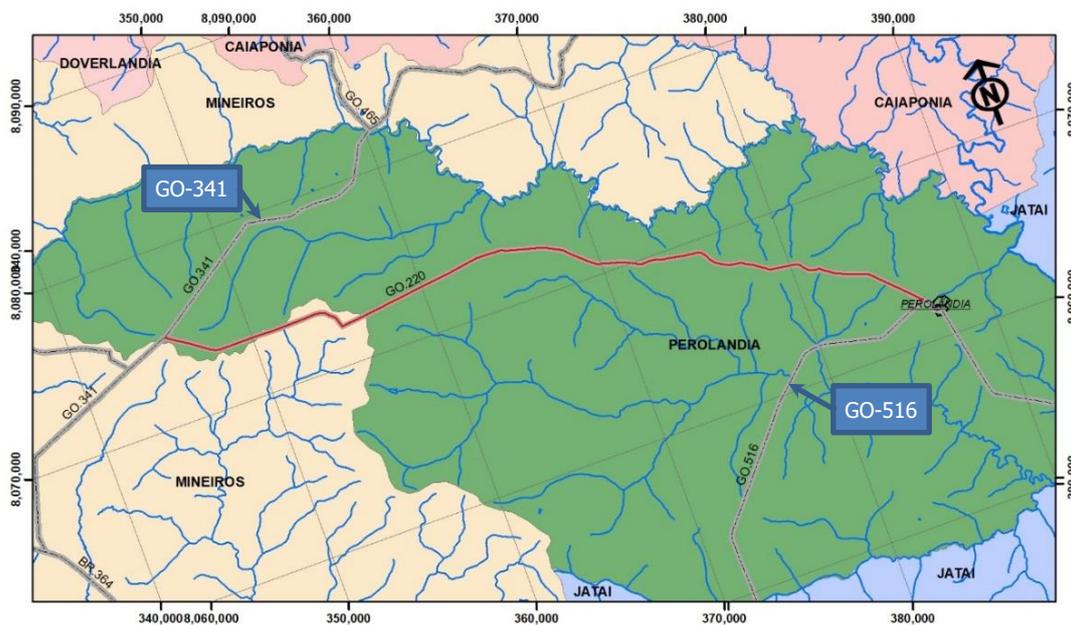
1.2.4. Especificações dos Serviços

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

1.3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO

O projeto desenvolve-se na região sudoeste do Estado de Goiás, conectando as rodovias GO-341 a GO-516, com extensão de 45,20 Km:

MAPA DE LOCALIZAÇÃO E DIVISÃO MUNICIPAL



6-2 - PROJETO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO GO-220, ENTR. GO-516 FIM PER. URB. (PEROLÂNDIA) - ENTR. GO-341 - 45,71 KM

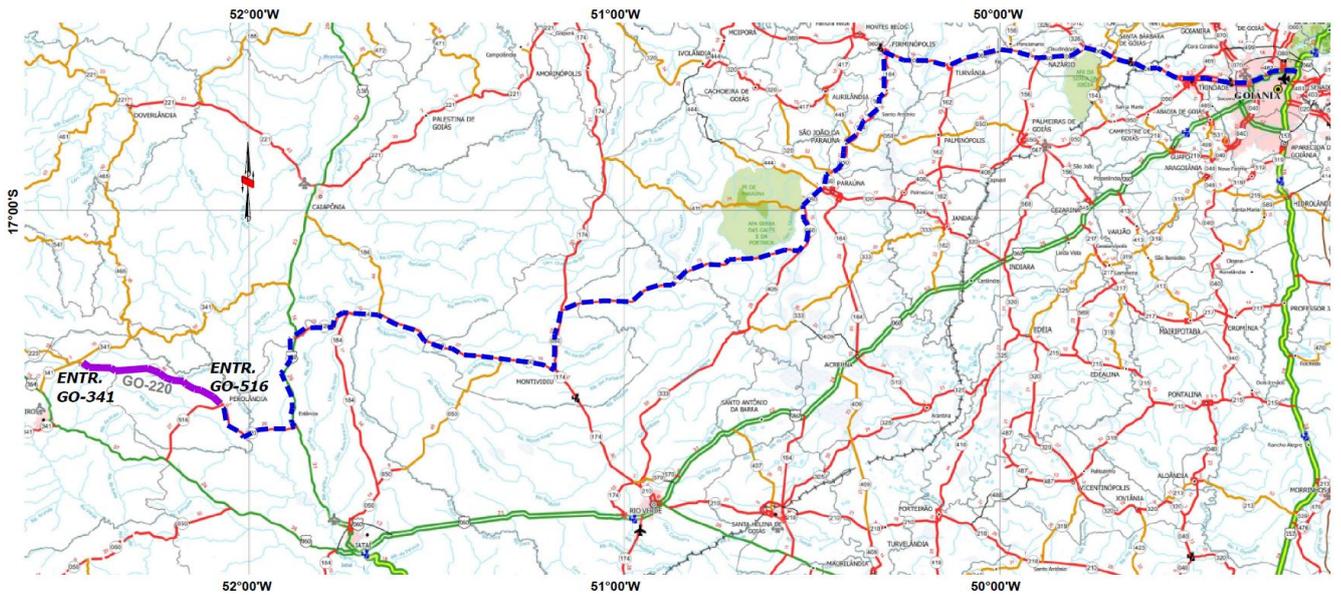
Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG-GO)

Legenda:
— DRENAGEM
□ CIDADE
● MUNICÍPIO
— DIRETRIZ

0 2,5 5 10
Kilometers

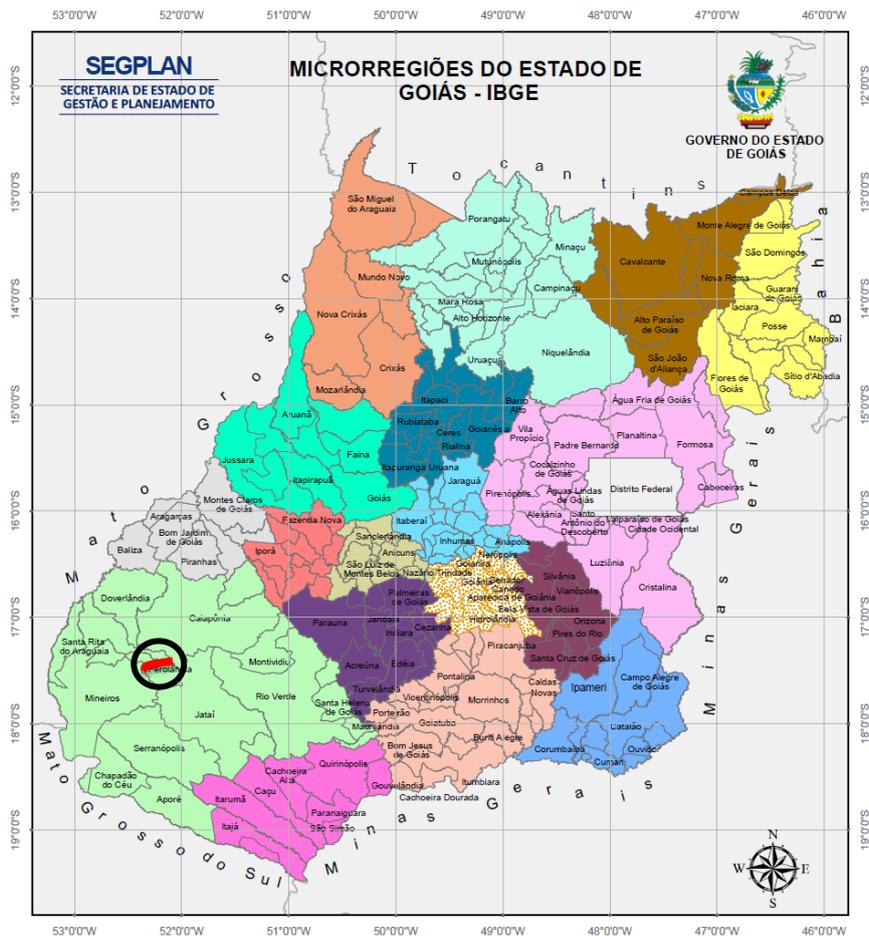
1:250,000
Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
Projection: Transverse Mercator
Datum: SIRGAS 2000
False Easting: 500.000,0000
False Northing: 10.000.000,0000
Central Meridian: -51,0000 Scale Factor: 0,9996
Latitude Of Origin: 0,0000 Units: Meter

Distância à capital Goiânia-GO



RODOVIA: GO-220
TRECHO: PEROLÂNDIA / ENTR. GO-341
EXTENSÃO: 45,20 KM
SRE: 220EG00110

DISTÂNCIA GOIÂNIA
GOINFRA/ENTR. BR-158
432 Km, 5 h e 48 min.



Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG-GO)

1.5 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS OPERACIONAIS

No quadro abaixo estão as características técnicas da diretriz projetada.

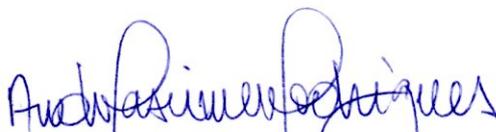
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS DO PROJETO						
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS						
CLASSE	III					
REGIÃO	PLANO / LEVE ONDULADO					
VELOCIDADE DIRETRIZ	80 Km/h					
DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE PARADA	130 m					
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM	540 m					
NÚMERO DE EQUIVALÊNCIA "N" PARA 10 ANOS	2,21x10 ⁶					
CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL						
LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM (6,70/6,70)	13,40					
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO (3,50 / 3,50)	7,00					
LARGURA DO ACOSTAMENTO	2,00					
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO (40,00 / 40,00)	80,00					
ABAUAMANTO DA PLATAFORMA	3,00%					
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H)	1/1					
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H)	1/1,5					
CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA						
1 - PLANIMETRIA	%	QUANT.	UNID.			
1.01 - DESENVOLVIMENTO TOTAL		45.196,40	m			
1.02 - DESENVOLVIMENTO EM CURVA	26,09%	11.790,14	m			
1.03 - DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE	73,91%	33.406,26	m			
1.04 - NÚMERO DE PONTOS DE INTERSEÇÃO		20	un			
1.04.1 - NÚMERO DE PI's SECOS		0	un			
1.04.2 - NÚMERO DE CURVAS		20	un			
1.05 - RAIOS MÍNIMO		700,00	m			
1.06 - TANGENTE MÁXIMA		5.601,65	m			
1.07 - FREQUÊNCIA DO RAIOS MÍNIMO		2,00	un			
1.08 - NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m		0,00	un			
1.09 - TAXA MÁXIMA DE SUPERELEVÇÃO		4,50%	%			
		11.790,14	11.790,14	26,09%		
CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PERFIL						
2 - ALTIMETRIA		QUANT.	UNID.			
2.1 - INTERVALO SUPERIOR DE RAMPA		0.1 1.0	%			
2.2 - COMPRIMENTO SOB RAMPAS DO INT. SUPERIOR		14240,00	m			
2.3 - % DE TRAÇADO NO INTERVALO SUP. DE RAMPA		31,51	%			
2.4 - CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS VERTICAIS		Kmin Côncavo	Kmin Côncavo			
2.4.1 - Kmin		39,28	-9710,87			
2.5 - CARACTERÍSTICAS		EXTENSÃO	%			
2.5.1 - EXTENSÃO TOTAL		45.196,40	0,00			
2.5.2 - EXTENSÃO EM NÍVEL (-0,5% A +0,5%)		12.090,00	26,75			
2.5.3 - EXTENSÃO EM CURVA (PARÁBOLA)		23.820,00	52,70			
2.5.4 - EXTENSÃO EM RAMPA		21.376,40	47,30			
		Rampa	Comprimento			
2.5.5 - DECLIVIDADE MÁXIMA ASCENDENTE =		5,792%	10,00			
2.5.6 - DECLIVIDADE MÍNIMA ASCENDENTE =		0,350%	260,00			
2.5.7 - DECLIVIDADE MÁXIMA DESCENDENTE =		-2,609%	120,00			
2.5.8 - DECLIVIDADE MÍNIMA DSCENDENTE =		-0,170%	0,00			
	PERFIL	COTA MÁXIMA	Km	COTA MÍNIMA	Km	
	GREIDE	998,155	2,850	855,204	31,780	
	ASCENDENTES			DESCENDENTES		
	INTERVALO	COMPRIMENTO	%	INTERVALO	COMPRIMENTO	%
	0,1 a 1,0	14.240,00	31,51	-0.1 a -1.0	11.566,40	25,59
	1,1 a 2,0	3.888,74	8,60	-1.1 a -2.0	8.870,00	19,63
	2,1 a 3,0	1.531,26	3,39	-2.1 a -3.0	4.230,00	9,36
	3,1 a 4,0	620,00	1,37	-3.1 a -4.0	-	-
	4,1 a 5,0	-	-	-4.1 a -5.0	-	-
	5,1 a 6,0	250,00	0,55	-5.1 a -6.0	-	-

1.6 – DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELA ELABORAÇÃO DO ANTEPROJETO

Referência.: Anteprojeto de Engenharia para Pavimentação da Rodovia GO-220, Trecho: Entr. GO-516 (Perolândia) / Entr. GO-341, com de extensão de 45,20 km.

A Equipe formada pelo Eng.º **André Marcos Nascimento Rodrigues**, CREA Nº 5650/D, Eng.º **Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues**, CREA Nº 6599/D e **Heloisa Alves Ferreira**, CREA Nº 7027/D, declaram que são responsáveis pela elaboração dos **ESTUDOS E ANTEPROJETOS apresentado** pela empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda., CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, informam que acompanharam todos os levantamentos de campo realizados para desenvolvimento dos trabalhos bem como pelo desenvolvimento dos anteprojetos de engenharia, diagnóstico ambiental e orçamento, obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assumem total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.



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



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



Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda.
RT Eng.º Heloisa Alves Ferreira
CPF Nº 515.191.781-15

1.7 – ART

As Arts serão fornecidas em uma segunda fase, após o recebimento e aceitação dos anteprojetos

1.8 RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

O presente relatório visa registrar e consolidar as informações obtidas durante a visita técnica realizada em 21/02/2025 à GO-220, trecho Entr. GO-516 (Perolândia) / Entr. GO-341, extensão de 40,20 km, com base na Instrução de Projeto Elaboração de Anteprojetos – IP-20 (GOINFRA, 2024). A visita teve como principal objetivo confrontar os parâmetros técnicos disponíveis com a realidade de campo, percebidas visualmente, do local idealizado para o futuro empreendimento, buscando informações técnicas disponíveis. Buscou-se ainda compreender as condições atuais do trecho, identificar elementos existentes, como pontes e bueiros, e registrar possíveis problemas ou limitações que possam impactar o andamento do anteprojeto. A inspeção in loco também permitiu conhecer melhor a extensão do trecho e suas características, com vistas a subsidiar futuras intervenções e decisões técnicas.

1.8.1 Identificação do Anteprojeto

Rodovia:	GO-220
Trecho:	Entr. GO-516 (Perolândia) / Entr. GO-341
Extensão total:	40,20 km
SRE:	220EGO0110
Localização:	Inicial: 386.438E / 8.062.484N (Perolândia) Final: 345.424E / 8.075.089N
Características:	O anteprojeto visa a construção (pavimentação) da rodovia do trecho em referência, impactando a região entre Mineiros, Perolândia e Caiapônia, abrangendo área de influência imediata às propriedades rurais e primária por permitir a ligação da GO-341 a GO-516 e desta à BR-158, oferecendo uma rota a ser considerada pelo fluxo de cargas e pessoas. Portanto, o tráfego terá características locais, fornecendo acesso às propriedades rurais e agroindustriais, e coletor devido ao tráfego gerado pelo transporte de sementes, adubo e dos grãos oriundos das culturas anuais existentes no trecho. Atravessando grande áreas de lavouras, a pavimentação permitirá um ganho logístico para os empresários, encurtando distâncias, diminuindo as dificuldades no transporte de insumos e do escoamento da produção, bem como trazendo segurança aos usuários da rodovia.

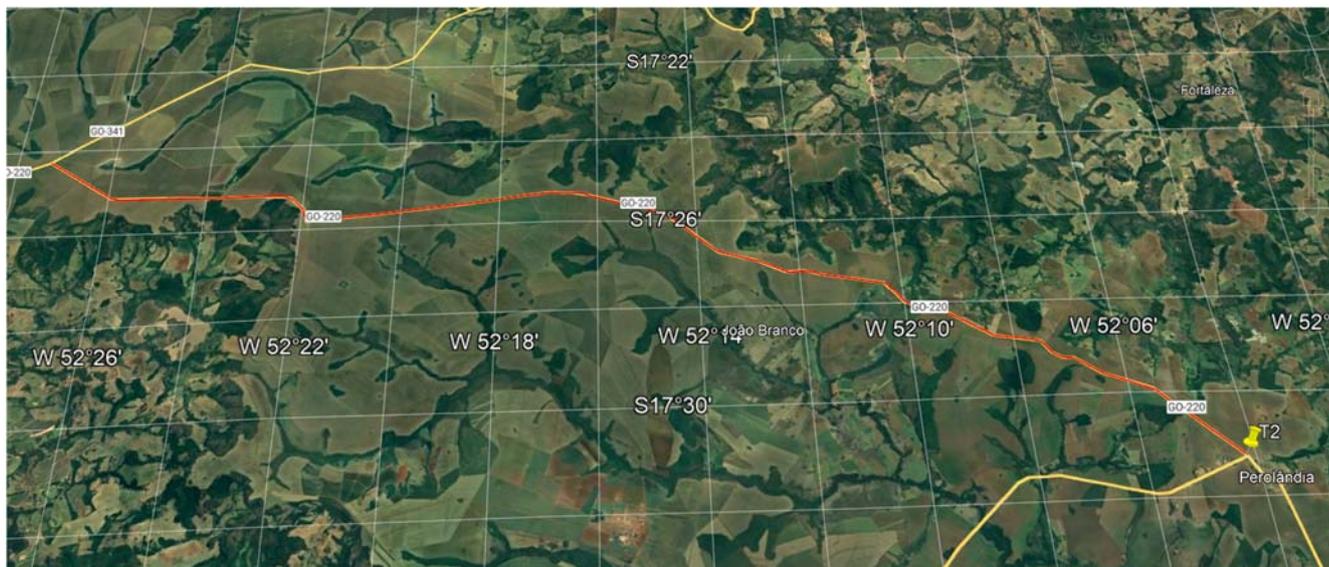
As informações foram coletadas tendo como referência o estaqueamento prévio realizado em escritório de uma proposta de traçado feita a partir de imagens de satélite, o qual foi transferido para um "tablet" e levado a campo. Com o uso do GPS do aparelho é possível identificar a posição do veículo em relação ao traçado, permitindo já na visita técnica, observar as melhorias de traçado propostas, bem como a drenagem e questões ambientais.

Observamos que o estaqueamento prévio realizado teve o ponto de início no entroncamento com a GO-341, no entanto, devido a logística, a visita foi iniciada no entroncamento com a GO-516, saída de Perolândia, portanto sentido inverso ao estaqueamento, que foi usado como referência para as fotos.

Como informado a visita teve início no entroncamento com a GO-516, na saída de Perolândia-GO, localizado nas coordenadas UTM 386.438E e 8.062.484N, finalizando no entroncamento com a rodovia estadual GO-341, com coordenadas UTM 345.424E e 8.075.089N. A Figura 1 apresenta a imagem via satélite do Google Earth Pro identificando o trecho vistoriado.

Foram obtidas diversas fotos georreferenciadas que serão apresentadas no desenvolvimento deste relatório, ilustrando questões observadas durante a visita. Na sequência apresentamos imagens e fotos do ponto de início e final.

Figura 1 – Identificação do trecho vistoriado



RODOVIA: GO-220
TRECHO: PEROLÂNDIA / ENTR. GO-341
EXTENSÃO: 45,71 KM
SRE: 220EGO0110

Figura 2 – Identificação do início do trecho da visita – Trevo existente no entr. GO-220 x GO-516

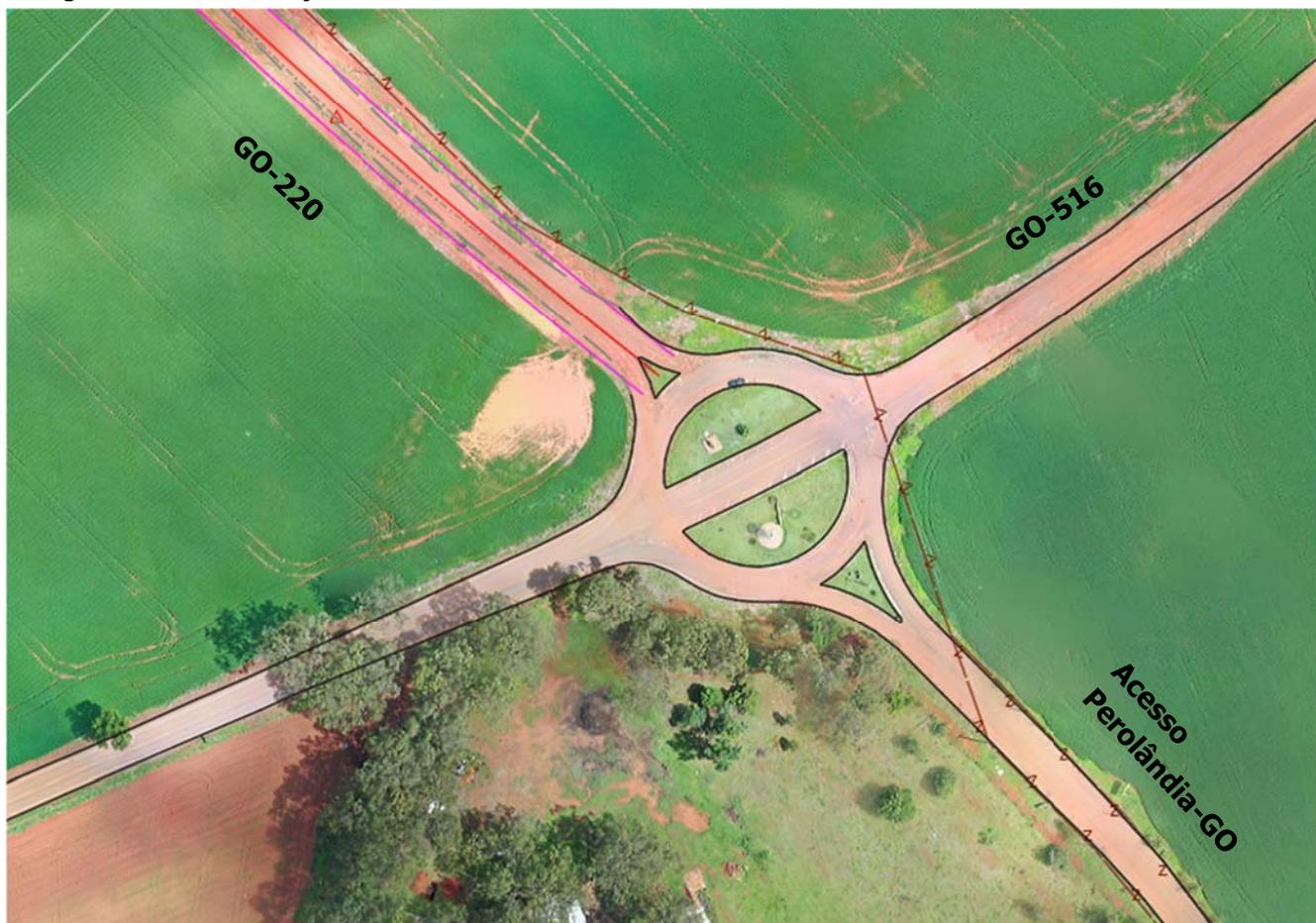


Foto 1 – Est. 2260 entroncamento GO-220 x GO-516 (Acesso Perolândia)



Figura 3 – Identificação do final do trecho da visita – Trevo existente no entr. da GO-220 x GO-341.



1.8.2 Equipe Técnica

A visita foi realizada por uma equipe composta pelos seguintes profissionais:

- Engenheiro Civil Roberto A. N. Rodrigues, diretor Técnico;
- Engenheira Civil Heloisa A. Ferreira, projetista;
- Engenheiro Florestal Guilherme Augusto Reges Pereira;
- Técnico José Borges, responsável pelos levantamentos geotécnicos.

1.9. ETAPAS DA VISITA TÉCNICA

Para subsidiar o planejamento e desenvolvimento do projeto, foi realizada uma visita técnica ao local de interesse. A descrição do percurso realizado, juntamente com os aspectos identificados, encontra-se detalhada a seguir.

1.9.1 Reconhecimento do Trecho

Durante a atividade, foi percorrido o trecho indicado no escopo do anteprojeto, o único ponto obrigatório de passagem é o entroncamento com uma rodovia municipal que dá acesso à região sul da GO-220, em direção à BR-364, o local foi vistoriado para verificação da necessidade de uma interseção. Foi possível ainda pesquisar jazidas de solo granular já identificadas previamente, a pedreira e areal.

O reconhecimento iniciou-se na Estaca 2260, localizado no entroncamento da GO-220 com a GO-516 e acesso ao município de Perolândia-GO, finalizando na interseção da GO-220 com a rodovia GO-341, onde foram verificadas as condições de visibilidade e aproveitamento da geometria dos trevos existentes.

Foram observadas as condições gerais do local, constatando-se que a rodovia em revestimento primário oferece excelentes condições de tráfego, com plataforma larga, variando trechos muito planos agricultáveis, a levemente ondulado com rampas suave. Esta condição de trafegabilidade, não tem sido prejudicada nos períodos chuvosos, isso se deve ao relevo extremamente favorável, a diretriz pioneira foi muito bem definida nos divisores das bacias, e a facilidade na manutenção e conserva, corroborada por um relevo que não direciona fluxo concentrado de água em direção à rodovia, facilitando o processo de drenagem e infiltração da água das chuvas no terreno. Poucos processos erosivos foram identificados.

Durante a visita foi visualizado a necessidade de execução de bueiros celulares somente para passagem de fauna, conectando áreas de mata preservada com áreas de preservação permanente, ideal para passagem de animais.

Devido a tipologia do terreno somente foram identificadas bacias pequenas, portanto só foram dimensionados bueiros tubulares, permitindo o livre fluxo do escoamento superficial no período chuvoso.

Foto 02 – Estaca 2260+0: Tangente de chegada ao entroncamento da GO-220 x GO-516, observar linha de postes da rede de baixa tensão existe no bordo.



Foto 03 – Estaca 22380+0 Foi executado no pé do talude uma valeta de proteção da plataforma, evitando a elevação da umidade abaixo da plataforma.



Foto 06 – Estaca 2240+0 Plataforma em excelente condição. Registrado que a Linha de energia de baixa tensão cruza a estrada.



Foto 07 – Est. 2215+0 Plataforma larga é uma constante, grandes tangentes. Leito levemente enterado, mesmo assim não há sinal de erosão.



Foto 08 – Est. 2140+0 Área de mata preservada, ao lado da rodovia. Poucos locais de desmatamento sobram ao longo da faixa de domínio.



Foto 09 – Est. 2090+0 terreno plano, diretriz existente com curvas suaves.



Foto 10 – Est. 2085+0 Estrada levemente enterrada.
Linhas de baixa e alta tensão afastadas da estrada.



Foto 11 – Est. 2085+0 Faixa de domínio preservada. Valetas de drenagem executadas.



Foto 12 – Est. 2005 Relevo muito plano. Plataforma sem problema aparente.



Foto 13 – Est. 2000+0 Árvore isolada de grande porte a ser removida.



Foto 14 – Est. 1985+0 Terreno plano, linhas de energia cruzam a estrada.



Foto 15 – Est. 1955+0 Curvas reversas em sequência. Possível alteração de traçado.



Foto 16 – Est. 1955+0 Remanescente de uso de caixa de empréstimo.



Foto 17 – Est. 1930+0 Valeta de drenagem executada.

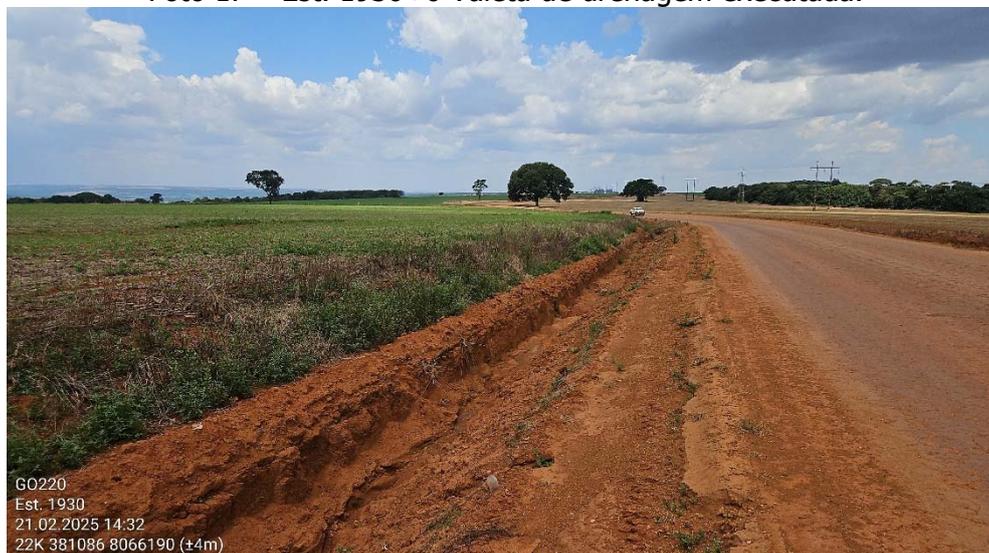


Foto 18 – Est. 1895+0 Curva acentuada, plataforma enterrada.



Foto 19 – Est. 1820+0 Poucos acessos laterais ao longo da rodovia.

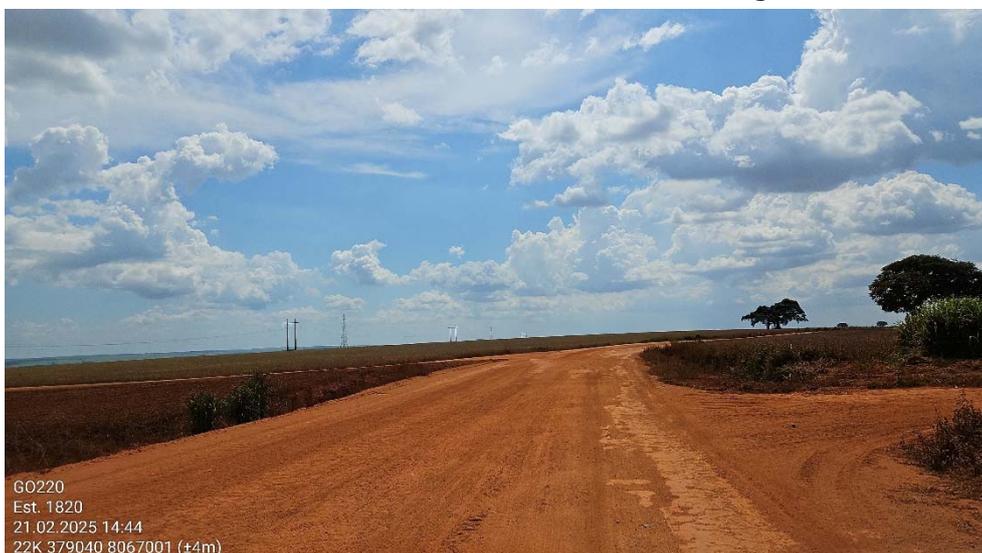


Foto 20 – Est. 1755+0 Trecho em active. Possível corte para melhoria de visibilidade e compensação longitudinal de massa.



Foto 21 – Est. 1720+0 Árvore isolada. Pouca área de desmatamento de matas.



Foto 22 – Est. 1700+0 Curva acentuada. Prever melhoria de traçado.



Foto 23 – Est. 1695+0 Linha de baixa tensão. Vegetação a desmatar.

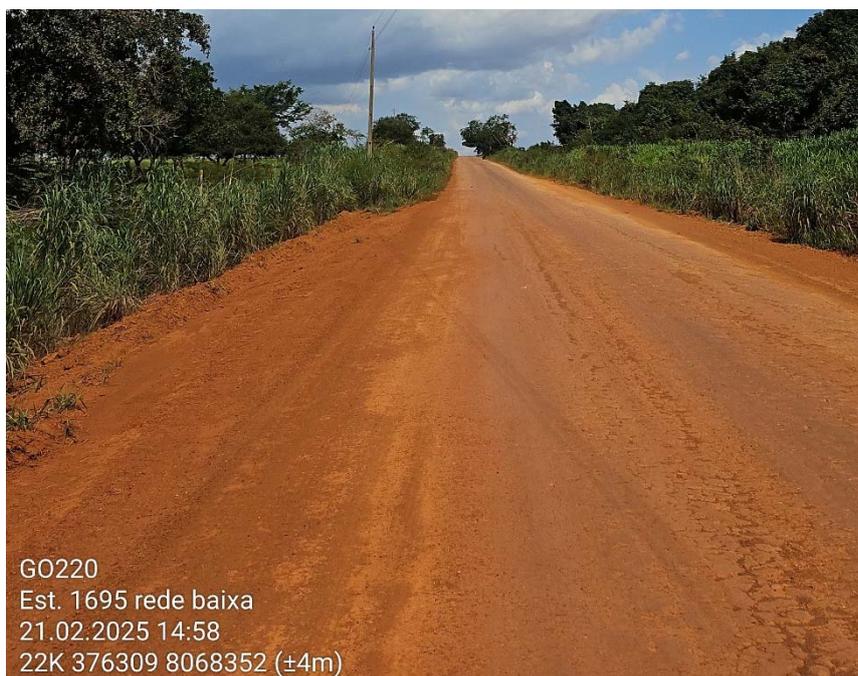


Foto 24 – Est. 1675+0 Segmento com cerrado mais preservado. Possível local de travessia de fauna.

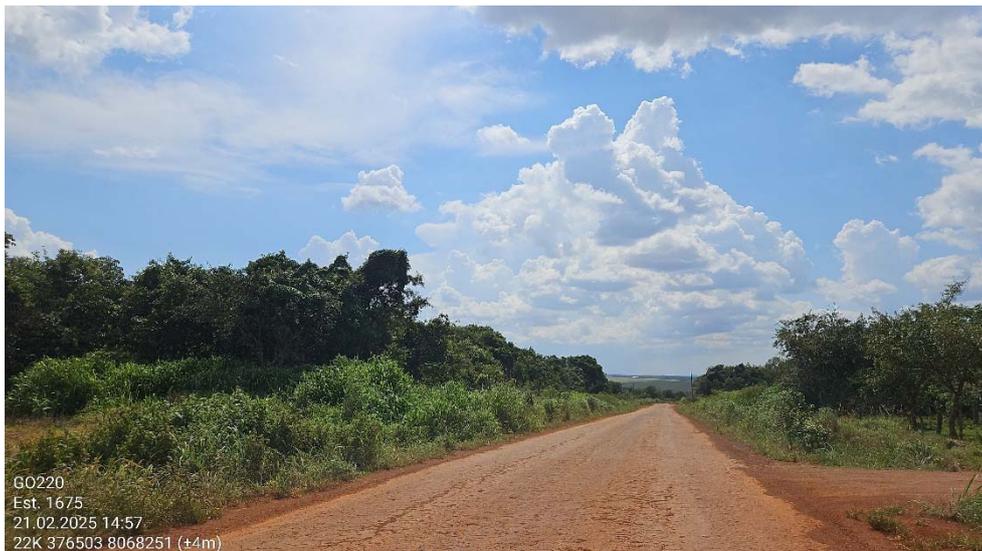


Foto 25 –Est. 1605+0 Curva acentuada, terreno plano.



Foto 26 – Est. 1460+0 Linha de postes de madeira.
Caminhões de carga é uma constante na rodovia..

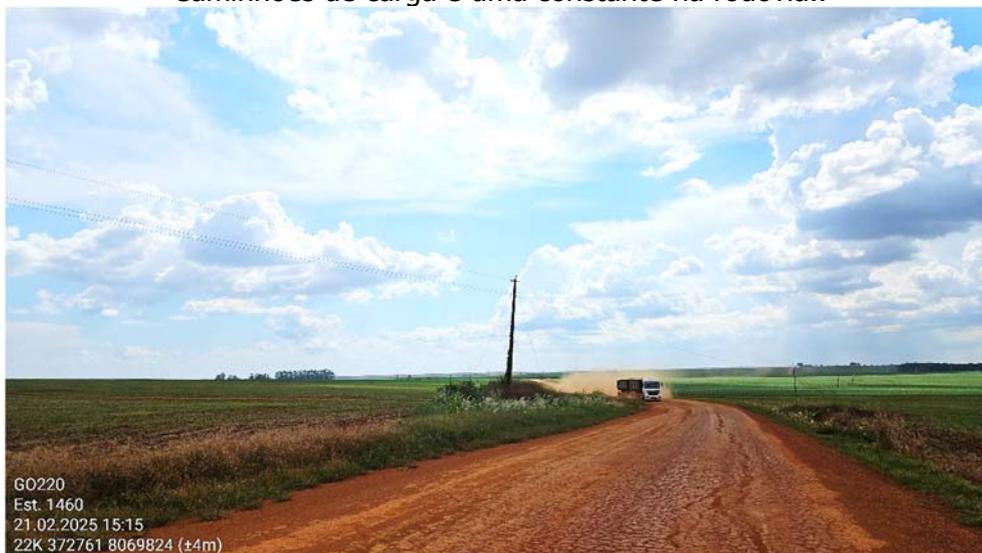


Foto 27 – Est. 1430+0 Curva reversa. Possível alteração de traçado.



Foto 28 – Est. 1270+0 Curvas de raios curtos. Necessário melhoria na geometria.



Foto 29 – Est. 1170+0 Terreno plano. Valetas de proteção da plataforma.



Foto 30 – Est. 1040+0 Curva acentuada em active. Plataforma larga.



Foto 31 – Est. 925+0 Tangente longa, plataforma larga, plantação de cana dentro da faixa de domínio.



Foto 32 – Est. 770+0 Cruzamento com linha de energia.



Foto 33 – Est. 535+0 Entroncamento com rodovia municipal. Prever interseção.



Foto 34 – Est. 495+0 Trecho plano, plataforma larga, cruzamento linha transmissão.



Foto 35 – Est. 340+0 Trecho em aclave. Matas no limite da faixa de domínio preservada.



Foto 36 – Est. 135+0 Segmento muito plano, lavoura nos limites da pista. Tangente longa.



1.9.2 Principais problemas visivelmente identificados

Neste item descreve-se os problemas claramente perceptíveis no local que podem indicar a necessidade de cuidados especiais no desenvolvimento do projeto ou comprometer a segurança e funcionalidade da infraestrutura planejada.

Foram constatados os seguintes problemas visíveis que deverão ser observados:

- Descrição do problema 1: causado pelo relevo muito plano em vários segmentos, deve-se observar a normativa de rampa mínima de 0,5% no lançamento do greide.
- Descrição do problema 2: há postes de rede de baixa e média tensão que deverão ser deslocados;
- Descrição do problema 3: Serviços de manutenção e conserva provocaram um afundamento da plataforma em alguns segmentos, o que pode acarretar um aumento dos volumes de aterro no anteprojeto de terraplenagem;
- Descrição do problema 4: Não foi constatado presença de umidade e elevação do lenço nos poucos cortes existentes. Como o greide de terraplenagem deverá aprofundar a escavação nestes locais uma drenagem superficial combinada com uma drenagem profunda eficiente deverá ser implantada;
- Descrição do problema 5: Percebe-se também que com o aprofundamento dos cortes as chances de encontrar material de 2ª e talvez 3ª categoria.
- Descrição do problema 6: Há trechos em que o desmatamento de áreas de reserva e/ou remanescentes de vegetação nativa ocorrerão devido às melhorias que serão impostas à diretriz. Passagem de fauna também deverá ser prevista, logo os estudos ambientais deverão contemplar estas questões.

1.9.3 Registro de Elementos Anômalos

Neste item descreve-se as características, condições ou situações que desviam das expectativas, fujam do esperado e/ou do padrão. Podem não ser problemas imediatos, mas que precisam de atenção para evitar complicações futuras.

Além dos problemas previamente destacados, os seguintes elementos anômalos foram objeto de identificação:

- A necessidade de correção do traçado poderá deslocar, em certos intervalos, o eixo para áreas de mata remanescente;
- Apesar de não se observar a surgência de água nos poucos cortes existentes, principalmente nos trechos que antecedem os talvegues dos cursos d'águas, deve-se avaliar a execução de drenos profundos;
- Não foram visualmente identificados sítios arqueológicos, marcos históricos ou outros bens protegidos.

1.9.4 Consolidação de informações obtidas

A visita técnica proporcionou o levantamento das seguintes informações:

- A rodovia apresenta excelente trafegabilidade, possui plataforma larga e visualmente percebe-se que há uma manutenção periódica. Apesar da boa condição o alinhamento horizontal deverá sofrer intervenções para enquadramento na Classe normatizada pela Goinfra, provavelmente Classe III devido ao tráfego observado e previsto.
- A diretriz existente será amplamente aproveitada, sendo que os ajustes a serem feitos devem se limitar nas correções dos raios de curvas e em alguns pontos isolados, como um local onde há um entroncamento com rodovia municipal em ângulo muito fechado.
- A locação das redes de energia deverá ser feita para que se evite na medida do possível, a remoção e relocação dos postes;
- A excelente localização da diretriz no relevo local, proporcionou a diminuição do número de obras de arte correntes, e a completa ausência de obras de arte especiais.
- Passagens de fauna deverão ser previstas, para se evitar futuras intervenções mais onerosas na rodovia, preservando os animais silvestres de atropelamento.

1.9.5 Análise e conclusões

A visita permitiu confirmar dados relevantes para o projeto que serão importantes para subsidiar o seu andamento.

O trecho apresenta condições ótimas para a construção do empreendimento, contudo, os seguintes aspectos merecem atenção:

- Há necessidade de relocação de interferências existentes como postes de rede de energia próximas;
- Haverá ajustes no projeto para atender às condições topográficas de terreno (plano a muito plano), para que as rampas não excedam as mínimas da Classe adotada;
- As intervenções nos alinhamentos horizontal e vertical enquadrarão a rodovia numa Classe normatizada pela Goinfra, provavelmente Classe III, devido a tráfego avaliado e previsto;
- A necessidade de estudos ambientais complementares para definição das travessias de fauna deverão ser realizados, permitindo que o projeto geométrico já contemple estes locais;

- A revisão do traçado será necessária para enquadramento das curvas na Classe normativa, respeitando raios mínimos, distância de visibilidades, etc.
- Constatou-se a presença de jazidas de solos granulares próximo ao eixo da via, o que acarretará economia nas distâncias de transporte;
- Na vista também foi possível verificar a existência de pedreira e areal existente próximo ao trecho, como possível fonte para fornecimento.

1.9.6 Inventário fotográfico

Na sequência, são apresentados os registros fotográficos realizados.

GO-220: RELATÓRIO FOTOGRÁFICO – VISTORIA DO TRECHO

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	135	LADO:	

GO220
Est. 135
21.02.2025 16:14
22K 947620 8073580 (±4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	340	LADO:	

GO220
Est. 340
21.02.2025 16:07
22K 851769 8073407 (±4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	495	LADO:	

GO220
Est. 495
21.02.2025 16:02
22K 354662 8073061 (±4m)

DESCRIÇÃO:	ENTRONCAMENTO		
ESTACA:	535	LADO:	

GO220
Est. 535 Entroncamento
21.02.2025 15:59
22K 355100 8072254 (±4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	770	LADO:	

GO220
Est. 770
21.02.2025 15:51
22K 360044 8072838 (±4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	797	LADO:	

GO220
Est. 797
21.02.2025 15:50
22K 360289 8072868 (±4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	925	LADO:	

GO220
Est. 925 cana
21.02.2025 15:45
22K 362927 8073228 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1040	LADO:	

GO220
Est. 1040
21.02.2025 15:41
22K 365246 8073146 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1170	LADO:	

GO220
Est. 1170
21.02.2025 15:34
22K 361672 8072405 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1270	LADO:	

GO220
Est. 1270
21.02.2025 15:27
22K 369258 8071132 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1430	LADO:	

GO220
Est. 1430
21.02.2025 15:17
22K 372204 8069788 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1460	LADO:	

GO220
Est. 1460
21.02.2025 15:15
22K 372761 8069824 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1605	LADO:	



GO220
Est. 1605
21.02.2025 15:08
Z2K 375631 8069188 (14m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1665	LADO:	



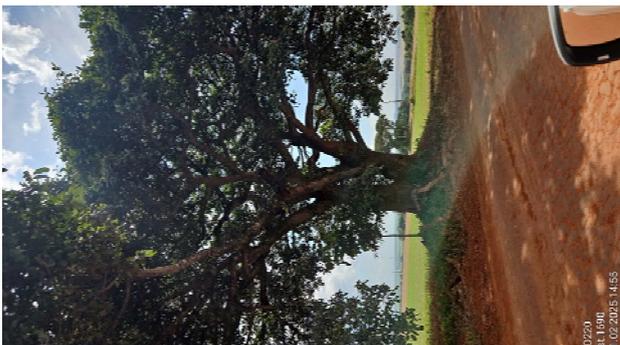
GO220
Est. 1665
21.02.2025 15:00
Z2K 376316 8068340 (13m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1675	LADO:	



GO220
Est. 1675
21.02.2025 14:57
Z2K 376503 8068251 (14m)

DESCRIÇÃO:	REDE BAIXA		
ESTACA:	1690	LADO:	



GO220
Est. 1690
21.02.2025 14:55
Z2K 376800 8068093 (14m)

DESCRIÇÃO:	REDE BAIXA		
ESTACA:	1695	LADO:	



GO220
Est. 1695 rede baixa
21.02.2025 14:55
Z2K 376839 8068352 (14m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1700	LADO:	



GO220
Est. 1700
21.02.2025 14:54
Z2K 376934 8068058 (14m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1720	LADO:	

G0220
Est. 1720
21.02.2025 14:52
22K 377395 8067963 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1755	LADO:	

G0220
Est. 1755
21.02.2025 14:49
22K 377938 8067685 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1820	LADO:	

G0220
Est. 1820
21.02.2025 14:44
22K 377940 8067001 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1874	LADO:	

G0220
Est. 1874
21.02.2025 14:35
22K 380051 8066948 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1895	LADO:	

G0220
Est. 1895
21.02.2025 14:36
22K 380568 8066723 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1930	LADO:	

G0220
Est. 1930
21.02.2025 14:32
22K 381088 8066190 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1955	LADO:	

G0220
Est. 1955
21.02.2025 14:29
22K 381595 8066092 (+4m)

DESCRIÇÃO:	REDE		
ESTACA:	1955	LADO:	

G0220
Est. 1955
21.02.2025 14:29
22K 381592 8066090 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	1985	LADO:	

G0220
Est. 1985
21.02.2025 14:24
22K 382085 8065741 (+4m)

DESCRIÇÃO:	REDE		
ESTACA:	1990	LADO:	

G0220
Est. 1990 rede cruza
21.02.2025 14:21
22K 382184 8065575 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2000	LADO:	

G0220
Est. 2000
21.02.2025 14:20
22K 382350 8065564 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2005	LADO:	

G0220
Est. 2005
21.02.2025 14:19
22K 382437 8065510 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2085	LADO:	

GO220
Est. 2085
21.02.2025 14:13
22K 383907 8064920 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2085	LADO:	

GO220
Est. 2085
21.02.2025 14:14
22K 383912 8064926 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2090	LADO:	

GO220
Est. 2090
21.02.2025 14:11
22K 384041 8064870 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2140	LADO:	

GO220
Est. 2140
21.02.2025 14:08
22K 384716 8064202 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2215	LADO:	

GO220
Est. 2215
21.02.2025 13:59
22K 385720 8063196 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2240	LADO:	

GO220
Est. 2240
21.02.2025 13:55
22K 386128 8062788 (+4m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2245	LADO:	

00220
Est. 2245
21.02.2025 13:43
22K 386425 8062501 (14m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2260	LADO:	

00220
Est. 2260
21.02.2025 13:48
22K 386425 8062501 (14m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2260	LADO:	

00220
Est. 2260
21.02.2025 13:49
22K 386425 8062501 (14m)

DESCRIÇÃO:			
ESTACA:	2260	LADO:	

00220
Est. 2260
21.02.2025 13:47
22K 386425 8062502 (14m)

2. ESTUDOS

2.1 ESTUDOS DE TRAÇADO E TOPOGRÁFICOS

2.1.1 GENERALIDADES

Os Estudos Topográficos foram realizados tendo como referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
GOINFRA	IP-02	Instrução de Projetos Rodoviários – Estudos Topográficos
GOINFRA	IP-20	Instrução de Projetos Rodoviários – Elaboração de Anteprojeto

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

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome do Projeto	Anteprojeto de pavimentação
Rodovia	GO-220
Trecho	Entr. GO-516 (Perolândia) / Entr. GO-341
SER	220EGO0110
Extensão	45,20 km
Município	Perolândia
Empresa executora	Latitude Engenharia e Tecnologia
Representante legal	Roberto A. N. Rodrigues
Telefone / e-mail	latitude.roberto@gmail.com

EQUIPE TÉCNICA

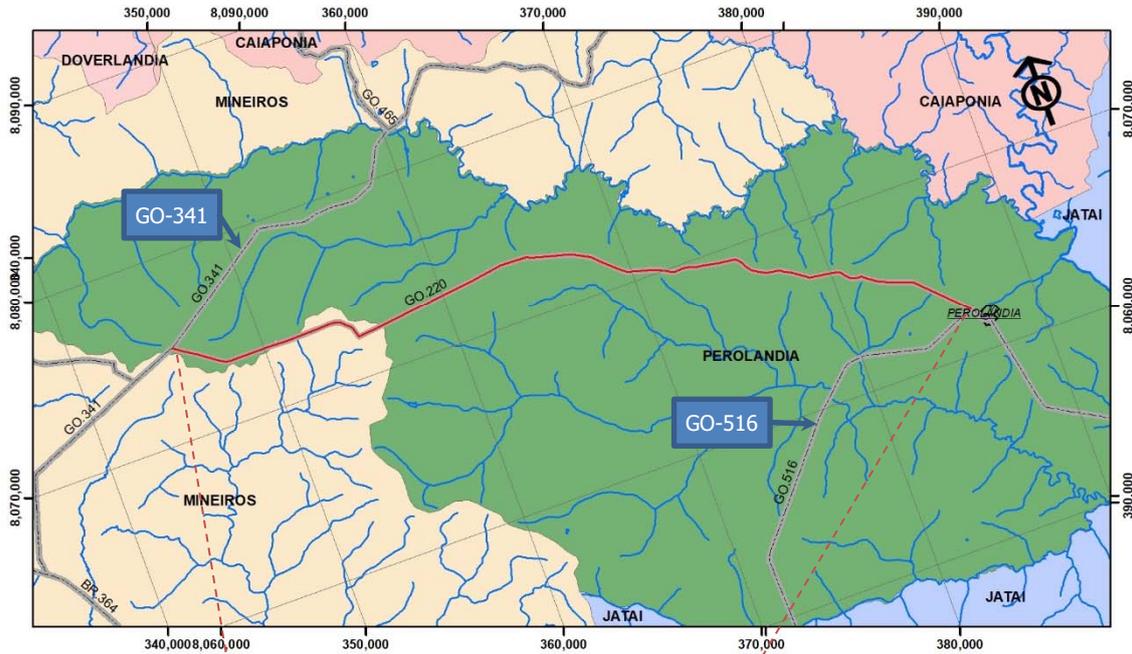
Respons. técnico topografia	Tec. Alberto Luís Costa
Registro profissional	-
Contato	al.costa@hotmail.com
Responsável técnico projeto	Roberto A. N. Rodrigues
Registro profissional	CREA-GO 6599-D
Contato	latitude.roberto@gmail.com
Número ART da disciplina	-

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

O projeto desenvolve-se na região sudeste do Estado de Goiás, conectando as rodovias GO-341 e GO-516 (Perolândia), entre as seguintes coordenadas UTM 22S:

LOCAL	LESTE	NORTE
INÍCIO	345.424E	8.075.089N
FINAL	386.426E	8.062.489N

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG-GO)



2.1.2 METODOLOGIA

2.1.2.1 Estudo do Traçado

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

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

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

2.1.2.1.1 Reconhecimento

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

Os elementos necessários para a fase de reconhecimento são:

- Localização dos pontos inicial e final da estrada;
- Indicação dos pontos obrigatórios de passagem (ou, por extensão conceitual, evitados) pelo traçado:
 - De condição: são estabelecidos antes de qualquer estudo. São os pontos a serem obrigatoriamente atingidos (ou evitados) pelo traçado, por razões de ordem social, econômica ou estratégia, tais como a existência de cidades, vilas, povoados, áreas de reservas, instalações industriais, militares, e outras a serem atendidas (ou não) pela rodovia. São determinados por fatores não técnicos, como fatores políticos, econômicos, sociais, históricos, etc.
 - De circunstância: são aqueles em que a obrigatoriedade de serem atingidos (ou evitados) pelo traçado da rodovia é devida a razões de ordem técnica, face à ocorrência de condições topográficas, geotécnicas, hidrológicas e outras que possam determinar a passagem da rodovia, tais como locais mais (ou menos) convenientes para as travessias de rios, acidentes geográficos e locais de ocorrência de materiais. São selecionados no terreno, durante o reconhecimento. Sua escolha é, portanto, um problema essencialmente técnico.

Em termos técnicos, pode-se dizer que o Reconhecimento compreende, em última análise, a realização de estudos topológicos, objetivando definir a forma global e a conformação do terreno.

Tais estudos topológicos consistem na observação detalhada do modelado e da configuração ou forma da região situada entre os pontos extremos que se quer ligar pela rodovia, registrando planimétrica e/ou altimetricamente os acidentes geográficos e assinalando indicações características tais como, entre outras:

- classificação orográfica da região (plana, ondulada, montanhosa);
- uso do solo, incluindo ocupações urbanas, instalações, áreas de reservas;
- acidentes geográficos, rios, lagoas, quedas d'água;
- tipos de solos, ocorrências de materiais, cobertura vegetal.

Para tanto, podem ser imaginadas diversas formas de se efetuar os trabalhos de Reconhecimento, dependendo das características da região, dos recursos disponíveis e do próprio tipo de projeto a realizar.

De forma não exaustiva, podem ser considerados os seguintes processos principais de Reconhecimento:

- a) exame de mapas e cartas da região: várias regiões do país já contam com mapas e cartas resultantes de levantamentos sistemáticos do território nacional. Essas cartas contêm informações como a localização de vilas, povoados, cidades, acidentes geográficos, rios e cursos d'água, estradas e rodovias, incluindo os respectivos topônimos, além de limites políticos e curvas de nível, com precisão cartográfica, constituindo-se em excelentes recursos para o assinalamento de itinerários que interessam ao lançamento de possíveis traçados;
- b) inspeção in loco: que se constitui, a rigor, no processo mais eficiente para que o Engenheiro projetista possa conhecer de perto as condições das áreas ao longo da região a ser atingida pelo traçado, visando noção qualitativa a respeito do uso do solo, das características de ocupação no entorno, dos tipos e condições dos solos, das ocorrências de materiais aproveitáveis, dos potenciais problemas de ordem ambiental, e outras informações que podem auxiliar no balizamento da diretriz para o projeto;
- c) sobrevôo da região: em muitos casos, principalmente quando se trata de projetos em áreas não ocupadas e de difícil acesso terrestre ou aquaviário, é bastante útil sobrevoar a região, com equipamento adequado (aeronave de baixa velocidade, ultraleve ou helicóptero, drone, por exemplo), oferecendo ao projetista uma visão perspectiva e abrangente das áreas, auxiliando-o quanto à orientação geral a ser dada à diretriz;
- d) exame de cartas imagens de radar e de imagens obtidas por satélites: imagens obtidas por satélites têm as vantagens de serem captadas (e armazenadas em meio magnético) de forma sistemática, e com diversos comprimentos de onda (desde a radiação visível até a infravermelha), tendo como desvantagem, até o presente, a disponibilização comercialmente viável de imagens somente em escalas ainda muito grandes (com resoluções muito pequenas) para fins de Reconhecimento; no entanto, é um recurso cuja utilização tende a se expandir na medida em que evolui a tecnologia de captação e de armazenamento, e em que se disponibilizam comercialmente as imagens a custos cada vez menores.

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

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

2.1.2.2 Estudo Topográfico

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

O estudo topográfico será executado utilizando suas coordenadas georreferenciadas ao sistema de referência geodésico oficial brasileiro SIRGAS 2000 em coordenadas cartográficas em projeção UTM (Universal Transverso de Mercator) com indicação de Fuso, ou em Plano retangular (Topográfico local, LTM) em regiões de transição do Fuso 22 para o Fuso 23.

Os serviços topográficos serão constituídos das seguintes etapas:

- a) Poligonal Eletrônica de Controle;
- b) Levantamento Planialtimétrico;
- c) Definição e materialização do eixo longitudinal.

2.1.2.2.1 Poligonal Eletrônica de Controle

Os marcos de controle, para formação da Poligonal Eletrônica de Controle do Anteprojeto, serão implantados de forma a atender as precisões e as orientações do item 5.1 da Instrução Normativa IP-02 2024, que regulamenta a materialização física, o georreferenciamento e o ajustamento da rede de marcos de controle topográfico.

A Poligonal será composta por marcos de controle de primeira ordem, os quais devem ser instalados em locais estratégicos no início, meio e fim do projeto, e de segunda ordem, distantes conforme as especificações do equipamento a ser utilizado para o levantamento planialtimétrico da superfície e deverá ter, no mínimo, precisão linear de 1:20.000 e fechamento altimétrico de 20mm/km.

O georreferenciamento da poligonal eletrônica de controle será realizado utilizando tecnologia GNSS no método Posicionamento Relativo Estático (PRE), garantindo precisão adequada aos levantamentos topográficos.

2.1.2.2.2 Levantamento Planialtimétrico

O levantamento planialtimétrico de implantação de novo traçado abrangerá a faixa de domínio com a área a ser restituída, coincidindo com os limites da faixa de domínio e respeitando uma largura mínima de 40 (quarenta) metros em cada lado a partir do eixo projetado.

A modelagem digital da superfície será obtida por meio de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT / Drone), com imagens aéreas georreferenciadas e ortoretificadas, com varredura adequada, a partir do eixo da rodovia existente ou a ser projetada, em função da complexidade necessária que permita uma base topográfica para atendimento às demandas do Anteprojeto;

2.1.2.2.3 Cadastro de Interferências

Os acidentes topográficos, cruzamentos com estradas, margens de rios e córregos, nascentes d'água, bueiros, pontes, grotas, cristas, fundo de talwegues, vias de acessos, vias laterais, cercas e divisas, interseções, servidões administrativas serão cadastradas durante o levantamento.

Serão apresentados os levantamentos de:

- Áreas Problemáticas e de Recuperação Ambiental;
- Interferências Existentes;
- Locais de Ocorrência de Materiais para Pavimentação;
- Topográficos para Desapropriação.

Estes levantamentos serão obtidos através de levantamentos topográficos e/ou consulta as bases cartográficas contínuas de órgãos oficiais como: ANM, CPRM, CAR, DNIT, EMBRAPA, IBGE, INDE, SIGEF, SINTER, entre outros.

2.1.2.2.4 Definição e Materialização do Eixo Longitudinal

A planta topográfica do Anteprojeto contendo todos os elementos levantados e a materialização virtual do eixo longitudinal será desenvolvida após a execução do levantamento planialtimétrico e modelagem digital do terreno.

O arquivo editável da planta digital será apresentado em formato DWG, contendo:

- Indicação de sistema de referência geodésico (Datum);
- Todos os pontos de cadastro com descrição de elevação atendendo o eixo projetado;
- Perfil longitudinal, Modelagem digital do terreno;
- Curvas de nível de 1m em 1m com cotas de curva mestre;
- Poligonal Eletrônica de Controle;
- Cadastro fundiário de todas as propriedades inseridas na faixa de domínio;
- Relatório das distâncias e ângulos das diretrizes definidas;
- Plantas na escala de 1:2000, com curvas de nível de 1 em 1 metro, indicando todos os acidentes e ocorrências levantadas;
- Perfil da linha de locação na escala 1:2000 (H) e 1:200 (V)
- Desenhos de todas as seções transversais na escala de 1:1 apresentada em arquivo editável;
- Desenhos ou imagens dos levantamentos das ocorrências ambientais, hidrológicas, de materiais, de interseções e dos cadastros realizados.

Para a apresentação dos estudos topográficos será utilizado como referência a estrutura de relatório definida no item 9 da Instrução Normativa IP-02 2024

2.1.2.2.5 Seções Transversais

A partir do levantamento planialtimétrico, da modelagem digital do terreno e da definição do eixo longitudinal em forma gráfica, serão extraídas todas as seções transversais.

2.1.2.2.6 Levantamento Cadastral

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

2.1.2.2.7 Levantamento de Bacias de Contribuição

O levantamento das áreas das bacias, nos locais de obras-de-arte, será realizado com o auxílio das curvas de nível obtidas através do mapeamento 3D do globo terrestre com uso de imagens de radar do Copernicus Digital Elevation Model (Copernicus DEM - Cop DEM), e de cartas cartográficas.

2.1.2.2.8 Levantamento de Ocorrências de Materiais

As ocorrências de materiais, quando possível serão levantadas com cobertura em malha, onde serão registradas coordenadas com GPS, possibilitando a localização através de croqui, para posterior estudo mais detalhado.

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

Nos locais de implantação das obras-de-arte correntes e especiais serão feitos levantamentos das posições de montante e jusante, permitindo o desenho das seções transversais do talvegue, nos pontos de cruzamento com o eixo locado através da modelagem digital do terreno.

Para o anteprojeto de Ponte/Viaduto serão apresentados a planta topográfica da área em que será implantada a obra, o perfil longitudinal do terreno e do greide ao longo do eixo da obra, o nível máximo das águas obtido durante a vistoria técnica;

2.1.2.10 Levantamento dos Locais de Interseções

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

A partir do levantamento planialtimétrico, da modelagem digital do terreno e da definição do eixo longitudinal em forma gráfica, serão extraídas todas as seções transversais.

2.1.2.11 Análise do Levantamento

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

Concluídos os serviços de campo, os dados serão encaminhados ao escritório para os trabalhos de conferência e cálculos, fornecendo dados para a preparação dos desenhos.

2.1.3 RESULTADOS OBTIDOS

2.1.3.1 Estudo de Traçado

A - Preliminares

O traçado proposto final segue, a partir do entroncamento com a rodovia GO-341, direção leste até o entroncamento com a GO-516, perímetro urbano do município de Perolândia-GO, numa extensão de 45,12 km, inexistindo empecilhos naturais, que exijam alterações bruscas no traçado pioneiro existente, situando-se na região sudoeste do Estado de Goiás, entre as seguintes coordenadas UTM SIRGAS 22S:

SEGMENTO	LESTE (início)	NORTE (início)	LESTE (fim)	NORTE (fim)
GO-220	345.424,8339	8.075.089,8523	386.426,7989	8.062.489,3060

Estudo do Traçado

O estudo de traçado foi desenvolvido em três fases:

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

Levantamento Expedito

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

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

B - Reconhecimento de Campo

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

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

C - Estudo Preliminar de Traçado

Foram analisadas as informações coletadas em conjunto com os impactos ambientais e econômicos das possíveis alternativas. As principais considerações obtidas foram:

- A alternativa mais viável é a de máximo aproveitamento da diretriz existente, pois possui condições técnicas para se implantar melhoramentos geométricos, com poucas obras de arte implantadas e greide colado, sendo necessárias algumas adequações para enquadramento às características técnicas vigentes da GOINFRA à Classe III.
- Devido a este enquadramento alguns locais sofreram modificações, o que deverá provocar uma demanda junto aos proprietários para que reconheçam a necessidade técnica das mudanças propostas;
- Mas de maneira geral, com o aproveitamento de grande parte da diretriz implantada, a situação fundiária do trecho não deverá ser problema, pois são poucas alterações de traçado fora da faixa de domínio atual.
- Não há ponte de concreto armado existente ou algum outro ponto obrigatório de passagem;

Para o levantamento topográfico final foi tomada a diretriz proposta em escritório como referência, adequando-a a realidade local, para acomodar a forma geométrica às exigências das normas da GOI-NFRA, tanto aos aspectos técnicos, como econômicos.

Apresentamos a seguir as plantas das propostas de melhoramentos:

- ✚ O traçado tracejado em amarelo é a 1ª proposta, aproveitando-se integralmente a diretriz existente;
- ✚ O traçado em vermelho é a 2ª opção, impondo melhoramentos e correções geométricas, mas com o conceito de máximo aproveitamento da diretriz existente.

Na sequência apresentamos os estudos de traçado realizado.

D - Estudo de Traçado

Completado o estudo preliminar do traçado, foi executado o levantamento topográfico que definiu a diretriz final com a locação de pontos do eixo virtual, permitindo sua perfeita identificação para programação do voo do drone.

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

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

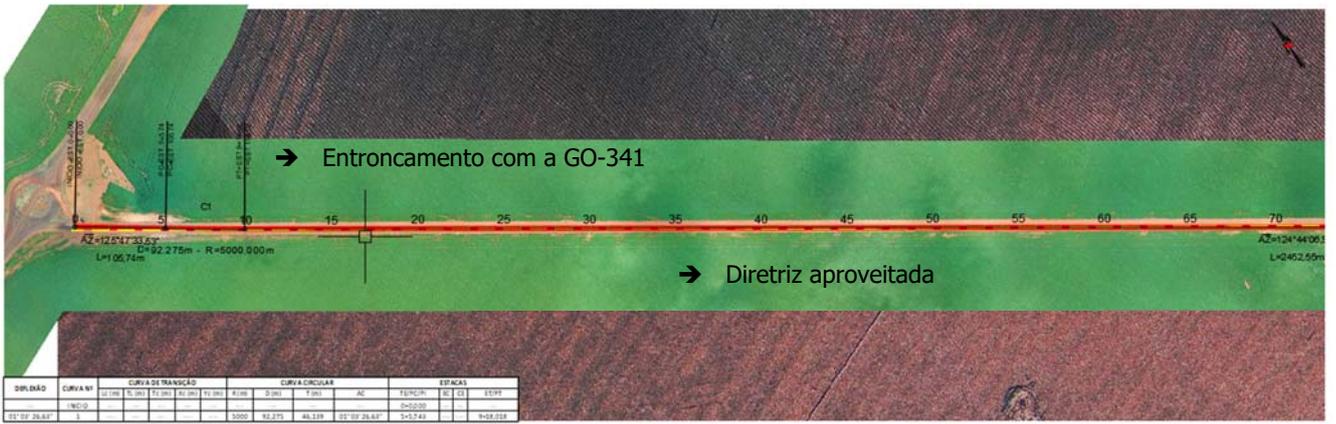
Estacas Inicial e Final

- Início do trecho: Estaca 0+00,00 (Entroncamento GO-341);
- Final do trecho: Estaca 2259+16,40 entroncamento com a GO-516 (perímetro urbano de Perolândia);

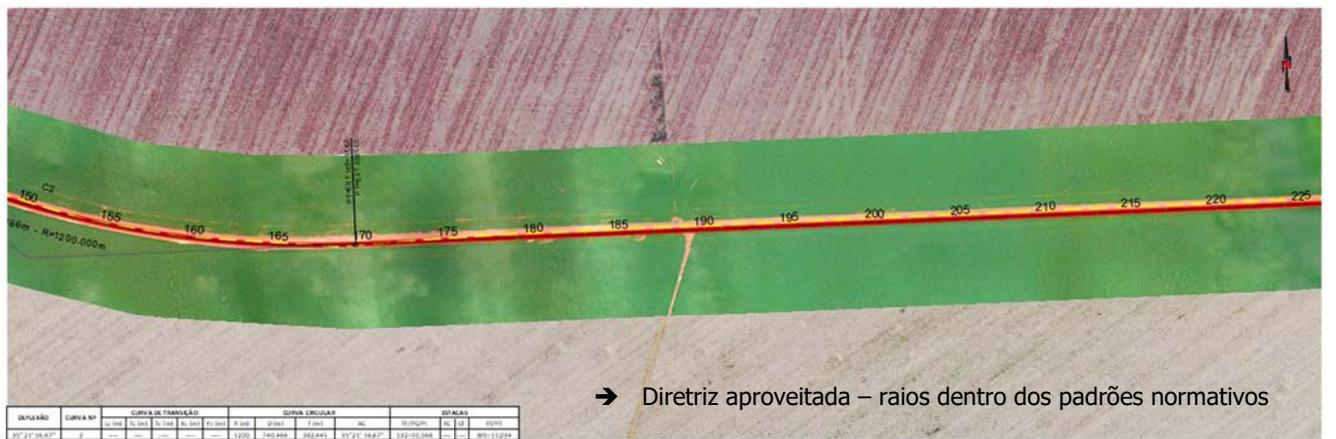
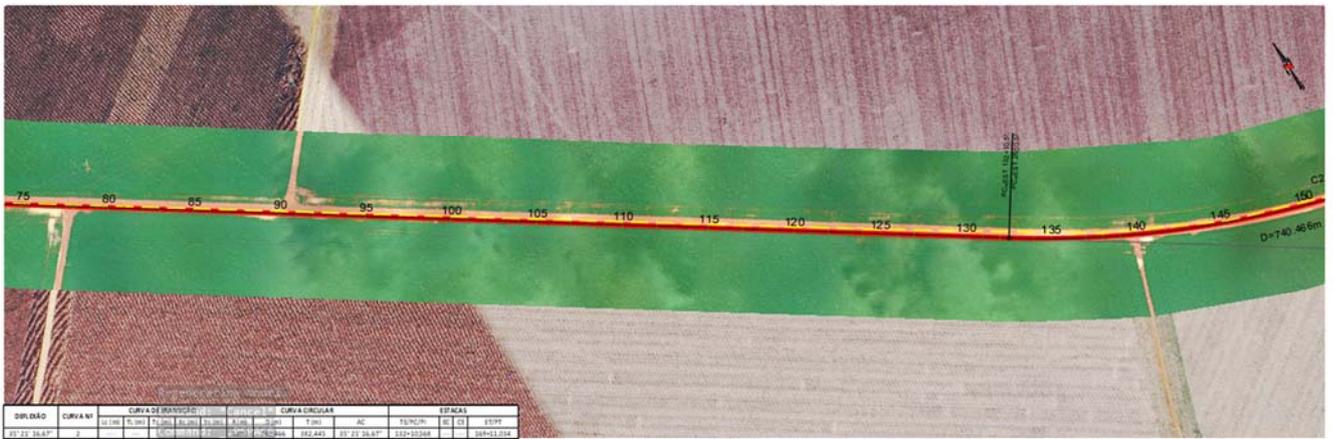
Interseções

Foi proposta somente uma nova interseção para a diretriz, pois as interseções do início e da final serão aproveitadas:

- Estaca 0+00,00 – Interseção existente em rótula vazada no entroncamento com a GO-341;
- Estaca 515+0,0 – Interseção nova com estrada municipal em rótula vazada;
- Estaca 2259+16,40 – Interseção em rótula vazada no perímetro urbano de Perolândia-GO.



----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
 ----- OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA

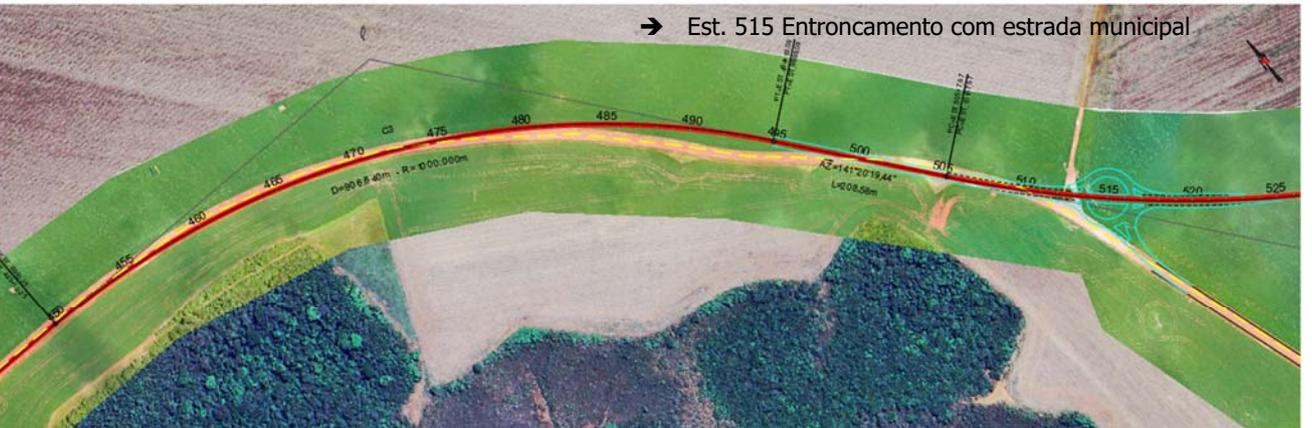




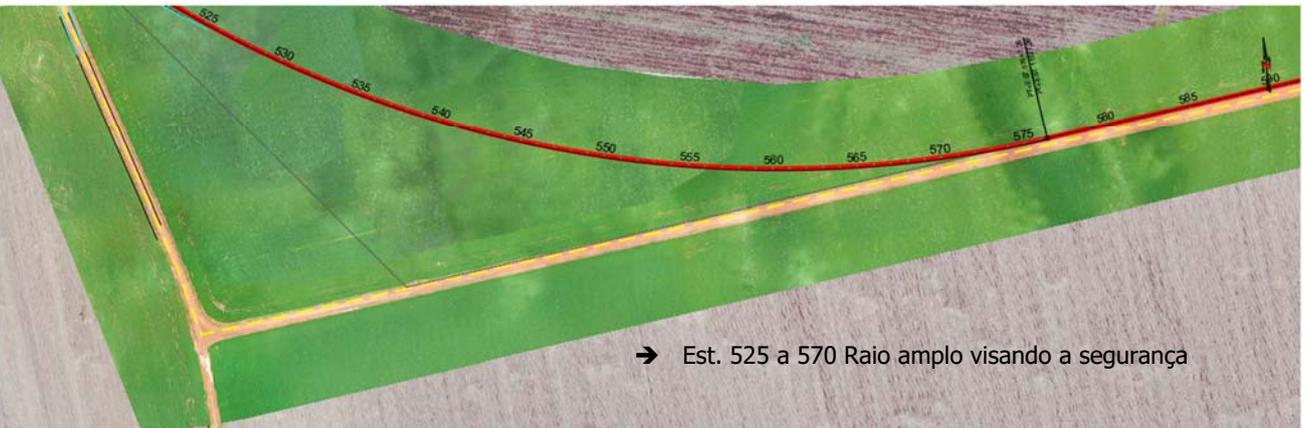
----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
----- OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA



DESCRIÇÃO	CURVA Nº	CURVA DE TRANSIÇÃO				CURVA CIRCULAR				ESPICAS	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12° 36' 28,00"	1	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000



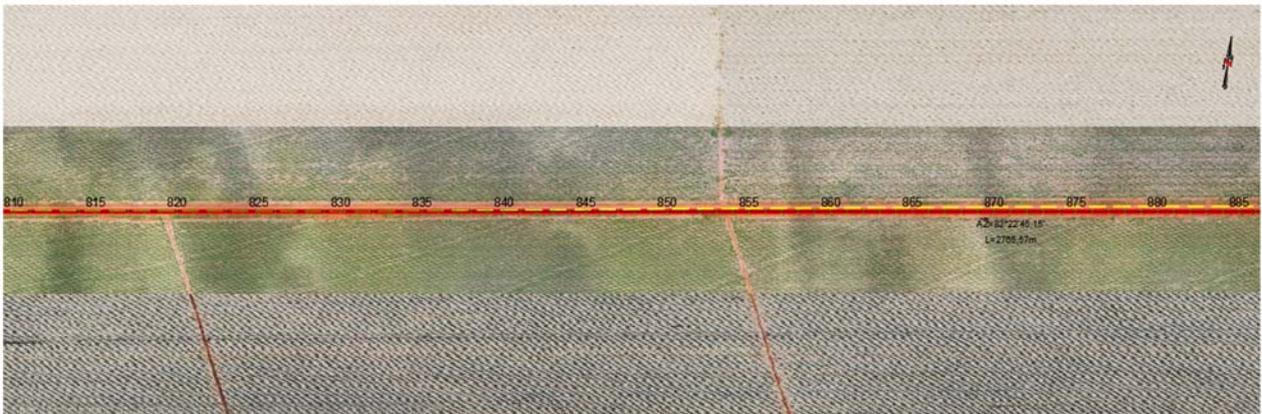
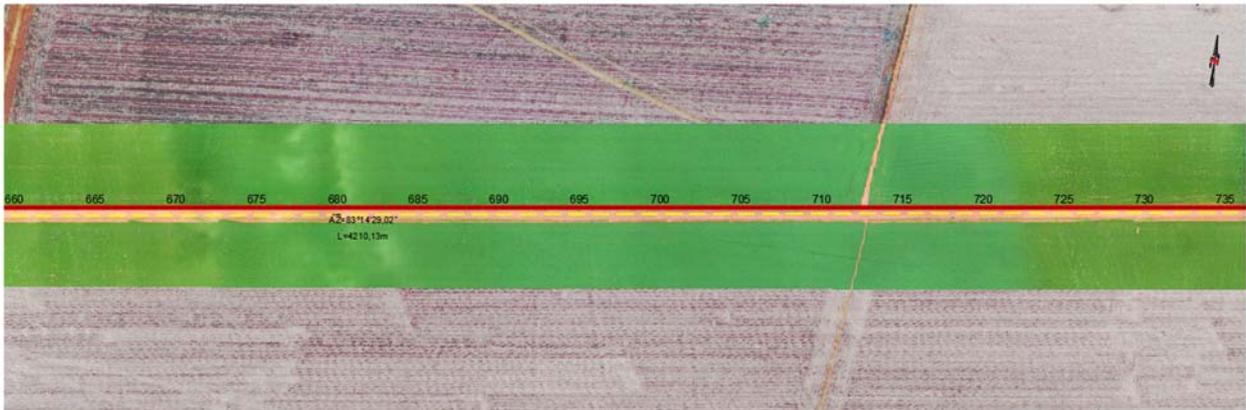
→ Est. 515 Entroncamento com estrada municipal



→ Est. 525 a 570 Raio amplo visando a segurança

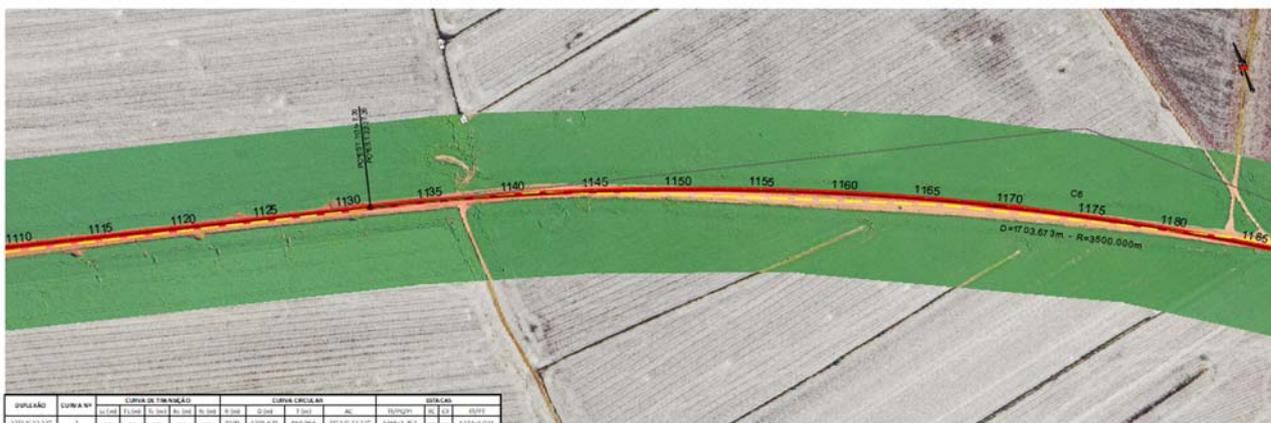
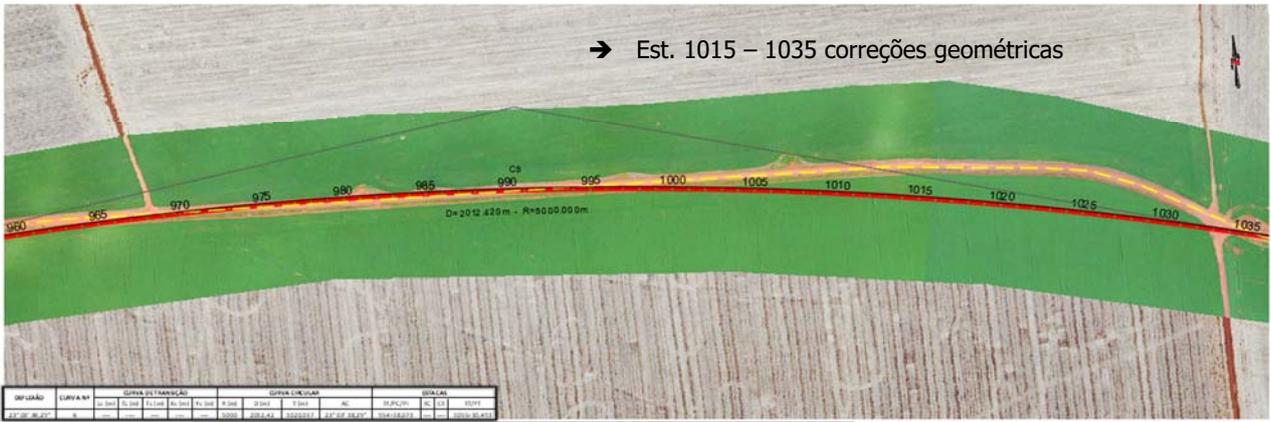


----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
————— OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA

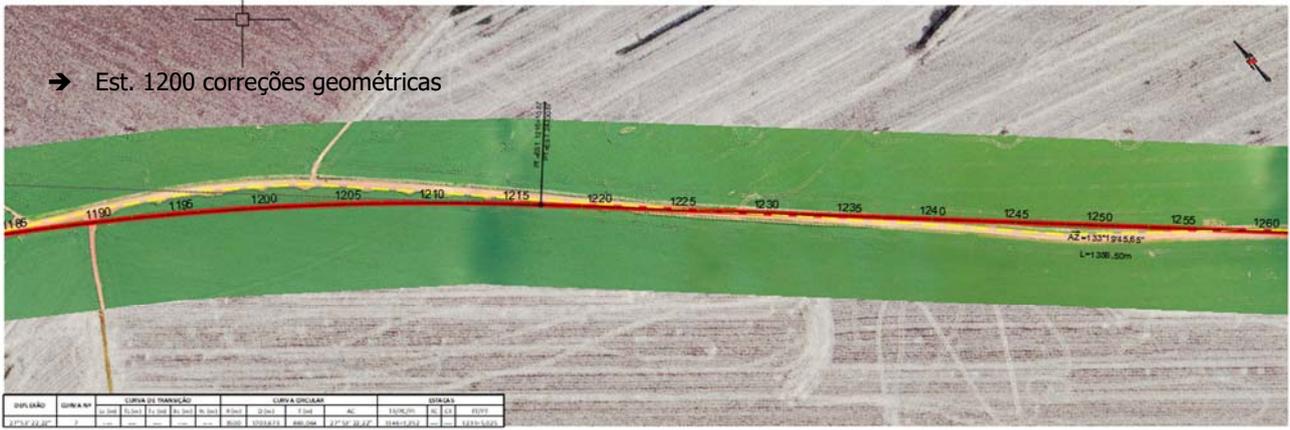




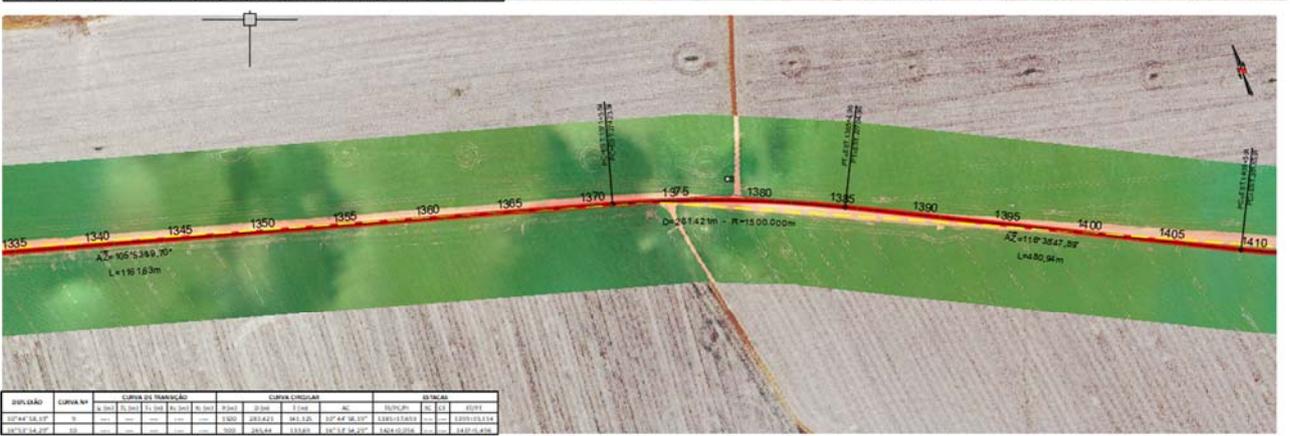
----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
————— OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA



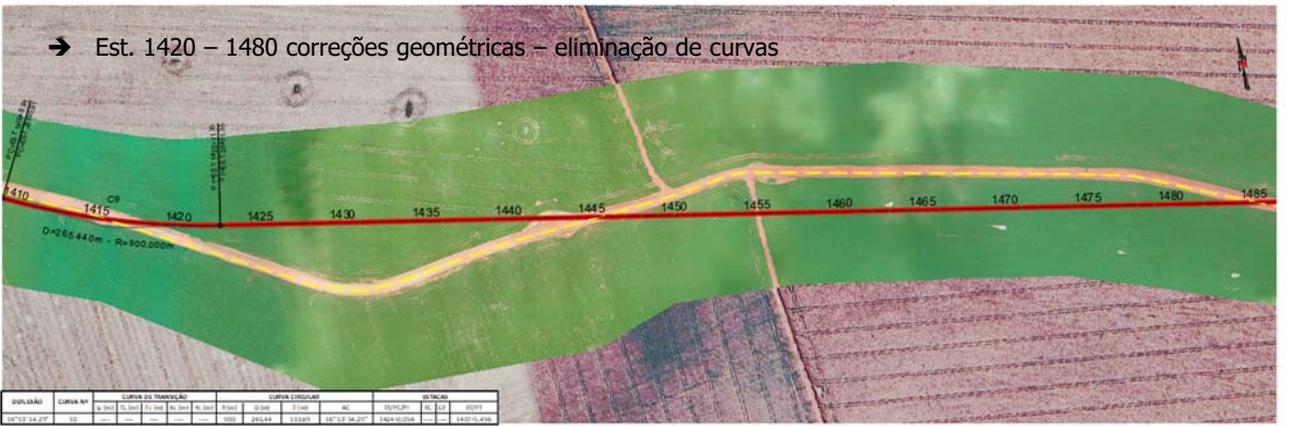
→ Est. 1200 correções geométricas

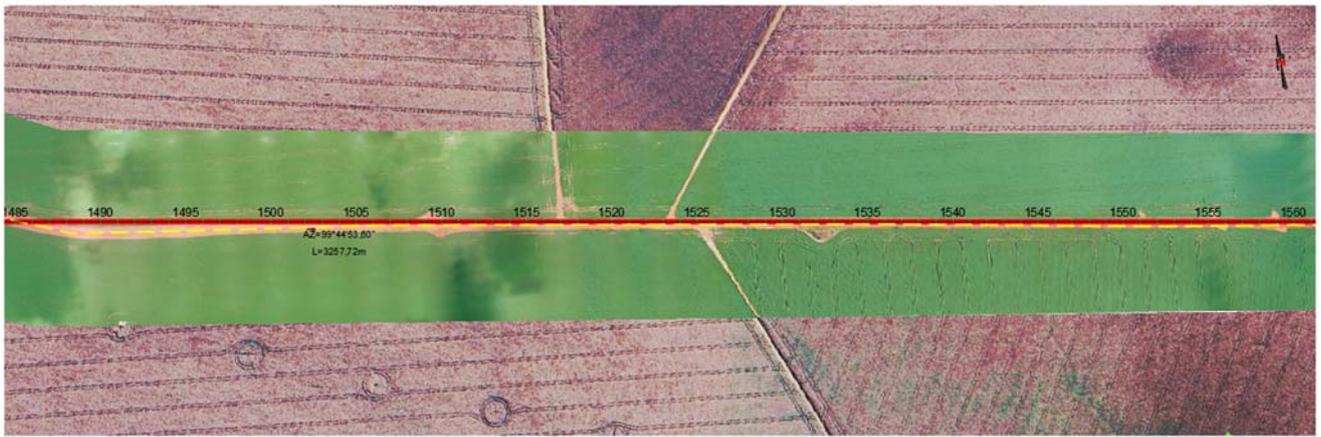


----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
 ————— OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA



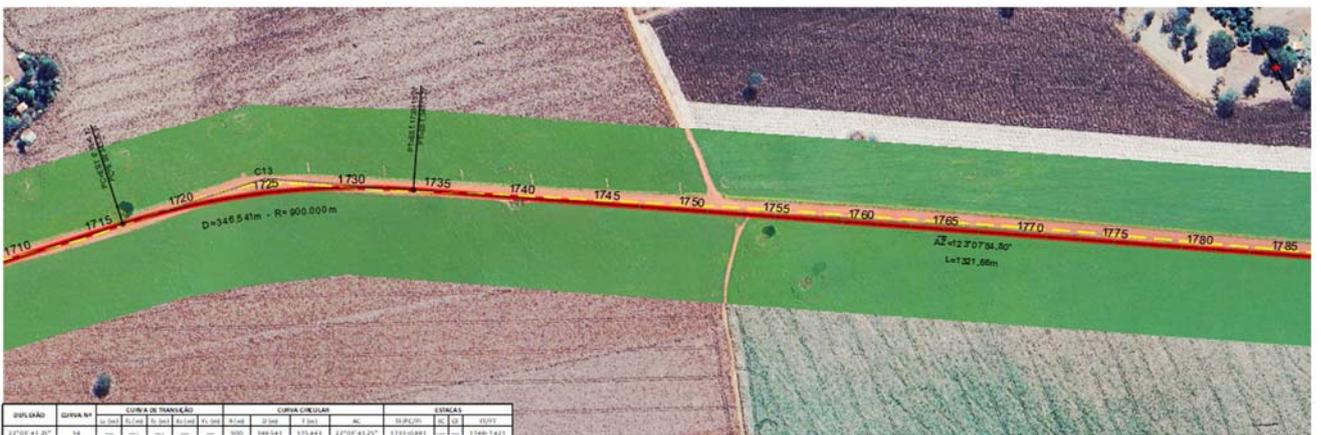
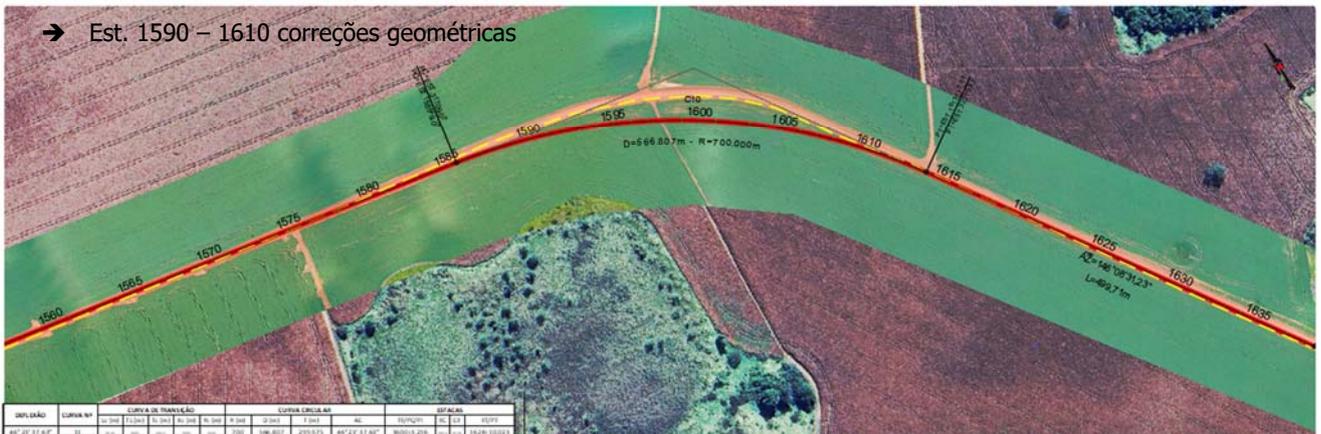
→ Est. 1420 – 1480 correções geométricas – eliminação de curvas





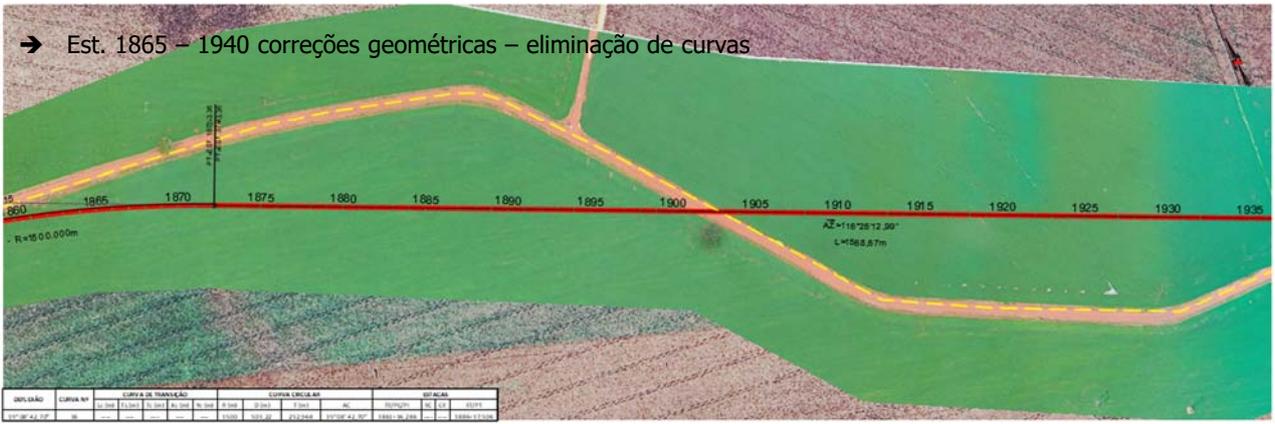
---- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
——— OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA

→ Est. 1590 – 1610 correções geométricas

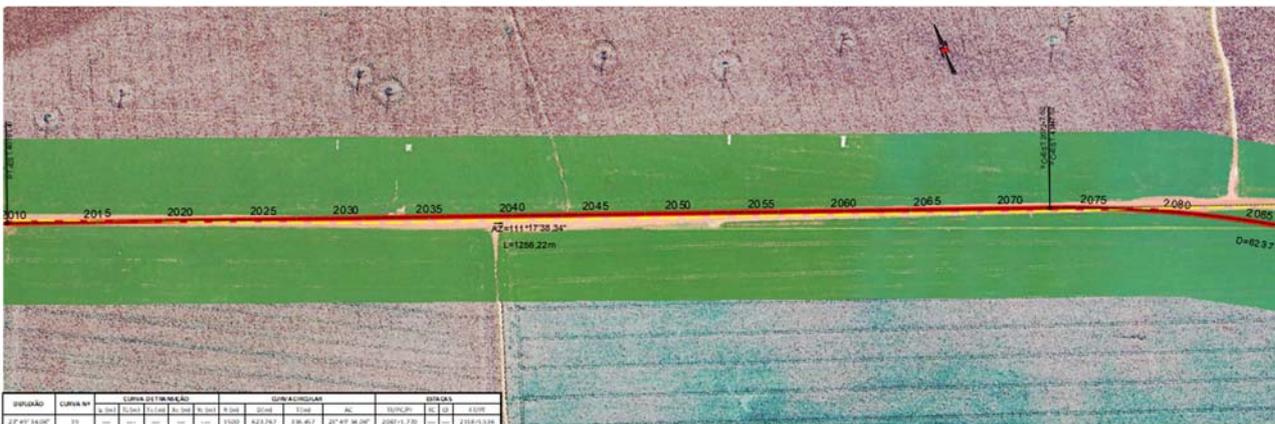


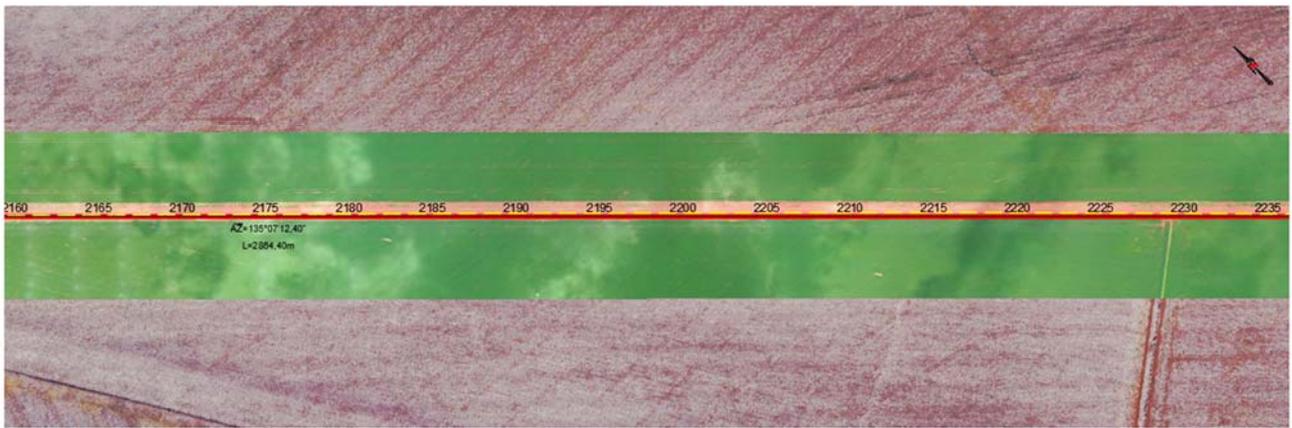
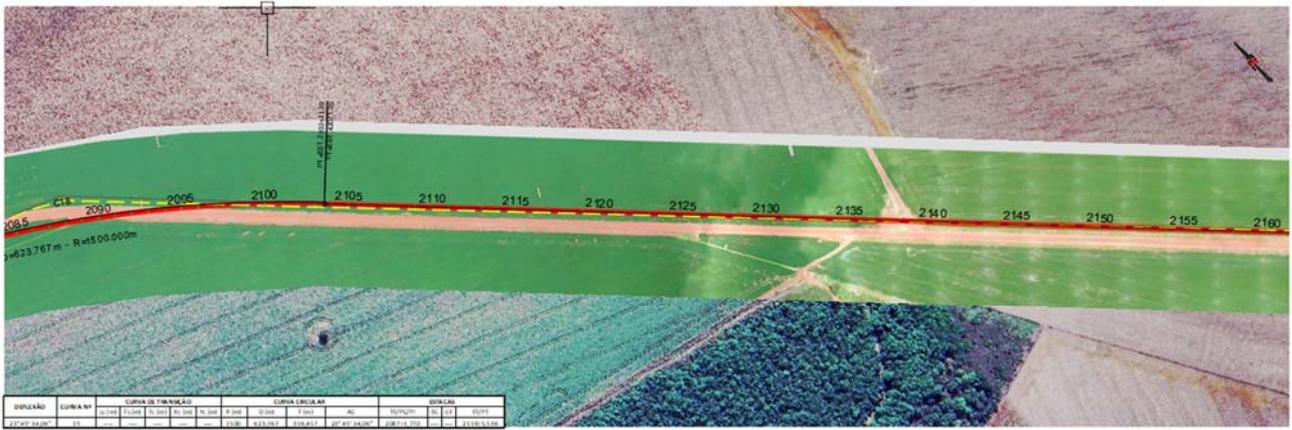


→ Est. 1865 – 1940 correções geométricas – eliminação de curvas



----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
----- OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA





----- OPÇÃO 01 - DIRETRIZ SRE
----- OPÇÃO 02 - DIRETRIZ PROPOSTA

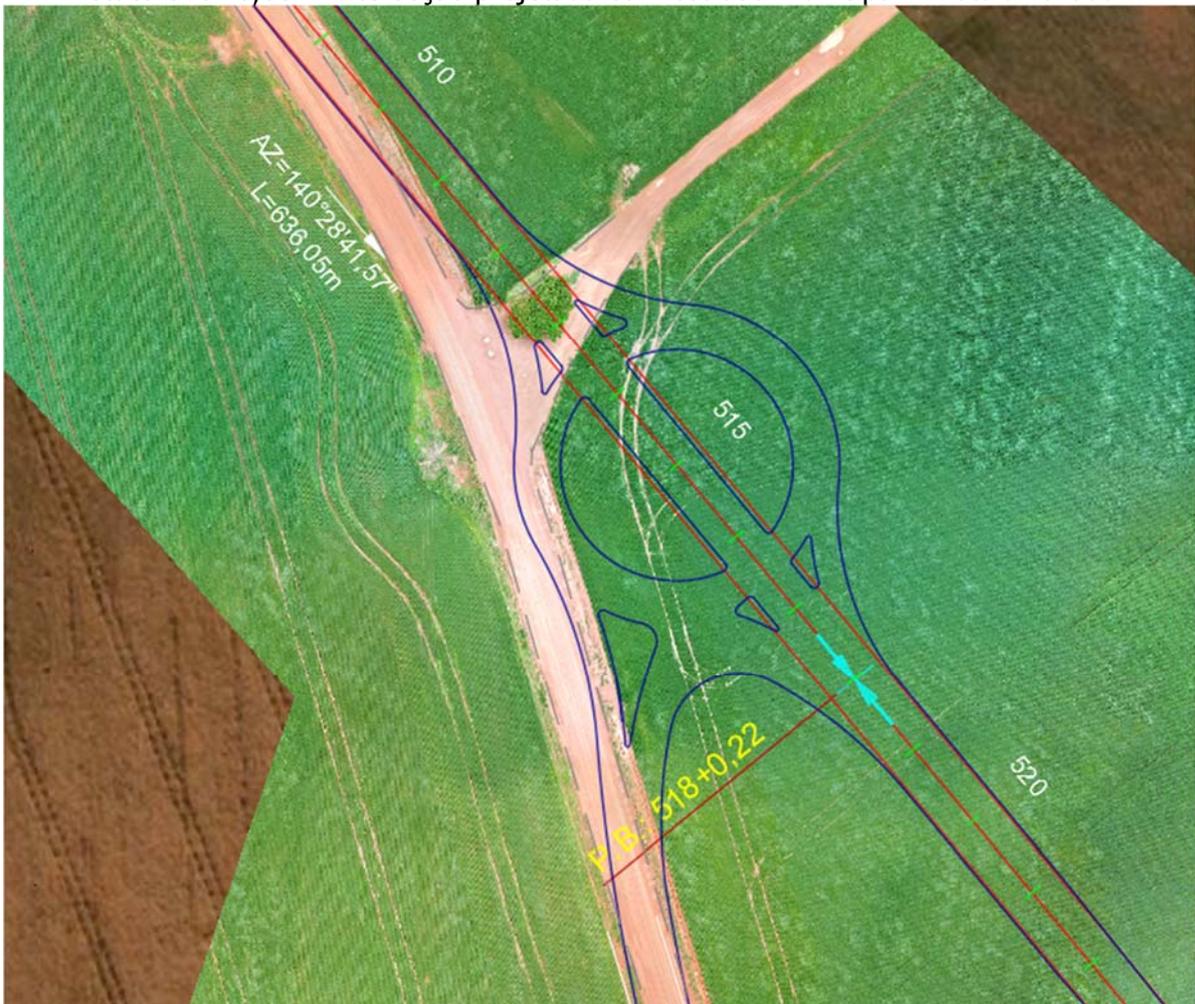
→ Est. 2256 entroncamento com GO-516 perímetro urbano de Perolândia.



Estaca 0+0,00 – Interseção existente em rótula vazada no entroncamento com a GO-341



Estaca 515+0,00 – Interseção projetada com estrada municipal – Rótula vazada.



Est. 2259+16,40 Trevo final existente no entroncamento com a GO-516
(perímetro urbano de Perolândia/GO).



Características Técnicas

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

Locação

Os serviços relativos à locação foram digitalmente repassados à equipe topográfica, consistindo das coordenadas do estaqueamento da diretriz proposta no escritório permitindo a programação do levantamento plano-altimétrico por drone e/ou pela metodologia rtk.

2.1.4 IMPLANTAÇÃO DA REDE E MARCOS DE CONTROLE

2.1.4.1 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Topográficos: para a realização dos levantamentos convencionais de campo como nivelamento, seção e cadastro foram utilizados um nível ótico digital e Estação Total com as características descritas a seguir.

- **Nível da marca GEOMAX, modelo ZDL700:**

com precisão de 0,7 mm/KM de nivelamento duplo, apoiado em um tripé de alumínio com altura ajustável e com 2 miras com código de barra. Esses equipamentos possuem laudo de calibração fornecido pela empresa RS Locação de Equipamentos de Goiânia. Os equipamentos tem memória interna e grava as medidas de nível e distancias. Estes dados foram formatados e calculados nos softwares de topografia. Características:

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



Precisão

Nivelamento	± 0,7 mm/km
Medição de distância	D < 10 m: 10 mm D ≥ 10 m: 0.001 x D

Sistema

Alcance máximo	105 m
Alcance mínimo	2 m
Velocidade da medição simples	< 3 seg.
Condição de luminosidade mínima	20 lux
Campo de visão mínima	≥ 50 %

Tela

Resolução mínima (Nivelamento)	0,1 mm
Resolução mínima (Distância)	1 mm

Telescópio

Aumento	24 x
---------	------

Compensador

Intervalo	± 10'
Precisão da correção	± 0,35"

Comunicação

Memória interna	2.000 medições
Interface	RS232

Condições ambientais

Operação / Temperatura de armazenamento	-10° C até +50° C / -40° C até +70° C
Proteção contra poeira e água	IP55

Peso

Incluindo a bateria	< 2,5 kg
---------------------	----------

Bateria

Pila AA (4XLR6 / AA 1,5V) 1800mAh / 2300mAh	14 / 16 horas de medição contínua
--	-----------------------------------

Acessórios:

Mira fibra de vidro de alta precisão de 3 metros de uma seção que alcança 0,7 mm/km de desvio padrão no duplo nivelamento. A parte frontal possui o código de barras e graduação centimétrica na sua parte traseira.

- **Estação Total da marca GEOMAX modelo ZTS605:**

GeoMax ZTS600



Com a Tecnologia de alta precisão em medição sem prisma, pontos com até 350m podem ser medidos e 3500m com prisma. Com compensador eletrônico avançado, a estação estará sempre nivelada e com erros de colimação corrigidos, assim obtém-se a máxima confiança nos ângulos horizontal e vertical.

Dados Técnicos:

Medição de Ângulos (Hz, V)	
Método	Absoluto contínuo
Resolução do visor	1"
Desvio Padrão (ISO 17123-3)	2", 3", 5", 7"
Luneta	
Aumento	30x
Campo de visão	1° 30' (26 m / 1 km)
Focagem mínima	1.7 m
Retículo	iluminado
Compensador	
Sistema	Compensação nos quatro eixos
Intervalo de trabalho	± 4'
Precisão Operacional	0.5", 1", 1.5", 2"
Medição de Distância com Refletor	
Alcance de medição com prisma circular	3.500 m
Medição com fita refletiva (60 mm x 60 mm)	250 m
Precisão (Preciso / Rápido / Contínuo)	2 mm + 2 ppm / 5 mm +2 ppm / 5 mm + 2 ppm
Tempo de medição (Preciso / Rápido / Contínuo)	2.4 seg / 0.8 seg / 0.15 seg
Medição de Distância sem Refletor	
Alcance com alvo branco (SR/LR)	200 m / 350 m
Alcance com prisma circular	>7.500 m
Precisão	3 mm + 2 ppm (>500 m 4 mm + 2 ppm)
Tempo de medição	3.0 – 6.0 seg
Comunicação	
Memória interna	10.000 pontos
Interface	RS232
Operação	
Visor	160 x 280 pixels, 8 linhas x 30 caracteres
Teclado	Teclado alfanumérico e 4 teclas de função
Prumo laser	
Tipo	Ponto laser, intensidade ajustável
Precisão	1.5 mm com instrumento a 1.5 m
Condições ambientais	
Temperatura Operação / Armazenamento	-20° C ~ +50° C / -40° C ~ +70° C
Proteção para sujeira e água	IP54
Peso	
Peso incluindo bateria e base nivelante	5.4 kg
Bateria	
Voltagem / Capacidade	ZBA-101 6V 4200mAh
Tempo de operação / N° de medições com ZBA-101	6 horas / aprox. 9.000

Geodésicos:

Receptores **GNSS, marca Geomax, modelo Zenith16** ncia (L1/L2) com RTK integrado, com radio interno, coletora com software LandStar CE, bastões e tripé. Os dados foram gravados nas coletoras no formato nativo do equipamento e no formato txt.

Especificações do receptor

Funcionalidade Q-Lock Pro™	Menos ruído e mitigação de multicaminho para a mais alta confiabilidade
Confiabilidade	99,95 %
Mecanismo de medição	NovAtel OEM7, 181 canais, duas frequências / multiconstelelação
Rastreamento GPS	L1, L2, L2C
Rastreamento GLONASS	L1, L2, L2C
Rastreamento BeiDou	B1, B2 (opcional)
Rastreamento Galileo	E1, E5b (opcional)
Rastreamento QZSS	L1, L2C (opcional)
Taxa de posicionamento	5 Hz
SBAS	EGNOS, WAAS, MSAS, GAGAN

Precisão do receptor (rms)**

RTK	Hz	10 mm + 1 ppm
	V	20 mm + 1 ppm
Rede RTK	Hz	10 mm + 0,5 ppm
	V	20 mm + 0,5 ppm
Estática	Hz	5 mm + 0,5 ppm
	V	10 mm + 0,5 ppm
Estática - longa	Hz	3 mm + 0,1 ppm
	V	3,5 mm + 0,4 ppm

Interfaces

Teclado	Ligar/Desligar e Tecla de função
Indicadores de estado LED	Posição, bateria, Bluetooth®, recepção RTK, transmissão RTK, cartão de armazenamento
Indicadores modo LED	Rover, base, estático
Registro de dados	Cartão microSD removível

Comunicação

Módulo de rádio UHF	SATEL, 500 mW, 1000 mW transreceptor, 403–473 MHz; (opcional)
Bluetooth®	Dispositivo de classe II Funcionalidade QR-iConnect
Conector TNC	Antena UHF de alta sensibilidade
Porta de comunicação	USB, série & power

Especificações físicas

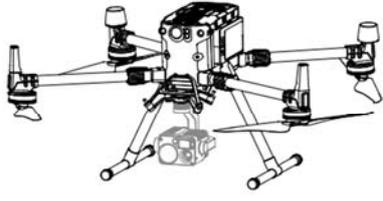
Dimensões	Altura 95 mm, ø 198 mm
Peso	1,09 - 1,13 kg **
Temp. de funcionamento	-40°C a 65°C
Índice de Proteção	IP68 / IP66 / MIL
Umidade	100%, condensação
Vibração	Resistente à tensão mecânica de acordo com a ISO 9022-36-05
Choque	Suporta quedas de 2 m sobre de superfícies rígidas

Fonte de alimentação

Bateria interna	Removível, Íon de lítio 2,6 Ah / 7,4 V
Autonomia da bateria	9 h estático / 6 h em modo rover
Potência externa	10,5 V a 28 V, conector LEMO®



Aeronave

Dimensões (Desdobrada, hélices excluídas)	810x670x430 mm (CxLxA)	
Dimensões (Dobrado)	430x420x430 mm (CxLxA)	
Distância entre eixos diagonal	895 mm	
Peso (baterias excluídas)	3600 g	
Carga útil máxima	2700 g	
Peso máximo de decolagem	9000 g	
Frequência de funcionamento	2,400 - 2,4835 GHz; 5,725 - 5,850 GHz	
Alimentação do transmissor (EIRP)	2,400 - 2,4835 GHz: 29,5 dBm (FCC); 18,5 dBm (CE); 18,5 dBm (SRRC); 18,5 dBm (MIC) 5,725 - 5,850 GHz: 28,5 dBm (FCC); 12,5 dBm (CE); 28,5 dBm (SRRC)	

Precisão de pairar (sem vento ou com vento)



Vertical:
 $\pm 0,1$ m (sistema de visão ativado)
 $\pm 0,5$ m (modo P com GPS)
 $\pm 0,1$ m (D-RTK)
 Horizontal:
 $\pm 0,3$ m (sistema de visão ativado)
 $\pm 1,5$ m (modo P com GPS)
 $\pm 0,1$ m (D-RTK)

Velocidade angular máxima	Inclinação: 300 °/s, Guinada: 100 °/s
Ângulo de inclinação máximo	30° (modo P e sistema de visão direta ativado: 25°)
Velocidade máx. de subida	6 m/s
Velocidade máxima de descida (vertical)	5 m/s
Velocidade máxima de descida (inclinação)	7 m/s
Velocidade horizontal máxima	23 m/s
Limite de funcionamento máximo acima do nível do mar	5000 metros (com hélices 2110, e peso de decolagem ≤ 7 kg) / 7000 metros (com hélices de elevada altitude e baixo ruído 2195, e peso de decolagem ≤ 7 kg)
Resistência máxima do vento	15 m/s
Tempo máximo de voo para frente (nível do mar)	45 minutos (peso de carga 700 g)
Tempo máximo de pairar (nível do mar)	43 minutos (peso de carga 700 g)
Modelo do motor	6009
Modelo de hélice	2110
Suspensões cardã DJI suportadas	Zenmuse XT2 / XT S / Z30 / H20 / H20T

Configurações de gimbal suportadas	Gimbals descendentes duplos, gimbal ascendente simples, gimbal descendente simples, gimbal descendente simples+gimbal ascendente simples, gimbals descendentes duplas+gimbal ascendente simples
Outros produtos DJI suportados	Radar CSM, Coletor 2
Classificação de proteção do ingresso	IP45
GNSS	GPS+GLONASS+BeiDou+Galileo
Temperatura de funcionamento	-20° a 50°C (-4° a 122° F)
Controlador Inteligente	
Linha de frequência de operação empresarial OcuSync	2,400 - 2,4835 GHz; 5,725 - 5,850 GHz*
Distância máxima de transmissão (Desobstruído, livre de interferência)	NCC / FCC: 15 km CE / MIC: 8 km SRRC: 8 km
Alimentação do transmissor (EIRP)	2,400 - 2,4835 GHz: 29,5 dBm (FCC); 18,5 dBm (CE) ; 18,5 dBm (SRRC); 18,5 dBm (MIC) 5,725 - 5,850 GHz: 28,5 dBm (FCC); 12,5 dBm (CE); 20,5 dBm (SRRC)
Bateria externa	Nome: Bateria inteligente WB37 Capacidade: 4920 mAh; Tensão: 7,6 V Tipo de bateria: LiPo; Energia: 37,39 Wh Tempo de carregamento (usando Estação de Bateria Inteligente BS60): 70 min. (15° a 45° C); 130 min. (0° a 15° C)
Bateria incorporada	Tipo de bateria: 18650 Ião de Li (5000 mAh @ 7,2 V) Tipo de carregamento: Suporta um carregador USB com 12 V / 2 A Potência nominal: 17 W** Tempo de carregamento: 2 horas e 15 minutos (usando um carregador USB com 12 V / 2 V)
Tempo de funcionamento	Bateria incorporada: Aprox. 2,5 horas Bateria incorporada + Bateria externa: Aprox. 4,5 horas
Voltagem de fonte de alimentação / corrente (Porta USB-A)	5 V / 1,5 A
Intervalo de temperaturas de funcionamento	-20° a 40° C (-4° a 104° F)
Capacidade de armazenamento	Rom: 32 GB + escalável com microSD
Sistema de visão	
Faixa de detecção de obstáculos	Avançar/Retroceder/Esquerda/Direita: 0,7 - 40 m Ascendente/Descendente: 0,6 - 30 m
FOV	Para a frente / para trás / para baixo: 65°(H), 50°(V) Esquerda / Direita / Para cima: 75°(H), 60°(V)
Ambiente de funcionamento	Superfícies com padrões claros e iluminação adequada (> 15 lux)

Sistema de detecção de infravermelhos	
Faixa de detecção de obstáculos	0,1 - 8 m
FOV	30°
Ambiente de funcionamento	Obstáculos grandes, difusos e refletivos (refletividade >10%)
Bateria de voo inteligente	
Capacidade	5935 mAh
Tensão	52,8 V
Tipo de bateria	LiPo 12S
Energia	274 Wh
Peso líquido (um único)	Aprox. 1,35 kg
Temperatura de funcionamento	-4° a 122°F (-20° a 50°C)
Temperatura de armazenamento	71.6° a 86°F (22° a 30°C)
Temperatura de carregamento	41° a 104°F (5° a 40°C)
Potência máx. de carregamento	470 W
Luz auxiliar	
Distância eficaz da iluminação	5 m
Modo de iluminação	60 Hz, sólido
Câmara FPV	
Resolução	960p
FOV	145°
Taxa de fotogramas	30fps

* Os regulamentos locais em alguns países proíbem a utilização de frequências de 5,8 GHz e 5,2 GHz e algumas regiões, a banda de frequência 5,2 GHz é permitida apenas em utilização interior.

** O Controlador Inteligente irá fornecer energia para o dispositivo móvel instalado, o que pode afetar as especificações acima mencionadas.

SPECIFICATIONS

General system performance

Absolute accuracy	<10 cm Hz <5 cm V
Accuracy conditions	Without control points, @50 m flight altitude AGL
Mounting	Skyport for DJI M300 External power source with the dedicated port for other UAVs (CHCNAV Alphaport interface)
Weight of instrument ⁽¹⁾	0.95 kg
Dimensions of instrument	12.8 × 12.8 × 6.75 cm 5.04" × 5.04" × 2.65"
Communications	1× port for GNSS antenna Skyport interface 1× USB Type-C, copy speed up to 160 Mb/s
Data storage	256 GB
Point density on UAV setup	570 pts/sqm @ 50 m AGL
5 m/s (18 km/h) speed	280 pts/sqm @ 100 m AGL
Covered area	2 km ² area by 30 mins UAV flight
Operation	One-touch acquisition or remote control via DJI M300 Smart controller enterprise
Transport box	1× protected soft bag with custom precut foam

Laser scanner

Laser class	1 (in accordance with IEC 60825-1:2014)
Max.range, reflectivity > 80% ⁽²⁾	450 m
Max.range, reflectivity > 10% ⁽²⁾	190 m
Max. returns supported	Up to 3
Accuracy ⁽³⁾	20 mm @ 20 m 30 mm @ 100 m
Precision ⁽⁴⁾	15 mm
Field of view	70.4° (Horizontal) × 4.5° (Vertical)
Scan rate	240 000 pts/sec (first or strongest return) 480 000 pts/sec (dual return) 720 000 pts/sec (triple return)

Positioning and orientation system

GNSS system	Dual-frequency GNSS GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, sampling frequency 5 Hz
IMU update rate	500 Hz
Position accuracy NO GNSS outage	0.010 m RMS horizontal, 0.020 m RMS vertical, 0.01 degrees RMS pitch/roll, 0.04 degrees RMS heading

Imaging system

Camera type	Built-in calibrated Camera
Resolution	6252 × 4168
Effective pixels	28 MP, 30 fps
Min. trigger interval	0.6 sec

Environmental

Operating temperature	-20°C ~ +50°C
Storage temperature	-20°C ~ +85°C
IP rating	IP64
Humidity (operating)	80%, non-condensing

Electrical

Input voltage	DC 12 ~ 14 V
Power consumption	32 W, min. 2A
Power source	Depending on UAV battery, or by Skyport from DJI M300

* Specifications are subject to change without notice.

(1) Weight calculated with integrated camera. (2) Typical values for average conditions. (3) Accuracy is the degree of conformity of a measured quantity to its actual (true) value. (4) Precision is the degree to which further measurements show the same results. Improved by CHCNAV CoPre SW.

AlphaAir 450 UAV LiDAR SOLUTIONS



© 2021 Shanghai Huace Navigation Technology Ltd. All rights reserved. The CHC and CHC logo are trademarks of Shanghai Huace Navigation Technology Limited. All other trademarks are the property of their respective owners. Revision November 2021.

2.1.4.2 CERTIFICADOS DE FUNCIONAMENTO E CALIBRAÇÃO



CERTIFICADO DE INSPEÇÃO E CONFORMIDADE

CERTIFICADO Nº. 1445-24

SÃO PAULO, 01 DE MARÇO DE 2024.

NOME: COSTA CONSULTORIA E AGRIMENSURA LTDA - ME

ENDEREÇO: AV. C17 N 240 - QUADRA 167 LOTE 13

CEP: 74303-280

GOIÂNIA GO

CNPJ: 26.946.640/0001-82

FABRICANTE	MODELO	S/N	DESCRIÇÃO
GEOMAX	ZENITH16	1787344	RECEPTORES RTK BASE E ROVER
	ZENITH16	1787342	RASTREADORES DE SATELITES

Prezado(s) Senhor(e),

Certificamos que o fabricante dos produtos GEOMAX, declara em seus manuais de utilização que os receptores relacionados e software da coletora de dados MOTO G7 n/s 0078055632, estão em conformidade com os seguintes padrões internacionais:

EN 55922, 1994, IEC61000-4-2, 1995, IEC61000-4-3, 1995, IEC61000-4-4, 1995, IEC61000-4-6, 1996 e IEC61000-4-8, 1993 e seguem as provisões da diretriz orientadora Eletromagnetic compatibility 89/336/EEC e Radio and telecommunications terminal equipment 1999/5/EC.

E, a GUANDALINI. Declara também que os equipamentos e acessórios da marca GEOMAX relacionados acima, foram testados e verificados por assistência técnica especializada no Centro de Serviços da GUANDALINI e estão de acordo com as especificações do fabricante.

Colocamo-nos à sua disposição para quaisquer dúvidas e/ou esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,

MARCOS GUANDALINI, ENG. MSc.
CREA 5060495445 - CENTRO DE SERVIÇOS
GUANDALINI POSICIONAMENTO
São Paulo – SP – BRASIL

Av. Paulo VI, 2140 • B. Sumaré • São Paulo • SP • 01262-010 • Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI POSICIONAMENTO
www.guandalinibr.com • guandalini@guandalinibr.com

Certificado Linear e de Acurácia de Receptores GNSS
Nº GUA-GNSS-0011-2023

Ordem de Serviço: 5435

Cliente

Nome: COSTA CONSULTORIA E AGRIMENSURA LTDA - ME

Endereço: AV. C17 N 240 - QUADRA 167 LOTE 13 - SETOR SUDOESTE

Município: GOIÂNIA, GO

CNPJ/CPF: 26.946.640/0001-82

Identificação do Objeto Certificado

Equipamento: RECEPTOR GNSS

Fabricante: GEOMAX

Modelo: Zenith16

S/N: 1787550

Precisão Nominal Horizontal: 10 mm + 1 ppm

Precisão Nominal Vertical: 20 mm + 1 ppm

Sugestão de Próxima Certificação: 09/02/2025

Equipamento Padrão Utilizado

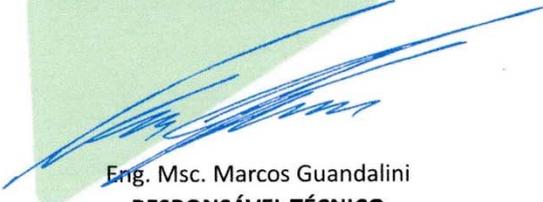
Estação Total Leica TS07 1" R500 S/N 3344791

Certificado: Nº HZ-RT-510-2023

Calibrado pelo laboratório acreditado pelo INMETRO sob CAL N°
0653 - Horizon Instrumentos Topográficos Ltda.



LINHA DE REFERÊNCIA: DH: 3.6699 m - DN: 0.0296 m


Eng. Msc. Marcos Guandalini
RESPONSÁVEL TÉCNICO

Av. Paulo VI, 372 Térreo - Sumaré - São Paulo/SP 01262-010 Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRAFICOS LTDA.

CNPJ:43.376.723/0001-00

www.guandalinibr.com guandalini@guandalinibr.com

RESULTADOS RESUMIDOS

Estação de Referência - POLI - Linha de Base Média 5464.7980 m

	ANÁLISE LINEAR		ANÁLISE ACURÁCIA	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Limite	0.0547 m	0.0900 m	0.0178 m	0.0311 m
Realizado	0.0082 m	0.0166 m	0.0119 m	0.0092 m
Resultado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado

Resultado Horizontal: Equipamento em conformidade horizontal.
 Deve adotar precisão nominal do equipamento (10 m + 1 ppm)

Resultado Vertical: Equipamento em conformidade vertical.
 Deve adotar precisão nominal do equipamento (20 mm + 1 ppm)

Estação de Referência - SPSI - Linha de Base Média 52277.0610 m

	ANÁLISE LINEAR		ANÁLISE ACURÁCIA	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Limite	0.2202 m	0.2555 m	0.0716 m	0.0882 m
Realizado	0.0118 m	0.0394 m	0.0087 m	0.0491 m
Resultado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado

Resultado Horizontal: Equipamento em conformidade horizontal.
 Deve adotar precisão nominal do equipamento (10 m + 1 ppm)

Resultado Vertical: Equipamento em conformidade vertical.
 Deve adotar precisão nominal do equipamento (20 mm + 1 ppm)

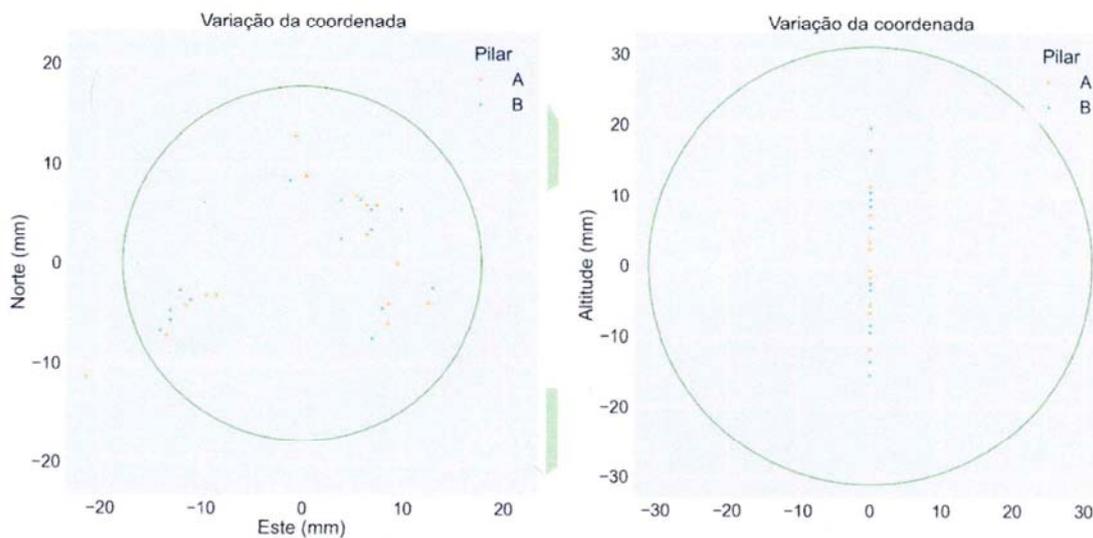
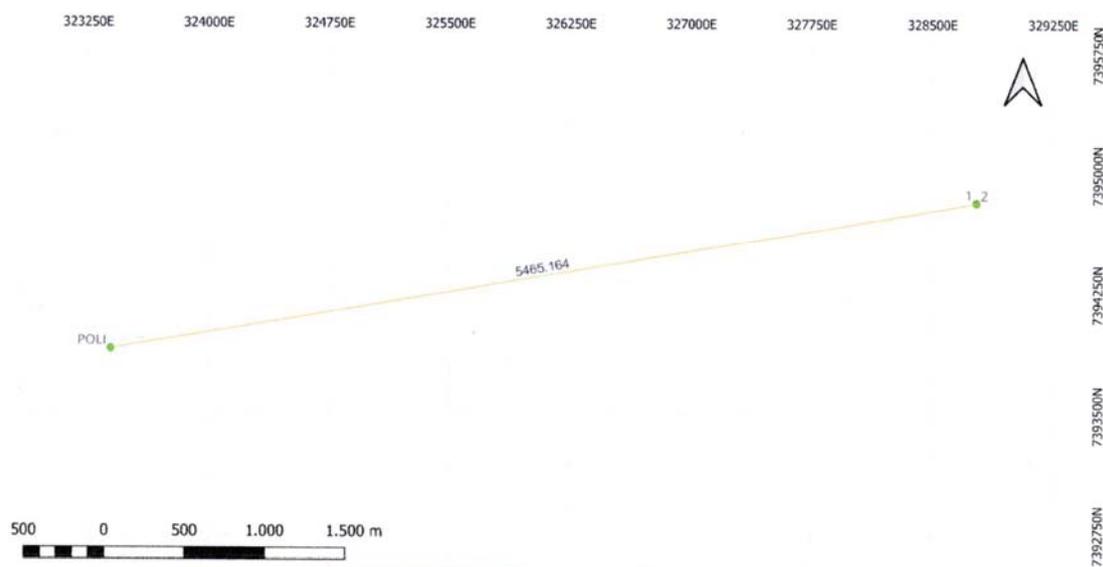
Av. Paulo VI, 372 Térreo - Sumaré - São Paulo/SP 01262-010 Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRAFICOS LTDA.

CNPJ:43.376.723/0001-00

www.guandalinibr.com guandalini@guandalinibr.com

Estação de Referência- POLI- Linha de base média: 5464.7980 m



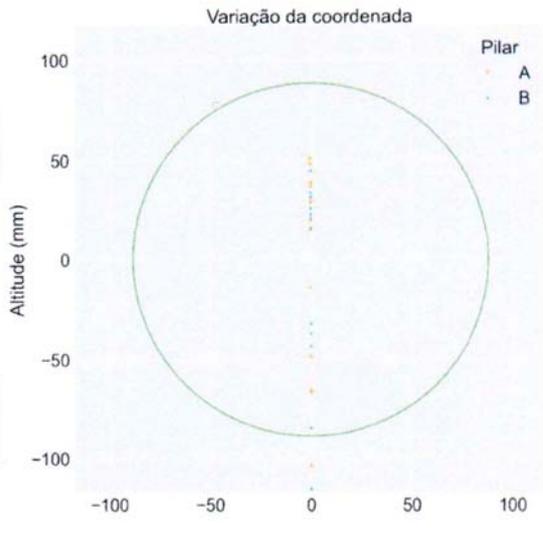
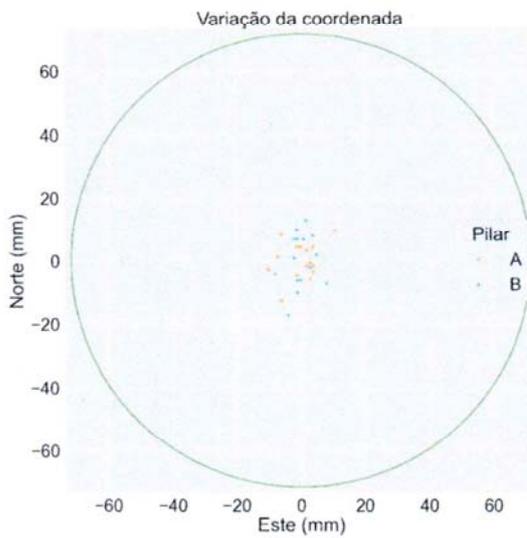
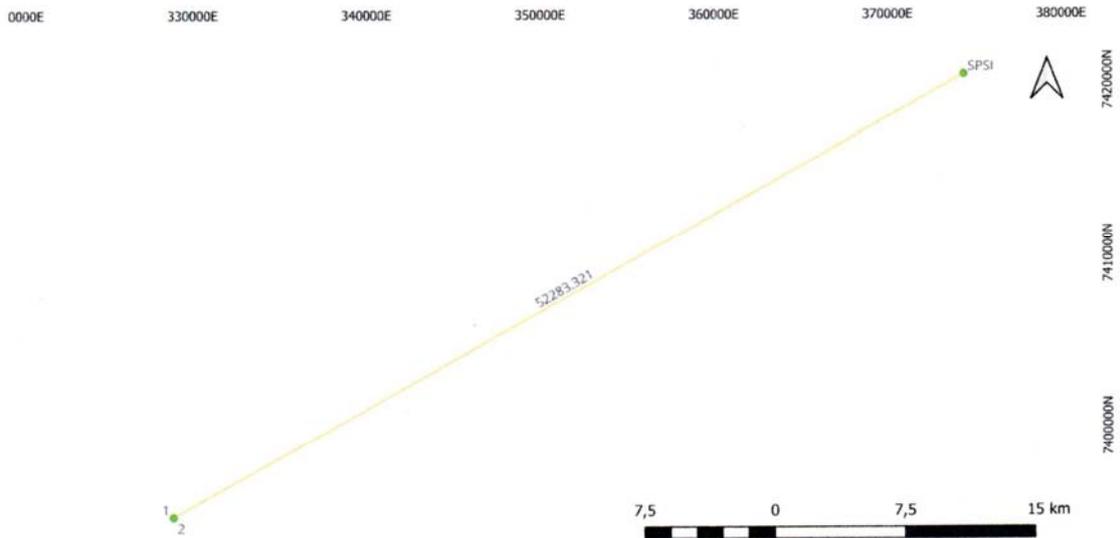
Av. Paulo VI, 372 Térreo - Sumaré - São Paulo/SP 01262-010 Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRAFICOS LTDA.

CNPJ:43.376.723/0001-00

www.guandalinibr.com guandalini@guandalinibr.com

Estação de Referência- SPSI- Linha de base média: 52277.0610 m



Av. Paulo VI, 372 Térreo - Sumaré - São Paulo/SP 01262-010 Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRAFICOS LTDA.

CNPJ:43.376.723/0001-00

www.guandalinibr.com guandalini@guandalinibr.com

Dados da Certificação - Estação de Referência - POLI

Seq	Conj	Pilar	E (m)	N (m)	Altitude (m)
1	1	A	328775.839	7394829.084	779.494
2	1	B	328777.060	7394825.624	779.527
3	2	A	328775.847	7394829.097	779.489
4	2	B	328777.059	7394825.625	779.516
5	3	A	328775.839	7394829.085	779.491
6	3	B	328777.061	7394825.626	779.508
7	4	A	328775.840	7394829.087	779.490
8	4	B	328777.062	7394825.626	779.517
9	5	A	328775.843	7394829.089	779.490
10	5	B	328777.063	7394825.627	779.522
11	6	A	328775.840	7394829.063	779.481
12	6	B	328777.059	7394825.600	779.494
13	7	A	328775.836	7394829.066	779.481
14	7	B	328777.064	7394825.606	779.505
15	8	A	328775.840	7394829.067	779.485
16	8	B	328777.061	7394825.605	779.504
17	9	A	328775.842	7394829.067	779.477
18	9	B	328777.051	7394825.603	779.503
19	10	A	328775.830	7394829.069	779.477
20	10	B	328777.051	7394825.606	779.497
21	11	A	328775.823	7394829.076	779.486
22	11	B	328777.048	7394825.614	779.516
23	12	A	328775.827	7394829.075	779.495
24	12	B	328777.050	7394825.609	779.519
25	13	A	328775.829	7394829.070	779.494
26	13	B	328777.050	7394825.607	779.529
27	14	A	328775.830	7394829.068	779.495
28	14	B	328777.053	7394825.606	779.523
29	15	A	328775.833	7394829.069	779.500
30	15	B	328777.054	7394825.609	779.523

Av. Paulo VI, 372 Térreo - Sumaré - São Paulo/SP 01262-010 Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRAFICOS LTDA.

CNPJ:43.376.723/0001-00

www.guandalinibr.com guandalini@guandalinibr.com

Dados da Certificação - Estação de Referência - SPSI

Seq	Conj	Pilar	E (m)	N (m)	Altitude (m)
1	1	A	328775.839	7394829.105	779.453
2	1	B	328777.060	7394825.645	779.501
3	2	A	328775.832	7394829.107	779.473
4	2	B	328777.051	7394825.647	779.490
5	3	A	328775.837	7394829.105	779.488
6	3	B	328777.045	7394825.646	779.492
7	4	A	328775.831	7394829.105	779.489
8	4	B	328777.048	7394825.649	779.479
9	5	A	328775.831	7394829.109	779.489
10	5	B	328777.050	7394825.644	779.476
11	6	A	328775.826	7394829.098	779.465
12	6	B	328777.056	7394825.643	779.490
13	7	A	328775.837	7394829.107	779.467
14	7	B	328777.065	7394825.640	779.503
15	8	A	328775.841	7394829.106	779.456
16	8	B	328777.068	7394825.649	779.490
17	9	A	328775.831	7394829.110	779.475
18	9	B	328777.051	7394825.650	779.498
19	10	A	328775.834	7394829.116	779.484
20	10	B	328777.051	7394825.649	779.508
21	11	A	328775.838	7394829.119	779.570
22	11	B	328777.075	7394825.652	779.639
23	12	A	328775.848	7394829.115	779.607
24	12	B	328777.062	7394825.656	779.608
25	13	A	328775.840	7394829.110	779.569
26	13	B	328777.064	7394825.649	779.561
27	14	A	328775.836	7394829.106	779.552
28	14	B	328777.064	7394825.648	779.556
29	15	A	328775.827	7394829.115	779.518
30	15	B	328777.057	7394825.650	779.567

Av. Paulo VI, 372 Térreo - Sumaré - São Paulo/SP 01262-010 Tel: +55 11 3803-7070

GUANDALINI LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRAFICOS LTDA.

CNPJ:43.376.723/0001-00

www.guandalinibr.com guandalini@guandalinibr.com

(PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO CAMPOS AMARELOS - assinar, imprimir em PDF e encaminhar por email)

A veracidade e correção das informações prestadas é de total responsabilidade do responsável assinante

Valores calculados nas tabelas do item 2, alíneas "q" e "r" considerados dentro dos parâmetros limites:

ACEITÁVEL

NOVA CALIBRAÇÃO DEVERÁ SER EFETUADA CASO HAJA VALORES FORA DOS PARÂMETROS LIMITES ACIMA

(O conteúdo do Laudo descreve as principais características dos sistemas sensores de médio e pequeno formato que devem ser apresentadas pelas empresas interessadas em se inscrever como Entidades Executantes de aerolevanteamento ou, se já inscritas, utilizar esse tipo de sensores, atentando para o disposto no Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais – PEC-PCD e na Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais – ET-ADGV)

1. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS SENSORES

(A empresa deve apresentar as características dos principais sistemas sensores integrantes dos RPAS que serão utilizados para os seus projetos de aerolevanteamento. Estes sistemas sensores compreendem a câmera digital integrada a um Sistema de Navegação Global por Satélites – GNSS e Navegação Inercial – INS)

1.1 CARACTERÍSTICAS DA CÂMERA

(A empresa deve apresentar as características da câmera utilizada pelo RPAS, conforme abaixo)

- a) Modelo:
- b) Fabricante:
- c) Número de Série:
- d) Tipo de Lentes:
- e) Número de Série:
- f) Tipo de Sensor:
- g) Dimensão do Sensor em mm:
- h) Número Efetivo de Pixels:
- i) Dimensão do Pixel em mm (no espaço imagem):
- j) Distância Focal Nominal em mm:
- k) Orientação da Imagem e Referenciais Envolvidos, conforme a figura 1 abaixo:

FC2220 (4.386mm) - CP.EN.00000083.01	
DJI	
85258929	
FOV de ~ 83° Abertura: f/2.8	
85258929	
1/2.3" CMOS	
6,17 X 4,55	mm
12 megapixels	
0,00158	mm
4,386	mm

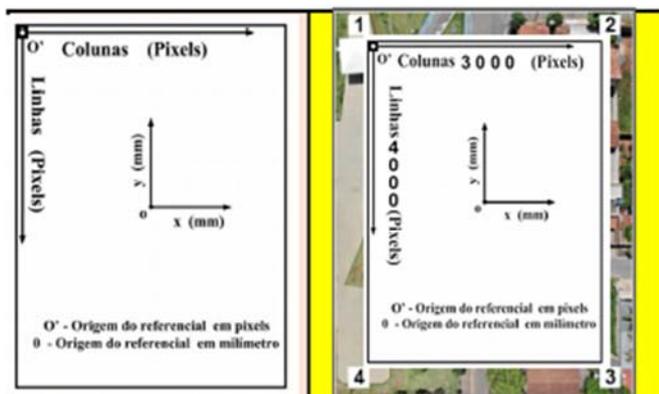


Figura 1: Modelo para Orientação da Imagem e Referenciais Envolvidos

Dimensões da Imagem			
X =	6,17 mm	4000 pixels	
Y =	4,55 mm	3000 pixels	

Coordenadas dos cantos				
Ponto	Coluna	Linha	X (mm)	Y (mm)
1	0	0	-2,37209	3,16278
2	3000	0	2,37209	3,16278
3	3000	4000	2,37209	-3,16278
4	0	4000	-2,37209	-3,16278

1.2 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS – GNSS/INS

(A empresa deve apresentar as características do receptor GNSS integrado a uma Unidade de Medição Inercial – IMU e que será utilizado no SARP para aplicações de aerolevanteamento com Georreferenciamento Direto – DG ou Georreferenciamento Integrado de Sensores – ISO)

(Para a aplicação de aerolevanteamento com uso de DG, a empresa deve apresentar os valores dos Deslocamentos Lineares – Lever Arms e Desalinhamentos Angulares – Bore-sight Misalignment Angles entre a antena do receptor GNSS e o corpo da IMU, conforme Tabela 1)

(Para voos com altitudes inferiores a 150m, é desejável a utilização do método de posicionamento Real Time Kinematic – RTK do receptor GNSS do RPAS, visando a melhoria da exatidão posicional das imagens do DG)

$f_{ou c} - \sigma_{f_{ou c}}$	2896,07	0,898731	Distância focal calibrada em (mm), com respectivo desvio padrão
$x_0 - \sigma_{x_0}$	0,500324	0,0499785	Coordenada "x" do ponto principal em (mm), com respectivo desvio padrão
$y_0 - \sigma_{y_0}$	0,671677	0,0512192	Coordenada "y" do ponto principal em (mm), com respectivo desvio padrão
$K1 - \sigma_{K1}$	-3,76639000E-02	7,11241000E-04	1º parâmetro de distorção radial simétrica (mm-2), com respectivo desvio padrão
$K2 - \sigma_{K2}$	1,10809000E-01	2,19058000E-03	2º parâmetro de distorção radial simétrica (mm-4), com respectivo desvio padrão
$K3 - \sigma_{K3}$	-1,81538000E-01	2,94797000E-03	3º parâmetro de distorção radial simétrica (mm-6), com respectivo desvio padrão
$P1 - \sigma_{P1}$	7,62065000E-04	8,82162000E-06	1º parâmetro de distorção tangencial ou descentrada (mm-1), com respectivo desvio padrão
$P2 - \sigma_{P2}$	3,05249000E-05	8,93004000E-06	2º parâmetro de distorção tangencial ou descentrada (mm-1), com respectivo desvio padrão

Tabela 2: Descrição dos POI

(Caso a modelagem matemática utilizada na calibração da câmera seja diferente do modelo Conrad-Brown, a empresa deve apresentar os parâmetros determinados e seus desvios padrões, analogamente à Tabela 2)

n) Aerobase (m) obtida: 13,1m

o) Matriz de Correlação entre os POI, apresentada com valores numéricos das correlações entre os POI, conforme a Figura 2:

f	1								
x_0	0,000000	1							
y_0	0,000000	-0,01	1						
$K1$	0,000000	0,01	-1	1					
$K2$	0,000000	-1,000000	0,980000	-1,000000	1				
$K3$	0,93	0	0,03	-0,01	0,010000	1			
$P1$	0,01	0,95	0,000000	0,000000	-0,01	0,040000	1		
$P2$	0,01	0,030000	-0,38	0,330000	-0,31	-0,240000	-0,12	1	

Figura 2: Modelo de Matriz Correlação entre POI

p) Gráfico dos Resíduos dos Pontos Fotogramétricos, contendo as tendências dos resíduos das fotocoordenadas dos pontos fotogramétricos, após a calibração da câmera, ao longo de toda a imagem em (mm), conforme Figura 3:

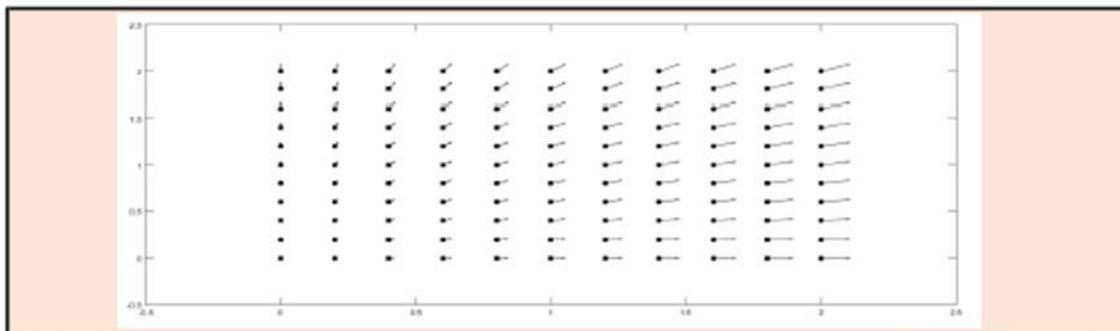
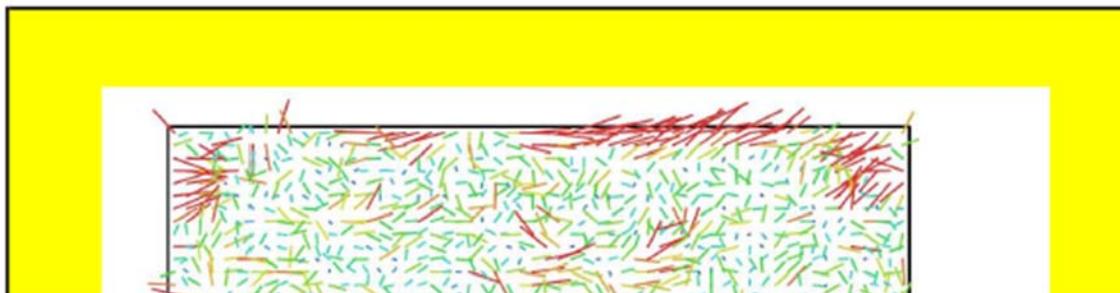
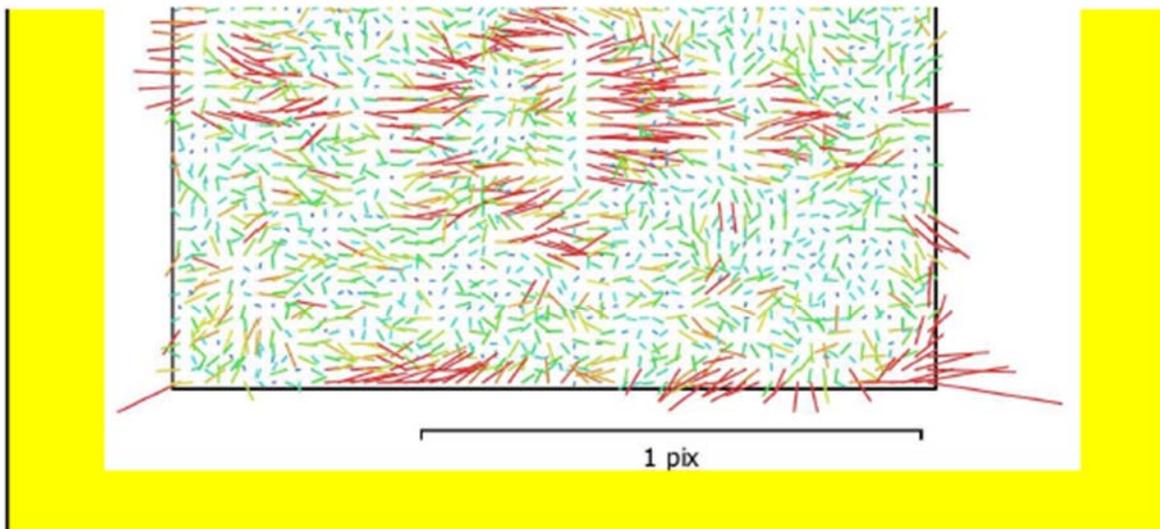


Figura 3: Exemplo hipotético de Resíduos das Fotocoordenadas dos Pontos Fotogramétricos utilizados na calibração da câmera





q) Apresentar a Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio (REQM) ou Erro Quadrático Médio (EQM) dos Resíduos das Fotocoordenadas dos Pontos Fotogramétricos no **espaço imagem** (em mm, obtidos da alínea “p”), após a calibração da câmera:

Escolher na lista ↓	X (mm)	Y (mm)	Tamanho de 1 (um) pixel (em mm), constante na alínea “i”, item 1.1
REQM	4,99785E-05	5,1219E-05	0,00158

Obs.: Para o espaço imagem, a REQM ou EQM dos Resíduos das Fotocoordenadas dos Pontos Fotogramétricos não pode ser superior ao tamanho de 1 (um) pixel (em mm), constante na alínea “i”, item 1.1 (valor retirado do manual da câmera, fabricante, etc.)

r) Dentre os Pontos Fotogramétricos (constantes da alínea “p”), devem existir os Pontos de Verificação ou Check (Pontos que possuem Coordenadas Tridimensionais determinadas por levantamento GNSS – Global Navigation Satellite System), visando a avaliação da exatidão posicional da calibração no espaço objeto. Assim, os Resíduos das coordenadas dos Pontos de Verificação no espaço objeto são obtidos pela diferença entre as Coordenadas calculadas pela calibração e determinadas pelo levantamento GNSS. Do exposto, a empresa deve apresentar a REQM ou EQM dos Resíduos das coordenadas dos Pontos de Verificação no **espaço objeto** (em cm), após a calibração da câmera:

	Planimetria (cm)	
Tamanho 1 pixel	2,90	tamanho de 1 (um) pixel em (cm), constante na alínea “f” acima
Escolher na lista ↓	2,73299	REQM ou EQM (cm) dos Resíduos das coordenadas dos Pontos de Verificação planimétricas
REQM		
Referência	2,900	Em (cm)

Obs. i: Para o espaço objeto, a REQM ou EQM dos Resíduos das coordenadas dos Pontos de Verificação planimétricas não pode ser superior ao tamanho de 1 (um) pixel (em cm), constante na alínea “f” acima (valor GSD calculado, no processo de calibração, de acordo com a escala do voo)

$H =$	80	Altura de Voo (m), obtida da alínea “e” acima
$B =$	13,1	Aerobase (m), obtida da alínea “n” acima
$f =$	4,386	Abertura Focal, ou Distância Focal Calibrada (mm), obtida da alínea “g” acima
$\sigma =$	0,00158	tamanho do pixel no espaço imagem (em mm), obtido da alínea “i”, subitem 1.1, item 1
$dz =$	24,88926867	exatidão altimétrica esperada (cm), $dz = [(V^2 * H^2) / (B * f)] * \sigma * 100$
Escolher na lista ↓	0,860419	REQM ou EQM (cm) dos Resíduos das coordenadas dos Pontos de Verificação altimétricas
REQM		
Referência	17,42062486	Em (cm)

Obs. ii: Para o espaço objeto, a REQM ou EQM dos Resíduos das coordenadas dos Pontos de Verificação altimétricas não pode ser superior ao valor de “dz” (exatidão altimétrica esperada em metros)

3. PARÂMETROS DE ORIENTAÇÃO EXTERIOR (POE)

(A empresa deve fornecer a qualidade da posição X, Y, Z e da orientação ω , ϕ , κ dos POE das imagens após a calibração da

câmera. Deve ser utilizado o REQM ou EQM e o valor médio das discrepâncias entre os valores originais e calibrados dos POE, conforme apresentado na Tabela 3)

Métricas das discrepâncias	X (m)	Y (m)	Z (m)	ω (°)	ϕ (°)	κ (°)
Escolher na lista ↓	2,426	3,218217	17,008	0,385	0,27100	10,871
REQM						
Média	2,157	2,943131	-16,396	0,36975	0,20078	-10,75570

Tabela 3: Consolidado da qualidade da posição e orientação das imagens

4. COMENTÁRIOS GERAIS QUE SE FAÇAM NECESSÁRIOS PELO RESPONSÁVEL NA CONFEÇÃO DO LAUDO:

Nada a declarar

(O presente modelo de laudo técnico se concentrou na descrição dos principais sistemas sensores que constituem o RPAS. Porém, é desejável que a empresa forneça outras informações técnicas em anexo que julgar necessárias para evidenciar sua capacidade técnica. É recomendável que a empresa apresente sua estratégia para a minimização dos erros sistemáticos oriundos dos sistemas sensores. Além disso, a empresa deve realizar uma avaliação posicional de todos os produtos gerados a partir do imageamento com uso de RPAS)

**5. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA:
PADRONIZADA PARA ELABORAÇÃO DO MODELO:**

[2] Portaria Normativa nº 101/GM-MD, de 26DEZ18.
 [3] Manual de Geoinformação (EB20-MC-10.209), 1ª Edição, 2014.
 [4] Manual of Photogrammetry, 5th Edition, 2004.
 [5] Norma de Execução INCRA/DF/02, de 19FEV18.

UTILIZADA PELA EMPRESA:

TELLUS GEOTECNOLOGIA E SERVIÇOS ESPECIALIZADOS
 09.195.391/0001-11

Goiânia, 21 de Agosto de 2024
 Local / Data

Madson Machado Milhomem
 Assinatura

Identificação do responsável pelo laudo:





**LAUDO TÉCNICO DE CALIBRAÇÃO
POSICIONAL DOS DADOS LIDAR
OBTIDOS PELO LASER SCANNER
ALPHA AIR 450**

Goiânia – GO

Junho de 2024

Rua 101, número 387, sala 401 quadra 17, lote 43e, Edif columbia center cep 74.080-150,
Bairro Setor Sul – Goiânia – GO - Contato.tellusgeo@gmail.com – 62.99836-4140

Sumário

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	3
3. Ficha técnica do equipamento.....	3
4. ÁREA DE ESTUDO	6
5. METODOLOGIA.....	7
5.1 Rastreio da base	7
5.2. Distribuição dos pontos de checagem.....	8
5.4. Execução do voo para a coleta de dados LIDAR	9
5.5. Processamento dos dados LIDAR para obtenção da nuvem de pontos	11
5.7. Análise estatística dos comparativos entre coordenadas	12
6. RESULTADOS E ANÁLISES.....	13
6.1. Comparativo dos dados planimétricos.....	13
6.2. Comparativo dos dados altimétricos	14
6.3. Análise dos resultados obtidos	15
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
8. REFERÊNCIAS	17

**Tabela 5. Análise estatística proveniente das discrepâncias altimétricas obtidas.
ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPARATIVO DE ALTIMETRIA**

Média ΔZ	0,0132
$\sigma \Delta Z$	0,0005
$\sigma^2 \Delta Z$	0,0448
RMS ΔZ	0,0455
Maior Valor ΔZ	0,0736
Menor Valor ΔZ	0,0008

6.3. Análise dos resultados obtidos

A partir da análise das médias calculadas, observa-se que tanto em X o valor médio foi de 0,1 cm enquanto em Y a média foi de 0,8 cm e em Z foi de 1,3 cm. Os desvios padrão obtidos na análise planimétrica também apresentaram resultados na faixa de 2 cm e 8 cm, já para a altimetria apresentou o valor foi de 0,5 cm. A variância apresentou valores abaixo do milímetro para ambos os estudos e por fim, analisando os resultados obtidos pelo Valor Quadrático Médio (RMS) variou de 3,6 a 2,4 centímetros nos estudos realizados.

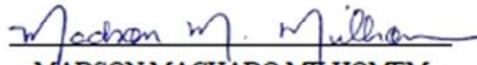
Por meio desta metodologia os resultados apresentaram discrepâncias entre os métodos muito pequenas, considerando o uso do equipamento CHC Alpha Air 450 voltado para a modelagem de terreno e de superfícies, pode-se afirmar que a precisão das observações feitas pelo laser scanner em questão é tão confiável quanto a de um receptor GNSS.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo as normas técnicas existentes, a metodologia apresentada e os resultados obtidos, aplicando os conceitos de qualidade e estudo de acurácia posicional,

o trabalho classifica-se na Classe A, para a planimetria em escala de 1/1000 quanto para altimetria com escala de 1/1000 e equidistância entre as curvas de 1 metro, de acordo com o Decreto/Lei 89.817/ET-CQDG.

O avanço tecnológico obtido pelo equipamento utilizado dispensa a utilização de pontos de controle, evidencia a otimização do levantamento, que produz dados com alto nível de qualidade, principalmente em áreas de difícil acesso com presença de vegetação, aumentam a produtividade em campo.


MADSON MACHADO MILHOMEM
CREA: 10179700017D-GO

2.1.4.3 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO

Neste capítulo será descrito o processo de planejamento da implantação da rede de marcos de controle, descrevendo o processo de implantação, e a comprovação ao atendimento das exigências técnicas necessárias para a implantação atendendo a IP-20 2024.

A materialização dos marcos de controle seguiu o projeto de construção conforme a norma, sendo instalados no início, meio e final do trecho. Foi utilizada a técnica de posicionamento relativo estático, com tempo de rastreio superior 5 horas.

Foi dada preferência na utilização das estações da rede ativa da rede brasileira de monitoramento contínuo (RBMC) como referência para o posicionamento relativo, optando-se por duas Estações da rede como referência. Foi observada a geometria entre os vetores formados entre e as estações da rede ativa e a localização dos marcos de controle, com o objetivo de escolher a posição que mais se aproxime a um triângulo equilátero para garantir a qualidade geométrica da implantação dos marcos.

Para os pós processamentos das observações empregou-se o uso de efemérides precisas e o ajustamento das observações foi feita pelo método dos mínimos quadrados (M.M.Q), com grau de confiança do ajustamento acima de 95%. Os arquivos brutos para o serviço de Posicionamento por Ponto Preciso do IBGE, será disponibilizado com o objetivo de verificar qualidade das coordenadas finais obtidas pós processados.

Os resultados das RBMC foram comparados com os PPP – Posicionamento por Ponto Preciso realizados, garantindo que a triangulação dos pontos referentes às bases do RBMC está compatível, caso contrário outras bases de RBMC seriam avaliadas para garantir a qualidade dos resultados.

Descrição do Pós-Processo e ajustamentos:

Foram colocados 03 Marcos de controle de primeira ordem ao longo do trecho, rastreando-os por mais de cinco horas, cada um deles, posteriormente processou as RBMC, usando as bases do IBGE.

Foram realizados o **pós-processamento** dos seguintes vetores, utilizando as coordenadas e altimetria do processamento das RBMC:

- ✚ Marco 01C para o Marco 02C;
- ✚ Marco 02C para o Marco 01C;
- ✚ Marco 02C para o Marco 03C;
- ✚ Marco 03C para o Marco 02C.

Para o **ajustamento** foram colocados pontos de controle de segunda ordem num intervalo de aproximadamente 4 (quatro) km; O rastreio foi executado com duas bases, uma no Marco 01C e a outra no Marco 02C, ajustando os pontos P01, P02, P03 e P04, com duração de uma hora cada rastreio.

Na sequência colocou-se as bases no Marco 02C e 03C e ajustou os pontos P5, P6, P07 e P08 com duração de uma hora cada.

Fez-se o **pós-processamento** dos pontos usando todas as bases:

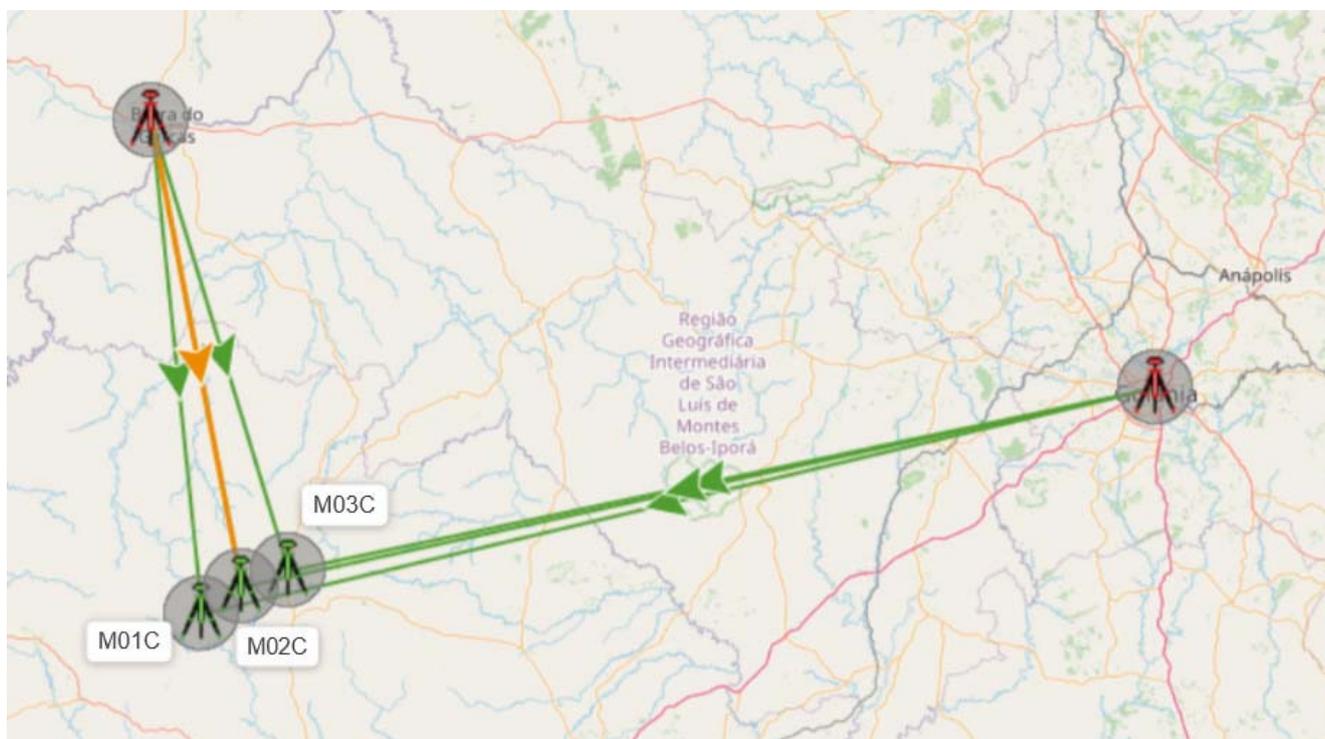
- ❖ com a base no Marco 01C processou-se os pontos P01, 02, 03 e 04;
- ❖ com a base no Marco 02C foram feitos os pós processamentos dos mesmos pontos;

O mesmo procedimento foi feito com as bases 02C e 03C para os Pontos 05, 06, 07 e 08.

Apresentamos na sequência:

- ✓ Relatório das estações RBMC
- ✓ Relatório de processamento por Ponto Preciso (PPP)
- ✓ Planilha de Fechamento
- ✓ Monografia dos Marcos
- ✓ Relatórios de pós processamento
- ✓ Relatórios de ajustamento

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES RBMC



Estações RBMC utilizadas:

- ✓ **RBMC GOGY – GOIÂNIA/GO**
- ✓ **RBMC MTGA – BARRA DO GARÇAS/MT**

Levantamento Planialtimétrico:

A realização do levantamento via laser scanner proporciona dados significativamente mais precisos, quando comparados aos levantados de forma convencional. A qualidade alcançada por esses equipamentos está diretamente relacionada ao método de coleta das informações. Por meio da varredura a laser, é possível obter uma representação tridimensional fidedigna e confiável dos pontos de uma determinada superfície.

Os sensores ativos capazes de registrar dados tridimensionais (Coordenadas X, Y e Z) são denominados de Sistemas de Varredura a Laser (SVL). Segundo Oliveira et. Al. (2020), com os dados obtidos é possível gerar uma densa nuvem de pontos 3D, permitindo extrair dados como posição, dimensão e possibilitando atender as mais variadas demandas, como por exemplo, modelagem da superfície.

O LASER (Ligth Amplification by Stimulated Emission of Radiation e traduzido como Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação) e seu funcionamento se baseia por emissão estimulada, onde a propriedade ótica produz e emite um feixe de pulso ou radiação. Porém para a aquisição de dados topográficos, altimétricos ou planialtimétricos nem sempre são aplicáveis. Para esse tipo de atividade, os dispositivos que possuem sensores remotos ativos são ideias, do tipo lidar (Light Detection and Ranging e traduzido como Detecção e Alcance de Luz).

O LiDAR é um sensor remoto ativo a bordo de plataforma (tripuladas ou não tripuladas) que emite feixes de laser na banda do infravermelho próximo (IV) que permite a captura de informações sobre a superfície, sendo capaz de modelar a superfície do terreno tridimensionalmente.

O LiDAR permite gerar uma nuvem densa de pontos, com capacidade de detectar objetos realizando assim a modelagem tridimensional da superfície, gerando produtos como: o Modelo Digital de Terreno (MDT) que representa o terreno sem nenhuma cobertura e Modelo Digital de Superfície (MDS) que representam superfície contendo edifícios, árvores, etc.

O LiDAR Alpha Air 450 pode ser utilizado em praticamente todo tipo de levantamento. Possui uma precisão avançada onde combina GNSS (Global Navigation Satellite System) de nível industrial, sistema utilizado para determinações de coordenadas e IMU de alta precisão, permitindo que a nuvem de pontos não seja uma nuvem arbitrária e que seja georreferenciada possuindo precisão e acurácia.

O Alpha Air 450 integra um scanner laser de alto desempenho, com uma câmera profissional de 24 MP e um sistema de navegação industrial. Possuindo um escaneamento eficiente, em uma altura de voo de 100 metros com velocidade de 10 m/s o laser embarcado no DJI MATRICE 300 RTK (M300) sendo um Remotely Piloted Aircraft (RPA), pode coletar dados que cobre uma área de cerca de 2 km², resultando em uma densidade de 200 pts/m².

Processamento dos dados LIDAR para obtenção da nuvem de pontos:

Após a realização do voo para dar seguimento ao processamento dos dados gerados no levantamento, é utilizado um workstation com o software CHCNav CoPre instalado no computador. O software CHCNav CoPre permite que o usuário descarregue os dados fazendo uso do sistema de Post Processed Kinematic (Pós- Processamento cinemático-PPK), que se trata de um pós-processamento das observações realizadas pelo sistema GNSS do payload Alpha Air 450 e armazenadas junto das informações do levantamento.

Para garantir o georreferenciamento da nuvem de pontos, o pós-processamento foi feito considerando o DATUM SIRGAS 2000, projeção UTM ZONA 22S e utilizando como referência o arquivo RINEX gerado pelo receptor GNSS CHCNav I90 durante o período de voo e nas coordenadas obtidas pelos marcos implantados, corrigindo assim as observações do Alpha Air 450. A partir do processamento, obteve-se uma nuvem de pontos georreferenciadas da área levantada da estrada, contendo mais de 8 milhões de pontos ao longo dos 40km, condensados em uma imagem geotiff com pixels cotados de 1x1 metro.

RELATÓRIO RBMC GOGY



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
GOGY - Goiânia

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 09/06/2013
Atualização: 09/03/2024 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: GOIÂNIA
Ident. da Estação: GOGY
Código SAT: [92860](#)
Código Internacional: 48095M001

2. Informação sobre a localização

Cidade: Goiânia

Estado: Goiás

Informações Adicionais: Pilar cilindro de concreto, medindo 1,80 m de altura e 0,30 m de diâmetro, engastado na coluna de concreto sobre a laje do prédio, no Observatório de Geomática. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada e em sua face uma chapa de identificação estampada: SAT 92860. Sobre a laje do prédio onde está situado o Observatório de Geomática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFG, Campus Goiânia. Departamento III, Área de Geomática. No sítio deste encontra-se o SAT 92693.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 16° 39' 53,02249"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 49° 15' 16,82295"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	734,201 m	Sigma:	0,008 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.989.705,2145 m	Sigma:	0,005 m
Y:	-4.631.044,5820 m	Sigma:	0,006 m
Z:	-1.817.530,0271 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	8.156.720,617 m		
UTM (E):	686.129,620 m		
MC:	-51		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5931R40018
Versão do Firmware - 6.24 (Principal)
Atualização do Firmware - 09/03/2024 às 00:00 UTC

4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5931R40018
Versão do Firmware - 6.16 (Principal)
Atualização do Firmware - 18/02/2023 às 00:00 UTC

RELATÓRIO RBMC MTGA



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
MTGA - Barra do Garças

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 12/04/2017
Atualização: 26/05/2023 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: BARRA DO GARCAS - UFMT
Ident. da Estação: MTGA
Código SAT: [91399](#)
Código Internacional: 41663M002

2. Informação sobre a localização

Cidade: Barra do Garças

Estado: Mato Grosso

Informações Adicionais: Pilar quadrangular de concreto, medindo 30 cm de lado e 1,60 m de altura, engastado em uma coluna de concreto. Possui pino cravado no topo e uma chapa cravada na coluna de sustentação da antena a cerca de 1,60 m de altura do piso, estampada: SAT 91399. Sobre a laje do pavimento térreo da sala de manutenção do CTI, nas dependências da Universidade Federal do Mato Grosso, unidade de Barra do Garças, Av. Valdon Varjão, 6390, Barra do Garças/MT.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 15° 52' 31,04441"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 52° 18' 43,45587"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	340,293 m	Sigma:	0,004 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.751.756,5044 m	Sigma:	0,002 m
Y:	-4.856.319,8822 m	Sigma:	0,003 m
Z:	-1.733.551,4017 m	Sigma:	0,001 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	8.244.419,214 m		
UTM (E):	359.522,199 m		
MC:	-51		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- 4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5844R50713
Versão do Firmware - 5.60 (Principal)
Atualização do Firmware - 26/05/2023 às 18:41 UTC
- 4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5844R50713
Versão do Firmware - 5.56 (Principal)
Atualização do Firmware - 21/12/2022 às 18:38 UTC
- 4.1.3 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5844R50713
Versão do Firmware - 5.52 (Principal)
Atualização do Firmware - 20/10/2021 às 14:42 UTC

MARCO M01C

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	MARCO01C	Referência	RBMC IBGE GOGY e MTGA	Data rastreo	07/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreo	06:43:43
Receptor	Geomax GMXZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMXZenith16	Altura da antena (m)	1,539m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°31'16.2759"	Este (m)	386.450,3440	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°04'10.9638"	Norte (m)	8.062.467,9450	X	386.384,6597
X		Fuso	22L	Y	8.062.330,8146
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	896,226	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,18	Altitude Normal	900,406
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,0102	♦ Longitude (m)	0,0112	♦ Altitude (m)	0,0695
DESCRIÇÃO					
<p>Marco em concreto, cravado na beira da GO-220, com 60 cm de altura, sendo 20cm acima da base. Enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.</p>					
FOTOGRAFIAS					
 <p>sáb., dez. 07 2024 14:39:07 22K 386452 8062471 Goias Número do índice: 10</p>		 <p>Google Earth</p>			
 <p>sáb., dez. 07 2024 14:39:30 22K 386450 8062471 Goias Número do índice: 12</p>					
ITINERÁRIO					

MARCO M02C

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO

Marco	MARCO02C	Referência	RBMC IBGE GOGY e MTGA	Data rastreo	07/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreo	06:44:30
Receptor	Geomax GMXZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMXZenith16	Altura da antena (m)	1,505m	Merdiano Central	-51°W

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)

GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°25'30.3241"	Este (m)	366.008,0240	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°15'41.7823"	Norte (m)	8.072.976,5870	X	366.008,0240
X		Fuso	22L	Y	8.072.976,5870

ALTIMETRIA

Altitude Geométrica (m)	910,221	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,13	Altitude Normal	914,351
-------------------------	---------	---------------------------------------	-------	-----------------	---------

DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO

♦ Latitude (m)	0,0101	♦ Longitude (m)	0,0107	♦ Altitude (m)	0,0669
----------------	--------	-----------------	--------	----------------	--------

DESCRIÇÃO

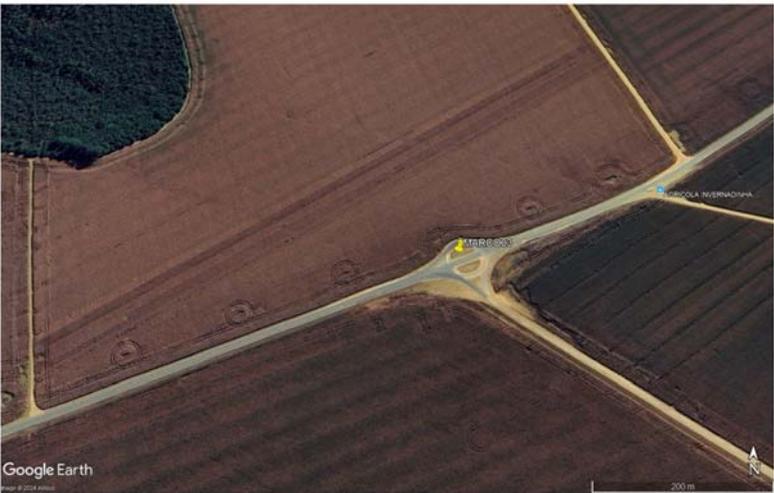
Marco em concreto, cravado na beira da GO-220, com 60 cm de altura, sendo 20cm acima da base. Enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

FOTOGRAFIAS



ITINERÁRIO

MARCO M03C

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	MARCO03C	Referência	RBMC IBGE GOGY e MTGA	Data rastreio	08/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	06:46:30
Receptor	Geomax GMXZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMXZenith16	Altura da antena (m)	1,533m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	W 52°15'41.7823"	Este (m)	345.388,4270	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°27'19.9896"	Norte (m)	8.075.147,5020	X	345.400,2913
X		Fuso	22L	Y	8.075.283,6813
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	989,713	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,00	Altitude Normal	993,713
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,0049	♦ Longitude (m)	0,0055	♦ Altitude (m)	0,0335
DESCRIÇÃO					
<p>Marco em concreto, cravado na beira da GO-220, com 60 cm de altura, sendo 20cm acima da base. Enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.</p>					
FOTOGRAFIAS					
 <p style="font-size: small; text-align: right;">dom., dez. 08 2024 14:16:23 22K 345388 8075148 Número do índice: 26</p>		 <p style="font-size: small;">Google Earth</p>			
 <p style="font-size: small; text-align: right;">dom., dez. 08 2024 14:16:53 22K 345388 8075148 Número do índice: 28</p>					
ITINERÁRIO					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	P01	Referência	MARCO01C e MARCO02C	Data rastreio	07/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMXZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMXZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°29'46.5320"	Este (m)	383.121,8630	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°06'03.2951"	Norte (m)	8.065.207,3670	X	3.677.145,6339
X		Fuso	22L	Y	8.065.092,8601
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	897,754	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	901,857
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,0069	♦ Longitude (m)	0,0058	♦ Altitude (m)	0,0166
DESCRIÇÃO					
Ponto de apoio.					
FOTOGRAFIAS					
ITINERÁRIO					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO

Marco	P02	Referência	MARCO01C e MARCO02C	Data rastreio	07/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMXZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMXZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)

GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°28'46.9804"	Este (m)	379.028,0180	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°08'21.7301"	Norte (m)	8.067.013,7220	X	3.673.062,9245
X		Fuso	22L	Y	8.066.926,6665

ALTIMETRIA

Altitude Geométrica (m)	927,994	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	932,097
-------------------------	---------	---------------------------------------	-------	-----------------	---------

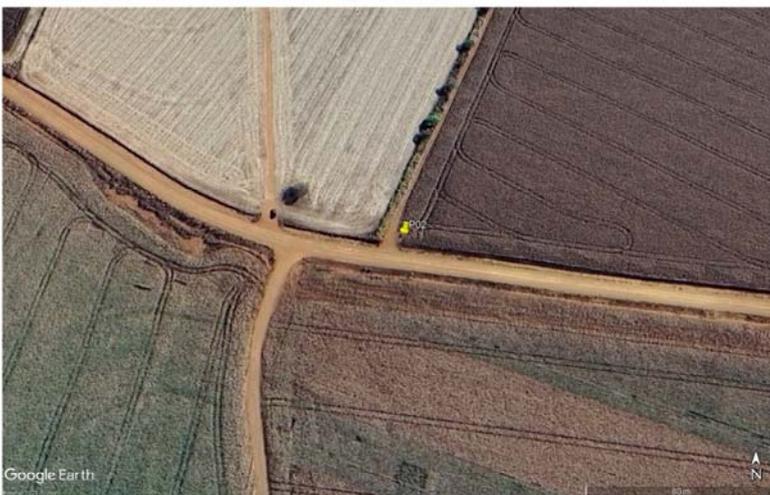
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO

♦ Latitude (m)	0,0106	♦ Longitude (m)	0,0126	♦ Altitude (m)	0,0301
----------------	--------	-----------------	--------	----------------	--------

DESCRIÇÃO

Ponto de apoio.

FOTOGRAFIAS



ITINERÁRIO

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	P03	Referência	MARCO01C e MARCO02C	Data rastreio	07/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°27'31.7772"	Este (m)	375.484,8520	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°10'21.3711"	Norte (m)	8.069.303,7740	X	3.669.534,2263
X		Fuso	22L	Y	8.069.240,5797
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	851,1	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	855,203
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,012	♦ Longitude (m)	0,013	♦ Altitude (m)	0,0355
DESCRIÇÃO					
Ponto de apoio.					
FOTOGRAFIAS					
 <p>sáb., dez. 07 2024 10:50:12 22K 375486 8069303 Goias Número do índice: 5</p>			 <p>Google Earth</p>		
ITINERÁRIO					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	P04	Referência	MARCO01C e MARCO02C	Data rastreio	07/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMXZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMXZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°26'52.7784"	Este (m)	370.522,6030	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°13'09.3237"	Norte (m)	8.070.471,4180	X	3.664.578,8070
X		Fuso	22L	Y	8.070.441,2116
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	882,588	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	886,691
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,0149	♦ Longitude (m)	0,0169	♦ Altitude (m)	0,053
DESCRIÇÃO					
Ponto de apoio.					
FOTOGRAFIAS					
ITINERÁRIO					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO

Marco	P05	Referência	MARCO02C e MARCO03C	Data rastreio	08/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)

GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°25'26.9237"	Este (m)	361.572,1640	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°18'12.0947"	Norte (m)	8.073.051,3700	X	3.655.643,9973
X		Fuso	22L	Y	8.073.080,6391

ALTIMETRIA

Altitude Geométrica (m)	934,382	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	938,485
-------------------------	---------	---------------------------------------	-------	-----------------	---------

DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO

♦ Latitude (m)	0,024	♦ Longitude (m)	0,0195	♦ Altitude (m)	0,578
----------------	-------	-----------------	--------	----------------	-------

DESCRIÇÃO

Ponto de apoio.

FOTOGRAFIAS



ITINERÁRIO

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO

Marco	P06	Referência	MARCO02C e MARCO03C	Data rastreio	08/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)

GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°25'43.9251"	Este (m)	357.185,6880	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°20'40.8793"	Norte (m)	8.072.498,4080	X	3.651.253,2894
X		Fuso	22L	Y	8.072.556,5385

ALTIMETRIA

Altitude Geométrica (m)	940,789	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	944,892
-------------------------	---------	---------------------------------------	-------	-----------------	---------

DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO

♦ Latitude (m)	0,0194	♦ Longitude (m)	0,0224	♦ Altitude (m)	0,0576
----------------	--------	-----------------	--------	----------------	--------

DESCRIÇÃO

Ponto de apoio.

FOTOGRAFIAS



ITINERÁRIO

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	P07	Referência	MARCO02C e MARCO03C	Data rastreio	08/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°25'13.3765"	Este (m)	353.294,8230	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°22'52.5146"	Norte (m)	8.073.409,7250	X	3.647.367,9772
X		Fuso	22L	Y	8.073.493,6273
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	969,099	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	973,202
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,0202	♦ Longitude (m)	0,0203	♦ Altitude (m)	0,0579
DESCRIÇÃO					
Ponto de apoio.					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO					
Marco	P08	Referência	MARCO02C e MARCO03C	Data rastreio	08/12/24
Estado	GOIAS	Município	PEROLÂNDIA	Tempo de Rastreio	01:00:01
Receptor	Geomax GMZenith16	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	MÍNIMOS QUADRADOS
Antena	GMZenith16	Altura da antena (m)	2,000m	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRÁFICO	
Lat	S 17°25'13.2998"	Este (m)	349.064,3790	Marco referência	MARCO02C
Long	W 52°25'15.8793"	Norte (m)	8.073.381,1050	X	3.643.136,9143
X		Fuso	22L	Y	8.073.492,9000
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	991,851	Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-4,10	Altitude Normal	995,954
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
♦ Latitude (m)	0,0229	♦ Longitude (m)	0,0268	♦ Altitude (m)	0,0734
DESCRIÇÃO					
Ponto de apoio.					
FOTOGRAFIAS					
 <p>dom., dez. 08 2024 13:08:47 22K 349061 8073376 Número do índice: 24</p>			 <p>Google Earth</p>		
ITINERÁRIO					

Sumário do Processamento do marco: M01C

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/07 10:56:09,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/07 17:40:09,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	GMXZENITH16 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,539
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,39 GPS 0,56 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,86 GPS 1,04 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-17° 31' 16,2747"	-52° 04' 10,9648"	896,29	8062467.981	386450.315	-51
Na data do levantamento ⁵	-17° 31' 16,2652"	-52° 04' 10,9672"	896,29	8062468.273	386450.243	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,001	0,004			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-4,18	Incerteza (m): 0,09
Altitude Normal (m):	900,47	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

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

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

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

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

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

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

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

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Sumário do Processamento do marco: MA02C

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/08 11:13:26,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/08 17:53:46,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	GMXZENITH16 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,526
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,32 GPS 0,34 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,76 GPS 0,94 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-17° 25' 30,3230"	-52° 15' 41,7850"	910,33	8072976.619	366007.945	-51
Na data do levantamento ⁵	-17° 25' 30,3135"	-52° 15' 41,7874"	910,33	8072976.911	366007.872	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,001	0,003			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-4,13	Incerteza (m): 0,09
Altitude Normal (m):	914,46	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

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

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

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

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

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

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

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

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN)

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Sumário do Processamento do marco: MA03C

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/08 10:32:25,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/08 17:19:07,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	GMXZENITH16 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,533
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,35 GPS 0,40 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,90 GPS 1,02 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-17° 24' 14,9380"	-52° 27' 19,9903"	989,81	8075147.535	345388.404	-51
Na data do levantamento ⁵	-17° 24' 14,9285"	-52° 27' 19,9927"	989,81	8075147.826	345388.331	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,001	0,003			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-4,0	Incerteza (m): 0,09
Altitude Normal (m):	993,81	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

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

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

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

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

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

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

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

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN)

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Os seguintes relatórios foram apresentados no anexo A:

1. Relatório ajustamento de rede do P01 ao P05 bases M1C e M2C dia 07-12-24
2. Relatório ajustamento de rede do P05 ao P08 bases M2C e M3C dia 08-12-24
3. Relatório ajustamento de rede RBMC Marco 01C com bases GOGY e MTGA
4. Relatório ajustamento de rede RBMC Marco 02C com bases GOGY e MTGA
5. Relatório ajustamento de rede RBMC Marco 03C com bases GOGY e MTGA
6. Relatório pós processamento do P01 ao P05 bases M1C e M2C dia 07-12-24
7. Relatório pós processamento do P05 ao P08 bases M2C e M3C dia 08-12-24
8. Relatório pós processamento P01 ao P04 e M01C com base no M02C
9. Relatório pós processamento P01 ao P04 e M02C com base no M01C
10. Relatório pós processamento P05 ao P08 e M02C com base no M03C
11. Relatório pós processamento P05 ao P08 e M03C com base no M02C
12. Relatório pós processamento RBMC Marco 01C com bases GOGY e MTGA
13. Relatório pós processamento RBMC Marco 02C com bases GOGY e MTGA
14. Relatório pós processamento RBMC Marco 03C com bases GOGY e MTGA

2.1.4.3 QUADRO RESUMO DA TABELA DE PROCESSAMENTO DE LINHA DE BASE

NOME	REFERENCIA	DATA RASTREIO	TEMPO	x	y	lat	lon	cota geo
MARCO01C	RBMC IBGE GOGY e MTGA	07/12/2024	06:43:43	386450,3440	8062467,9450	S 17°31'16.2759"	W 52°04'10.9638"	896,226
MARCO02C	RBMC IBGE GOGY e MTGA	07/12/2024	06:44:30	366008,0240	8072976,5870	S 17°25'30.3241"	W 52°15'41.7823"	910,221
MARCO03C	RBMC IBGE GOGY e MTGA	08/12/2024	06:46:30	345388,4270	8075147,5020	S 17°24'14.9391"	W 52°27'19.9896"	989,713
P01	MARCO01C e MARCO02C	07/12/2024	01:00:01	383121,8630	8065207,3670	S 17°29'46.5320"	W 52°06'03.2951"	897,754
P02	MARCO01C e MARCO02C	07/12/2024	01:00:01	379028,0180	8067013,7220	S 17°28'46.9804"	W 52°08'21.7301"	927,994
P03	MARCO01C e MARCO02C	07/12/2024	01:00:01	375484,8520	8069303,7740	S 17°27'31.7772"	W 52°10'21.3711"	851,1
P04	MARCO01C e MARCO02C	07/12/2024	01:00:01	370522,6030	8070471,4180	S 17°26'52.7784"	W 52°13'09.3237"	882,588
P05	MARCO02C e MARCO03C	08/12/2024	01:00:01	361572,1640	8073051,3700	S 17°25'26.9237"	W 52°18'12.0947"	934,382
P06	MARCO02C e MARCO03C	08/12/2024	01:00:01	357185,6880	8072498,4080	S 17°25'43.9251"	W 52°20'40.8793"	940,789
P07	MARCO02C e MARCO03C	08/12/2024	01:00:01	353294,8230	8073409,7250	S 17°25'13.3765"	W 52°22'52.5146"	969,099
P08	MARCO02C e MARCO03C	08/12/2024	01:00:01	349064,3790	8073381,1050	S 17°25'13.2998"	W 52°25'15.8793"	991,851

NOME	REFERENCIA	ondulação	cota normal	DESVIO PADRAO			ALT. ANTENA	TOPOGRAFICAS LOCAL	
MARCO01C	RBMC IBGE GOGY e MTGA	-4,180	900,406	0,0102	0,0112	0,0695	1,539m	8.062.330,815	386.384,660
MARCO02C	RBMC IBGE GOGY e MTGA	-4,130	914,351	0,0101	0,0107	0,0669	1,505m	8.072.976,587	366.008,024
MARCO03C	RBMC IBGE GOGY e MTGA	-4,000	993,713	0,0049	0,0055	0,0335	1,533m	8.075.283,681	345.400,291
P01	MARCO01C e MARCO02C	-4,103	901,857	0,0069	0,0058	0,0166	2,000m	8.065.092,860	3.677.145,634
P02	MARCO01C e MARCO02C	-4,103	932,097	0,0106	0,0126	0,0301	2,000m	8.066.926,667	3.673.062,925
P03	MARCO01C e MARCO02C	-4,103	855,203	0,0120	0,0130	0,0355	2,000m	8.069.240,580	3.669.534,226
P04	MARCO01C e MARCO02C	-4,103	886,691	0,0149	0,0169	0,0530	2,000m	8.070.441,212	3.664.578,807
P05	MARCO02C e MARCO03C	-4,103	938,485	0,0240	0,0195	0,5780	2,000m	8.073.080,639	3.655.643,997
P06	MARCO02C e MARCO03C	-4,103	944,892	0,0194	0,0224	0,0576	2,000m	8.072.556,539	3.651.253,289
P07	MARCO02C e MARCO03C	-4,103	973,202	0,0202	0,0203	0,0579	2,000m	8.073.493,627	3.647.367,977
P08	MARCO02C e MARCO03C	-4,103	995,954	0,0229	0,0268	0,0734	2,000m	8.073.492,900	3.643.136,914

2.1.4.4 QUADRO DE CONFERÊNCIA

Planilhas de fechamento apresentadas:

- ❖ **Marcos de Controle**
- ❖ **Pontos Poligonal**

MARCOS DE CONTROLE

COORDENADAS OBTIDAS COMO REFERÊNCIA AJUSTAMENTO DE REDE (RBMIC)						COORDENADAS OBTIDAS COMO REFERÊNCIA MARCOS DE CONTROLE						DIFERENÇAS				
MARCO	Tipo de marco	E	N	Altitude Geo	Correção Geoidal	Altitude Normal Projeto	MARCO	Tipo de marco	E	N	Altura Geométrica	Correção Geoidal	Altitude Normal	X	Y	Z
M1C	MC	386450,344	8062467,945	896,226	-4,103	900,329	M1C - B M02C	MC	386450,330	8062467,950	896,227	-4,103	900,330	-0,01400	0,00500	0,001
M2C	MC	366008,024	8072976,587	910,221	-4,103	914,324	M2C - B M01C	MC	366008,038	8072976,582	910,224	-4,103	914,327	0,01400	-0,00500	0,003
M3C	MC	345388,427	8075147,502	989,713	-4,103	993,816	M3C - B M02C	MC	345388,480	8075147,508	989,707	-4,103	993,810	0,05300	0,00600	-0,006

Tipo de marco	Escala	Limite de erro
MC	1:100.000	1,2mm / Km
PP	1:50.000	20mm/Km

FECHAMENTO DA POLIGONAL																		
VETOR	Δx Projeto	Δy Projeto	Δz Projeto	DH	Δx Aferição	Δy Aferição	Δz Aferição	DH(m)	ERRO E(m)	ERRO N(m)	Erro Absoluto (m)	Diferença altimétrica (Km)	Diferença altimétrica (mm)	Erro Linear 1:	DH (Km)	Limite de erro 12mm/km (mm)	Limite de erro 12mm/km (Km)	Fechamento Altimétrico
M1C - M2C	20442,320	-10508,642	-13,995	22985,213	20442,29	-10508,63	-14,00	22985,183	0,028	-0,010	0,030	0,000002	2,000000	1:773,076,37	22,9852	275,823	0,0002758	passou
M2C - M3C	20619,597	-2170,915	-79,492	20733,563	20619,56	-2170,93	-79,48	20733,526	0,039	0,011	0,041	0,000009	9,000000	1:511,666,96	20,7336	248,803	0,0002488	passou
M3C -	345388,427	8075147,502	993,816	8082530,566	345388,48	8075147,51	993,81	8082530,574	-0,053	-0,006	0,053	0,000006	6,000000	1:151,532,650,82	8,082,5306	96990,367	0,0969904	passou

PONTOS POLIGONAL

COORDENADAS OBTIDAS COMO REFERÊNCIA AJUSTAMENTO DE REDE										COORDENADAS OBTIDAS COMO REFERÊNCIA MARCO DE CONTROLE M2C										DIFERENÇAS		
MARCO	Tipo de marco	E	N	Altitude Geo	Correção Geoidal	Altitude Normal Projeto	MARCO	Tipo de marco	E	N	Altura Geométrica	Correção Geoidal	Altitude Normal	X	Y	Z						
M1C	MC	386450,344	8062467,945	896,226	-4,103	900,329	M1C - BASE M2C	MC	386450,33	8062467,95	896,227	-4,103	900,330	-0,01400	0,00500	0,001						
P01	PP	383121,863	8065207,367	897,754	-4,103	901,857	P01	PP	383121,845	8065207,366	897,728	-4,103	901,831	-0,01800	-0,00100	-0,026						
P02	PP	379028,018	8067013,722	927,994	-4,103	932,097	P02	PP	379027,996	8067013,697	927,984	-4,103	932,087	-0,02200	-0,02500	-0,010						
P03	PP	375484,852	8069303,774	851,100	-4,103	855,203	P03	PP	375484,833	8069303,765	851,078	-4,103	855,181	-0,01900	-0,00900	-0,022						
P04	PP	370522,603	8070471,418	882,588	-4,103	886,691	P04	PP	370522,598	8070471,422	882,592	-4,103	886,695	-0,00500	0,00400	0,004						
M2C	MC	366008,024	8072976,587	910,221	-4,103	914,324	M2C - BASE M1C	MC	366008,038	8072976,582	910,224	-4,103	914,327	0,01400	-0,00500	0,003						
P05	PP	361572,164	8073051,370	934,382	-4,103	938,485	P05	PP	361572,185	8073051,371	934,380	-4,103	938,483	0,02100	0,00100	-0,002						
P06	PP	357185,688	8072498,408	940,789	-4,103	944,892	P06	PP	357185,727	8072498,420	940,784	-4,103	944,887	0,03900	0,01200	-0,005						
P07	PP	353294,823	8073409,725	969,099	-4,103	973,202	P07	PP	353294,876	8073409,732	969,114	-4,103	973,217	0,05300	0,00700	0,015						
P08	PP	349064,379	8073381,105	991,851	-4,103	995,954	P08	PP	349064,418	8073381,107	991,870	-4,103	995,973	0,03900	0,00200	0,019						
M03C	MC	345388,427	8075147,502	989,713	-4,103	993,816	M03C - BASE M2C	MC	345388,480	8075147,508	989,707	-4,103	993,810	0,05300	0,00600	-0,006						

Tipo de marco	Escala	Limite de erro
MC	1:100.000	12mm / Km
PP	1:50.000	20mm/Km

FECHAMENTO DA POLIGONAL																		
VETOR	ΔxProjeto	ΔyProjeto	ΔzProjeto	DH	Δx Aferição	Δy Aferição	Δz Aferição	DH(m)	ERRO E(m)	ERRO N(m)	Erro Absoluto (m)	Diferença alimétrica(K m)	Diferença alimétrica(m)	Erro Linear 1:	DH (Km)	Limite de erro 20mm/km (Kkm)	Limite de erro 20mm/km (mm)	Fechamento Alimétrico
M1C - P01	3328,481	-2739,422	-1,528	4310,826	3328,49	-2739,42	-1,501	4310,825	-0,004	-0,006	0,007	0,000027	27,000000	1,397,804,030	4,3108	0,0000862	86,217	passou
P01 - P02	4093,845	-1806,355	-30,24	4474,649	4093,85	-1806,33	-30,256	4474,643	-0,004	-0,024	0,024	0,000016	16,000000	1,183,906,940	4,4746	0,0000895	89,493	passou
P02 - P03	3543,166	-2290,052	76,894	4218,811	3543,16	-2290,07	76,906	4218,817	0,003	0,016	0,016	0,000012	12,000000	1,259,159,482	4,2188	0,0000844	84,376	passou
P03 - P04	4962,249	-1167,644	-31,488	5097,775	4962,23	-1167,66	-31,514	5097,764	0,014	0,013	0,019	0,000026	26,000000	1,266,829,715	5,0978	0,0001020	101,955	passou
P04 - M2C	4514,579	-2505,169	-27,633	5163,070	4514,56	-2505,16	-27,632	5163,049	0,019	-0,009	0,021	0,000001	1,000000	1,245,582,209	5,1631	0,0001033	103,261	passou
M2C - P05	4435,860	-74,783	-24,161	4436,490	4435,85	-74,79	-24,156	4436,483	0,007	0,006	0,009	0,000005	5,000000	1,481,204,938	4,4365	0,0000887	88,730	passou
P05 - P06	4386,476	552,982	-6,407	4421,192	4386,46	552,95	-6,404	4421,173	0,018	0,011	0,021	0,000003	3,000000	1,209,584,601	4,4212	0,0000884	88,424	passou
P06 - P07	3890,865	-911,317	-28,31	3996,164	3890,85	-911,31	-28,330	3996,150	0,014	-0,005	0,015	0,000020	20,000000	1,268,811,101	3,9962	0,0000799	79,923	passou
P07 - P08	4230,444	28,620	-22,752	4230,541	4230,46	28,63	-22,756	4230,555	-0,014	-0,005	0,015	0,000004	4,000000	1,284,576,965	4,2305	0,0000846	84,611	passou
P08 - M03C	3675,952	-1766,397	2,138	4078,331	3675,94	-1766,40	2,163	4078,320	0,014	0,004	0,015	0,000025	25,000000	1,280,100,901	4,0783	0,0000816	81,567	passou
M03C -	345388,427	8075147,502	993,816	8082530,566	345388,48	8075147,51	993,810	8082530,574	-0,053	-0,006	0,053	0,000006	6,000000	1:151,532,650,825	8,082,5306	0,1616506	161650,611	passou

2.1.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os elementos dos estudos topográficos resultaram em:

- Planta topográfica, desenhada na escala real e preparada para impressão em escala 1:2.000 quando impresso em formato A1 e 1:4.000 quando impresso em A3, com elementos de locação, nivelamento, off-sets, levantamento planimétrico, propriedades e amarrações de marcos de RN, com indicação de curvas de nível de metro em metro;
- Perfil longitudinal, desenhado nas escalas 1:1 horizontal, e 10x na vertical para realçar o terreno, com os elementos do nivelamento e obras-de-arte correntes e especiais;
- Planta topográfica dos levantamentos específicos (trevo e obras-de-arte correntes).

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

SISTEMAS DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS DO LEVANTAMENTO DO PROJETO

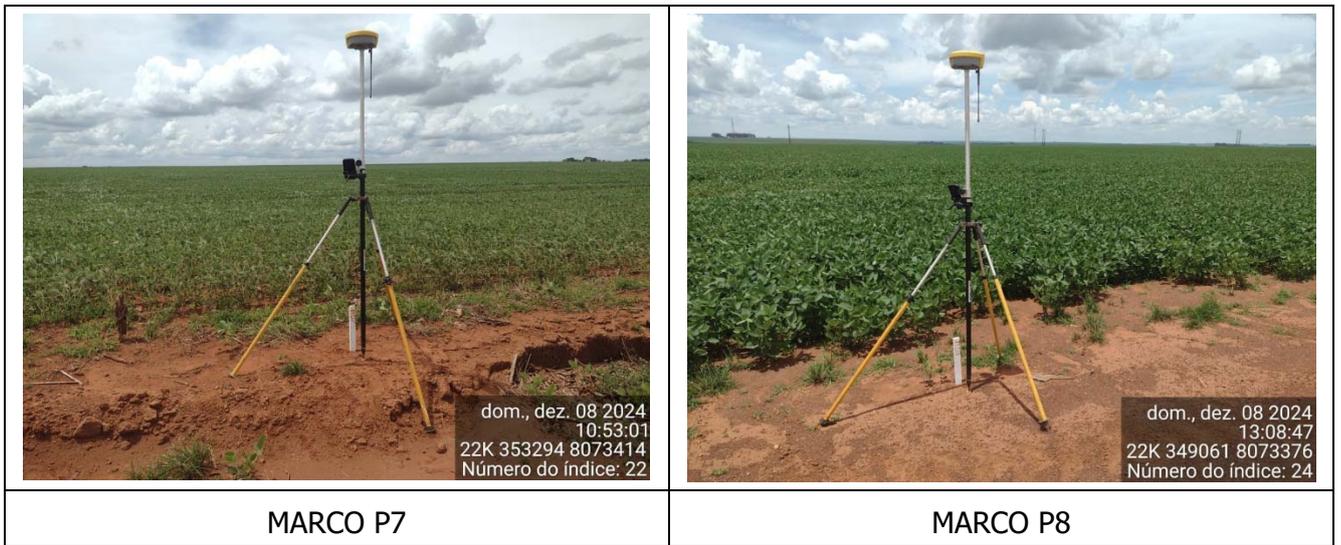
O Sistema de coordenadas utilizado nas plantas geométricas do projeto foi o UTM (Universal Transversa de Mercator) zona 22S.

Apresentamos a seguir as seguintes informações:

- Planilha das características técnicas do alinhamento locado;
- Relação de fotos;

FOTOS MARCOS 2ª ORDEM

 <p>sáb., dez. 07 2024 08:18:33 22K 383121 8065209 Goiás Número do índice: 1</p>	 <p>sáb., dez. 07 2024 09:37:14 22K 379026 8067011 Goiás Número do índice: 3</p>
<p>MARCO P1</p>	<p>MARCO P2</p>
 <p>sáb., dez. 07 2024 10:50:12 22K 375486 8069303 Goiás Número do índice: 5</p>	 <p>sáb., dez. 07 2024 12:48:46 22K 370520 8070470 Goiás Número do índice: 7</p>
<p>MARCO P3</p>	<p>MARCO P4</p>
 <p>dom., dez. 08 2024 08:27:55 22K 361570 8073047 Número do índice: 18</p>	 <p>dom., dez. 08 2024 09:39:45 22K 357182 8072500 Número do índice: 20</p>
<p>MARCO P5</p>	<p>MARCO P6</p>



FOTOS CADASTRAIS

As fotos cadastrais foram apresentadas no Capítulo 1.8 – Relatório de Vistoria. Apresentamos na sequência um resumo das fotos.



Est. 135_21022025_161442.jpg



Est. 340_21022025_160745.jpg



Est. 495_21022025_160228.jpg



Est. 535 Entroncamento_21022025_155916.jpg



Est. 770_21022025_155137.jpg



Est. 797_21022025_155034.jpg



Est. 925_21022025_154520.jpg



Est. 925 cana_21022025_154533.jpg



Est. 1040_21022025_154103.jpg



Est. 1170_21022025_153433.jpg



Est. 1270_21022025_152739.jpg



Est. 1430_21022025_151738.jpg



Est. 1460_21022025_151531.jpg



Est. 1605_21022025_150806.jpg



Est. 1665_21022025_150011.jpg



Est. 1675_21022025_145714.jpg



Est. 1690_21022025_145524.jpg



Est. 1695 rede baixa_21022025_145837.jpg



Est. 1700_21022025_145415.jpg



Est. 1720_21022025_145231.jpg



Est. 1755_21022025_144907.jpg



Est. 1820_21022025_144418.jpg



Est. 1874_21022025_143920.jpg



Est. 1895_21022025_143622.jpg



Est. 1930_21022025_143254.jpg



Est. 1955_21022025_142926.jpg



Est. 1955_21022025_142938.jpg



Est. 1985_21022025_142412.jpg



Est. 1990 rede cruza_21022025_142155.jpg



Est. 2000_21022025_142034.jpg



Est. 2005_21022025_141929.jpg



Est. 2085_21022025_141344.jpg



Est. 2085_21022025_141412.jpg



Est. 2090_21022025_141110.jpg



Est. 2140_21022025_140822.jpg



Est. 2215_21022025_135907.jpg



Est. 2240_21022025_135544.jpg



Est. 2245_21022025_135422.jpg



Est. 2260_21022025_134742.jpg



Est. 2260_21022025_134821.jpg



Est. 2260_21022025_134946.jpg

RELATÓRIO DO ALINHAMENTO

PI	NORTE	LESTE	DISTÂNCIA	AZIMUTE
0+0,00	8.075.089,8523m	345.424,8339m		
			151,882m	N 125° 47' 33,53"
7+11,88	8.075.001,0237m	345.548,0311m		
			2.889,441m	N 124° 37' 06,52"
152+1,32	8.073.359,5060m	347.925,9054m		
			6.460,768m	N 89° 22' 50,23"
473+17,91	8.073.429,3470m	354.386,2962m		
			1.496,700m	N 140° 28' 41,57"
545+10,39	8.072.274,8184m	355.338,7537m		
			5.106,927m	N 83° 09' 17,26"
797+12,39	8.072.883,4994m	360.409,2771m		
			3.929,700m	N 82° 18' 04,65"
994+2,09	8.073.409,9372m	364.303,5559m		
			3.720,257m	N 105° 34' 39,90"
1178+13,94	8.072.410,8779m	367.887,1566m		
			2.504,481m	N 133° 19' 45,65"
1302+4,48	8.070.692,3252m	369.708,9700m		
			1.595,639m	N 105° 53' 49,70"
1381+8,89	8.070.255,2617m	371.243,5838m		
			755,757m	N 116° 38' 47,89"
1419+3,54	8.069.916,3147m	371.919,0716m		
			3.691,385m	N 99° 44' 53,60"
1603+12,34	8.069.291,2932m	375.557,1582m		
			1.036,083m	N 146° 08' 31,23"
1653+15,27	8.068.430,9085m	376.134,3975m		
			808,943m	N 116° 42' 28,95"
1693+13,77	8.068.067,3335m	376.857,0331m		
			675,216m	N 99° 42' 09,16"
1727+7,01	8.067.953,5373m	377.522,5908m		
			1.732,198m	N 123° 21' 12,48"
1813+13,84	8.067.001,1706m	378.969,4863m		
			995,002m	N 97° 12' 29,63"
1863+1,57	8.066.876,3220m	379.956,6243m		
			1.938,733m	N 116° 25' 12,99"
1959+15,53	8.066.013,6787m	381.692,8650m		
			879,716m	N 125° 20' 51,79"
2003+14,78	8.065.504,7302m	382.410,4108m		
			1.757,570m	N 111° 17' 38,34"
2091+10,49	8.064.866,4629m	384.047,9899m		
			3.262,596m	N 135° 07' 12,40"
2254+3,94	8.062.554,6280m	386.350,1523m		
			112,687m	N 128° 44' 45,87"
2259+16,40	8.062.484,1006m	386.438,0399m		

Observação: Inclui os Pis das espirais

CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS HORIZONTAIS

DEFLEXÃO	CURVA Nº	CURVA DE TRANSIÇÃO	CURVA CIRCULAR				ESTACAS			
		Lc (m)	R (m)	D (m)	T (m)	AC	TE/PC/PI	EC	CE	ET/PT
---	INICIO	---	---	---	---	---	0+0,000	---	---	---
01° 10' 27,01"	1	----	5000	102,47	51,23	01° 10' 27,01"	5+0,65	----	----	10+3,11
35° 14' 16,29"	2	----	1200	738,02	381,1	35° 14' 16,29"	133+0,22	----	----	169+18,24
51° 05' 51,34"	3	----	1000	891,82	478,02	51° 05' 51,34"	449+19,89	----	----	494+11,71
57° 19' 24,31"	4	----	700	700,34	382,63	57° 19' 24,31"	526+7,76	----	----	561+8,09
00° 51' 12,62"	5	----	20000	297,93	148,97	00° 51' 12,62"	790+3,42	----	----	805+1,35
23° 16' 35,25"	6	----	5000	2031,25	1029,83	23° 16' 35,25"	942+12,26	----	----	1044+3,51
27° 45' 05,76"	7	----	3500	1695,25	864,59	27° 45' 05,76"	1135+9,34	----	----	1220+4,59
27° 25' 55,95"	8	----	1200	574,54	292,89	27° 25' 55,95"	1287+11,59	----	----	1316+6,13
10° 44' 58,19"	9	----	2000	375,23	188,17	10° 44' 58,19"	1372+0,72	----	----	1390+15,95
16° 53' 54,29"	10	----	1200	353,92	178,25	16° 53' 54,29"	1410+5,28	----	----	1427+19,20
46° 23' 37,63"	11	----	700	566,81	299,98	46° 23' 37,63"	1588+12,36	----	----	1616+19,17
29° 26' 02,28"	12	----	900	462,35	236,4	29° 26' 02,28"	1641+18,88	----	----	1665+1,23
17° 00' 19,79"	13	----	900	267,12	134,55	17° 00' 19,79"	1686+19,22	----	----	1700+6,35
23° 39' 03,32"	14	----	900	371,51	188,44	23° 39' 03,32"	1717+18,57	----	----	1736+10,08
26° 08' 42,85"	15	----	900	410,69	208,98	26° 08' 42,85"	1803+4,86	----	----	1823+15,55
19° 12' 43,36"	16	----	1500	502,97	253,87	19° 12' 43,36"	1850+7,70	----	----	1875+10,67
08° 55' 38,80"	17	----	1500	233,72	117,1	08° 55' 38,80"	1953+18,44	----	----	1965+12,16
14° 03' 13,45"	18	----	1500	367,93	184,89	14° 03' 13,45"	1994+9,88	----	----	2012+17,81
23° 49' 34,06"	19	----	1500	623,77	316,46	23° 49' 34,06"	2075+14,03	----	----	2106+17,80
06° 22' 26,54"	20	----	2000	222,5	111,36	06° 22' 26,54"	2248+12,58	----	----	2259+15,07
---	FIM	---	---	---	---	---	2259+16,40	---	---	---

CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS HORIZONTAIS

DEFLEXÃO	CURVA Nº	COORDENADAS						
		PONTO	CC	TE/PC	EC	PI	CE	ET/PT
---	INICIO	N	---	---	---	8075089,852	---	---
		E	---	---	---	345424,834	---	---
01° 10' 27,01"	1	N	8079086,683	8075030,988	----	8075001,024	----	8074971,917
		E	348430,741	345506,473	----	345548,031	----	345590,195
35° 14' 16,29"	2	N	8074563,556	8073576,012	----	8073359,506	----	8073363,626
		E	348294,01	347612,279	----	347925,905	----	348306,982
51° 05' 51,34"	3	N	8072424,238	8073424,18	----	8073429,347	----	8073060,61
		E	353919,113	353908,303	----	354386,296	----	354690,495
57° 19' 24,31"	4	N	8073015,433	8072569,973	----	8072274,818	----	8072320,423
		E	355635,226	355095,258	----	355338,754	----	355718,657
00° 51' 12,62"	5	N	8092723,18	8072865,744	----	8072883,499	----	8072903,456
		E	357877,625	360261,372	----	360409,277	----	360556,902
23° 16' 35,25"	6	N	8068317,046	8073271,977	----	8073409,937	----	8073133,381
		E	363952,828	363283,009	----	364303,556	----	365295,557
27° 45' 05,76"	7	N	8069271,627	8072643,061	----	8072410,878	----	8071817,601
		E	366114,412	367054,322	----	367887,157	----	368516,081
27° 25' 55,95"	8	N	8071766,206	8070893,301	----	8070692,325	----	8070612,1
		E	370319,348	369495,919	----	369708,97	----	369990,654
10° 44' 58,19"	9	N	8068383,293	8070306,803	----	8070255,262	----	8070170,872
		E	370514,791	371062,614	----	371243,584	----	371411,765
16° 53' 54,29"	10	N	8071068,807	8069996,259	----	8069916,315	----	8069886,133
		E	372297,934	371759,75	----	371919,072	----	372094,752
46° 23' 37,63"	11	N	8068652,192	8069342,085	----	8069291,293	----	8069042,187
		E	375142,991	375261,514	----	375557,158	----	375724,285
29° 26' 02,28"	12	N	8069128,639	8068627,216	----	8068430,908	----	8068324,662
		E	376750,072	376002,693	----	376134,398	----	376345,572
17° 00' 19,79"	13	N	8068931,784	8068127,806	----	8068067,334	----	8068044,657
		E	377141,338	376736,838	----	376857,033	----	376989,659
23° 39' 03,32"	14	N	8067098,169	8067985,295	----	8067953,537	----	8067849,934
		E	377185,169	377336,849	----	377522,591	----	377679,991
26° 08' 42,85"	15	N	8067867,835	8067116,07	----	8067001,171	----	8066974,948
		E	379289,746	378794,924	----	378969,486	----	379176,818
19° 12' 43,36"	16	N	8065420,031	8066908,176	----	8066876,322	----	8066763,363
		E	379516,549	379704,763	----	379956,624	----	380183,977
08° 55' 38,80"	17	N	8064722,45	8066065,781	----	8066013,679	----	8065945,934
		E	380920,57	381587,998	----	381692,865	----	381788,376
14° 03' 13,45"	18	N	8066835,181	8065611,696	----	8065504,73	----	8065437,586
		E	383127,409	382259,603	----	382410,411	----	382582,679
23° 49' 34,06"	19	N	8063583,791	8064981,385	----	8064866,463	----	8064642,226
		E	383208,408	383753,138	----	384047,99	----	384271,289
06° 22' 26,54"	20	N	8064044,784	8062633,538	----	8062554,628	----	8062484,929
		E	387688,747	386271,572	----	386350,152	----	386437,007
---	FIM	N	---	---	---	8062484,101	---	---
		E	---	---	---	386438,04	---	---

2.1.5 LEVANTAMENTO CADASTRAL GEORREFERENCIADO DAS DIVISAS, LIMITES E CONFRONTAÇÕES DE CADA PROPRIEDADE DENTRO DA FAIXA DE DOMÍNIO

A experiência tem mostrado que a identificação dos proprietários durante os trabalhos de campo não produz resultados satisfatórios diante das dificuldades em se encontrar os proprietários e/ou obter informações fidedignas de funcionários e prestadores de serviço, informações muitas vezes protegidas por sigilo.

Quando se trata de imóvel rural, temos obtidos estas informações de forma bem mais oficial e completa a partir de dados pesquisados junto a órgãos oficiais como:

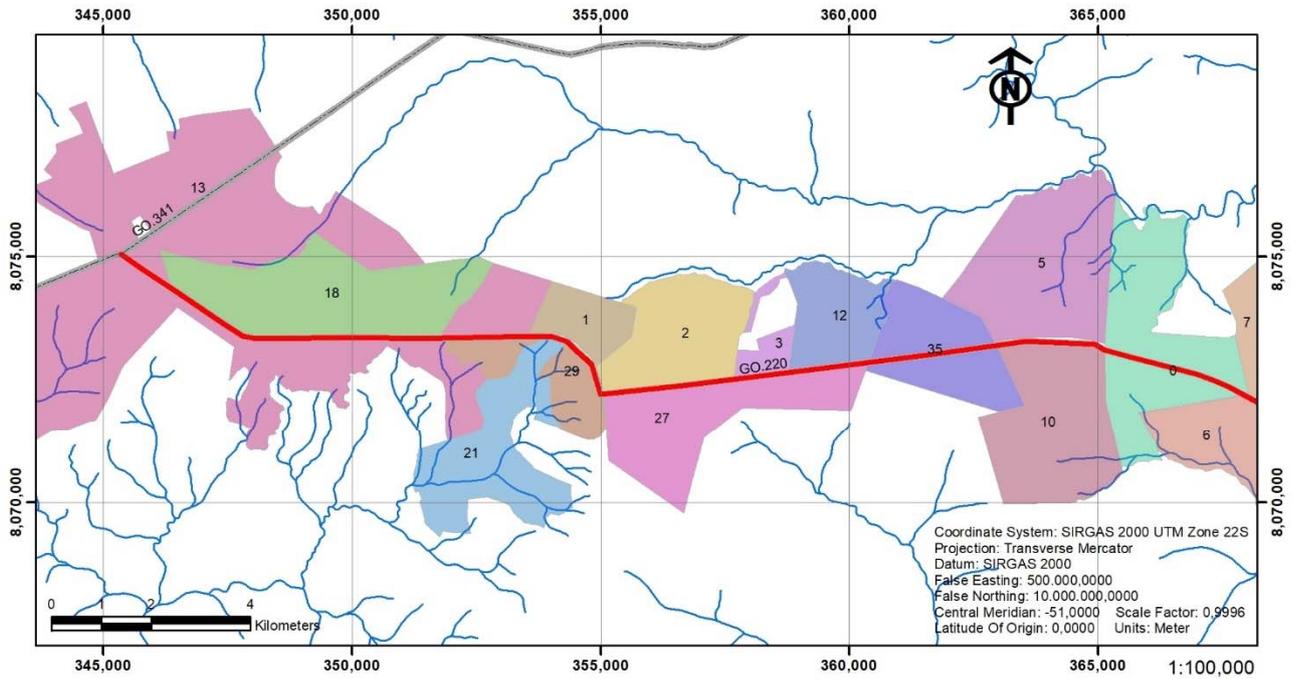
- ✚ SIGEF – Sistema de Gestão Fundiária, sistema esse desenvolvido pelo INCRA para gestão de informações fundiárias do meio rural brasileiro, por ele são efetuadas a recepção, validação, organização, regularização e disponibilização das informações georreferenciadas de limites de imóveis rurais. O CCIR – Certificado de Cadastro de Imóvel Rural é o documento emitido pelo Incra que constitui prova do cadastro do imóvel rural, e é indispensável para efetuar o desmembramento, arrendamento, hipoteca, venda ou promessa de venda de um imóvel rural e para a homologação de partilha amigável ou judicial.;
- ✚ SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, sistema eletrônico de âmbito nacional destinado à integração e ao gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais de todo o País. O principal objetivo do SICAR (entre outros) é o de receber, gerenciar e integrar os dados do CAR de todos os entes federativos. O CAR – Cadastro Ambiental Rural é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes às Áreas de Preservação Permanente - APP, de uso restrito, de Reserva Legal, de remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

Portanto de posse dos dados georreferenciados obtidos junto ao SIGEF e SICAR foi possível identificar através do número do imóvel rural as áreas oficialmente cadastradas para obtenção das respectivas escrituras em cartório que irão subsidiar as informações necessárias para indenizar as possíveis áreas a desapropriar. Estas áreas, georreferenciadas, serão sobrepostas ao cadastro topográfico realizado e aos eixos do projetados, permitindo a identificação dos limites e confrontações, bem como as estacas de início e fim, para descrição do Memorial Descritivo.

Apresentamos na sequência os mapas gerados. Observamos que os nomes oficiais dos proprietários serão obtidos após consulta aos órgãos já que os dados públicos disponibilizados omitem os nomes dos proprietários devido a sigilo obrigatório.

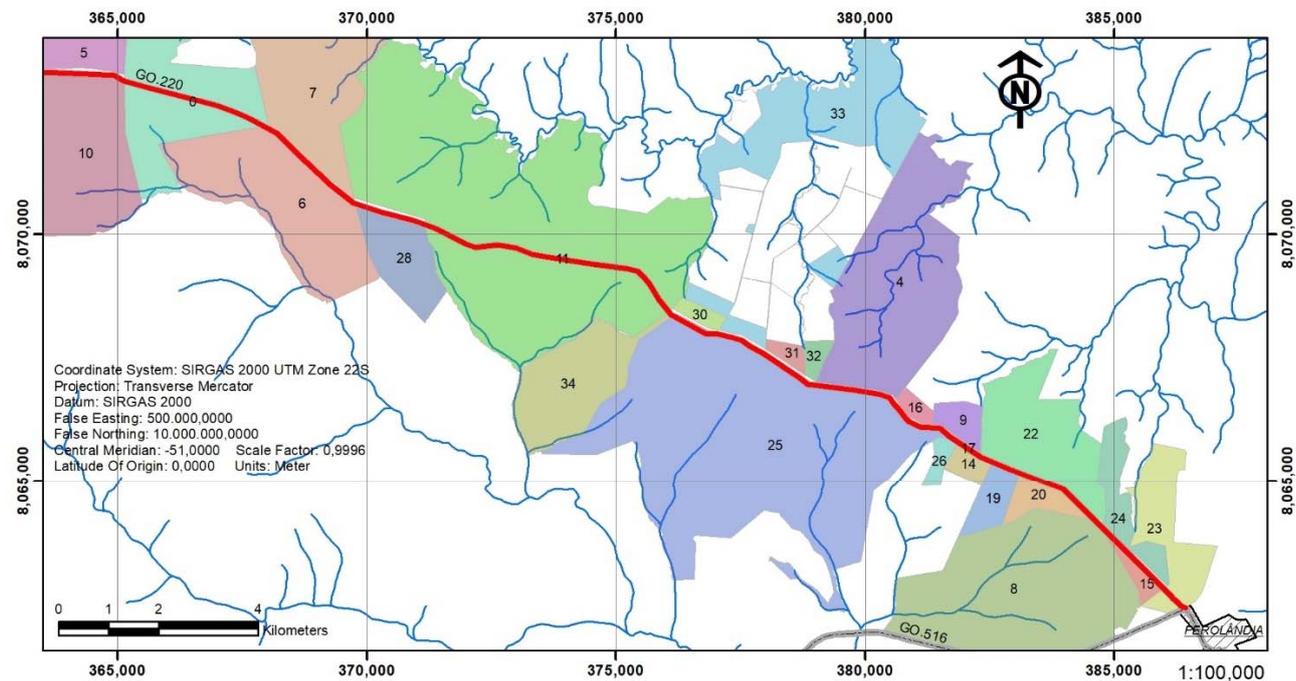
Analisando a base cadastral do CAR – Cadastro Ambiental Rural é possível verificar as propriedades cadastradas bem como que a diretriz do trecho procura evitar cruzamento com áreas de Reserva Legal implantada, conforme o mapa apresentado a seguir. Neste mesmo mapa verificamos também as áreas de Preservação Permanente geralmente localizadas próximas aos cursos d'água.

CADASTRO AMBIENTAL RURAL



Legenda:

- | | | | |
|-------------|---|---|--|
| DIRETRIZ | 6-2_CAR | GO-5213103-99A52ED26C584803BC1242228FE57846 | GO-5216452-8302FA9E739140B59D34147C36C1D510 |
| SRE Goinfra | cod_imovel | GO-5213103-CB06848EB33468880B7E38E205E0D19 | GO-5216452-C663A87D6C54419EBF86967C004D12B9 |
| CIDADE | GO-5213103-0B5B3CDF0164108B25D549267A94321 | GO-5216452-23C2C6A3CFDB4D938577E90E19E83260 | GO-5216452-CB3F11CE36A45D69BFFD829BA059312 |
| DRENAGEM | GO-5213103-62CAD4EE209348688FB07309A7040AE1 | GO-5216452-375C8BD9FC2B4484A4BBEEEB67FE4370 | GO-5216452-F1662B18E3C5405CAD2D9D3BD44F1EB |
| | GO-5213103-847B0D5329734ED4A68A8AD661E78B48 | GO-5216452-5BC14147832A4EFF9A8C33963531A21F | GO-5216452-F70104031BE841B091485231A1A60630D |
| | GO-5213103-9986313D953B496296991F3BE259029F | GO-5216452-82058C6AADE1459C934A33B893D4D8B5 | |



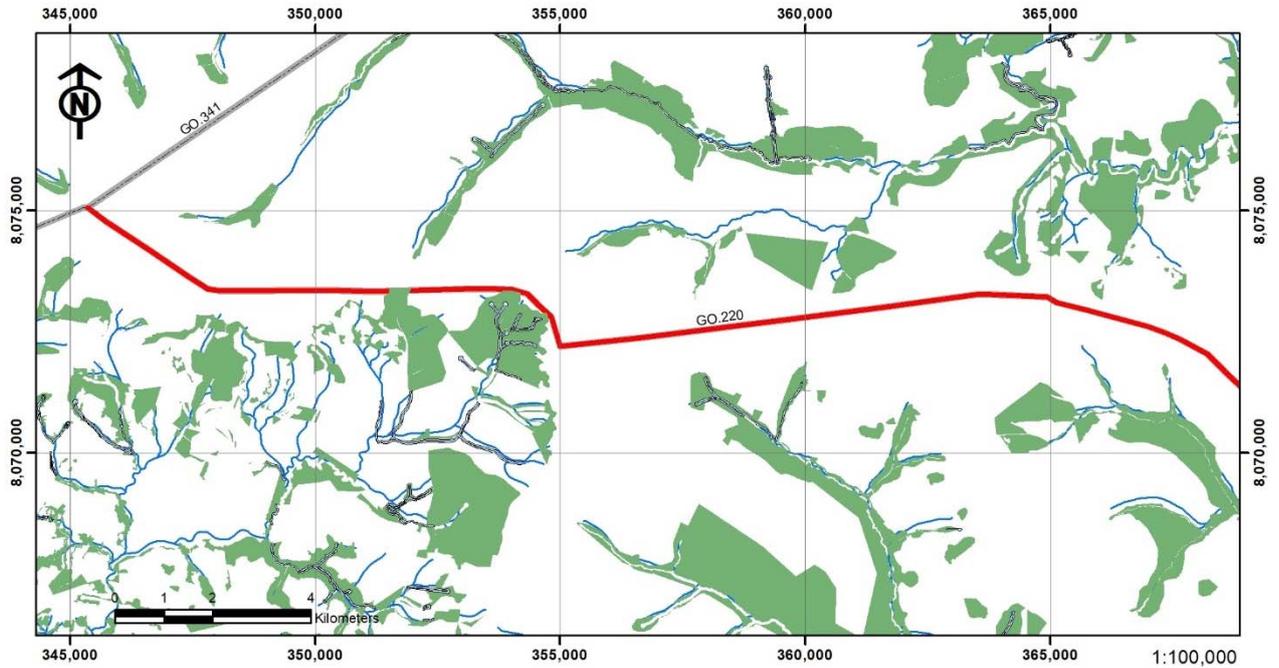
Legenda:

- | | | | |
|-------------|---|---|---|
| DIRETRIZ | 6-2_CAR | GO-5216452-65533FA7399B4759948285D03DCFC95B | GO-5216452-C8F9DA2EFB774AA9BFFB2DB2986539D2 |
| SRE Goinfra | cod_imovel | GO-5216452-68E4449A270B4EB09E0A772C517C93E | GO-5216452-CB3F11CE36A45D69BFFD829BA059312 |
| CIDADE | GO-5216452-69832077D9C54434B12FA5AD77F55FCE | GO-5216452-D0DE2C0D255C419D9A62F155605D30DC | GO-5216452-E901F396DC9745AD87E0A325A6034950 |
| DRENAGEM | GO-5216452-0E3218E28308477FBF80A3E84796E1DC | GO-5216452-7E8C6D8FF6D4CABB1CA2C285D7453 | GO-5216452-F1662B18E3C5405CAD2D9D3BD44F1EB |
| | GO-5216452-23C2C6A3CFDB4D938677E90E19E83260 | GO-5216452-8302FA9E739140B59D34147C36C1D510 | GO-5216452-F41FF9C6527847FCB10D0652098DA1F5 |
| | GO-5216452-25996005E5F436AA45D399F53521791 | GO-5216452-A2468C6213C54151A4E37C4FACFB1A5 | GO-5216452-FAF74C72A60146F487A28A8BE9036CE |
| | GO-5216452-375C8BD9FC2B4484A4BBEEEB67FE4370 | GO-5216452-AB58466FAD3C4F5CA0DEC87EC2D80626 | GO-5216452-FDD40352682B4E799266D50E8D8A1B7C |
| | GO-5216452-4E8571AEAF6E47D99B24CAC60FADBBA5 | GO-5216452-C1DCC8331821466DB1024E2BB89A5885 | GO-5216452-FE47099042A14C3FB8C389C6D6508C97 |
| | GO-5216452-51F8BEF6657E484E87CE6012A696360B | GO-5216452-C332A3858D31414381BFC72BFD8C9FF5 | |
| | GO-5216452-5BC14147832A4EFF9A8C33963531A21F | | |
| | GO-5216452-5F73C585CE50444EB10EA61509B8E440 | | |

Banco de dados CAR:

Nº CAR	MOD.FISCAL	ÁREA CAR	STATUS CAR	MUNICÍPIO
GO-5213103-62CAD4EE209348688FB07309A7040AE1	75,0937	3558,5525	AT	Mineiros
GO-5213103-62CAD4EE209348688FB07309A7040AE1	75,0937	3558,5525	AT	Mineiros
GO-5213103-99A52ED26C584803BC1242228FE57846	21,1954	848,7815	AT	Mineiros
GO-5213103-62CAD4EE209348688FB07309A7040AE1	75,0937	3558,5525	AT	Mineiros
GO-5213103-62CAD4EE209348688FB07309A7040AE1	75,0937	3558,5525	AT	Mineiros
GO-5213103-62CAD4EE209348688FB07309A7040AE1	75,0937	3558,5525	AT	Mineiros
GO-5213103-9986313D953B496296991F3BE259029F	4,7735	286,4106	AT	Mineiros
GO-5213103-847B0D5329734ED4A68A8ADB61E78B48	4,5131	205,2636	AT	Mineiros
GO-5216452-82058C6AADE1459C934A33B893D4D8B5	12,494	518,3557	AT	Perolandia
GO-5213103-CB06848EB333468B80B7E38E205E0D19	14,7701	657,0901	AT	Perolandia
GO-5216452-F70104031BE841B0914B52311A60630D	2,4265	97,0608	AT	Perolandia
GO-5216452-C663A87D6C54419EBF86967C004D12B9	8,4969	339,8779	AT	Perolandia
GO-5216452-375C8BD9FC2B4484A4BBE67FE4370	12,1904	487,6161	AT	Perolandia
GO-5216452-375C8BD9FC2B4484A4BBE67FE4370	12,1904	487,6161	AT	Perolandia
GO-5216452-23C2C6A3CFDB4D938577E90E19E83260	20,4963	821,2896	AT	Perolandia
GO-5216452-F1662B18E3C5405CAD2D9D3BDDA4F1EB	18,1222	724,8871	AT	Perolandia
GO-5216452-CB3F11CE636A45D69BFFD829BA059312	20,6724	829,3213	AT	Perolandia
GO-5216452-8302FA9E739140B59D34147C36C1D510	17,877	715,079	AT	Perolandia
GO-5216452-5BC14147832A4EFF9A8C33963531A21F	23,7172	953,264	AT	Perolandia
GO-5216452-FDD40352682B4E799266D50ED8DA1B7C	5,7129	228,5147	AT	Perolandia
GO-5216452-D0DE2C0D255C419D9A62F155605D30DC	61,1518	2449,6769	AT	Perolandia
GO-5216452-D0DE2C0D255C419D9A62F155605D30DC	61,1518	2449,6769	AT	Perolandia
GO-5216452-D0DE2C0D255C419D9A62F155605D30DC	61,1518	2449,6769	AT	Perolandia
GO-5216452-E901F396DC9745AD87E0A325A6034950	10,2434	409,7374	AT	Perolandia
GO-5216452-7EB8C6D8FF6D4CACBB1CAC2C285D7453	0,82	32,8849	AT	Perolandia
GO-5216452-0E3218E283084F7FBF80A3E84796E1DC	52,8046	2112,1856	PE	Perolandia
GO-5216452-AB5B466FAD3C4F5CA0DEC87EC2D80626	1,0907	714,3125	AT	Perolandia
GO-5216452-65533FA7399B4759948285D03DCFC95B	0,77	30,9446	AT	Perolandia
GO-5216452-711019129ACD4714A4B6971277574822	0,81	32,4165	AT	Perolandia
GO-5216452-F41FF9C6527847FCB10D0652098DA1F5	23,3668	934,6738	AT	Perolandia
GO-5216452-5F73C585CE50444EB10EA61509B8E440	0,75	30	AT	Perolandia
GO-5216452-C332A3B58D31414381BFC72BFD6C9FF5	1,6993	67,9702	AT	Perolandia
GO-5216452-FE47099042A14C3FB5C389C6D6508C97	1,1908	47,6314	AT	Perolandia
GO-5216452-25996005ED5F436AA45D399F53521791	11,2415	449,6616	AT	Perolandia
GO-5216452-FAF74C72A60146F487A28AE8BE9036CE	2,4183	96,7334	AT	Perolandia
GO-5216452-4E8571AEAF6E47D99B24CAC60FADBBA5	2,4111	96,4457	AT	Perolandia
GO-5216452-C1DCD8331821466DB1024E2BB89A5885	3,8304	153,2165	AT	Perolandia
GO-5216452-C8F9DA2EFBF74AA9BFFB2DB2986539D2	1,3676	54,7034	AT	Perolandia
GO-5216452-A2468C6213C54151A4E37C4FACEFB1A5	6,9584	278,3342	AT	Perolandia

CADASTRO AMBIENTAL RURAL - RESERVA LEGAL + APP

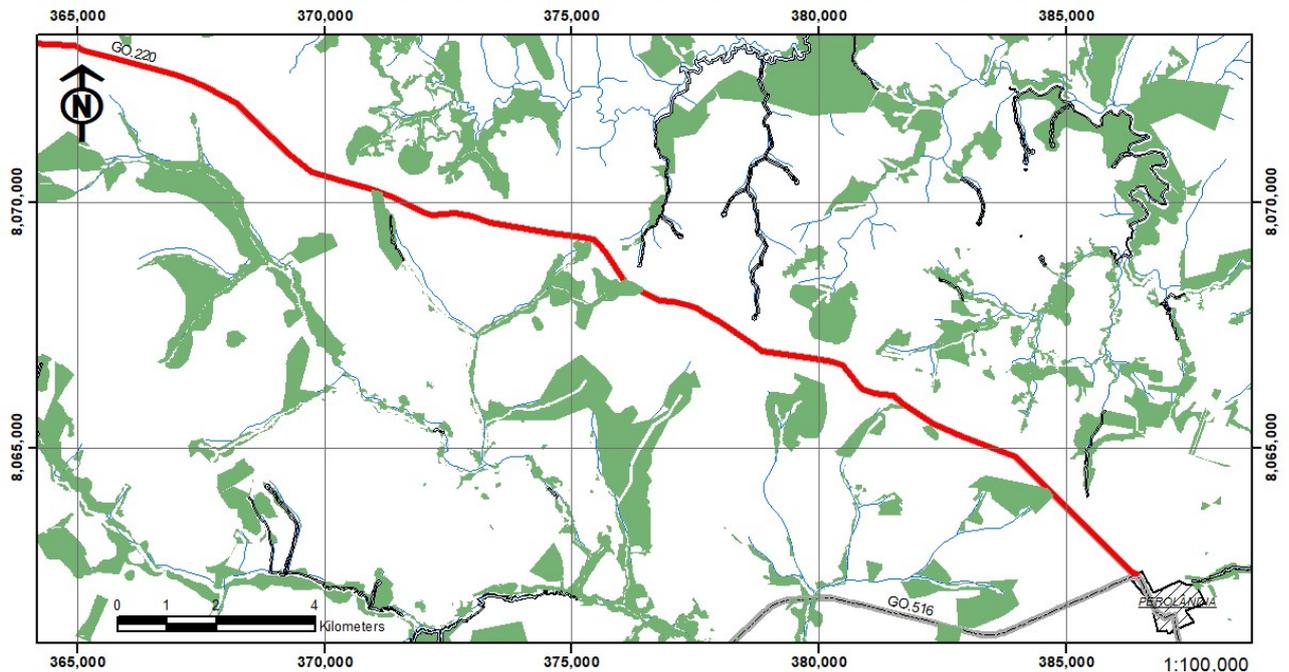


Legenda:

- DIRETRIZ
- CIDADE
- DRENAGEM
- RESERVA_LEGAL_1
- APPS_1
- SRE Goinfra

Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -51,0000 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000 Units: Meter

CADASTRO AMBIENTAL RURAL - RESERVA LEGAL + APP



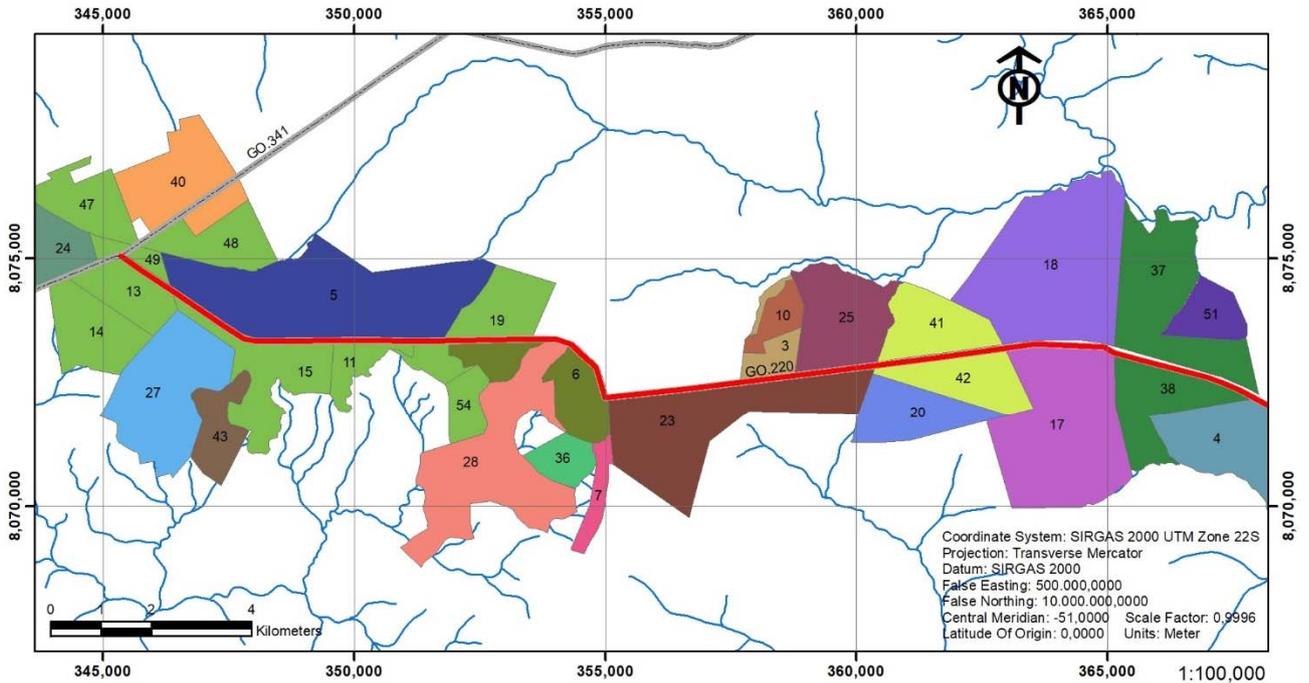
Legenda:

- APPS_1
- RESERVA_LEGAL_1
- DIRETRIZ
- CIDADE
- DRENAGEM
- SRE Goinfra

Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -51,0000 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000 Units: Meter

SIGEF – SISTEMA DE GESTÃO FUNDIÁRIA

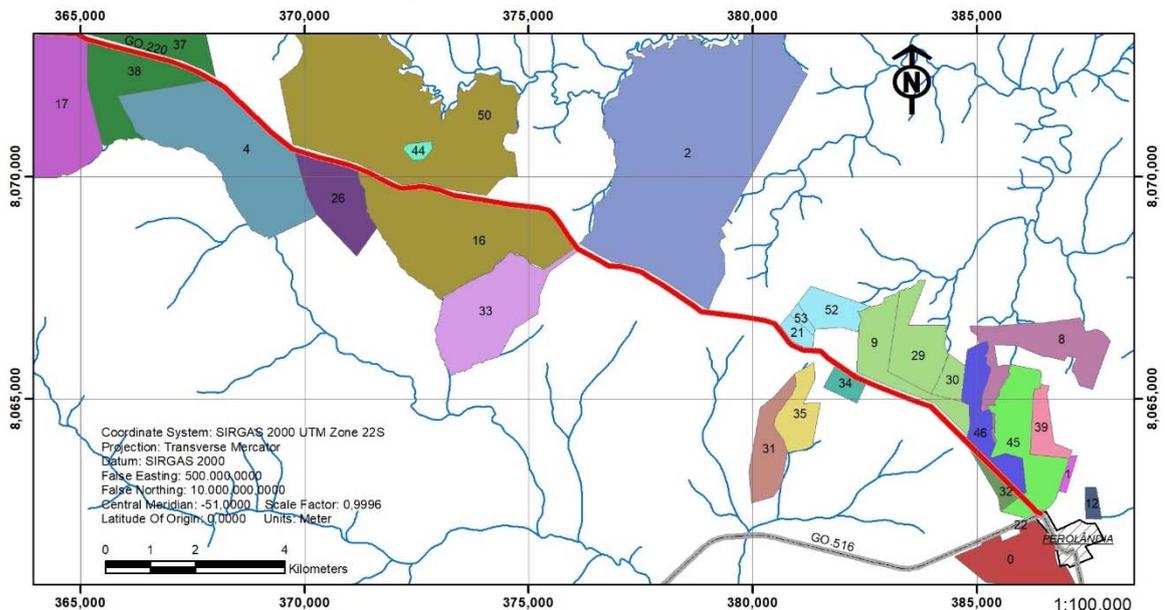
SISTEMA DE GESTÃO FUNDIARIA - SIGEF



Legenda:

	DIRETRIZ	6-2_SIGEF		0000510879716		9060850129717		9320600060250		9331201004550		9500507217864
	SRE Goifra	codigo_imo		9060850128583		9060850129989		9320600126960		9360730088859		9500920144867
	CIDADE			0000271585853		9060850129040		9320600049019		9330310016600		9500333698108
	DRENAGEM			0000271673809		9060850129121		9320600059839		9330310143114		9500412432997

SISTEMA DE GESTÃO FUNDIARIA - SIGEF



Legenda:

	DIRETRIZ	6-2_SIGEF		0000271582838		9060850129040		9330310066969		9330310247327		9500413257404
	SRE Goifra	codigo_imo		0000271594925		9060850129717		9330310205675		9330310248994		9500507210347
	CIDADE			0000197006650		197121831		9060850129989		9330310212108		9330310250468
	DRENAGEM			0000271248504		9060850128583		9330310000356		9330310212612		9330310296964
												9500844425347
												9501146621351

art	codigo_imo	data_aprov	status	nome_area	registro_m	registro_d	municipio	uf_id
1020180054723-GO	9500844425347	08/11/2018	REGISTRADA	FAZENDA NOSSA SENHORA APARECIDA	1334	28/02/2019	5216452	52
BR20190184022-GO	9501146621351	14/06/2019	REGISTRADA	FAZENDA LAGOA L.D. BOA VISTA I	1422	13/01/2020	5216452	52
CFT2201716700-GO	0000271248504	07/04/2022	REGISTRADA	ASSENTAMENTO TRÊS PONTES	2246	18/11/2022	5216452	52
1020150167796-GO	9501495009841	28/09/2015	CERTIFICADA	LAGO AZUL 2	M-20.996		5213103	52
1020140113049-GO	9060850128583	03/01/2015	REGISTRADA	FAZENDA BONFIM E TRÊS PONTES L.D. PONTAL	0647	03/11/2015	5216452	52
1020170045871-GO	9320600060250	18/04/2017	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS PONTES LUGAR DENOMINADO INVERNADINHA E CABECEIRA DA GRALHA	2.251	16/12/2022	5213103	52
BR20200702613-GO	9500412432997	05/09/2019	REGISTRADA	FAZENDAS TRÊS PONTES, BONFIM, RIO VERDE E TRÊS BARRAS LD CURITIBA	48.453	29/12/2022	5213103	52
20211376177-GO	9500507217864	28/09/2021	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS PONTES, BONFIM, RIO VERDE E TRÊS BARRAS, L.D. SANTO EXPEDITO IX	49352	30/11/2023	5213103	52
BR20211420666-GO	0000197006650	22/11/2021	REGISTRADA	FAZENDA LAGOA	2.173	06/04/2023	5216452	52
1020180091432-GO	0000271582838	13/04/2023	CERTIFICADA	FAZENDA LAGOA	186		5216452	52
1020170237073-GO	9500920144867	31/12/2017	CERTIFICADA	FAZENDA TRES PONTES L.D. VARJÃO DO PONTAL	0276		5216452	52
1020180103684-GO	0000510879716	29/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA TRES PONTES BONFIM RIO VERDE E TRÊS BARRAS LD CURITIBA	48842	28/04/2023	5213103	52
1020230142649-GO	9330310296964	08/06/2023	CERTIFICADA	FAZENDA LAGOA E CERVO, LUGAR DENOMINADO BATISTA	522		5216452	52
1020180099441-GO	0000510879716	22/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA FLORES E TRÊS BARRAS LD COQUEIROS	48.913	14/06/2023	5213103	52
1020180099798-GO	0000510879716	22/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA FLORES E TRÊS BARRAS LD COQUEIROS	48.901	14/06/2023	5213103	52
1020180104538-GO	0000510879716	29/05/2018	REGISTRADA	FAZENDAS TRES PONTES BONFIM RIO VERDE E TRÊS BARRAS LD CURITIBA	48.875	14/06/2023	5213103	52
1020140226063-GO	9330310000356	03/12/2014	CERTIFICADA	FAZENDA TRÊS PONTES L.D INVERNADINHA	750		5216452	52
1020140110061-GO	9060850129040	05/12/2014	CERTIFICADA	FAZENDAS BONFIM E TRÊS PONTES L.D. PALOMA	0039		5216452	52
1020140114502-GO	9060850129989	04/12/2014	REGISTRADA	FAZENDA BONFIM E TRÊS PONTES L.D. JATOBÁ	0384	22/12/2014	5216452	52
1020230174546-GO	0000510879716	02/08/2023	CERTIFICADA	FAZENDA TRÊS PONTES, BONFIM RIO VERDE E TRÊS BARRAS LD CURITIBA	21106		5213103	52
1020150012401-GO	0000271673809	22/01/2015	REGISTRADA	FAZENDA TERRA FERTIL	0668	06/09/2019	5216452	52
1020180226183-GO	9330310250468	07/02/2019	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS PONTES L. D. RESSACÃO	1338	27/08/2019	5216452	52
1020180054723-GO	9500844425347	08/11/2018	REGISTRADA	FAZENDA NOSSA SENHORA APARECIDA	1336	29/08/2019	5216452	52
CFT2302883507-GO	9360730088859	29/09/2023	CERTIFICADA	FAZENDABONFIMLD CURITIBA	10.862		5213103	52
1020150022025-GO	9320600126960	05/02/2015	REGISTRADA	FAZENDA FLORES E TRÊS PONTES LUGAR DENOMINADO COQUEIROS	37377	21/03/2017	5213103	52
1020170035789-GO	9330310143114	31/08/2017	CERTIFICADA	FAZENDA TRÊS PONTES	0752		5216452	52
1020170082706-GO	9330310066969	05/10/2017	REGISTRADA	FAZENDA BONFIM	1229	26/12/2017	5216452	52
1020170081351-GO	9320600059839	11/05/2017	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS BARRAS LD CABECEIRA DO MONJOLO E CORREDEIRA	39079	19/04/2018	5213103	52
1020170215163-GO	9500333698108	24/11/2017	REGISTRADA	FAZENDA SANTO EXPEDITO V	39132	17/05/2018	5213103	52
1020180091427-GO	0000271582838	12/07/2018	CERTIFICADA	FAZENDA LAGOA, LD BOA VISTA	227		5216452	52
1020180091435-GO	0000271582838	12/07/2018	CERTIFICADA	FAZENDA LAGOA, LD BOA VISTA	21		5216452	52
20211073585-GO	197121831	14/04/2021	REGISTRADA	FAZENDA BONFIM, L.D. TRÊS BARRAS	2102	19/07/2021	5216452	52
1020170155450-GO	9330310247327	12/07/2018	REGISTRADA	FAZENDA LAGOA, LD. BOA VISTA	1314	20/12/2018	5216452	52
1020180040107-GO	9500507210347	01/02/2019	REGISTRADA	FAZENDA BONFIM, LD PRIMAVERA	1346	09/05/2019	5216452	52
BR20190184178-GO	9330310212612	14/06/2019	CERTIFICADA	FAZENDA S ÃO FRANCISCO	0320		5216452	52
BR20190184194-GO	9500413257404	14/06/2019	CERTIFICADA	FAZENDA S ÃO FRANCISCO II	0346		5216452	52
1020180004008-GO	9331201004550	12/01/2018	REGISTRADA	FAZENDA SANTO EXPEDITO VI	41779	28/06/2019	5213103	52
0021816201013687810-G	9060850129717	15/07/2019	CERTIFICADA	FAZENDA BONFIM E TRÊS PONTES, L.D. PONTAL	498		5216452	52
0021816201013687810-G	9060850129717	15/07/2019	CERTIFICADA	FAZENDA BONFIM E TRÊS PONTES, L.D. PONTAL	498		5216452	52
BR20190183219-GO	0000271594925	14/06/2019	REGISTRADA	FAZENDA LAGOA L.D. BOA VISTA	1423	13/01/2020	5216452	52
1020180098993-GO	9320600049019	22/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA INVERNADINHA LUGAR DENOMINADO PASTINHO	1434	05/02/2020	5213103	52
1020160000392-GO	9060850129121	04/01/2016	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS PONTES E BOM FIM L.D. MUNDO NOVO	1468	19/05/2020	5216452	52
1020160000392-GO	9060850129121	04/01/2016	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS PONTES E BOM FIM L.D. MUNDO NOVO	1469	19/05/2020	5216452	52
1020190027668-GO	0000271585853	26/02/2019	REGISTRADA	FAZENDA TRÊS BARRAS LD CORREDEIRA	42.873	15/07/2020	5213103	52
br20200778355-GO	9330310248994	08/10/2020	CERTIFICADA	FAZENDA TRÊS PONTES	543		5216452	52
BR20190026644-GO	9330310212108	19/02/2019	REGISTRADA	FAZENDA PEROBAS	1352	22/03/2022	5216452	52
BR20211041680-GO	9330310205675	17/06/2021	REGISTRADA	FAZENDA LAGOA	2098	21/06/2021	5216452	52
1020180098715-GO	0000510879716	21/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA INVERNADINHA LUGAR DENOMINADO PASTINHO	2145	26/10/2021	5216452	52
1020180105076-GO	0000510879716	29/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA INVERNADINHA LUGAR DENOMINADO PASTINHO	2147	26/10/2021	5216452	52
1020180098004-GO	0000510879716	21/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA FLORES E TRÊS BARRAS LD COQUEIROS	2143	26/10/2021	5216452	52
1020210277488-GO	9330310000356	08/12/2021	CERTIFICADA	FAZENDA TRÊS PONTES LUGAR DENOMINADO INVERNADINHA	751		5216452	52
1020200129559-GO	9330310016600	18/11/2021	REGISTRADA	FAZENDA SANTA RITA DA INVERNADINHA	2151	17/12/2021	5216452	52
BR20190263345 -GO	9330310250468	04/02/2022	CERTIFICADA	FAZ. TRÊS PONTES L. D. RESSACÃO	0532		5216452	52
BR20190263345 -GO	9330310250468	04/02/2022	CERTIFICADA	FAZ. TRÊS PONTES L. D. RESSACÃO	0532		5216452	52
1020180101259-GO	0000510879716	24/05/2018	REGISTRADA	FAZENDA TRES PONTES BONFIM RIO VERDE E TRÊS BARRAS LD CURITIBA	48839	28/04/2023	5213103	52

2.1.7 DECLARAÇÕES

DECLARAÇÃO DE EDIÇÃO DA MALHA TIN

Declaramos que malha triangular 3D gerada para o modelo digital do terreno da superfície primitiva foi editada corrigindo erros na triangulação, entre os pontos, feita pelo programa de topografia. Diversas linhas obrigatórias foram inseridas no modelo como forma de discipliná-lo, aproximando das feições do terreno e curvas nível.

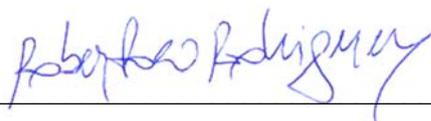
Os arquivos apresentados pela projetista LATITUDE ENGENHARIA E TEC. LTDA. guardam conformidade com os padrões estabelecidos pela Goinfra para forma e conteúdo.

Observamos que eventuais não conformidades podem surgir, conforme normativa da NBR 13133, no item 7 Critérios de Aceitação e Rejeição, a qual informa que o levantamento é aceito quando 90% dos pontos estão em conformidade com as tolerâncias.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O Eng.º Roberto A. N. Rodrigues, CREA N° 6599/D, responsável pelos ESTUDOS TOPOGRÁFICOS, R.T. da empresa Latitude Eng. e Tec. Ltda., CNPJ n.º 06.158.623/0001-73, declara que acompanhou todos os levantamentos topográficos para determinação e/ou restauração do eixo da rodovia apresentados nos Estudos Topográficos, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assume total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

Goiânia, 05 de janeiro de 2025



Latitude Engenharia e Tec.

RT Eng.º Roberto Arcésio Nascimento Rodrigues

CPF N° 520.093.001-49

2.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.2.1 GENERALIDADES

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

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
GOINFRA	IP-03	Estudos Hidrológicos
DNIT	IPR-715	Manual de Hidrologia Básica

2.2.1.1 OBJETIVO

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

A importância dos Estudos Hidrológicos não se restringe às obras de drenagem, o clima e as condições ambientais são fatores atuantes no estado dos materiais influenciando diretamente no dimensionamento do pavimento e por consequência no seu desempenho. As características do relevo, solo, vegetação, recursos hídricos e animais, são diretamente afetados pelas condições climáticas e atmosféricas.

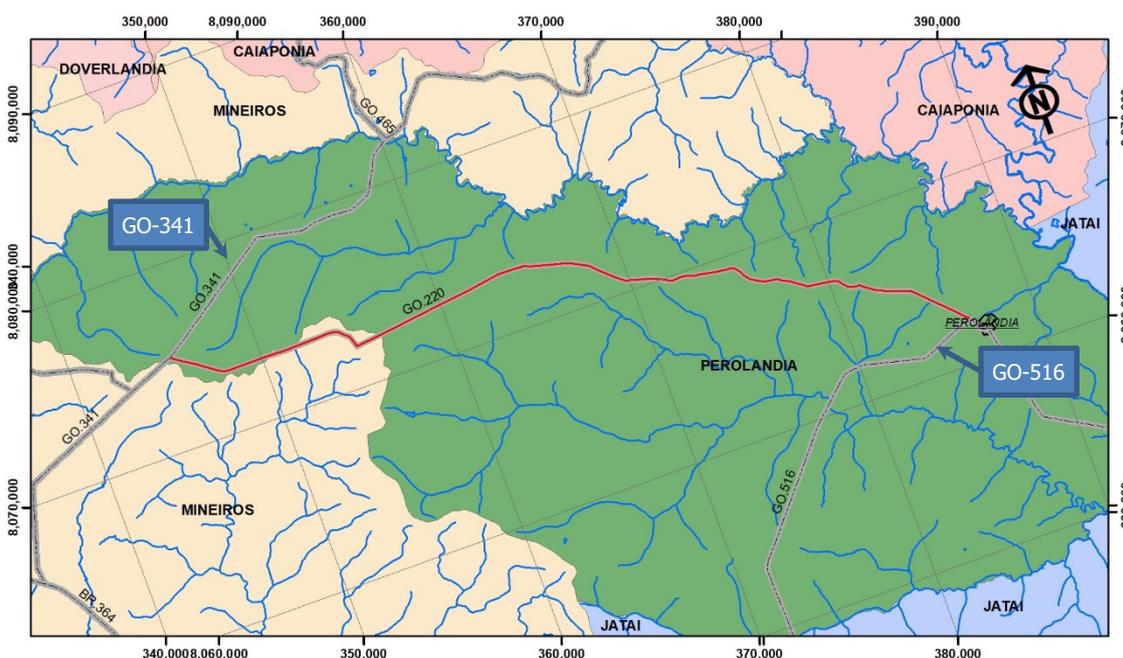
2.2.2 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

2.2.2.1 LOCALIZAÇÃO

O projeto desenvolve-se na região sudeste do Estado de Goiás, conectando as rodovias GO-341 e GO-516 (Perolândia), entre as seguintes coordenadas UTM 22S:

LOCAL	LESTE	NORTE
INÍCIO	345.424E	8.075.089N
FINAL	386.426E	8.062.489N

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



6-2 - PROJETO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO GO-220, ENTR. GO-516 FIM PER. URB. (PEROLÂNDIA) - ENTR. GO-341 - 45,71 KM

Legenda:

- DRENAGEM
- CIDADE
- MUNICÍPIO
- DIRETRIZ

Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG-GO)

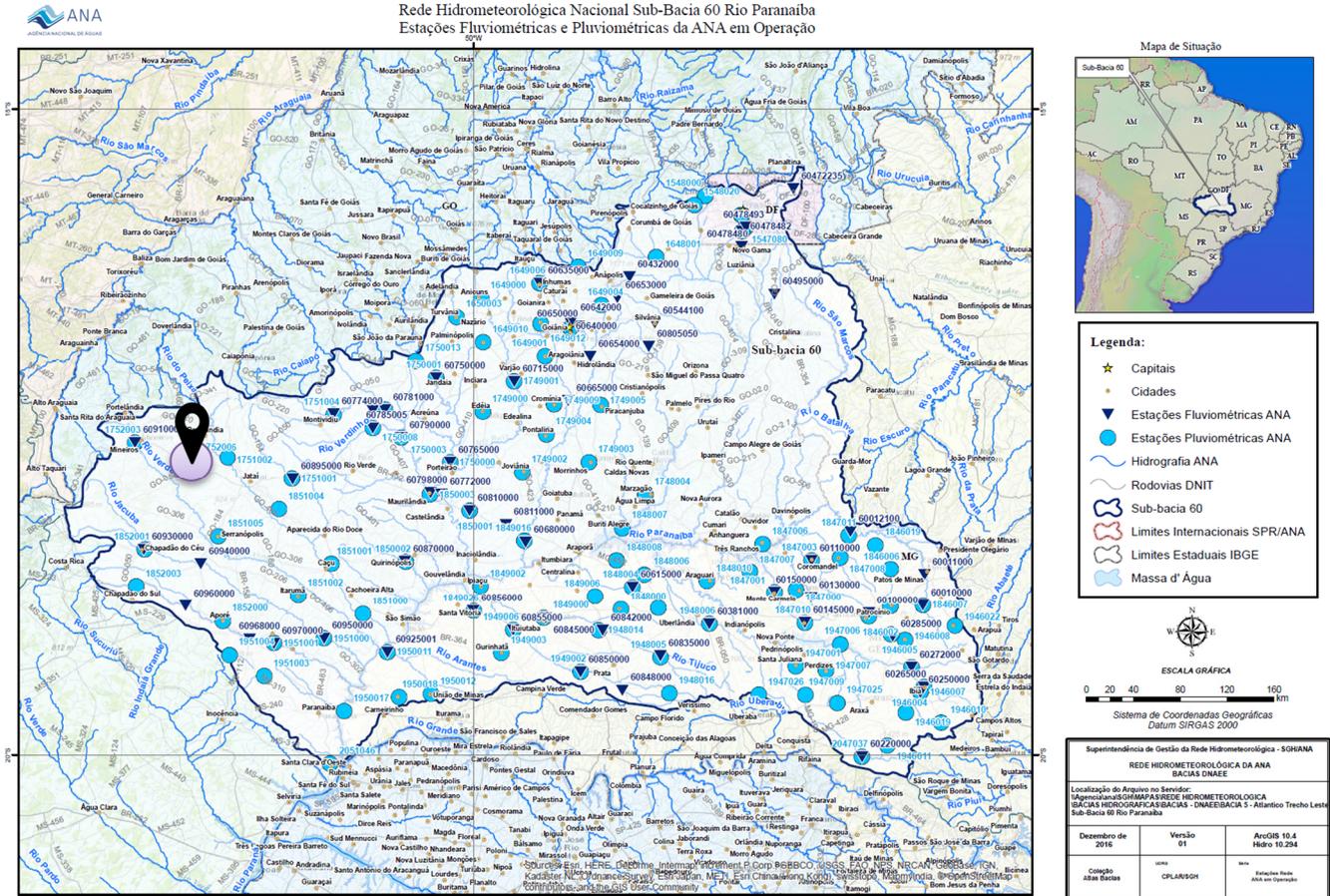


1:250,000

Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -51,0000
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Units: Meter

2.2.2.2 DADOS METEOROLÓGICOS

A Rede Hidrometeorológica Nacional Sub-Bacia 60 Rio Paranaíba abrange o centro-sul do Estado de Goiás com Estações Fluviométricas e Pluviométricas da ANA em Operação. Portanto há postos que por sua proximidade ao trecho em estudo permitirão inferir com certo grau de aproximação à realidade climatológica.



Fonte: Agência Nacional de Águas

2.2.2.3 CLIMA

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

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

Clima do Brasil

O Brasil, pelas suas dimensões continentais, possui uma ampla diversificação climática, influenciada por sua configuração geográfica, sua significativa extensão costeira, seu relevo e a dinâmica das massas de ar sobre seu território, que assume grande importância, pois atua diretamente sobre as temperaturas e os índices pluviométricos nas diferentes regiões do país.

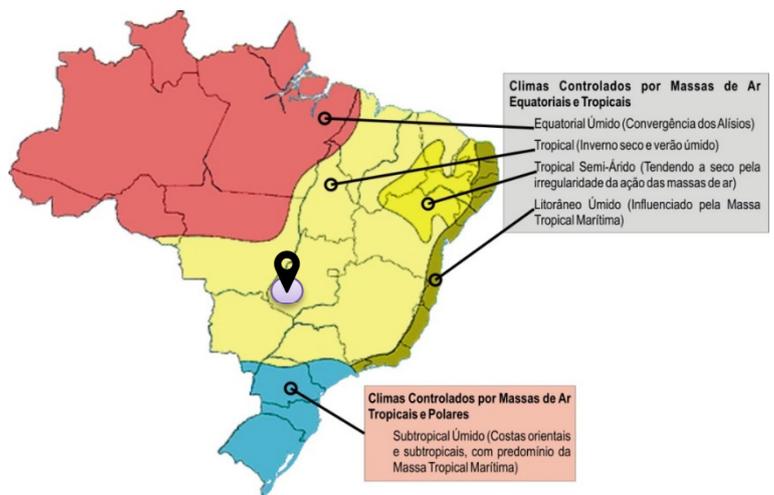


Figura 2.2.1 - Unidades Climáticas do Brasil

As massas de ar que interferem mais diretamente no Brasil, segundo o IBGE, são a Equatorial, a Tropical e a Polar Atlântica, proporcionando as diferenciações climáticas.

Clima do Centro-Oeste

Três sistemas de circulação interferem na região Centro-Oeste: os sistemas de correntes perturbadas de Oeste e de Norte que provocam chuvas no verão, outono e inverno; e as de Sul que invade a região no inverno.

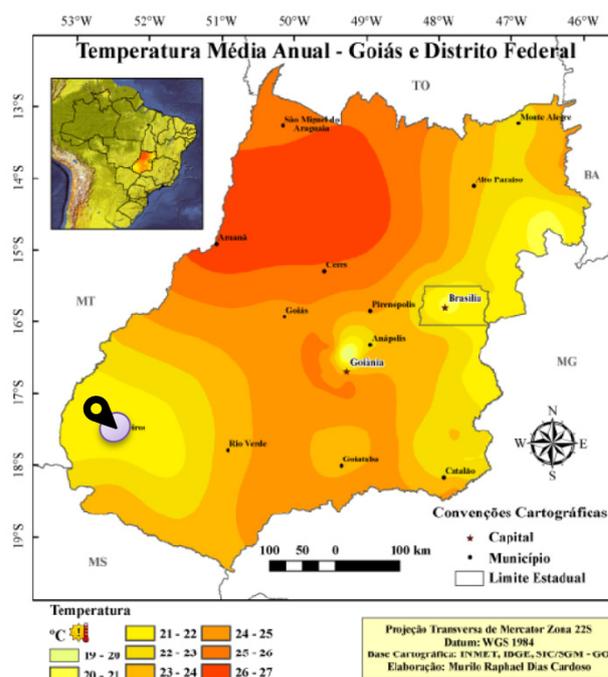
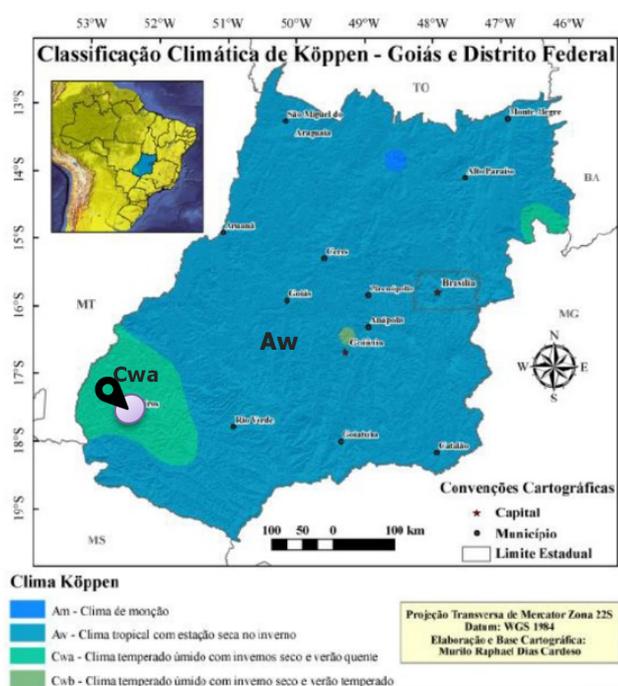
Nos extremos norte e sul da região, a temperatura média anual é de 22°C e nas chapadas varia de 20° a 22°C. Na primavera-verão, são comuns temperaturas elevadas, quando a média do mês mais quente varia de 24° a 26°C. A média das máximas de setembro (mês mais quente) oscila entre 30° e 36°C. O inverno é uma estação amena, embora ocorram com frequência temperaturas baixas, em razão da invasão polar, que provoca as friagens, muito comuns nesta época do ano. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 15° e 24°C, e a média das mínimas, de 8° a 18°C, não sendo rara a ocorrência de mínimas absolutas negativas.

Goiás

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

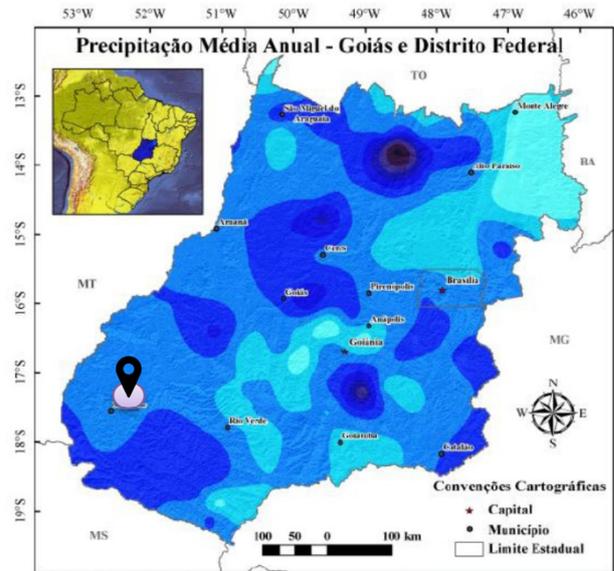
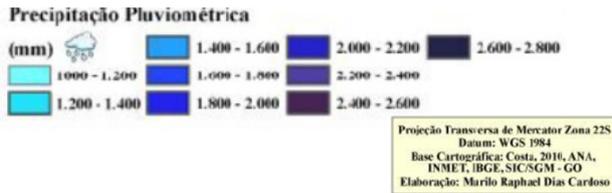
Clima da Região em Projeto

Segundo *Nimer*, o clima da região em projeto se diferencia um pouco *do clima tropical com estação seca no inverno (Aw)*, para uma *Clima Temperado Úmido (Cwa)* também com invernos secos e verão quente e chuvosos mas com temperaturas moderadas. Há uma uniformidade no seu sistema geral de circulação atmosférica, caracteristicamente tropical, do qual resulta uma quase total uniformidade na marcha estacional da temperatura (máxima na Primavera e mínima no Inverno) e absoluta uniformidade na marcha estacional da precipitação (máxima no Verão e mínima no Inverno).



Pluviometria

Na região, a distribuição e a altura das precipitações devem-se, quase que exclusivamente, aos sistemas de circulação atmosférica, o que torna o efeito da topografia insignificante, não chegando a interferir nas tendências gerais, determinadas pelos fatores dinâmicos. Há, durante o ano, um período chuvoso e outro seco, com um mês de transição nas passagens de um para o outro, chovendo em média de 1400mm a 1600mm por ano.



	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	23,1	23,2	23	22,9	21,5	21	21,2	23,2	25	24,7	23,3	23,1
Temperatura mínima (°C)	19,9	19,9	19,6	18,8	16,8	15,9	15,8	17,3	19,7	20,3	19,9	19,9
Temperatura máxima (°C)	27,2	27,6	27,5	27,6	26,9	26,8	27,2	29,4	31	30	27,8	27,4
Chuva (mm)	250	209	211	91	31	10	5	12	59	130	209	238
Umidade(%)	81%	80%	81%	72%	63%	57%	50%	41%	46%	64%	78%	81%
Dias chuvosos (d)	18	17	18	10	4	1	1	2	6	14	17	19
Horas de sol (h)	8,1	8,4	8,0	8,9	9,1	9,4	9,8	10,2	10,1	10,0	8,6	8,1

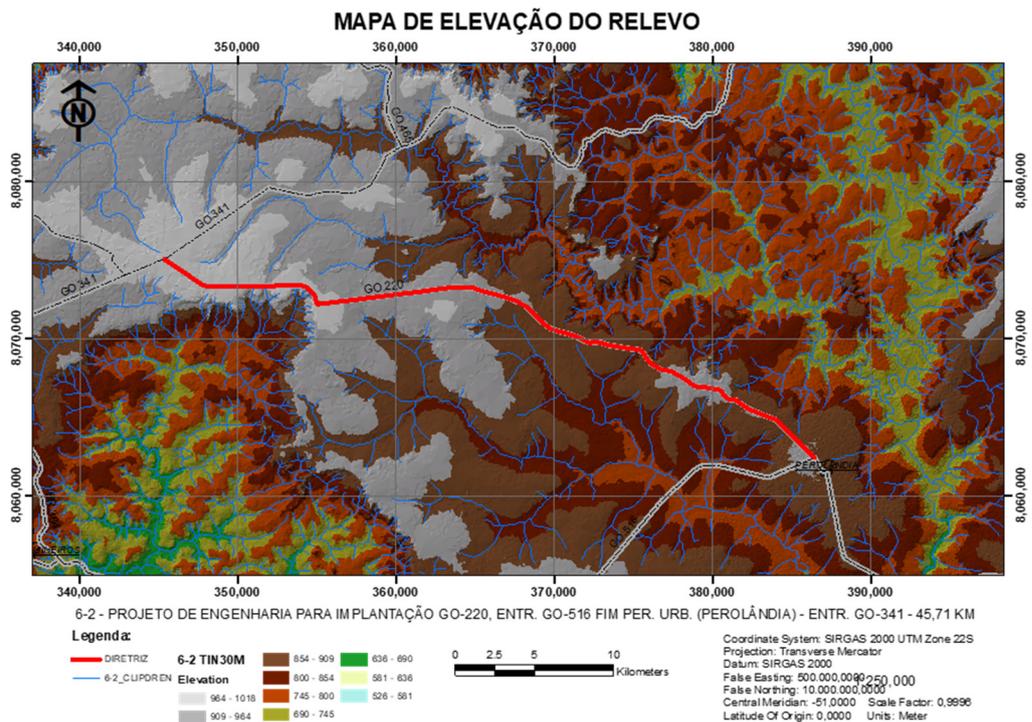
DADOS CLIMATOLÓGICOS PEROLÂNDIA-GO Fonte: <https://pt.climate-data.org/>

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade

Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

2.2.2.4 RELEVO

O traçado atravessa uma região com relevo que varia de plano a leve ondulado, com altitudes variando entre 1004m, próximo à GO-341 no km 2, chegando ao mínimo de 857m no km 31, já no terço final, próximo do entroncamento com a GO-516.



Fonte: Programa Copernicus DEM

2.2.2.5 Hidrografia

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

O trecho em estudo está posicionado na bacia do rio Paraná, rio Paranaíba, sub-bacia do Rio Claro, a montante da foz do rio dos Bonfim.



Figura 2.2.2 - Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos).



Figura 2.2.3 – Bacias Hidrográficas - Goiás

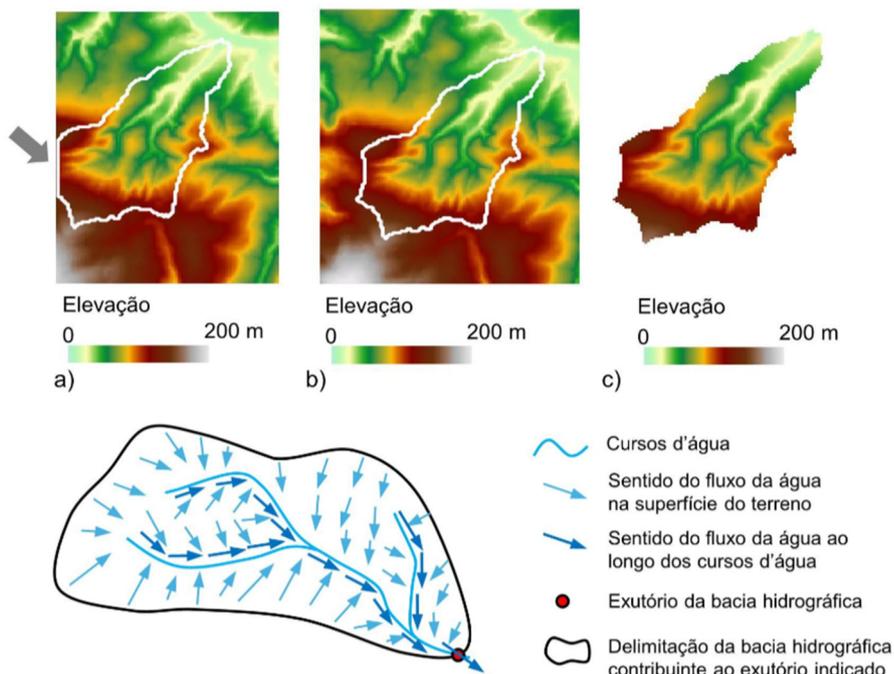
Fonte: ANA

Local do Trecho



As bacias hidrográficas variam de micro a grande porte e foram determinadas quanto aos seus parâmetros quantitativos, como área, forma, extensão e declividade do talvegue principal através de cartas do IBGE, na escala 1:100.000, e principalmente através de imagens raster dos programas da NASA SRTM, e dos mais modernos como os dados obtidos da missão TanDEM-X denominado de Copernicus DEM, de onde se obtém os MDT – Modelos Digitais do Terreno.

Na figura abaixo apresentamos um exemplo de delimitação de uma bacia com o uso das imagens de satélite e os modelos digitais do terreno.



(Fonte: Adriano R. da Paz)

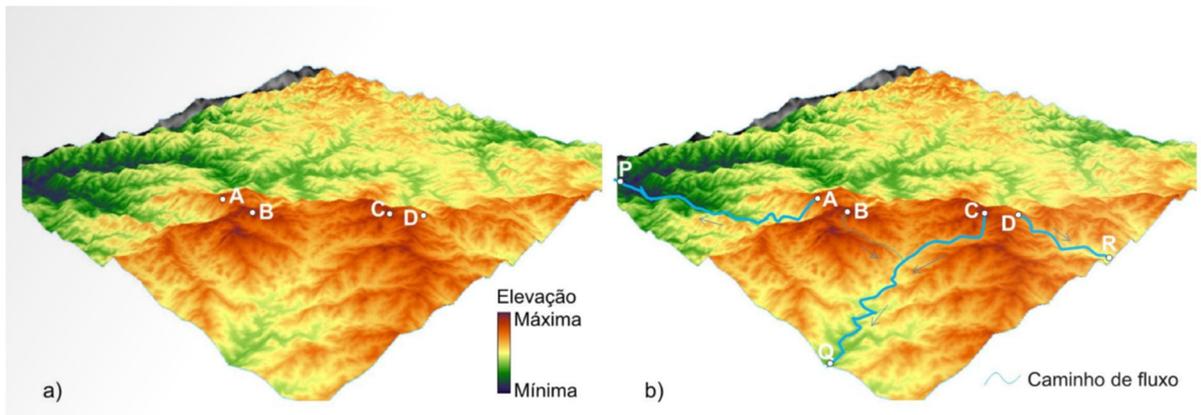


Figura: Visualização 3D de um MDT. Indicação dos caminhos de fluxo a jusante dos pontos A,B,C e D a partir de interpretação visual de um MDT. (Fonte: Adriano R. da Paz)



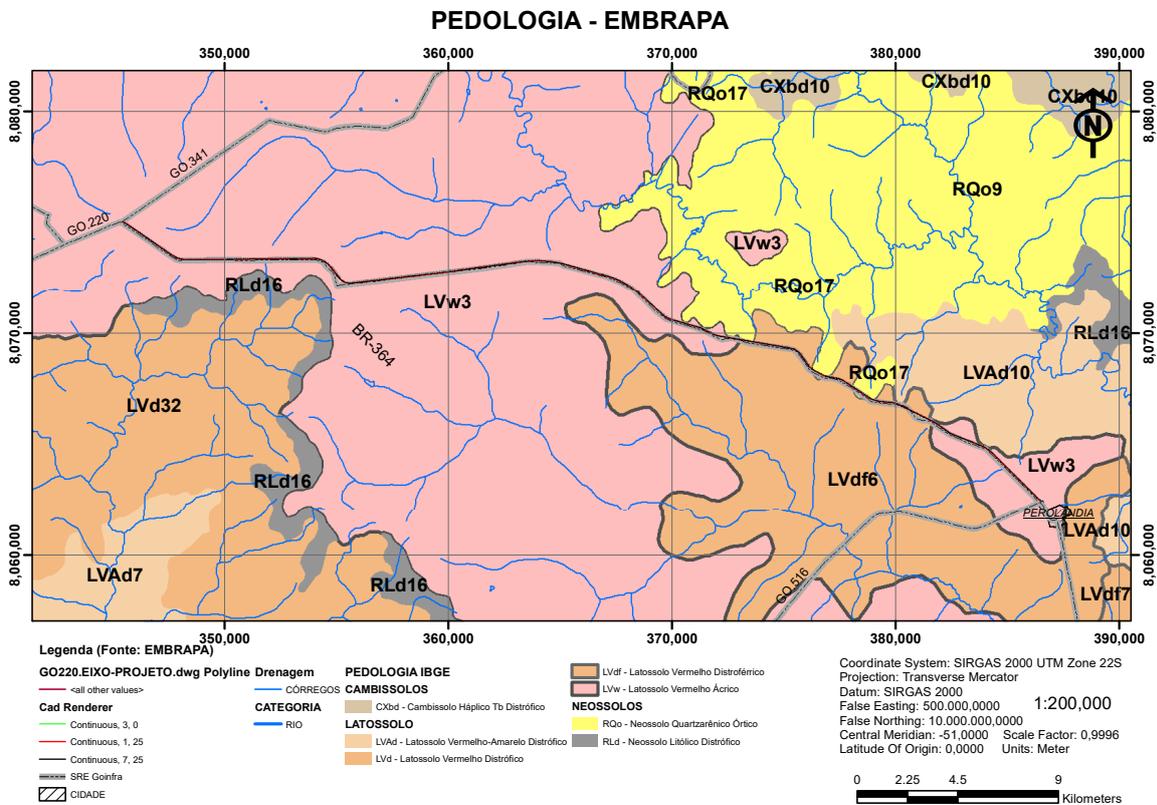
Com o uso das ferramentas computacionais disponíveis foram feitas a delimitação das bacias, definidas a partir dos pontos de cruzamento do talvegue com a rodovia (exutório da bacia hidrográfica). O traçado possui uma diretriz privilegiada, passando pelo divisor da bacia hidrográfica do Rio Bonfim e Rio Claro, como resultado não teremos obra de arte especial no trecho.

2.2.2.6 Solos

Avaliando os dados **pedológicos obtidos da Embrapa**, o qual considera o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos revisado e ampliado em 2018, temos uma nova classificação de solos com as seguintes caracterizações pedológica local:

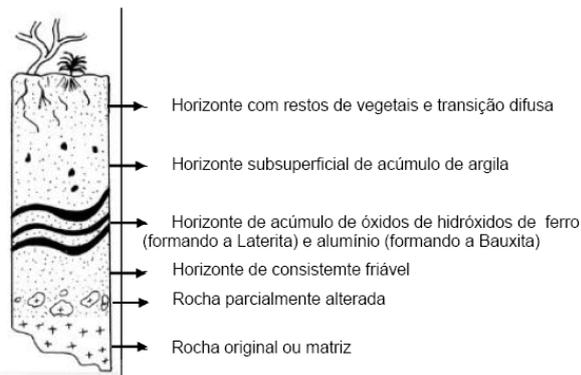
- **LVw** - Latossolo Vermelho Ácrico
 Solos com caráter ácrico em um ou mais horizontes dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (Oliveira, 1999b, p. 57, perfil IAC 1.457).

- LVdf** - Latossolo Vermelho Distrófico
 Solos com saturação por bases < 50% e teores de Fe₂O₃ (pelo H₂SO₄) de 180 g kg⁻¹ a < 360 g kg⁻¹ de solo, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
LVdf6 - Latossolos Vermelhos Distróficos + Plintossolos Háplicos Distróficos + Latossolos Vermelhos Distróficos



Latossolo ou Solo Laterítico

Esquema do Solo



O termo "Latosol" deriva de "laterite" e "solum", ambos de origem latina, significando, respectivamente, tijolo ou conotando material altamente intemperizado, e solo, foi proposto pelo pedólogo americano Charles E. Kellog, em uma conferência americana sobre classificação de solos realizada em Washington em 1949. Os Latossolos, como utilizado no Brasil, guardam certa correspondência com os Oxisols, Sols Ferralitiques e Ferralsols dos sistemas americano, francês e FAO, respectivamente.

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

- Características: solos formados sob influência direta do clima, bem desenvolvidos.
 - Coloração vermelha, laranja, amarela ou castanha;
 - Poroso, profundo, com textura variável;
 - Envelhecido e estável;

- Minerais primários pouco resistentes, assim como o limo, encontram-se ausentes ou em baixa porcentagem;
 - Teores de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio elevados;
 - Pequena diferença entre horizontes.
2. Clima: forma-se em regiões de clima tropical úmido, de intensa umidade e calor, portanto maior decomposição dos materiais, com pouca erosão;
 3. Formação: Na época das chuvas a água da superfície lava os horizontes (lixiviação), transportando óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, que são depositados nos horizontes intermediários.
Na época da seca, como o solo fica seco, a água sobe por capilaridade, a partir dos lençóis freáticos (iluviação), transportando para cima óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio que são depositados nos mesmos horizontes intermediários, onde se formam as crostas lateríticas ou ferruginosas e a bauxita.
 4. Vegetação: predomina a floresta tropical e arbustos de trono tortuoso "Cerrado".
 5. Utilidade:
 - Favoráveis à mecanização no cultivo, se forem declives suaves;
 - Construção de tijolos;
 - A terra roxa: propícia para a agricultura de cana-de-açúcar, café, algodão e soja.

Estes solos são tipicamente encontrados em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões a pluviosidade é geralmente alta e contém terrenos geologicamente antigos. Assim sendo, os solos dessas regiões são constantemente "lavados" pelas intensas chuvas. Nesse processo de lavagem os nutrientes são progressivamente perdidos, resultando os solos pobres em nutrientes.

2.2.2.7 Vegetação e uso das terras

Com uma visão macro a vegetação das terras na área de influência da rodovia configura-se de pastagens (Ap) mescladas com savana arborizada com floresta de galeria (s3). As formações savânicas remanescentes são serpenteadas por florestas-de-galeria e floresta ciliar nas áreas onde ocorrem cursos d'água e vertentes, com pequenas áreas de transição nas áreas onde ocorrem contatos entre as tipologias anteriormente citadas. Ocorrem também, em menor frequência, as formações savana parque.

A seguir são caracterizadas as formações vegetais identificadas na região.

- **Formações Savânicas:** A Savana (Cerrado) é conceituada como uma vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional (mais ou menos seis meses secos), podendo não obstante ser encontrada também em clima ombrófilo (IBGE, 1991). Conforme conceito adotado pelo Projeto RADAMBRASIL (MAGNAGO et al., 1983) o termo Savana se refere às várias formações herbáceas da zona neotropical intercaladas por pequenas plantas lenhosas até arbóreas, em geral serpenteadas por florestas-de-galeria. A Savana pode ser subdividida conforme sua fisionomia em quatro subgrupos de formação, quais sejam: Savana Florestada (Cerradão), Savana Arborizada (Cerrado sentido restrito), Savana Parque (Parque de Cerrado) e Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo) que podem ou não apresentar floresta-de-galeria. No caso em questão ocorrem predominantemente a Savana Arborizada de pequeno porte, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa.
 - **Savana Arborizada (Cerrado sentido restrito):** "O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após a queima ou corte. Os troncos das plantas em geral possuem cascas com cortiça grossa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade" (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Savana Parque (Parque de Cerrado): É um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito (RIBEIRO e WALTER, 1998). Na área ocorrem principalmente associadas a solos rasos. Apresentam evidências de queimadas sazonais e apresentam em seu estrato gramíneo principalmente o capim agreste (*Panicum* sp.).

- **Formações Florestais**

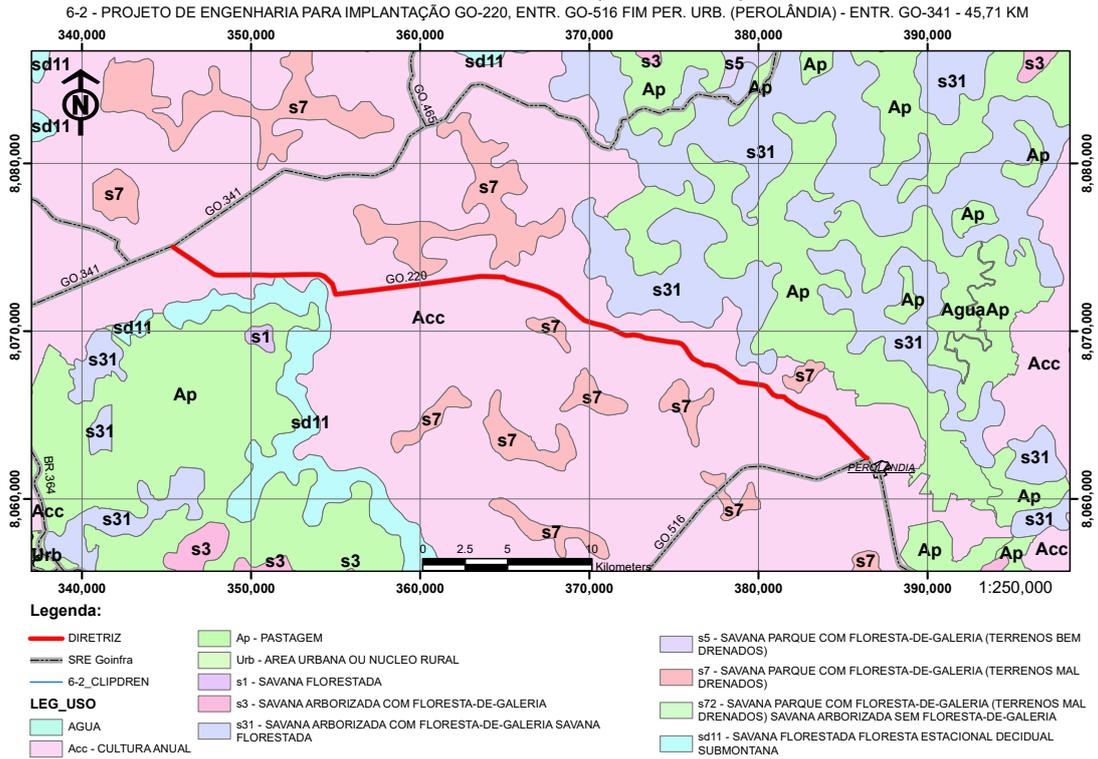
- **Floresta-de-galeria** – Esta formação é definida por RIBEIRO e WALTER, 1998 como uma vegetação florestal composta por espécies perenifólias que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre os cursos d'água.
- **Floresta Ciliar** – Entende-se por mata ciliar ou floresta ciliar, a vegetação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte da região do cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral essa mata é relativamente estreita em ambas as margens, dificilmente ultrapassando 100 metros. É comum a largura em cada margem ser proporcional à do leito do rio, embora em áreas planas essa largura possa ser maior. A mata ciliar ocorre geralmente em terrenos acidentados, podendo haver uma transição nem sempre evidente para outras fisionomias florestais como Mata Seca e Cerradão (EMBRAPA-CPAC, 1988).
- **Floresta Estacional Decidual** - Este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco. Ocorre na forma de disjunções florestais, apresentando o estrato dominante macro ou mesofanerofítico predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável.
- **Floresta Estacional Decidual Submontana** - Nesta formação, encontram-se dispersas as maiores disjunções do tipo florestal decidual, apresenta uma fisionomia ecológica com mais de 50% de seus ecotipos sem folhas na época desfavorável.

A ação antrópica vem substituindo a vegetação natural por área de pastagem e de cultivo. Esta substituição acentuada com a ocupação deverá ser considerada na definição dos coeficientes de escoamento no projeto de drenagem. No Mapa de Uso dos Solos elaborado pelo IBGE são demonstrados a destinação econômica das terras da região.

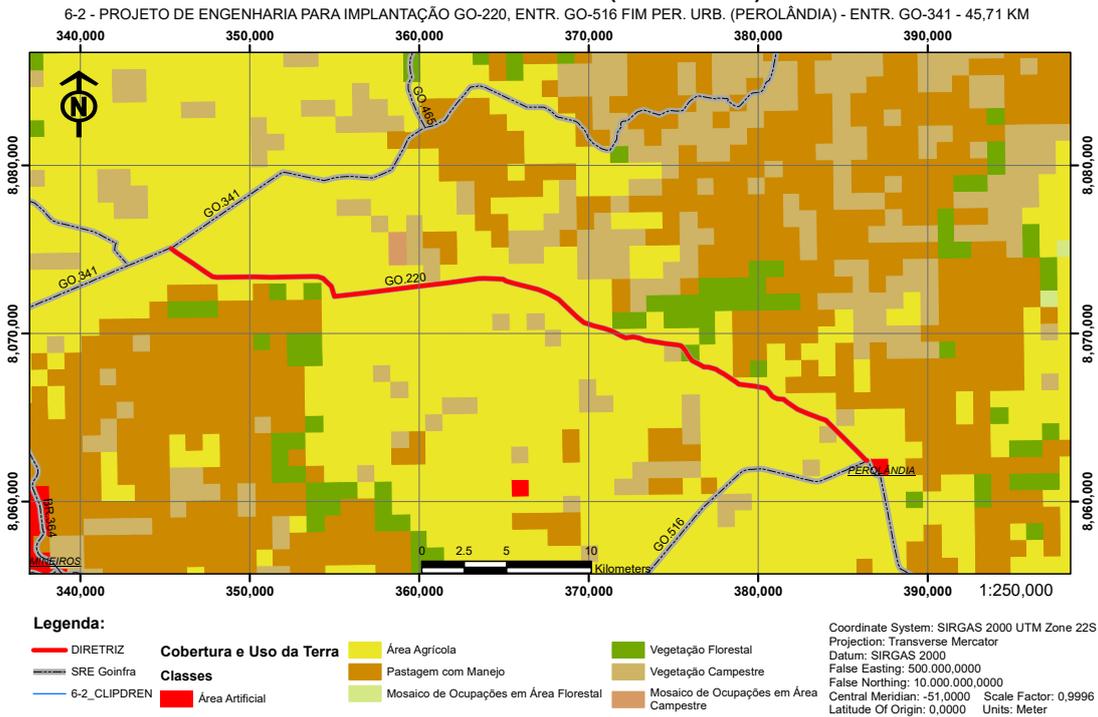
A área apresenta ocupação pastoril e agricultura, alternando com áreas de vegetação campestre. Considerando os elementos constantes do mapa de uso do solo/vegetação observa-se que do ponto de vista hidrológico as condições não são "boas", áreas com culturas anuais (irrigadas ou não) ¹, são consideradas "más" nas ocasiões de terra desnudas pela colheita, o que aumenta o escoamento superficial.

¹ São plantadas em contorno, entretanto durante o mês de dezembro, quando ocorrem eventos pluviométricos significativos, as terras podem se encontrar desnudas ou com as plantas com altura insuficiente para constituir-se numa barreira significativa ao escoamento, uma vez que o plantio na região é feito entre setembro e novembro. As culturas irrigadas na região são feitas durante o período seco, no período úmido estas áreas são ocupadas por culturas anuais semelhantes as demais áreas. Assim adotou-se a condição "má".

MAPA DE VEGETAÇÃO (Fonte: SIEG)



MAPA DE USO DA TERRA (Fonte: IBGE)

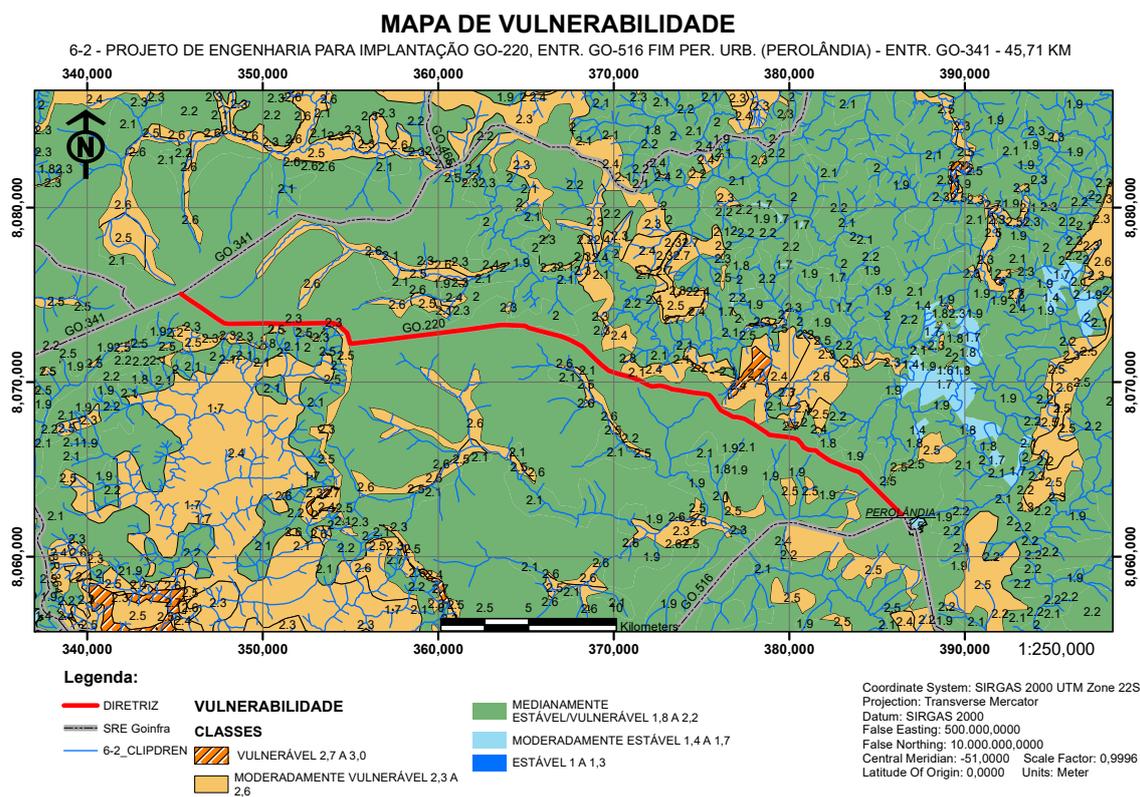


2.2.2.9 Vulnerabilidade

Conforme os mapas apresentados, a combinação da geologia, geomorfologia, vegetação, solos e clima e uso das terras geram uma vulnerabilidade ambiental, a qual resulta **numa vulnerabilidade média (1,8 a 2,2)** nesta região.

Quadro 2.2.2.7 - Classes de Vulnerabilidade	
GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muita Baixa (Estável)	1,0 – 1,4
Baixa (Moderadamente Estável)	1,4 – 1,8
Média (Medianamente Estável)	1,8 – 2,2
Forte (Moderadamente Vulnerável)	2,2 – 2,6
Muito Forte (Vulnerável)	2,6 – 3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al (1996)



FONTE: CONSÓRCIO IMAGEM - WWF BRASIL

No capítulo do Estudo Geológico apresentamos uma descrição mais detalhada das classes de vulnerabilidade. Considerando o grau de vulnerabilidade, medianamente estável (2), os dispositivos de proteção contra erosão padrões são suficientes, e deverão ser adotados para todas obras de arte correntes.

2.2.3 METODOLOGIA

2.2.3.1 FASES DO ESTUDO

Os Estudos Hidrológicos foram concebidos em duas fases:

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

Fase de Projeto: Nesta fase os dados da fase anterior foram processados para possibilitar a determinação das vazões das bacias e o dimensionamento das obras de drenagem e subdividiram-se em: estudos climáticos, com o objetivo de fornecer subsídios sobre o clima da região e hidrológicos, com o objetivo de determinar o regime pluvial da região em termos de:

- ❖ chuvas normais e intensas;
- ❖ totais médios anuais precipitados;
- ❖ máximas, médias e mínimas dos dias de chuvas de cada mês;
- ❖ precipitações máximas, médias e mínimas mensais e
- ❖ alturas máximas anuais, durante o período de observação.

Os dados pluviométricos foram processados de modo a se obter:

- ✓ tabelas e histogramas das precipitações pluviométricas máximas, médias e mínimas;

- ✓ mensais, com valores médios da precipitação máxima diária e desvio padrão;
- ✓ tabelas e histogramas do número de dias chuvosos (máximos, médios e mínimos) e
- ✓ curvas de intensidade - duração – frequência.

2.2.3.2 COLETA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

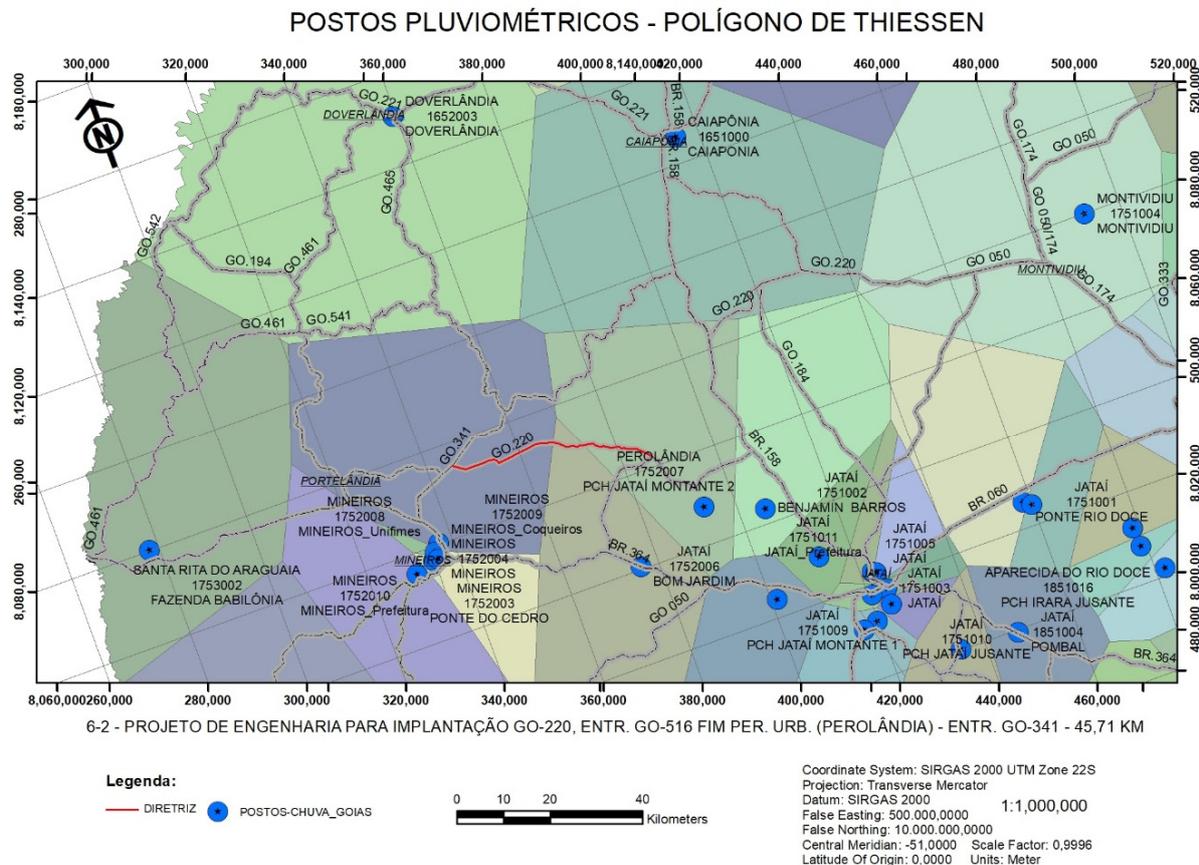
Por sua proximidade ao trecho projetado as seguintes estações do sistema nacional de postos climatológicos foram selecionadas para análise com o auxílio do polígono de Thiessen. Nem todas possuem dados hidrológicos para consulta, no entanto as que possuem foram processadas e as mais significativas serão indicadas e adotadas nos cálculos hidrológicos.

Quadro 2.2.3.2 – Postos Pluviométricos analisados

POSTO	LOCAL	ESTADO	BACIA	SUB-BACIA	OPERADORA	INÍCIO	FINAL	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
1651000	CAIAPÔNIA	GO	RIO TOCANTINS	RIO ARAGUAIA,CLARO	ANA/CPRM	1969	2024	-16:56:59	-051:47:58	713,00
1751002	JATAÍ BENJ. BARROS	GO	RIO PARANÁ	RIO PARANAÍBA	ANA/CPRM	1973	2024	-17:41:42	-051:53:32	732,00
1752003	MINEIROS PCA CEDRO	GO	RIO PARANÁ	RIO PARANAÍBA	ANA/CPRM	1971	2006	-17:34:46	-052:36:05	690,00
1752004	MINEIROS	GO	RIO PARANÁ	RIO PARANAÍBA	INMET/INMET	1975	1987	-17:34:00	-052:33:00	800,00
1752007	PEROLÂNDIA PCH JATAÍ	GO	-	-	-	-	-	-	-	-
1752008	MINEIROS UNIFIRMES	GO	-	-	-	-	-	-	-	-
1752009	MINEIROS COQUEIROS	GO	-	-	-	-	-	-	-	-
1752010	MINEIROS PREF.	GO	-	-	-	-	-	-	-	-

No mapa dos postos pluviométricos apresentamos a distribuição espacial dos postos pesquisados, selecionando-os através do Polígono de Thiessen, cujo traçado foi elaborado com as suas coordenadas de instalação, existentes para o Estado de Goiás.

Apresentamos na sequência este Mapa dos Postos Pluviométricos e o traçado de delimitação dos polígonos de Thiessen possibilitando identificar a sua área de influência.



Tomando como base o mapa apresentado, os postos pluviométricos de Jataí e Mineiros serão avaliados.

2.2.3.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

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

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

Método de Gumbel-Chow

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

$$P_i = e^{-e^{-y_i/a}}$$

Sendo:
e = base dos logaritmos neperiano;
 $y_i = a(X_i - X_f)$ onde: y_i = variável reduzida;
a = parâmetro de Gumbel;
 X_i = valor da variável aleatória X;
 $X_f = \mu - 0,450 \sigma \rightarrow \mu$ = média do universo
 σ = desvio padrão do universo

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

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

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

Método das Isozonas

Relações Altura (Intensidade)/Duração/Frequência: Dada a necessidade de se avaliar as relações intensidade / duração / frequência das chuvas de curta duração numa região onde as únicas informações disponíveis são as chuvas diárias, foi utilizado o método das Isozonas. Este método parte da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas de diferentes estações pluviográficas e prolongando-se as respectivas retas de altura da precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo de abscissas em um mesmo ponto.

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

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

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

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

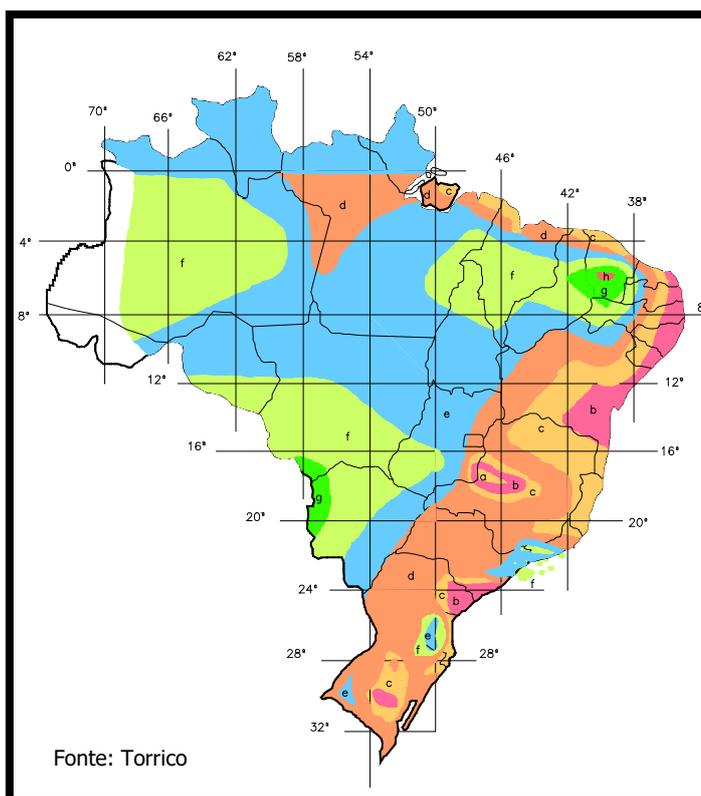


Figura 2.2.3 – Mapa de Isozonas

QUADRO 2.2.3 - ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

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

Fonte: Torrico

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

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

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

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

2.2.3.4 DESCARGA DE PROJETO

Bacias Hidrográficas

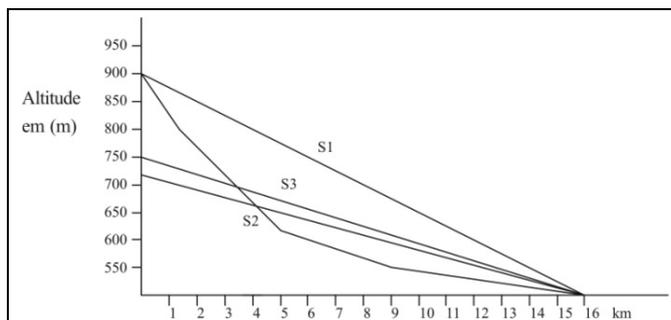
As bacias cujas vazões poderão comprometer a estrutura da estrada foram delimitadas usando curvas de níveis do programa DEM COPERNICUS. Foram utilizadas imagens de radar interferométricas, com resolução original de 30m. Devido à escala de análise, foi necessária uma interpolação das imagens. Foram usados programas de CAD e geoprocessamento para elaborar os mapas das bacias hidrográficas.

Estas imagens possibilitaram a determinação dos dados geométricos das bacias tais como área, comprimento do talvegue e declividade média.

Declividade Média

A velocidade de escoamento de um curso d'água depende, fundamentalmente, da inclinação do talvegue. Quanto maior a inclinação do talvegue maior será a velocidade da água.

Declividade ou inclinação, entre dois pontos de um talvegue, é o quociente entre o desnível e o comprimento reduzido do horizonte, ou seja, é a tangente do ângulo de inclinação.



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

$$S_3 = \left[\frac{\sum L_i}{\sum L_i / S_i} \right]^2 \quad \text{Ii - Declividade de cada trecho; Li - Comprimento real de cada trecho}$$

Relevo

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

Quadro 2.2.4			
CLASSES DE RELEVO		CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO SEGUNDO A INCLINAÇÃO MÉDIA DAS VERTENTES	
Declividade	Classe	Tipo de relevo	Inclinação
0 - 3%	Relevo plano	Plano	0 a 2%
3 - 6 %	Relevo suave ondulado	Levemente ondulado	2 a 5%
6 - 12%	Relevo ondulado	Ondulado	5 a 10%
12 - 20%	Relevo forte ondulado	Muito ondulado	10 a 20%
20 - 40%	Relevo forte ondulado mais montanhoso	Montanhoso	20 a 50%
40 - 60%	Relevo montanhoso	Muito montanhoso	50 a 100%
> 60%	Fortemente montanhoso	Escarpado	> 100%

Tempo de Recorrência

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

No projeto utilizaremos a recomendação do DNIT para definição do TR das obras de drenagem.

Quadro 2.2.6- Tempo de Recorrência - TR (Anos)		
Obra	Canal	Orifício
Bueiro de grotta e drenagem superficial	5 a 10	-
Drenagem sub-superficial	10	-
Bueiro tubulares	15	25
Bueiro celulares	25	50
Pontilhão	50	-
Pontes	100	-

Fonte: IP-03 - Instrução de Projeto para Estudo Hidrológico - GOINFRA

Coefficientes de Escoamento

O complexo hidrológico solo-cobertura da terra é a parte fundamental para a composição do coeficiente de escoamento (C e CN) médio das bacias e este a principal variável para estimar a chuva excedente aplicando as metodologias de cálculo das vazões de projeto. Obteve-se os complexos hidrológicos pela análise do mapa de solo e de cobertura da terra, ou seja, as áreas de cada complexo hidrológico ocorridos no interior das bacias, segundo as classificações hidrológicas do solo exposta no Quadro 2.2.5.

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

Quadro 2.2.5 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO							
OROGRAFIA		PLANO		ONDULADO		MONTANHOSO	
CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE		C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos estéreis e Áreas urbanizadas	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	D	0,60 - 0,80	70	0,60 - 0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, Pastagens e Matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	65	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e Pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

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

Onde:

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

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

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

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

Observados do ponto de vista hidrológico, os latossolos pertencem ao Grupo A ou B, do Quadro 2.2.5. Sobrepondo o mapa de delimitação de bacias com o mapa de solos verificamos uma distribuição entre área ocupada pelos latossolos de 100%, levando-se em conta a textura mais arenosa da região, definiremos o coeficiente para **classe B, terreno plano/leve ondulado, num misto de pastagem e culturas**.

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

Grupo de Solos encontrados na região da diretriz

CATEGORIA	CLASSE	LEGENDA	GRUPO
LATOSSOLO	LV	PERMEABILIDADE MÉDIA	B

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

Observações:

- (1) Média da porcentagem de argila do horizonte B (excluindo B3) sobre média da porcentagem de argila de todo horizonte A.
(2) Somente com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B.
(3) Somente aqueles com horizonte A arenoso.

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

De maneira resumida, as características de cada grupo de solo hidrológico proposto por Lombardi Neto et al. (1986) encontram-se no Quadro 2.2.6, podendo ser usado como correspondente à condição da superfície para utilização do Quadro 2.2.5.

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

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

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

DNIT – MANUAL HIDROLOGIA IPR-715

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

Grupo Hidrológico A:

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

Grupo Hidrológico B:

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

Grupo Hidrológico C:

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

Grupo Hidrológico D:

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

Para cada tipo de solo constante na base pedológica utilizada foi atribuída uma classe hidrológica conforme as descrições acima.

➤ ESTUDO ANA

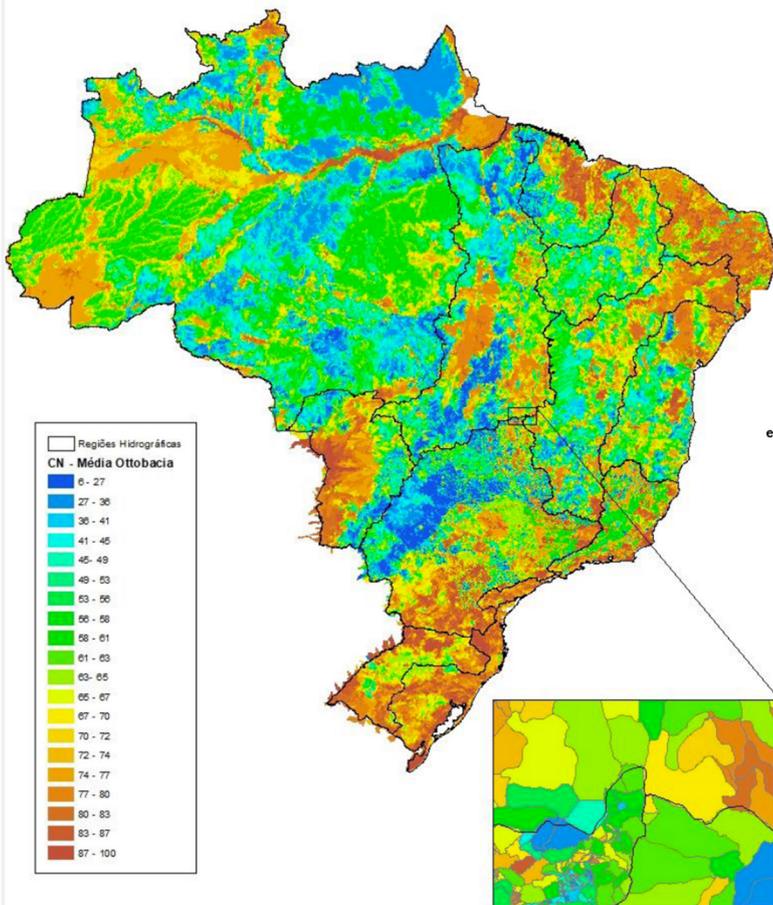
Um Estudo da ANA (Nota Técnica 46, 2018) cruzou uma série de informações vetoriais existentes como mapa de uso da terra e ocupação do solo, o pedológico com as classes hidrológicas para os solos brasileiros e Base Hidrográfica Ottocodificada, através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), resultando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

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

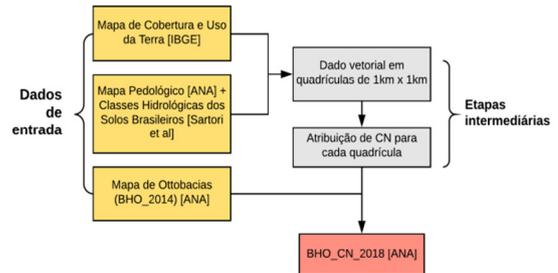
Tabela 4 : Classes de Uso da Terra e Ocupação do Solo

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

Curve Number (CN) - Médias por Ottobacias



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



Fonte Shape File BHO_CN_2018

Tempo de Concentração

No projeto será utilizada a fórmula de Kirpich normal e modificada conforme recomenda a IP-03. A avaliação do tempo de concentração de uma bacia é bastante complexa, devido aos inúmeros condicionantes envolvidos, existindo uma grande variedade de expressões de cálculo. No projeto será utilizada a fórmula Kirpich publicada na Instrução de Projeto IP-03, expressa pelas equações:

Áreas menores que 0,8 km².

EQUAÇÃO 1

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

VARIÁVEIS E UNIDADES:

Onde:

T_c = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue, em Km;

H = desnível do talvegue, em m;

S = declividade média equiv. do talvegue, em m/km.

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

EQUAÇÃO 2

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

VARIÁVEIS E UNIDADES:

Onde:

T_c = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue, em Km;

H = desnível do talvegue, em m;

S = declividade média equiv. do talvegue, em m/km.

A declividade média equivalente do talvegue principal foi obtida pela inclinação da reta que sob si tem uma área equivalente aquela sob o perfil longitudinal do curso d'água principal.

Descarga de Projeto

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

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

1. Pequenas Bacias ($A < 5 \text{ Km}^2$): Utilizando o Método Racional, cuja vazão é dada pela fórmula:

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

Onde: Q = descarga de projeto, em m^3/s ;
 C = coeficiente de escoamento superficial;
 I = intensidade de precipitação, em mm/h ;
 A = área da bacia, em Km^2 .

2. Médias Bacias ($5 < A < 10 \text{ Km}^2$): Usando o Método Racional corrigido por um coeficiente de retardo:

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

Onde: ϕ = coeficiente de retardo, $\phi = \frac{4,38}{A^{0,20} \cdot L}$ com: $0,5 \leq \phi \leq 1,00$

Sendo: A = área da bacia, em Km^2
 L = comprimento do talvegue, em Km

3. Bacias Intermediárias ($10 < A < 20 \text{ Km}^2$): Método do Hidrograma Sintético Triangular.

$$Q_p = \frac{0,208 \cdot A \cdot P_e}{T_p}$$

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

Onde: P_e = excesso de chuva em mm

P = precipitação para uma duração D (mm) Duração D é igual a $D = 2 \times t_c^{0,5}$

CN = "curve number" deflúvio representativo

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

t_p = tempo de pico em horas (h)

t_c = tempo de concentração (h)

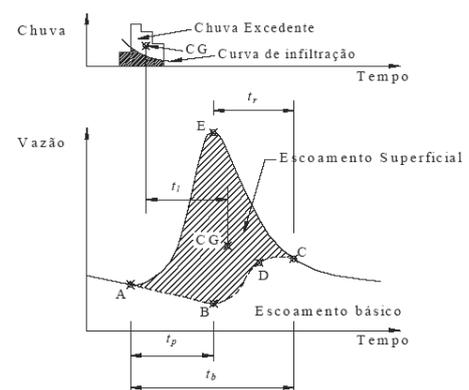
4. Grandes Bacias ($20 < A < 2.500 \text{ Km}^2$): Empregando o Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) associado ao conceito de precipitação efetiva.

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

Os parâmetros do Hidrograma são os seguintes:

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

Onde:
 $\mu(T_p)$ = descarga de pico para uma chuva efetiva de 1 cm, em m^3/s
 A = área da bacia, em km^2
 T_p = tempo de pico, em horas.



Tempo de Pico: $T_p = \Delta t/2 + 0,6T_c$, em horas.
 Sendo:
 $\Delta t \approx T_c/4$ ou $T_c/6 =$ Tempo unitário (h).
 $T_c =$ Tempo de concentração (h).

Tempo de Retorno: $T_r = 1,67 T_p$, em horas

Tempo Base: $T_b = 2,67 T_p$, em horas

Sendo:

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

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

- conhecidos os parâmetros $\mu(T_p)$, T_p e T_r , calculam-se as ordenadas $\mu(T_i)$ para qualquer tempo T_i , múltiplos exatos ou aproximados do tempo unitário $T_i = n\Delta t$;
- calculam-se as chuvas efetivas (P_e) para cada duração T_i ;
- determinam-se as chuvas efetivas parciais (q_i) para cada tempo T_i ;
- conhecido os valores de q_i , obtêm-se os valores de Q_i ;
- a vazão de projeto será o valor máximo assumido pelo somatório das descargas parciais.

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

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

Onde:
 P_m = precipitação média sobre a bacia;
 P = precipitação no centro de gravidade;
 W = no Brasil adota-se $\rightarrow W = 0,10$;
 A = área da bacia (Para $A < 25 \text{ km}^2$ considerar $P_m = P$);
 a = área base na qual $P_m = P$ (segundo Linsley, Kohler e Paulhus $a \cong 25 \text{ km}^2$).

para: $25 \text{ km}^2 < A \leq 2500 \text{ km}^2$
 e $1 \text{ h} \leq t \leq 48 \text{ h}$

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

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

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

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

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

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

2.2.3.5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Dimensionamento

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

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

Onde:

V= velocidade da lâmina, em m/s;

A= seção de vazão (m²);

R= raio hidráulico, em m;

I = declividade da obra, em m/m;

n= coeficiente de rugosidade;

Quadro 2.2.7 - VALORES DE n E DA VELOCIDADE CRÍTICA		
MATERIAL	Coefficiente de Rugosidade (n)	Velocidade Crítica (m/s)
Concreto Liso	0,010	< 6,0
Concreto Rústico	0,014	< 6,0
Aço Corrugado	0,015	< 6,0
Pedra Arrumada ou Rip-Rap	0,020	< 4,5
Canais Regulares em Terra	0,030	< 1,0
Canais Irregulares em Terra	0,033	< 1,0

Velocidade Admissível

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

Quadro 2.2.8- Velocidade Máxima Admissível					
Material	Velocidade (m/s)	Material	Velocidade (m/s)	Material	Velocidade (m/s)
Argila dura	1,10	Cascalho	1,50	Solo cimento	2,00
Areia fina	0,35	Revest. Vegetal	0,60 a 1,80	Gabiões	2,50
Areia grossa	0,50	Revest. de concreto	4,50	Alvenaria	2,50
Cascalho fino	0,80	Revest. Betuminoso	4,00	Rocha sã	4,00

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

Comprimento Mínimo das Pontes

Devido a tipologia do relevo, somente bacias de porte pequeno foram delimitadas, não sendo previsto ponte para o presente anteprojeto.

2.2.4 RESULTADOS OBTIDOS

2.2.4.1 COLETA DE DADOS

Os seguintes postos, encontrados na região do anteprojeto, contêm dados históricos suficientes para serem adotados no projeto:

POSTO	LOCAL	ESTADO	BACIA	SUB-BACIA	OPERADORA	INÍCIO	FINAL	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
1651000	CAIAPÔNIA	GO	RIO TOCANTINS	RIO ARAGUAIA, CLARO	ANA/CPRM	1969	2024	-16:56:59	-051:47:58	713,00
1751002	JATAÍ BENJ. BARROS	GO	RIO PARANÁ	RIO PARANAÍBA	ANA/CPRM	1973	2024	-17:41:42	-051:53:32	732,00
1752003	MINEIROS PCA CEDRO	GO	RIO PARANÁ	RIO PARANAÍBA	ANA/CPRM	1971	2006	-17:34:46	-052:36:05	690,00

Usaremos a regressão de Gumbel para escolha do posto que traga mais segurança na definição das obras, uma vez que as mudanças climáticas vêm alterando os regimes pluviométricos, resultando em intensidades acima dos previstos.

✓ **Comparativo dos postos – Resumo da Regressão de Gumbel**

CAIAPONIA-GO

CAIAPONIA01651000 (Importado, Bruto, 01/1969 - 08/2024)

TR	Y	y - yn	K	ix (mm) = P	24H
5	1,50	0,96	0,84	108,08	118,89
10	2,25	1,71	1,50	128,17	140,99
15	2,67	2,13	1,87	139,51	153,46
20	2,97	2,43	2,13	147,44	162,19
25	3,20	2,65	2,33	153,56	168,91
50	3,90	3,36	2,94	172,39	189,63
100	4,60	4,06	3,55	191,09	210,20
1000	6,91	6,36	5,576	252,86	278,15

JATAI-GO

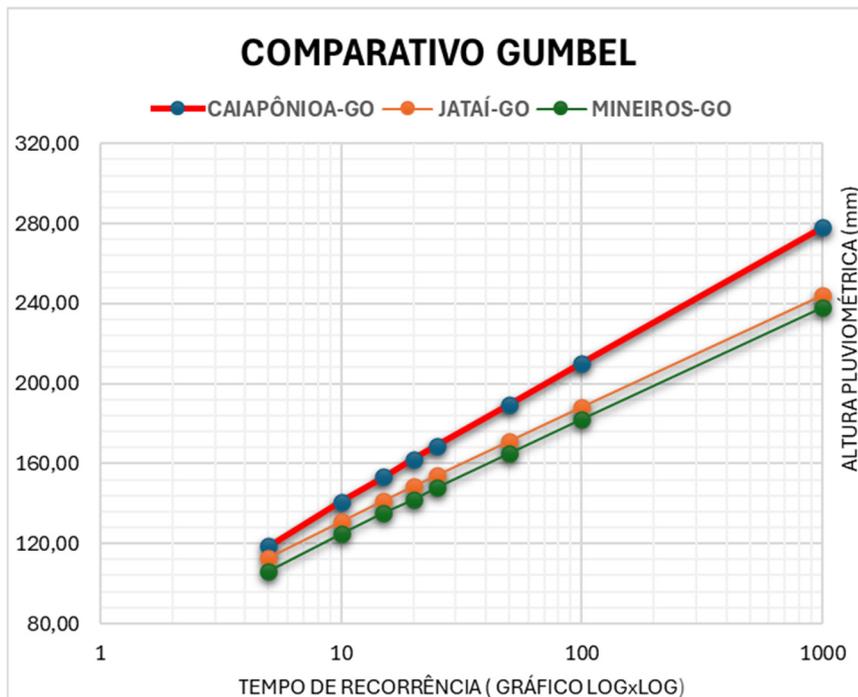
BENJAMIN BARROS01751002 (Importado, Bruto, 09/1973 - 08/2024)

TR	Y	y - yn	K	ix (mm) = P	24H
5	1,50	0,96	0,84	102,38	112,62
10	2,25	1,71	1,50	119,01	130,91
15	2,67	2,13	1,87	128,38	141,22
20	2,97	2,43	2,13	134,95	148,45
25	3,20	2,65	2,33	140,01	154,01
50	3,90	3,36	2,94	155,59	171,15
100	4,60	4,06	3,55	171,06	188,17
1000	6,91	6,36	5,576	222,17	244,39

MINEIROS-GO

PONTE DO CEDRO01752003 (Importado, Bruto, 03/1971 - 08/2024)

TR	Y	y - yn	K	ix (mm) = P	24H
5	1,50	0,96	0,84	96,68	106,35
10	2,25	1,71	1,50	113,34	124,67
15	2,67	2,13	1,87	122,74	135,01
20	2,97	2,43	2,13	129,32	142,25
25	3,20	2,65	2,33	134,39	147,82
50	3,90	3,36	2,94	150,00	165,00
100	4,60	4,06	3,55	165,50	182,05
1000	6,91	6,36	5,576	216,72	238,39



Os resultados obtidos dos postos de Jataí e Mineiros foram bastantes semelhantes, enquanto o de Caiapônia apresentou alturas pluviométricas maiores. No entanto, avaliando o polígono de Thissen para os postos em referência, constatamos que o posto de **Mineiros** é o mais representativo para o trecho em estudo, possuindo registros históricos capazes de simular o regime pluviométrico, sendo adotado para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem (Posto adotado: PONTE DO CEDRO 01752003).

Posto: CAIAPONIA 01651000 (Importado, Bruto, 01/1969 - 08/2024)

N =	40,00
-----	-------

$\sum P =$	3298,90	$\sum(P - P_{media})^2 =$	36420,32
$P_{media} =$	82,47	$\sum(y - y_n)^2 =$	52,10

S =	30,56
Sn =	1,14
y =	$-\ln(-\ln(1-(1/TR)))$

$\sum y =$	21,74	S =	30,56
$y_n =$	0,54	Sn =	1,14

Ano	P _{max} (mm)	m	P _{ordenada} (mm)	P - P _{media}	(P - P _{media}) ²	P (%) ou $G(x)$	TR (anos)	y	y - y _n	(y - y _n) ²
1975	82,6	1	161	78,5	6166,6	2,4	41,0	3,70	3,2	10,0
1976	84,0	2	154,2	71,7	5144,8	4,9	20,5	3,00	2,5	6,0
1977	130,4	3	130,4	47,9	2297,0	7,3	13,7	2,58	2,0	4,1
1978	71,4	4	130,4	47,9	2297,0	9,8	10,3	2,28	1,7	3,0
1979	90,8	5	125,8	43,3	1877,3	12,2	8,2	2,04	1,5	2,2
1980	130,4	6	117,6	35,1	1233,9	14,6	6,8	1,84	1,3	1,7
1981	161,0	7	112,1	29,6	877,8	17,1	5,9	1,68	1,1	1,3
1982	154,2	8	106,6	24,1	582,1	19,5	5,1	1,53	1,0	1,0
1983	117,6	9	106,1	23,6	558,3	22,0	4,6	1,39	0,9	0,7
1984	70,4	10	99	16,5	273,2	24,4	4,1	1,27	0,7	0,5
1985	84,0	11	95,6	13,1	172,3	26,8	3,7	1,16	0,6	0,4
1986	99,0	12	90,8	8,3	69,3	29,3	3,4	1,06	0,5	0,3
1987	74,6	13	89,8	7,3	53,7	31,7	3,2	0,96	0,4	0,2
1988	77,2	14	89,7	7,2	52,2	34,1	2,9	0,87	0,3	0,1
1989	106,6	15	89,2	6,7	45,3	36,6	2,7	0,79	0,2	0,1
1990	74,4	16	84	1,5	2,3	39,0	2,6	0,70	0,2	0,0
1992	68,8	17	84	1,5	2,3	41,5	2,4	0,62	0,1	0,0
1994	57,8	18	82,6	0,1	0,0	43,9	2,3	0,55	0,0	0,0
1995	95,6	19	81,8	-0,7	0,5	46,3	2,2	0,47	-0,1	0,0
1996	63,4	20	79	-3,5	12,1	48,8	2,1	0,40	-0,1	0,0
1998	79,0	21	77,2	-5,3	27,8	51,2	2,0	0,33	-0,2	0,0
1999	89,8	22	75,1	-7,4	54,4	53,7	1,9	0,26	-0,3	0,1
2000	75,1	23	74,6	-7,9	62,0	56,1	1,8	0,19	-0,3	0,1
2002	89,7	24	74,4	-8,1	65,2	58,5	1,7	0,13	-0,4	0,2
2003	125,8	25	72,5	-10,0	99,5	61,0	1,6	0,06	-0,5	0,2
2004	81,8	26	71,4	-11,1	122,6	63,4	1,6	-0,01	-0,5	0,3
2005	89,2	27	70,4	-12,1	145,7	65,9	1,5	-0,07	-0,6	0,4
2008	62,4	28	68,8	-13,7	186,9	68,3	1,5	-0,14	-0,7	0,5
2009	55,1	29	63,4	-19,1	363,8	70,7	1,4	-0,21	-0,7	0,6
2010	62,2	30	62,4	-20,1	402,9	73,2	1,4	-0,27	-0,8	0,7
2011	51,7	31	62,2	-20,3	411,0	75,6	1,3	-0,34	-0,9	0,8
2012	41,9	32	57,8	-24,7	608,7	78,0	1,3	-0,42	-1,0	0,9
2013	21,6	33	56	-26,5	700,8	80,5	1,2	-0,49	-1,0	1,1
2014	56,0	34	55,1	-27,4	749,3	82,9	1,2	-0,57	-1,1	1,2
2018	112,1	35	51,7	-30,8	946,9	85,4	1,2	-0,65	-1,2	1,4
2019	41,6	36	47,3	-35,2	1237,1	87,8	1,1	-0,74	-1,3	1,7
2020	43,8	37	43,8	-38,7	1495,6	90,2	1,1	-0,84	-1,4	1,9
2021	72,5	38	41,9	-40,6	1646,1	92,7	1,1	-0,96	-1,5	2,3
2022	106,1	39	41,6	-40,9	1670,6	95,1	1,1	-1,11	-1,6	2,7
2023	47,3	40	21,6	-60,9	3705,5	97,6	1,0	-1,31	-1,9	3,4

Posto: BENJAMIN BARROS 01751002 (Importado, Bruto, 09/1973 - 08/2024)

N =	40,00
-----	-------

$\sum P =$	3247,80	$\sum(P - P_{media})^2 =$	24932,14
$P_{media} =$	81,20	$\sum(y - y_n)^2 =$	52,10

S =	25,28
Sn =	1,14
y =	$-\ln(-\ln(1-(1/TR)))$

$\sum y =$	21,74	S =	25,28
$y_n =$	0,54	Sn =	1,14

Ano	P _{max} (mm)	m	P _{ordenada} (mm)	P - P _{media}	(P - P _{media}) ²	P (%) ou $G(x)$	TR (anos)	y	y - y _n	(y - y _n) ²
1976,0	71,1	1	146,8	65,6	4304,0	2,4	41,0	3,70	3,2	10,0
1977,0	66,6	2	141	59,8	3576,6	4,9	20,5	3,00	2,5	6,0
1978,0	63,2	3	128	46,8	2190,7	7,3	13,7	2,58	2,0	4,1
1979,0	65,4	4	120,4	39,2	1537,0	9,8	10,3	2,28	1,7	3,0
1980,0	85,6	5	115,5	34,3	1176,8	12,2	8,2	2,04	1,5	2,2
1981,0	74,8	6	112,3	31,1	967,5	14,6	6,8	1,84	1,3	1,7
1982,0	70,4	7	102,1	20,9	437,0	17,1	5,9	1,68	1,1	1,3
1983,0	92,6	8	102	20,8	432,8	19,5	5,1	1,53	1,0	1,0
1984,0	51,4	9	96,5	15,3	234,2	22,0	4,6	1,39	0,9	0,7
1985,0	73,4	10	93	11,8	139,4	24,4	4,1	1,27	0,7	0,5
1986,0	58,8	11	92,6	11,4	130,1	26,8	3,7	1,16	0,6	0,4
1988,0	53,8	12	90,7	9,5	90,3	29,3	3,4	1,06	0,5	0,3
1990,0	74,6	13	90	8,8	77,5	31,7	3,2	0,96	0,4	0,2
1991,0	128,0	14	90	8,8	77,5	34,1	2,9	0,87	0,3	0,1
1992,0	93,0	15	89,2	8,0	64,1	36,6	2,7	0,79	0,2	0,1
1993,0	59,8	16	85,6	4,4	19,4	39,0	2,6	0,70	0,2	0,0
1994,0	76,0	17	82,5	1,3	1,7	41,5	2,4	0,62	0,1	0,0
1996,0	74,0	18	76	-5,2	27,0	43,9	2,3	0,55	0,0	0,0
1997,0	71,8	19	74,8	-6,4	40,9	46,3	2,2	0,47	-0,1	0,0
1998,0	64,6	20	74,6	-6,6	43,5	48,8	2,1	0,40	-0,1	0,0
1999,0	115,5	21	74	-7,2	51,8	51,2	2,0	0,33	-0,2	0,0
2000,0	55,1	22	73,4	-7,8	60,8	53,7	1,9	0,26	-0,3	0,1
2001,0	90,0	23	71,8	-9,4	88,3	56,1	1,8	0,19	-0,3	0,1
2002,0	112,3	24	71,1	-10,1	101,9	58,5	1,7	0,13	-0,4	0,2
2003,0	82,5	25	70,4	-10,8	116,5	61,0	1,6	0,06	-0,5	0,2
2004,0	146,8	26	70	-11,2	125,3	63,4	1,6	-0,01	-0,5	0,3
2005,0	102,0	27	70	-11,2	125,3	65,9	1,5	-0,07	-0,6	0,4
2008,0	89,2	28	67,3	-13,9	193,1	68,3	1,5	-0,14	-0,7	0,5
2009,0	96,5	29	66,6	-14,6	213,0	70,7	1,4	-0,21	-0,7	0,6
2010,0	90,0	30	65,4	-15,8	249,5	73,2	1,4	-0,27	-0,8	0,7
2011,0	67,3	31	64,6	-16,6	275,4	75,6	1,3	-0,34	-0,9	0,8
2012,0	62,1	32	63,2	-18,0	323,8	78,0	1,3	-0,42	-1,0	0,9
2013,0	102,1	33	62,1	-19,1	364,6	80,5	1,2	-0,49	-1,0	1,1
2014,0	70,0	34	59,8	-21,4	457,7	82,9	1,2	-0,57	-1,1	1,2
2017,0	120,4	35	58,8	-22,4	501,5	85,4	1,2	-0,65	-1,2	1,4
2018,0	90,7	36	55,1	-26,1	680,9	87,8	1,1	-0,74	-1,3	1,7
2019,0	35,2	37	53,8	-27,4	750,5	90,2	1,1	-0,84	-1,4	1,9
2020,0	70,0	38	51,4	-29,8	887,7	92,7	1,1	-0,96	-1,5	2,3
2022,0	40,2	39	40,2	-41,0	1680,6	95,1	1,1	-1,11	-1,6	2,7
2023,0	141,0	40	35,2	-46,0	2115,5	97,6	1,0	-1,31	-1,9	3,4

MINEIROS-GO

Posto: PONTE DO CEDRO 01752003 (Importado, Bruto, 03/1971 - 08/2024)

N =	40,00
-----	-------

$\sum P =$	3018,00	$\sum (P - P_{\text{media}})^2 =$	25034,24
$P_{\text{media}} =$	75,45	$\sum (y - y_n)^2 =$	52,10

S =	25,34
$S_n =$	1,14
y =	$-\ln(-\ln(1-(1/TR)))$

$\sum y =$	21,74	S =	25,34
$y_n =$	0,54	$S_n =$	1,14

Ano	P_{max} (mm)	m	P_{ordenada} (mm)	$P - P_{\text{media}}$	$(P - P_{\text{media}})^2$	P (%) ou $G(x)$	TR (anos)	y	$y - y_n$	$(y - y_n)^2$
1973	57,4	1	168	92,6	8565,5	2,4	41,0	3,70	3,2	10,0
1974	64,2	2	133	57,6	3312,0	4,9	20,5	3,00	2,5	6,0
1975	100,5	3	102	26,6	704,9	7,3	13,7	2,58	2,0	4,1
1976	74,2	4	102	26,6	704,9	9,8	10,3	2,28	1,7	3,0
1977	80,4	5	100,5	25,1	627,5	12,2	8,2	2,04	1,5	2,2
1978	76,9	6	99	23,6	554,6	14,6	6,8	1,84	1,3	1,7
1979	133,0	7	95	19,6	382,2	17,1	5,9	1,68	1,1	1,3
1980	70,0	8	90,7	15,3	232,6	19,5	5,1	1,53	1,0	1,0
1981	61,0	9	90,7	15,3	232,6	22,0	4,6	1,39	0,9	0,7
1982	52,0	10	85,1	9,7	93,1	24,4	4,1	1,27	0,7	0,5
1983	49,0	11	83,2	7,8	60,1	26,8	3,7	1,16	0,6	0,4
1984	72,0	12	82,5	7,1	49,7	29,3	3,4	1,06	0,5	0,3
1985	65,0	13	80,6	5,2	26,5	31,7	3,2	0,96	0,4	0,2
1986	62,0	14	80,4	5,0	24,5	34,1	2,9	0,87	0,3	0,1
1987	10,0	15	78,5	3,1	9,3	36,6	2,7	0,79	0,2	0,1
1988	102,0	16	76,9	1,5	2,1	39,0	2,6	0,70	0,2	0,0
1989	90,7	17	76,8	1,4	1,8	41,5	2,4	0,62	0,1	0,0
1990	85,1	18	76,7	1,3	1,6	43,9	2,3	0,55	0,0	0,0
1992	60,7	19	75	-0,4	0,2	46,3	2,2	0,47	-0,1	0,0
1993	56,2	20	74,2	-1,2	1,6	48,8	2,1	0,40	-0,1	0,0
1995	75,0	21	72	-3,4	11,9	51,2	2,0	0,33	-0,2	0,0
1996	60,2	22	70,3	-5,1	26,5	53,7	1,9	0,26	-0,3	0,1
1997	78,5	23	70	-5,4	29,7	56,1	1,8	0,19	-0,3	0,1
1998	68,1	24	68,1	-7,3	54,0	58,5	1,7	0,13	-0,4	0,2
1999	82,5	25	65,7	-9,7	95,1	61,0	1,6	0,06	-0,5	0,2
2000	83,2	26	65,5	-9,9	99,0	63,4	1,6	-0,01	-0,5	0,3
2001	76,7	27	65	-10,5	109,2	65,9	1,5	-0,07	-0,6	0,4
2002	76,8	28	65	-10,5	109,2	68,3	1,5	-0,14	-0,7	0,5
2003	70,3	29	64,2	-11,3	126,6	70,7	1,4	-0,21	-0,7	0,6
2004	102,0	30	62	-13,5	180,9	73,2	1,4	-0,27	-0,8	0,7
2005	80,6	31	61	-14,5	208,8	75,6	1,3	-0,34	-0,9	0,8
2008	65,7	32	60,7	-14,8	217,6	78,0	1,3	-0,42	-1,0	0,9
2009	99,0	33	60,2	-15,3	232,6	80,5	1,2	-0,49	-1,0	1,1
2011	95,0	34	57,4	-18,1	325,8	82,9	1,2	-0,57	-1,1	1,2
2014	65,5	35	56,2	-19,3	370,6	85,4	1,2	-0,65	-1,2	1,4
2017	90,7	36	52	-23,5	549,9	87,8	1,1	-0,74	-1,3	1,7
2020	50,6	37	50,6	-24,9	617,5	90,2	1,1	-0,84	-1,4	1,9
2021	168,0	38	49	-26,5	699,6	92,7	1,1	-0,96	-1,5	2,3
2022	42,3	39	42,3	-33,2	1098,9	95,1	1,1	-1,11	-1,6	2,7
2023	65,0	40	10	-65,5	4283,7	97,6	1,0	-1,31	-1,9	3,4

2.2.4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Uma vez escolhido o posto os seus dados pluviométricos e de número de dias de chuva foram coletados na Agência Nacional de Águas (ANA) sob a forma de registros diários, e processados através do programa HIDRO – versão 1.4 (ANA).

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

2.2.4.3 CHUVAS NORMAIS

O conhecimento das chuvas normais é importante, não somente, para o Projeto de Drenagem, mas, também, para o Planejamento das Obras. É reconhecido que as variações dos elementos meteorológicos ao longo dos anos determinam as características climáticas de uma região, de tal forma que sua estrutura socioeconômica e até mesmo seus meios de produção são dependentes dessas características. Essa variabilidade pode afetar a vida econômica e social da população em geral, de diversas formas, como, na geração de energia, nas atividades agrícolas, na indústria, em todo setor produtivo.

Pela existência de uma estação pluviométrica próxima do segmento em estudo, há possibilidade de estabelecer com segurança o comportamento das chuvas normais e intensas na região. Desta forma este posto foi tomado como representativo para a área de projeto. A série longa da estação possibilitou um coerente processamento estatístico dos dados.

Situação Mensal

Possuindo série histórica consistente a estação Ponte do Cedro (01752003) possui 54 anos de registros e foi a estação escolhida para os cálculos hidrológicos. Pelos dados apresentados nos gráficos a seguir, nota-se que a marcha crescente da precipitação se inicia em julho e vai até janeiro, e em fevereiro inicia-se uma marcha decrescente que se encerra em julho. Os meses de abril e setembro são meses de transição entre as estações, pois apresentaram na maioria dos anos um índice pluviométrico médio, de 96,99 mm (abril) e 60,59 (setembro), neste período temos o correspondente a somente 18% da precipitação anual.

Pode-se observar nitidamente a sazonalidade do regime pluviométrico, o período que vai de abril a setembro é caracterizado como seco, sendo que o mês que apresenta a menor média é julho, com 6,71 mm. Já de outubro a março, a pluviosidade é elevada, ocorrendo, em média, nesses meses 82% da precipitação anual, no qual o mês de janeiro se destaca como o mais chuvoso.

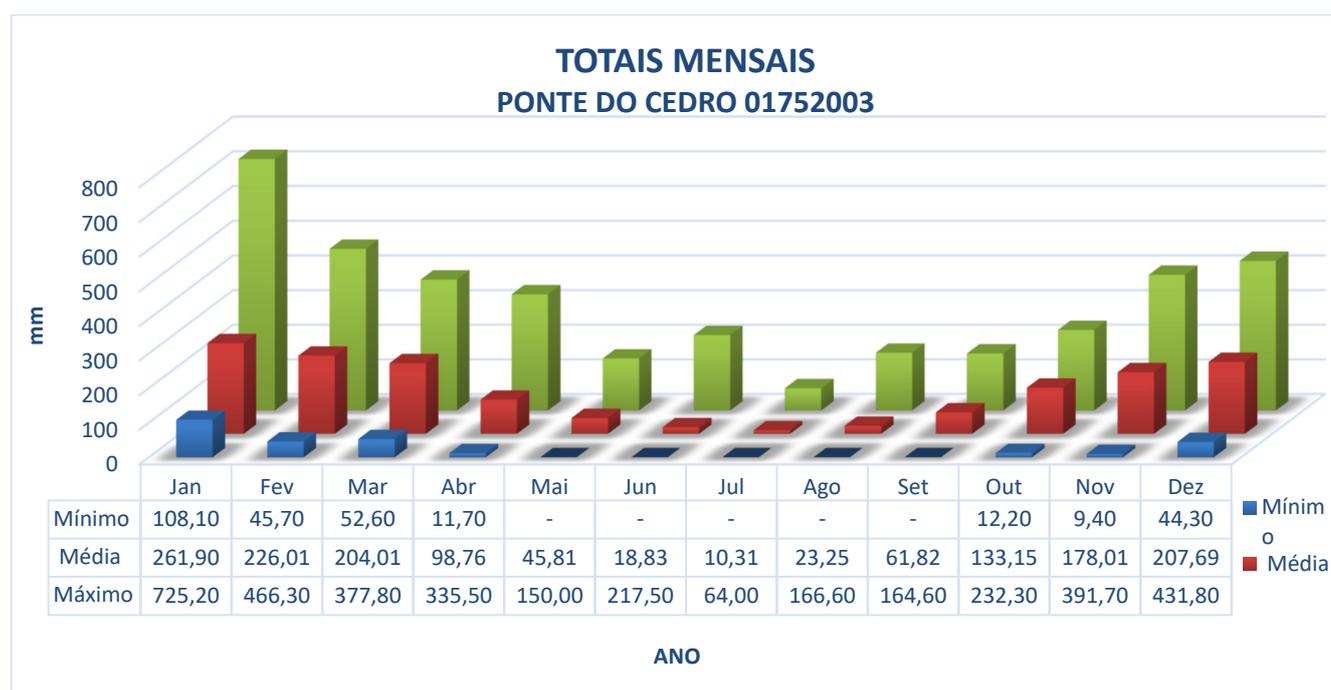
Resumo das Precipitações

PONTE DO CEDRO 01752003 (Importado, Bruto, 03/1971 - 08/2024)

Meses	Precipitação Média		Número Médio Dias de Chuva	Precipitação Diária		Precipitação Mensal	
	Mensal (mm)	% do Total		Máx.	Máx.	ANO	
Janeiro	261,9	17,82%	17	100,5	725,2	2011	
Fevereiro	226,0	15,38%	15	93,0	466,3	2008	
Março	204,0	13,88%	15	80,6	377,8	2009	
Abril	98,8	6,72%	8	99,0	335,5	2008	
Mai	45,8	3,12%	4	90,7	150,0	1997	
Junho	18,8	1,28%	2	78,5	217,5	1997	
Julho	10,3	0,70%	1	64,0	64,0	1985	
Agosto	23,2	1,58%	2	63,2	166,6	1984	
Setembro	61,8	4,21%	5	81,9	164,6	1990	
Outubro	133,1	9,06%	9	85,1	232,3	1977	
Novembro	178,0	12,11%	11	168,0	391,7	1977	
Dezembro	207,7	14,13%	14	133,0	431,8	1972	
Precipitação Máxima Anual Observada					2149,10 mm		
Precipitação Mínima Anual Observada					915,40 mm		
Precipitação Média Anual					1469,53 mm		
Totais Médios de Novembro a Março					215,52 mm		
Totais Médios de Junho e Julho					14,57 mm		
Totais Médios Meses de Transição - Abril / Maio e Agosto / Setembro /					55,94 mm		
Mês mais Chuvoso					Janeiro		
Mês mais Seco					Julho		
Número Médio Anual de Dias Chuvosos					102		

De forma absoluta, dezembro ou janeiro são os meses mais chuvosos, seguidos de novembro e março. O mês de menor índice pluviométrico é julho, seguido de agosto. Em abril as chuvas começam a declinar, sendo este mês o menos pluvioso do período chuvoso. Os totais pluviométricos indicam médias de 232.93 mm para os meses de novembro a março e de 7,83mm para os meses de julho e junho.

A seguir são apresentados o Quadro de Resumo das Precipitações, de Totais Mensais, que fornecem um panorama geral das chuvas na região em projeto.

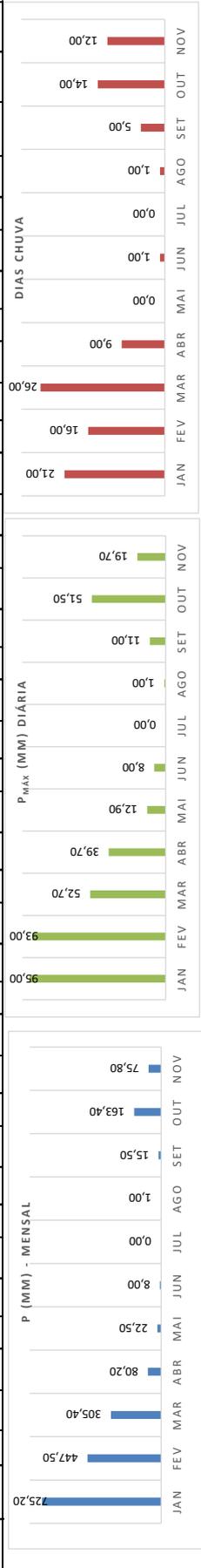


DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS

PONTE DO CEDRO 01752003

ANO	MESES												DADOS ANUAIS																													
	janeiro		fevereiro		março		abril		maio		junho		julho		agosto		setembro		outubro		novembro		dezembro		Total (mm)	Máxima (mm)																
	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.	P	Max.																		
1972	135,2	17	24,0	246,0	19	30,4	163,3	15	43,4	19,5	2	18,4	56,7	4	20,4	0,0	0,0	42,9	5	17,2	41,4	2	25,0	32,1	6	22,8	181,1	13	37,0	309,2	22	52,6	431,8	24	83,2	1.681,2	129	83,2				
1973	168,2	18	27,4	136,4	16	42,2	88,8	15	13,4	56,2	8	34,4	68,2	8	24,2	45,0	6	20,4	4,2	1	4,2	24,8	3	22,4	24,0	4	12,2	226,0	13	57,4	248,2	18	50,4	238,8	20	30,4	1.326,6	130	57,4			
1974	220,6	18	40,4	98,4	16	25,2	368,6	24	56,2	170,8	17	43,4	92,8	5	64,2	1,9	4	0,0	0,0	0,0	21,1	4	14,3	42,9	4	21,2	141,9	6	43,1	43,7	4	21,5	152,3	11	35,0	1.345,0	113	64,2				
1975	351,0	10	100,5	77,1	11	25,0	163,2	12	27,5	102,3	7	25,6	19,7	4	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	2	10,5	0,0	0,0	3,0	3,0	3,0	99,6	9	24,4	237,7	17	75,3	62,7	7	27,0	1.113,1	82	100,5		
1976	115,6	12	26,1	197,6	15	27,6	145,1	15	42,0	101,2	13	24,5	97,5	8	25,0	65,3	7	14,3	0,0	0,0	17,3	5	8,3	110,7	4	44,0	122,3	14	25,5	116,8	14	25,5	1.165,8	112	74,2							
1977	112,0	12	26,1	151,6	15	42,0	157,7	16	28,0	106,1	11	24,3	35,0	8	10,0	65,1	7	26,0	16,8	1	16,6	4,6	1	4,6	33,7	7	8,7	232,3	12	79,2	391,7	16	80,4	196,1	13	36,8	1.502,5	119	80,4			
1978	344,1	18	46,8	172,8	10	57,0	200,8	14	36,2	137,0	11	33,8	70,2	6	22,8	26,3	1	26,3	50,6	5	22,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	105,0	10	31,0	156,6	9	47,6	151,2	13	32,5	311,7	15	76,9	1.734,3	112	76,9
1979	426,5	21	81,0	312,5	17	84,0	254,2	14	40,2	71,3	5	40,2	32,1	3	15,3	0,0	0,0	8,1	3,0	3,6	19,8	2	13,8	199,9	11	38,0	114,3	6	48,1	220,2	8	108,0	423,3	18	133,0	2.039,4	108	133,0				
1980	280,2	19	43,0	406,7	23	46,0	242,4	14	67,0	141,9	9	70,0	9,8	3	4,6	13,8	3	8,0	0,0	0,0	43,6	3	30,4	138,2	4	32,0	114,3	8	36,0	168,0	14	39,0	287,0	16	48,0	1.825,9	120	70,0				
1981	295,4	19	42,0	186,2	11	47,0	311,3	17	36,0	30,7	5	12,0	0,0	0,0	0,0	46,5	3	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	3	42,3	186,6	11	61,0	309,0	13	52,0	146,3	11	55,0	1.529,0	93	61,0		
1982	332,6	22	38,0	174,6	15	42,0	201,2	20	22,0	106,9	10	52,0	56,0	5	32,0	4,5	2	3,0	0,0	0,0	19,9	5	8,1	73,5	8	22,5	160,5	11	39,0	135,2	6	48,0	205,5	14	41,0	1.469,5	117	52,0				
1983	504,1	26	49,0	170,7	14	42,0	140,6	11	27,8	159,6	15	31,0	69,8	4	46,0	17,1	3	12,0	32,0	3	15,0	0,0	0,0	40,5	4	24,0	86,8	8	28,0	156,3	15	31,0	243,3	20	48,5	1.620,8	123	49,0				
1984	235,8	20	56,2	189,1	15	26,8	84,7	13	13,8	92,1	12	32,2	17,5	3	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	166,6	4	63,2	13,3	3	9,3	213,5	9	66,9	188,6	13	25,9	315,0	18	72,0	1.486,2	110	72,0				
1985	341,7	19	52,0	126,8	10	35,0	129,6	11	60,0	147,5	8	65,0	16,8	3	9,0	0,0	0,0	64,0	1	64,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	3	6,2	30,7	6	13,2	44,3	6	25,3	915,4	67	65,0				
1986	199,0	18	40,4	72,7	12	10,5	134,4	12	20,5	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	192,5	11	30,0	1.183,6	101	66,2
1987	181,7	8	56,2	297,5	11	50,7	131,2	9	30,9	58,8	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	103,1	7	46,2	1.488,6	98	85,1
1988	204,6	14	50,3	282,7	17	68,1	194,3	17	35,1	51,9	4	23,0	30,2	5	13,7	0,0	0,0	9,8	2	7,1	80,9	6	28,4	70,2	6	26,5	93,4	9	28,5	161,0	15	32,7	245,1	21	40,1	1.405,1	116	68,1				
1989	438,5	23	63,5	240,6	13	92,5	313,8	21	46,0	53,0	3	37,5	2,3	1	2,3	14,8	2	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103,5	7	27,6	109,2	8	39,9	152,8	15	36,3	148,1	14	41,0	1.576,6	107	82,5	
1990	230,0	16	56,1	307,0	20	68,3	270,9	17	63,5	52,4	6	22,1	19,3	3	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,6	4	19,1	152,8	10	48,7	141,5	9	83,2	169,7	12	39,0	172,6	13	53,7	1.542,8	110	83,2				
1991	316,7	15	47,4	195,1	10	55,1	180,7	14	21,5	62,4	5	41,4	50,1	4	31,8	0,0	0,0	5,6	2	3,0	42,1	3	24,3	90,5	6	28,7	127,0	11	29,8	244,2	12	76,7	224,2	21	36,5	1.588,6	103	76,7				
2000	195,1	18	43,3	122,0	16	31,4	317,8	22	70,3	72,9	9	34,1	12,9	2	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	1	7,3	27,9	3	23,7	80,9	6	20,3	129,6	14	52,2	190,2	13	53,1	1.872,1	105	76,8					
2002	230,0	17	70,7	388,2	16	80,4	218,0	11	71,1	142,3	11	51,0	64,4	5	24,6	30,1	1	30,1	19,3	2	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	160,6	10	51,5	194,3	10	102,0	287,8	19	46,7	1.678,0	102	102,0			
2003	341,3	21	60,6	198,8	12	73,8	288,5	13	80,6	29,2	6	7,8	26,1	1	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	3	3,3	33,9	2	27,2	116,4	7	50,6	181,6	11	40,3	288,9	24	44,7	1.480,6	100	80,6					
2004	217,7	15	30,2	466,3	19	55,3	285,2	16	56,4	335,5	15	65,7	43,8	3	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1	1,3	28,5	3	23,1	132,7	9	39,0	190,6	13	36,4	198,9	15	38,3	1.900,5	109	65,7					
2005	108,1	10	52,0	319,7	17	70,5	377,8	16	52,3	217,8	10	59,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1	0,9	0,0	0,0	50,1	3	26,0	14,5	5	9,0	33,4	9	22,2	172,4	10	44,0	231,9	21	35,0	1.576,6	92	99,0				
2006	725,2	21	95,0	447,5	16	93,0	305,4	26	52,7	80,2	9	39,7	22,9	0	12,9	8,0	1	8,0	0,0	1,0	1,0	16,5	5	11,0	163,4	14	51,5	75,8	12	19,7	304,6	17	69,0	2.149,1	105	95,0						
2011	182,1	16	49,6	149,4	15	65,5	52,8	12	9,2	194,6	13	58,0	67,4	0,7	58,2	16,8	1	16,6	59,8	4	32,0	0,0	0,0	103,1	5	31,5	38,8	5	18,8	232,7	19	56,7	187,2	22	22,5	1.280,3	90	65,5				
2014	174,2	18	33,3	368,1	19	90,7	322,6	18	79,8	36,1	7	11,0	31,4	3	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	1	18,0	24,7	3	14,5	137,5	7	80,4	120,2	7	46,6	136,2	9	26,6	1.389,0	92	90,7					
2020	282,6	10	50,6	276,9	10	50,4	194,9	7	50,6	100,7	5	30,9	59,1	0,7	18,6	14,0	1	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,8	8	15,5	37,3	11	9,9	9,4	2	8,4	174,4	19	28,3	1.170,1	54	50,6					
2021	158,8	27	30,0	84,2	9	30,5	234,3	31	30,2	11,7	7	3,3	1,8	2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,3	2	21,1	172,4	9	32,2	285,9	0,5	168,0	205,9	10	40,7	1.187,3	97	168,0					
2022	234,2	12	42,3	146,5	8	38,3	188,6	9	24,4	60,4	2	31,1	0,0	0,0	0,0	29,7	3	17,2	0,0	0,0	18,2	2	15,5	23,9	4	12,3	127,0	6	42,0	93,5	5	25,2	94,2	13	38,5	986,2	64	42,3				
2023	339,0	18	45,8	289,6	16	65,0	124,6	8	36,3	37,0	4	21,9	6,2	1	9,2	8,9	1	8,9	0,0	0,0	45,4	3	35,3	56,3	5	17,3	119,9	7	62,7	166,6	7	47,9	144,3	7	41,5	1.339,8	77	65,0				

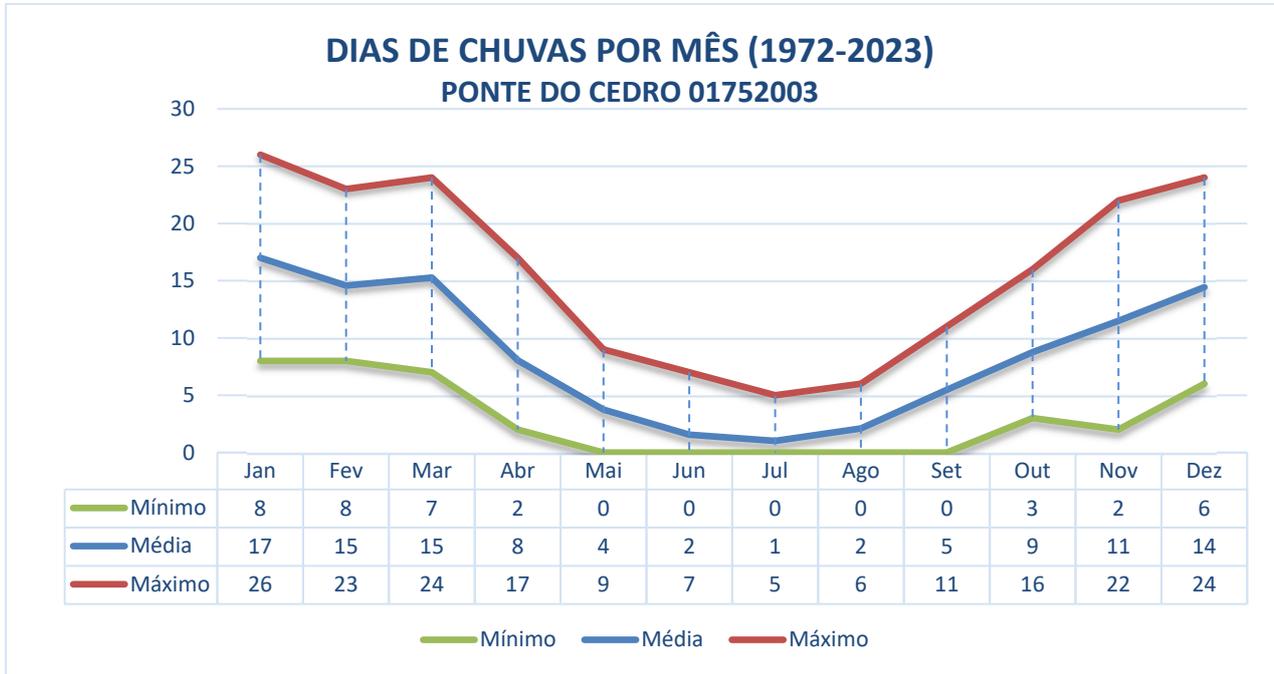
HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



Número de Dias de Chuva

Em termos médios chove, na região em projeto, entre 67 a 134 dias por ano, com uma média de 102 dias por ano. Na escala mensal os meses de novembro a março apresentam, em média, 14 dias de chuva no mês. No intervalo de maio a setembro esta média se reduz a cerca de 3 dias no mês.

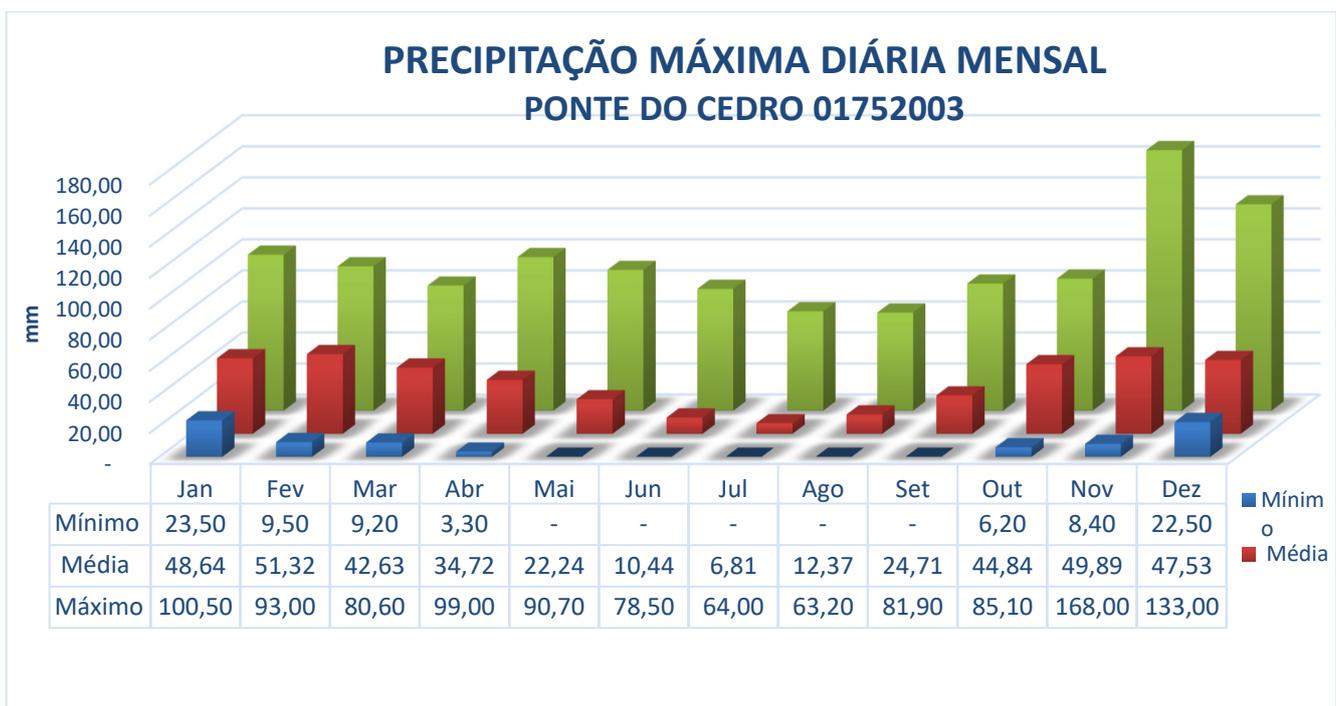
SOMA ANUAL: Mín.=67 / Média=102 / Máx.=134



2.2.4.4 PRECIPITAÇÕES INTENSAS

O desenvolvimento da análise das chuvas intensas foi feito empregando a metodologia de Gumbel-Chow, a partir de dados diários de chuvas, em face da não obtenção de registros pluviográficos nas proximidades da região do projeto.

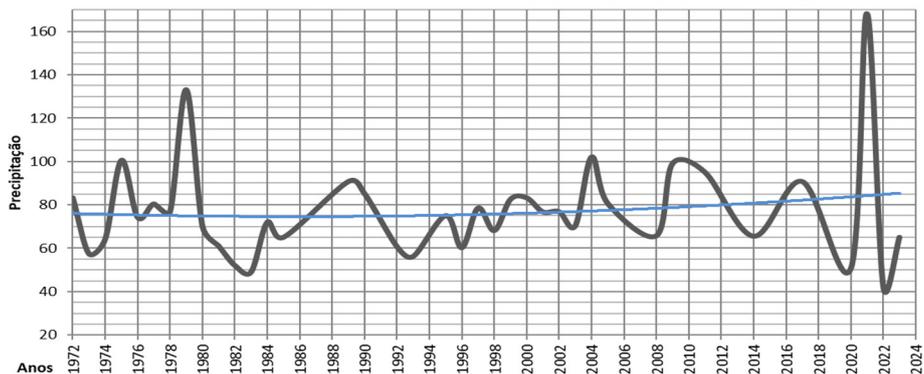
Com os dados coletados elaborou-se o estudo estatístico visando a determinação de alturas máximas de chuvas, com duração de um dia, para diferentes períodos de recorrência.



MÁXIMAS DIÁRIAS MENSAIS POSTO:PONTE DO CEDRO 01752003 (Importado, Bruto, 03/1971 - 08/2024)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máxima
1972	24,00	30,40	43,40	18,40	20,40	-	17,20	25,00	22,80	37,00	52,60	83,20	83,20
1973	27,40	42,20	13,40	34,40	24,20	20,40	4,20	22,40	12,20	57,40	50,40	30,40	57,40
1974	40,40	25,20	56,20	43,40	64,20	0,80	-	14,30	21,20	43,10	21,50	35,00	64,20
1975	100,50	25,00	27,50	25,60	11,10	-	10,50	-	3,00	24,40	75,30	27,00	100,50
1976	36,00	27,60	49,00	25,50	25,50	14,30	-	8,30	44,00	74,20	10,00	25,50	74,20
1977	26,10	42,00	28,00	24,30	10,00	26,00	16,60	4,60	8,70	79,20	80,40	36,80	80,40
1978	48,50	57,00	36,20	33,90	22,60	26,30	22,70	-	31,00	47,60	32,50	76,90	76,90
1979	81,00	84,00	40,20	42,60	15,30	-	3,60	13,80	38,00	48,20	105,00	133,00	133,00
1980	43,00	46,00	67,00	70,00	4,60	8,00	-	30,40	52,00	36,00	39,00	48,00	70,00
1981	42,00	47,00	36,00	12,00	-	18,00	-	-	42,30	61,00	52,00	55,00	61,00
1982	38,00	42,00	22,00	52,00	32,00	3,00	-	8,10	22,50	39,00	48,00	41,00	52,00
1983	49,00	42,00	27,80	31,00	46,00	12,00	15,00	-	24,00	28,00	31,00	48,50	49,00
1984	55,20	26,80	13,80	32,20	9,90	-	-	63,20	9,30	66,90	25,90	72,00	72,00
1985	52,00	35,00	60,00	65,00	9,00	-	64,00	-	-	6,20	13,20	25,30	65,00
1989	51,10	83,20	41,20	33,90	90,70	11,90	13,60	24,50	32,70	70,60	60,40	69,70	90,70
1990	34,20	37,90	56,30	34,20	46,30	-	12,10	28,50	81,90	85,10	51,50	64,40	85,10
1992	40,40	10,50	20,50	30,60	10,80	-	2,70	9,00	50,40	30,50	60,70	40,50	60,70
1993	56,20	50,70	30,90	19,20	7,10	27,00	-	13,40	30,20	19,20	47,80	42,00	56,20
1995	23,50	75,00	35,00	45,20	58,00	6,40	-	6,00	14,00	70,80	25,00	40,20	75,00
1996	32,00	28,00	60,20	35,00	23,00	36,00	-	9,80	32,00	46,00	60,20	58,20	60,20
1997	50,20	9,50	50,10	24,00	38,00	78,50	-	-	19,80	39,30	70,60	60,20	78,50
1998	50,30	68,10	35,10	23,00	13,70	-	7,10	28,40	26,50	28,50	32,70	40,10	68,10
1999	63,50	82,50	46,00	37,50	2,30	12,60	-	-	27,60	39,90	36,30	41,00	82,50
2000	56,10	68,30	63,50	22,10	6,50	-	-	19,10	48,70	83,20	39,00	53,70	83,20
2001	47,40	65,10	21,50	41,40	31,80	-	3,00	24,70	28,70	29,80	76,70	36,50	76,70
2002	76,80	74,30	25,30	9,50	16,80	-	18,60	8,80	9,10	31,90	52,20	53,10	76,80
2003	43,30	31,40	70,30	34,10	7,70	-	-	7,30	23,70	20,30	50,70	37,30	70,30
2004	70,70	60,40	71,10	51,00	24,60	30,10	15,70	-	-	51,50	102,00	46,70	102,00
2005	60,60	73,80	80,60	7,80	26,10	-	-	3,30	27,20	50,60	40,30	44,70	80,60
2008	30,20	55,30	56,40	65,70	23,30	-	-	1,30	23,10	39,00	36,40	38,30	65,70
2009	52,00	70,50	52,30	99,00	-	0,90	-	26,00	9,00	22,20	44,00	35,00	99,00
2011	95,00	93,00	52,70	39,70	12,90	8,00	-	1,00	11,00	51,50	19,70	69,00	95,00
2014	49,60	65,50	9,20	58,00	58,20	16,60	32,00	-	31,50	18,80	56,70	22,50	65,50
2017	33,30	90,70	79,90	11,00	24,20	-	-	18,00	14,50	80,40	46,60	26,60	90,70
2020	50,60	50,40	50,60	30,90	18,60	14,00	-	-	15,50	9,90	8,40	28,30	50,60
2021	30,00	30,50	30,20	3,30	1,50	-	-	-	21,10	32,20	168,00	40,70	168,00
2022	42,30	38,30	24,40	31,10	-	17,20	-	15,50	12,30	42,00	25,20	38,50	42,30
2023	45,90	65,00	36,30	21,90	8,20	8,90	-	35,30	17,30	62,70	47,90	41,50	65,00
Mínimo	23,50	9,50	9,20	3,30	-	-	-	-	-	6,20	8,40	22,50	42,30
Média	48,64	51,32	42,63	34,72	22,24	10,44	6,81	12,37	24,71	44,84	49,89	47,53	77,03
Máximo	100,50	93,00	80,60	99,00	90,70	78,50	64,00	63,20	81,90	85,10	168,00	133,00	168,00

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA ANUAL DIÁRIA (1972-2023)

— PONTE DO CEDRO 01752003 (Importado, Bruto, 03/1971 - 08/2024)
 — Polinomial (PONTE DO CEDRO 01752003 (Importado, Bruto, 03/1971 - 08/2024))



2.2.4.5 VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS-DE-ARTE

Bacias Hidrográficas

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

O Mapa do Modelo Digital do terreno elaborado para ser utilizado como referência nos trabalhos de delimitação das bacias é apresentado a seguir.

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

Sob o ponto de vista hidrológico o solo predominante na região em estudo possui taxa média de infiltração, por se tratar de solos pouco profundos (cambissolos), corroborado por uma vegetação classificada como pastagens e savana arborizada e terreno ondulado a muito ondulado.

Dimensionamento Hidráulico das Obras-de-Arte

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

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

2.2.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

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

Composição do Coeficiente de Escoamento Médio

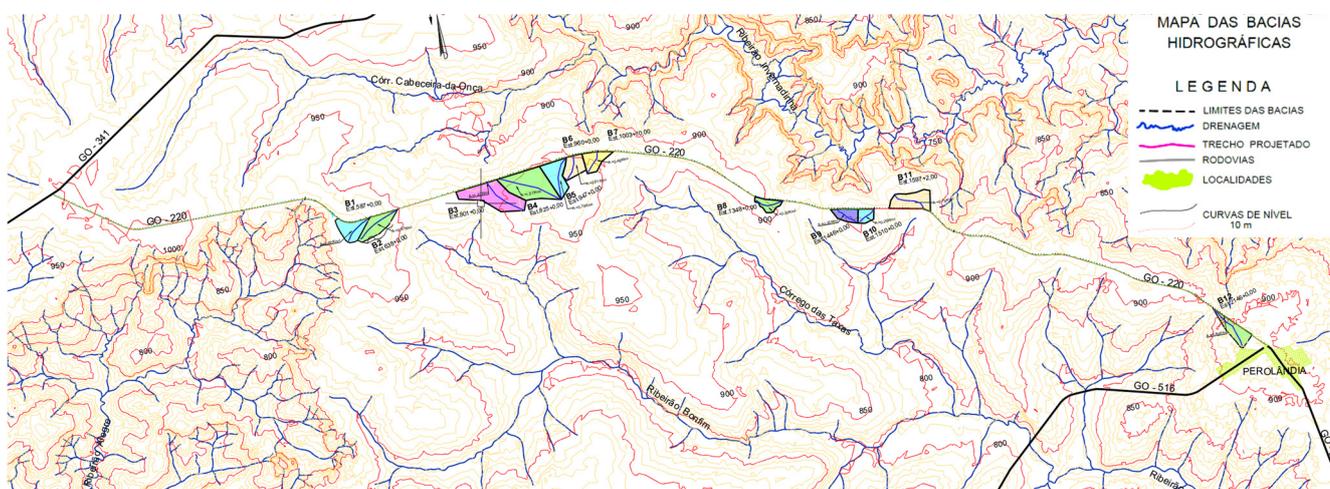
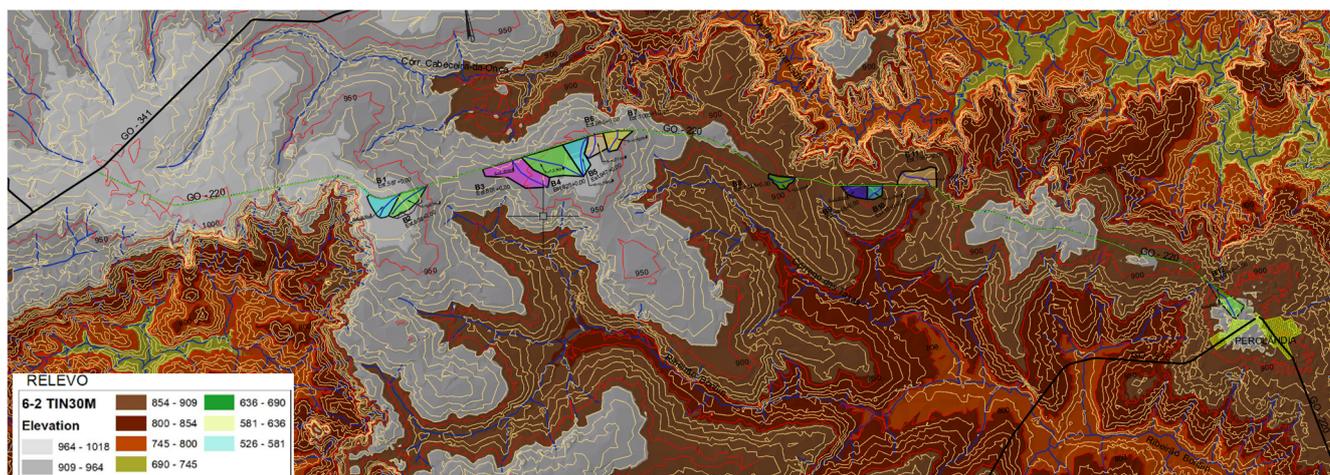
Considerando que podem ocorrer diferenças significativas entre mapas de solo de diferentes escalas e o uso das terras podem mudar ao longo da vida útil das obras-de-arte a serem dimensionadas. Além disso, sendo a região de agricultura, as colheitas anuais desnudam o solo alterando as características do escoamento superficial. Assim optou-se por adotar condições médias para o coeficiente de escoamento, entre culturas em terrenos planos a levemente ondulados, resultando em um **C = 0,30**.

Quadro 2.2.13 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO							
OROGRAFIA		PLANO		ONDULADO		MONTANHOSO	
CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE		C	CN	C	CN	C	CN
Culturas e Pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

Fonte: GOINFRA

Além destes valores, para as bacias mais relevantes, serão ainda avaliados os CN apresentados pelo estudo ANA, comentado no capítulo 2.2.3.4.

MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS



Como informado o traçado possui uma diretriz privilegiada, ao passar praticamente pela linha divisória da bacia hidrográfica do Rio Bonfim e do Rio Claro, resultado somente em obras de arte correntes para bueiros tubulares de talvegue, em grotas secas e bueiros de greide.

Devido ao relevo plano a leve ondulado a delimitação das bacias, utilizando os dados topográficos das imagens raster com altitudes, fica menos precisa. A consultora adotou então o critério de subdividir as áreas em bacias menores, evitando concentrar o ponto de descarga sob a rodovia num único ponto, o que demandaria uma obra de arte de maior vazão.

Utilizando este critério temos bueiros de menor diâmetro, mais distribuídos ao longo da rodovia, permitindo que o fluxo do escoamento superficial atravessasse o corpo estradal em mais locais, respeitando o curso natural do talvegue das grotas secas.

A capa de aterro sobre os bueiros de grotas e transposição terão $h=1,5x\varnothing$ e para bueiros de greide (drenagem com bacia de área mínima) $h=1x\varnothing$. Na nota de serviço de implantação das obras no anteprojeto de drenagem, elaborada para estimativa dos quantitativos, estão indicados estes valores.

Observa-se que com a exigência do TCE/GOINFRA de se lançar greide com média de altura de aterro em 60cm, a capa final sobre as obras de arte deverão ser revisadas no projeto executivo.

Estudo Estatístico das Chuvas

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

ESTUDO ESTATÍSTICO DAS CHUVAS			
MÉTODO DAS PROBABILIDADES EXTREMAS DE GUMBEL			
Posto	PONTE DO CEDRO		Município: MINEIROS
Período de Obser.	38	anos, de	1972 a 2023
Latitude	-17:34:46		
Longitude	-052:36:05 Baía RIO PARANÁ		
Altitude	550,00	m	Sub-Bacia: RIO PARANÁIBA
Código	1752003		Rio:

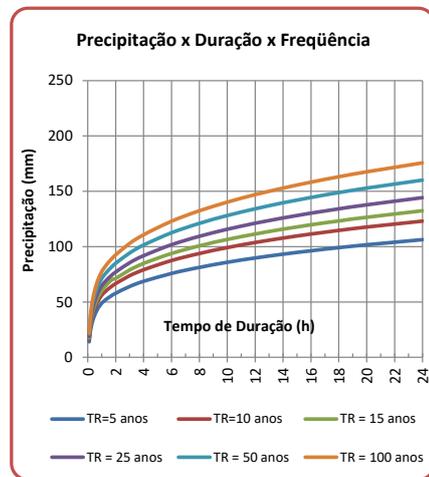
ANO	P (mm)	Nº ordem	P (mm) ordenado	P-Pm	(P-Pm) ²	F=n / (m+1) %	Tr=1/F
1972	83,2	1	168,00	90,97	8275,25	2,56	39,00
1973	57,4	2	133,00	55,97	3132,46	5,13	19,50
1974	64,2	3	102,00	24,97	623,42	7,69	13,00
1975	100,5	4	100,50	23,47	550,77	10,26	9,75
1976	74,2	5	99,00	21,97	482,61	12,82	7,80
1977	80,4	6	95,00	17,97	322,86	15,38	6,50
1978	76,9	7	90,70	13,67	186,83	17,95	5,57
1979	133,0	8	90,70	13,67	186,83	20,51	4,88
1980	70,0	9	85,10	8,07	65,10	23,08	4,33
1981	61,0	10	83,20	6,17	38,05	25,64	3,90
1982	52,0	11	83,20	6,17	38,05	28,21	3,55
1983	49,0	12	82,50	5,47	29,90	30,77	3,25
1984	72,0	13	80,60	3,57	12,73	33,33	3,00
1985	65,0	14	80,40	3,37	11,35	35,90	2,79
1989	90,7	15	78,50	1,47	2,16	38,46	2,60
1990	85,1	16	76,90	-0,13	0,02	41,03	2,44
1992	60,7	17	76,80	-0,23	0,05	43,59	2,29
1993	56,2	18	76,70	-0,33	0,11	46,15	2,17
1995	75,0	19	75,00	-2,03	4,13	48,72	2,05
1996	60,2	20	74,20	-2,83	8,02	51,28	1,95
1997	78,5	21	72,00	-5,03	25,32	53,85	1,86
1998	68,1	22	70,30	-6,73	45,31	56,41	1,77
1999	82,5	23	70,00	-7,03	49,44	58,97	1,70
2000	83,2	24	68,10	-8,93	79,77	61,54	1,63
2001	76,7	25	65,70	-11,33	128,40	64,10	1,56
2002	76,8	26	65,50	-11,53	132,98	66,67	1,50
2003	70,3	27	65,00	-12,03	144,76	69,23	1,44
2004	102,0	28	65,00	-12,03	144,76	71,79	1,39
2005	80,6	29	64,20	-12,83	164,65	74,36	1,34
2008	65,7	30	61,00	-16,03	257,01	76,92	1,30
2009	99,0	31	60,70	-16,33	266,72	79,49	1,26
2011	95,0	32	60,20	-16,83	283,30	82,05	1,22
2014	65,5	33	57,40	-19,63	385,40	84,62	1,18
2017	90,7	34	56,20	-20,83	433,95	87,18	1,15
2020	50,6	35	52,00	-25,03	626,58	89,74	1,11
2021	168,0	36	50,60	-26,43	698,63	92,31	1,08
2022	42,3	37	49,00	-28,03	785,77	94,87	1,05
2023	65,0	38	42,30	-34,73	1206,28	97,44	1,03

Pm= 77,03 (Média de P) Soma= 19829,7 (Soma de (P-Pm)²)
m= 38,00 (Número de elementos)
σ= 23,15

Formula de Ven Te Chow : Pr=Pm+s*K	
Tr=5 anos	K= 0,843
Tr=10 anos	K= 1,503
Tr=15 anos	K= 1,871
Tr=20 anos	K= 2,137
Tr=25 anos	K= 2,338
Tr=50 anos	K= 2,957
Tr=100 anos	K= 3,571
Tr=1000 anos	K= 5,600

Calculando a chuva de 1 dia:	
→	P5= 96,55 mm
→	P10= 111,83 mm
→	P15= 120,35 mm
→	P20= 126,50 mm
→	P25= 131,16 mm
→	P50= 145,49 mm
→	P100= 159,70 mm
→	P1000= 206,68 mm

Convertendo chuvas de 1d p/ chuva de 24h:	
→	P5= 106,20 mm
→	P10= 123,01 mm
→	P15= 132,38 mm
→	P20= 139,15 mm
→	P25= 144,27 mm
→	P50= 160,04 mm
→	P100= 175,67 mm
→	P1000= 227,35 mm



MÉTODO DAS ISOZONAS		ISOZONA ESCOLHIDA : F								
TR	1 hora / 24 horas							6 min / 24 horas		
	5	10	15	20	25	50	100	1000	5 a 50	100
%	46,00	45,60	45,30	45,10	44,90	44,50	44,10	42,70	13,20	12,40

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS								
DURAÇÃO	5	10	15	20	25	50	100	1000
24 h	106,20	123,01	132,38	139,15	144,27	160,04	175,67	227,35
1 h	48,85	56,09	59,97	62,76	64,78	71,22	77,47	97,08
6 min	14,02	16,24	17,47	18,37	19,04	21,12	21,78	28,19

TABELA DURAÇÃO-PRECIPITAÇÃO-INTENSIDADE - METODO DAS ISOZONAS												
POSTO: PONTE DO CEDRO		TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS										
DURAÇÃO EM HORAS	5		10		15		25		50		100	
	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)
0,100	14,02	140,19	16,24	162,37	17,47	174,74	19,04	190,44	21,12	211,25	21,78	217,83
0,167	21,78	130,40	25,11	150,38	26,94	161,31	29,23	175,03	32,28	193,30	34,19	204,71
0,250	27,88	111,52	32,10	128,39	34,38	137,54	37,24	148,97	41,06	164,23	43,94	175,77
0,375	34,01	90,71	39,12	104,31	41,87	111,65	45,30	120,79	49,88	133,01	53,75	143,33
0,500	38,37	76,73	44,09	88,19	47,18	94,35	51,01	102,02	56,14	112,27	60,71	121,41
0,625	41,74	66,79	47,96	76,73	51,29	82,07	55,44	88,71	60,99	97,59	66,10	105,77
0,750	44,50	59,33	51,11	68,15	54,66	72,88	59,06	78,75	64,96	86,61	70,51	94,02
1,000	48,85	48,85	56,09	56,09	59,97	59,97	64,78	64,78	71,22	71,22	77,47	77,47
1,250	51,59	41,27	59,27	47,42	64,09	51,27	68,52	54,82	75,38	60,31	82,06	65,64
1,500	53,94	35,96	62,00	41,34	67,45	44,97	71,75	47,83	78,97	52,64	86,00	57,33
1,750	56,01	32,01	64,41	36,81	70,30	40,17	74,59	42,62	82,13	46,93	89,48	51,13
2,000	57,87	28,93	66,57	33,29	71,27	35,64	77,14	38,57	84,97	42,49	92,62	46,31
3,000	63,90	21,30	73,59	24,53	78,85	26,28	85,44	28,48	94,22	31,41	102,81	34,27
4,000	68,55	17,14	79,01	19,75	84,71	21,18	91,86	22,96	101,38	25,35	110,72	27,68
6,000	75,69	12,61	87,33	14,56	93,72	15,62	101,74	16,96	112,42	18,74	122,91	20,49
8,000	81,20	10,15	93,77	11,72	100,68	12,58	109,39	13,67	120,97	15,12	132,37	16,55
10,000	85,75	8,57	99,08	9,91	106,44	10,64	115,71	11,57	128,04	12,80	140,20	14,02
12,000	89,66	7,47	103,65	8,64	111,38	9,28	121,15	10,10	134,13	11,18	146,94	12,25
14,000	93,10	6,65	107,67	7,69	115,74	8,27	125,95	9,00	139,50	9,96	152,90	10,92
16,000	96,18	6,01	111,28	6,96	119,66	7,48	130,26	8,14	144,33	9,02	158,25	9,89
18,000	98,99	5,50	114,57	6,36	123,22	6,85	134,19	7,45	148,73	8,26	163,12	9,06
20,000	101,57	5,08	117,59	5,88	126,50	6,33	137,80	6,89	152,77	7,64	167,61	8,38
24,000	106,20	4,43	123,01	5,13	132,38	5,52	144,27	6,01	160,04	6,67	175,67	7,32
1 DIA	96,55	-	111,83	-	120,35	-	131,16	-	145,49	-	159,70	-

OBRAS PROJETADAS

Número Bacia	KM	ESTACA	BACIA HIDROGRÁFICA				DADOS HIDROLÓGICOS				MÉTODO UTILIZADO	OBRA PROJETADA								
			ÁREA (Km²)	TALV. (Km)	DESN. (m)	DECL. (%)	CN	Tc (Hs)	Tc mod (Hs)	Q (m³/s)			TR ANOS	TR ANOS	Q (m³/s)	Q (m³/s)				
1	11,74	587+0	0,60	1,14	7	0,61	0,30		0,52	15	47,94	92,01	4,60	25	51,83	99,48	4,98	Racional	0,013	BTTC Ø 1m
2	12,76	638+0	0,67	1,65	28	1,70	0,30		0,47	15	45,96	98,20	5,49	25	49,70	106,19	5,93	Racional	0,013	BTTC Ø 1m
3	16,02	801+0	1,47	1,70	22	1,29	0,30		0,80	15	55,94	69,58	8,53	25	60,45	75,18	9,22	Racional	0,013	BTTC Ø 1.2m
4	16,50	825+0	1,90	2,21	28	1,27	0,30		0,99	15	59,82	60,30	9,56	25	64,62	65,14	10,32	Racional	0,013	BTTC Ø 1.2m
5	18,94	947+0	0,43	1,51	10	0,66	0,30		0,63	15	51,38	81,82	2,93	25	55,54	88,44	3,17	Racional	0,013	BDTC Ø 1m
6	19,20	960+0	0,51	0,92	8	0,87	0,30		0,39	15	42,40	109,85	4,67	25	45,87	118,84	5,05	Racional	0,013	BTTC Ø 1m
7	20,07	1003+10	0,48	0,85	14	1,65	0,30		0,28	15	36,74	129,36	5,18	25	39,78	140,06	5,67	Racional	0,013	BDTC Ø 1.2m
8	26,96	1348+0	0,30	1,02	15	1,47	0,30		0,34	15	40,11	117,63	2,94	25	43,41	127,30	3,19	Racional	0,013	BDTC Ø 1m
9	28,92	1446+0	0,30	0,81	20	2,47	0,30		0,25	15	34,38	137,54	3,44	25	37,24	148,97	3,73	Racional	0,013	BDTC Ø 1m
10	30,20	1510+0	0,32	0,67	16	2,39	0,30		0,25	15	34,38	137,54	3,67	25	37,24	148,97	3,98	Racional	0,013	BDTC Ø 1m
11	31,94	1597+2	0,81	1,12	25	2,23	0,30		0,47	15	46,15	97,57	6,55	25	49,91	105,51	7,08	Racional	0,013	BTTC Ø 1.2m
12	42,92	2146+0	0,58	1,70	30	1,76	0,30		0,47	15	46,11	97,70	4,73	25	49,87	105,65	5,11	Racional	0,013	BDTC Ø 1.2m

Tc - Tempo de concentração Kiprich
TR - Tempo de Recorrência em anos
Q - Vazão

Tc mod - Tempo de concentração modificado Kiprich
P - Precipitação
Q - Vazão

Q - Fator multiplicador do Tc mod
1 - Intensidade
1 - Coeficiente de Manning

Número Bacia	KM	ESTACA	NOME	TEMPO RECOR.		OBRA PROJETADA	CONDIÇÃO DE PROJETO TR1 CANAL				VERIFICAÇÃO TR2 ORIFÍCIO								
				TR1 ANOS	TR2 ANOS		Decl. %	Veloc. m/s	Q, TR1 m³/s	h1 m	HW (m)	% CHEIO	Veloc. m/s	Q, TR2 m³/s	Q, máx m³/s	Capa Pav. m	h2 m	h1 topo m	HW (m)
1	11,74	587+0	Grota Seca	15	25	BTTC Ø 1m	1,00%	3,24	4,60	0,58	58,02	3,42	4,98	8,05	1,33	0,71	1,00	2,00	61,81
2	12,76	638+0	Bueiro de Greide	15	25	BTTC Ø 1m	1,00%	3,36	5,49	0,66	65,50	3,42	5,93	8,05	1,30	0,71	1,00	2,00	73,68
3	16,02	801+0	Grota Seca	15	25	BTTC Ø 1.2m	1,00%	3,76	8,53	0,76	63,36	3,87	9,22	11,98	1,27	0,88	1,00	2,20	76,95
4	16,50	825+0	Grota Seca	15	25	BDTC Ø 1.2m	1,00%	3,84	9,56	0,83	68,83	3,87	10,32	11,98	1,36	0,88	1,00	2,20	86,18
5	18,94	947+0	Grota Seca	15	25	BDTC Ø 1m	1,00%	3,21	2,93	0,57	56,60	3,42	3,17	5,37	1,30	0,71	1,00	2,00	59,07
6	19,20	960+0	Bueiro de Greide	15	25	BTTC Ø 1m	1,00%	3,25	4,67	0,59	58,82	3,42	5,05	8,05	1,35	0,71	1,00	2,00	62,76
7	20,07	1003+10	Grota Seca	15	25	BDTC Ø 1.2m	1,00%	3,69	5,18	0,72	69,59	3,87	5,61	7,99	1,13	0,88	1,00	2,20	70,21
8	26,96	1348+0	Grota Seca	15	25	BDTC Ø 1m	1,00%	3,21	2,94	0,57	56,60	3,42	3,19	5,37	1,09	0,71	1,00	2,00	59,32
9	28,92	1446+0	Grota Seca	15	25	BDTC Ø 1m	1,00%	3,32	3,44	0,63	62,63	3,42	3,73	5,37	1,30	0,71	1,00	2,00	69,42
10	30,20	1510+0	Grota Seca	15	25	BDTC Ø 1.2m	1,00%	3,36	3,67	0,66	65,74	3,42	3,98	5,37	1,39	0,71	1,00	2,00	74,05
11	31,94	1597+2	Grota Seca	15	25	BTTC Ø 1.2m	1,00%	3,54	6,55	0,84	53,52	3,87	7,08	11,98	1,45	0,88	1,00	2,20	59,14
12	42,92	2146+0	Bueiro de Greide	15	25	BDTC Ø 1.2m	1,00%	3,61	4,73	0,87	56,12	3,87	5,11	7,99	2,12	0,88	1,00	2,20	64,00

Decl. - Declividade de assentamento da obra
h1 - altura teórica calcula da lamina d'água interna - Q1 canal
h1 topo - Altura da água acima da geratriz do bueiro

Q1 e Q2 - Vazão calculada para o tempo de recorrência TR1 e TR2
HW - Altura do represamento de montante

Q1 máx. - Vazão teórica calculada considerando o bueiro cheio
Q2 máx. - Vazão teórica calculada considerando a altura h1 topo acima do bueiro

Estaca :	587 +0		638 +0		801 +0		825 +0		947 +0		960 +0	
	Grota Seca	Bueiro de Greide	Bueiro de Greide	Bueiro de Greide	Grota Seca	Bueiro de Greide	Bueiro de Greide					
Curso d'água												
Área de Contribuição (A) - Km²	0,60	0,60	0,67	0,67	1,47	1,47	1,90	1,90	0,43	0,43	0,51	0,51
Comprimento do Talvegue (L) - m	1,14	1,14	1,65	1,65	1,70	1,70	2,21	2,21	1,51	1,51	0,92	0,92
Desnível (H) - m	7,00	7,00	28,00	28,00	22,00	22,00	28,00	28,00	10,00	10,00	8,00	8,00
Declividade do Talvegue (S) - %	0,61	0,61	1,70	1,70	1,29	1,29	1,27	1,27	0,66	0,66	0,87	0,87
Vegetação	CERRADO/PAST AGEM/MATAS											
Tipo de Solo	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CN / C	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Coefficiente de Redução	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Método de Dimensionamento	Racional											
Cálculo da Vazão de Projeto :												
Tempo de Concentração (Tc) - hr (* Tc mod.)	0,521	0,521	0,468	0,468	0,804 *	0,804 *	0,992 *	0,992 *	0,628	0,628	0,386	0,386
Tempo de Recorrência - anos	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Intensidade - (I) mm/h	92,01	99,48	98,20	106,19	69,58	75,18	60,30	65,14	81,82	88,44	109,85	118,84
Vazão da Bacia (Q) - m³/s	4,60	4,98	5,49	5,93	8,53	9,22	9,56	10,32	2,93	3,17	4,67	5,05
Vazão adotada para cálculo (Qp) - m³/s	4.60	4.98	5.49	5.93	8.53	9.22	9.56	10.32	2.93	3.17	4.67	5.05
Regime de Trabalho:	como canal											
Dimensionamento da Obra :												
Fórmula de Manning - condutores livres												
Coefficiente de rugosidade (n)	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Declividade de assentamento do bueiro - %	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Obra prevista :												
	BTTCC Ø 1m	BTTCC Ø 1m	BTTCC Ø 1m	BTTCC Ø 1m	BTTCC Ø 1.2m	BTTCC Ø 1.2m	BTTCC Ø 1.2m	BTTCC Ø 1.2m	BDTC Ø 1m	BDTC Ø 1m	BTTCC Ø 1m	BTTCC Ø 1m
Para as condições de projeto												
Lâmina d'água a mont. (Hw)	0,99	1,07	1,20	1,32	1,41	1,55	1,62	1,79	0,95	1,03	1,01	1,09
Área da seção (A) - m²	1,42	1,51	1,64	1,74	2,27	2,41	2,49	2,65	0,92	0,97	1,44	1,52
Vazão (Q) - m³/s	4,60	4,98	5,49	5,93	8,53	9,22	9,56	10,32	2,93	3,17	4,67	5,05
Veloc. escoamento (V) - m/s	3,24	3,30	3,36	3,41	3,76	3,81	3,84	3,89	3,21	3,26	3,25	3,31
Altura da lâmina d'água (d) - m	0,58	0,61	0,66	0,69	0,76	0,80	0,83	0,88	0,57	0,60	0,59	0,62
Decl. máx. assent. (imax) - % (V _{DNT})	2,40	2,27	2,12	2,02	1,59	1,51	1,48	1,42	2,47	2,34	2,37	2,25
Condição de carga hidráulica acima do H (bueiro afogado)												
Lâmina d'água a montante (Hw) - m	2,00	2,00	2,00	2,00	2,20	2,20	2,20	2,20	2,00	2,00	2,00	2,00
Vazão Máxima (Q _{máx}) - m³/s	8,05	8,05	8,05	8,05	11,98	11,98	11,98	11,98	5,37	5,37	8,05	8,05
Declividade Máxima (imáx) - %	1,72	1,72	1,72	1,72	1,34	1,34	1,34	1,34	1,72	1,72	1,72	1,72
Velocidade Máxima (V _{máx}) - m/s	3,42	3,42	3,42	3,42	3,87	3,87	3,87	3,87	3,42	3,42	3,42	3,42
h interno - m	0,71	0,71	0,71	0,71	0,88	0,88	0,88	0,88	0,71	0,71	0,71	0,71
h acima da laje - m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Condições Críticas												
Lâmina d'água a montante (Hw crit) - m	0,90	0,90	0,90	0,90	1,08	1,08	1,08	1,08	0,94	0,94	0,90	0,90
Vazão Crítica (Q _{crit}) - m³/s	4,14	4,14	4,14	4,14	6,53	6,53	6,53	6,53	2,91	2,91	4,14	4,14
Velocidade Crítica (V _{crit}) - m/s	2,56	2,56	2,56	2,56	2,80	2,80	2,80	2,80	2,56	2,56	2,56	2,56
Declividade Crítica (icrit) - %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,52	0,52	0,52	0,52	0,55	0,55	0,55	0,55
Porcentagem Cheio Projeto	58,02%	61,18%	65,50%	69,22%	63,36%	66,96%	68,83%	73,00%	56,60%	59,53%	58,82%	61,61%
Porcentagem Cheio Orifício	57,17%	61,81%	68,13%	73,68%	71,22%	76,95%	79,78%	86,18%	54,65%	59,07%	58,01%	62,76%
Porcentagem Cheio Crítico	89,63%	89,63%	89,63%	89,63%	89,63%	89,63%	89,63%	89,63%	94,16%	94,16%	89,63%	89,63%
Altura de aterro sobre a OAC (m)	1,33		1,30		1,27		1,36		1,30		1,35	

Estaca :	1003+10		1348 +0		1446 +0		1510 +0		1597 +2		2146 +0		
Curso d'água	Grota Seca	Bueiro de Greide	Bueiro de Greide										
Área de Contribuição (A) - Km²	0,48	0,48	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	0,81	0,81	0,58	0,58	
Comprimento do Talvegue (L) - m	0,85	0,85	1,02	1,02	0,81	0,81	0,67	0,67	1,12	1,12	1,70	1,70	
Desnível (H) - m	14,00	14,00	15,00	15,00	20,00	20,00	16,00	16,00	25,00	25,00	30,00	30,00	
Declividade do Talvegue (S) - %	1,65	1,65	1,47	1,47	2,47	2,47	2,39	2,39	2,23	2,23	1,76	1,76	
Vegetação	CERRADO/PAST AGEM/MATAS												
Tipo de Solo	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
CN / C	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Coefficiente de Redução	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Método de Dimensionamento	Racional												
Cálculo da Vazão de Projeto :													
Tempo de Concentração (Tc) - hr (* Tc mod.)	0,284	0,284	0,341	0,341	0,25	0,25	0,25	0,25	0,473 *	0,473 *	0,472	0,472	
Tempo de Recorrência - anos	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Intensidade - (I) mm/h	129,36	140,06	117,63	127,30	137,54	148,97	137,54	148,97	97,57	105,51	97,70	105,65	
Vazão da Bacia (Q) - m³/s	5,18	5,61	2,94	3,19	3,44	3,73	3,67	3,98	6,55	7,08	4,73	5,11	
Vazão adotada para cálculo (Qp) - m³/s	5.18	5.61	2.94	3.19	3.44	3.73	3.67	3.98	6.55	7.08	4.73	5.11	
Regime de Trabalho:	como canal												
Dimensionamento da Obra :													
Fórmula de Manning - condutores livres													
Coefficiente de rugosidade (n)	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	
Declividade de assentamento do bueiro - %	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	
Obra prevista :													
	BDTC Ø 1.2m	BDTC Ø 1.2m	BDTC Ø 1m	BTTC Ø 1.2m	BTTC Ø 1.2m	BDTC Ø 1.2m	BDTC Ø 1.2m						
Para as condições de projeto													
Lâmina d'água a mont. (Hw)	1,27	1,39	0,95	1,03	1,12	1,22	1,20	1,32	1,08	1,16	1,16	1,26	
Área da seção (A) - m²	1,41	1,50	0,92	0,97	1,04	1,10	1,09	1,17	1,85	1,96	1,31	1,39	
Vazão (Q) - m³/s	5,18	5,61	2,94	3,19	3,44	3,73	3,67	3,98	6,55	7,08	4,73	5,11	
Veloc. Escoamento (V) - m/s	3,69	3,75	3,21	3,26	3,32	3,38	3,36	3,41	3,54	3,61	3,61	3,67	
Altura da lâmina d'água (d) - m	0,72	0,75	0,57	0,60	0,63	0,66	0,66	0,70	0,64	0,67	0,67	0,71	
Decl. máx. assent. (imax) - % (V _{DNT})	1,68	1,60	2,47	2,34	2,21	2,10	2,12	2,01	1,90	1,79	1,79	1,70	
Condição de carga hidráulica acima do H (bueiro afogado)													
Lâmina d'água a montante (Hw) - m	2,20	2,20	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,20	2,20	2,20	2,20	
Vazão Máxima (Q _{máx}) - m³/s	7,99	7,99	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	11,98	11,98	7,99	7,99	
Declividade Máxima (imáx) - %	1,34	1,34	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,34	1,34	1,34	1,34	
Velocidade Máxima (V _{máx}) - m/s	3,87	3,87	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,87	3,87	3,87	3,87	
h interno - m	0,88	0,88	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,88	0,88	0,88	0,88	
h acima da laje - m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Condições Críticas													
Lâmina d'água a montante (Hw crit) - m	1,13	1,13	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	1,08	1,08	1,13	1,13	
Vazão Crítica (Q _{crit}) - m³/s	4,60	4,60	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	6,53	6,53	4,60	4,60	
Velocidade Crítica (V _{crit}) - m/s	2,80	2,80	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,80	2,80	2,80	2,80	
Declividade Crítica (icrit) - %	0,52	0,52	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,52	0,52	0,52	0,52	
Porcentagem Cheio Projeto	59,59%	62,79%	56,60%	59,53%	62,63%	66,12%	65,74%	69,63%	53,52%	56,12%	56,12%	59,18%	
Porcentagem Cheio Orifício	64,85%	70,21%	54,82%	59,32%	64,09%	69,42%	68,36%	74,05%	54,69%	59,14%	59,18%	64,00%	
Porcentagem Cheio Crítico	94,16%	94,16%	94,16%	94,16%	94,16%	94,16%	94,16%	94,16%	89,63%	89,63%	94,16%	94,16%	
Altura de aterro sobre a OAC (m)	1,13		1,09		1,30		1,39		1,45		2,12		

2.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

2.3.1 INTRODUÇÃO

Os Estudos Geológicos foram desenvolvidos tendo como referência o seguinte documento:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Fonte	Código	Descrição
GOINFRA	IP-04	Instrução de Projeto para Estudo Geológico

Este relatório discorre sobre os estudos bibliográficos e de campo realizados ao longo do trecho rodoviário em questão, que foram desenvolvidos em conformidade com as normas da GOINFRA, e abrange a fisiografia regional do trecho em questão, discorrendo as condições climáticas, vegetais, pedológicas e sistemas de drenagem, bem como suas inter-relações com a geologia local.

Objetivo

O principal objetivo dos estudos geológicos foi o de desenvolver uma geologia de fácil compreensão, identificando possíveis problemas encontrados ao longo do trecho, apresentando sugestões para solucioná-los.

O estudo geológico realizado visa subsidiar o Estudo Geotécnico, trazendo informações úteis para o desenvolvimento dos demais Projetos (geométrico, terraplenagem, etc.).

Geologia de Engenharia

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

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

A Geologia de Engenharia aborda:

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

2.3.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na execução dos estudos geológicos nas suas fases preliminares e definitivas constituiu-se nas seguintes etapas:

1ª ETAPA: Coleta de dados e informações bibliográficas sobre a região do trecho e/ou mapas geológicos existentes, visando delimitar os contatos litológicos e estudos das estruturas.

Esta etapa constituiu-se dos seguintes serviços:

- Coleta e análise de dados;
- Fotointerpretação geológica;
- Levantamento geológico de campo;

2ª ETAPA: Trabalhos de escritório, com elaboração final de plantas e do Relatório.

- Caracterização geológica da área em estudo;
- Caracterização pedológica da área em estudo;
- Caracterização geotécnica da área em estudo;
- Caracterização da geomorfologia da área em estudo;
- Caracterização da hidrogeologia da área em estudo;
- Elaboração do mapa geológico do trecho;
- Caracterização dos materiais de construção;
- Conclusões e recomendações.

MAPA DE SITUAÇÃO

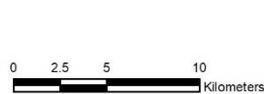
O projeto desenvolve-se na região sudeste do Estado de Goiás, conectando as rodovias GO-341 e GO-516 (Perolândia), entre as seguintes coordenadas UTM 22S:

LOCAL	LESTE	NORTE
INÍCIO	345.424E	8.075.089N
FINAL	386426E	8.062.489N



6-2 - PROJETO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO GO-220, ENTR. GO-516 FIM PER. URB. (PEROLÂNDIA) - ENTR. GO-341 - 45,71 KM

Legenda:
— DRENAGEM
▨ CIDADE
● MUNICÍPIO
— DIRETRIZ



1:250,000
Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
Projection: Transverse Mercator
Datum: SIRGAS 2000
False Easting: 500.000.0000
False Northing: 10.000.000.0000
Central Meridian: -51.0000
Latitude Of Origin: 0.0000
Scale Factor: 0.9996
Units: Meter

Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG-GO)

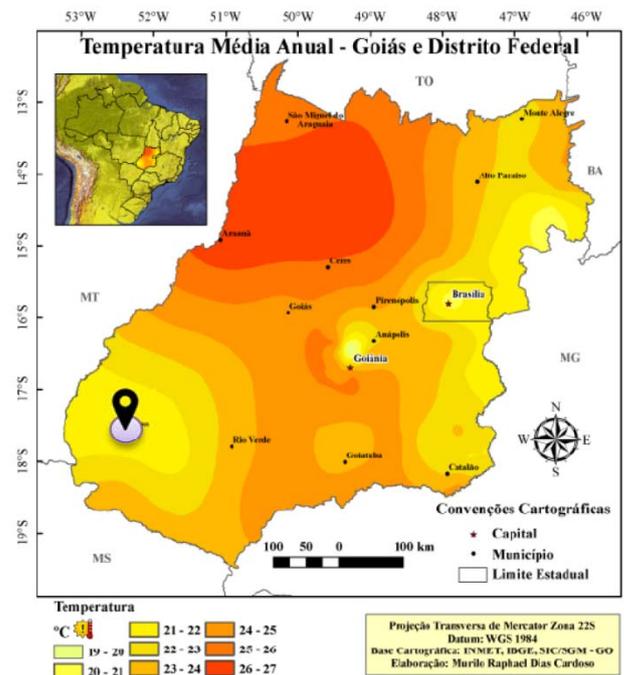
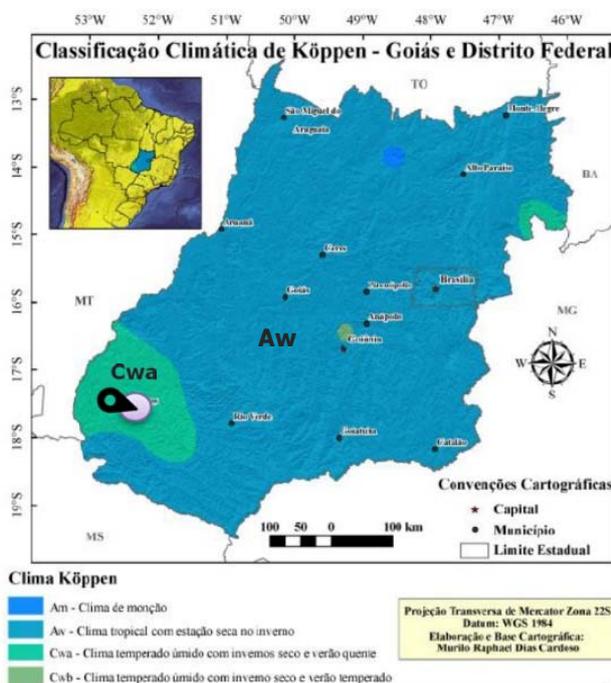
2.3.3 RESULTADOS OBTIDOS

2.3.3.1 CLIMA

O clima foi abordado nos Estudos Hidrológicos. Apresentamos na sequência um resumo das informações.

Clima da Região em Projeto

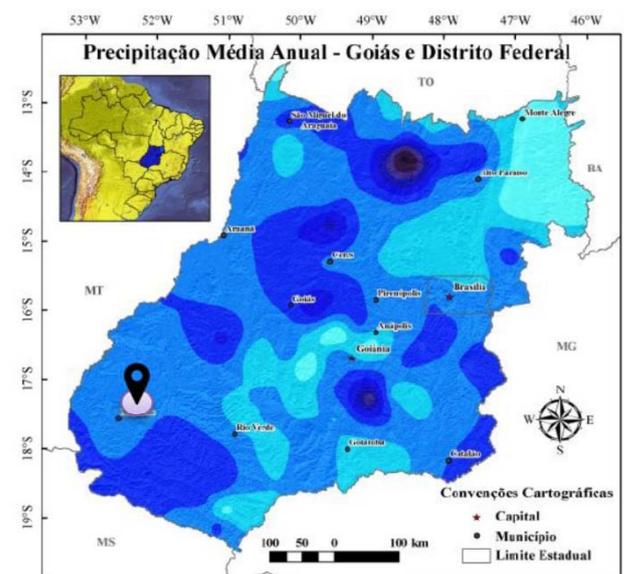
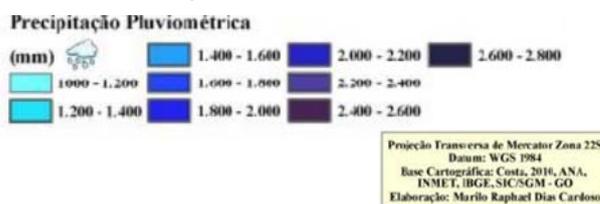
Segundo *Nimer*, o clima da região em projeto se diferencia um pouco *do clima tropical com estação seca no inverno (Aw)*, para uma **Clima Temperado Úmido (Cwa)** também com invernos secos e verão quente e chuvosos mas com temperaturas moderadas. Há uma uniformidade no seu sistema geral de circulação atmosférica, caracteristicamente tropical, do qual resulta uma quase total uniformidade na marcha estacional da temperatura (máxima na Primavera e mínima no Inverno) e absoluta uniformidade na marcha estacional da precipitação (máxima no Verão e mínima no Inverno).



Local do Trecho

Pluviometria

Na região, a distribuição e a altura das precipitações devem-se, quase que exclusivamente, aos sistemas de circulação atmosférica, o que torna o efeito da topografia insignificante, não chegando a interferir nas tendências gerais, determinadas pelos fatores dinâmicos. Há, durante o ano, um período chuvoso e outro seco, com um mês de transição nas passagens de um para o outro, chovendo em média de 1400mm a 1600mm por ano.



	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	23.3	23.5	23.3	23.3	22.3	21.7	21.9	23.8	25.7	25.5	23.6	23.4
Temperatura mínima (°C)	20.1	20.1	19.8	18.9	17	15.7	15.5	17	19.6	20.5	20.1	20.1
Temperatura máxima (°C)	27.3	27.7	27.6	28.1	27.9	27.7	28.1	30.3	31.9	31	28.1	27.5
Chuva (mm)	299	228	204	83	24	6	2	8	43	114	214	276
Umidade(%)	82%	81%	82%	72%	60%	54%	48%	39%	44%	60%	78%	82%
Dias chuvosos (d)	18	16	17	10	3	1	0	1	5	12	17	19
Horas de sol (h)	7.6	8.0	7.8	9.0	9.4	9.7	9.9	10.3	10.4	10.0	8.2	7.7

DADOS CLIMATOLÓGICOS CAIAPÔNIA-GO Fonte: <https://pt.climate-data.org/>

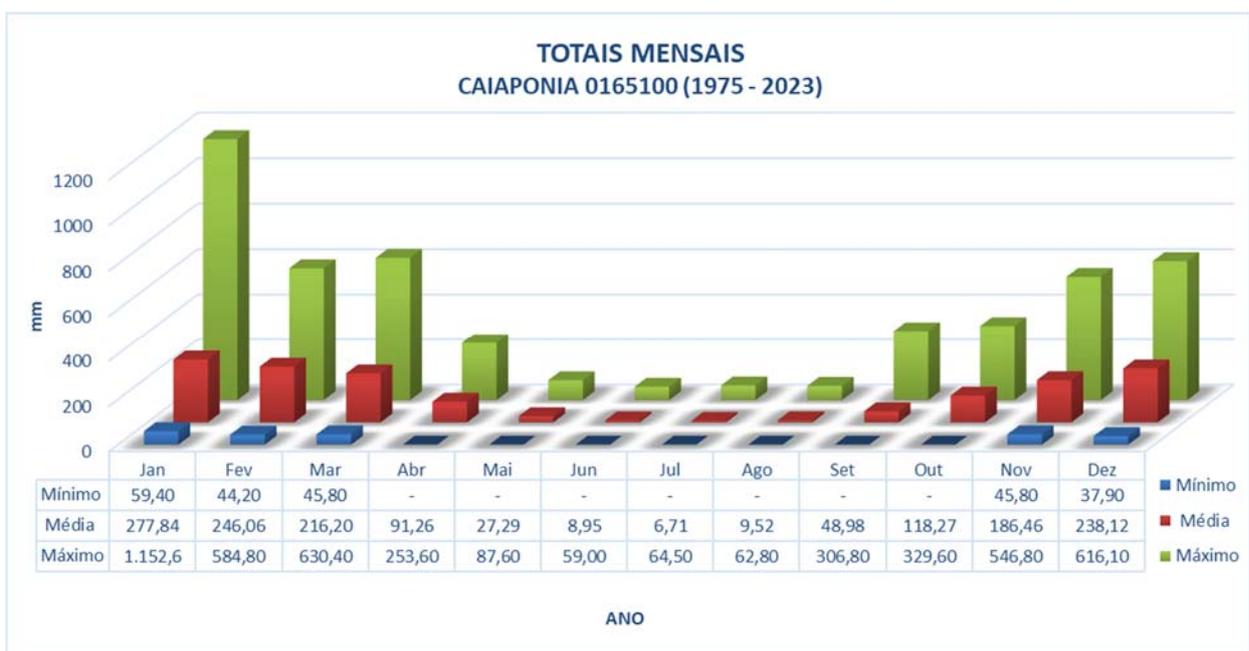
Situação Mensal

Possuindo série histórica consistente a estação CAIAPÔNIA 01651000 (Importado, consistido, 12/1969 - 08/2024) possui 56 anos de registros e foi a estação escolhida para os cálculos hidrológicos. Pelos dados apresentados nos gráficos a seguir, nota-se que a marcha crescente da precipitação se inicia em julho e vai até janeiro, e em fevereiro inicia-se uma marcha decrescente que se encerra em julho. Os meses de abril e setembro são meses de transição entre as estações, pois apresentaram na maioria dos anos um índice pluviométrico médio, de 91,26 mm (abril) e 48,98 (setembro), neste período temos o correspondente a somente 13% da precipitação anual.

Analisando a distribuição da precipitação pluviométrica na estação, pode se observar nitidamente a sazonalidade do regime pluviométrico, o período que vai de abril a setembro é caracterizado como seco, pois em média a soma da precipitação nesses meses não ultrapassa, em média, os 13% da precipitação anual, sendo que o mês que apresenta a menor média é julho, com 6,71 mm. Já de outubro a março, a pluviosidade é elevada, ocorrendo, em média, nesses meses 87% da precipitação anual, no qual o mês de janeiro se destaca como o mais chuvoso.

Totais mensais por ano (Acumulado de janeiro a dezembro):

Mínimo:	388,80 mm
Média:	1.475,66 mm
Máximo:	3.055,30 mm



Resumo das Precipitações

CAIAPONIA 01651000 (Importado, Bruto, 01/1969 - 08/2024)

Meses	Precipitação Média	% do Total	Número Médio Dias de Chuva	Precipitação Diária	Precipitação Mensal	
	Mensal (mm)			Máx.	Máx.	ANO
Janeiro	277,8	18,83%	19	154,2	1152,6	2003
Fevereiro	246,1	16,67%	16	130,4	584,8	2004
Março	216,2	14,65%	15	161,0	630,4	2003
Abril	91,3	6,18%	7	117,6	253,6	1975
Maio	27,3	1,85%	3	63,3	87,6	1976
Junho	9,0	0,61%	1	41,0	59,0	1981
Julho	6,7	0,45%	1	37,0	64,5	2014
Agosto	9,5	0,65%	1	36,2	62,8	1986
Setembro	49,0	3,32%	4	99,0	306,8	1979
Outubro	118,3	8,02%	9	116,8	329,6	1981
Novembro	186,5	12,64%	13	124,8	546,8	1980
Dezembro	238,1	16,14%	17	107,2	616,1	1980
Precipitação Máxima Anual Observada					3055,30 mm	
Precipitação Mínima Anual Observada					388,80 mm	
Precipitação Média Anual					1475,66 mm	
Totais Médios de Novembro a Março					232,93 mm	
Totais Médios de Junho e Julho					7,83 mm	
Totais Médios Meses de Transição - Abril / Maio e Agosto / Setembro /					42,69 mm	
Mês mais Chuvoso					Janeiro	
Mês mais Seco					Julho	
Número Médio Anual de Dias Chuvosos					107	

Número de Dias de Chuva

Em termos médios chove, na região em projeto, entre 92 a 140 dias por ano, com uma média de 107 dias por ano. Na escala mensal os meses de novembro a março apresentam, em média, 15 dias de chuva no mês. No intervalo de maio a setembro esta média se reduz a cerca de 3 dias no mês.

SOMA ANUAL: Mín.=92 / Média=107 / Máx.=140

2.3.3.2 GEOMORFOLOGIA

As diferentes formas do relevo terrestre são produtos de processos endogenéticos e exogenéticos, isto é, respectivamente do interior da terra e da atmosfera.

Os processos endogenéticos se manifestam na estrutura superficial da litosfera através de forças ativas e passivas. As forças ativas decorrem das atividades geotectônicas, manifestando-se na superfície terrestre através de abalos sísmicos, falhamentos, soerguimentos, dobramentos, intrusões e do vulcanismo. As forças passivas se manifestam de modo desigual em face dos diferentes tipos de rochas e seus arranjos estruturais, oferecendo maior ou menor resistência ao desgaste.

A ação exógena é de atuação constante, porém diferencial de lugar para lugar, tanto no espaço quanto no tempo, devido a características climáticas locais, regionais e zonais, atuais e pretéritas. As formas de relevo e os tipos de solos estão permanentemente sendo esculpido e dinamizados pelos processos de intemperismo, erosão e transporte de material, comandados pela ação mecânica e química da água, dos ventos e da variação térmica.

As morfoestruturas constituem-se em extensões menores da crosta, estando representadas por determinadas características estruturais, litológicas e geotectônicas evidentemente associadas às suas gênese. Assim sendo, pode-se citar como exemplos de grandes morfoestruturas as bacias sedimentares, os cinturões orogênicos, as plataformas ou crátons. Essas grandes unidades estruturais, em face de suas características macro-morfológicas, relacionadas com sua gênese e idade, definem na superfície terrestre padrões de relevo que lhes são inerentes.

No território brasileiro, as grandes morfoestruturas do tipo plataforma ou cráton estão representadas pela Plataforma Amazônica (escudos das Guianas e Sul Amazônico) e do São Francisco (norte de Minas Gerais e Bahia), cujas litologias e arranjos estruturais, datados do pré-Cambriano Inferior, encontram-se extremamente arrasados por antigos e recentes processos erosivos.

As morfoestruturas relacionadas aos Cinturões Orogênicos são representadas pelas faixas dos dobramentos ocorridos no pré-Cambriano Médio e Superior, responsáveis pelas suturas das Plataformas ou Crátons. Estas morfoestruturas são dotadas de características estruturais, genéticas, idade e macro-morfologia específicas, destacando-se as grandes variações altimétricas, o paralelismo de serras e vales e as intrusões ígneas associadas aos processos de dobramentos e metamorfismos que, apesar das longas fases erosivas, ainda guardam características de cadeias orogênicas. São exemplos os Cinturões Orogênicos do Atlântico (faixa atlântica de leste e sudeste), de Brasília (Goiás-Minas Gerais) e do Paraguai-Araguaia (Mato Grosso-Goiás).

As Bacias Sedimentares guardam características genéticas, de idade e de macro-morfologia que lhes são específicas. Em virtude das influências geotectônicas (soerguimento dos continentes por mobilidade das placas) e das atividades dos longos e diversificados processos erosivos, comandados ora por fases climáticas mais secas, ora por fases mais quentes e úmidas, ocorridos durante e após a epirogenia, estas morfoestruturas encontram-se em diversos níveis altimétricos e em diferentes estados de desgaste. No Brasil, os grandes exemplos de morfoestruturas em bacias sedimentares são as Bacias do Paraná, Piauí-Maranhão ou do Parnaíba, a do Parecis e do Amazonas.

Processos Atuantes

Formas Erosivas - Superfícies de pediplanos (ESpp)

Formas de relevo constituídas a partir de processos predominantemente erosivos, onde houve um rebaixamento das saliências, tendendo ao nivelamento do relevo.

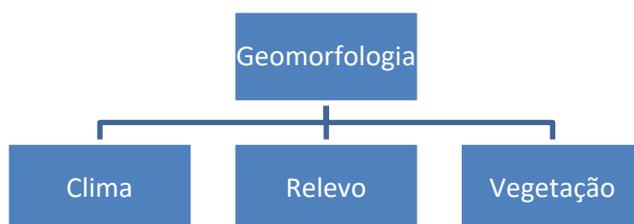
Tipos de Dissecação - Dissecado em mesa (Dm)

Formas de relevo entalhados pelos agentes erosivos, havendo uma dissecação diferencial do relevo, principalmente ao longo da rede hidrográfica.

Formas de Acumulação – Planícies Fluviais (Apf)

Relevos resultantes do depósito de sedimentos, em regiões fluviais, paludais e lacustres, normalmente sujeitos à inundação. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial.

Para permitir uma interpretação mais adequada da geomorfologia da região em questão, propõe-se neste estudo, citar os principais elementos que possam caracterizá-la. O método utilizado para desenvolver este estudo, baseia-se na divisão dos seguintes parâmetros:



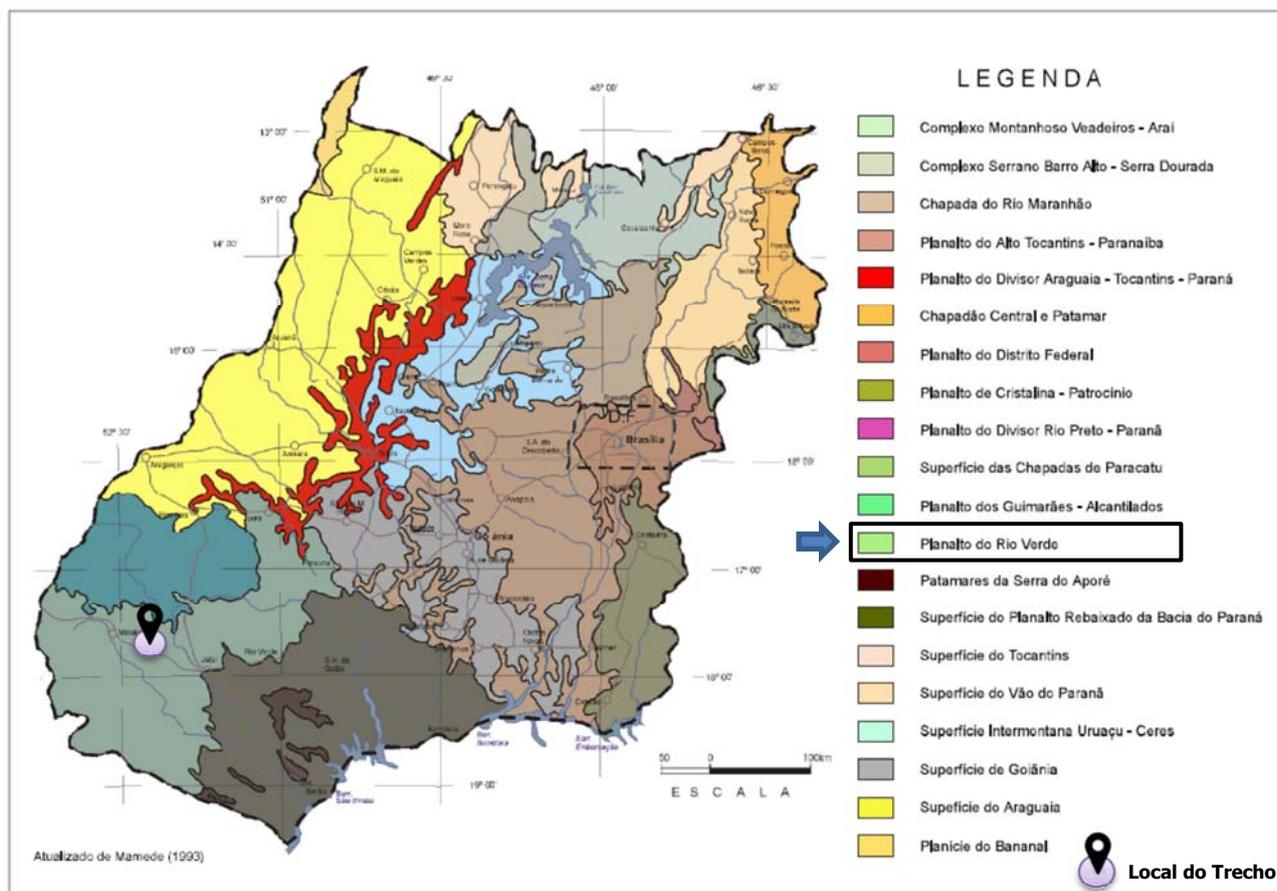
Conforme estudo do CPRM – Serviço Geológico do Brasil, SMET – Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás, METAGO – Metais de Goiás S/A e a UnB-Universidade de Brasília temos a seguinte compartimentação geomorfológica para o Estado de Goiás:

CATEGORIA	CARACTERÍSTICA
DOM_MORFOE	DOMÍNIO DOS PLANALTOS EM ESTRUTURAS SEDIMENTARES CONCORDANTES
REG_GEOMOR	REGIÃO DOS PLANALTOS ARENÍTICOS BASÁLTICOS INTERIORES
UNI_GEOMOR	PLANALTO DO RIO VERDE
TIPO_MODEL	DISSECAÇÃO HOMOGÊNEA TABULAR (Dt)

➤ COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA PARA O ESTADO DE GOIÁS

O trecho em estudo atravessa domínio dos planaltos, em uma unidade geomorfológica, o Planalto dos Guimarães Alcantilados, detalhados no quadro abaixo:

Mapa de Esboço Geomorfológico do Estado de Goiás



Região Geomorfológica - Região dos Planaltos Areníticos Basálticos Interiores

Está inserida no Domínio dos Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes, é caracterizada por chapadões, planaltos e superfícies rebaixadas, reafeiçoadas por sucessivas reativações e basculamentos cenozóicos que, ali ados aos processos exogenéticos, estimularam os processos de erosão superficial, onde ocorrem (em vários níveis) formações superficiais de origem autóctone, alóctones ou remanejadas. É constituída por modelados com feições de relevo bastante homogêneas com formas muito amplas. Mesmo nos modelados de dissecação, esta não é muito acentuada. Quando a superfície de aplanamento conservada é muito extensa, apresenta configuração de "Chapadas", constituindo dispersores de drenagem, como é o caso do "Chapadão" do Rio Verde. Sobre este modelado ocorrem feições geomorfológicas locais, de aspectos distintos. Trata-se de microformas de relevos "murundus", as sociadas à presença de térmitas, típicas das paisagens de lateritas. Os vales do tipo vereda também se destacam na paisagem peculiar do bioma Cerrado.

O reverso da superfície do chapadão constitui-se em uma rampa de declives baixos, coalescente com a Superfície do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná. Esta superfície por sua vez tem caráter interdenudacional e reproduz paisagens muito homogêneas, interrompidas por residuais de topos planos com bordas escarpadas, que fazem parte da unidade Patamares da Serra do Aporé.

Planalto do Rio Verde:

O Planalto do Rio Verde (denominado Planalto Setentrional da Bacia do Paraná em RADAMBRA-SIL) abrange 40.209 km², representa 11,6% do Estado e abrange os municípios de

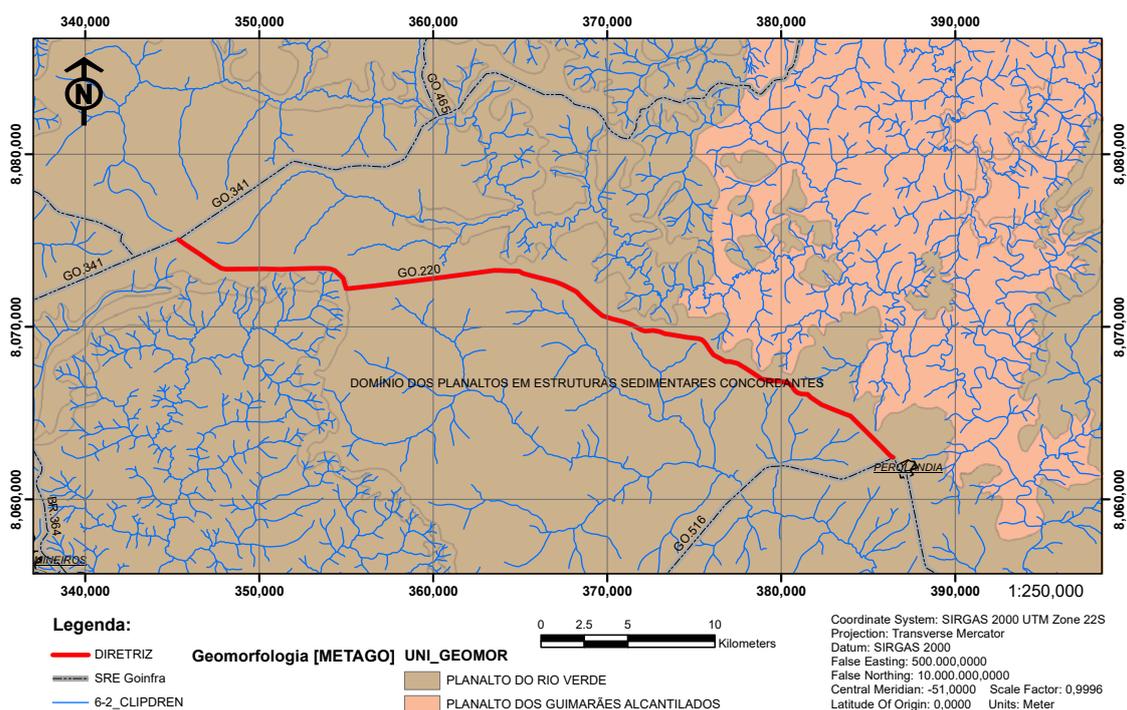
Amorinópolis, Aporé, Cachoeira de Goiás, Diorama, Goiaporá, Iporá, Ivolândia, Jataí, Mineiros, Moiporá, Paraúna, Perolândia, Portelândia, Santa Rita do Araguaia e Serranópolis. Faz limite com o Planalto dos Guimarães-Alcantilados, Superfície do Araguaia e Planalto do Divisor Araguaia-Tocantins-Paraná ao norte; Superfície de Goiânia a leste; e Superfície do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná a sul.

Os modelados em geral são poucos movimentados, do tipo tabular com formas muito amplas. No contato das frentes de cuestras do Caiapó com o planalto dos Guimarães-Alcantilados ocorre uma alteração no modelado, onde esse fica mais dissecado e configura uma região mais escarpada (Figura 15). Quando o reverso da cuesta se encontra capeado por sedimentos terciários, a borda do planalto configura um pequeno ressalto topográfico, para formar escarpas íngremes. Já sem o capeamento terciário, as frentes de cuesta originam escarpas íngremes sem ressalto no topo. Essas escarpas atingem 30% de declividade.

O Parque Nacional das Emas caracteriza uma superfície aplanada muito extensa, o qual constitui o divisor das bacias hidrográficas do Paraná, do Paraguai e do Araguaia. Nessa área aplanada ocorrem algumas áreas de acumulação inundáveis, onde observa-se os gleissolos pouco húmicos.

Essa unidade pode ser considerada medianamente estável/vulnerável, pois 96% da área corresponde a vulnerabilidade de 2/2,1 (para o tema geomorfologia, calculada de acordo com a metodologia proposta por CREPANI, et. al. 2001).

ESBOÇO GEOMORFOLÓGICO LOCAL



Tipo de Modelo – Dissecação Homogênea Tabular (Dt):

Dissecação fluvial em litologias diversas que não apresenta controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas, morros e interflúvios tabulares. No modelado de dissecação homogênea, observam-se diversos tipos de padrões de drenagem, porém são predominantes os padrões dendrítico, subparalelo, sub-retangular e outros compostos, cujos canais não obedecem a uma direção preferencial. Os Modelados de dissecação homogênea são definidos pela forma dos topos e pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem.

As formas de topos tabulares (t) delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales rasos, apresentando vertentes de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada.

➤ SISTEMA CLASSIFICATÓRIO GEOMORFOLÓGICO

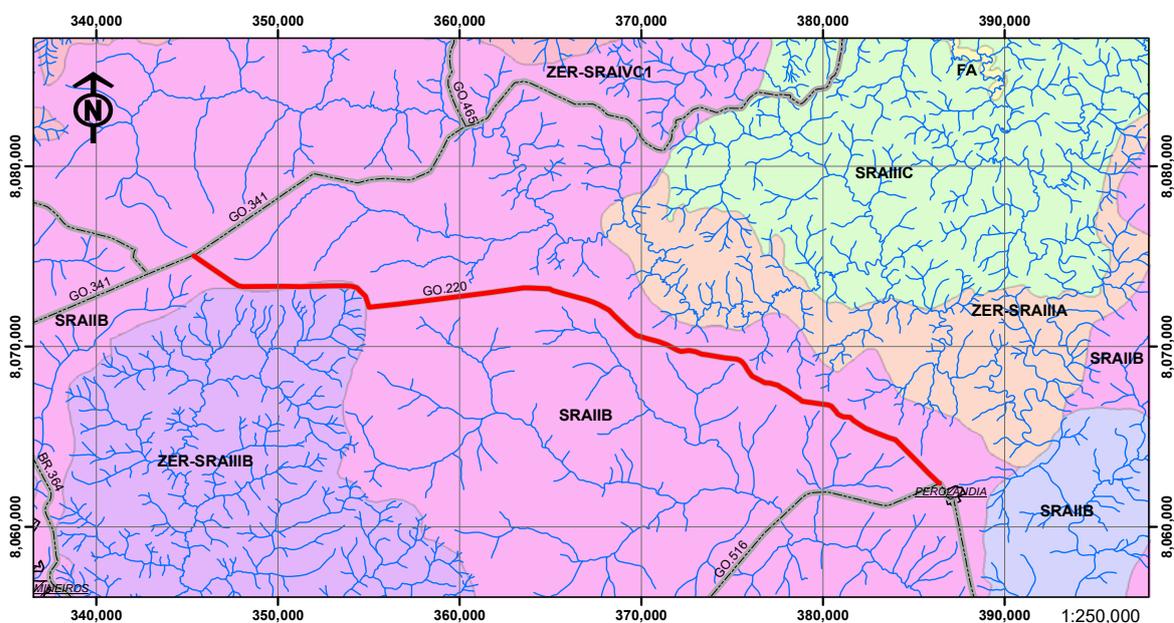
A classificação utilizada nos estudos realizados pela Secretaria da Indústria e Comércio em 2006 sobre a Geomorfologia dos Estado de Goiás e Distrito Federal é do tipo genético, organizada em vários níveis, sendo as categorias dominantes no nível 1, os Sistemas Agradacionais e os Denudacionais, tabela 1.

Tabela 1 – Sistema Classificatório utilizado no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás.

Sistemas			
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Agradacionais	Fluviais	Faixa Aluvial	
		Planície Fluvial	Meandriformes
	Escoamento Impedido		
	Bancos Acrescidos Espiras de Meandros		
Lacustres			
Denudacionais	Fraco ou sem Controle Estrutural	Dissecação	Morros e Colinas
			Zonas de Erosão Recuante
	Forte Controle Estrutural	Aplainamento	Superfícies Regionais de Aplainamento
			Estruturas Dobradas
		Estruturas Dômicas e Pseudo - Dômicas	
Morros e Colinas			

Cada um destes Sistemas pode envolver tanto processos de agradação como de denudação, mas o critério de classificação é determinado pela dominância de geofomas identificadas no mapeamento: erosivas (denudacionais) ou de deposição (agradacionais).

MAPA GEOMORFOLÓGICO



Legenda: (Fonte: SIC-GO)

DIRETRIZ	SRAIIB-RT(fr) - Superfície Regional de Aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação fraca e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Parana	ZER-SRAIIB-RT(m)-RT(fr) - Zona de Erosão Recuante com dissecação forte, relacionada a geração da SRAIIB-RT e erosionando predominantemente a SRAIIB-RT
SRE Goifra	SRAIIB-RT(m) - Superfície Regional de Aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação média e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Parana	ZER-SRAIIB-RT(m)-RT(fr) - Zona de Erosão Recuante com dissecação forte, relacionada a geração da SRAIIB-RT e erosionando predominantemente a SRAIIB-RT
6-2_CLIPDREN	SRAIIC-MC(m) - Superfície Regional de Aplainamento IIIC com cotas entre 550 e 750 m, com dissecação média, desenvolvida sobre rochas paleozóicas na Bacia do Parana e associada a Morros e Colinas	ZER-SRAIIB-RT(m)-RT(fr) - Zona de Erosão Recuante com dissecação muito forte, relacionada a geração da SRAIIB-RT e erosionando predominantemente a SRAIIB-RT
Geomorfologia [CPRM]	FA - Faixa Aluvial	

A seguinte unidade é percorrida pelo traçado:

SRAIIB-RT(m) - Superfície Regional de Aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação fraca e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná

As Superfícies Regionais de Aplainamento são as unidades mais representativas da geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Uma SRA é uma unidade denudacional, gerada pelo arrasamento/aplainamento de uma superfície de terreno dentro de um determinado intervalo de cotas e este aplainamento se dá de forma relativamente independente dos controles geológicos regionais (litologias e estruturas). Uma SRA, na sua distribuição espacial, pode seccionar/aplainar sobre limites litológicos e estilos estruturais erodindo diversas unidades geológicas.

SUPERFÍCIE REGIONAL DE APLAINAMENTO II – SRAII

Esta superfície se desenvolve entre as cotas 900 - 1.250 m, abrangendo predominantemente a porção sudoeste e sudeste do Estado de Goiás, com uma pequena faixa no nordeste do Estado. Esta unidade é subdividida em três subunidades possivelmente correlacionáveis embora estudos mais detalhados sejam necessários para confirmar a contemporaneidade das mesmas. As subunidades são SRAIIA, desenvolvida com maior abrangência sobre rochas pré-cambrianas e SRAIIB-RT e SRAIIC sobre as rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

De forma geral, a SRAII caracteriza-se por ser uma unidade entre a SRAI e SRAIII, com uma Zona de Erosão Recuante intermediária e localizada acima da SRAIV. Os padrões de dissecação apresentados nas três subunidades variam, sendo geralmente fraco, médio ou forte, com pequena incidência de padrões muito fracos e muito fortes.

SRA	Sub-unidade	Cotas (m)	Característica Geral	Unidades Associadas	Localização mais Representativa
SRAII	A	~900-1250	Muito bem desenvolvida e em alguns setores bem preservada. Espalha-se sobre diversas unidades de embasamento e se apresenta com diversos graus de dissecação. Nível de laterita presente.		Setor central e centro-sul Folhas SD.23-Y-A SD.23-Y-C SE.22-X-B
SRAII	B - RT	900-1000	Desenvolvida nas rochas da Bacia do Paraná.	Relevos tabulares gerados sobre rochas horizontais a subhorizontais	Bacia do Paraná, sudeste do estado. Folhas SE.22-Z-B SE.22-Y-A SE.22-V-C SE.22-V-D
SRAII	C	750-1000	Desenvolvida nas rochas da Bacia do Paraná		Bacia do Paraná sudoeste do estado. Folhas SE.22-V-A SE.22-V-B

SUPERFÍCIE REGIONAL DE APLAINAMENTO IIB – RT

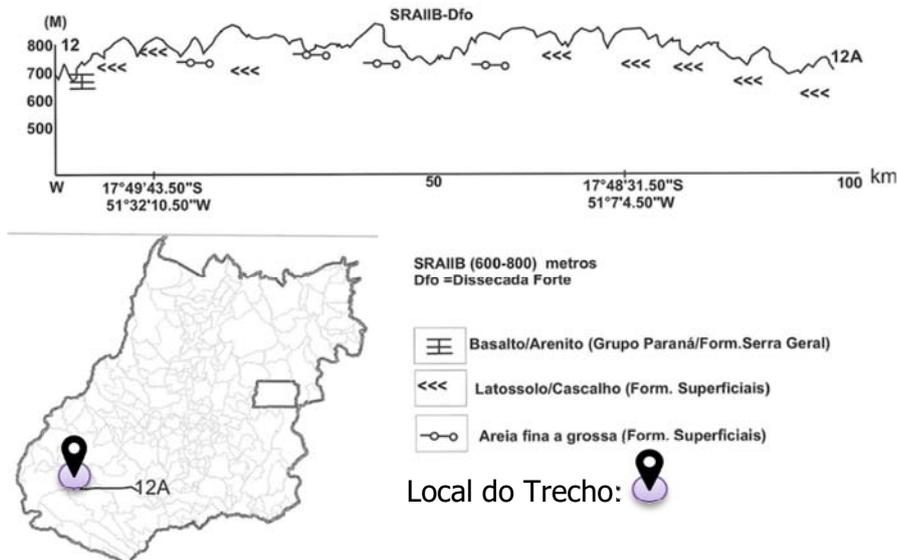
Esta subunidade situa-se principalmente no setor sudoeste do Estado de Goiás ocupando área de 22.760 km². Desenvolve-se sobre rochas da Bacia do Paraná sendo que sua maior expressão areal está contida na bacia hidrográfica do rio Paraná. A SRAIIB-RT é representada por chapadões tabuliformes gerados sobre rochas sedimentares, principalmente mesozóicas com acamamento subhorizontal e derrames de basalto.

Entretanto, esta superfície secciona (erode) mais de uma unidade litoestratigráfica. Os relevos estruturais dos estratos subhorizontais ressaltam o caráter tabuliforme dos residuais erosivos da SRAIIB; o estilo estrutural é considerado um atributo desta subunidade: associação Relevos Tabuliformes – RT em Estratos Horizontais - Subhorizontais - EH. Esta superfície está bem representada nas folhas SE-2-VD (Montividiu e Perolândia) e SE-22-Y-A (leste, Chapadão do Céu).

Os padrões de dissecação variam entre muito fraco, fraco, médio e forte, sendo que, a proporção de áreas com relevo de dissecação fraco, médio e forte são equivalentes, com apenas uma ocorrência de relevo muito fraco. No município de Aurilândia a SRAIIB apresenta um padrão de dissecação forte, que muda para médio e fraco no município de Paraúna. Nos municípios de Montividiu e Rio Verde apresenta padrões de dissecação fraco e médio. Em Jataí, Mineiros e Perolândia o padrão de dissecação é fraco enquanto que em Chapadão do Céu e ao sul de Mineiros apresenta um padrão de dissecação muito fraco. Em Joviana o padrão de dissecação é forte e ao sul de Morrinhos, Buriti Alegre e Itumbiara é fraco.

Nos municípios de Quirinópolis, ao sul de Rio Verde, Cachoeira Alta, Itajá, Itarumã e Caçu ocorrem testemunhos isolados da SRAIIB com formas tabuliformes perfeitas, restando somente ao redor a SRAIIB com caimento para sudeste. Estas áreas isoladas, de forma geral, apresentam padrões de dissecação médio e forte, destacando-se um morro isolado ao sul de Rio Verde com padrão fraco.

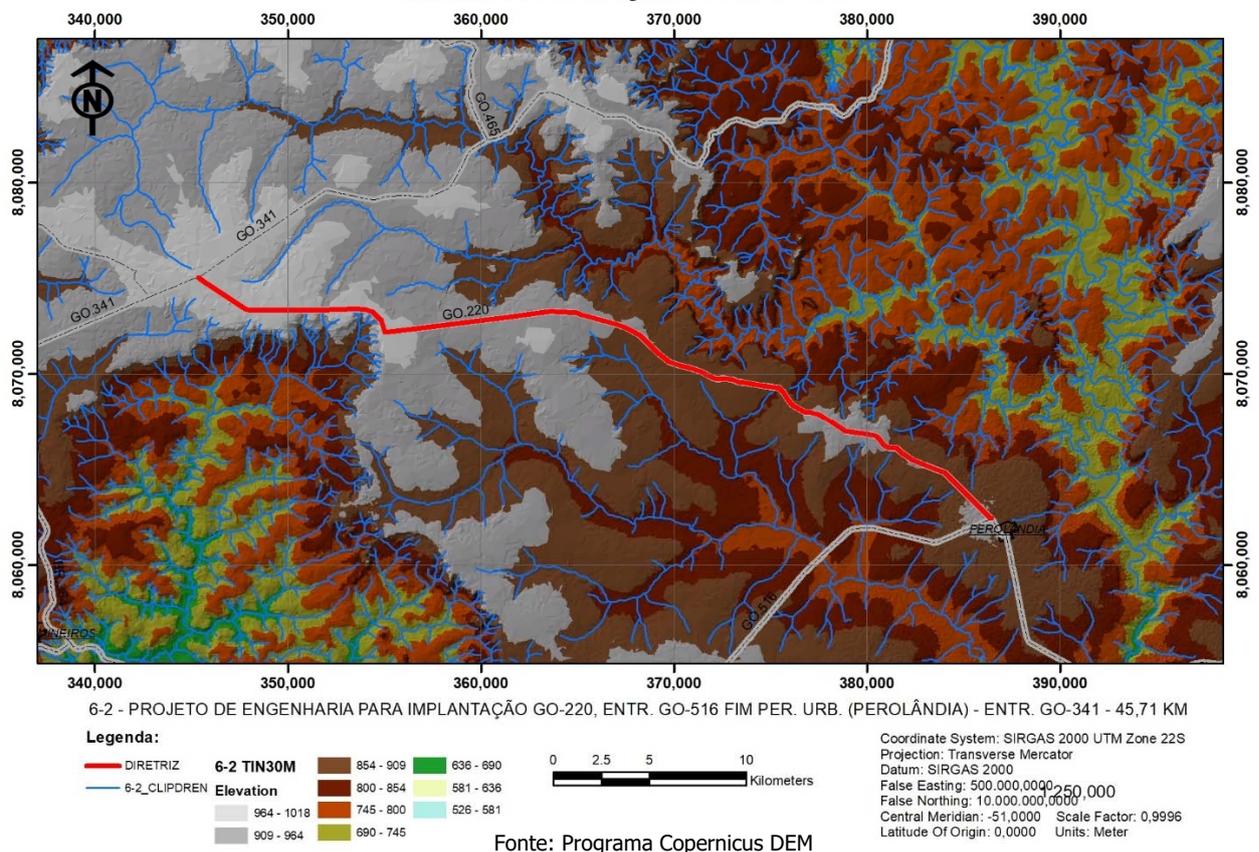
Perfil Geomorfológico no trecho entre Jataí e Rio Verde



Relevo

O traçado atravessa uma região com relevo movimentado, varia de suave ondulado a ondulado, com altitudes variando de uma máxima de 997m, a 3 km do entroncamento com a GO-341 no início do trecho (993m), a um mínimo de 854m no km 32, elevando-se para 899m no final do trecho no entroncamento com GO-341.

MAPA DE ELEVAÇÃO DO RELEVO



2.3.3.3 PEDOLOGIA

Pedologia é o estudo do desenvolvimento do solo próximo à superfície. O perfil do solo geralmente mostra uma sequência de camadas (chamadas de horizontes) que se estende de 1,5 m a 3,0 m abaixo da superfície. As propriedades destes horizontes refletem os materiais que lhe deram origem e a influência dos fatores ambientais, tais como clima, inclinação do talude e a vegetação, sobre o processo de formação. Este sistema classifica os solos de acordo com as características dos horizontes sucessivos.

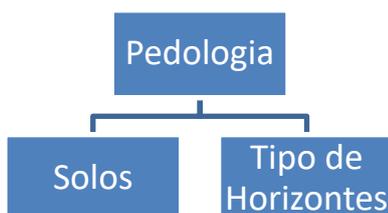
O solo constitui o recurso natural mais intensamente utilizado para atender às necessidades de produção contínua de alimentos nas quantidades e variedades exigidas pela humanidade. Historicamente, no Brasil, o estudo do solo aplicado à Construção vem sendo desenvolvido a partir de 1937, quando foi montado o primeiro núcleo de pesquisa (formado no IPT, Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo).

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

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

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

A abordagem aqui efetuada é de elevado grau de generalização. Os dados referentes aos solos identificados na região provêm de levantamentos pedológicos em que as unidades de mapeamento são, em sua maioria, constituídas por associações de solos. A potencialidade agrícola retratada neste estudo reflete avaliações interpretativas das características dos solos predominantes na unidade de mapeamento, consideraram-se, também, parâmetros inerentes à topografia predominante na área estudada. Para permitir uma interpretação mais adequada nos perfis pedológicos, propõe-se neste trabalho, citar os principais elementos que possam caracterizar o solo na região em projeto. O método utilizado para desenvolver este estudo, baseia-se na divisão dos seguintes parâmetros:



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

Dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos confirmam que existem grandes erosões em todo o Estado e são decorrentes de vários fatores entre os quais se destacam os desmatamentos, principalmente das matas ciliares, e o inadequado uso do solo na urbanização, na agricultura e na pecuária.

As voçorocas dificilmente são recuperadas e impossibilitam o uso do solo e chegam a atingir quilômetros, levando sedimentos para os rios e provocando o assoreamento dos mesmos.

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

Quadro 2.3.1 - CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA DOS SOLOS			
Grupo	Agente		Denominação
Solo Sedentário	Solo Residual	Ítemperismo	Blocos, pedregulhos, areia, silte, argila
	Solo Cumulativo	Vida vegetal	Turfa, manga
		Vida animal	Depósitos calcários
Solos Transportados	Solo Sedimentar	Gravidade	Blocos (coluvião)
		Água	Pedregulho, areia, silte, argila (aluvião)
		Gelo	Till, drift
		Vento	Depósitos eólicos, areia, loess

O sistema de classificação pedológica é muito usado em agronomia, sendo pouco usado na engenharia civil, embora possa ser de muita valia na fase de estudo para uma obra rodoviária.

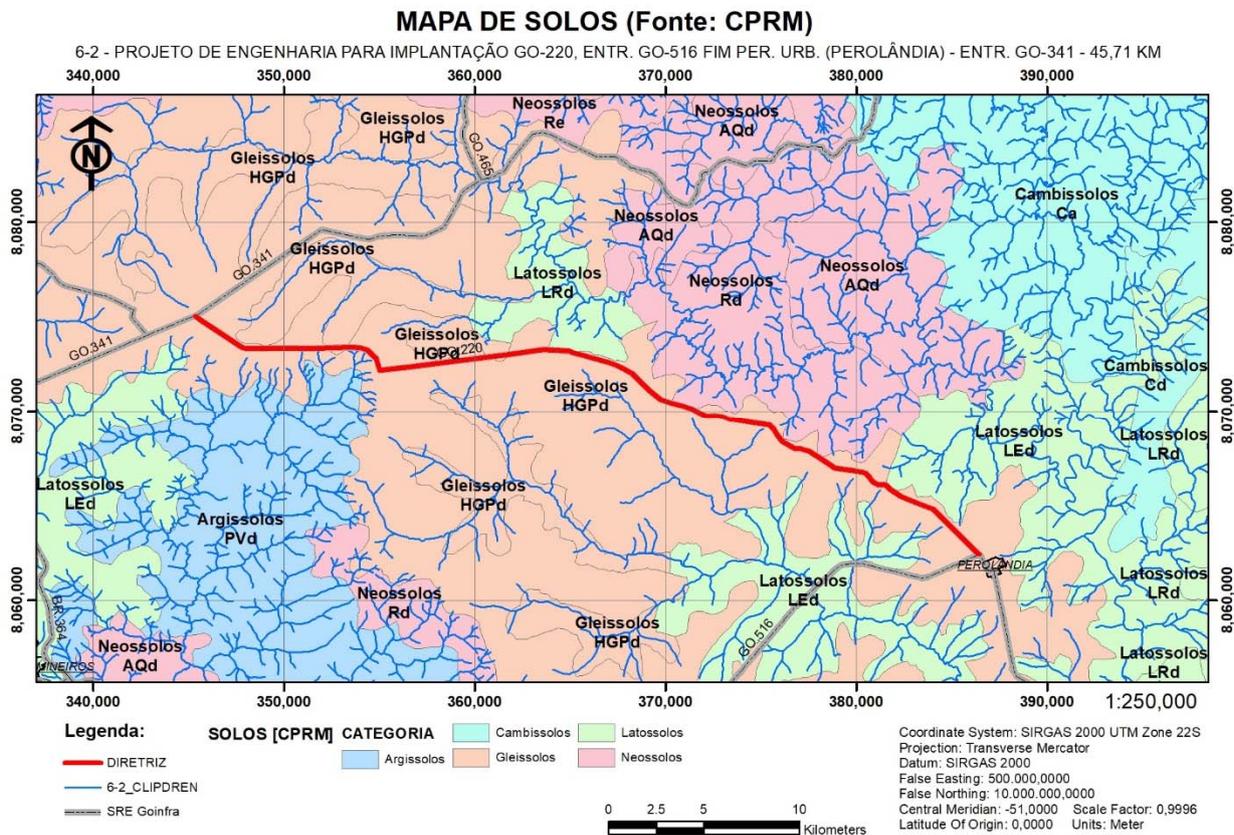
Quadro 2.3.2 - ORDENS E SUB-ORDENS DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA	
ORDEM	SUB-ORDEM
Zonal São solos bem desenvolvidos (maduros), pois houve tempo suficiente para que o estado de equilíbrio final com a natureza fosse alcançado; Profundos, com os horizontes A, B e C bem diferenciados e cujas características são bem mais desenvolvidas em regiões altas com taludes suaves e boa drenagem.	Latossolos Podzólicos Podsol Brunizem (Solo de Pradana) Bruno não calcico, Desértico Tundra
Intrazonal Podem ser formados em locais de topografia suave com clima úmido e nível de água próximo a superfície; Em regiões áridas ou próximas do mar resultando uma concentração de sais solúveis muito grande; Alguns solos do grupo apresentam um alto teor de montmorilonita, com comportamento não desejado na engenharia geotécnica.	Salino (Haomórfico) Hidromórfico Grumossolo
Azonal Características pouco desenvolvidas, devido a formação recente. A natureza do relevo e do material original impede o desenvolvimento de características típicas do clima onde ocorrem. Não possuem o horizonte B e os horizontes constituintes são pouco espessos e apoiados sobre o horizonte C ou sobre a rocha.	Litossolo Regussolo Aluvial Cambissolo

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

Os solos do Estado de Goiás encontram-se quase sempre relacionados às rochas subjacentes. Assim, aos complexos básicos e ultrabásicos, associam-se solos férteis como os Brunizem avermelhados, Terra Roxa Estruturada e Latossolos Roxos distróficos. Os Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos aparecem em diversas áreas, em forma de manchas. Na Bacia Sedimentar do Paraná desenvolvem-se solos do tipo Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolos Vermelho-Amarelos. Nas áreas correspondentes às

depressões do Araguaia e do Tocantins desenvolvem-se Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos e grandes extensões com cobertura detritico-lateríticas.

Localmente, conforme **dados obtidos no SIEG-GO** o trecho em projeto atravessa uma região de Gleissolos HGPd, em terras mais elevadas, evitando-se os cursos d'água, conforme o Mapa de Solos apresentado abaixo:



Gleissolos

Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Caracterizam-se, assim, pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.

São definidos pelo SiBCS (Embrapa, 2006) como solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei, que pode ser um horizonte subsuperficial (C, B ou E) ou superficial A. O horizonte superficial apresenta cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

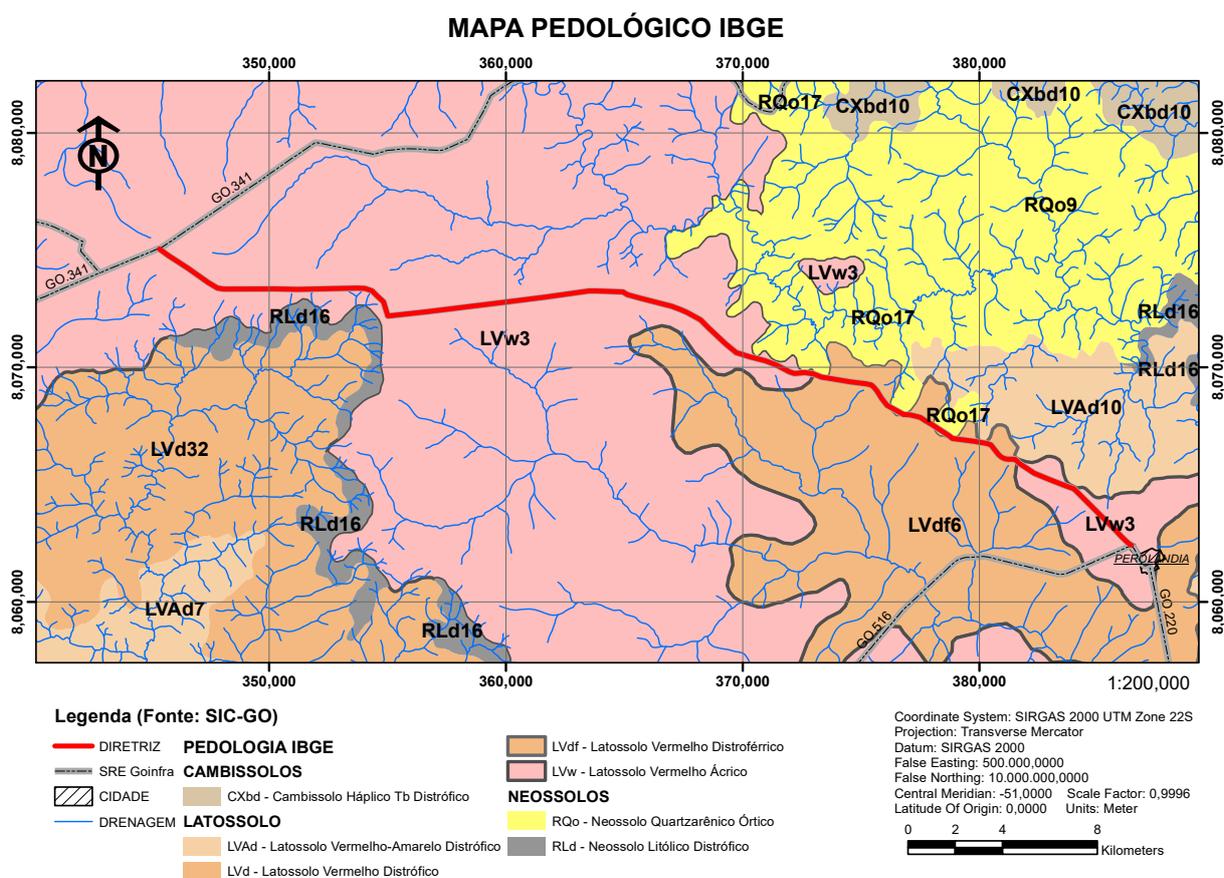
O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda a precipitação de compostos ferrosos.

Podem apresentar horizonte sulfúrico, cálcico, propriedade solódica, sódica, caráter sálico, ou plintita em quantidade ou posição não diagnóstica para enquadramento na classe dos Plintossolos.

O manejo adequado dos Gleissolos requer cuidados com a drenagem pelo risco de causar precipitação de enxofre (formação de jarosita), adoção de correção de acidez e de teores nocivos de alumínio à maioria das plantas e adubação de acordo com a necessidade da cultura.

Avaliando os dados **pedológicos obtidos do IBGE**, o qual considera o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos revisado e ampliado em 2018, temos uma nova classificação de solos com as seguintes caracterizações pedológica local:

- **LVw** - Latossolo Vermelho Ácrico
Solos com caráter ácido em um ou mais horizontes dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (Oliveira, 1999b, p. 57, perfil IAC 1.457).
- **LVdf** - Latossolo Vermelho Distroférrico
Solos com saturação por bases < 50% e teores de Fe₂O₃ (pelo H₂SO₄) de 180 g kg⁻¹ a < 360 g kg⁻¹ de solo, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
LVdf6 - Latossolos Vermelhos Distroférricos + Plintossolos Háplicos Distróficos + Latossolos Vermelhos Distróficos



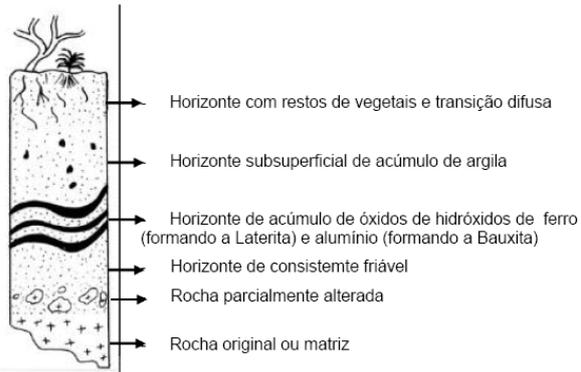
Como os demais latossolos, têm também grande homogeneidade de características ao longo do perfil, são bem drenados e de coloração vermelho-escuro, geralmente bruno-avermelhado-escuro. A estrutura é quase sempre do tipo for te pequena granular com aparência de “pó de café”.

A presença de quantidade significativa de óxidos de ferro (entre 180 e 400 g.kg⁻¹) faz com que, em campo, apresente atração moderada a forte pelo imã (quando secos e pulverizados).

Originam-se de rochas básicas e têm grande ocorrência no País, especialmente na parte do território referente à bacia do Paraná, derivados de basaltos da Formação Serra Geral (Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). São importantíssimos pelo seu elevado potencial agrícola, sendo responsáveis por grande parcela da produção agrícola nacional, podendo-se destacar a produção de cana-de-açúcar em São Paulo, e uma grande variedade de grãos na Região Sul.

Latossolo ou Solo Laterítico

Esquema do Solo



O termo "Latosol" deriva de "laterite" e "solum", ambos de origem latina, significando, respectivamente, tijolo ou conotando material altamente intemperizado, e solo, foi proposto pelo pedólogo americano Charles E. Kellog, em uma conferência americana sobre classificação de solos realizada em Washington em 1949. Os Latossolos, como utilizado no Brasil, guardam certa correspondência com os Oxisols, Sols Ferralíticos e Ferralsols dos sistemas americano, francês e FAO, respectivamente.

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

1. Características: solos formados sob influência direta do clima, bem desenvolvidos.
 - Coloração vermelha, laranja, amarela ou castanha;
 - Poroso, profundo, com textura variável;
 - Envelhecido e estável;
 - Minerais primários pouco resistentes, assim como o limo, encontram-se ausentes ou em baixa porcentagem;
 - Teores de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio elevados;
 - Pequena diferença entre horizontes.
2. Clima: forma-se em regiões de clima tropical úmido, de intensa umidade e calor, portanto maior decomposição dos materiais, com pouca erosão;
3. Formação: Na época das chuvas a água da superfície lava os horizontes (lixiviação), transportando óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, que são depositados nos horizontes intermediários.

Na época da seca, como o solo fica seco, a água sobe por capilaridade, a partir dos lençóis freáticos (iluviação), transportando para cima óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio que são depositados nos mesmos horizontes intermediários, onde se formam as crostas lateríticas ou ferruginosas e a bauxita.
4. Vegetação: predomina a floresta tropical e arbustos de tronco tortuoso "Cerrado".
5. Utilidade:
 - Favoráveis à mecanização no cultivo, se forem declives suaves;
 - Construção de tijolos;
 - A terra roxa: propícia para a agricultura de cana-de-açúcar, café, algodão e soja.

Estes solos são tipicamente encontrados em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões a pluviosidade é geralmente alta e contém terrenos geologicamente antigos. Assim sendo, os solos dessas regiões são constantemente "lavados" pelas intensas chuvas. Nesse processo de lavagem os nutrientes são progressivamente perdidos, resultando os solos pobres em nutrientes.

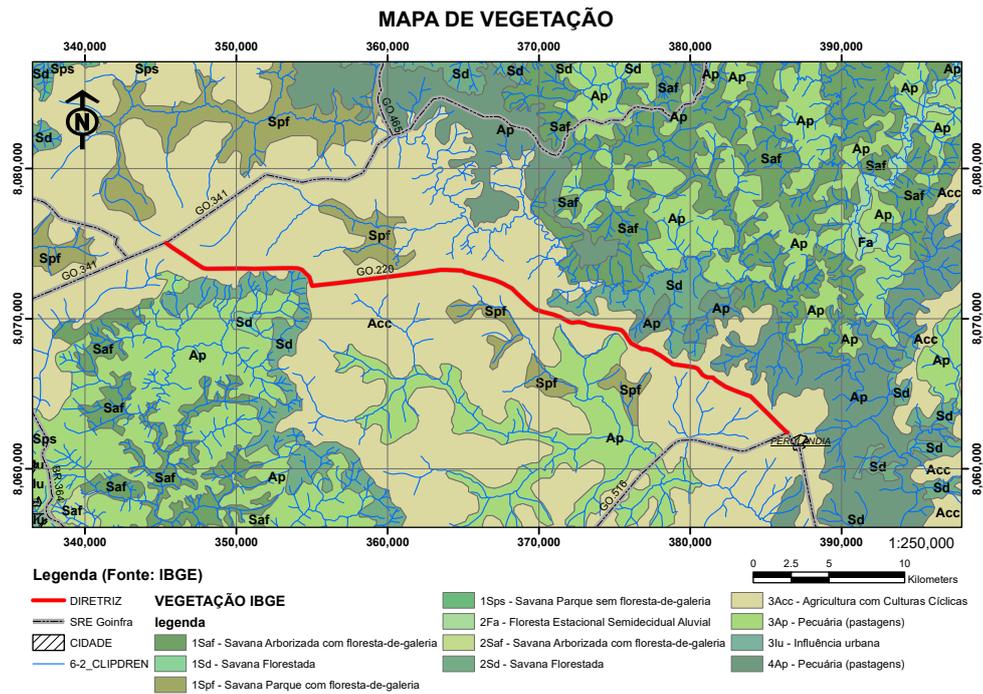
2.3.3.4 Vegetação e uso da terra

A vegetação das terras na área de influência da rodovia configura-se de pastagens (Ap) para pecuária e presença de savana arborizada com floresta de galeria. As formações savânicas remanescentes são serpenteadas por florestas-de-galeria e floresta ciliar nas áreas onde ocorrem cursos d'água e vertentes, com pequenas áreas de transição nas áreas onde ocorrem contatos entre as tipologias anteriormente citadas. Ocorrem também, em menor frequência, as formações savana parque.

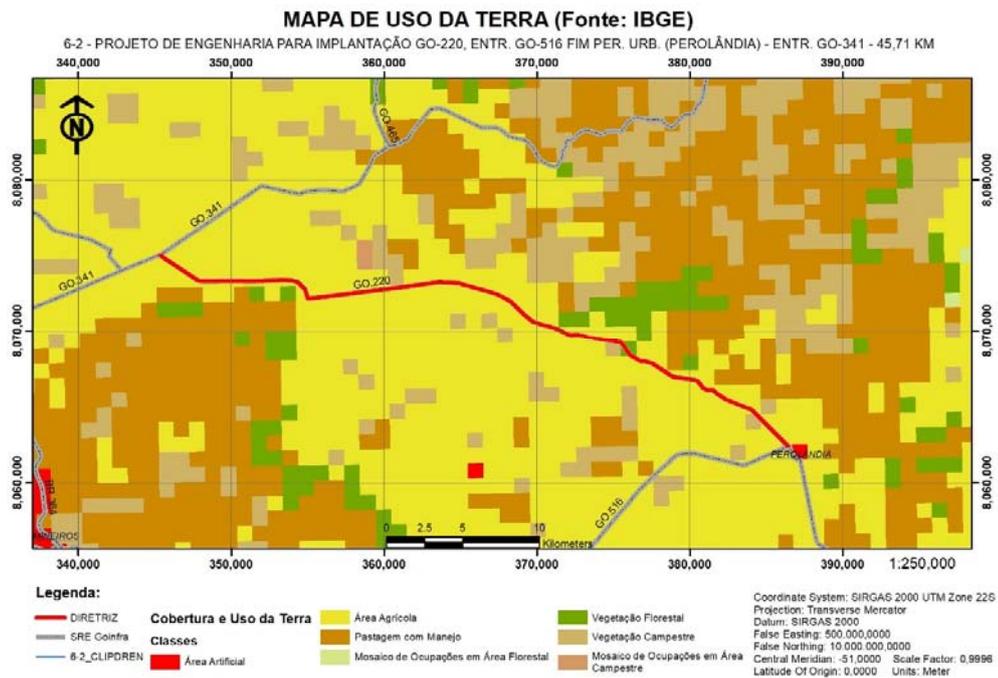
A seguir são caracterizadas as formações vegetais identificadas na região.

- **Formações Savânicas:** A Savana (Cerrado) é conceituada como uma vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional (mais ou menos seis meses secos), podendo não obstante ser encontrada também em clima ombrófilo (IBGE, 1991). Conforme conceito adotado pelo Projeto RADAMBRASIL (MAGNAGO et al., 1983) o termo Savana se refere às várias formações herbáceas da zona neotropical intercaladas por pequenas plantas lenhosas até arbóreas, em geral serpenteadas por florestas-de-galeria. A Savana pode ser subdividida conforme sua fisionomia em quatro subgrupos de formação, quais sejam: Savana Florestada (Cerradão), Savana Arborizada (Cerrado sentido restrito), Savana Parque (Parque de Cerrado) e Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo) que podem ou não apresentar floresta-de-galeria. No caso em questão ocorrem predominantemente a Savana Arborizada de pequeno porte, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa.
 - **Savana Arborizada (Cerrado sentido restrito):** "O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após a queima ou corte. Os troncos das plantas em geral possuem cascas com cortiça grossa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade" (RIBEIRO e WALTER, 1998).
Savana Parque (Parque de Cerrado): É um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito (RIBEIRO e WALTER, 1998). Na área ocorrem principalmente associadas a solos rasos. Apresentam evidências de queimadas sazonais e apresentam em seu estrato gramíneo principalmente o capim agreste (*Panicum* sp.).
- **Formações Florestais**
 - **Floresta-de-galeria** – Esta formação é definida por RIBEIRO e WALTER, 1998 como uma vegetação florestal composta por espécies perenifólias que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre os cursos d'água.
 - **Floresta Ciliar** – Entende-se por mata ciliar ou floresta ciliar, a vegetação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte da região do cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral essa mata é relativamente estreita em ambas as margens, dificilmente ultrapassando 100 metros. É comum a largura em cada margem ser proporcional à do leito do rio, embora em áreas planas essa largura possa ser maior. A mata ciliar ocorre geralmente em terrenos acidentados, podendo haver uma transição nem sempre evidente para outras fisionomias florestais como Mata Seca e Cerradão (EMBRAPA-CPAC, 1988).
 - **Floresta Estacional Decidual** - Este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco. Ocorre na forma de disjunções florestais, apresentando o estrato dominante macro ou mesofanerofítico predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável.
 - **Floresta Estacional Decidual Submontana** - Nesta formação, encontram-se dispersas as maiores disjunções do tipo florestal decidual, apresenta uma fisionomia ecológica com mais de 50% de seus ecotipos sem folhas na época desfavorável.

A ação antrópica vem substituindo a vegetação natural por área de pastagem e de cultivo. Esta substituição acentuada com a ocupação deverá ser considerada na definição dos coeficientes de escoamento no projeto de drenagem.



No Mapa de Uso dos Solos demonstram-se a destinação econômica dada às áreas da região.



Constata-se que a diretriz atravessa áreas com agriculturas cíclicas mescladas áreas remanescentes de Savana Arborizada. Considerando os elementos constantes do mapa de uso do solo/vegetação observa-se que do ponto de vista hidrológico as condições não são “boas”, pois áreas com culturas anuais (irrigadas ou não) ¹, são consideradas “más” nas ocasiões de terra desnudas pela colheita, o que aumenta o escoamento superficial, sendo “boas” nas áreas cobertas de vegetação campestre (savanas) e pastagem ².

¹ São plantadas em contorno, entretanto durante o mês de dezembro, quando ocorrem eventos pluviométricos significativos, as terras podem se encontrar desnudas ou com as plantas com altura insuficiente para constituir-se numa barreira significativa ao escoamento, uma vez que o plantio na região é feito entre setembro e novembro. As culturas irrigadas na região são feitas durante o período seco, no período úmido estas áreas são ocupadas por culturas anuais semelhantes as demais áreas. Assim adotou-se a condição “má”.

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

3.5 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Avaliando os solos quanto sua vulnerabilidade ambiental em função das informações provenientes dos temas: geologia, geomorfologia, vegetação, solos e clima.

A estabilidade ou vulnerabilidade, a resistência ao processo natural de erosão das unidades de paisagem natural é definida pela análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo, vegetação e clima.

Ou seja, cada unidade territorial básica recebe um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação empírica, que busca representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo. Dentro desta escala de vulnerabilidade as unidades territoriais básicas são classificadas conforme o Quadro das Classes de Vulnerabilidade:

$$VULNERABILIDADE = \frac{G + R + S + V + C}{5}$$

, onde:

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

V = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

CLASSES DE VULNERABILIDADE	
GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muita Baixa	1,0 – 1,4
Baixa	1,4 – 1,8
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,2 – 2,6
Muito Forte	2,6 – 3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al (1996)

Dentro desta escala de vulnerabilidade as unidades territoriais básicas são classificadas conforme os Quadros 2.3.5a e 2.3.5b.

Quadro 2.3.5b - Modelo de integração e representação de dados temáticos.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
			VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8		255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6		255	204	0	
U6	2,5	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	255	0	
U7	2,4		204	255	0	
U8	2,3		153	255	0	
U9	2,2		102	255	0	
U10	2,1	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	51	255	0	
U11	2,0		0	255	0	
U12	1,9		0	255	51	
U13	1,8	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	
U14	1,7		0	255	153	
U15	1,6		0	255	204	
U16	1,5		0	255	255	
U17	1,4		0	204	255	
U18	1,3	ESTÁVEL	0	153	255	
U19	1,2		0	102	255	
U20	1,1		0	51	255	
U21	1,0		0	0	255	

Diferentes tipos de solo podem apresentar susceptibilidade diferenciada à erosão, mesmo para condições semelhantes de declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo. Essas diferenças são devidas às propriedades do próprio solo e são denominadas erodibilidade do solo. A vulnerabilidade do solo ou a sua susceptibilidade à erosão é a recíproca da sua resistência à erosão. As propriedades do solo que mais influenciam a sua erodibilidade, são aquelas que afetam a taxa de infiltração da água no solo, associada à sua resistência ao cisalhamento.

Segundo a aplicação destes procedimentos técnico-operacionais foram obtidos dois graus diferenciado de vulnerabilidade: forte e muito baixa, havendo para a área de estudo uma variação de Muito Baixa até Muito Forte (Ver Mapa Vulnerabilidade). Mas é preciso ressaltar que estes resultados podem não refletir as características da área. Por exemplo, nem sempre o relevo mais dissecado é de fato mais frágil, ou ao contrário, nem sempre o relevo pouco dissecado é realmente mais estável. Pois a

fragilidade depende também do tipo de rocha, dos solos, do uso da terra e do regime de chuvas. Isto quer dizer que a valorização do relevo/ declividade pode definir uma fragilidade muito forte para uma área muito dissecada, mas que na realidade as demais variáveis poderiam amenizar sua vulnerabilidade, ou ainda, poderia determinar uma fragilidade muito fraca para uma área de relevo estável, mas que as outras variáveis poderiam acentuar sua vulnerabilidade.

O grau de vulnerabilidade para as unidades de paisagem será descrito a seguir:

1,0 a 1,3

As regiões com índices de 1,0 a 1,3 foram consideradas **estáveis** do ponto de vista da vulnerabilidade, onde há o predomínio da pedogênese. Estão associadas a áreas pouco dissecadas, com pequenas variações altimétricas (inferiores a 48,5 metros) e baixas declividades (inferiores a 10,3%).

As rochas encontradas nessa região apresentam um alto grau de coesão compostas principalmente, por quartzitos, riólitos, granitos, migmatitos e gnaisses. Os solos predominantes são os latossolos bem profundos e ocorrem em áreas com floresta densa.

1,4 a 1,7

As regiões com índices de 1,4 a 1,7 foram consideradas **moderadamente estáveis** do ponto de vista da vulnerabilidade, onde há o predomínio da pedogênese. Vale ressaltar que os valores mais altos (próximos a 2,0) estão tendendo a um equilíbrio entre pedogênese/morfogênese, enquanto que os menores (próximos a 1,0) tendem a pedogênese.

Essas áreas são um pouco mais dissecadas do que a anterior, apresentam variações altimétricas de 39 a 84,5m e declividades que variam de 10,3 a 19,8%.

As rochas encontradas nessa região são compostas por sienitos, dioritos, basaltos, gabros, biotita, dentre outras. Os solos predominantes são os latossolos e os argissolos, que ocorrem sobre florestas estacionais semidecíduais.

1,8 a 2,2

As regiões com índices de 1,8 a 2,2 foram consideradas **medianamente estáveis/vulneráveis**, onde há o equilíbrio da pedogênese/morfogênese.

Essas áreas apresentam altimetrias que variam de 84,5 a 132 metros e declividades que variam de 19,8 a 32,1%.

As rochas encontradas nessa região são compostas por anfíbolitos, xistos, filitos, metassiltitos, ardósias e matargilitos. Os solos predominantes são os argissolos, que ocorrem sobre florestas estacionais semidecíduais, savanas arbóreas e cerradões.

2,3 a 2,6

As regiões com índices de 2,3 a 2,6 foram consideradas **moderadamente vulneráveis**. Essas áreas apresentam dissecação maior do que as anteriores, com altimetrias que variam de 132 a 170 metros e declividades que variam de 32,1 a 42,4%.

As rochas encontradas nessa região são compostas por mármore, arenitos quartzosos, conglomerados e grauvacas. Os solos predominantes são os cambissolos, que ocorrem sobre savana e formação pioneira.

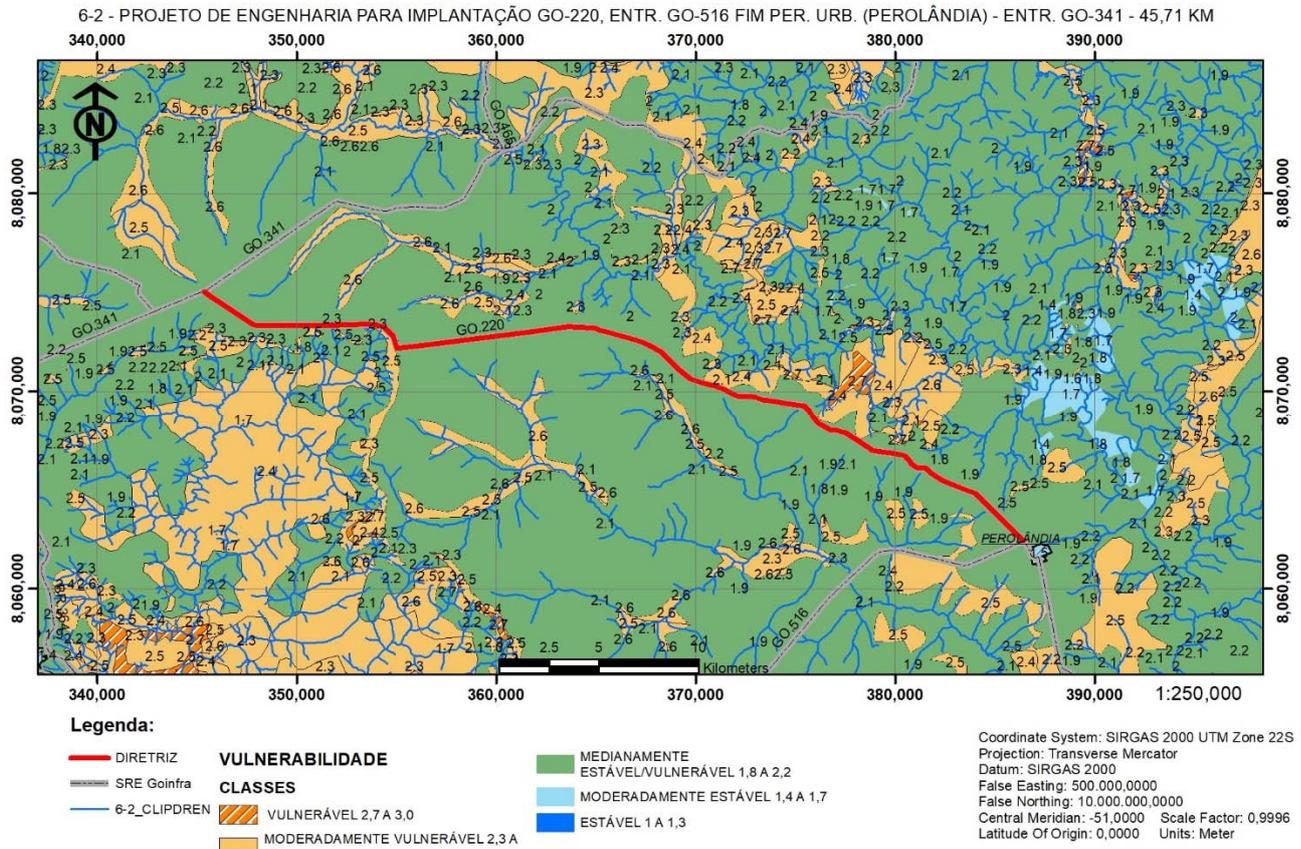
2,7 a 3,0

As regiões com índices de 2,7 a 3,0 foram consideradas **vulneráveis**, onde prevalece a morfogênese. Essas áreas apresentam altíssima dissecação, com altimetrias maiores de 141,5 metros e declividades superiores a 34,6%.

As rochas encontradas nessa região são compostas por siltitos, argilitos, folhelhos, calcários, dolomitos e sedimentos inconsolidados. Os solos são rasos e os predominantes são os neossolos, vertissolos,

gleissolos, plintossolos e afloramentos rochosos, que ocorrem sobre savana gramíneo-lenhosa, campo rupestre, pastagem, cultura anual, cultura perene e reflorestamento.

MAPA DE VULNERABILIDADE



Fonte: SIEG-GO

Análise das Informações

A análise da caracterização geotécnica com o uso de mapas de solos, associados aos fatores geomorfológicos podem ser esclarecedores sobre o comportamento do solo na construção civil. É importante enfatizar que numa mesma classe pedológica o comportamento do solo pode variar de acordo com os fatores geomorfológicos, a exemplo do clima.

Sabendo que a Pedologia é utilizada para fins agrícolas, convém destacar que a mesma pode vir a esclarecer diversos pontos que suscitam dúvidas quando se trata, principalmente, de grandes obras de engenharia (estradas, barragens, canais,...).

Considerando o mapeamento pedológico **fornecido pelo IBGE** e apresentado no item 2.3.3.3, tem-se o predomínio dos **Latossolos** (LVw Latossolo Vermelho Ácrico). Os latossolos apresentam boa permeabilidade e reduzida suscetibilidade à erosão. Apesar de, em geral, associado a baixos valores de declividade, os latossolos em função de suas características texturais e geotécnicas, demandam taludes de cortes mais suaves e maiores cuidados com o lançamento das saídas d'água. Enquanto que nos cambissolos a permeabilidade e a suscetibilidade à erosão dependem da profundidade da camada impermeável. As características geotécnicas destes materiais são propícias à construção rodoviária.

Avaliando a vulnerabilidade ambiental da região atravessada pela rodovia em função da geologia, geomorfologia, vegetação, solos, clima e uso do solo, tem-se: **vulnerabilidade moderada a medianamente estável (1,8-2,2).**

2.3.3.6 Geologia

Na natureza geológica destacam-se a **litologia** (tipos de rochas e suas variações), **estratigrafia** (empilhamento das diversas unidades), **tectônica** e **estruturação** (deformações por dobramentos e fraturamentos), **sedimentologia** (ambientes de formação das rochas supracrustais) e **geoquímica** (composição química das diferentes rochas).

O conhecimento do substrato rochoso é de extrema relevância e importância, pois através deste torna-se possível compreender e explicar as características do meio físico e tipos litológicos, os processos e ações de intemperismo, processo de formação dos solos, bem como o potencial de percolação da água superficial e subterrânea na formação dos correspondentes aquíferos. Assim, os estudos geológicos dão condições de analisar e concluir em relação às características físicas do substrato rochoso a sua compatibilidade e restrição com a obra que irá ser implantada.

Goiás apresenta uma evolução e constituição geológica representadas por rochas muito antigas até rochas consideradas mais jovens. Entre o conjunto de rochas presentes no estado destacam-se as faixas de terrenos tipo *Greenstone Belt* (grupos Pilar de Goiás, Guarinos, Crixás e Goiás), a evolução do *rift* Paleo-Mesoproterozóico (grupos Araí e Serra Dourada), diversos ambientes responsáveis pela deposição de coberturas sedimentares (grupos Bambuí, Araxá e Paranoá), inúmeras seqüências vulcano-sedimentares de diferentes idades e contextos geológicos (arcos de ilha neoproterozóicos, seqüências da borda oeste dos complexos acamadados), a presença de complexos máfico-ultramáficos diferenciados (Niquelândia, Barro Alto, Cana Brava e Americano do Brasil), a evolução fanerozóica (sinéclise paleozóica – Bacia do Paraná), além de diversas intrusões de corpos graníticos de diferentes ambientes geológicos e idades, o magmatismo alcalino cretáceo e a sedimentação cenozóica vinculada aos maiores cursos fluviais e à evolução geomorfológica regional.

Por seus contextos geológicos complexos, apresenta então uma grande variedade de rochas, com origens e idades de formação distintas. Faz-se de grande importância o entendimento da evolução geológica da região de Goiás, para que deste modo se possa melhor caracterizar os diversos tipos de rocha que abrangem estas regiões, propiciando a escolha do melhor uso de cada um em prol da comunidade.

Os conhecimentos de geologia dos estados de Goiás são limitados. Porém, apesar da carência de dados geocronológicos e principalmente de cartografia geológica de semidetalhe atualizada, é possível, com o uso das associações litoestratigráficas, das estruturas geológicas regionais e das informações litogeoquímicas e geocronológicas extraídas da literatura, estabelecer a disposição dos principais compartimentos tectônicos da região.

Em termos de macro compartimentação da geologia do território brasileiro há um quase consenso entre os principais pesquisadores da necessidade de divisão do território em grandes províncias. No caso de Goiás, duas grandes províncias dominam a sua geologia, conforme a conceituação de Almeida et al. (1977) (figura 2.1):

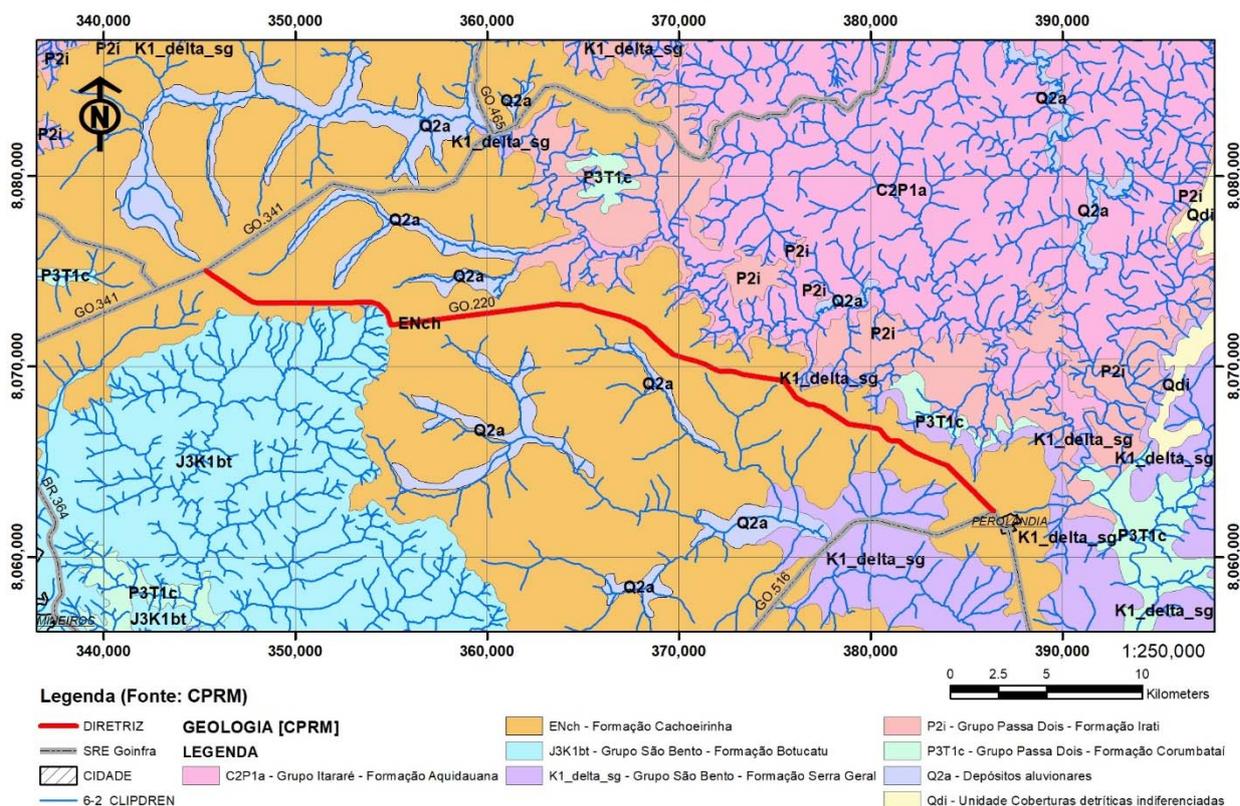
1. Província Tocantins, estruturada durante o Ciclo Brasileiro e segmentada em subunidades geotectônicas;
2. Bacias Sedimentares Fanerozoicas, mais jovens que 540 Ma.

Apresentamos na sequência a unidade litoestratigráfica atravessada pela diretriz de projeto:

- ✓ **ENch - Formação Cachoeirinha**

Figura 2.3.8

MAPA DE GEOLOGIA



ESTRATIGRAFIA

LEGENDA 2	LITOTIPO1	GEOTEC_5	GEOTEC	GEOTEC_3	GEOTEC_2	NOME_UNIDA	ERA_MAXIMA	ERA_MINIM	SUBCLAS2	SUBCLAS1	GEOTEC_1	LITOTIPO2	SIGLA_UNID	ROTULO
ag ENch - Formação Cachoeirinha	Argilito, Arenito, Depósitos de areia	Bacia Bauru	Bacia do Paraná	Bacia do Paraná	Bacias Paleomesozóicas	Cachoeirinha	Cenozóico	Cenozóico	Clástica	Clástica, Sedimentos inconsolidados	Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	Conglomerado	ENch	ENch

LEGENDA	SIS_ID_MAX	SIS_ID_MIN	EON_ID_MAX	EON_ID_MIN	GEOTEC_4	HIERARQUIA	QDL_ID_MAX	ERIOD_MII	EPOCA_MAX	PERIOD_MAX	EPOCA_MIN	MET_ID_MA	MET_ID_MIN	CLAS_ROCI
ENch - Formação Cachoeirinha	Estratigráfico/Estrutural	Estratigráfico/Estrutural	Fanerozóico	Fanerozóico	Fanerozóico	Formação	Indireta	Neogeno	Paleoceno	Paleogeno	Plioceno	Relações de campo	Relações de campo	Sedimentar (ou Sedimentos)

COBERTURAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS ► BACIAS CENOZÓICAS ► FORMAÇÕES SUPERFICIAIS ► FORMAÇÃO CACHOEIRINHA (ENCh):

ENCh – Formação Cachoeirinha

A Formação Cachoeirinha foi proposta por Gonçalves & Schneider (1970) para reunir sedimentos que ocorrem no Distrito de Cachoeirinha, próximo a Poxoréu (MT), e red denominação da Unidade C descrita por Oliveira & Muhlmann (1965) para sedimentos que ocorrem a leste de São Vicente (MT). Contudo, a red denominação não foi plenamente aceita como unidade estratigráfica por autores que incluíam os seus litótipos nas coberturas lateríticas (Olivatti & Ribeiro Filho, 1976; Marques et al., 1981).

Penna et al. (1975) descrevem a Formação Cachoeirinha como composta de lentes argiloarenosas lateríticas intercaladas com níveis de conglomerados. Contudo, a unidade compreende lentes centimétricas a decimétricas de conglomerados com clastos subarredondados a arredondados de quartzo, arenito e silexito em matriz argilosa, bem como sedimentos areno-argilosos vermelhos, lamitos com grânulos angulosos, argilitos cinza com estratificação incipiente e arenitos mal classificados.

Estratigraficamente se assenta sobre superfície de aplainamento desenvolvida em rochas do Carbonífero, Permiano, Jurássico e Cretáceo em Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Sua gênese está relacionada à deposição de fluxos de massa gravitacionais e retrabalhamento de antigos depósitos fluviais, evidenciado pela presença de seixos arredondados. Em alguns locais, como na região de Rio Verde

(GO), afloram próximo de zonas de falha normal, o que sugere que o evento tectônico do final do Cretáceo teria reativado antigas falhas regionais NW e NE com conseqüente formação de pequenos hemigrabens que acolheriam estes sedimentos (Scislewiski et al.,2000). Segundo Pena & Figueiredo (1972) a espessura é da ordem de 20 a 30 m, podendo alcançar até 70 m. Apesar da ausência de fósseis, estudos geomorfológicos sugerem que a unidade é do Terciário. Por capear uma superfície de aplainamento pliocênica, Schobbenhaus et al. (1984) a consideram de idade pliocênica. Braun (1971) admite que a unidade é do Terciário pela relação genética com o Ciclo Sul-Americano.

GEODIVERSIDADE

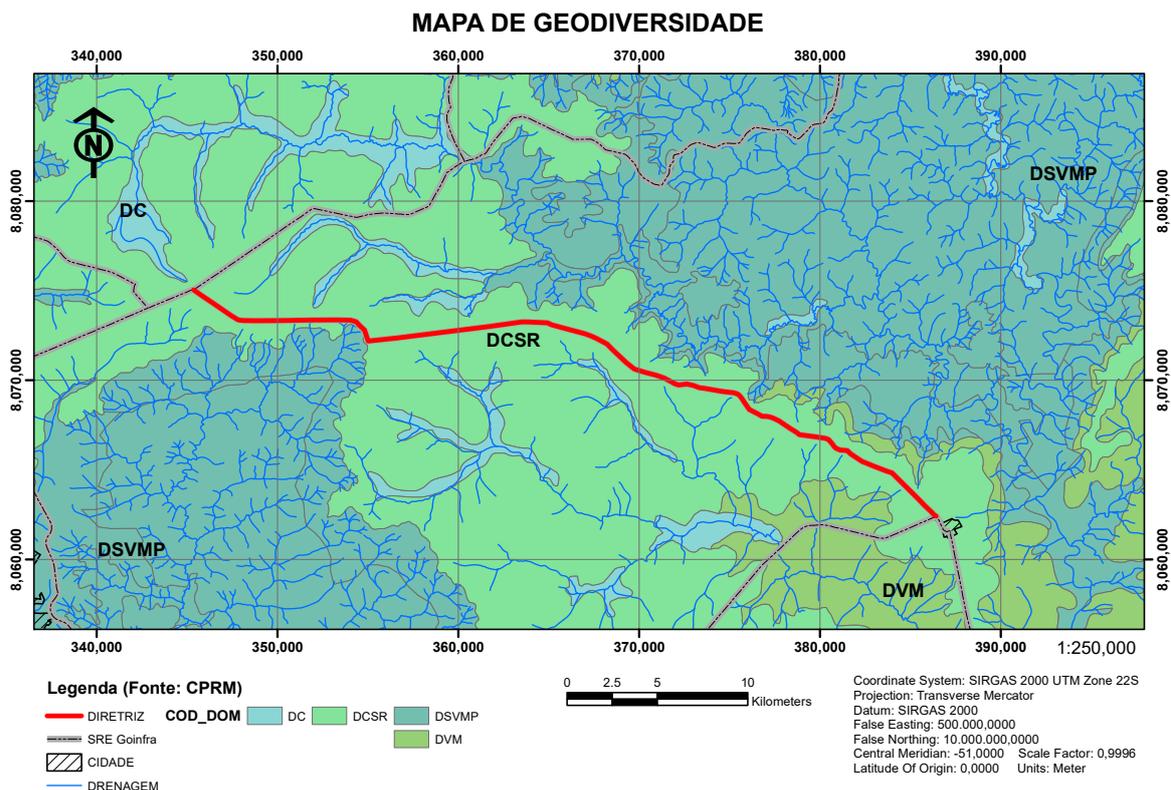
Elaborado pelo CPRM o conhecimento da geodiversidade ajuda a identificar, de maneira mais segura, as aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, bem como os impactos advindos de seu uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, **os riscos geológicos** e as paisagens naturais inerentes a uma determinada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima. Dessa forma, obtém-se um diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte para subsidiar atividades produtivas sustentáveis (Figura 1.2).

No mapa de biodiversidade apresentamos as unidades atravessadas cujas principais características são descritas na seqüência quanto a adequabilidades, potencialidades e limitações frente ao uso e à ocupação.

A única unidade atravessada é a **DCSR**.



Figura 1.2 - Principais aplicações da geodiversidade. Fonte: Silva et al. (2008b, p. 182).



DCSR - DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS INDIFERENCIADOS CENOZOICOS, RELACIONADOS AO RETRABALHAMENTO DE OUTRAS ROCHAS, GERALMENTE ASSOCIADOS A SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO (DCSR)



- *Elementos de definição e área de ocorrência:*

O domínio DCSR apresenta-se sob a forma de camadas ou lentes horizontalizadas de diferentes espessuras, assentadas sobre superfícies de aplainamento. No estado de Goiás essas superfícies são extensas e ocorrem, em parte, no extremo nordeste, no sopé da serra Geral de Goiás (divisa do estado de Goiás com a Bahia). Outras porções são observadas no leste, parcialmente dentro da área do DF e a maior parte, no sudoeste do estado, depositadas sobre rochas da bacia do Paraná.

O domínio é representado por sedimentos clásticos de diferentes tipos, depositados no Cenozoico sob a forma de camadas ou lentes de espessura variável, com boa continuidade lateral. Consistem em sedimentos pouco consolidados das unidades geológicas Formação Cachoeirinha, Coberturas Arenosas Indiferenciadas e Depósitos Colúvio-eluviais, representados por areia, silte, argila, cascalho e, localmente, laterita, oriundos da erosão e retrabalhamento de rochas das unidades adjacentes.

- *Formas de Relevo:*

Esse domínio se apresenta, principalmente, sob a forma de terrenos sutilmente mais elevados que as superfícies adjacentes e com topos aplainados, do tipo planaltos, chapadas e platôs. Ao serem dissecados apresentam, em suas bordas, rebordos erosivos e evoluem para terrenos colinosos, que ocorrem apenas localmente.

- *Obras de Engenharia:*

O empilhamento de camadas horizontalizadas e não deformadas que compreendem o domínio **DCSR** condiciona a uma boa homogeneidade geotécnica lateral. Verticalmente, as variações faciológicas e reológicas entre as camadas poderiam condicionar problemas em taludes de corte, mas não foram observados, neste domínio, problemas geotécnicos dessa natureza. Os sedimentos pouco consolidados e de baixa resistência ao corte e à penetração proporcionam boa escavabilidade, com utilização de ferramentário leve, não sendo necessário o uso de explosivos. As características citadas, associadas aos relevos aplainados observados neste domínio, fazem com que este seja apropriado para implementação de obras de engenharia.

Mapa de Risco

Considerando os diversos elementos fisiográficos o CPRM elaborou o mapa de risco geológico, elencando as seguintes variações:

- ❖ A - DC, DCM, DCSR

Terrenos formados por sedimentos inconsolidados, por vezes material heterogêneo, com áreas suscetíveis à inundação, abatimentos e à contaminação do lençol freático.

- ❖ B - DCDL

Terrenos com manto de alteração com baixa susceptibilidade a erosão hídrica e muito baixa susceptibilidade a movimentos de massa

- ❖ C – DSMC, DSP1, DSVP1, DVM, DSVMP, DSVE

Terrenos portadores de rochas com grande homogeneidade geomecânica lateral e manto de alteração espesso. Possui baixa susceptibilidade natural a movimentos de terra, deslocamentos e quedas de blocos, mas possui alto potencial de erosão hídrica.

- ❖ D – DCA, DCGR1

Terrenos portadores de rochas homogêneas, porém de pouco a muito fraturadas, o que condiciona alta susceptibilidade a queda de blocos. O manto de intemperismo é raso e geralmente arenoso, o que condiciona alta susceptibilidade a erosão hídrica e baixa susceptibilidade para movimentos de massa.

❖ E – DCMU

Terrenos com baixa heterogeneidade geomecânica, que condicionam baixa susceptibilidade a queda de blocos e deslocamentos. Manto de alteração espesso confere baixa susceptibilidade à erosão hídrica e proteção ao aquífero subjacente

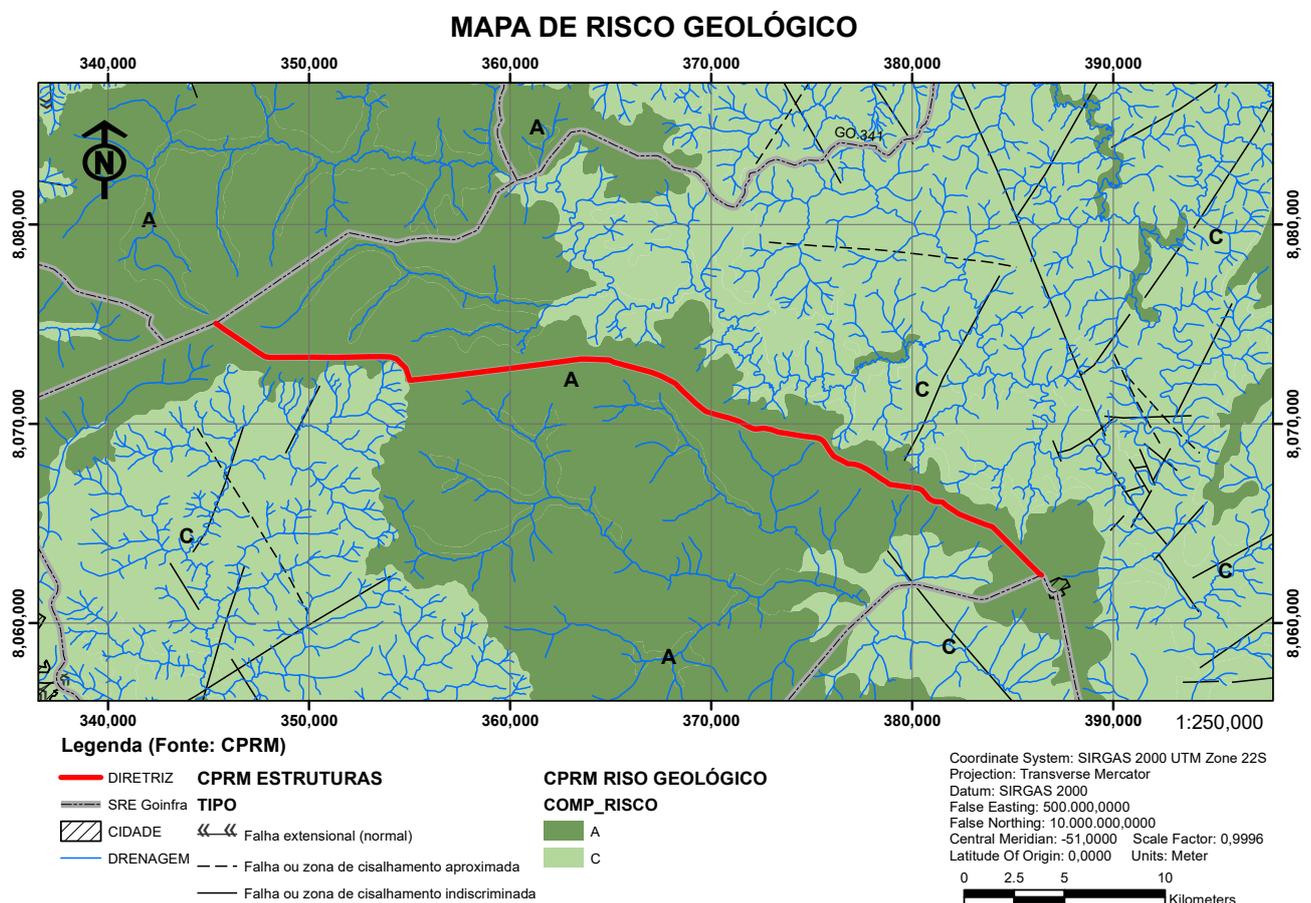
❖ F – DGB, DSP2, DSVP2

Terrenos portadores de rochas com moderada a alta heterogeneidade lateral, que condiciona a moderada susceptibilidade de deslocamentos e movimentos de massa

❖ G – DCGMGL, DCGR2, DCGR3

Terrenos portadores de rochas com grande heterogeneidade lateral, possuindo alta susceptibilidade a desprendimento de blocos e placas. O manto de intemperismo é raso e altamente suscetível a movimentos de massa e outros processos erosivos

De acordo com o mapa a diretriz atravessa uma região com classificação A, contendo terrenos formados por sedimentos inconsolidados, por vezes material heterogêneo, com áreas suscetíveis à inundação, abatimentos e à contaminação do lençol freático.



Dentro da região de estudo encontra-se falhas ou zona de cisalhamento, conforme verificado na figura do Mapa de Risco, mas não representam problemas para implantação da obra linear.

Classificação e características das rochas

O Quadro 2.3.4 apresenta uma classificação das rochas, com base na sua origem, em três grupos principais. Esta classificação, muito sintética, inclui apenas os tipos de rocha mais importantes.

Quadro 2.3.4 - Classificação Geral de Rochas Comumente Encontradas		
Ígneas (solidificadas a partir do estado de liquefeito)		
Cristalinas granulação graúda	Cristalinas granulação fina (ou cristais e vidro)	Fragmentárias cristalinas ou vítreas
Origem: intrusão profunda vagarosamente esfriada	Origem intrusão razoável vulcânica rapidamente esfriada	Origem: fragmentos vulcânicos explosivos depositados como sedimentos
Granito	Minerais Claros e Quartzosos Crescentes	
Piorito		
Gabro		
Nota: Os nomes das rochas so baseadas no conteúdo mineral a cor pode ser usada como indicação grosseira, conforme notado acima.	Especialmente vidro (esfriado rapidamente poucos cristais ou ausência deles)	
	Obsidiana Retinito, etc.	Aglomerado (Detritos Vulcânicos Graudos e finos)
Sedimentares (sedimentos transportados por água, ar, gelo e gravidade)		
Depositados Mecanicamente	Depositados Quimicamente ou Bioquimicamente	
A. Não consolidados:	A. Calcários	
Argila Silte Areia Cascalho Pedregulhos	De acordo com o tamanho das partículas	Pedra Calcárea (CaCO ₃)
		Dolomita (CaCO ₃ MgCO ₃)
		Marga (Xisto Argiloso Calcáreo)
		"Caliche" (Solo Calcáreo)
		"Coquina" (Pedra Calcárea de Conchas)
B. Consolidados:	B. Siliciosos	
Folhelho (Argila Consolidada)	Silex Córneo Pederneira Agata Calcedonia	Depósitos nas fontes, enclaves de veias e das cavidades
Siltitos (Silte Consolidado)		
Arenito (Areia Consolidada)		
Conclomerado (Cascalhos ou pedregulhos redondos consolidados)		
Brecha (Fragmentos angulares)		
	C. Outras:	
	Hulha, fosfato, salinas, etc	
Metamórficas (rochas ígneas ou sedimentares modificadas por calor ou presso)		
A. Folhadas		
Ardósia: Densa, Escura, Fende em Lâminas... (Folhelho Metamorfoseado)		
Xisto: Predominantemente Micacea, Lamelas semiparalelas		
Gnaiss: Granular, com faixas, micaceo subordinadamente		
B. Maciças		
Mármore: cristalina com elementos graúdos, calcários (Pedra Calcárea Metamorfoseada)		
Quartzito: Densa, muito dura, quartzoso (Arenito metamorfoseado)		

Hidrogeologia:

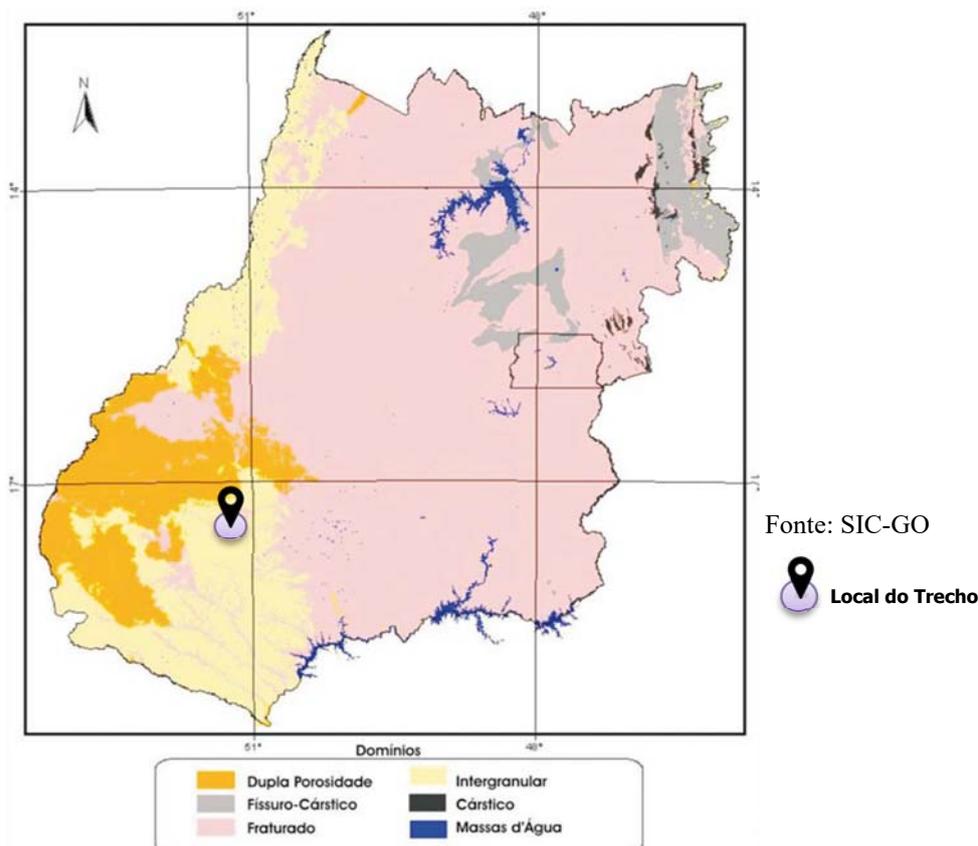
Hidrogeologia é a ciência que estuda todos os aspectos relacionados à água subterrânea, incluindo a caracterização das unidades hidrogeológicas, distribuição, composição química natural, contaminação, definição de parâmetros hidrodinâmicos, controle geológico da disponibilidade, tipos e padrões de fluxo, potencial dos aquíferos, cartografia, locação e construção de poços, além dos demais aspectos relacionados aos controles da presença de água em subsuperfície.

Goiás é a unidade da federação que apresenta o maior número de províncias: Escudo Central, São Francisco, Escudo Oriental, Paraná, Centro-Oeste e Parnaíba. Com tamanha diversidade e heterogeneidade, a caracterização hidrogeológica regional é um desafio complexo.

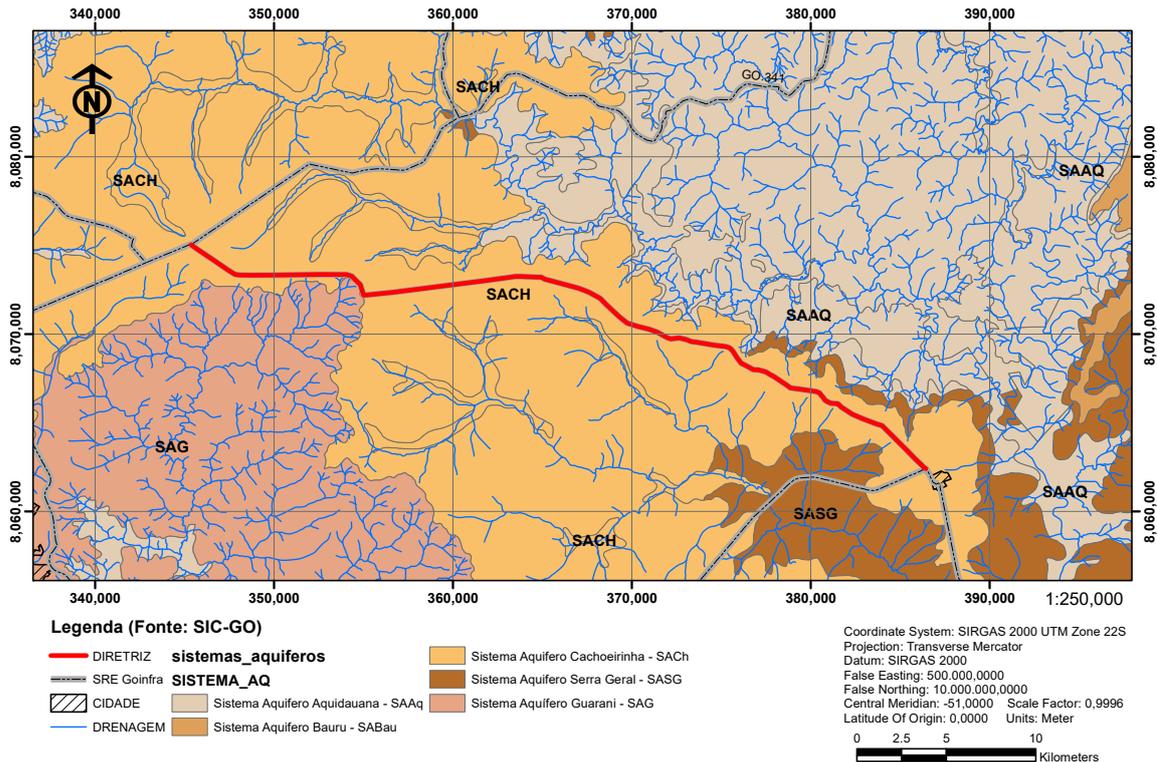
Apresentamos a seguir na Tabela 10.1 a proposta de classificação dos aquíferos do estado de Goiás.

GRUPO	DOMÍNIO	SISTEMA AQUIFERO	SÍMBOLO	Litologia/Solo Predominante
Freático	Intergranular	Freático I	F ₁	Neossolos Quartzarênicos
		Freático II	F ₂	Latossolos
		Freático III	F ₃	Argissolos e Nitossolos
Profundo	Intergranular	Bambu	SABAU	Arenitos friáveis
		Cachoeirinha	SACH	Areia inconsolidada
		Urucuia	SAU	Arenitos friáveis
		Araguaia	SAAG	Areia e Cascalho
		Cristalino Oeste	SACW	Granitos e Gnaisses
	Fraturado	Cristalino Noroeste	SACNW	Granitos e Gnaisses
		Cristalino Nordeste	SACNE	Granitos e Gnaisses
		Cristalino Sudeste	SACSE	Granulitos
		Greenstone Belts	SAGB	Metavulcânicas e Metassedimentares
		Complexos Acamados	SACA	Metultramáficas e Ultramáficas
		Arai	SAAR	Quartzitos
		Canastra	SACf	Filitos
		Araxá	SAAX	Xistos
		Serra da Mesa	SASM	Xistos
		Paranoá	SAP ₁ q ₁	Metarritmitos, Quartzitos
		Paranoá	SAP _s a	Metassiltitos, Ardósias
		Paranoá	SAP _a	Ardósias
		Paranoá	SAP ₃ q ₃	Metarritmitos, Quartzitos
		Paranoá	SAP _r ₄	Metarritmitos argilosos
		Bambu	SABf	Siltitos, Folhelhos, Arcóseos
	Serra Geral	SASG	Basaltos	
	Dupla Porosidade	Furnas	SAF	Arenitos arcoseanos
		Ponta Grossa	SAPG	Arenitos
		Aquidauana	SAAQ	Arenitos argilosos
		Guarani	SAG	Arenitos
	Fissuro-Cárstico	Ouvidor-Catalão	SAOC	Carbonatitos
		Bambu	SABfe	Lentes de Calcário
		Paranoá	SAPp _{pe}	Lentes de Mármore
		Canastra	SACfe	Lentes de Mármore
	Cárstico	Bambu	SABc	Calcários, Dolomitos

Tabela 10.1 – Proposta de classificação dos aquíferos subterrâneos do estado de Goiás.



MAPA DE HIDROGEOLOGIA



O traçado percorre o grupo Profundo do domínio Intergranular, sistema aquíferos Cachoeirinha (SACH) :

- O Sistema Aquífero Cachoeirinha (SACH) é constituído por arenitos argilosos friáveis associados à Formação Cachoeirinha. Trata-se de um conjunto de aquíferos livres ou semiconfinados, homogêneos e relativamente isotrópicos, com ampla continuidade lateral e com grande importância das funções filtro e reguladora.



As espessuras totais mais comuns são de até 30 metros embora em alguns casos possam superar os 50 metros. A espessura saturada média é considerada de 20 metros.

Os dados do cadastro de pontos d'água indicam uma vazão média de 9,5 m³/h com máxima de 60 m³/h (18 poços). Estes dados são considerados muito elevados e não compatíveis com as características físicas do sistema aquífero. Supõe-se que, para os casos onde não há disponibilidade de acesso a perfis geológicos ou construtivos, na prática a captação principal se dá a partir dos basaltos do SASG ou arenitos puros do SAG. O valor modal de 05 m³/h obtido do cadastro deve representar um valor mais próximo da média esperada.

Dados de apenas um ensaio de bombeamento realizado em poço situado neste sistema resultou nos seguintes dados: condutividade hidráulica de $1,0 \times 10^{-6}$ m/s e transmissividade de $1,5 \times 10^{-4}$ m²/s. Este resultado comprova que o poço não explora água exclusivamente do Sistema Cachoeirinha, pois foi realizado com dados de uma espessura saturada de 150 metros, que é mais que o dobro da máxima espessura total descrita para a formação homônima.

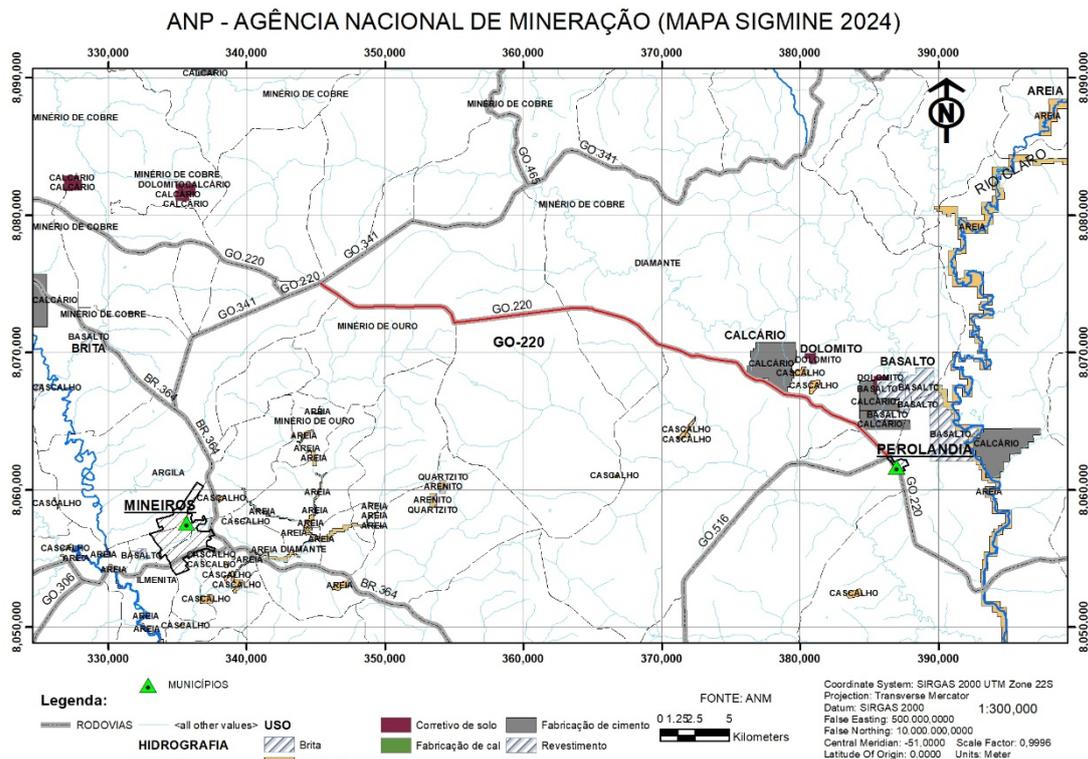
Trata-se de um sistema aquífero de difícil exploração e desenvolvimento complexo dos poços uma vez que o material friável e argiloso que o compõe causa turbidez na água e a própria perfuração é dificultada (com constantes desmoronamentos). Assim poucos poços tubulares profundos exploram exclusivamente águas neste contexto e o mais comum é o revestimento completo da seção perfurada nos arenitos, com colocação de filtros e captação direta de fraturas dos basaltos da Formação Serra Geral, ou de arenitos puros do Grupo Bauru imediatamente sotopostos.

2.3.3.7 Ocorrência de Materiais (DNPM)

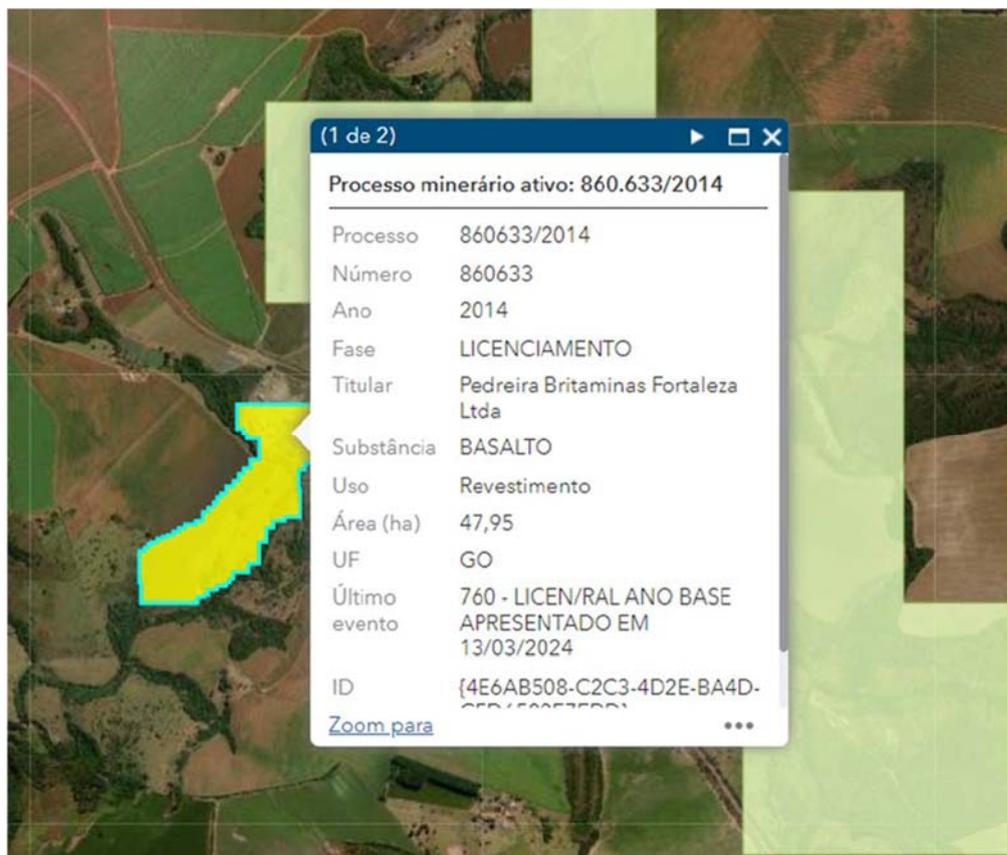
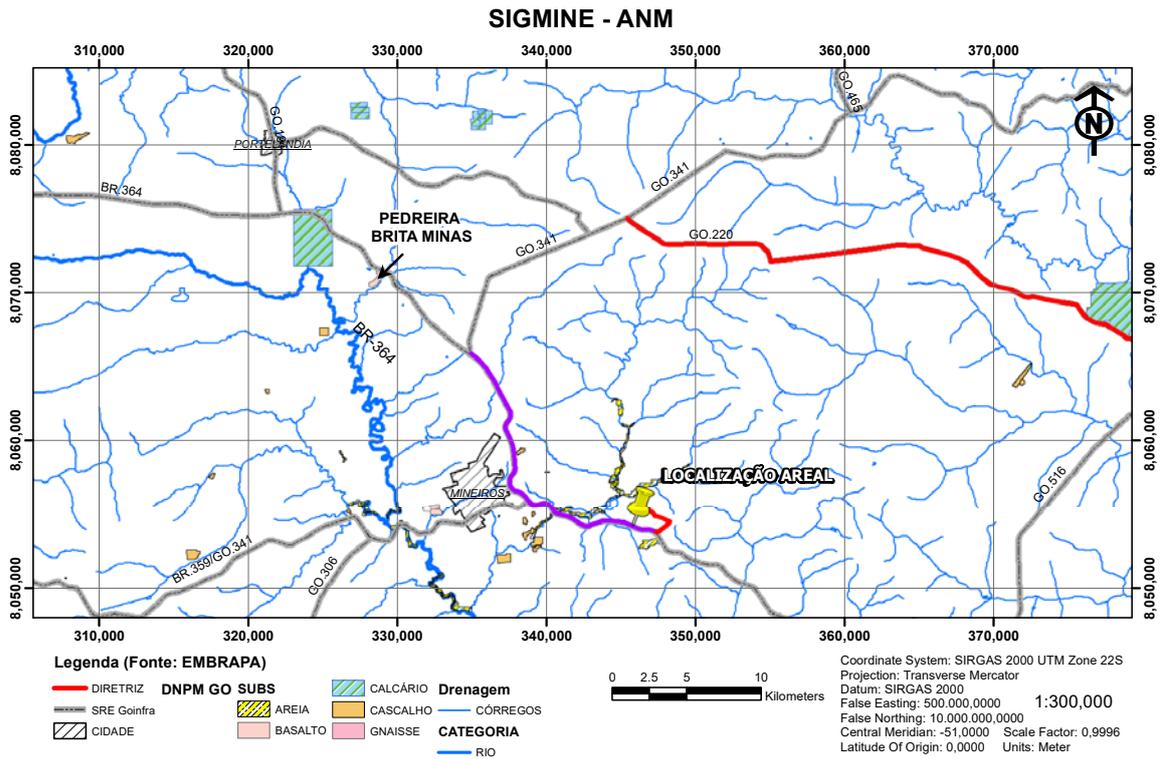
Visando obter conhecimento sobre a existência de possíveis fontes de materiais "in natura" e em exploração comercial de cascalho, areia, brita, bem como indústria de cimento localizada na região de interesse, foram avaliados os processos em licenciamento no Departamento Nacional de Produção Mineral. Apresentamos a seguir o mapa avaliado.



Com o mapa foi possível analisar as possíveis ocorrências. As indicadas nos estudos geotécnicos foram revisitadas estando aptas para uso.



De posse dos mapas SIGMINE fizemos uma busca na região para identificação das fontes, as escolhidas são as apresentadas a seguir.



Pedreira Britaminas Fortaleza Ltda



Fonte: Projetista

Areal Porto de Areia Mineiros Ltda

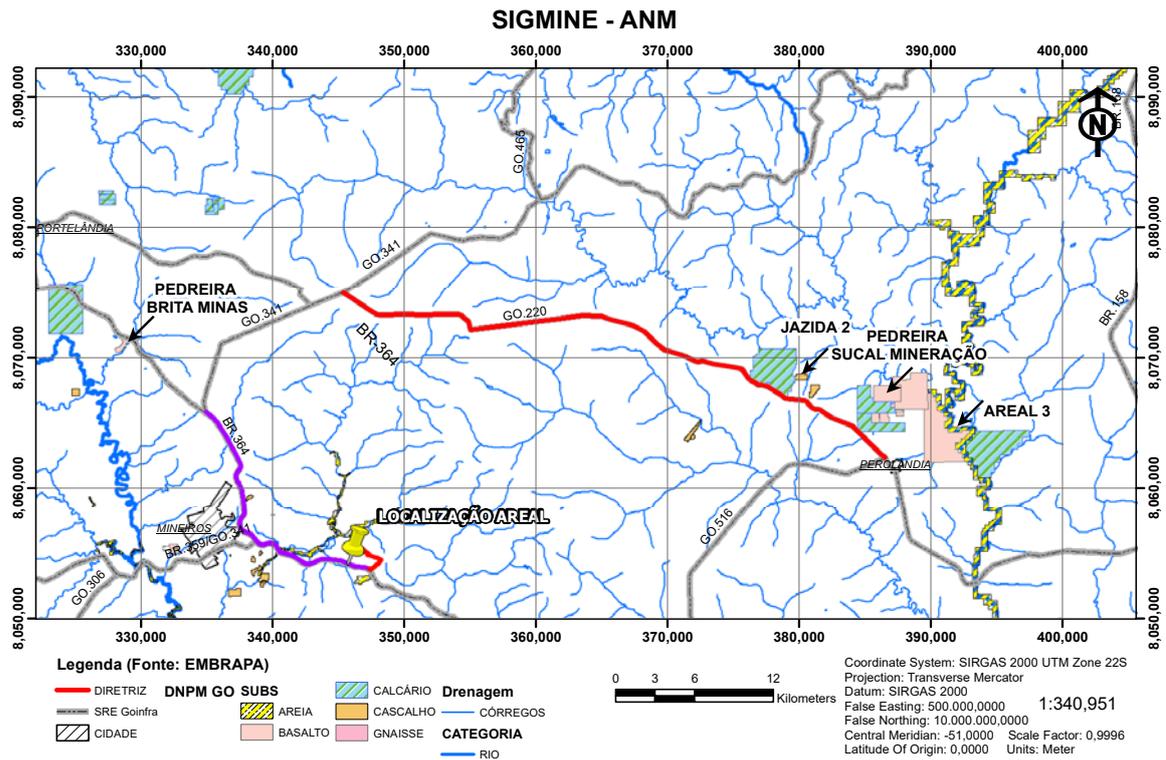
- Licença 002/2023
- Processo 2022026196
- Validade da Licença..... 03/04/2028
- Material Areia Lavada
- Proprietário..... Porto de Areia Mineiros Ltda.
- CNPJ..... 44.206.814/0001-52
- Endereço..... Fazenda Cruz de Malta, Mineiros – GO.
- Área Poligonal do Areal..... 49,89 ha
- FornecimentoAreia Lavada
- Contato..... (64) 3661-8601/ (64) 99973-2910

Areal – Porto de Areia Mineiros

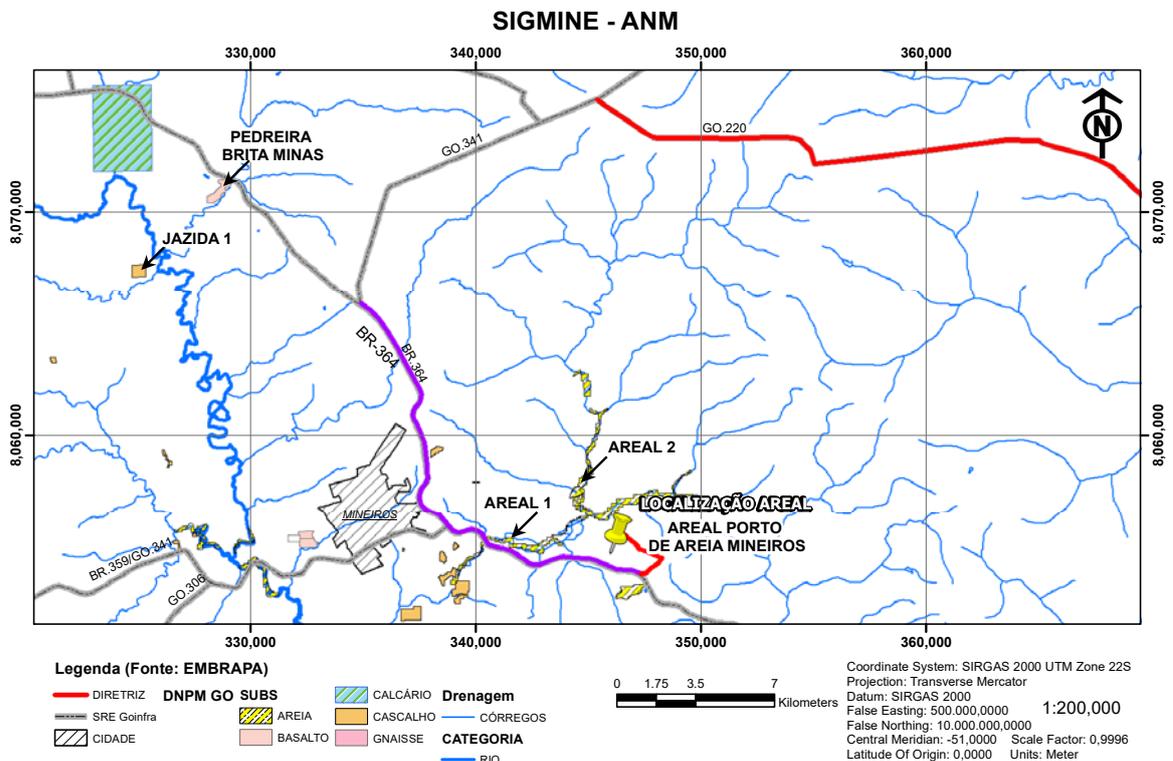


Fonte: Projetista

Outras fontes fornecidas pelo mapa SIGMINE avaliadas foram:



A pedraira Sucal Mineração Ltda localizada a 4,50 km de Perolândia foi visitada. Constatou-se que possui licença vencida, portanto, encontra-se temporariamente sem produção de brita e não há previsão de retomada da exploração. Mesmo assim o foco é produção para calcário agrícola, o que poderia prejudicar um fornecimento para os erviços de concreto e pavimentação.



Os areais 1 e 2 estão próximos de Mineiros e do areal indicado para a obra, que foi o Areal Porto de Areia Mineiros Ltda. O Areal 3 está próximo a Perolândia (no final do trecho) com expectativa de uso de areia natural do Rio Claro, porém este areal está em processo de licenciamento, não estando em operação.

AREAL 1:

NUMERO	860432
ANO	2017
AREA_HA	49.72
FASE	LICENCIAMENTO
ULT_EVENTO	730 - LICEN/LICENCIAMENTO AUTORIZADO PUBLICADO EM 03/05/2022
NOME	ANTÔNIO FERNANDES DA SILVA FILHO
SUBS	AREIA
USO	Construção civil
UF	GO
DSProcesso	860.432/2017

AREAL 2:

NUMERO	861544
ANO	2021
AREA_HA	172.84
FASE	REQUERIMENTO DE PESQUISA
ULT_EVENTO	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 08/10/2021
NOME	FERNANDA TEIXEIRA SILVA
SUBS	AREIA
USO	Construção civil
UF	GO
DSProcesso	861.544/2021

AREAL 3:

NUMERO	860868
ANO	2019
AREA_HA	1981.07
FASE	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA
ULT_EVENTO	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 28/07/2022
NOME	Cláudio Dornelas Gonçalves
SUBS	AREIA
USO	Construção civil
UF	GO
DSProcesso	860.868/2019

Foram encontras jazidas de cascalho no SIGMINE na região de Mineiros (jazida 1) e próximos ao trecho (jazida 2), no entanto com distância de transporte maior do que as jazidas indicadas no projeto, cuja manifestação de interesse foram assinadas pelos proprietários.

JAZIDA 1:

ANO	2014
AREA_HA	33.02
FASE	LICENCIAMENTO
ULT_EVENTO	2118 - LICEN/BAIXA LICENCIAMENTO – LIBERADA PARA EDITAL EM 06/08/2019
NOME	Virglina Maria de Oliveira
SUBS	CASCALHO
USO	Brita
UF	GO
DSProcesso	861.021/2014

JAZIDA 2:

NUMERO	861061
ANO	2017
AREA_HA	44.9
FASE	LICENCIAMENTO
ULT_EVENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 09/06/2022
NOME	JUNIO SERGIO COSTA DE ASSIS
SUBS	CASCALHO
USO	Construção civil
UF	GO
DSProcesso	861.061/2017

GEOTECNIA

A cartografia geotécnica, tendo como objetivo o gerenciamento de áreas naturais e urbanizadas, insere-se no campo da Geologia de Engenharia, por meio da aplicação de um conjunto de técnicas de análise e obtenção de informações geológicas de interesse à engenharia bem como das propriedades mecânicas de solos e rochas.

As características geológicas-geotécnicas do trecho levam a considerar que há pouca suscetibilidade a agravantes geotécnicos, como os litotipos silteosos, onde a susceptibilidade a erosão por escoamento concentrado de água pluviais podem desenvolver sulcos, ravinamentos e consequentes voçorocamentos.

Quanto a cortes e aterros, os litotipos não apresentam restrições, tanto nos cortes quanto nas caixas de empréstimo.

2.3.4 Conclusões e recomendações

2.3.4.1 Conclusões

Do ponto de vista geológico-geotécnico, o levantamento do trecho em estudo constatou a ausência de problemas sérios em seu leito atual e no sugerido, não aconselhando de modo alguma qualquer alteração substancial. De modo geral, o leito da pista atual se encontra muito bem conservado.

Um bom sistema de drenagem deverá ser implantado no trecho para que não haja carreamento de material e nem assoreamento da pista, visto a região possuir alto índice de precipitação pluviométrica. Os materiais de construção existentes ao longo do trecho e nas vizinhanças são suficientes e de qualidade satisfatória.

Com relação aos problemas de erosão laminar, carreamento do material da superfície do talude pela ação das águas, a prevenção é feita através de um projeto adequado da drenagem superficial, tais como os executados tradicionalmente pela GOINFRA, que emprega os dispositivos usuais, tais como:

- valetas de proteção, dispostas a montante dos "off-sets" do corpo estradal, para interceptar as águas que poderão atingir o talude do corte ou do aterro;
- sarjetas, utilizadas na plataforma da estrada para coletar a água que incide sobre a mesma ou sobre taludes de corte, conduzindo-a até poder lançá-la em ponto adequado para afastá-la do corpo estradal, com velocidade suportável pelo solo;
- descidas d'água, empregadas nos pontos baixos dos aterros e nos locais onde o fluxo d'água na sarjeta estiver próximo da capacidade de escoamento da mesma;
- dissipadores de energia, para atenuar a velocidade da água quando lançada de volta aos talwegues naturais, diminuindo o risco de erosão do terreno natural;
- meios fios e outros dispositivos, se for o caso.

2.3.4.2 Recomendações

As recomendações para execução da obra prendem-se fundamentalmente à realização dos serviços com estrita observância do projeto e das Especificações Gerais adotadas pela **GOINFRA** em cada um dos projetos de engenharia.

A realização do controle e fiscalização também deverá seguir a sistematização estabelecida nas Especificações. Deve-se ressaltar que, para ser eficaz, o controle deve ser feito antes, durante e depois da execução.

O controle antes da execução consiste, preliminarmente (preferencialmente após o desmatamento), em realizar uma vistoria em campo, durante a qual deverão ser levantadas as áreas mais sensíveis a apresentar problemas geotécnicos ou geológicos, para que sejam verificadas as conclusões dos estudos geotécnicos executados durante a fase de Projeto Executivo, havendo necessidade estes devem ser

complementados, e sejam assegurados os processos executivos constantes de seus projetos. Posteriormente deve-se verificar se os materiais a serem empregados satisfazem às especificações requeridas, se a locação do serviço a ser executado está correta, se estão bem definidas as atividades a serem desenvolvidas, se os recursos necessários são adequados e estão disponíveis e se os serviços preparatórios foram executados a contento.

O controle durante a execução consiste na verificação, à medida que os serviços progredem, das larguras, espessuras e cotas da obra em comparação às do projeto, dos volumes de serviço, dos procedimentos construtivos, das densidades obtidas etc. A simples inspeção visual e o acompanhamento da execução permitem muitas vezes detectar problemas tais como a utilização de materiais sem qualidade adequada ou execução deficiente, que poderiam, se passassem despercebidos, criar problemas para o desempenho da obra.

O controle após a execução é simples, desde que as verificações de qualidade e de quantidade tenham sido feitas adequadamente. Consistirá em verificar se não existem, ou se não surgem com a circulação dos equipamentos e veículos ao longo da obra, pontos ou áreas deficientes, que necessitem ser refeitos ou reparados desde logo.

Nota Técnica:

Este anteprojeto foi elaborado no primeiro trimestre de 2025. Na fase dos estudos geológicos e geotécnicos foram identificadas ocorrências de jazida de cascalho, areal e pedreiras próximas ao trecho da obra, sendo indicadas as de melhor binômio técnico-econômico.

Entretanto, recomendamos que na época de elaboração do projeto executivo seja feita nova consulta de disponibilidade de outras ocorrências destes materiais, e caso seja vantajosa a sua utilização, desde que com a qualidade satisfatória atendendo às normativas da Goinfra, estas sejam utilizadas na consolidação do projeto executivo, em substituição às indicadas neste anteprojeto.