

ESTADO DE GOIÁS
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
GERÊNCIA DE PROJETOS DE OBRAS RODOVIÁRIAS

VOLUME 01
RELATÓRIO DE ANTEPROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

RODOVIA: GO-213

TRECHO: SER 213EGO0020, Divisa Campo Alegre de Goiás-GO/ Catalão-GO

LOCAL: PONTE SOBRE O RIO SÃO MARCOS

EXTENSÃO: 4,02 km

**RELATÓRIO DE ANTEPROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE PONTE SOBRE O
RIO SÃO MARCOS**

OUTUBRO/2025

ESTADO DE GOIÁS
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
GERÊNCIA DE PROJETOS DE OBRAS RODOVIÁRIAS

VOLUME 01

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

RODOVIA: GO-213

TRECHO: SER 213EGO0020, Divisa Campo Alegre de Goiás-GO/ Catalão-GO

LOCAL: PONTE SOBRE O RIO SÃO MARCOS

EXTENSÃO: 4,02 km

FISCALIZAÇÃO: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

PROJETO: CONSÓRCIO SUPERVISOR GOIANO

**RELATÓRIO DE ANTEPROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE PONTE SOBRE O
RIO SÃO MARCOS**

OUTUBRO/2025

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Identificação do Trecho</i>	9
<i>Figura 2 - Perímetro urbano mais próximo: Campo Alegre de Goiás</i>	9
<i>Figura 3 - Localização</i>	10
<i>Figura 4 – Mapa de Localização</i>	10
<i>Figura 5 – Foto 1 – Visita técnica</i>	11
<i>Figura 6 – Foto 2 – Visita técnica</i>	12
<i>Figura 7 – Foto 3 – Visita técnica</i>	12
<i>Figura 8 – Foto 4 – Visita técnica</i>	13
<i>Figura 9 – Foto 5 – Visita técnica</i>	13
<i>Figura 10 – Mapa de determinação de escolha de RBMC</i>	16
<i>Figura 11 – Resumo do relatório de processamento das linhas de base, poligonal de controle</i>	18
<i>Figura 12 – Resumo do relatório de ajuste de rede de marcos – Poligonal de controle</i>	18
<i>Figura 13 – Coordenadas de Marcos de apoio, pós processados</i>	18
<i>Figura 14 – Verificação do erro relativo da planimetria</i>	20
<i>Figura 15 – Manografia de Marcos Referenciais</i>	22
<i>Figura 16 – Histograma com as precipitações referentes a média do posto Brasília.</i>	43
<i>Figura 17 – Delimitação da bacia de contribuição mediante compilação das informações obtidas na Imagem Maxar – CNES – Airbus</i>	45
<i>Figura 18 – Gráfico vazão centenária x vazão regularizada x oscilações de operação das turbinas das hidrelétricas a montante</i>	54
<i>Figura 19 – Lançamento da ponte (projeto geométrico da ponte verificada)</i>	55
<i>Figura 20 – Quadro características técnicas e operacionais</i>	62
<i>Figura 21 – Seção Tipo</i>	62

<i>Figura 22 – Seção transversal</i>	65
<i>Figura 23 – Seção transversal: Proposta 1</i>	68
<i>Figura 24 – Seção transversal: Proposta 2</i>	69
<i>Figura 25 – Corte transversal da estrutura – Proposta 2</i>	71
<i>Figura 26 – Corte longitudinal</i>	71
<i>Figura 27 – Detalhes das longarinas</i>	72
<i>Figura 28 – Detalhe das transversinas juntos aos apoios</i>	73
<i>Figura 29 – Detalhe das lajes</i>	73
<i>Figura 30 – Detalhe das travessas dos encontros</i>	74
<i>Figura 31 – Detalhe das travessas centrais</i>	74
<i>Figura 32 – Detalhe alas</i>	75
<i>Figura 33 – Detalhe das lajes de aproximação</i>	76
<i>Figura 34 – Pilares da OAE</i>	76
<i>Figura 35 – Drenos e pingadeira – Proposta 2</i>	77
<i>Figura 36 – Pré-dimensionamento das fundações</i>	80
<i>Figura 37 – Detalhe das estacas dos encontros</i>	81
<i>Figura 38 – Detalhe das estacas e blocos dos pórticos centrais (P1, P2, P3, P5, P6, P7)</i>	81
<i>Figura 38 – Detalhe das estacas e blocos do pórtico central P4</i>	82

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	8
2	MAPA DE SITUAÇÃO	9
3	VISITA TÉCNICA	11
4	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	14
4.1	Equipe Técnica.....	14
4.2	Definição da diretriz definitiva de projeto	14
4.3	Implantação da rede de marcos de apoio topográficos	15
4.4	Metodologia de implantação da poligonal de controle	15
4.5	Metodologia de implantação da poligonal principal.....	16
4.6	Verificação do erro relativo da planimetria	18
4.7	Monografia dos Marcos Topográficos.....	22
4.8	Levantamentos cadastrais planialtimétricos	23
4.9	Modelo de Ondulação Geoidal	23
4.10	Metodologia de execução do levantamento planialtimétrico.....	23
4.11	Levantamentos cadastrais de pontos notáveis	24
4.12	Levantamentos de ocorrência ambientais	24
4.13	Levantamento de ocorrências hidrológicas.....	25
4.14	Produtos a serem entregues	25
4.15	Relatórios de Informações de Estação – IBGE	26
4.16	Certificado de Calibração do Equipamento	32
4.17	Plantas Topográficas.....	41
4.18	Arquivos Brutos do Levantamento.....	41
4.19	Arquivos Editáveis.....	41
4.20	Declaração de responsabilidade das informações.....	41
4.21	Declaração de edição de malhas TIN 3D	41
5	ESTUDO HIDROLÓGICO	42

5.1	Generalidades	42
5.1.1	Aspectos Climatológicos	43
5.1.2	Pluviometria	43
5.1.3	Determinação das vazões de projeto	45
5.1.4	Classificação das bacias.....	46
5.1.5	Metodologia de Cálculos das Descargas de Bacias	46
5.2	Dimensionamento Hidráulico.....	48
5.2.1	Dimensionamento Preliminar	48
5.2.2	Verificação hidráulica para ponte lançada.....	49
5.3	Memória de Cálculo	51
5.4	Recomendações Finais	54
5.5	Anexos do estudo hidrológico.....	56
5.6	Referências Bibliográficas	61
6	GEOMÉTRICO	62
6.1	Quadro características técnicas e operacionais.....	62
6.2	Seção Tipo.....	62
7	ANTEPROEJTO DA OAE.....	63
7.1	Apresentação	63
7.2	Normas utilizadas	64
7.3	Considerações base de projeto	65
7.3.1	Considerações de cálculo	66
7.4	Análise das alternativas	67
7.4.1	Proposta 1: Estrutura com seis longarinas pré-moldadas protendidas por vão.	68
7.4.2	Proposta 2: Estrutura com quatro longarinas pré-moldadas protendidas por vão.	69
7.4.3	Escolha da solução:.....	69
7.5	Memoria Descritiva da solução escolhida.....	71
7.6	Pré-dimensionamento da solução escolhida.....	72

7.7	Proposta: Escolha da fundação.....	78
7.7.1	Tipologia de Fundações:.....	78
7.7.2	Pré-dimensionamento.....	79
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
9	ART - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	84
10	DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE	86
11	TERMO DE ENCERRAMENTO	87

1 APRESENTAÇÃO

O Consórcio Supervisor Goiano apresenta à Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA) o Relatório do Anteprojeto da Ponte sobre o Rio São Marcos, localizada na rodovia GO-213.

Este documento é composto pelos resultados dos estudos topográfico, hidrológico, geométrico e do estudo da obra de arte especial (OAE), reunidos com o objetivo de subsidiar o processo de tomada de decisão quanto à concepção estrutural da ponte.

O relatório apresenta soluções técnica e economicamente fundamentadas, compatíveis com as condições locais de implantação e alinhadas às diretrizes estabelecidas pela GOINFRA, fornecendo subsídios essenciais à definição do projeto executivo.

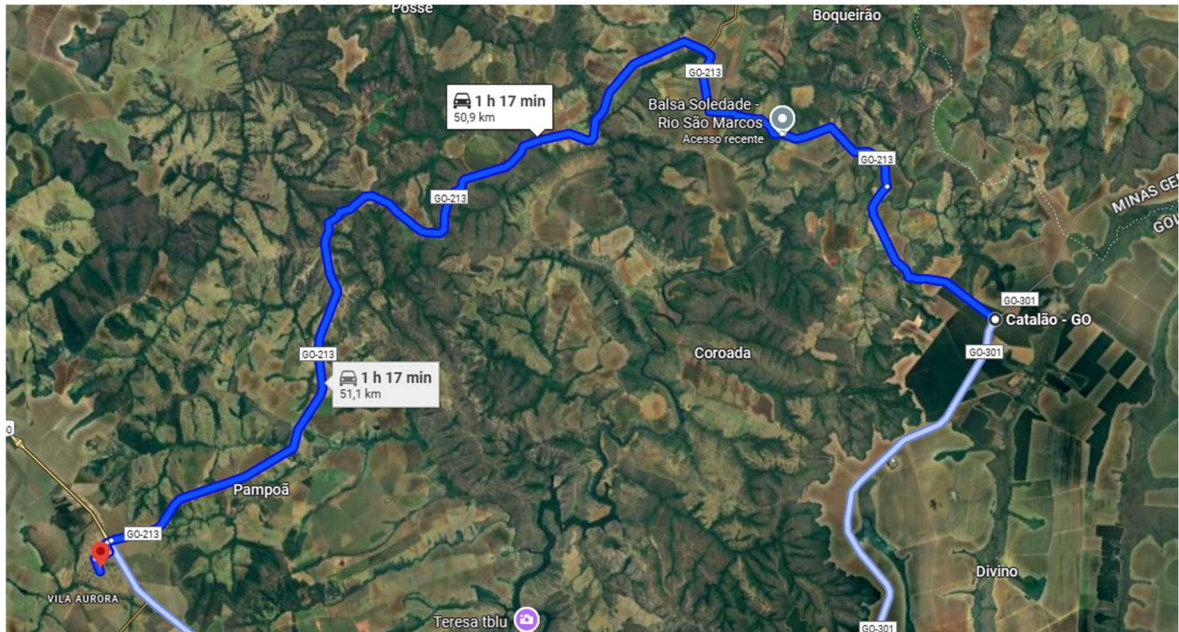
A elaboração do anteprojeto contempla a disponibilização dos seguintes volumes:

VOLUME	TÍTULO	FORMATO
1	Relatório de Projeto	A4
2	Anteprojetos	A3
3A	Nota de Serviço e Volume de Terraplenagem	A4
3B	Estudos Geotécnicos	A4
4	Orçamento	A4

2 MAPA DE SITUAÇÃO

A seguir, apresenta-se o mapa de situação objeto:

Figura 1 – Identificação do Trecho



A ponte está localizada na rodovia GO-213 sobre o Rio São Marcos, entre Campo Alegre de Goiás e o entroncamento com a GO-301. A obra de arte em questão está na coordenada $17^{\circ} 30.194'S$ $47^{\circ} 33.408'O$, com o segmento se iniciando em Campo Alegre de Goiás e o entroncamento com a GO-301. A imagem acima apresenta a identificação do trecho.

Figura 2 - Perímetro urbano mais próximo: Campo Alegre de Goiás

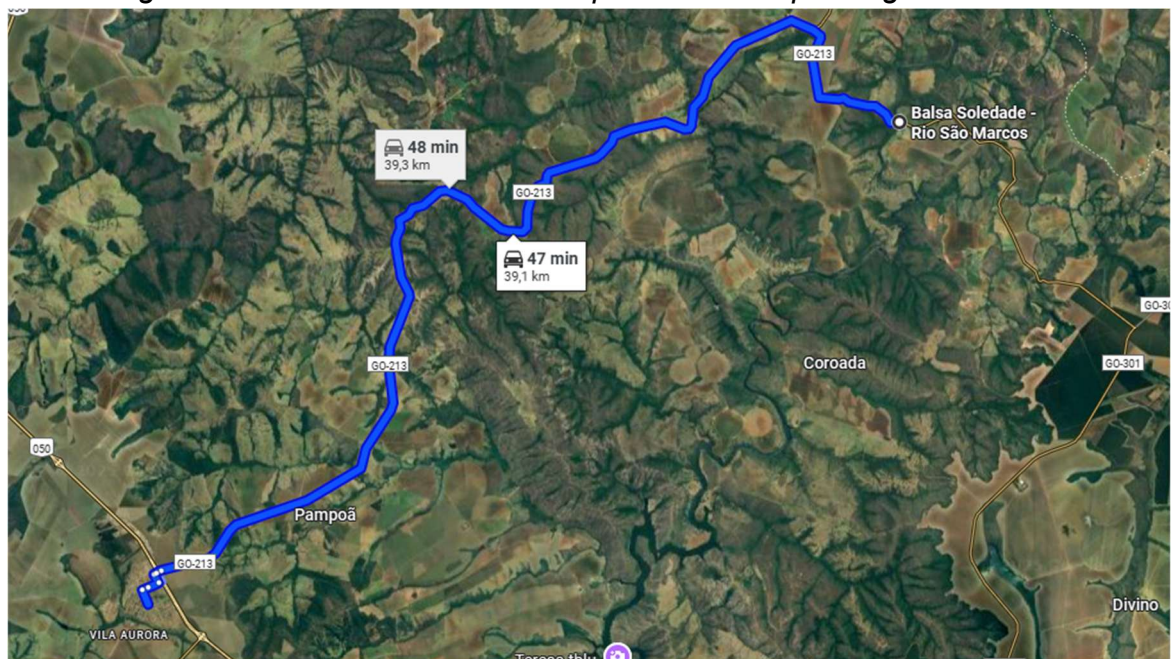
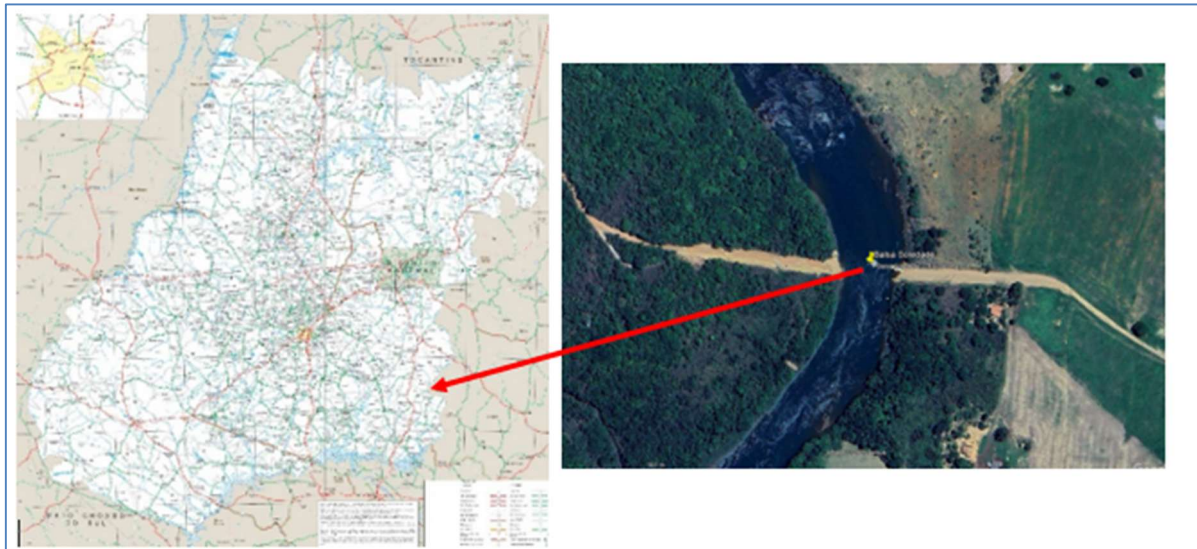


Figura 3 - Localização



Figura 4 – Mapa de Localização



3 VISITA TÉCNICA

Trata-se de uma região com significativo fluxo de veículos de carga, apesar de condições rústicas de trafegabilidade da malha (presença de balsa e rodovia não pavimentada).

A seguir, são apresentadas imagens registradas durante a visita técnica realizada no local:

Figura 5 – Foto 1 – Visita técnica



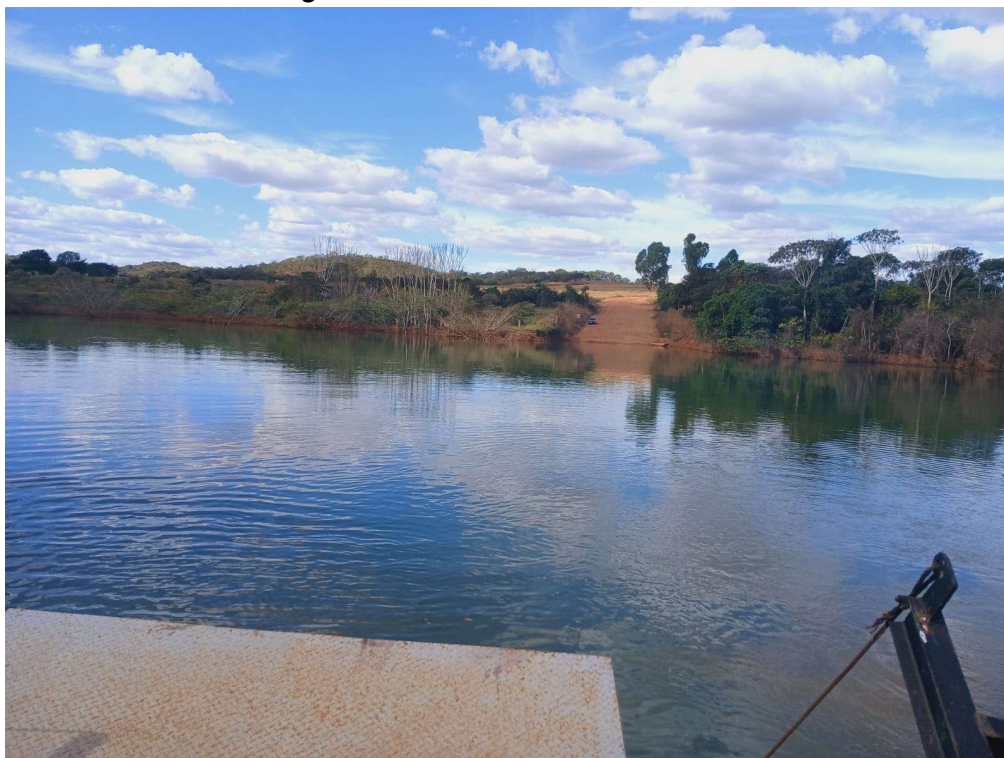
Fonte: Autoria Própria

Figura 6 – Foto 2 – Visita técnica



Fonte: Aatoria Própria

Figura 7 – Foto 3 – Visita técnica



Fonte: Aatoria Própria

Atualmente, não existe qualquer estrutura de travessia construída na região. A passagem sobre o curso d'água é realizada exclusivamente por meio de uma balsa, como ilustram as imagens a seguir:

Figura 8 – Foto 4 – Visita técnica



Fonte: Autoria Própria

Figura 9 – Foto 5 – Visita técnica



Fonte: Autoria Própria

4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

4.1 Equipe Técnica

A equipe de levantamento topográfico foi composta por topógrafos, desenhista, analistas geoespaciais e seus auxiliares, profissionais especializados, com experiência e qualificados na coleta de informações geoespaciais e na interpretação de dados obtidos.

A equipe foi composta por:

- 1 engenheiro coordenador;
- 1 engenheiro especialista projetista;
- 2 auxiliares de engenharia;
- 1 topógrafo;
- 2 auxiliares de topografia;
- 1 motorista.

4.2 Definição da diretriz definitiva de projeto

Este serviço foi realizado com o objetivo de fornecer os elementos técnicos necessários para a elaboração do Projeto de Engenharia, contemplando as obras de implantação obra de arte especial (ponte) na GO-213, sobre o Rio Paranaíba. Os estudos topográficos foram conduzidos em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela IP-20 da GOINFRA, assegurando precisão e confiabilidade nos levantamentos realizados.

Antes da mobilização integral das equipes em campo, foi analisado o traçado do trecho em questão, tendo como premissa o alinhamento da rodovia não pavimentada já existente.

A avaliação não demonstrou possibilidade alternativas que justificasse outro traçado.

Sendo assim, para o Projeto, preservou-se o traçado existente, fazendo apenas as alterações necessárias de alinhamentos verticais e horizontais para se atender as normas vigentes para Projeto Geométrico e encabeçamento com a OAE (Obra de Arte Especial) a ser implantada.

4.3 Implantação da rede de marcos de apoio topográficos

A implantação da rede de marcos de apoio topográfico foi conduzida conforme as diretrizes estabelecidas pela NBR 13.133/2021, especialmente no que se refere ao item 5.3 (Apoio topográfico e sua acurácia). A locação dos marcos foi realizada preferencialmente utilizando tecnologias de posicionamento geodésico por satélite, como GNSS.

A rede de marcos possui a função de fornecer a base necessária para o apoio topográfico no desenvolvimento de projetos de engenharia rodoviária no estado de Goiás. Ela é fundamental para a execução de atividades de topografia e aerolevanteamento, essenciais para a elaboração de estudos e projetos executivos relacionados à construção, restauração e melhorias geométricas de rodovias. Além disso, serve como base para a implantação e restauração de obras de arte especial e corrente.

A estrutura hierárquica da implantação da rede de marcos é organizada da seguinte forma:

- Rede de marcos de controle (1ª Ordem): Marco principal da rede, garantindo a referência fundamental para os demais pontos.
- Rede de marcos da poligonal principal (2ª Ordem): Rede de apoio que conecta os pontos principais da poligonal, garantindo a precisão necessária para os levantamentos subsequentes.

Este processo visa garantir a precisão e a consistência dos dados topográficos, fundamentais para o sucesso dos projetos de infraestrutura rodoviária em Goiás.

4.4 Metodologia de implantação da poligonal de controle

Foi implantado atendendo ao item 5.1, um marco de controle na região onde será executada a obra da OAE. A Materialização do marco de controle seguiu os modelos de projeto de construção da norma IP-02 2024. Observando a geometria entre os vetores formados entre as estações da rede ativa RBMC 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, foram escolhidas as estações GOGY (Goiânia) e MGUB (Uberlândia).

Utilizando a técnica de posicionamento relativo estático, o tempo mínimo de rastreamento para a obtenção das observáveis, foram superiores as 5hs.

Para os pós processamentos das observações foi empregado o uso de efemérides precisas e o ajustamento das observações foi realizado pelo método dos mínimos quadrados (M.M.Q), com grau de confiança do ajustamento acima de 95%.

4.5 Metodologia de implantação da poligonal principal

De acordo com a Norma IP-02 Goinfra, a poligonal principal é implantada ao longo do trecho com distância entre os marcos de 3000 metros com variação de ± 1000 metros, sendo assim, no trecho em questão não houve a necessidade da implantação da poligonal principal por se tratar de uma OAE, ou seja, trecho de extensão reduzida.

Figura 10 – Mapa de determinação de escolha de RBMC



A escolha do método de observação nos levantamentos com GPS depende das necessidades particulares do projeto em questão, especialmente do nível de precisão que se deseja obter.

Para execução do serviço foram observadas as seguintes normas técnicas ou referências bibliográficas:

IP 20 – 2024 GOINFRA: Elaboração de Anteprojeto;

IP 02 – 2024/001 GOINFRA: Estudo Topográficos;

ABNT NBR 13.133/2021 – Execução de Levantamento topográfico;

IBGE 2008 – Recomendações para levantamentos relativos estáticos – GPS;

- Publicação IPR-726 Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, Escopos Básicos / Instruções de Serviço, Anexo B5, IS-205: Estudos Topográficos para Projetos Executivos de Engenharia.

Para a rede implantada foi adotada uma referência horizontal e vertical para o pós-processo das coordenadas geodésicas e altimétricas transportadas da rede do IBGE. Datum utilizado:

Datum Vertical: GRS80

Datum Horizontal: SIRGAS 2000

UTM: SIRGAS 2000 - ZONA 23S

O trabalho de campo foi condicionado à Instrução de Projeto IP-02 da GOINFRA, destacando-se os seguintes tópicos:

- Faixa de levantamento coincidindo com a faixa de domínio, com largura mínima de 40 (quarenta) metros para cada lado a partir do eixo a ser implantado;
- Cadastro pontos notáveis como: rios e córregos (margens, fundos, barrancos e meandros); nascentes d'água; bueiros, pontes e viadutos; grotas, cristas e fundos de talvegues; início e fim de aclave ou declive e quebras de terreno; vias de acesso e vias laterais, cercas e divisas;
- Culturas ou atividade econômicas etc.

Nos levantamentos feitos com RTK foram configurados apenas soluções fixas (excluindo soluções flutuantes ou autônomas), máscara de elevação de 15° (graus), taxa de rastreamento de 1 segundo, tempo de ocupação mínimo de 30 épocas RTK,

esperando-se precisões pontuais, seguindo a mesma precisão nominal do equipamento, que é de 1 (um) centímetro \pm 1ppm (parte por milhão) para a componente planimétrica e 2 (dois) centímetros para a componente altimétrica. Abaixo é apresentado o quadro resumo do relatório de processamento das linhas de base, ajustamento da rede de marcos de controle.

Figura 11 – Resumo do relatório de processamento das linhas de base, poligonal de controle

De	Para	Tipo de Solução	HDOP	VDOP	PDOP	Azimute Norte	Distância Elipsoidal (m)	Distância Inclinada (m)	Distância Vertical (M)
GOGY	M13	Fixo	0,703	1,468	1,628	117°24'51"	203243,659	203258,619	9,429
MGUB	M13	Fixo	0,715	1,471	1,635	25°24'26"	173340,183	173356,884	-125,654

Figura 12 – Resumo do relatório de ajuste de rede de marcos – Poligonal de controle

Vetor	Componentes	Observação	Residual	Precisão horizontal	Precisão 3D
				(Razão)	(Razão)
GOGY --> M13	Az.	117°24'51"	-0,001 seg	1 : 23000014	1 : 22777275
	Δ Alt.	9,396 m	-0,033 m		
	Dist. elips.	203243,660 m	0,001 m		
MGUB --> M13	Az.	25°24'26"	0,000 seg	1 : 19122426	1 : 19270086
	Δ Alt.	-125,646 m	0,008 m		
	Dist. elips.	173340,183 m	0,000 m		

Figura 13 – Coordenadas de Marcos de apoio, pós processados

REDE		UTM			GEODÉSICAS		ALTIMÉTRIA			PLANO TOPOGRÁFICO		REFERÊNCIA
MARCO	TIPO	FUSO	NORTE	ESTE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA (m)	ONDULAÇÃO GEOIDAL (m)	ALTITUDE NORMAL (m)	Y	X	ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA
M13	CONTROLE	23	8062951,638	228613,961	S17°30'11,65398"	O47°33'20,90299"	743,596	-11,92	755,516	8062951,638	228613,961	MGTM/MGUB

4.6 Verificação do erro relativo da planimetria

Com o objetivo de garantir a qualidade das operações de rastreamento em campo, é necessário realizar a verificação do erro relativo de fechamento linear, a fim de avaliar a precisão da poligonal implantada. Para isso, foi atendido os seguintes parâmetros de controle:

- Erro Relativo Linear no Transporte de Coordenadas

O erro relativo linear, conforme apresentado no relatório de ajustamento da rede de transporte de coordenadas do Sistema Geodésico Brasileiro para a rede de marcos implantada, deverá estar em conformidade com a escala de 1:100.000.

- Erro Relativo Linear na Poligonal Principal

A poligonal formada pelos vetores que conectam a rede geodésica de marcos implantada, que comporá a poligonal principal, deverá atender à escala de levantamento planimétrico de 1:50.000. Além disso, para a componente altimétrica, o erro relativo linear deverá respeitar a tolerância de 12 mm/km. É fundamental que essa verificação seja realizada de forma contínua, garantindo que os erros não se propaguem ao longo da rede.

Essas verificações são essenciais para assegurar a precisão e a confiabilidade da rede de marcos implantada, contribuindo para a exatidão dos levantamentos topográficos e a qualidade dos projetos subsequentes. Abaixo é apresentado a tabela de verificação do erro relativo da planimetria.

Figura 14 – Verificação do erro relativo da planimetria




COORDENADA 01							COORDENADA 02							DELTAS		
MARCO	E	N	hgeo	Correção Geoidal	Hnor	MARCO2	E ²	N ²	hgeo ²	Correção Geoidal ²	Hnor ²	Δx (m)	Δy (m)	Δz (m)		
GOGY	45970,235	8152693,077	734,201	-10,020	744,221	GOGY	45970,235	8152693,077	734,201	-10,020	744,221	0,0000	0,0000	0,000		
M13	228613,960	8062951,646	743,630	-11,920	755,550	M13	228613,954	8062951,638	743,588	-11,920	755,508	-0,0060	-0,0080	0,042		
MGUB	156989,199	7904954,373	869,242	-10,620	879,862	MGUB	156989,199	7904954,373	869,242	-10,620	879,862	0,0000	0,0000	0,000		
GOGY	45970,235	8152693,077	734,201	-10,020	744,221	GOGY	45970,235	8152693,077	734,201	-10,020	744,221	0,0000	0,0000	0,000		

VERIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA DE ERRO														
VETOR	Δx^1	Δy^1	Δz^1	Lb ¹ (Km)	Δx^2	Δy^2	Δz^2	Lb ² (Km)	ERRO E(m)	ERRO N(m)	ERRO (Z)	Erro Absoluto (m)	Erro em mm/km	Escala erro relativo
GOGYM13	-182643,725	89741,431	-11,329	203,500	-182643,719	89741,439	-11,287	203,500	-0,006	-0,008	-0,042	0,043	0,212158	1:4.713.478,02
M13MGUB	71624,761	157997,273	-124,312	173,474	71624,755	157997,265	-124,354	173,474	0,006	0,008	0,042	0,043	0,248879	1:4.018.016,04
MGUBGOGY	111018,964	-247738,704	135,641	271,477	111018,964	-247738,704	135,641	271,477	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000000	#DIV/0!

4.7 Monografia dos Marcos Topográficos

Conforme o modelo de monografia apresentada na IP-02 da GOINFRA, abaixo será apresentado as monografias de marcos topográficos do trecho em questão.

Figura 15 – Monografia de Marcos Referenciais

	Contratada:	ENGENHO PROJETOS E CONSTRUCOES LTDA			
	Rodovia:	GO - 213			
	Trecho:	BR-050 (Campo Alegre) / Balsa Soledade			
	Extensão:	4,02 km			
	Medição:	-	Período:	-	
MONOGRAFIA DE MARCOS REFERENCIAIS					
Marco	M13	Tipo de Marco	Concreto	Data rastreio	11/05/25
Rodovia	GO-213	SRE	592EGO0010	Tempo de Rastreio	05:34:00
Receptor	HIPER VR	Elipsoide	GRS80	Tipo de processamento	Controle
Antena	HIPER VR	Altura da antena (m)	2,000	Meridiano Central	45°W
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	17°30'11,65398" S	Longitude	47°33'20,90299" W	Altitude Geométrica (m)	743,596
Norte (m)	8062951,638	Este (m)	228613,961	Fuso	23 SUL
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-11,92	Datum	SIRGAS 2000	Altitude Normal	755,516
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
S Latitude (m)	0,009	S Longitude (m)	0,007	S Altitude (m)	0,049
DESCRIÇÃO					
<p>Marco de Concreto com chapa de alumínio cravada no topo, com as seguintes descrição: GOINFRA, M13, Protegido por lei</p>					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					
<p>Marco de concreto implantado próximo a uma cerca de arame na rodovia GO-213</p>					

4.8 Levantamentos cadastrais planialtimétricos

No levantamento topográfico cadastral foram cadastrados todos os pontos notáveis. O cadastro teve objetivo de caracterizar a rodovia já existente, com foco na pista de rolamento, as drenagens (meio fio, sarjetas, descidas d'água) as obras de artes correntes, (bueiros) e as obras de artes especiais (pontes). Ao longo do trecho também foram cadastrados todos os cortes e aterros, numa faixa de no mínimo 15m de largura.

4.9 Modelo de Ondulação Geoidal

O modelo Geoidal (hgeoHNOR2020) foi utilizado para conversão de altitudes geométricas (Elipsoidais) em altitudes normais (Geoidais), nos pontos de Apoio Básico existentes e pontos de Apoio Suplementar.

4.10 Metodologia de execução do levantamento planialtimétrico

Para a execução do levantamento de campo foi utilizado a tecnologia de laser scanner, da marca DJI, modelo zenmuse L2, que estava acoplado em um drone da marca DJI modelo Matrice 350 RTK. Para execução dos voos foram utilizadas as coordenadas e altitudes das bases da rede de marcos implantada para a execução do projeto. Para os planos de voo ao longo do trecho foram sempre utilizadas as configurações: Câmera L2, modo de 5 retornos, taxa de amostragem de 240khz, modo do scanner repetitivo, velocidade de 10m por segundo, altitude em media 80m, IMU sempre ativado. Os dados brutos obtidos na varredura através do sistema lidar foram processados no software DJI Terra, e para o refinamento e tratamento dos dados já processados, utilizou-se o software TBC (Trimble Business Center), de onde foram definidos o eixo, bordo, acostamento, e a superfície. Todas as especificações técnicas e precisões do Scanner Zenmuse L2 encontra se em anexo, na pasta (Laudos e especificações dos equipamentos).

No cadastro dos Elementos de Drenagem utilizou-se a técnica de posicionamento relativo cinemático, com solução em tempo real, também conhecido como Real Time Kinematic (RTK). Essa metodologia consiste na correção diferencial em tempo Real processada nos receptores móveis, em função de dados transmitidos

por telemetria a partir de receptor estacionado sobre uma estação base (controle básico ou geodésico), cujas coordenadas são conhecidas.

Nos levantamentos feitos com RTK foram configurados apenas soluções fixas (excluindo soluções flutuantes ou autônomas), máscara de elevação de 15° (graus), taxa de rastreamento de 1 segundo, tempo de ocupação mínimo de 30 épocas RTK, esperando-se precisões pontuais, seguindo a mesma precisão nominal do equipamento.

Para a batimetria do Rio São Marcos, utilizou-se o ecobatímetro da marca CHCNAV, modelo Apache 3, com correção via RTK, as bases da rede de marcos implantada para a execução do projeto foram utilizadas para a correção das coordenadas dos levantamentos batimétricos. O Apache 3 combina duas antenas de posicionamento GNSS e um sensor de direção, um sensor de atitude de casco confiável e estável e um sensor inercial (IMU), permitindo levantamentos de áreas abaixo de pontes de forma ininterrupta. A alta eficiência do motor com velocidade de até 5 m/s e capacidade de navegação em linha reta torna possível navegar por uma rota pré-determinada de forma autônoma sob condições adversas, como correntes e fluxo d'água.

4.11 Levantamentos cadastrais de pontos notáveis

Aplicando as técnicas de posicionamento já citadas acima, independentemente de qual técnica utilizada, sempre usando a rede de marcos de apoio para as amarrações. As poligonais do levantamento sempre fechada a cada marco ao longo do trecho, assim seguindo os levantamentos.

4.12 Levantamentos de ocorrência ambientais

Com relação às ocorrências ambientais, o traçado escolhido passa por algumas pequenas áreas de preservação permanente (APP's) e reservas legais de propriedades lindeiras que estão identificadas nas plantas topográficas anexas a este relatório.

Esta ocorrências foram identificadas com a sobreposição das plantas topográficas e das poligonais obtidas no SICAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural do Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática.

As ocorrências observadas não implicaram em mudanças de traçado, porque qualquer alteração estudada, manteria as ocorrências observadas.

O DAP – Diagnóstico Ambiental Prévio trará maiores considerações a respeito destas áreas.

4.13 Levantamento de ocorrências hidrológicas

Com relação às ocorrências hidrológicas, identificou-se cursos hídricos ao longo do eixo, os quais foram apresentados nas plantas topográficas.

Os bueiros e pontes existentes foram levantados e também registrados nas plantas topográficas.


4.14 Produtos a serem entregues

Serão entregues contendo os seguintes produtos

- Relatório com descrição do serviço executado, contendo informações do processamento dos pontos coletados por RTK;
- Monografia das bases geodésicas utilizadas para os levantamentos;
- Planta baixa em .dwg e em .pdf, contendo a representação gráfica dos levantamentos topográficos, onde serão mostradas as curvas de níveis equidistantes de 1m, quando secundárias, e 5m, quando principais, e todos os pontos notáveis referentes ao levantamento planialtimétrico;
- Malha TIN 3D;
- Relatórios de processamento;
- Arquivos brutos;
- Arquivos Rinex;
- Relatório das estações RBMC.

4.15 Relatórios de Informações de Estação – IBGE

- MGUB (Uberlândia)

		RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS	
		Relatório de Informação de Estação	
		MGUB - Uberlândia	

0. Formulário	
Preparado por:	Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data:	09/01/2008
Atualização:	26/05/2023 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS	
Nome da Estação:	UBERLÂNDIA/UFU
Ident. da Estação:	MGUB
Código SAT:	93930
Código Internacional:	41652M001

2. Informação sobre a localização	
Cidade:	Uberlândia
Estado:	Minas Gerais
Informações Adicionais:	Pilar de concreto engastado numa viga medindo 1,20 m de altura por 0,30 m de diâmetro, com dispositivo de centragem forçada padrão IBGE e chapa de metal estampada: SAT 93930. Na UFU (Universidade Federal de Uberlândia), Campus Santa Mônica - Bloco Y - Bairro Santa Mônica - Uberlândia - MG.

3. Coordenadas oficiais													
3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)													
<table border="1"><thead><tr><th colspan="3">Coordenadas Geodésicas</th></tr></thead><tbody><tr><td>Latitude:</td><td>- 18° 55' 8,98803"</td><td>Sigma: 0,001 m</td></tr><tr><td>Longitude:</td><td>- 48° 15' 21,77767"</td><td>Sigma: 0,001 m</td></tr><tr><td>Alt. Elip.:</td><td>869,241 m</td><td>Sigma: 0,004 m</td></tr></tbody></table>		Coordenadas Geodésicas			Latitude:	- 18° 55' 8,98803"	Sigma: 0,001 m	Longitude:	- 48° 15' 21,77767"	Sigma: 0,001 m	Alt. Elip.:	869,241 m	Sigma: 0,004 m
Coordenadas Geodésicas													
Latitude:	- 18° 55' 8,98803"	Sigma: 0,001 m											
Longitude:	- 48° 15' 21,77767"	Sigma: 0,001 m											
Alt. Elip.:	869,241 m	Sigma: 0,004 m											
<table border="1"><thead><tr><th colspan="3">Coordenadas Cartesianas</th></tr></thead><tbody><tr><td>X:</td><td>4.019.130,6172 m</td><td>Sigma: 0,003 m</td></tr><tr><td>Y:</td><td>-4.504.012,5499 m</td><td>Sigma: 0,003 m</td></tr><tr><td>Z:</td><td>-2.055.168,8066 m</td><td>Sigma: 0,001 m</td></tr></tbody></table>		Coordenadas Cartesianas			X:	4.019.130,6172 m	Sigma: 0,003 m	Y:	-4.504.012,5499 m	Sigma: 0,003 m	Z:	-2.055.168,8066 m	Sigma: 0,001 m
Coordenadas Cartesianas													
X:	4.019.130,6172 m	Sigma: 0,003 m											
Y:	-4.504.012,5499 m	Sigma: 0,003 m											
Z:	-2.055.168,8066 m	Sigma: 0,001 m											
<table border="1"><thead><tr><th colspan="3">Coordenadas Planas (UTM)</th></tr></thead><tbody><tr><td>UTM (N):</td><td>7.905.871,702 m</td><td></td></tr><tr><td>UTM (E):</td><td>789.027,535 m</td><td></td></tr><tr><td>MC:</td><td>-51</td><td></td></tr></tbody></table>		Coordenadas Planas (UTM)			UTM (N):	7.905.871,702 m		UTM (E):	789.027,535 m		MC:	-51	
Coordenadas Planas (UTM)													
UTM (N):	7.905.871,702 m												
UTM (E):	789.027,535 m												
MC:	-51												

4. Informações do equipamento GNSS									
4.1. Receptor									
4.1.1	<table><tr><td>Tipo do Receptor</td><td>- TRIMBLE NETR9</td></tr><tr><td>Número de Série</td><td>- 5844R50648</td></tr><tr><td>Versão do Firmware</td><td>- 5.60 (Principal)</td></tr><tr><td>Atualização do Firmware</td><td>- 26/05/2023 às 18:16 UTC</td></tr></table>	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9	Número de Série	- 5844R50648	Versão do Firmware	- 5.60 (Principal)	Atualização do Firmware	- 26/05/2023 às 18:16 UTC
Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9								
Número de Série	- 5844R50648								
Versão do Firmware	- 5.60 (Principal)								
Atualização do Firmware	- 26/05/2023 às 18:16 UTC								
4.1.2	<table><tr><td>Tipo do Receptor</td><td>- TRIMBLE NETR9</td></tr><tr><td>Número de Série</td><td>- 5844R50648</td></tr><tr><td>Versão do Firmware</td><td>- 5.56 (Principal)</td></tr><tr><td>Atualização do Firmware</td><td>- 21/12/2022 às 18:43 UTC</td></tr></table>	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9	Número de Série	- 5844R50648	Versão do Firmware	- 5.56 (Principal)	Atualização do Firmware	- 21/12/2022 às 18:43 UTC
Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9								
Número de Série	- 5844R50648								
Versão do Firmware	- 5.56 (Principal)								
Atualização do Firmware	- 21/12/2022 às 18:43 UTC								
4.1.3	<table><tr><td>Tipo do Receptor</td><td>- TRIMBLE NETR9</td></tr><tr><td>Número de Série</td><td>- 5844R50648</td></tr><tr><td>Versão do Firmware</td><td>- 5.52 (Principal)</td></tr><tr><td>Atualização do Firmware</td><td>- 14/03/2022 às 18:18 UTC</td></tr></table>	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9	Número de Série	- 5844R50648	Versão do Firmware	- 5.52 (Principal)	Atualização do Firmware	- 14/03/2022 às 18:18 UTC
Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9								
Número de Série	- 5844R50648								
Versão do Firmware	- 5.52 (Principal)								
Atualização do Firmware	- 14/03/2022 às 18:18 UTC								



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
MGUB - Uberlândia

4.1.4	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5844R50648
	Versão do Firmware	- 5.48 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 13/10/2020 às 18:13 UTC
4.1.5	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5844R50648
	Versão do Firmware	- 5.45 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 04/06/2020 às 13:46 UTC
4.1.6	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5844R50648
	Versão do Firmware	- 5.44 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 02/01/2020 às 16:24 UTC
4.1.7	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5844R50648
	Versão do Firmware	- 5.43 (Principal)
	Data de Instalação	- 19/11/2019 às 19:30 UTC
4.1.8	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR5
	Número de Série	- 4651K03583
	Versão do Firmware	- 3.84 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 19/10/2009 às 00:00 UTC
	Data de Remoção	- 19/11/2019 às 19:15 UTC
4.1.9	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR5
	Número de Série	- 4651K03583
	Versão do Firmware	- 3.50 (Principal)
	Data de Instalação	- 21/05/2007 às 00:00 UTC

4.2. Antena

4.2.1	Tipo de Antena	- ZEPHYR 3 GEODETIC (TRM115000.00)
	URL imagem	- https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
	Número de Série	- 1551016822
	Altura da Antena (m)	- 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
	Data de Instalação	- 19/11/2019 às 19:30 UTC
4.2.2	Tipo de Antena	- ZEPHYR GNSS GEODETIC MODEL 2 (TRM55971.00)
	URL imagem	- https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
	Número de Série	- 30278538
	Altura da Antena (m)	- 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
	Data de Instalação	- 21/05/2007 às 00:00 UTC
	Data de Remoção	- 19/11/2019 às 19:15 UTC



5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
Endereço: Av. República do Chile, 500 - 4º andar, Centro - Rio de Janeiro. CEP - 20031-170
Telefone: (21) 2142-4935
Home Page: www.ibge.gov.br

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE
Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: 0800-721-8181
Contato: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html>

5.3. Instituições participantes

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-contínuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=parcerias>

- 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



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

4.1.3 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5931R40018
Versão do Firmware - 6.10 (Principal)
Atualização do Firmware - 10/06/2021 às 02:45 UTC

4.1.4 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5931R40018
Versão do Firmware - 5.45 (Principal)
Atualização do Firmware - 24/06/2020 às 17:59 UTC

4.1.5 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5931R40018
Versão do Firmware - 5.43 (Principal)
Data de Instalação - 16/12/2019 às 19:09 UTC

4.1.6 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5246K53473
Versão do Firmware - 5.30 (Principal)
Atualização do Firmware - 01/09/2017 às 00:00 UTC
Data de Remoção - 16/12/2019 às 14:30 UTC

4.1.7 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5246K53473
Versão do Firmware - 5.14 (Principal)
Atualização do Firmware - 24/11/2016 às 00:00 UTC

4.1.8 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5246K53473
Versão do Firmware - 5.03 (Principal)
Atualização do Firmware - 03/08/2015 às 14:35 UTC

4.1.9 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5246K53473
Versão do Firmware - 4.81 (Principal)
Atualização do Firmware - 08/01/2014 às 11:47 UTC

4.1.10 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
Número de Série - 5246K53473
Versão do Firmware - 4.62 (Principal)
Data de Instalação - 12/11/2013 às 12:00 UTC

4.1.11 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETRS
Número de Série - 4644124503
Versão do Firmware - 1.2-0 (Principal)
Data de Instalação - 09/06/2013 às 00:00 UTC
Data de Remoção - 12/11/2013 às 12:00 UTC

4.2. Antena

4.2.1 Tipo de Antena - ZEPHYR GNSS GEODETIC II (TRM57971.00)
URL imagem - https://files.igs.org/pub/station/general/antenna_gra
Número de Série - 2616117143
Altura da Antena (m) - 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
Data de Instalação - 12/11/2013 às 12:00 UTC



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

4.2.2 Tipo de Antena	- ZEPHYR GEODETIC (TRM41249.00)
URL imagem	- https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
Número de Série	- 60183651
Altura da Antena (m)	- 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
Data de Instalação	- 09/06/2013 às 00:00 UTC
Data de Remoção	- 12/11/2013 às 12:00 UTC

5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
Endereço: Av. República do Chile, 500 - 4º andar, Centro - Rio de Janeiro. CEP - 20031-170
Telefone: (21) 2142-4935
Home Page: www.ibge.gov.br

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

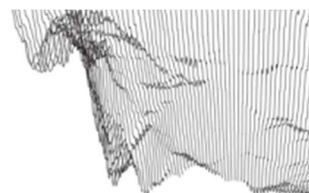
Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDD/IBGE
Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: 0800-721-8181
Contato: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html>

5.3. Instituições participantes

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=parcerias>

4.16 Certificado de Calibração do Equipamento



LAUDO TÉCNICO DE FUNCIONAMENTO

Laudo nº: 0001/2025

Solicitante: TERRACOTA LTDA

CNPJ: 50.737.533/0001-29

Endereço: Rua 106, nº 48 – Setor Ana Rosa

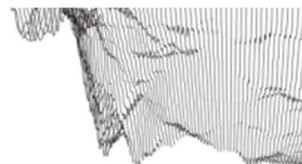
CEP: 75389-024

Município: Trindade – GO

Telefone: (62) 9800-6203

Equipamento	VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO DJI MATRICE 350 RTK
Número de Série	1581F6GKB243900400EY

Componente	Especificação Técnica
DRONE	DJI MATRICE 350 RTK
Autonomia de voo	Até 55 minutos (dependendo da carga útil)
Alcance de transmissão	Até 20 km (em condições ideais)
Precisão com RTK	Horizontal: 1 cm + 1 ppm Vertical: 1,5 cm + 1 ppm
Grau de proteção	IP55 – Resistente à água e poeira
Sensores de obstáculos	Deteção em 6 direções (frente, trás, cima, baixo, laterais)
Compatibilidade	Compatível com múltiplas cargas úteis (L1, L2, H20, H20T, etc.)



Equipamento	LASER SCANNER DJI ZENMUSE L2
Número de Série	6U3DM5M00561VU

SENSOR	ZENMUSE L2
Tipo de sensor	LiDAR com Câmera RGB integrada
Faixa de medição	Até 450 m (com refletividade de 80%) Até 250 m (com refletividade de 10%)
Precisão	Vertical: até 4 cm Horizontal: até 5 cm
Densidade de pontos	Até 240.000 pontos por segundo (modo de múltiplos retornos)
Campo de visão (FOV)	±70°
Frequência de varredura	Até 200 linhas por segundo
Câmera RGB	20 MP Sensor CMOS 1” Obturador mecânico
Taxa de captura da câmera	Até 6 fps (sincronizada com o LiDAR)
Integração com GPS/IMU	Sim – RTK/IMU integrado para georreferenciamento preciso
Sincronização	LiDAR + Imagem RGB com coloração da nuvem de pontos em tempo real (TrueColor)
Armazenamento	Cartão SD (suporta até 512 GB)
Peso do sensor	Aprox. 905 g
Temperatura de operação	-20 °C a 50 °C
Compatibilidade	DJI Matrice 300 RTK e Matrice 350 RTK

Equipamento	RECEPTOR DE SINAIS BASE GNSS D-RTK 2 DJI
Número de Série	359BM74001004N

ESTAÇÃO	D-RTK 2
Nome do equipamento	Estação Móvel D-RTK 2
Compatibilidade	DJI Matrice 300 RTK, Matrice 350 RTK, Phantom 4 RTK, entre outros modelos RTK
Constelações GNSS	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou
Precisão (RTK)	Horizontal: 1 cm + 1 ppm Vertical: 2 cm + 1 ppm
Modos de operação	Base Estática, Rover (móvel), RTK via NTRIP, Transmissão via rádio
Transmissão de dados	Comunicação via rádio (OcuSync), cabo ou NTRIP
Alcance de transmissão	Até 10 km (sem obstruções e interferência)
Bateria	Bateria interna recarregável de 4920 mAh (até 12 h de operação)
Classificação IP	IP67 – resistente à água e poeira
Peso	Aprox. 1,5 kg
Temperatura de operação	-20 °C a 55 °C
Montagem	Rosca padrão para tripé + base niveladora integrada
Armazenamento de dados	Suporte a registros RINEX para pós-processamento
Atualizações	Firmware via DJI Assistant ou app compatível

Ribeirão Preto, 14 de Abril de 2025.

Isadora M. J. Ramos

Isadora Ramos
Consultora de Negócios- Drone
(16) 3965-8220 (16) 99605-6794
Santiago e Cintra Imp. E Exp. Ltda



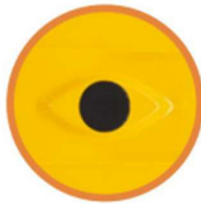
Santiago & Cintra Imp. e Exp. LTDA
Av. Dr. Celso Charuri, 6391 - Ribeirão Preto - SP - CEP 14098-510 - Telefone: (16) 3965-8220 - santiagocintra.com.br

CHCNAV

 EUA
HIDROGRÁFICO
COMPLETO



Motor



Tradutor



Câmera 360°

ESPECIFICAÇÕES

Física	
Dimensão (C x A)	1 m x 0,65 m x 0,3 m
Material	Macromolécula de poliéster de fibra de carbono
Peso (instrumento e bateria)	7 kg
Carga Máxima	25 kg
Anti-onda e vento	Vento categoria 3 e ondas categoria 2
Design do casco	Casco triplo
Índice de proteção	IP65
Raio de curvatura	13 cm
Luzes de indicação	Dois cores (mostra sinal de posicionamento)
Vídeo	Câmera omnidirecional
Retorno automático	Quando ocorrer perda de sinal ou pouca carga de bateria
Comunicação	
Dados	1 km via rádio. Ilimitado via 4G
Rádio	2,4 GHz
Alcance da Rádio Controle	1 km via rádio. Ilimitado via 4G
Cartão SIM	Nano SIM
Interface	2 portas RJ45 2 portas seriais RS232 1 porta serial RS485 1 PPS
Modo de navegação	Manual ou Autônomo
Proteção contra água	IP67
Armazenamento de dados	Local multi sessão e FTP
Rádio UHF	Rx interno padrão: 410 - 470 MHz Potência de transmissão: 0,5 W Protocolo: CHC, Transparente, TT450, 3AS Taxa de link de satélite: 9.600 bps a 19.200 bps
Formato de dados	RTCM2.x, RTCM3.x, entrada CMR HCN, HRC, RINEX2.11, 3.02 NMEA 0183 saída NTRIP Client, NTRIP Caster
Modem 4g integrado	LTE FDD: B1/B3/B5/B8 LTE TDD: B38/B39/B40/B41 WCDMA: B1/B8 TD-SCDMA: B34/B39 CDMA: BC0 Frequência: 900/1.800 MHz

Alimentação	
Tipo	Elétrica
Propulsão	Hélice sem escova
Controle direcional	Com motores
Potência máxima do motor	700 W
Velocidade do motor	7.000 rpm
Velocidade máxima	5 m/s
Capacidade da bateria de lítio	4 x 40.000 mAh, 18 V 2 x 15.000 mAh, 18 V
Duração da bateria	2 x 2 horas a 2 m/s (utilizando duas baterias)
Posicionamento	
Constelações de satélites	BDS B1/B2, GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, Galileo E1/E5, SBAS, QZSS
Canal	432
Ponto simples posição (RMS)	Horizontal: 1,5 m Vertical: 2,5 m
Acurácia SBAS	Horizontal: 0,5 m Vertical: 0,85 m
Acurácia DGNSS	Horizontal: 0,4 m + 1 ppm Vertical: 0,85 m + 1 ppm
Acurácia RTK	Horizontal: ±8 mm + 1 ppm Vertical: ±15 mm + 1 ppm
Pressão direcional	0,2 ° @ 1 m baseline
Estabilidade de navegação inercial	6 °/h

Ecobatímetro D230 monofeixe	
Tipo de dado	CHCGD ⁽¹⁾ , NMEA SDDPT/SDDBT, forma de onda original
Peso	1,1 kg
Alcance	0,15 m até 200 m
Acurácia	0,01 m + 0,1% x profundidade
Resolução	0,01 m + 0,1% x profundidade
Frequência	200 kHz
Ângulo do feixe	6,5° ± 1°
Alimentação	10-30 V CC/ 220 V CA



* Specifications are subject to change without notice.
(1) CHCGD é o formato CHCNAV.



© 2021 Shanghai Huace Navigation Technology Ltd. Todos os direitos reservados. O CHC e o logotipo CHC são marcas comerciais da Shanghai Huace Navigation Technology Limited. Todas as outras marcas comerciais são propriedade de seus respectivos proprietários. Revisão novembro de 2021.

WWW.CHCNAV.COM | VENDAS@CHCNAV.COM

Sede de navegação da CHC Shanghai
Huace Navigation Technology Ltd.
199 Gaojing Road, Edifício D, Xangai,
101702, China
+86 21 54260273

3

CHC Navegação Europa
Edifício Infopark, Sétima 1, 1117
Budapeste, Hungria
+36 20 235 8248 @
+36 20 5999 369

CHC Navigation USA LLC 8380
S Valley View Blvd Suite 246 Las Vegas, NV
89118 EUA +1 480 399 9533

CHC Navegação Índia
409 Trade Center, Circuito Khokhva,
Marinagar Leste, Ahmedabad,
Gujarat, Índia +91
90 99 98 08 02

LAUDO DE BOM FUNCIONAMENTO

A empresa CPE Comércio de Equipamentos Topográficos Ltda, pessoa jurídica de direito privado, inscrita sob CNPJ nº 18.323.709/0001-93, com sede na Av. Barão Homem De Melo, 4282, 5º andar, cep: 30494-270, bairro Estoril, cidade de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, informa para os devidos fins, que nesta data o equipamento ECOBATÍMETRO AUTONOMO CHC MODELO APACHE 3, número de série 802269 apresenta bom funcionamento e realiza suas funções de acordo com as especificações técnicas do fabricante.

Belo Horizonte, 18 de novembro de 2024.



GISSERRI
AUGUSTO
HARTWIG:025
63650917

Assinado de forma
digital por GISSERRI
AUGUSTO
HARTWIG:02563650917
Dados: 2024.11.27
09:19:16 -03'00'

Gisséri Augusto Hartwig

Head – Divisão Técnica

gisserri@cpetecnologia.com.br

(31) 97161 8735

 **TOPCON**

HIPER VR
RECEPTOR GNSS VERSÁTIL



Rastreamento GNSS	
Canais	226 com tecnologia patenteada Topcon Universal Tracking Channels ¹ .
Sinal	
Sinal GPS	L1 C/A, L1C ² , L2C, L2P(Y), L5 L1C quando disponível.
GLONASS	L1 C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3C ² L3C quando disponível.
Galileo	E1/ESa/ESb/Air-BOC
BaiDou/BDS	B1, B2
FNSS	L5
SBAS	WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN (L1/L5) ³ L5 quando disponível.
Banda L	TopNET Global D & C Serviços de Correção
QZSS	L1 C/A, L1C, L1-SAF, L2C, L5
Posicionamento	
Estático	H: 3 mm + 0,4 ppm
Estático rápido	V: 5 mm + 0,5 ppm ⁴
Estático de alta precisão	H: 3 mm + 0,1 ppm V: 3,5 mm + 0,4 ppm
RTK estático	H: 3 mm + 0,8 ppm V: 5 mm + 1,0 ppm
RTK	H: 5 mm + 0,5 ppm V: 10 mm + 0,8 ppm
RTK, Compensador TILT	H: 1,3 mm/Tilt; Tilt ≤ 10° V: 1,8 mm/Tilt; Tilt > 10° Ângulo máximo recomendado para compensação é 15°. ⁵
DGPS	0,25 m HRMS
Banda-L, Serviço de Correções D	H: < 0,1 m (95%) V: < 0,2 m (95%)
Tempo de Operação	Modo RX – 10 horas Modo TX 1W – 6 horas Modo TX 0,5W – 8 horas Modo sem rádio – 15 horas Modo celular – 12 horas Uso de bateria externa 12V recomendado ao usar HiPer VR com rádio interno no modo de transmissão.
Rádios internos	Rádio UHF 406-470 MHz Potência Máxima de Transmissão: 1W Alcance: 5-7 km; 15 km em ótimas condições. ⁶
Memória	Interna não removível de 8 GB SDHC
Ambiental	Proteção – IP67 Temperatura de Operação – -40°C a 65°C por MIL-STD 810G Umidade – 100%, condensação Queda – 1,0 m queda no concreto, 2,0 m queda do bastião.
Dimensões	150 x 100 x 150 mm (a x l x c)
Peso	1,061 kg



Rádio integrado e modem opcional

- Rádio 400 MHz UHF TX/RX
- Rádio com Licença livre 900 MHz, Protocolo FH915¹



Tecnologia Banda L

Banda L pronta para receber as correções GNSS definidas globalmente.²



Altamente configurável

Projetado para crescer com você, arquivos eletrônicos exclusivos permitem que recursos avançados sejam ativados instantaneamente.



Pronto para o futuro

A antena Topcon rastreia todos os sinais GNSS disponíveis atualmente e é projetada para rastrear as constelações e sinais do futuro.

¹ Sob condições normais de observação e rigoroso método de processamento, incluindo uso de dupla frequência GPS, efemérides precisas, condições ionosféricas calmas, calibração da antena aprovada, visibilidade desobstruída acima de 10 graus e duração de observação mínima de 3 horas (dependendo do comprimento da linha de base). ² Checar a regulação de sua região para o uso das frequências requeridas. ³ Contate seu representante local Topcon para verificar a disponibilidade.

⁴ Sujeito ao sucesso da calibração do TILT e operação em ambientes livres de distúrbios magnéticos.

⁵ Varia de acordo com o terreno e as condições de observação.



Para mais informações:
www.topconpositioning.com/hiper-vr

Especificações sujeitas a alterações sem aviso prévio.
©2019 Topcon Corporation. Todos os direitos reservados. 7010-2268 PTBR B 7/19

A marca e os logótipos Bluetooth® são marcas comerciais registradas de propriedade da Bluetooth SIG, Inc. e qualquer uso de tais marcas pela Topcon é feito sob licença. Outras marcas registradas e nomes comerciais pertencem a seus respectivos proprietários.

Distribuidor autorizado:

Rua Mal. Deodoro, 717, 11º andar Conj.1101
Curitiba – PR - CEP:80020-320
Fone: (41) 3015-3040
www.embratopsul.com.br



Laboratório de calibração da Embratop Geo-tecnologias Ltda.

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

CERTIFICADO DE FUNCIONAMENTO

Cliente: Terracota LTDA
Endereço: Rua 106, 48, Quadra56 Lote 01, Setor Ana Rosa - Trindade
Data de Inspeção: 15/01/2025

1. Identificação do(s) equipamento(s) calibrado(s):**Instrumento:** RECEPTOR GNSS TOPCON**Identificação:** Não Aplicável**Controle Locação:** jan/25**Modelo:** HIPER VR**Número(s) de Serie(s):**

1448-27957	1448-28027	1448-28068	1448-28045
------------	------------	------------	------------

Precisão RTK horizontal:

5 mm + 0.5 ppm

Precisão RTK vertical:

10 mm + 0.8 ppm

Precisão pós processado horizontal:

3.0 mm + 0.1 ppm

Precisão pós processado vertical:

3.5 mm + 0.4 ppm

2. Objetivo da calibração:

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

3. Métodos

Testes no sistema de comunicação RTK do Rádio UHF interno. (Homologado pela ANATEL)

Comunicação via Bluetooth integrado e entre portas de comunicações.

Gravação de dados na memória.

Rastreamento dos sinais de todas as constelações GNSS habilitadas.

3. Conclusão

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



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

4.17 Plantas Topográficas

Apresenta-se no Volume 2 – Anteprojetos.

4.18 Arquivos Brutos do Levantamento

Arquivo compactado com os arquivos brutos de levantamento encaminhado junto a este relatório.

4.19 Arquivos Editáveis

Arquivo compactado com diversos arquivos em formato editável encaminhado junto a este relatório.

4.20 Declaração de responsabilidade das informações

O tecnólogo em Agrimensura Eduardo Sousa Dias, CREA 24.735/D-GO, responsável pela elaboração dos Estudos Topográficos para o Projeto na GO-213, declara que fez os devidos estudos e pesquisas relativos ao Projeto em questão e assume total responsabilidade pelas informações.

4.21 Declaração de edição de malhas TIN 3D

O tecnólogo em Agrimensura Eduardo Sousa Dias, CREA 24.735/D-GO, responsável pela elaboração dos Estudos Topográficos para o Projeto na GO-213, declara que fez todas as edições necessárias na malha TIN 3D da superfície primitiva para garantir a qualidade dos dados processados.



Tecn.º Eduardo Sousa Dias

CREA 24.735/D-GO

5 ESTUDO HIDROLÓGICO

5.1 Generalidades

O estudo hidrológico para a ponte em estudo visa caracterizar as condições de vazão máxima afluyente para obra de arte especial a ser implantada.

A verificação a ser feita nesse estudo pretende, na medida do possível, se encaixar no critério de Custo-Benefício.

O superdimensionamento da obra para atender uma máxima vazão pouco frequente leva à condição de obra muito cara que vai trabalhar ao longo de sua vida útil com certa ociosidade.

Usualmente, pode se correr risco, assumido após considerações de ordem econômica, de que a estrutura em dimensionamento venha a falhar durante a sua vida útil.

Para tanto é necessário analisar estatisticamente as observações realizadas nos postos pluviométricos da região, verificando-se com que frequência as precipitações assumem determinada magnitude para em seguida se avaliar as probabilidades teóricas de ocorrências dos fenômenos meteorológicos no critério de período de recorrência.

Adotou-se os valores usuais de período de recorrência estabelecidos pela GOINFRA através da IP 03/2018-01 em:

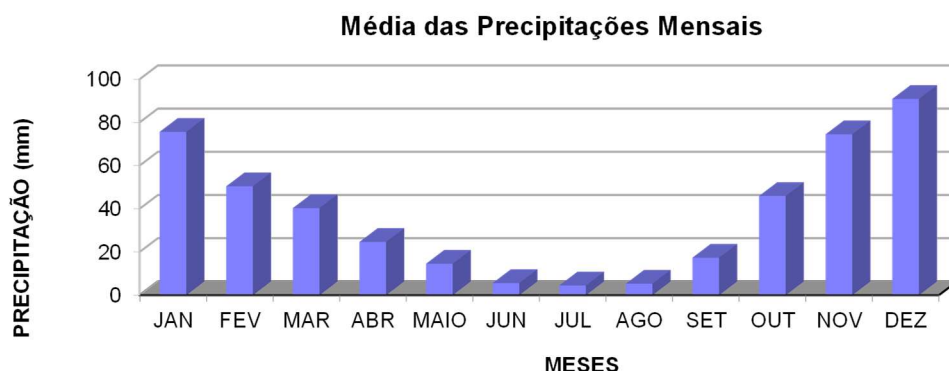
1- Drenagem Superficial	10 anos
2- Obras de arte correntes (Bueiros Tubulares)	25 anos
3- Obras de arte especiais (Bueiros Celulares)	50 anos
4- Obras de arte especiais (Pontes)	100 anos

5.1.1 Aspectos Climatológicos

O local de implantação da obra de arte especial em estudo para implantação está localizado numa região normalmente bem regada de chuvas, entretanto essas precipitações não se distribuem igualmente durante o ano. Seu regime tem característica tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março.

Em contrapartida o inverno é excessivamente seco, com raras possibilidades de precipitação pluviométrica. O histograma da Figura 1 mostra claramente esta evolução de precipitações.

Figura 16 – Histograma com as precipitações referentes a média do posto Brasília.



O tipo climático do trecho com base no sistema de KOPPEN e AW, Tropical Quente e Úmido, com chuvas de verão e inverno seco.

As oscilações de temperatura, de amenas a elevadas, constituem o caráter predominante do regime térmico da região.

A umidade média relativa do ar é de 60% e a evaporação total é de 1530mm.

As médias mensais de insolação estão em torno de 7 h/dia.

Os ventos predominantes provem do quadrante norte.

Os principais cursos d'água inserem-se na bacia hidrográfica do Rio Paraná.

5.1.2 Pluviometria

No desenvolvimento dos estudos que definem as precipitações pluviométricas em seus diversos tempos de recorrência e durações, usou-se o posto pluviométrico de BRASÍLIA (LAT. - 15°47'24" LONG. - 47°55'22"), fornecidos pela A.N.A - Agência Nacional de Águas - Código 1547004 com período de observação de 61 anos, conforme a tabela em anexo.

A partir desses dados, foi empregado o “Método das Probabilidades Extremas de Gumbel” associado ao critério de VEN.T.CHOW para se obter a máxima chuva diária dentre as séries históricas do posto pluviométrico.

Esta chuva de 1 dia foi transformada em chuva de 24 horas, multiplicando-se pelo coeficiente 1,10 que é a relação 24h/1dia. Para tempos de duração menores que 24 hs foram feitas correlações com o método das isozonas desenvolvido pelo Eng^o Jayme T. Taborga, em seu livro “Práticas Hidrológicas”.

Determinou-se no mapa das isozonas (em anexo) a isozona A, correspondente à região do projeto.

Fixou-se, as porcentagens correspondentes a 1 hora e a 6 minutos em seus diversos tempos de recorrência, obtendo o quadro abaixo:

Tabela 1 – Máximas Precipitações para diversas durações, em diversos tempos de recorrência.

Duração (Hs)	5 Anos	10 Anos	15 anos	25 Anos	50 Anos	100 Anos
24	105	117	124	132	144	155
1	38	42	45	48	52	56
0,1	7	8	9	9	10	11

Tendo as alturas de precipitação para duração de 24 hs, 1hs e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcam-se os valores no papel de probabilidades (Hernsfield & Wilson) obtendo o gráfico Altura - Duração - Frequência, em anexo.

5.1.3 Determinação das vazões de projeto

As bacias hidrográficas foram delimitadas pela interpretação de levantamentos aerofotogramétricos na escala 1:100.000, com dados de bacia obtidos em Cartas Topográficas, fonte DSG, Folhas topográficas, cartas 2215, 2216, 2259, 2260 e fonte IBGE, Folhas topográficas 2299 e 2300.

Também foram utilizadas informações de terreno gerado a partir de dados do sensor Copernicus LandSat, imageamento radar, com precisão nominal 30,0 metros¹.

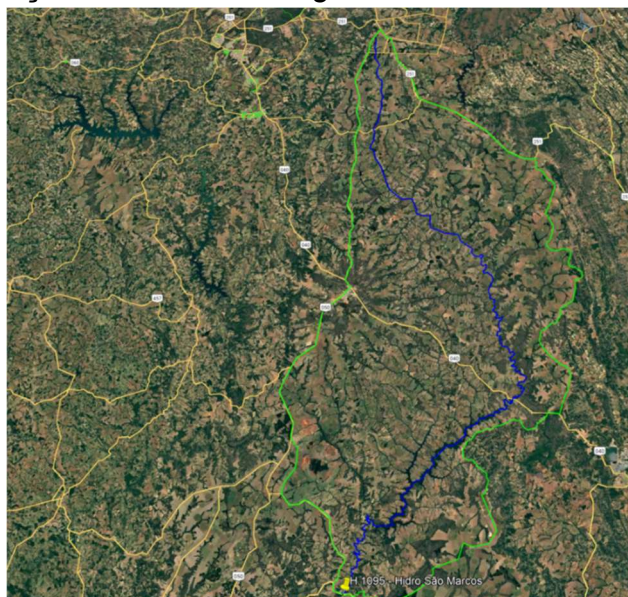
Daí obtém-se:

A - Área da bacia em Km².

L - Comprimento do talvegue principal em Km.

S - Declividade do talvegue em metros.

Figura 17 – Delimitação da bacia de contribuição mediante compilação das informações obtidas na Imagem Maxar – CNES – Airbus



Fonte: Imagem de satélite Copernicus Sentinel [2025], processada pelo Google Earth.

O ponto pesquisado foi o Coordenadas geográficas em graus -17.503239°, -47.556841°. Dados obtidos:

Área da Bacia: 8122,00 km²

Talvegue Principal: 278 km

Cota máxima: 1034 m

Cota mínima: 819 m

Foi observado ao longo da bacia contribuinte para a travessia em estudo a orografia, o tipo de solo, a cobertura vegetal e a forma de utilização do terreno, enquadrando o modelo regional apresentado na Tabela 1, em anexo.

Calcula-se o tempo de concentração t_c pela fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0,95 \cdot (L^3/S)^{0,385}$$

Onde:

t_c = Tempo de concentração (hs)

L = Comprimento do talvegue principal (Km)

S = Desnível talvegue principal (m)

5.1.4 Classificação das bacias

- a) Bacias Pequenas - Áreas de até 100 ha
- b) Bacias Médias - Áreas entre 100 e 1000 ha
- c) Bacias Grandes - Áreas maiores que 1000 ha

5.1.5 Metodologia de Cálculos das Descargas de Bacias

a) Bacias Pequenas ($A < 1 \text{ Km}^2$) - Usa-se o método racional com a expressão:

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Onde:

Q_p = Vazão de Projeto

C = Coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

I = Intensidade de precipitação (mm/h)

A = Área da bacia drenada em Km²

b) Bacias Médias (1 < A < 10 Km²) - Usa-se o método racional corrigido por um coeficiente ψ dado por:

$$\psi = 1/(A^{1/n})$$

Sendo:

A - Área da bacia me ha

n - 4 para bacias com declividades inferiores a 0,5%

n - 5 para bacias com declividades entre 0,5 e 1%

n - 6 para bacias com declividades maiores que 1%

s - declividades em %

A equação do método racional corrigida passa a ser:

$$Q_p = 0,278 * C * I * A * \psi$$

Deve-se aplicar com reservas o coeficiente de retardo para cálculo de vazões para bacias médias. O uso dos critérios de Burkli-Ziegler, McMath e Brix comumente leva a resultados discrepantes dos verificados em campo.

c) Bacias Grandes (A > 10 Km²) - Usa-se o método do Hidrograma Unitário Triangular, desenvolvido pelo "U.S. Conservation Service".

A precipitação efetiva está associada ao conceito de precipitação média P_m , segundo orientação de Paulhus e José J. Torrico, sendo:

$$P_m = P_0 [1 - 0,10 \log(A/A_0)]$$

Onde:

P_m = Precipitação Média sobre a bacia em mm.

P_0 = Precipitação Total

A = Área da bacia em Km²

A_0 = Área da base (25 Km², segundo Paulhus)

O método do hidrograma unitário triangular tem aplicação limitada a bacias com até 2.500 Km². Para bacias maiores deve-se realizar estudo específico para divisão da bacia em bacias menores.

5.2 Dimensionamento Hidráulico

5.2.1 Dimensionamento Preliminar

Conhecendo-se a vazão de projeto para um curso d'água é possível a determinação do tipo da obra a ser implantada para a sua transposição.

Usualmente são adotados bueiros circulares de concreto para drenagem de pequenas grotas, bueiros celulares em concreto armado para bacias de pequeno a médio porte e pontes para bacias de médio a grande porte.

Principalmente para bueiros tubulares existem materiais alternativos ao concreto, como tubos metálicos e em PVC. Esses materiais viabilizam a execução de obras de travessia em diâmetros superiores aos aplicáveis com tubos de concreto.

A utilização desses materiais, no entanto deve ser bem avaliada, pois é necessário maior controle na execução de obras com esses materiais e são também necessários maiores cuidados de manutenção obras executadas com esses materiais.

Quanto às dimensões das obras de travessia mais usuais não se costuma utilizar tubos de concreto com diâmetros superiores a 1,8 metro nem bueiros celulares em concreto com dimensões de células ultrapassando 3,5 metros.

A aplicação de pontes como obra de travessia não tem limitações máximas de dimensões, cabendo sua aplicação na impossibilidade de aplicação de outros dispositivos ou sempre que estas se tornarem opção viável frente outras soluções.

No caso de implantação de pontes deve-se avaliar principalmente os seguintes fatores:

- Traçado ideal;
- Máxima cheia;
- Existência de obstáculos à jusante do canal.

Entende-se como traçado ideal aquele que resulta, respeitando-se os parâmetros de projeto da classe da rodovia e as exigências de segurança e ambientais, em menor custo para execução de toda a transposição do acidente geográfico, equacionando-se principalmente os custos com execução da ponte, custos com terraplenagem e a melhor geometria em planta e em perfil.

A ponte inserida na transposição de um acidente geográfico, dentro das definições de traçado ideal deve garantir que a máxima cheia do curso d'água, em chuva recorrente, esteja abaixo da face inferior da longarina, de maneira a permitir que eventuais materiais flutuantes passem sob a ponte.

É usual que a cota de máxima cheia esteja, no mínimo, 1,5 metro abaixo da face inferior da longarina.

Já a existência de obstáculos a jusante do canal deve ser avaliada com critério. Entre as várias possibilidades de obstáculos a jusante, a serem avaliados destaca-se a possibilidade de ocorrência de barramento hidráulico em rodovias próximas ao mar e em rodovias com grandes rios próximos pela jusante, bem como em regiões extremamente planas e com incidência de alagamentos perenes.

Para rodovias litorâneas deve-se avaliar a possibilidade de a variação de marés promover refluxo nos talwegues a serem transpostos, devendo o dimensionamento se adequar a essas possíveis variações.

Da mesma maneira deve-se avaliar a possibilidade de cheias de cursos d'água que estejam próximos pela jusante do local de transposição do canal interferirem nas condições normais de escoamento adequando-se o dimensionamento da obra de travessia a essas eventuais interferências.

Para se implantar uma ponte seu funcionamento hidráulico em chuva recorrente é necessário, porém não é o único fator a ser considerado.

A complexidade de fatores para o dimensionamento de uma ponte exige experiência dos técnicos envolvidos, que devem avaliar no local os parâmetros envolvidos de maneira a melhor equacionar os fatores de influência.

Uma prática usual é a realização de um dimensionamento preliminar da ponte em campo com posterior verificação do funcionamento hidráulico do canal em escritório, ajustando-se o lançamento realizado preliminarmente.

5.2.2 Verificação hidráulica para ponte lançada

Sabendo-se que o regime de escoamento para o canal do rio se dará em um regime nem sempre permanente e determinada sua vazão de projeto, faz-se necessária a verificação do comportamento do canal do rio, na seção transversal da ponte, verificando-se assim as suas condições de trabalho quando solicitada pela máxima vazão hidrológica para o período de retorno proposto à obra.

A determinação do raio hidráulico para a seção transversal molhada do canal natural na ponte passou pela divisão desta seção em faixas retangulares de dimensões

fixas proporcionais ao comprimento da ponte, calculando-se para cada faixa, sua área e seu raio hidráulico.

Para a determinação do raio hidráulico de toda a seção, adotou-se o método proposto por Martins, José Rodolfo S. apud Tucci, Carlos E. M., Porto, Rubem La Laina e Barros, Mário T. de. Drenagem urbana. Editora da Universidade/UFRS, EDUSP, e ABRH, Porto Alegre – RS, 1995.

Referido método é aplicado conforme item 4.3.2.3 da Norma AGETRANS NP.18/92, ressaltando que a GOINFRA não possui em suas normativas uma indicação de procedimento técnico para avaliar o gradiente hidráulico do fluxo em canais.

Para aplicação do método, que estima o gradiente hidráulico mediante ponderação do raio hidráulico, se aplica a seguinte equação:

$$R_h = \{\Sigma[A_i \times (R_{hi}^{2/3})]/A\}^{3/2}$$

Em que:

R_h – Raio hidráulico

A_i – Área de cada faixa

R_{hi} – Raio hidráulico de cada faixa

A relação entre a magnitude das forças de inércia e as gravitacionais também deve ser analisada, de maneira que se garanta a predominância das forças gravitacionais para o escoamento. O número de Froude, calculado pela expressão abaixo é quem determina o regime de escoamento.

$$F = V / \sqrt{(g \times D)}$$

Em que:

F – Número de Froude

V – Velocidade do escoamento

g – Gravidade

Sendo D dado por:

$$D = A / L$$

Onde:

A – Área da seção transversal

L – Lâmina d'água na superfície

Para $F < 1$ tem-se um regime de escoamento sub-crítico, em que as forças gravitacionais predominam sobre as forças de inércia. Para $F = 1$ tem-se um regime crítico, onde as forças se equilibram e para $F > 1$ tem-se o regime supercrítico, onde as forças de inércia predominam sobre as forças gravitacionais.

Deve-se garantir que Froude não ultrapasse 1.

Em situações em que a taxa de ociosidade da seção molhada estiver abaixo de 5%, já desconsiderada a altura livre entre a face inferior da longarina e a enchente máxima, o número de Froude deverá ser utilizado na verificação da sobrelevação do nível d'água, pela equação de Yarnell (apud French, 1986).

Uma vez calculada a máxima vazão a que a seção transversal da ponte pode se submeter, compara-se o valor obtido com a máxima vazão de projeto obtida nos estudos hidrológicos.

Para o caso de se optar por enrocamento simples para a proteção dos taludes no canal natural do rio, na seção da ponte, adotar os diâmetros médios das pedras, conforme tabela abaixo, garantindo a espessura de 1,5 vezes o diâmetro médio das pedras para a espessura da camada.

Tabela 2 – Diâmetros médios do enrocamento de proteção (US Bureau of Reclamation)

V(m/s)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
D (m)	0,02	0,035	0,35	0,06	0,08	0,1	0,13	0,18	0,26	0,32	0,38	0,5	0,57	0,66	0,78

5.3 Memória de Cálculo

É apresentada na página seguinte a ficha resumo dos cálculos realizados para o dimensionamento da ponte sobre o curso d'água em estudo, conforme metodologia estabelecida pela IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos.

A ficha seguinte contempla o cálculo hidrológico e a verificação hidráulica para o bueiro a ser implantado sobre o curso d'água em estudo.

Ficha Resumo de Cálculo Hidrológico

Por se tratar de bacia hidrográfica com tempo de base maior que 24 horas, fez-se necessária a divisão da bacia em sub-bacias.

Segue adiante o cálculo hidrológico referente ao Rio São Marcos calculado pelo Método do Hidrograma Unitário Triangular com sub-divisão da bacia:

Curso d'água: Rio São Marcos Rodovia: GO.213 Código: 1

Trecho: BR.050 (Campo Alegre) / Balsa Soledade

Sub-Bacias Hidrográficas:						HUT					
A	L	ΔH	S	Cn	TR	tr	tb	tc	tp	Δt	μ
Km ²	Km	m	%		(anos)	hs	hs	hs	hs	s	
280,1	9,6	7	0,1	50,0	100,0	7,0	11,1	6,0	4,2	1,2	139,7

Bacia Hidrográfica (Total):						HUT					
A	L	ΔH	S	Cn	TR	tr	tb	tc	tp	Δt	μ
Km ²	Km	m	%		(anos)	hs	hs	hs	hs	s	
8122,0	278,0	215,0	0,1	50,0	100,0	93,1	148,8	79,6	55,7	15,9	303,2

Dados Geométricos obtidos no Image 2025 - Copernicus Landsat. Posição aproximada do ponto da travessia - UTM (Easting 228504,04 - Northing 8062949,96). Posto pluviométrico adotado 1547004 - BRASÍLIA com o período de observação 61 anos.

Código.	Rio São Marcos (Sub bacia)														
Δt hs	HUT	Po	Pm	Pe	ΔPe	0,003	0,129	0,162	0,153	0,2	0,15	0,11	0,18	0,12	Qp
1,19	39,9	60,0	53,7	0,00	0,003	0,1									0,13
2,38	79,9	78,0	69,8	0,13	0,129	0,3	10,3								10,58
3,57	119,8	89,0	79,7	0,29	0,162	0,4	15,5	19,4							35,27
4,76	127,8	97,0	86,8	0,45	0,153	0,4	16,5	20,7	19,5						57,17
5,96	103,9	106,0	94,9	0,65	0,204	0,3	13,4	16,8	15,9	21,2					67,71
7,15	80,0	112,0	100,2	0,81	0,154	0,3	10,3	13,0	12,2	16,3	12,3				64,44
8,34	56,1	116,0	103,8	0,92	0,11	0,2	7,2	9,1	8,6	11,5	8,6	6,2			51,35
9,53	32,2	122,0	109,2	1,09	0,176	0,1	4,2	5,2	4,9	6,6	5,0	3,5	5,7		35,10
10,72	8,2	126,0	112,8	1,22	0,124	0,0	1,1	1,3	1,3	1,7	1,3	0,9	1,5	1,0	10,03
															Qp SubBacia. (m ³ /s)
															67,7
															QpTotal.(m ³ /s)
															1963,5

Vasão de Projeto (Qp): 1963,5 m³/s:

Obra Dimensionada: Ponte

A análise pluviométrica desta bacia hidrográfica indica a necessidade de uma ponte, que satisfaça a vazão de projeto acima indicada, como obra de arte para atender a travessia em estudo.

Ficha Resumo de Verificação Hidráulica

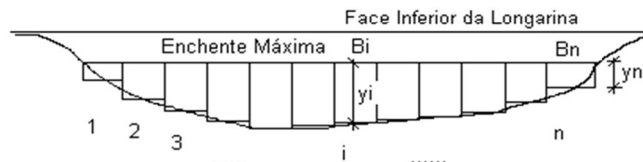
Resumo da Verificação Hidráulica da Ponte sobre o Rio São Marcos

Curso d'água: Rio São Marcos Rodovia: GO.213 Código: 1

Trecho: BR.050 (Campo Alegre) / Balsa Soledade

Comprimento da ponte: 217,8 metros.

Determinação do Raio Hidráulico para a seção da Ponte:



Seção Tipo de ponte.

Distribuição de y ao longo da seção:

y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16
	3,2	4,4	5,4	6,0	7,6	8,7	10,8	12,8	14,4	15,2	16,5	14,3	11,2	9,7	8,5
y17	y18	y19	y20	y21	y22	y23	y24	y25	y26	y27	y28	y29	y30	y31	y32
6,7	5,4	4,8	4,1	3,0											

B = 200 metros

Bi = 10 metros

Raio Hidráulico

$$Rh = \frac{\sum (Ai \times (Rhi)^{2/3})}{\sum Ai}^{3/2}$$

Rh = 3,26 m

Vazão máxima para a seção molhada

$$Qmax = A \times Rh^{2/3} \times (i)^{1/2} / \eta$$

Qmax = 3.196,5 m³/s

Velocidade do Escoamento

$$V = Q / A$$

V = 1,85 m / s

Verificação do Regime de Escoamento (Froude)

$$F = V / (g \times D)^{1/2}$$

F = 0,20 Regime subcrítico.

Verificação da capacidade de esgotamento da seção transversal

Vazão de Projeto (Qp): 1963,5 m³/s: Estudos Hidrológicos
Vazão máxima para a seção (Qmax): 3196,5 m³/s: Cálculo Hidráulico

Qmax >= Qproj - Seção Transversal Suficiente.

A verificação hidráulica da seção transversal da ponte sobre o Rio São Marcos indica que a seção transversal da ponte é suficiente.

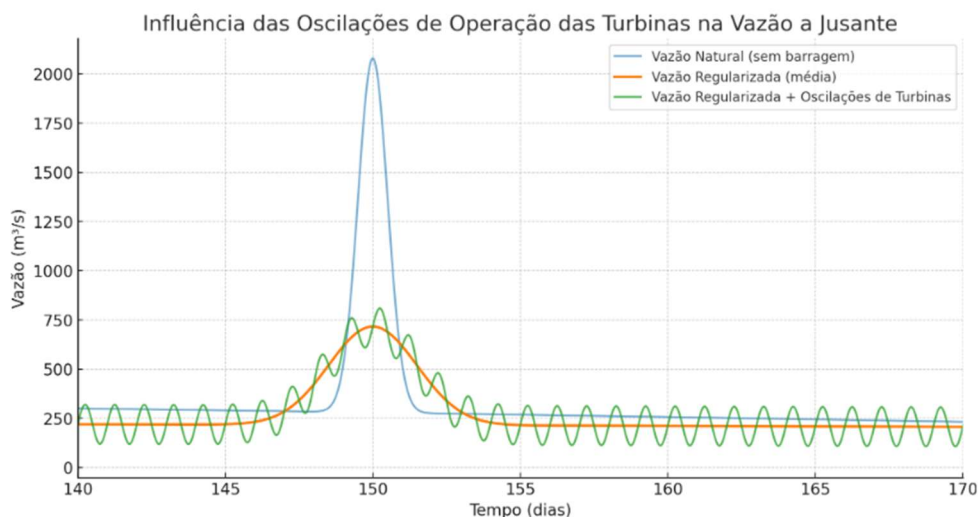
5.4 Recomendações Finais

Os resultados obtidos nos cálculos hidráulicos e hidrológicos indicam que a ponte implantada é adequada para atender à vazão de recorrência de 100 anos da bacia do Rio São Marcos, tanto sob os aspectos hidrológicos quanto hidráulicos, estando em conformidade com as recomendações da GOINFRA.

A expressiva folga hidráulica verificada, da ordem de 63%, demonstra que critérios de geometria sobrepujaram o dimensionamento do vão hidráulico, no lançamento da ponte.

É relevante destacar que a ponte foi lançada em uma bacia hidrográfica com a presença de barragens a montante, o que implica na regularização das vazões, devido à capacidade de amortecimento de cheias conforme previsto nas normativas de dimensionamento de barragens, que, por sua vez, consideram tempos de recorrência significativamente superiores aos 100 anos adotados como tempo de recorrência nas normativas de dimensionamento de pontes.

Figura 18 – Gráfico vazão centenária x vazão regularizada x oscilações de operação das turbinas das hidrelétricas a montante

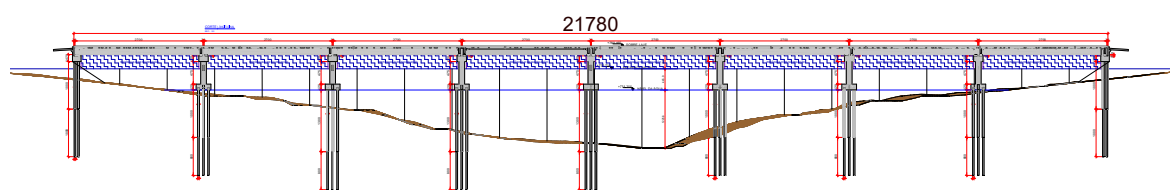


Referida regularização, como efeito prático, despreza a necessidade de análise de dados fluviométricos para o caso. O gráfico da Figura 3, anterior, correlaciona, com a vazão centenária, a vazão regularizada pelas barragens de montante, bem como possíveis oscilações rápidas de operação das turbinas, para representar os efeitos horários/diários a jusante.

Nele, além da vazão natural (azul) e da vazão regularizada média pela barragem (laranja), aparece a curva verde mostrando as oscilações rápidas de operação das turbinas, que introduzem variações diárias/horárias artificiais a jusante.

Sobre o lançamento da ponte, a implantação considerou o nível d'água determinado pela topografia local, fixado na cota 751,256 metros, bem como a cota de enchente máxima apurada pela topografia local, de 755,715 metros, implicando na cota de face inferior da longarina da ponte de 758,675 metros, a ser observada pelo projetista da ponte, relativa a um vão livre de navegação de 3,0 metros, adotado.

Figura 19 – Lançamento da ponte (projeto geométrico da ponte verificada).



Destaca-se ainda que a ponte foi projetada de forma a minimizar o estrangulamento do canal, o qual apresenta alta velocidade teórica devido à declividade média da bacia.

Dessa forma, a ponte mantém, na maior parte do tempo, um vão livre vertical de 7,4 metros, reforçando-se que a vazão é regularizada pelas barragens a montante.

Mesmo em eventos de chuvas extremas, não se espera um aumento expressivo da lâmina d'água. Ainda assim, a caixa hidráulica projetada é capaz de suportar uma vazão centenária, atendendo aos critérios estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis, porém, como se verifica na Figura anterior, a máxima cheia considerada avança sobre os encabeçamentos da ponte, o que determina a necessidade de sua proteção, mediante execução de enrocamento simples para a proteção dos taludes no canal natural do rio, na seção da ponte, com o diâmetro médio das pedras, conforme Tabela 2 do Capítulo 2.2, garantindo a espessura de 1,5 vezes o diâmetro médio das pedras para a espessura da camada.

Por fim, qualquer revisão no projeto da ponte que implique em redução da seção do canal natural deve ser cuidadosamente analisada, observando-se os limites normativos de velocidade e garantindo-se a proteção adequada dos encabeçamentos.

Recomenda-se, ainda, que o setor de manutenção rodoviária realize inspeções anuais nos encabeçamentos, de modo a prevenir processos erosivos que possam comprometer a estrutura.

5.5 Anexos do estudo hidrológico

Tabela para a obtenção dos coeficientes C e CN, em função da orografia e das condições de superfície:

OROGRAFIA			1		2		3	
			PLANA		ONDULADA		MONTANHOSA	
CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE			C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos Estéreis e Áreas Urbanizadas	Muito Permeáveis	A	0,1	50	0,2	55	0,3	65
	Permeáveis	B	0,2	55	0,3	60	0,4	70
	Semi Permeáveis	C	0,4	60	0,5	65	0,6	75
	Pouco Permeáveis	D	0,6-0,8	70	0,6-0,9	75	0,6-1,0	80
Cerrados, Pastagens e Matas Ralas	Muito Permeáveis	A	0,2	45	0,3	50	0,4	60
	Permeáveis	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	Semi Permeáveis	C	0,3	60	0,4	60	0,5	70
	Pouco Permeáveis	D	0,4	65	0,5	70	0,6	75
Culturas e Pastagens Terraceados	Muito Permeáveis	A	0,1	35	0,3	45	0,4	50
	Permeáveis	B	0,2	40	0,35	50	0,45	55
	Semi Permeáveis	C	0,3	50	0,4	60	0,5	60
	Pouco Permeáveis	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70
Culturas Terraceados	Muito Permeáveis	A	0,1	30	0,2	40	0,3	50
	Permeáveis	B	0,15	40	0,3	50	0,4	55
	Semi Permeáveis	C	0,2	50	0,4	55	0,5	60
	Pouco Permeáveis	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70

A- “Loess” em camadas espessas – Solos Arenosos profundos com pouco silte e argila (Baixo escoamento superficial e alta infiltração);

B- “Loess” em camadas rasas e areias – Solos arenosos menos profundos do que os do Tipo A (Baixo escoamento superficial e moderada infiltração);

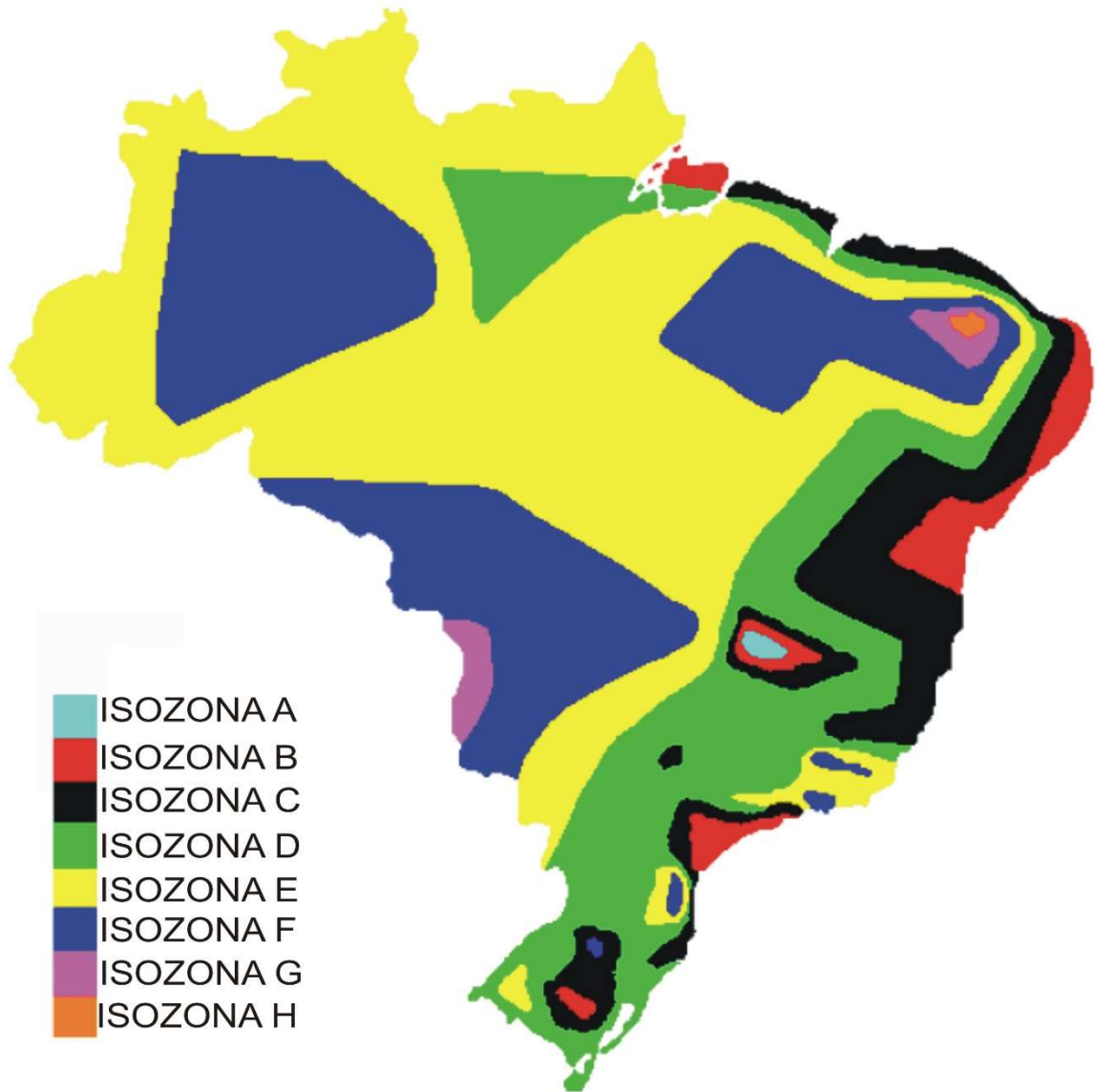
C- Solos Siltosos e Argilosos – Solos contendo percentagem considerável de argila e pouco profundos (Considerável escoamento superficial e moderada infiltração);

D- Solos com argilas expansivas e pavimento – Solos contendo argilas expansivas em profundas camadas (Grande escoamento superficial e baixa infiltração).

Tabela 3 – C e Cn para diversas condições de Orografia e Superfície

CN	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
τ	23.33	18.57	15.00	12.22	10.00	8.18	6.66	5.38	4.28	3.33	2.50

MAPA DE ISOZONAS



ZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS													
	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 min 24 h Chuva			
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5	50	100	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35	34,7	33,6	32,5	7	6,5	6,5	
B	36,1	37,8	37,5	37,1	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5	7,5	
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36	9,8	8,8	8,8	
D	42	41,6	41,4	41,2	41,1	41	40,7	40,3	39	37,9	11,2	10	10	
E	44	43,5	43,3	43,2	43	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,4	11,2	11,2	
F	46	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4	12,4	
G	47,9	47,4	47,2	47	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7	13,7	
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,5	48,3	47,8	46,5	44,8	16,7	14,9	14,9	

TABELA PLUVIOMÉTRICA DE BRASÍLIA

POSTO PLUVIOMÉTRICO	DADOS PLUVIOMÉTRICOS
Posto: BRASÍLIA Intervalo: 61 Anos Latitude: 15°47'24" Longitude: 47°55'22"	Orgão: ANA Código: 1547004 UF: DF

Método Estatístico (Distribuição de Gumbel)

ANO	P (mm)	N	P	P-Pmed	(P-Pmed) ²	F %	TR
1963	132,8	1	132,8	51,39	2641,12	1,6	62,00
1964	111,8	2	131,0	49,59	2459,35	3,2	31,00
1965	92,4	3	111,8	30,39	923,66	4,8	20,67
1966	75,5	4	110,7	29,29	858,01	6,5	15,50
1967	69,0	5	103,1	21,69	470,53	8,1	12,40
1968	75,1	6	102,1	20,69	428,15	9,7	10,33
1969	85,0	7	99,8	18,39	338,26	11,3	8,86
1970	91,7	8	99,6	18,19	330,94	12,9	7,75
1971	95,7	9	99,5	18,09	327,31	14,5	6,89
1972	91,0	10	98,1	16,69	278,62	16,1	6,20
1973	67,0	11	97,3	15,89	252,55	17,7	5,64
1974	79,0	12	95,7	14,29	204,26	19,4	5,17
1975	67,0	13	94,8	13,39	179,34	21,0	4,77
1976	99,5	14	94,4	12,99	168,79	22,6	4,43
1977	68,3	15	93,6	12,19	148,64	24,2	4,13
1978	64,3	16	92,4	10,99	120,82	25,8	3,88
1979	81,6	17	91,7	10,29	105,92	27,4	3,65
1980	73,0	18	91,0	9,59	92,00	29,0	3,44
1981	76,9	19	90,4	8,99	80,85	30,6	3,26
1982	63,3	20	90,0	8,59	73,82	32,3	3,10
1983	85,8	21	89,2	7,79	60,71	33,9	2,95
1984	68,0	22	88,3	6,89	47,50	35,5	2,82
1985	62,7	23	87,6	6,19	38,34	37,1	2,70
1986	45,1	24	85,8	4,39	19,29	38,7	2,58
1987	90,0	25	85,8	4,39	19,29	40,3	2,48
1988	69,1	26	85,0	3,59	12,90	41,9	2,38
1989	67,6	27	83,3	1,89	3,58	43,5	2,30
1990	80,7	28	81,6	0,19	0,04	45,2	2,21
1991	99,8	29	80,7	-0,71	0,50	46,8	2,14
1992	131,0	30	79,0	-2,41	5,80	48,4	2,07
1993	97,3	31	77,0	-4,41	19,43	50,0	2,00
1994	77,0	32	76,9	-4,51	20,32	51,6	1,94
1995	62,3	33	75,5	-5,91	34,91	53,2	1,88
1996	51,0	34	75,2	-6,21	38,54	54,8	1,82
1997	75,2	35	75,1	-6,31	39,79	56,5	1,77
1998	93,6	36	74,2	-7,21	51,96	58,1	1,72
1999	66,9	37	73,0	-8,41	70,70	59,7	1,68
2000	102,1	38	72,4	-9,01	81,15	61,3	1,63
2001	69,4	39	72,0	-9,41	88,51	62,9	1,59
2002	94,8	40	71,0	-10,41	108,33	64,5	1,55
2003	70,4	41	70,4	-11,01	121,18	66,1	1,51
2004	66,4	42	69,4	-12,01	144,20	67,7	1,48
2005	110,7	43	69,1	-12,31	151,49	69,4	1,44
2006	103,1	44	69,0	-12,41	153,96	71,0	1,41
2007	71,0	45	68,3	-13,11	171,82	72,6	1,38
2008	90,4	46	68,2	-13,21	174,46	74,2	1,35
2009	98,1	47	68,0	-13,41	179,78	75,8	1,32
2010	74,2	48	67,6	-13,81	190,67	77,4	1,29
2011	68,2	49	67,0	-14,41	207,60	79,0	1,27
2012	87,6	50	67,0	-14,41	207,60	80,6	1,24
2013	94,4	51	66,9	-14,51	210,49	82,3	1,22
2014	85,8	52	66,4	-15,01	225,25	83,9	1,19
2015	60,8	53	65,5	-15,91	253,07	85,5	1,17
2016	99,6	54	65,2	-16,21	262,71	87,1	1,15
2017	65,5	55	64,3	-17,11	292,69	88,7	1,13
2018	83,3	56	63,3	-18,11	327,91	90,3	1,11
2019	88,3	57	62,7	-18,71	350,00	91,9	1,09
2020	65,2	58	62,3	-19,11	365,12	93,5	1,07
2021	72,4	59	60,8	-20,61	424,70	95,2	1,05
2022	89,2	60	51,0	-30,41	924,66	96,8	1,03
2023	72,0	61	45,1	-36,31	1318,29	98,4	1,02
Soma:	4965,90			Soma	17902,15		
Pmed:	81,41						

Desvio Padrão: $\sigma = ((P - P_{med})^2 / (m - 1))^{1/2} \rightarrow \sigma: 17,27$

Valores de K (Weise e Heid):						
Eventos: 61	5	10	15	25	50	100
	0,807	1,446	1,802	2,253	2,852	3,446

Chuva de 1 dia para diversos tempos de recorrência (Ven Te Chow):

$$P = P_{med} + \sigma K$$

P₅ (mm)=	81,41	+	17,27	x	0,807)	=	95,35
P₁₀(mm)=	81,41	+	17,27	x	1,446)	=	106,39
P₁₅(mm)=	81,41	+	17,27	x	1,802)	=	112,53
P₂₅(mm)=	81,41	+	17,27	x	2,253)	=	120,33
P₅₀(mm)=	81,41	+	17,27	x	2,852)	=	130,67
P₁₀₀(mm)=	81,41	+	17,27	x	3,446)	=	140,93

Chuva de 24 horas e correlações obtidas pelo Método das Isozonas:

Isozona: A

Duração (Hs)	5 Anos	10 Anos	15 anos	25 Anos	50 Anos	100 Anos
24	105	117	124	132	144	155
1	38	42	45	48	52	56
0,1	7	8	9	9	10	11

Histograma com as máximas precipitações anuais em 24 horas

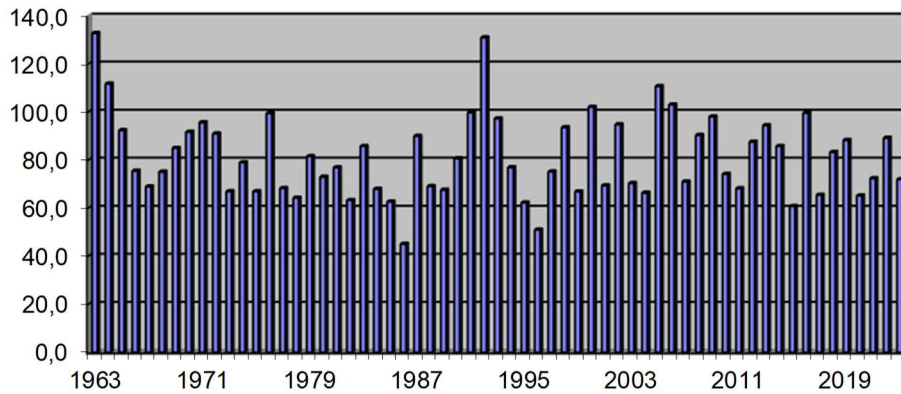
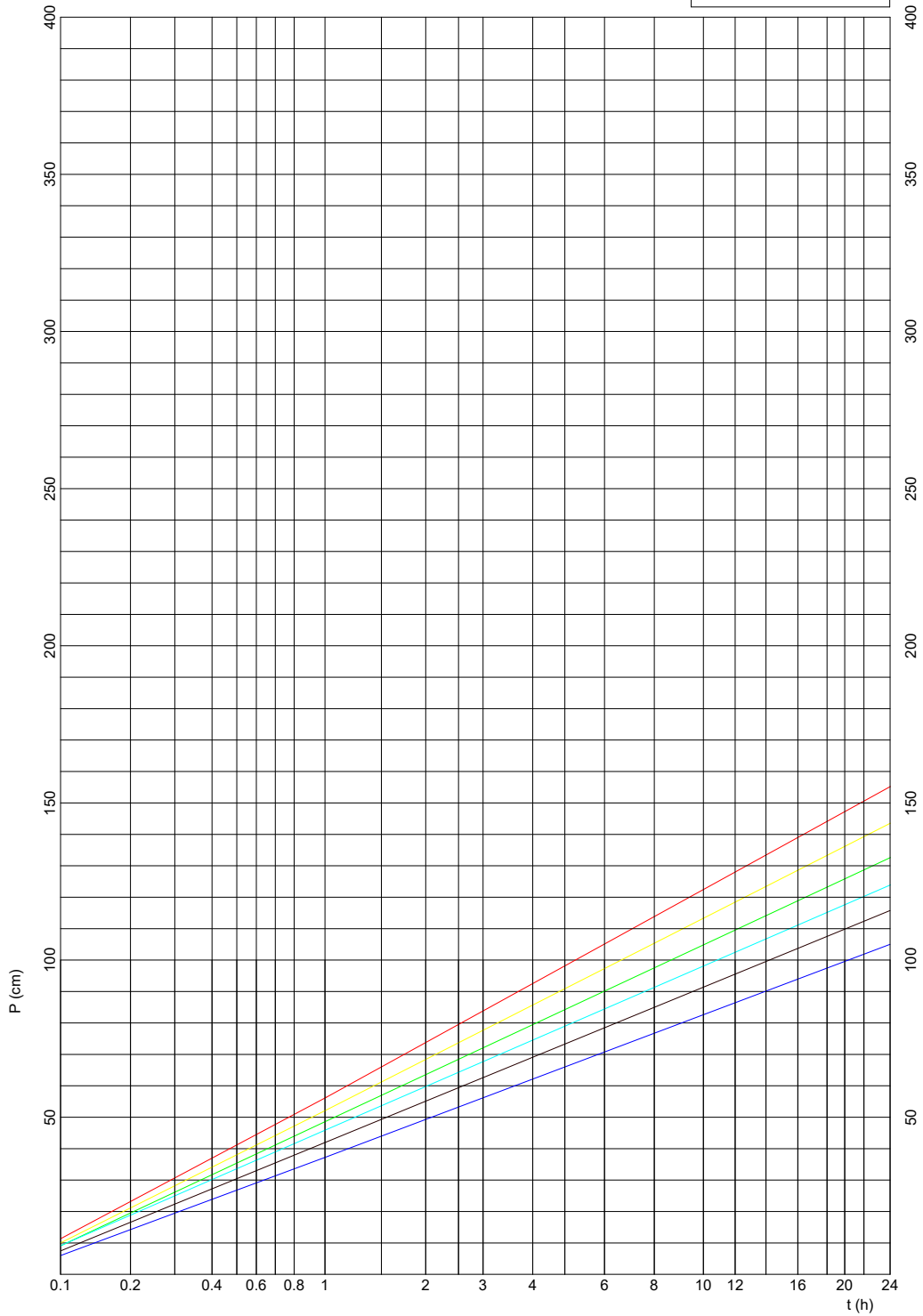


Gráfico Altura - Duração - Frequência

Papel de Probabilidade de Hershfield e Wilson

Estação Brasília (Caxambú)



5.6 Referências Bibliográficas

- DNIT 2005 – **Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem**. Rio de Janeiro: DNIT: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 117 p.
- DNIT – IS-04 – **Instrução de serviço para estudo hidrológico**. Rio de Janeiro: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 5 p.
- PFAFSTETTER, Otto. 1982. – **Chuvas intensas no Brasil**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 2ªed.,426p.
- TORRICO. José Jaime Tabora. 1974 – **Práticas Hidrológicas**. Rio de Janeiro: Grupo TRANSCON, 119 p.
- TUCCI, C.E.M. (org.) (1993). **Hidrologia – ciência e aplicação**. Editora da Universidade/UFRS, EDUSP, e ABRH, Porto Alegre – RS, 943 p.
- PINTO, NELSON L. DE SOUSA. (1973). **Hidrologia de Superfície**. Editora Edgard Blücher, São Paulo – SP, 179 p.
- CHOW, VEN TE. (1964). **Handbook of applied hydrology**. Editora McGraw-Hill, New York, 1 v.
- TUCCI, C.E.M. (org.) (1995). **Drenagem urbana**. Editora da Universidade/UFRS, EDUSP, e ABRH, Porto Alegre – RS, 428 p.
- ASCE, 1969. **Design and Contruction of sanitary and storm sewes**. New York (Manuals and Reports of Engineering Practice, 37)
- DAEE/CETESB 1980. **Drenagem Urbana**. 2a edição São Paulo.
- Alcântara; Ulysses M. A. De - **Manual de Hidráulica**, escoamento Superficial, Galerias de Águas Pluviais, Bueiros, Pág 688, Roteiro Para o Projeto de Galerias Pluviais de Seção Circular.
- B. D. Richards, “**Flood Estimation and Control**” – 1937
- Linsley, Kohler e Paulhus – **Hydrology for Engineers**, 1958 – pp. 267 e 241.
- DNIT 1990. – **Manual de Drenagem de Rodovias**. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: DNIT: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 414 p.

6 GEOMÉTRICO

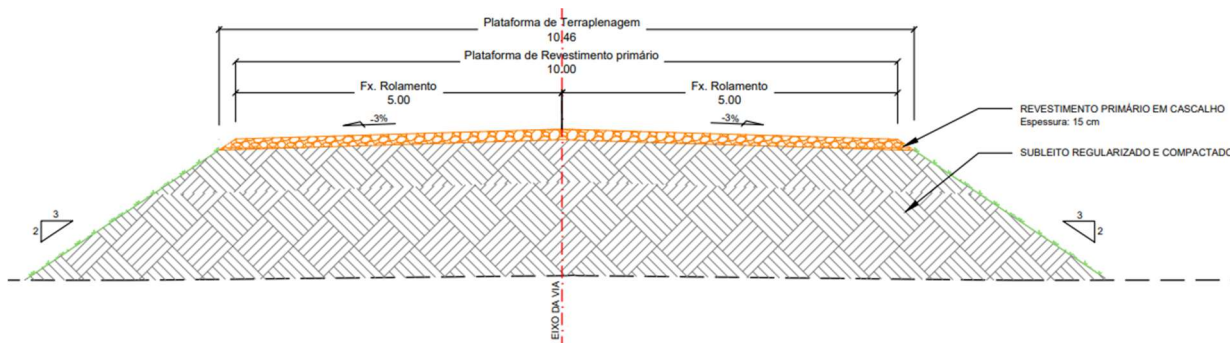
6.1 Quadro características técnicas e operacionais

Figura 20 – Quadro características técnicas e operacionais

QUADRO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS										
Rodovia: GO-213			Volume de terraplenagem=			BUELOS				
Trecho: BR-050 (Campo Alegre) / Balsa Soledade			DMT para base=			BTC		BTM		BCC
Sub-trecho: -			DMT para sub-base=			Ø	Nº de linhas	Ø	Nº de linhas	Dim
			DMT para brita=			S	D	S	D	Quant (m)
CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA					CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS					
DISCRIMINAÇÃO		UND.	QUANT.	Região	MONTANHOSA					
Raio mínimo		m	115,00	Classe	III					
Raio máximo		m	1.500,00	Velocidade	60 km/h					
Frequência do raio mínimo		un	1,00	Distância de visibilidade de parada	85 m					
Frequência do raio máximo		un	1,00	Distância de visibilidade de ultrapassagem	410 m					
Nº total de curvas		un	16,00	VDM adotado	≈ 300 veículos / dia					
Extensão em tangente		m	2.244,526	Número "N"	-					
Extensão em curva		m	1.781,489	ISC do subleito	-					
Extensão total		m	4.026,015							
CARACTERÍSTICAS TRANSVERSAIS				CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PERFIL						
DISCRIMINAÇÃO		UND.	QUANT.	DECLIVIDADE LONGITUDINAL		RAMPA	VALOR %	EXTENSÃO (m)		
Largura da faixa de domínio		m	80,00			MÁXIMA	9,98	356,148		
Larg. da plataf. de terraplenagem em corte		m	10,46			MÍNIMA	0,00	247,558		
Larg. da plataf. de terraplenagem em aterro		m	10,46			COTAS MÁXIMAS				
Inclinação transversal da semi-plataforma		%	-3,00			CONDICÕES	Cota	EST.	Localização	
Superelevação máxima		%	8,00			Terreno	893,598	0+0,000	-	
Inclinação dos taludes de corte		H:V	1:1			Greide	893,448	0+0,000	-	
Inclinação dos taludes de aterro		H:V	1,5:1			N.A.	-	-	-	
Largura para dispositivos de drenagem		m	-			COTAS MÍNIMAS				
Largura da faixa de rolamento		m	2 x 5,00			CONDICÕES	Cota	EST.	Localização	
Largura do acostamento		m	-			Terreno	738,717	103+14,80	-	
Largura da ciclovia		-	-			Greide	760,865	96+2,573	-	
Dimensão da obra de arte especial		-	-			N.A.	-	-	-	

6.2 Seção Tipo

Figura 21 – Seção Tipo



7 ANTEPROEJTO DA OAE

7.1 Apresentação

O Consórcio Supervisor Goiano apresenta à Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA) o Anteprojeto da Ponte sobre o Rio São Marcos, localizada na rodovia GO-213.

Este relatório tem por finalidade subsidiar o processo de tomada de decisão quanto à concepção estrutural da obra de arte especial (OAE), apresentando soluções técnica e economicamente fundamentadas, compatíveis com as características locais de implantação e com as diretrizes estabelecidas pela GOINFRA.

Para tanto, são apresentadas duas alternativas de concepção estrutural, cada uma acompanhada de sua justificativa técnica, elaborada com base nas condicionantes identificadas nos estudos topográficos, geotécnico, hidrológico e geométrico. Em seguida, é desenvolvida uma análise comparativa das soluções propostas, culminando na seleção da alternativa considerada mais adequada sob os pontos de vista técnico, econômico, executivo e de manutenção ao longo da vida útil da estrutura.

O relatório inclui ainda o pré-dimensionamento da superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura da solução escolhida, abrangendo aspectos como o tipo de fundação, quantidade e profundidade estimada das estacas. Além disso, apresenta os quantitativos de materiais e formas resultantes das características geométricas definidas no anteprojeto.

Dessa forma, este Anteprojeto de Obra de Arte Especial constitui-se em um documento técnico destinado a subsidiar a elaboração do Projeto Básico e do Projeto Executivo, apresentado por meio de desenhos em número, escala e nível de detalhamento suficientes para a compreensão da obra, incluindo especificações técnicas, memorial descritivo e orçamento estimativo.

7.2 Normas utilizadas

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

- NBR 7187:2021 – Versão Corrigida: 2022 - Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento;
- NBR 7188:2024 – Ações devido ao tráfego de veículos rodoviários e de pedestres em pontes, viadutos e passarelas;
- NBR 6118:2023 – Versão Corrigida 2: 2024- Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;
- NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6122:2022 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 8681:2003 Versão Corrigida: 2004 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimento;
- NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento;
- GOINFRA ES-OAE-001/18: Pontes e Viadutos Rodoviários;
- DNIT 092/2006-ES - Juntas de dilatação - Especificação de serviço;
- DNIT 116/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Serviços Preliminares - Especificação de serviço;
- DNIT 117/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção - Especificação de serviço;
- DNIT 118/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço;
- DNIT 119/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço;
- DNIT 120/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Fôrmas - Especificação de serviço;
- DNIT 121/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Fundações Especificação de serviço;

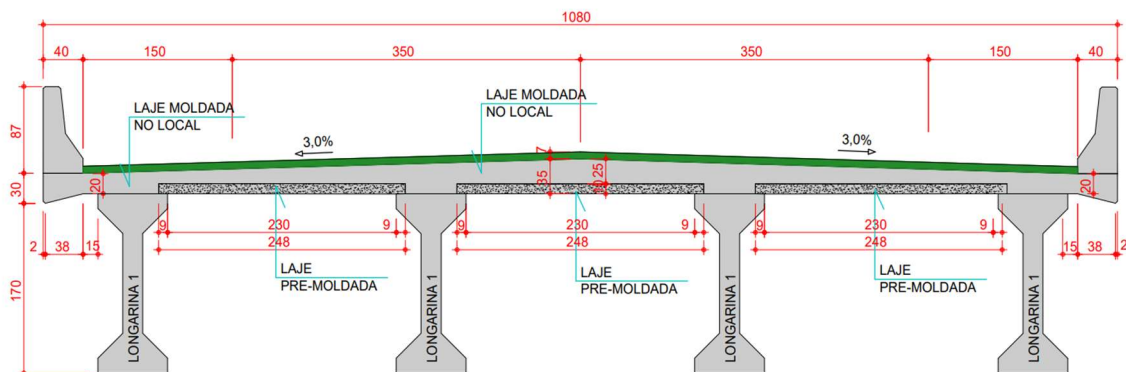
- DNIT 122/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço;
- DNIT 123/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido - Especificação de serviço;
- DNIT 124/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos - Especificação de serviço.
- IP-20 – Elaboração de Anteprojeto – GOINFRA

7.3 Considerações base de projeto

Estudo da ponte sobre o Rio São Marcos na rodovia GO-213. O greide da ponte é constituído em trecho longitudinalmente plano, e transversalmente inclinado do centro para as extremidades em 3,0 %.

Para este estudo considerou-se a largura da obra de arte da ponte sobre o Rio São Marcos composta por dois sentidos de tráfego de veículos com 3,50 m cada pista, duas faixas de acostamento de 1,50 m e duas barreiras New Jersey de segurança de 0,40 cada uma, contabilizando assim 10,80 m de largura total.

Figura 22 – Seção transversal



7.3.1 Considerações de cálculo

7.3.1.1 Cargas de projeto

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

7.3.1.2 Carga móvel

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

7.3.1.3 Materiais

- a) Concreto:** Foi adotada para esta obra sobre o Rio São Marcos as seguintes resistências características aos 28 dias:
- ✓ Estacas: 30 MPa;
 - ✓ Blocos: 30 MPa;
 - ✓ Mesoestrutura: 30 MPa;
 - ✓ Superestrutura: 40 Mpa.
- b) Aço:** As armaduras passivas do concreto serão em aço CA-50A. As armaduras ativas e cabos de protensão serão confeccionados com cordoalhas de 12,7 mm de aço CP 190RB. O Sistema de Protensão será do tipo pós-tensão aderente.

7.4 Análise das alternativas

O comprimento total da ponte sobre o Rio São Marcos foi definido em 217,80 m.

Nos encontros serão previstos a proteção do solo com enrocamento em pedra argamassada, visando garantir a estabilidade e proteção do corpo do aterro. Conforme o levantamento topográfico realizado, obteve-se alturas de aterro máximo de aproximadamente 7,50 m nos encontros e um comprimento máximo de enrocamento estimado de 12,50m.

Visando a obtenção da concepção mais vantajosa para a administração, houve a proposta da criação de duas soluções estruturais.

Avaliou-se as seguintes propostas:

- Proposta 1: Obra de arte especial (OAE) composta por oito vãos, sendo os vãos centrais com 27,20 m de comprimento e os vãos dos encontros com 26,50 m. Cada vão é constituído por seis longarinas de concreto protendido pré-moldado.
- Proposta 2: Obra de arte especial (OAE) composta por oito vãos, sendo os vãos centrais com 27,20 m de comprimento e os vãos dos encontros com 26,50 m. Cada vão é constituído por quatro longarinas de concreto protendido pré-moldado.

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

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

- Pelo vão e altura das longarinas optou-se por utilizar um elemento protendido.

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

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

A solução de pilares e travessas se mostra mais adequada para pontes com vigas pré-moldadas devido a facilidade de execução e eficiência.

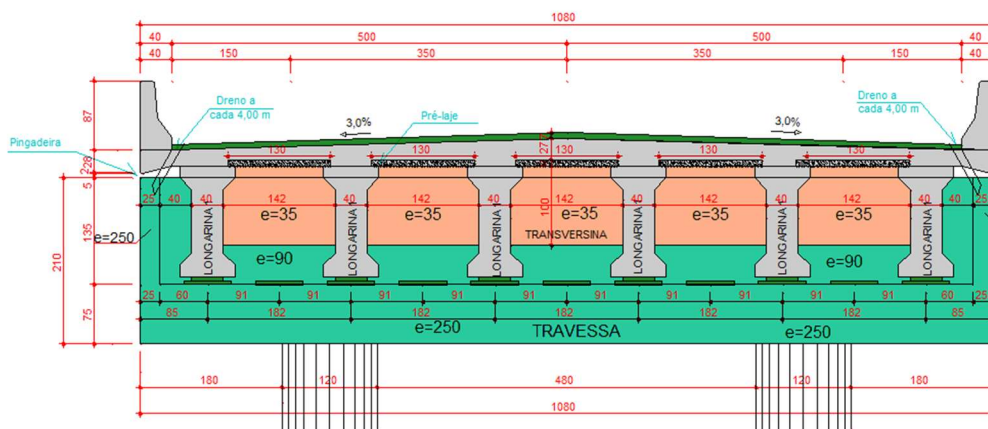
As eventuais substituições dos aparelhos de apoio serão feitas através da instalação de macacos hidráulicos entre a travessa e transversina, levantando assim todas as longarinas simultaneamente.

7.4.1 Proposta 1: Estrutura com seis longarinas pré-moldadas protendidas por vão.

Adota-se superestrutura com seis longarinas pré-moldadas de concreto protendido ($f_{ck} = 40 \text{ MPa}$) e seção I variável. As longarinas possuem largura de mesa de 70 cm e altura de 140 cm. A fabricação ocorrerá em canteiro.

Pré-dimensionamento: critério $L/20$. Para $L = 27,20 \text{ m} \rightarrow 27,20/20 = 1,36 \text{ m}$ ($\approx 136 \text{ cm}$). Adota-se altura de 140 cm.

Figura 23 – Seção transversal: Proposta 1

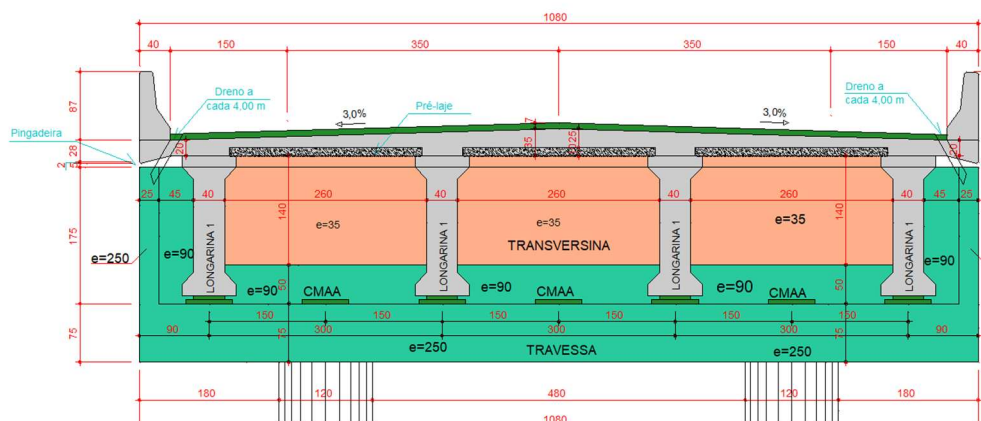


7.4.2 Proposta 2: Estrutura com quatro longarinas pré-moldadas protendidas por vão.

Adota-se superestrutura com quatro longarinas pré-moldadas de concreto protendido ($f_{ck} = 40 \text{ MPa}$) e seção I variável. As longarinas possuem largura de mesa de 70 cm e altura de 180 cm. A fabricação ocorrerá em canteiro.

Pré-dimensionamento: critério $L/15$. Para $L = 27,20 \text{ m} \rightarrow 27,20/15 = 1,813 \text{ m}$ ($\approx 181,3 \text{ cm}$). Adota-se altura de 180 cm.

Figura 24 – Seção transversal: Proposta 2



7.4.3 Escolha da solução:

A obra de arte especial em questão é composta por oito vãos, sendo os centrais com 27,20 m e os dos encontros com 26,50 m de comprimento. No processo de definição da solução estrutural, foram estudadas duas alternativas para a superestrutura: (i) utilização de seis longarinas pré-moldadas protendidas com altura de 1,40 m e (ii) utilização de quatro longarinas pré-moldadas protendidas com altura de 1,80 m. A análise comparativa levou em consideração aspectos estruturais, construtivos, econômicos e operacionais ao longo do ciclo de vida da obra.

A alternativa com seis longarinas de 1,40 m apresenta vantagens estruturais significativas, como maior redundância do sistema e melhor distribuição de cargas, reduzindo o risco de falhas localizadas. O menor espaçamento entre vigas favorece uma laje mais delgada e com menor fissuração, além de melhorar a distribuição transversal dos esforços. As peças mais leves também reduzem a

complexidade das armações e facilitam o manuseio no canteiro. No entanto, essa solução implica a fabricação, transporte e lançamento de um número maior de peças, demandando um pátio de pré-moldagem mais extenso e maior tempo de execução. Além disso, o aumento no número de aparelhos de apoio e interfaces viga-laje e transversinas eleva os custos de produção, inspeção e manutenção ao longo da vida útil.

Por outro lado, a alternativa com quatro longarinas de 1,80 m destaca-se pela eficiência construtiva e econômica. A redução do número de peças simplifica a logística de fabricação, transporte e lançamento, possibilitando montagem mais rápida, menor número de içamentos, além de exigir menos aparelhos de apoio e interfaces estruturais. As vigas mais altas conferem maior rigidez ao conjunto, melhor controle de deformações e fissuração, reduzindo demandas de manutenção futura. As desvantagens concentram-se no maior espaçamento entre vigas, o que requer pré-laje ligeiramente mais espessa e armada, e no aumento do peso unitário das vigas, exigindo maior controle na movimentação. Contudo, tais desafios são compensados pela redução no tempo de execução, simplificação das inspeções e economia operacional ao longo da vida útil da estrutura.

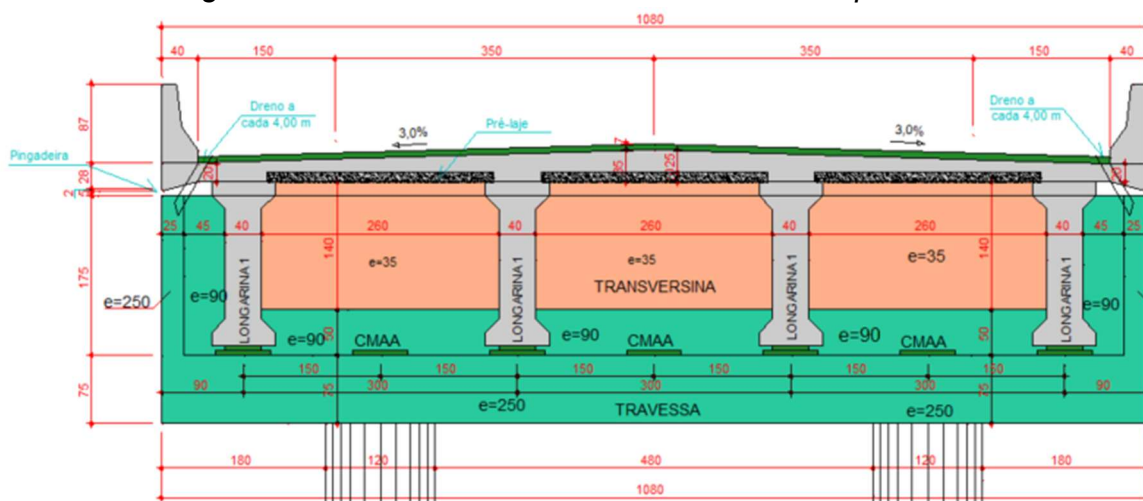
Do ponto de vista econômico, considerando a extensão total da obra e a necessidade de lançamento das vigas por meio de treliça lançadeira – cujo custo de operação é fixo mensalmente e não varia com a quantidade de peças –, a solução com quatro longarinas demonstra maior viabilidade. A redução no número de elementos estruturais e de pré-lajes implica menor custo com materiais e fabricação, além de otimizar a utilização dos equipamentos disponíveis. A maior altura útil das vigas também melhora a eficiência estrutural e o desempenho global do sistema.

Diante do exposto, conclui-se que a alternativa com quatro longarinas pré-moldadas protendidas de 1,80 m apresenta a melhor relação entre custo-benefício, prazo de execução e desempenho estrutural, atendendo plenamente aos requisitos normativos. Ao proporcionar menor investimento inicial marginal e significativa economia operacional ao longo da vida útil, essa solução se consolida como a opção mais adequada técnica e economicamente para a OAE em análise.

7.5 Memória Descritiva da solução escolhida

A obra consiste em uma ponte em longarinas em concreto protendido pré-moldado, com largura total de 10,80 m e comprimento longitudinal de 217,80 m. A estrutura apresenta perfil longitudinal plano e inclinação transversal de 3,0 %, direcionada do eixo central para as extremidades, com a finalidade de garantir o escoamento superficial das águas pluviais.

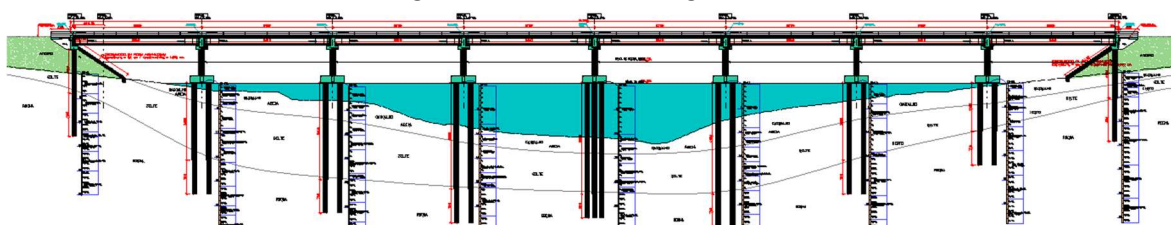
Figura 25 – Corte transversal da estrutura – Proposta 2



A obra de arte especial (OAE) é composta por oito vãos, sendo os vãos centrais com 27,20 m e os vãos de encontro com 26,50 m de comprimento. Cada vão é constituído por quatro longarinas em concreto protendido, com comportamento isostático e autoportante, apresentando inércia variável ao longo do vão.

As longarinas são apoiadas diretamente sobre travessas, as quais estão espaçadas a cada 3,00 m em relação aos seus eixos e a 0,90 m das bordas extremas do tabuleiro da OAE.

Figura 26 – Corte longitudinal

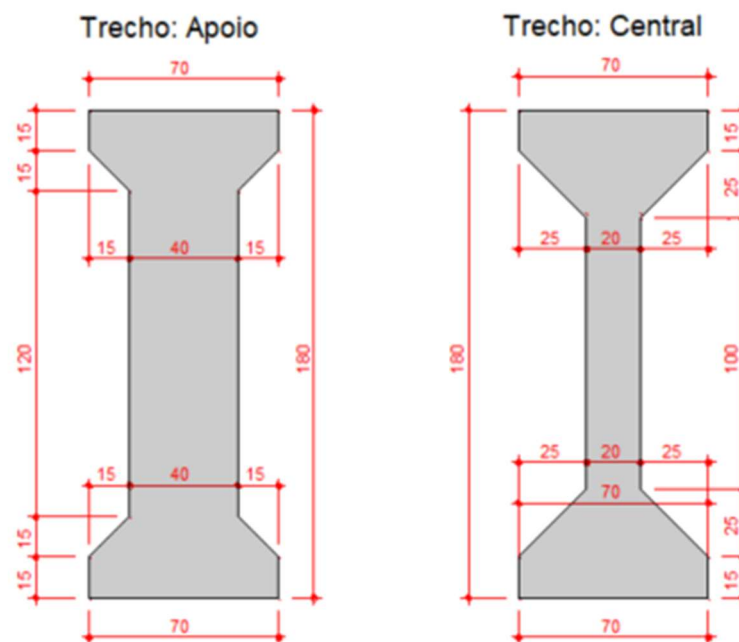


7.6 Pré-dimensionamento da solução escolhida

As longarinas da superestrutura são executadas em concreto protendido com resistência característica à compressão de $f_{ck} = 40$ MPa. Possuem seção transversal do tipo “I” com geometria variável, apresentando largura da mesa superior de 70,0 cm e altura máxima de 180,0 cm.

As peças serão pré-moldadas no canteiro de obras e posteriormente lançadas para a posição definitiva na estrutura. Nas regiões próximas aos apoios, as longarinas apresentam uma seção mais robusta, projetada para acomodar as ancoragens dos cabos de protensão. A partir dessas regiões — com aproximadamente 1,30 m (130,0 cm) de extensão nas extremidades inicial e final de cada peça — a seção passa por uma transição gradual ao longo de cerca de 1,65 m (165,0 cm), assumindo o formato típico da seção “I” com alma de menor espessura no trecho central do vão, onde predominam as maiores solicitações de momento fletor.

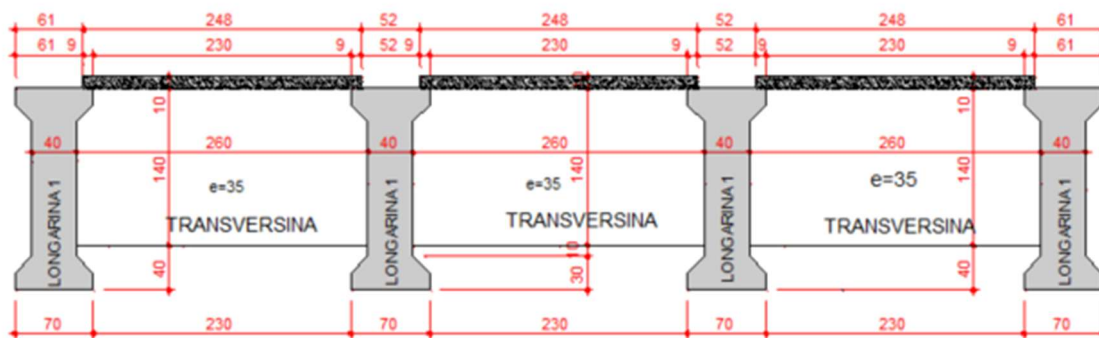
Figura 27 – Detalhes das longarinas



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

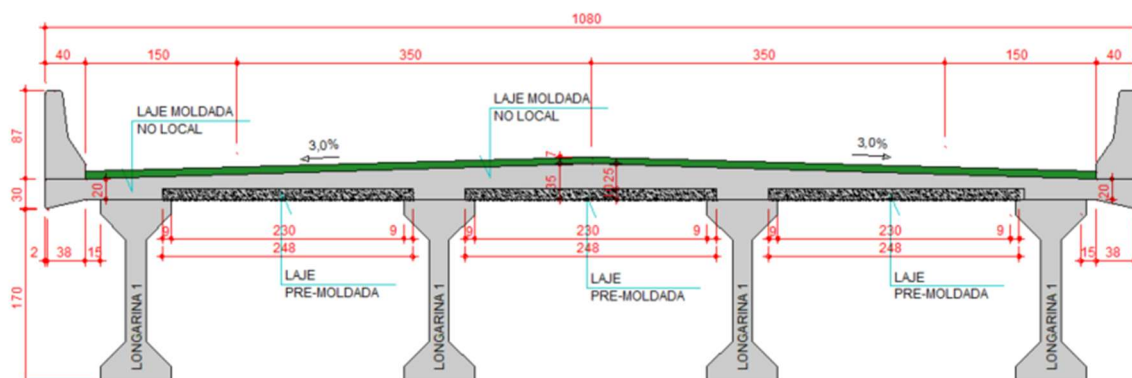
As transversinas são de concreto armado moldado no local, com $f_{ck} = 40$ MPa e seção retangular constante de 35,0 cm \times 140,0 cm, localizadas nas regiões de apoio das longarinas (ver Figura 23 – Detalhe das transversinas de apoio).

Figura 28 – Detalhe das transversinas juntos aos apoios



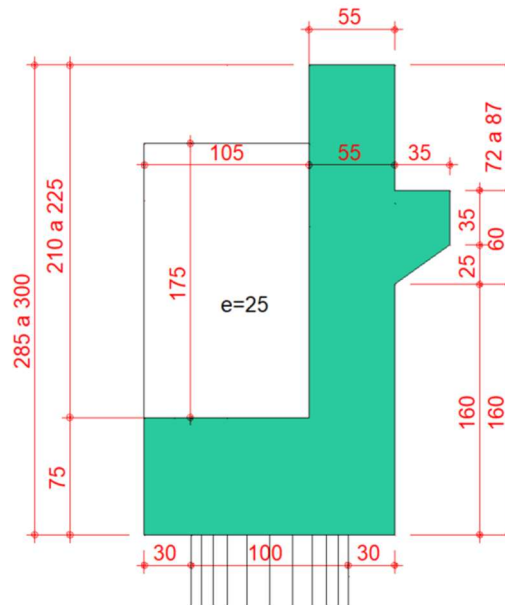
As lajes do tabuleiro, em concreto $f_{ck} = 40$ MPa, possuem espessura variável de 20,0 cm nas extremidades a 35,0 cm na região central, empregando pré-lajes de 10,0 cm como formas permanentes para a execução das lajes maciças moldadas no local.

Figura 29 – Detalhe das lajes



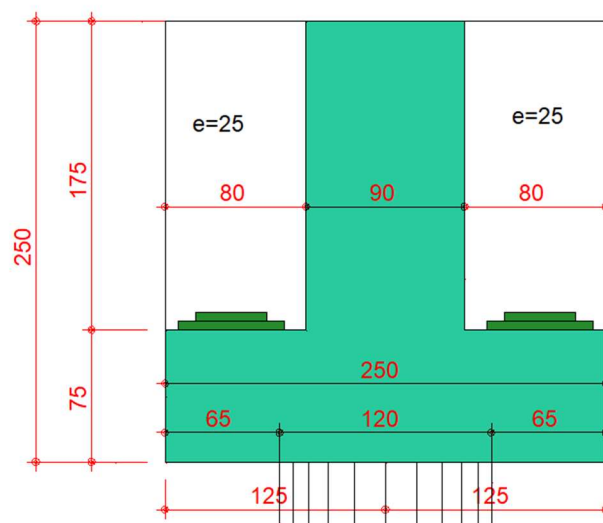
As travessas localizadas nos encontros são executadas em concreto armado moldado no local, com $f_{ck} = 30$ MPa, apresentando seção transversal em “L”. A peça é composta por dois trechos distintos: o trecho inferior possui largura de 160,0 cm e altura de 75,0 cm, enquanto o trecho superior apresenta largura de 55,0 cm e altura variável entre 285,0 cm e 300,0 cm, ajustando-se a declividade transversal do tabuleiro.

Figura 30 – Detalhe das travessas dos encontros



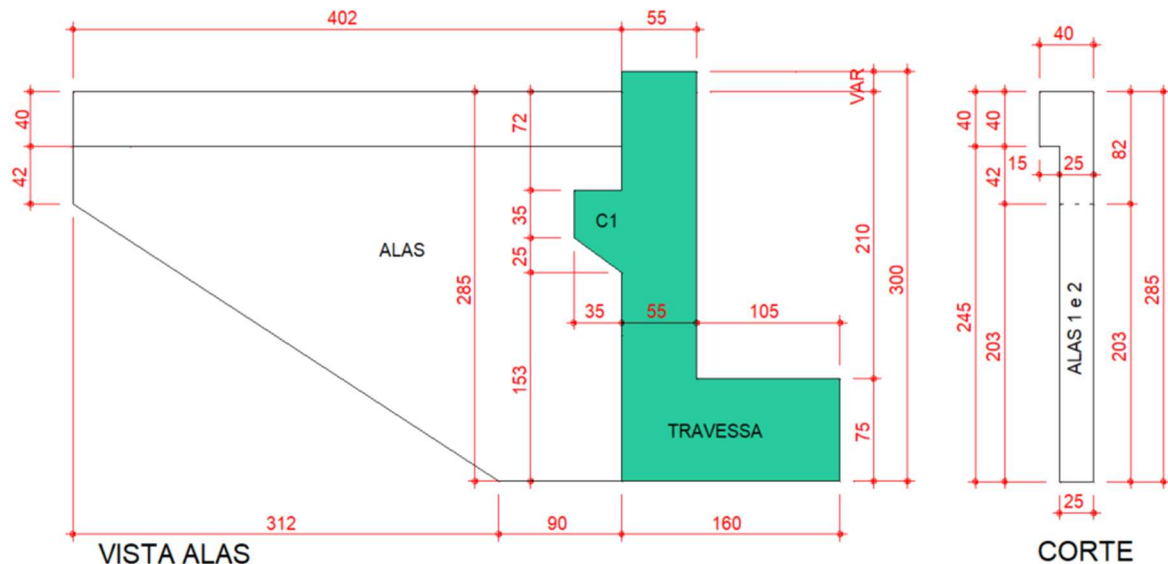
As travessas dos pórticos centrais são executadas em concreto armado moldado no local, com $f_{ck} = 30$ MPa, e possuem seção transversal em “T” invertido. A peça é constituída por dois trechos: (i) trecho inferior com 250,0 cm de largura e 75,0 cm de altura; e (ii) trecho superior com 90,0 cm de largura e 250,0 cm de altura. Nas extremidades, há fechamento de proteção com espessura de 25,0 cm. Ressalta-se que a faixa central da travessa, com 90,0 cm de largura, funciona como base de apoio para a treliça utilizada no lançamento das longarinas.

Figura 31 – Detalhe das travessas centrais



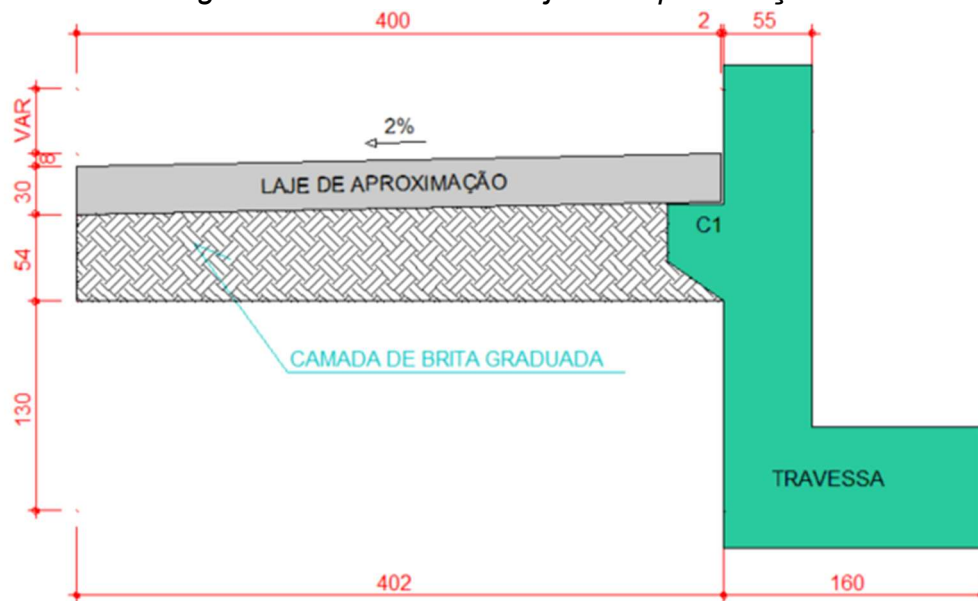
As alas são executadas em concreto armado moldado no local, com $f_{ck} = 30$ MPa, apresentando seção com altura variável entre 82,0 cm e 285,0 cm e base variando de 25,0 cm a 40,0 cm. Juntamente com as travessas de encontro, desempenham a função de conter o solo nas extremidades da obra de arte, garantindo estabilidade e evitando o deslocamento do aterro adjacente.

Figura 32 – Detalhe alas



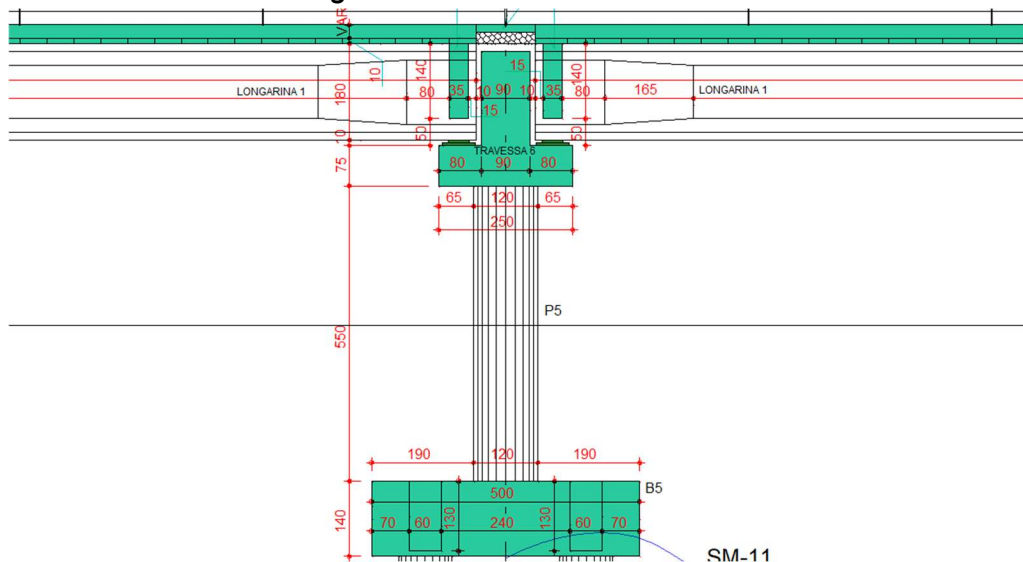
As lajes de aproximação são executadas em concreto armado, com $f_{ck} = 30$ MPa e espessura constante de 30,0 cm, apoiando-se sobre os consoles das travessas de entrada e sobre o solo aterrado contido na projeção das alas, garantindo a transição adequada entre o pavimento da via e a estrutura da obra de arte.

Figura 33 – Detalhe das lajes de aproximação



A obra de arte possui oito vãos, sendo as travessas dos encontros apoiadas diretamente sobre as estacas. Nos vãos centrais, a estrutura é composta por 14 pilares, distribuídos em pares por pórtico, todos com seção circular de 120 cm de diâmetro e altura uniforme de 550 cm.

Figura 34 – Pilares da OAE

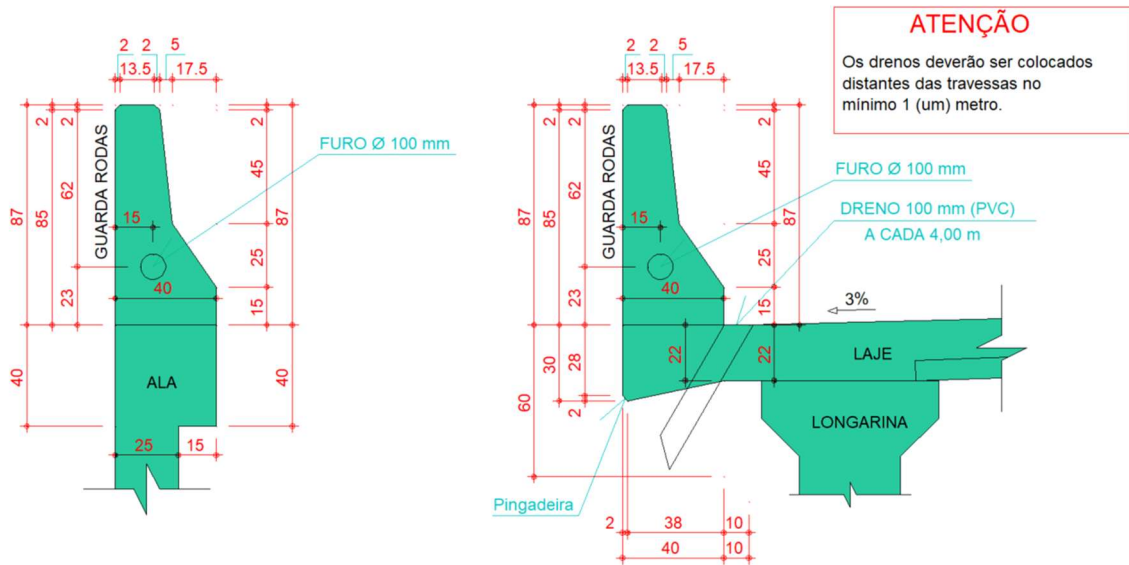


possui 6 pilares de concreto armado moldado no local com $f_{ck} = 30$ MPa, sendo os pilares dos pórticos das entradas em seção retangular de 110,0 x 60,0 cm, e os demais pilares com seção circular de 130,0 cm de diâmetro, todos ligados

por travessas em concreto armado, já citadas anteriormente, e engastados nas fundações.

A drenagem das águas pluviais da ponte é realizada por meio de tubos com diâmetro de 100,0 mm, instalados junto aos guarda-rodas e espaçados longitudinalmente a cada 4,0 m, garantindo o escoamento eficiente da água da superfície do tabuleiro.

Figura 35 – Drenos e pingadeira – Proposta 2



7.7 Proposta: Escolha da fundação

7.7.1 Tipologia de Fundações:

As fundações podem ser classificadas em dois tipos principais: rasas e profundas.

No caso da obra de arte em questão, as fundações rasas (sapatas) foram descartadas devido a dois fatores determinantes:

- A presença de lâmina d'água nos pórticos centrais, o que inviabiliza a execução em cota superficial.
- A profundidade significativa da camada de rocha, impossibilitando o apoio direto em material resistente próximo à superfície.

7.7.1.1 Fundações Profundas:

Optou-se, portanto, pela adoção de blocos sobre estacas, sendo estas classificadas conforme o tipo de elemento empregado. As alternativas mais comuns para obras dessa natureza são:

- Estaca Estaca metálica
- Estaca raiz
- Escavada (estacão)

7.7.1.2 Análise das Alternativas:

1. Estacas Metálica

Podem ser cravadas até atingirem a camada de rocha; contudo, não penetram o maciço rochoso, o que limita significativamente sua eficiência estrutural. Neste caso específico, a profundidade do trecho em solo, associada aos valores de resistência à penetração (NSPT) observados ao longo do perfil geotécnico, não é suficiente para garantir a capacidade de carga necessária. Alternativamente, sua utilização exigiria uma quantidade excessiva de estacas por bloco, o que tornaria a solução tecnicamente ineficiente inviável para a obra em questão.

2. Estacas Raiz

Apresentam vantagens como facilidade executiva e capacidade de

atravessar camadas resistentes. Entretanto, possuem diâmetro normativo limitado a cerca de 45 cm. Nos pórticos centrais da OAE, onde a lâmina d'água ultrapassa 10 m, essa restrição resulta em índices de esbeltez elevados, o que compromete a estabilidade estrutural e inviabiliza sua adoção.

- 3. Escavada (estacão)

Diante do contexto geotécnico e hidráulico — caracterizado por embutimento das estacas em camada rochosa e altas lâminas d'água nos apoios centrais —, a solução que melhor atende às exigências técnicas do projeto é a ESTACÃO.

Essa tipologia permite:

- Perfuração e embutimento rocha, garantindo elevada capacidade de carga;
- Execução em grandes diâmetros, adequada ao nível d'água existente.

Conclusão: A estaca escavada (estacão) apresenta-se como a alternativa tecnicamente mais viável, sendo, portanto, a solução adotada no projeto.

7.7.2 Pré-dimensionamento

A Figura 30 apresenta os dados de pré-dimensionamento das fundações da OAE, elaborados conforme o método de Cabral e Antunes (2000), incluindo correlações, estimativas de cargas características (N_k) e comprimento de embutimento necessário em rocha.

Figura 36 – Pré-dimensionamento das fundações

Determinação da carga de ponta e atrito lateral da rocha											
O método utilizado para determinação do atrito lateral na rocha foi o Método de Cabral Antunes (2000). O método consiste na obtenção das resistências por meio de correlações feitas:											
Coeficiente de correlação β_p		β_p		Valores indicativos de σ_c							
Tipo de rocha		variação	média	Tipo de rocha						σ_c (MPa)	
Muito alterada		0,07 a 0,13	0,10	1-Igneas e metamórficas (basaltos, gnaisses e granitos)						70 a 250 (160)	
Alterada		0,24 a 0,36	0,30	2-Metamórficas foliadas (ardósias e xistos)						40 a 90 (65)	
Pouco alterada a sã		0,48 a 0,60	0,54	3-Sedimentares bem cimentadas (arenitos, calcários e silitos)						30 a 80 (55)	
Estima-se a carga de ponta				Determina-se o atrito lateral							
$\sigma_p = \beta_p \cdot \sigma_c < 0,40 \cdot f_{ck}$				$\sigma_l = f_{ck} / 15$ ou $\sigma_l = \sigma_p \cdot 0,035$							
Considerações do projeto:											
β_p	.=	0,10	Observação:	Rocha Alterada						FS	3
σ_c (MPa)	.=	60	Observação:	Valor médio						fck(MPa)	30
σ_p	.=	6,00	MPa	Valor máximo (σ_p)	8 MPa		Determinado (σ_p)				6 MPa
σ_l	.=	0,21	MPa	Valor máximo (σ_l)	1,3 kgf/cm ²		Determinado (σ_l)				0,21 MPa
Comprimento de embutimento em rocha - Método de Cabral Antunes (2000)											
Porticos	Encontro 1	Portico 1	Portico 2	Portico 3	Portico 4	Portico 5	Portico 6	Portico 7	Encontro 2		
Carga média considerada Nk (tf/m ²)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90		
Comprimento de influência (m)	17,62	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	17,62		
Largura de influência (m)	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80		
Carregamento Nk (kgf)	742154,4	1145664	1145664	1145664	1145664	1145664	1145664	1145664	742154,4		
Quantidade de estaca	2	4,00	4,00	4,00	6,00	4,00	4,00	4,00	2,00		
Carga por estaca (kgf)	371077,2	286416	286416	286416	190944	286416	286416	286416	371077,2		
Capacidade de carga da estaca											
Carga Pr (kgf) - FS=3	1113231,6	859248	859248	859248	572832	859248	859248	859248	1113231,6		
Tensão admissível lateral (kgf/cm ²)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
Tensão admissível de ponta (kgf/cm ²)	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
Diâmetro da estaca (cm)	90	90	90	90	90	90	90	90	90		
Comprimento necessário (cm)	1232,02	804,27	804,27	804,27	429,09	804,27	804,27	804,27	1232,02		
β_p - IQR (apoio da ponta)	IQR40% 0,10	IQR10% 0,10	IQR10% 0,10	IQR10% 0,10	IQR0% 0,09	IQR10% 0,10	IQR15% 0,10	IQR15% 0,10	IQR15% 0,10		
Comprimento (cm)	1300,00	800,00	800,00	800,00	500,00	800,00	800,00	800,00	1300,00		

O método de Cabral e Antunes (2000) para determinação da carga de ponta e do atrito lateral na rocha considera o tipo e a qualidade da rocha.

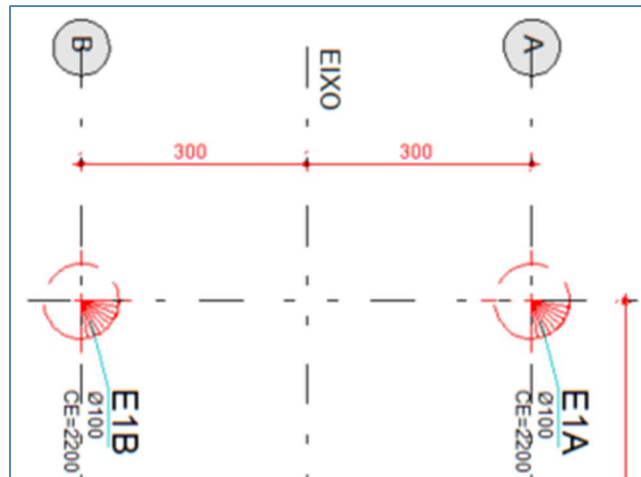
- Tipo de rocha: valor médio de 60 MPa.
- Qualidade: coeficiente $\beta = 0,10$, correspondente a uma rocha muito alterada, com IQR na ponta de até 15% e, na maioria dos pórticos, cerca de 10%.

O carregamento foi determinado por área de influência, considerando uma carga média característica (Nk) para projetos com longarinas pré-moldadas protendidas de 3,90 tf/m².

Parâmetros dos blocos e estacas do anteprojeto:

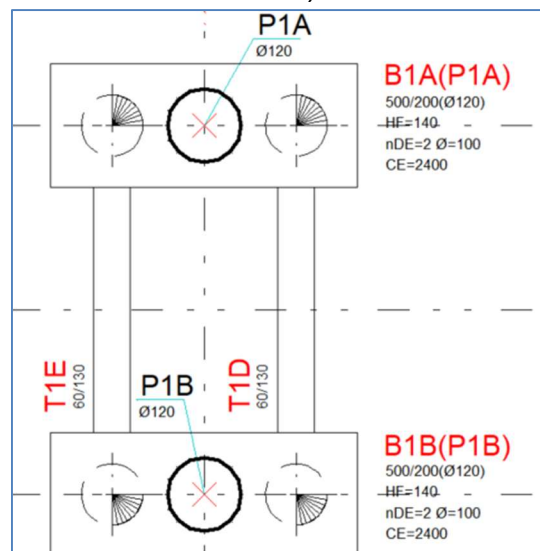
- Encontros: 2 estacas por bloco, com diâmetro de 100 cm em solo e redução para 90 cm em rocha.

Figura 37 – Detalhe das estacas dos encontros



- Pórticos centrais (P1, P2, P3, P5, P6, P7): 4 estacas (duas por pilar), conectadas por duas vigas de travamento, formando um pórtico fechado.
 - Diâmetro: 100 cm em solo / 90 cm em rocha
 - Bloco: 5,00 m x 2,00 m x 1,40 m, caracterizado como bloco rígido.

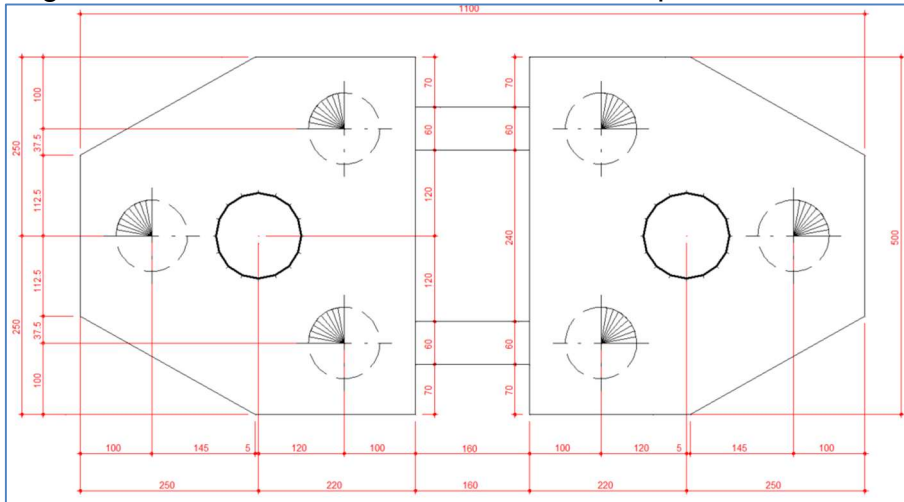
Figura 38 – Detalhe das estacas e blocos dos pórticos centrais (P1, P2, P3, P5, P6, P7)



- Pórtico central P4: devido à lâmina d'água superior a 10 m, priorizou-se maior rigidez transversal.
 - Adotando-se 6 estacas (três por pilar), ligadas por duas vigas de travamento.

- Diâmetro: 100 cm em solo / 90 cm em rocha
- Bloco ajustado conforme disposição das estacas (verificação na figura correspondente).

Figura 39 – Detalhe das estacas e blocos do pórtico central P4



Resumo do comprimento das estacas, conforme determinação do comprimento de embutimento das estacas definido na figura 30.

Pórtico	Solo + Lâmina d'Água (Ø100 cm)	Rocha (Ø90 cm)
E1	900 cm	1300 cm
P1	1600 cm	800 cm
P2	2000 cm	800 cm
P3	2200 cm	800 cm
P4	2300 cm	500 cm
P5	2300 cm	800 cm
P6	1600 cm	800 cm
P7	1000 cm	800 cm
E2	1000 cm	1300 cm

Sendo assim, para o anteprojeto adotou fundações profundas com ESTACÃO, seguindo metodologia consagrada (Cabral & Antunes, 2000) e compatíveis com as condições geotécnicas e hidráulicas do local.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Anteprojeto da Obra de Arte Especial (OAE) — ponte sobre o Rio São Marcos, na rodovia GO-213 — representa uma etapa fundamental no processo de planejamento e tomada de decisão para a implantação da estrutura definitiva. A partir de estudos técnicos nas áreas topográfica, geotécnica, hidrológica e geométrica, foi possível propor soluções estruturais alinhadas às diretrizes da GOINFRA e compatíveis com as características específicas do local de implantação.

A análise comparativa entre as alternativas estruturais propostas permitiu a seleção de uma solução que equilibra de forma eficiente aos critérios técnicos, econômicos, executivos e de manutenção ao longo da vida útil da ponte. A adoção de quatro longarinas pré-moldadas protendidas por vão, com seção “I” variável e altura de 1,80 m, mostrou-se a opção mais vantajosa por oferecer bom desempenho estrutural, otimização do processo construtivo, redução de custos operacionais e manutenção simplificada, sem comprometer a segurança ou o desempenho da estrutura.

Do ponto de vista geotécnico, a escolha por fundações profundas do tipo estacão, embutidas em rocha, assegura ao processo estimativo de capacidade de carga necessária e a estabilidade global da obra, atendendo às condições hidráulicas e geológicas do local. Esse conjunto de decisões técnicas confere ao projeto robustez, durabilidade e viabilidade construtiva, garantindo que a ponte atenda plenamente às demandas de tráfego, segurança e manutenção ao longo de sua vida útil.

Consolida-se, assim, este Anteprojeto como base técnica essencial para o desenvolvimento das próximas etapas, fornecendo os subsídios necessários à sua evolução e garantindo que a obra seja executada com eficiência, qualidade e conformidade às normas vigentes, contribuindo para a melhoria da infraestrutura rodoviária e para o desenvolvimento regional.

9 ART - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

06/10/2025, 07:46		Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1.137/2023																																																													
		CREA-GO																																																													
Anotação de Responsabilidade Técnica - ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977		ART Obra ou serviço 1020250294583																																																													
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás		Equipe à 1020240306204																																																													
1. Responsável Técnico(a) WANDEHUR DE VASCONCELOS VINHADELLI PITALUGA JUNIOR RNP: 1012885232 Título profissional: Engenheiro Civil , Registro: 24404/D-GO Empresa contratada: ENGENHO PROJETOS E CONSTRUCOES LTDA - Registro CREA-GO: 1110																																																															
2. Dados do Contrato Contratante: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - GOINFRA CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06 Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Quadra: 0 Lote: 0 Complemento: Conjunto Caiçara CEP: 74775-013 E-Mail: Cidade: Goiânia-GO Fone: (62)3265-4000 Contrato: 110/2024 Celebrado em: 17/09/2024 Valor Obra/Serviço R\$: 86.567.517,39 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público Ação institucional: Órgão Público																																																															
3. Dados da Obra/Serviço Rodovia GO-213, Nº S/N Bairro: DIVERSOS CEP: 75714-000 Quadra: 0 Lote: 0 Complemento: Cidade: Catalão-GO Data de Início: 23/09/2024 Previsão término: 23/09/2028 Coordenadas Geográficas: -17.503246963,-47.556661922 Finalidade: Infra-estrutura Proprietário(a): AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - GOINFRA CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06 E-Mail: Fone: (62) 3265-4000 Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público																																																															
4. Atividade Técnica <table border="1"> <thead> <tr> <th>ATUACAO</th> <th>Quantidade</th> <th>Unidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ANTE-PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO MEIO AMBIENTE</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO DRENAGEM</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO TERRAPLENAGEM</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO ENSAIO DE SOLOS</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO GEODESIA</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO GEOLOGIA</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO GEOTECNIA</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO HIDROLOGIA</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO SONDAGEM</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO TOPOGRAFIA</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO PAVIMENTACAO SEM REVESTIMENTO</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ANTE-PROJETO SINALIZACAO</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM ESTRUTURAS E CONCRETOS</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TERRA E TERRAPLENAGEM</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ORCAMENTO SERVICOS GERAIS</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> <tr><td>ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TRANSPORTES</td><td>1,00</td><td>UNIDADES</td></tr> </tbody> </table> <p><i>O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.</i></p> <p><i>Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART</i></p>				ATUACAO	Quantidade	Unidade	ANTE-PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO MEIO AMBIENTE	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO DRENAGEM	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO TERRAPLENAGEM	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO ENSAIO DE SOLOS	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO GEODESIA	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO GEOLOGIA	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO GEOTECNIA	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO HIDROLOGIA	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO SONDAGEM	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO TOPOGRAFIA	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO PAVIMENTACAO SEM REVESTIMENTO	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	1,00	UNIDADES	ANTE-PROJETO SINALIZACAO	1,00	UNIDADES	ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM ESTRUTURAS E CONCRETOS	1,00	UNIDADES	ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TERRA E TERRAPLENAGEM	1,00	UNIDADES	ORCAMENTO SERVICOS GERAIS	1,00	UNIDADES	ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TRANSPORTES	1,00	UNIDADES
ATUACAO	Quantidade	Unidade																																																													
ANTE-PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO MEIO AMBIENTE	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO DRENAGEM	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO TERRAPLENAGEM	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO ENSAIO DE SOLOS	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO GEODESIA	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO GEOLOGIA	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO GEOTECNIA	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO HIDROLOGIA	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO SONDAGEM	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO TOPOGRAFIA	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO PAVIMENTACAO SEM REVESTIMENTO	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	1,00	UNIDADES																																																													
ANTE-PROJETO SINALIZACAO	1,00	UNIDADES																																																													
ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM ESTRUTURAS E CONCRETOS	1,00	UNIDADES																																																													
ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TERRA E TERRAPLENAGEM	1,00	UNIDADES																																																													
ORCAMENTO SERVICOS GERAIS	1,00	UNIDADES																																																													
ORCAMENTO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TRANSPORTES	1,00	UNIDADES																																																													
5. Observações Elaboração de Anteprojeto de Ponte de concreto armado da GO-213, trecho Rio São Marcos, com extensão de 217,80 metros de comprimento, 10,80 metros de largura e 4,02 km de encabeçamento. Atividades vinculadas ao Contrato nº 110/2024, cujo objeto é: contratação de uma empresa especializada para a prestação de serviços de consultoria. O objetivo é garantir a execução eficiente e técnica das obras sob a jurisdição da Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA, no Estado de Goiás, conforme estabelecido no Plano de Obras2023/2026, Lote 05.																																																															
6. Declarações Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.																																																															
7. Entidade de Classe NENHUMA		9. Informações - A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br . - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. - Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.																																																													
8. Assinaturas Declaro serem verdadeiras as informações acima _____ de _____ de _____ Local _____ Data _____																																																															
		WANDEHUR DE VASCONCELOS VINHADELLI PITALUGA JUNIOR - CPF: 008.026.421-28																																																													
https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form_impressao.php?NUMERO_DA_ART=1020250294583																																																															

06/10/2025, 07:46

Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1.137/2023

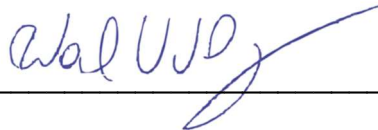
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - GOINFRA - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06				www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200			
Valor da ART: 103,03	Registrada em 03/10/2025	Valor Pago R\$ 103,03	Nosso Numero 28320690125287078	Situação Registrada/OK		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO

https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form_impressao.php?NUMERO_DA_ART=1020250294583

2/2

10 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O Engenheiro WANDEHUR DE VASCONCELOS VINHADELLI PITALUGA JUNIOR, CREA 24.404/D-GO, responsável pela elaboração do Relatório de Anteprojeto (Volume 1) — correspondente à visita técnica, aos estudos topográficos, hidrológico, geométrico e ao Anteprojeto da Obra de Arte Especial (OAE) — declara que realizou todos os estudos e pesquisas necessários ao desenvolvimento do presente Anteprojeto e assume total responsabilidade pelas informações contidas neste documento.

A handwritten signature in blue ink, reading "Wandehur de Vasconcelos Vinhadelli Pitaluga Júnior", positioned above a horizontal line.

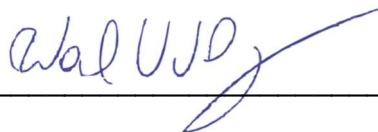
Engº Wandehur de Vasconcelos Vinhadelli Pitaluga Júnior

CREA 24.404/D-GO

11 TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório, parte integrante do objeto de Elaboração de Anteprojeto de Engenharia para construção de Obra de Arte Especial sobre o Rio São Marcos na Rodovia GO-213, encerra através deste termo, possuindo 87 (oitenta e sete) páginas, incluindo essa.

Goiânia, 07 de outubro de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wandehur de Vasconcelos Vinhadelli Pitaluga Júnior', written over a horizontal line.

Engº Wandehur de Vasconcelos Vinhadelli Pitaluga Júnior

CREA 24.404/D-GO