

CODIGO		REV.
RH-05/25		01
EMISSAO	ELABORADO POR	FOLHA
30/05/2025	RQ	1 de 54

EMITENTE

CONSORCIO SUPERVISOR ENGEVIA GO LOTE 03

OBJETO

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA, PARA OBRAS DE ARTE CORRENTE NA GO-070, MUNICÍPIO DE GOIÂNIA-GO.

TÍTULO

Projeto de Engenharia de Bueiro de Concreto na GO-070.

ELABORAÇÃO	RESP. TÉCNICO	VERIFICAÇÃO	LIBERAÇÃO	APROVAÇÃO
Eng.º Rafael Queiroz	Eng.º Rafael Queiroz	Eng.º Rafael Queiroz		



VOLUME 01 – Relatório do Projeto de obras artes correntes.

REVISÃO	DATA	RESP. TÉCNICO	VERIFICAÇÃO	LIBERAÇÃO	APROVAÇÃO
ATUALIZAÇÃO PARA BUEIRO DUPLO 2,50x2,50	15/05/2025	Eng.º Gilberto Souza	Eng.º Gilberto Souza		

Sumário

1	5
1.1	5
1.2	5
2	5
3	5
4	8
5	8
6	9
6.1	9
6.2	10
6.2.1	10
6.2.2	12
6.2.3	13
6.3	15
6.3.1	16
6.4	17
6.5	18
7	19
7.1	19
7.2	20
8	20
8.1	20
8.2	21
8.3	24
8.4	24
8.5	26
9	32
9.1	32
10	33

CODIGO		REV.
RH-05/25		01
EMISSAO	ELABORADO POR	FOLHA
30/05/2025	RQ	4 de 54

10.1	33	
11	33	
12	34	
13	35	
14	Relatório de Sondagem	35
15	Termo Responsabilidade	54

1 APRESENTAÇÃO

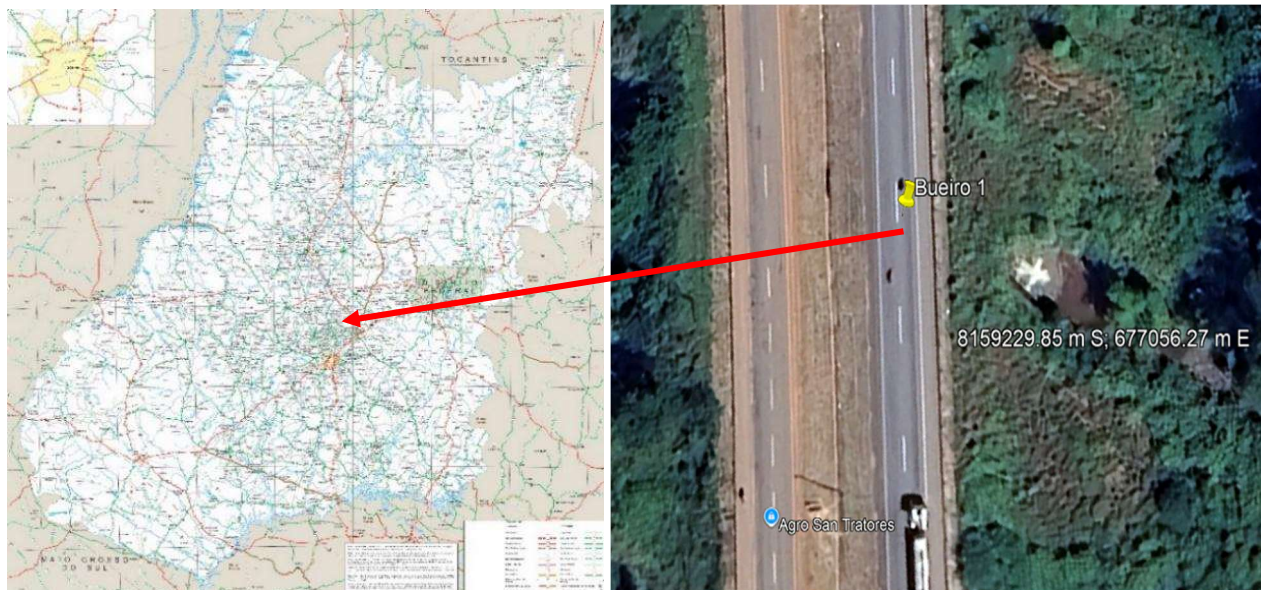
1.1 Dados da Obra

Rodovia: GO-070, Município de Goiânia - GO

Trecho: Bueiro na GO-070

Coordenadas: 8159229.85 m S, 677056.27 m E

1.2 Mapa de Localização



2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Os levantamentos topográficos foram realizados em consonância com a IP02 da GOINFRA. Os estudos topográficos foram realizados de acordo com o processo Eletrônico-Digital. Foram realizados com a utilização de equipamentos GPS (Global Positioning System) e de Estação Total. Com os dados decorrentes dos levantamentos planialtimétricos foram elaboradas, com auxílio de dois softwares específicos para projetos rodoviários, no caso Topcon Tools, TopoGraph e Civil 3D, plantas cartográficas em arquivos eletrônicos, onde foi restituída a superfície levantada e foram representados todos os elementos de interesse para o projeto.

3 BUEIRO DE CONCRETO ARMADO NA GO-070

A estrutura consiste em um bueiro celular simples, em concreto armado, com dimensões de 2,50 x 2,50 m, modelo “V” do Álbum de Projetos do DNIT, formado por aduelas pré-moldadas. A opção pelo uso de aduelas pré-moldadas justifica-se pela necessidade de maior velocidade de execução, considerando que a rodovia em questão apresenta Volume Médio Diário (VMD) muito elevado. Embora o Álbum de Projetos da GOINFRA recomende, preferencialmente, a execução do bueiro moldado in loco, optou-se pela solução em pré-moldados para minimizar o tempo de interferência no tráfego.

A OAC apresenta, em ambos os lados do corpo, a respectiva boca, que será executada em concreto moldado in loco, seguindo o padrão estabelecido pelo DNIT. Sob o corpo do bueiro foi

previsto um berço em concreto magro, apoiado sobre camada de rachão de pedra marroada com altura de 65 cm. À frente das lajes, serão assentadas pedras argamassadas, com extensão de 3,0 m.

Figura 01 – Perspectiva do bueiro

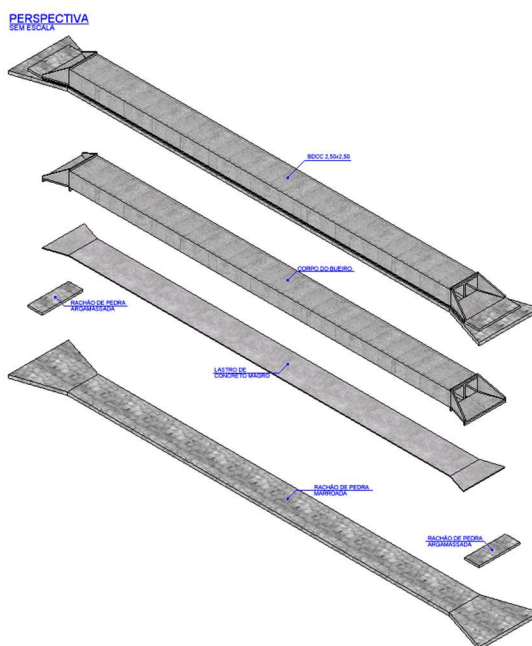


Figura 02 – Vista superior do bueiro

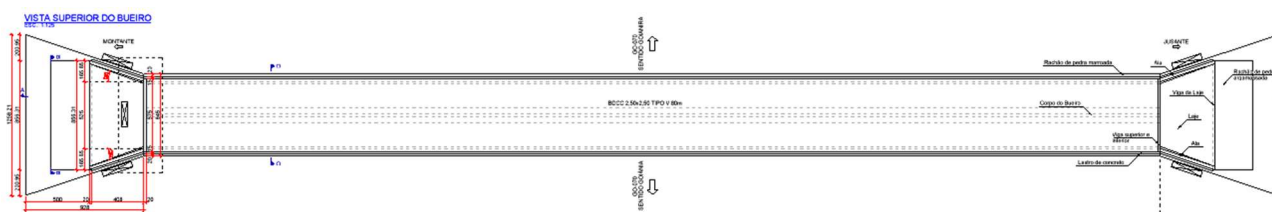


Figura 03 – Corte Longitudinal

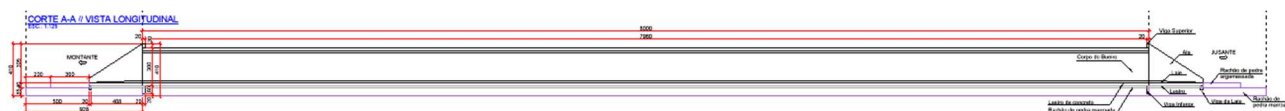
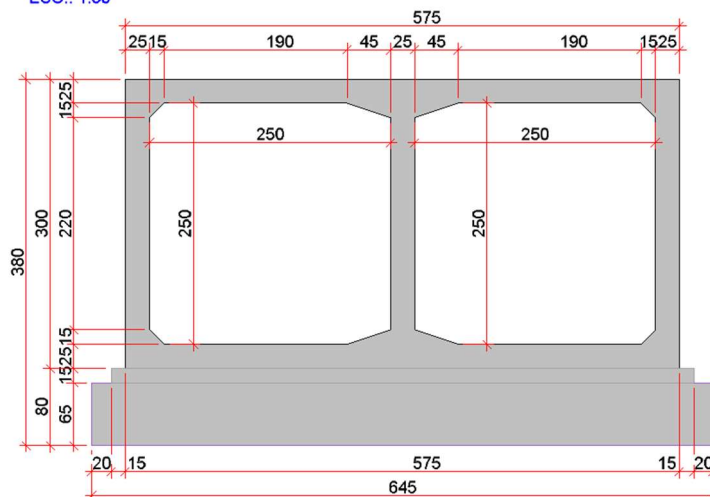


Figura 04 – Corte Frontal

CORTE C-C // TRANSVERSAL

ESC.: 1:50



4 NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS E ESPECIFICAÇÕES E NORMAS DA GOINFRA E DO DNIT EM VIGOR E/OU ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES EXISTENTES

Para execução do projeto executivo e de projeto da OAE foram utilizadas as seguintes instruções normativas e instruções de projetos:

- ABNT NBR 6118 (2014) – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 6120 (2020) – Cargas Para O Cálculo De Estruturas De Edificações;
- ABNT NBR 6484 (2020) – Solo — Sondagem de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio;
- ABNT NBR 7187 (2003) – Projeto de Pontes de Concreto Armado e Protendido – Procedimento;
- ABNT NBR 7188 (2013) – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas;
- ABNT NBR 6122 (2019) – Projeto e Execução de Fundações;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT – Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006;
- Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. DER-SP-IP-DE-H00/001 – 2005;
- Instrução de Projetos Rodoviários IP-14 GOINFRA – Projeto OAE (IP-14 - 2018/001);

Carga Móvel de Projeto: Veículo tipo rodoviário de Classe 45 Tf

Carga de multidão (distribuída): 500 Kgf/m²

5 ANEXO FOTO

Imagem 01 – Estrutura Atual



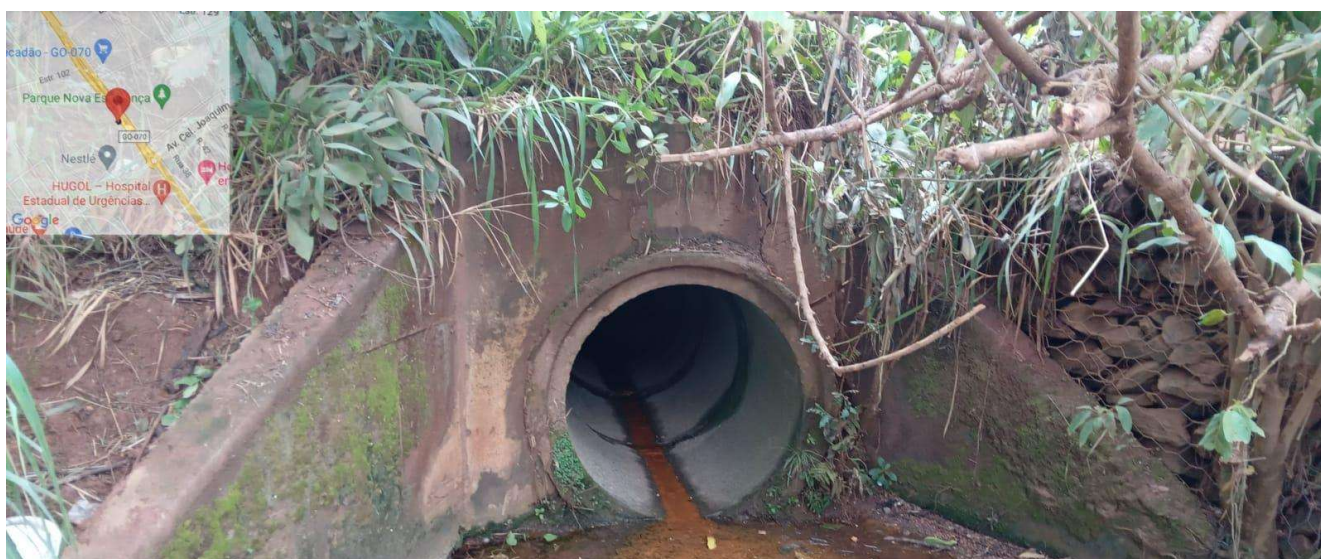
Fonte: Própria do autor

Imagem 02 – Rodovia



Fonte: Própria do autor

Imagem 03 – Estrutura Atual



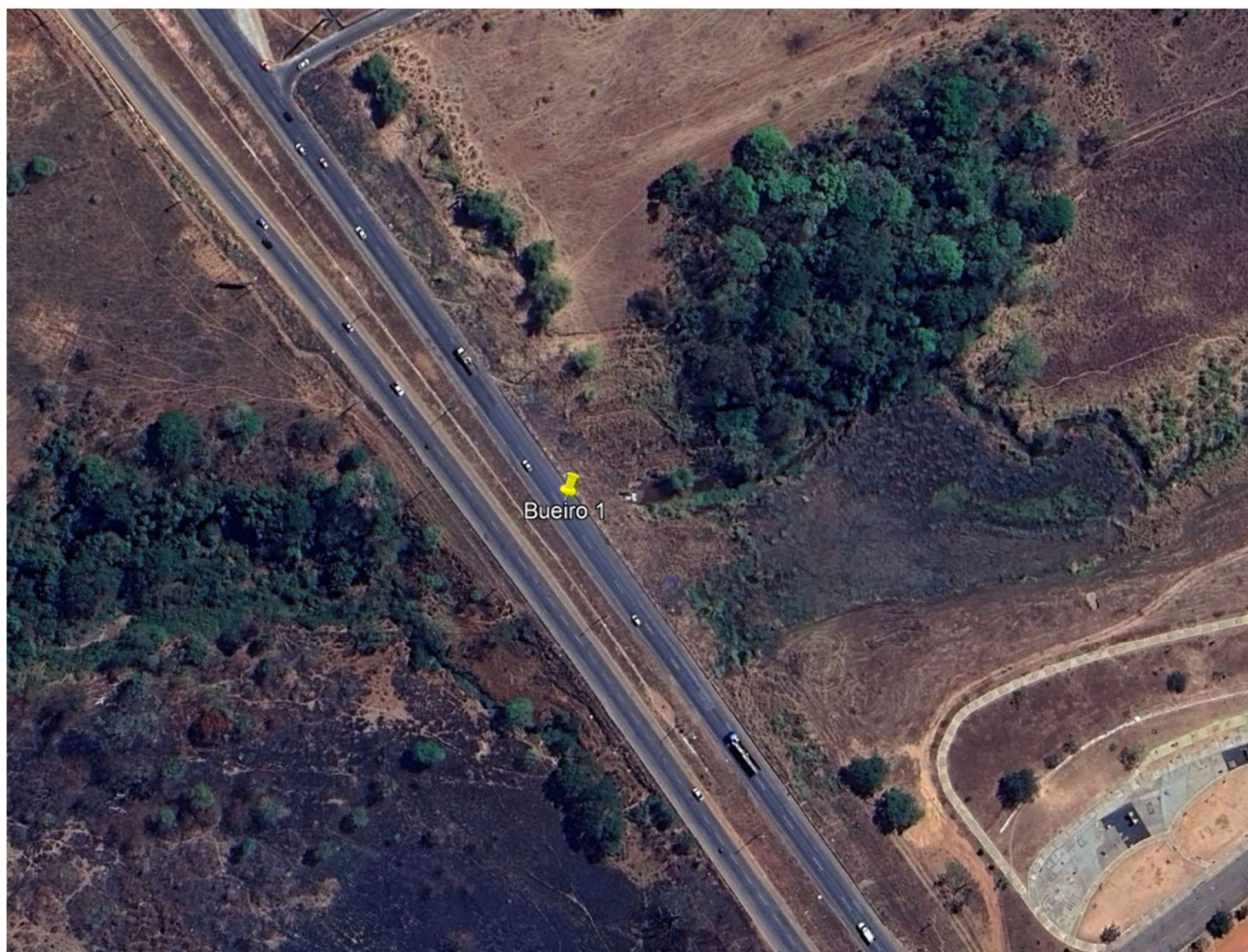
Fonte: Própria do autor

6 Informações locais

6.1 Localização

A **Figura 1** abaixo demonstra o local onde o novo bueiro será inserido, localizado no município de **Goiânia**, Goiás, nas seguintes **coordenadas geográficas: 16°38'33.5"S, 49°20'24.4"W**.

Figura 1 – Local do estudo



Fonte: *Google Earth* (2024)

6.2 Elementos topográficos

6.2.1 Uso do solo

Segundo o IBGE (2014), o estado de Goiás apresenta grandes áreas agrícolas, pastagens com manejo, pastagem natural e mosaico de área agrícola com remanescentes campestres, como mostra as **Figura 2** e **Figura 3** abaixo.

Figura 2 – Mapa de uso do solo



Fonte: IBGE (2014)

Figura 3 – Legenda do mapa de uso do solo

Nome da Classe	Descrição
 Área Artificial	Mais de 75% do polígono ocupado com uso urbano, estruturado por edificações e sistema viário, onde predominam superfícies artificiais não-agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transportes, redes de energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e edificações que podem, em alguns casos, estar situadas em áreas peri-urbanas. Também pertencem a essa classe aldeias indígenas e áreas de lavra de mineração. As áreas urbanizadas podem ser contínuas ou descontínuas.
 Área Agrícola	Mais de 75% do polígono é ocupado por lavouras temporárias e lavouras permanentes, irrigadas ou não, sendo a terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, que podem estar plantadas ou em descanso e também as áreas alagadas cultivadas. Pode ser representada por zonas agrícolas heterogêneas ou extensas áreas de "plantations".
 Pastagem com Manejo	Área predominantemente ocupada por vegetação herbácea cultivada. São locais destinados ao pastoreio do gado e outros animais, formados mediante plantio de forragens perenes, sujeitos a interferências antrópicas de alta intensidade, como limpeza da terra (destocamento e despedramento), calagem e adubação.
 Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Florestais	Área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono utilizado para agricultura, pastagens e/ou silvicultura e o restante ocupado por remanescentes florestais. Podem ocorrer, em menor proporção, outras formações vegetais (herbáceas e arbustivas).
 Silvicultura	Área caracterizada pelo cultivo de florestas plantadas com espécies exóticas. Nesta classe mais de 75% do polígono deve ser ocupado por silvicultura.
 Vegetação Florestal	Mais de 75% do polígono ocupado por florestas. Consideram-se florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 metros de altura, incluindo-se aí as áreas de Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), de Floresta Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo com cipó, bambu, palmeira ou sororoca), de Floresta Estacional (estrutura florestal com perda das folhas dos estratos superiores durante a estação desfavorável – seca e frio), além da Floresta Ombrófila Mista (estrutura florestal que compreende a área de distribuição natural da Araucaria angustifolia, elemento marcante nos estratos superiores, que geralmente forma cobertura contínua). Inclui outras feições em razão de seu porte superior a 5 m de altura, como a Savana Florestada, Campinarana Florestada, Campinarana Arborizada e os Manguezais.
 Mosaico de Vegetação Florestal com Atividade Agrícola	Área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono ocupado com vegetação florestal e o restante ocupado por mosaicos de lavouras temporárias, irrigadas ou não, lavouras permanentes, pastagens e/ou silvicultura.
 Vegetação Campestre	Mais de 75% do polígono ocupado por formações não-arbóreas (campestres). Entende-se como campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. Incluem-se nessa categoria as Savanas, Estepes, Savanas Estépicas, Formações Pioneiras e Refúgios Ecológicos. Encontram-se disseminadas por diferentes regiões fitogeográficas, compreendendo diferentes tipologias primárias: estepes planálticas, campos rupestres das serras costeiras e campos hidroarenosos litorâneos (restinga), conforme o Manual Técnico de Uso da Terra (2013).
 Área Úmida	Área ocupada por vegetação natural herbácea (cobertura de 10% ou mais), permanentemente ou periodicamente inundada por água doce ou salobra (estuários, pântanos, etc). Inclui os terrenos de charcos, pântanos, campos úmidos, entre outros. O período de inundação deve ser de no mínimo 2 meses por ano. Pode ocorrer vegetação arbustiva ou arbórea, desde que estas ocupem área inferior a 10% do total.
 Pastagem Natural	Área ocupada por vegetação campestre (natural) sujeita a pastoreio e outras interferências antrópicas de baixa intensidade.
 Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Campestres	Área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono utilizado para agricultura, pastagens e/ou silvicultura e o restante ocupado por remanescentes campestres. Podem ocorrer, em menor proporção, formações vegetais arbóreas.
 Corpo d'água Continental	Inclui todas as águas interiores, como rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares. Também engloba corpos d'água naturalmente fechados (lagos naturais) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais de água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica).
 Corpo d'água Costeiro	Inclui todas as águas costeiras (lagunas, estuários e baías que ocupam as Planícies Costeiras) e as águas inseridas nas 12 milhas náuticas, conforme Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993.
 Área Descoberta	Esta categoria engloba os afloramentos rochosos, penhascos, recifes e terrenos com processos de erosão ativos. Inclui locais de extração abandonados e sem vegetação, onde 75% da superfície é coberta por rochas, blocos e detritos. Também inclui as dunas, litorâneas e interiores, e acúmulo de cascalho ao longo dos rios.

Fonte: IBGE (2014)

6.2.2 Relevo

O relevo de Goiás, ilustrado na **Figura 4**, é predominante de depressões e planaltos. A área de estudo também é preponderante de serras e planaltos.

Figura 4 – Mapa do relevo do Brasil

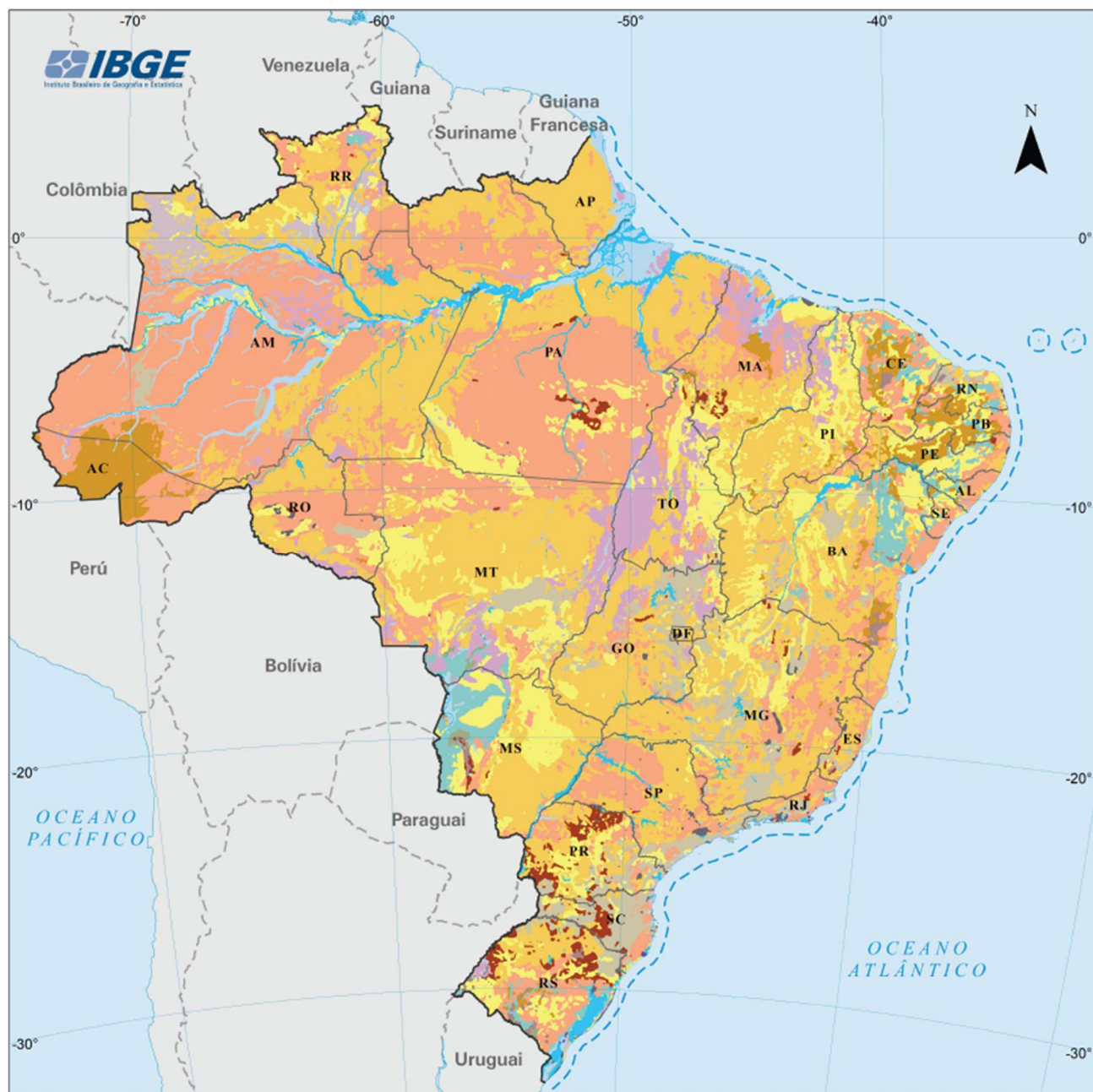


Fonte: IBGE (2019)

6.2.3 Tipos de solo

A **Figura 5** e **Figura 6** mostram os tipos de solo no Brasil, no qual o solo predominante de Goiás é o latossolo.

Figura 5 – Tipos de solo no Brasil



Fonte: IBGE (2019)

Figura 6 – Legenda dos tipos de solo no Brasil

SOLOS DO BRASIL		
Argissolo	Latossolo	Planossolo
Cambissolo	Luvissolo	Plintossolo
Chernossolo	Neossolo	Vertissolo
Espodossolo	Nitossolo	
Gleissolo	Organossolo	
OUTROS		
Massa d'água	Afloramentos Rochosos, Dunas e Áreas Urbanas	

Fonte: IBGE (2019)

Na região de estudo há a predominância dos latossolos e afloramento rochosos, dunas e áreas urbanas.

A EMBRAPA (2021) caracteriza os latossolos como:

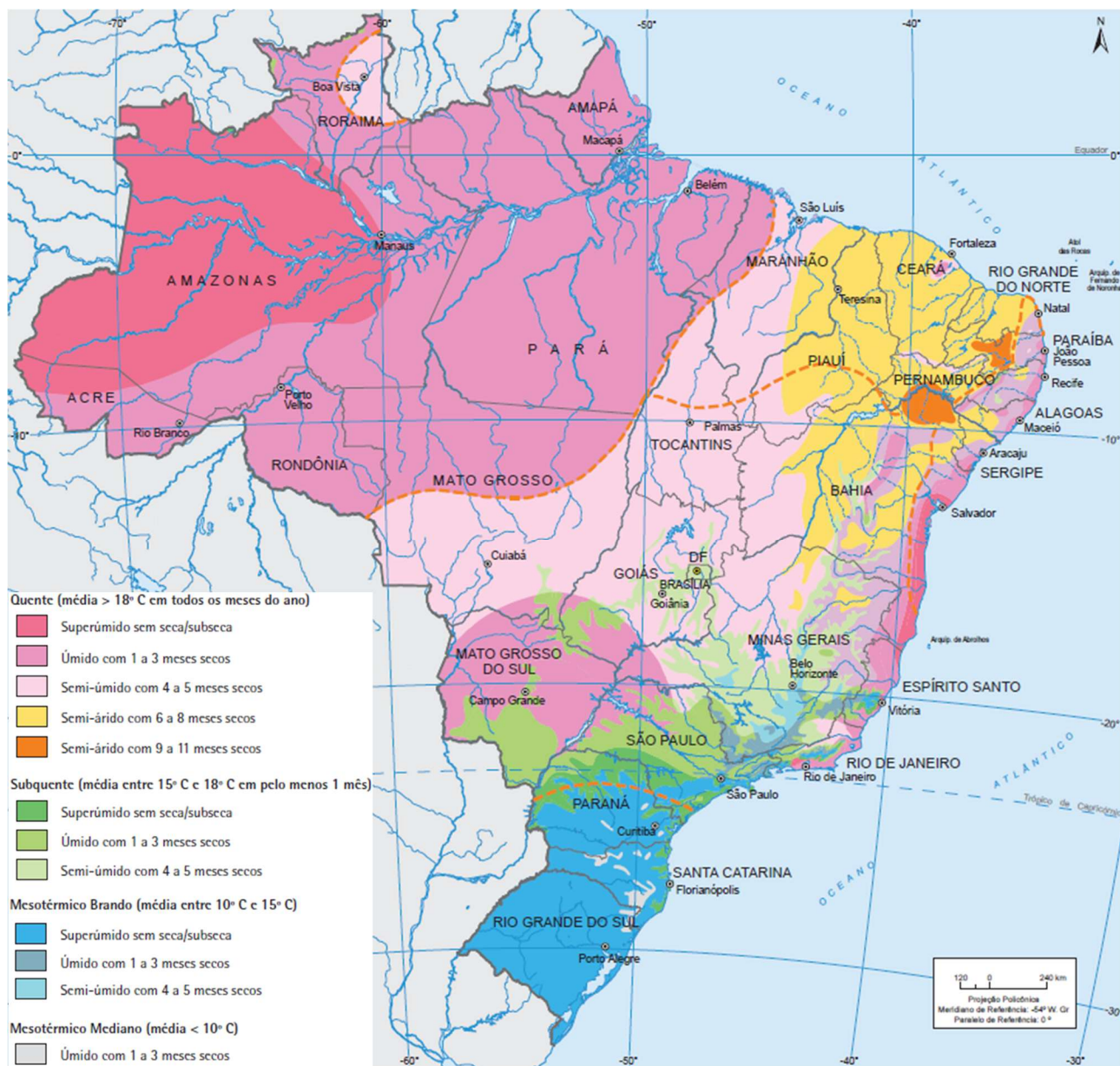
Solos de intemperização intensa chamados popularmente de solos velhos, sendo definidos pelo SiBCS (Embrapa, 2006) pela presença de horizonte diagnóstico latossólico e características gerais como: argilas com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade (baixa CTC), fortemente ácidos e baixa saturação de bases.

Apresenta normalmente baixa fertilidade, exceto quando originados de rochas mais ricas em minerais essenciais às plantas, acidez e teor de alumínio elevados. Possuem boas condições físicas para o uso agrícola, associadas a uma boa permeabilidade por serem solos bem estruturados e muito porosos. Porém, devido aos mesmos aspectos físicos, possuem baixa retenção de umidade, principalmente os de textura mais grosseira em climas mais secos.

6.3 Aspectos climatológicos

A **Figura 7** apresentam o clima do Brasil. A região de estudo apresenta clima tropical, subquente e semi-úmido.

Figura 7 – Mapa climático do Brasil

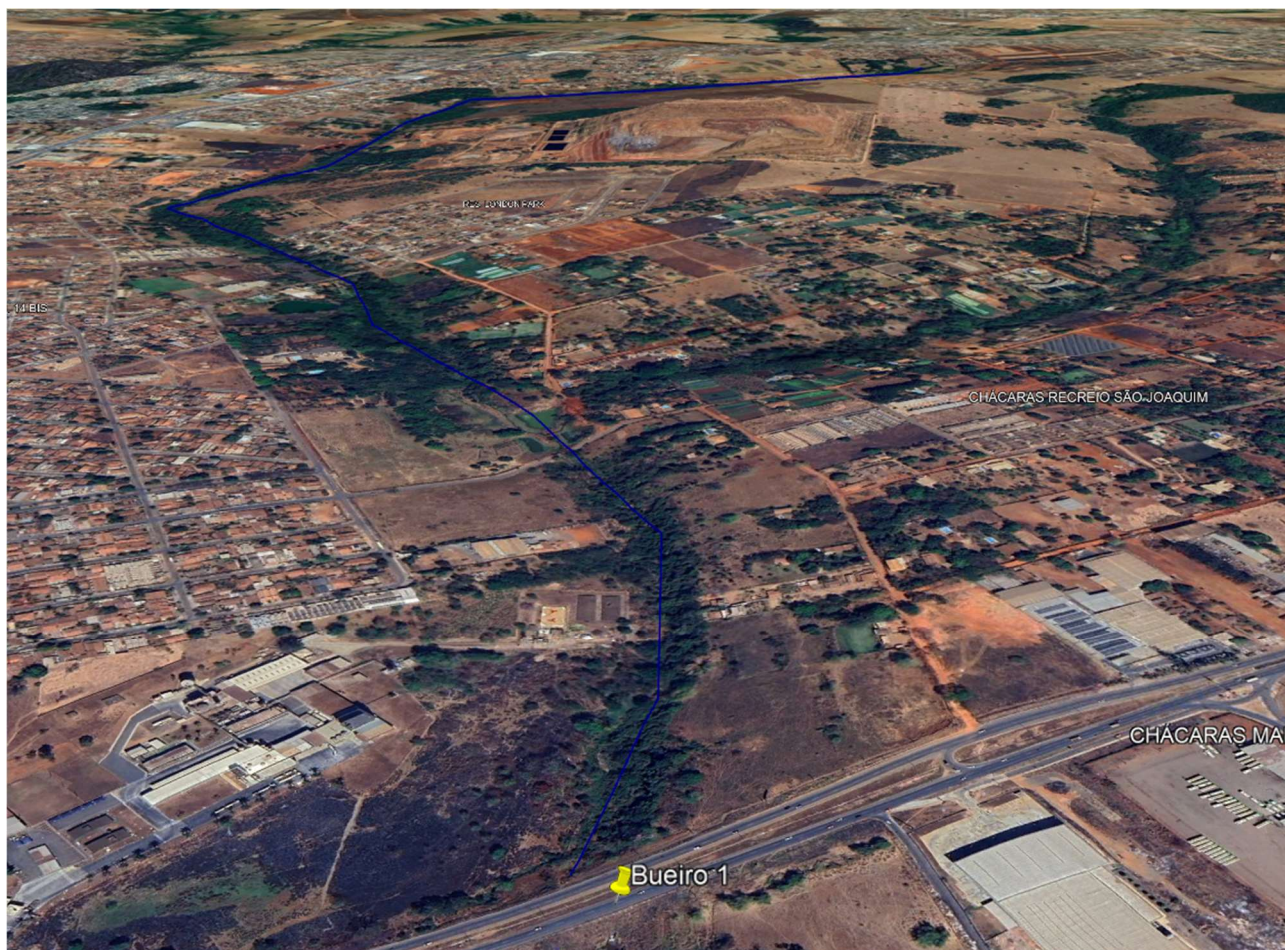


Fonte: IBGE (2002)

6.3.1 Relevo do local de estudo

A topografia da bacia de interesse apresenta relevo depressivo com cerrados, pastagens, matas ralas, cultura e pastagens terraceadas. A **Figura 8** mostra o talvegue principal da bacia de drenagem.

Figura 8 – Destaque do talvegue principal da bacia de drenagem



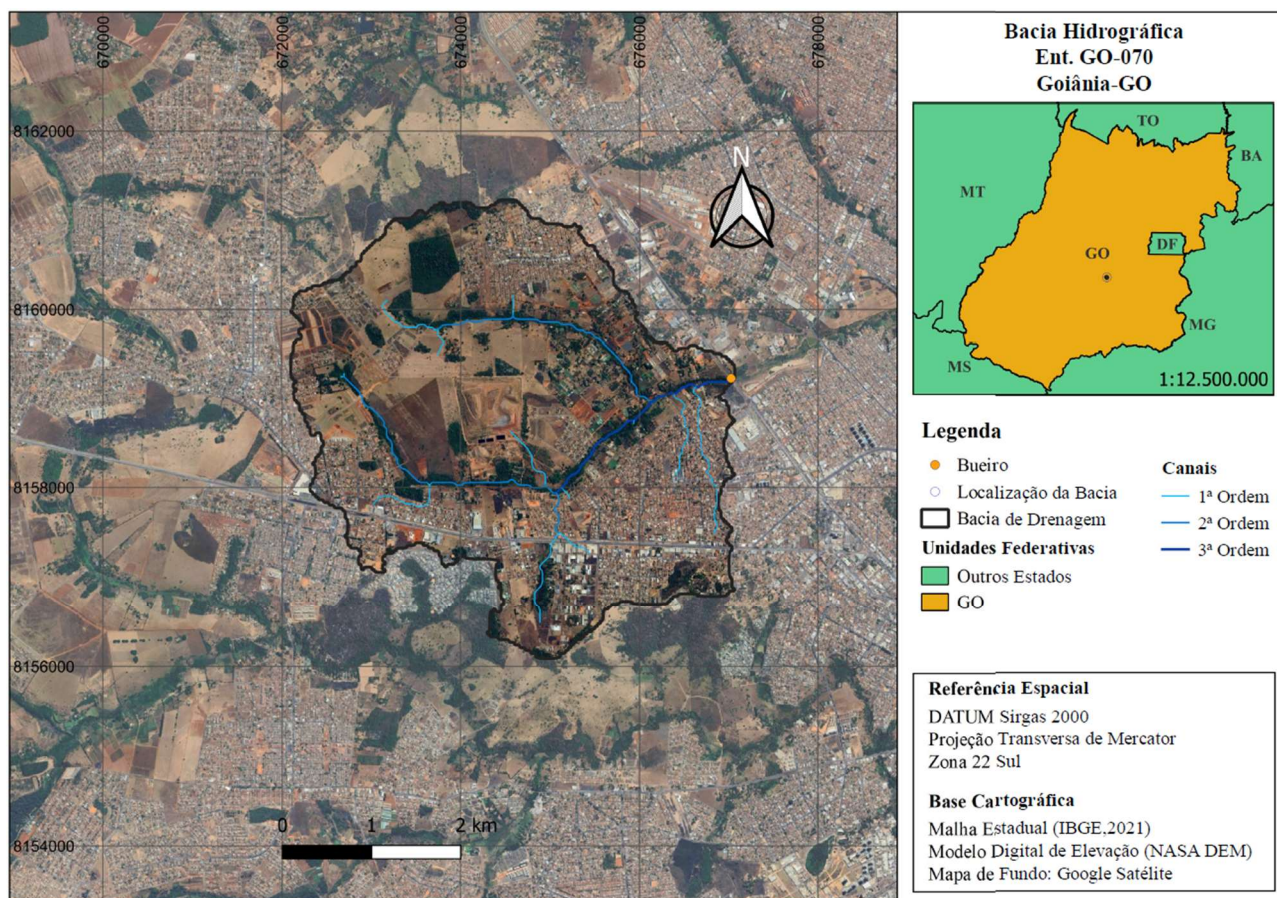
Fonte: Google Earth (2023)

O local apresenta as características predominantes dos latossolos e afloramento rochosos, dunas e áreas urbanas, textura de argila ou muita argilosa, cerrado, serras e planaltos de clima tropical, subquente e semi-úmido.

6.4 Bacia hidrográfica

A **Figura 9** mostra os dados da bacia hidrográfica estudada. A área dessa bacia, onde está localizada a obra, é de 17,43km², contando com um talvegue de interesse de 5,62km de extensão demonstrado na **Figura 8**.

Figura 9 – Bacia hidrográfica



Fonte: Própria do autor

6.5 Obra hidráulica existente

A localidade possui um bueiro que não tem capacidade para suportar a vazão de água da região, portanto será substituído. A **Figura 10 e Figura 11** ilustram o cenário local.

Figura 10 – Cenário local



Fonte: Própria do autor

Figura 11 – Cenário local



Fonte: Própria do autor

7 Informações Gerais

7.1 Elementos utilizados

Na elaboração dos estudos hidrológicos foram utilizados os seguintes elementos:

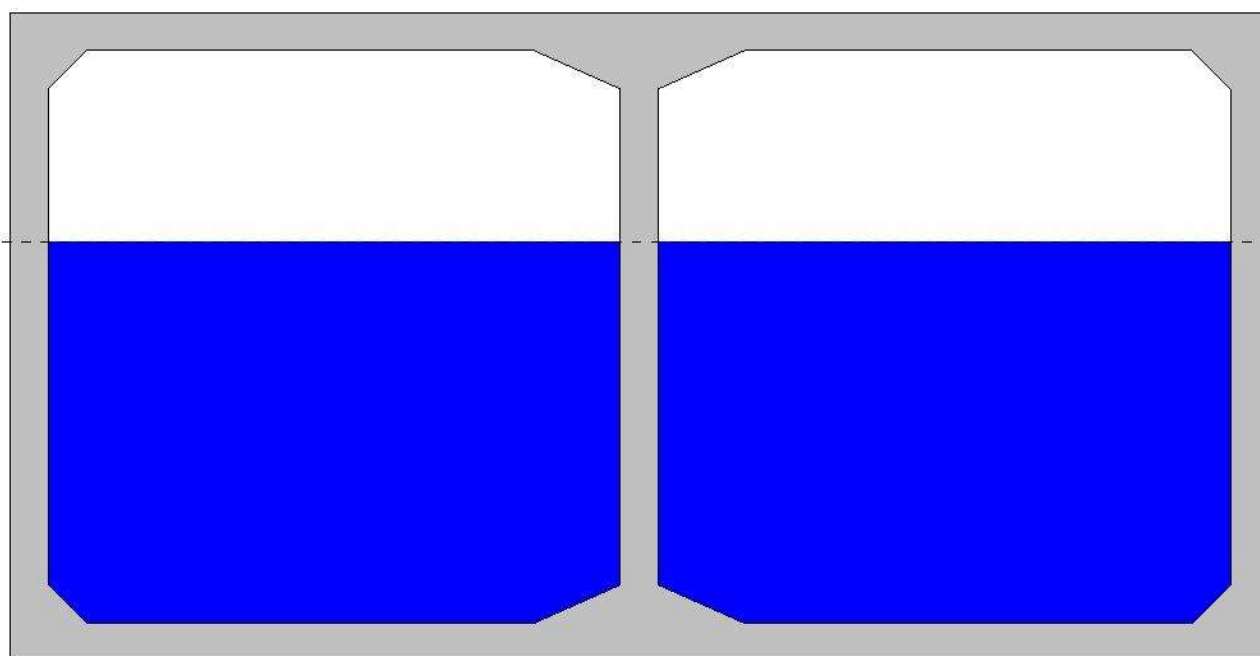
- Dados pluviométricos de postos situados nas proximidades do trecho disponibilizado por download no site da Agência Nacional de Águas - ANA;
- Especificações e instruções de Projetos para Estudos Hidrológicos da Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte – GOINFRA (IP-03);
- Representação espacial e de projeto no *Software QGIS*;

- Informações sobre perfil de elevação do terreno e comprimento do talvegue levantadas através do *Software Google Earth Pro*;
- Informações de bacias hidrográficas e seus canais no *Software HECHMS*.

7.2 Informações da obra

Este relatório hidrológico está considerando a obra de um bueiro duplo moldado in loco com dimensões de 2,5 metros de largura e 2,5 metros de altura, conforme a IPR 736 do DNIT. O bueiro tem como objetivo assegurar a passagem dos moradores e dos viajantes que percorrem a região. A **Figura 12** a seguir mostra a seção do bueiro.

Figura 12 – Seção do bueiro



Fonte: Própria do autor

8 Estudos hidrológicos

8.1 Coleta de dados

Os dados de precipitação foram obtidos por meio de consulta à base Hidroweb, ferramenta pública da Agência Nacional de Águas (ANA) que dispõe de um banco de informações da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN).

Utiliza-se a **estação pluviométrica convencional nº 1548020** localizada nas **coordenadas geográficas -15.7414, -48.3056**, como ilustra a **Figura 13** abaixo.

Figura 13 - Mapa de localização da estação pluviométrica utilizada



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA)

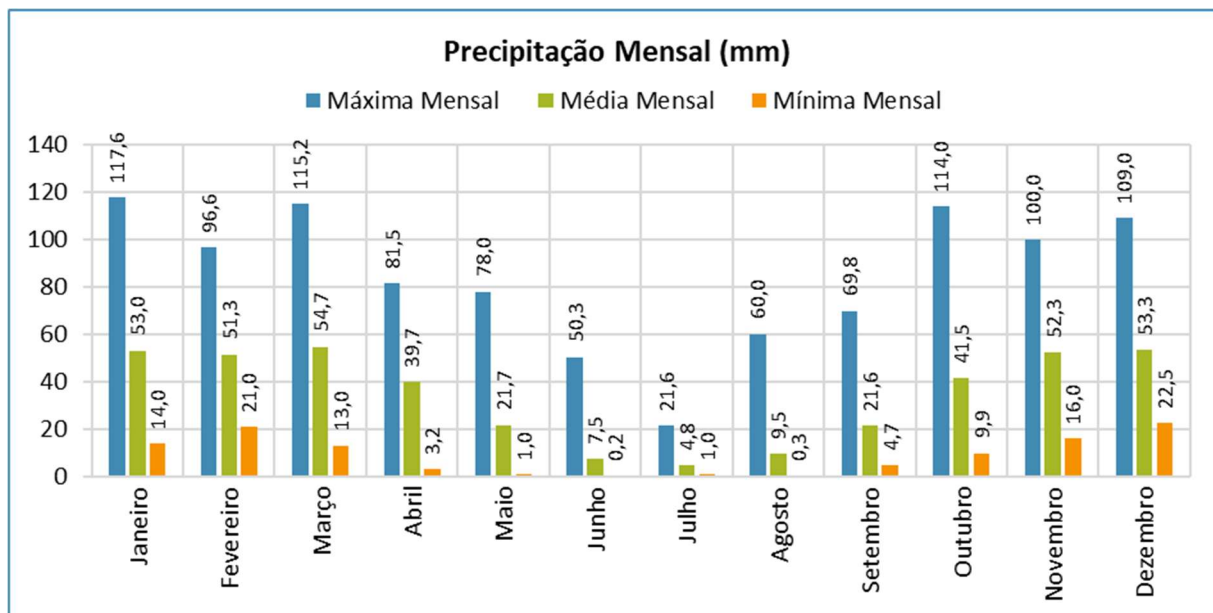
O centro demarcado juntamente com as coordenadas representa o local da obra a ser realizada, que está distante 14,3km da estação pluviométrica nº 1548020 em um trecho em linha reta, sem intercepções. A linha vermelha demarca a distância entre a estação pluviométrica e o local de estudo.

8.2 Dados pluviométricos

Através da estação pluviométrica destacada no **item 8.1**, analisou-se os anos entre 1974 e 2023, com exceções aos anos que não obtiveram muitas leituras, totalizou-se 25 eventos anuais. Tendo em vista esses dados, foram elaborados os gráficos a seguir.

O **Gráfico 1** mostra as precipitações mensais máximas, médias e mínimas dos anos em análise.

Gráfico 1 - Precipitação máxima, média e mínima mensal entre os anos de 1974 e 2023

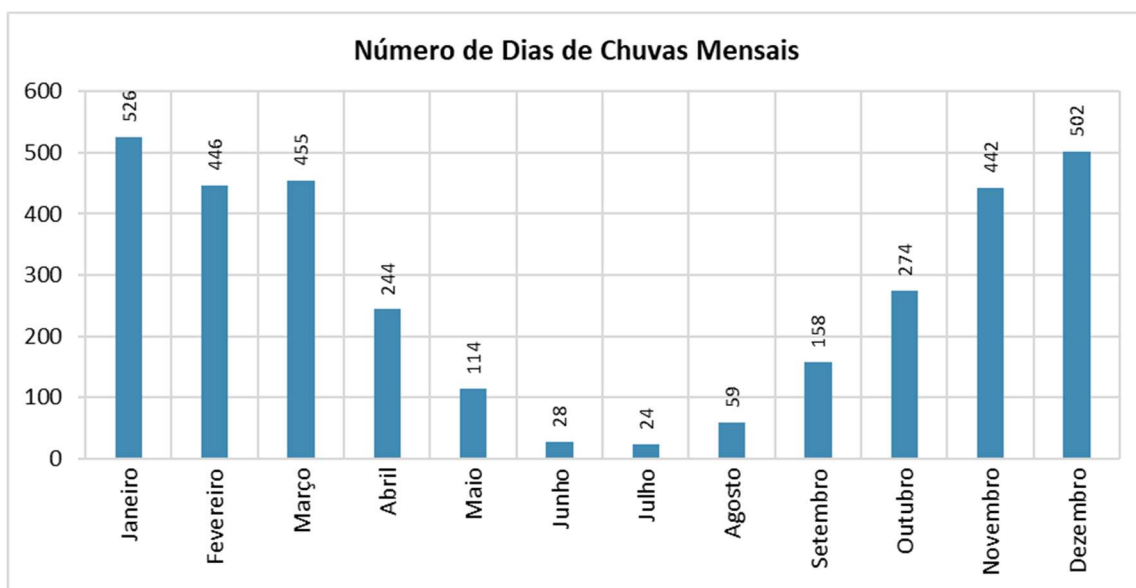


Fonte: Própria do autor

Destaca-se o mês de Janeiro que obteve a maior precipitação máxima mensal de 110,5mm e o mês de Dezembro que obteve a maior média mensal igual a 61,3mm. Os meses de Junho a Setembro apresentam as menores precipitações mensais devido a época de estiagem da região ocorrer nesse período.

O **Gráfico 2** traz os dados do número de dias de chuvas mensais. Observa-se que choveu 480 dias em Janeiro ao longo dos anos.

Gráfico 2 - Número de dias de chuvas mensais entre os anos de 1974 e 2023

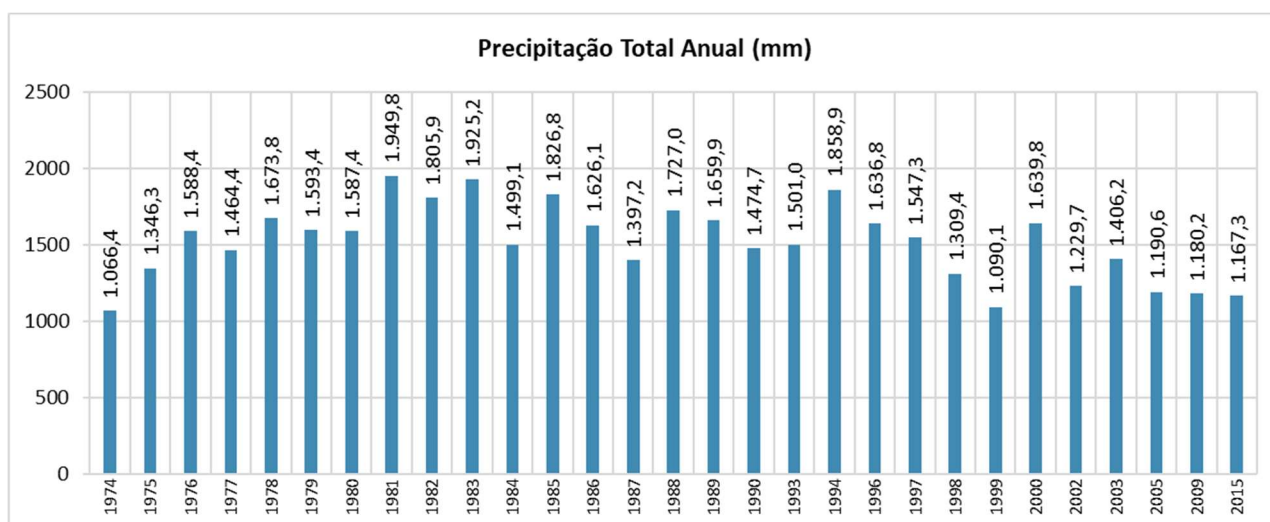


Fonte: Própria do autor

Analisando o **Gráfico 1** e o **Gráfico 2**, é possível concluir que a máxima mensal dos meses são bem consistentes nos meses chuvosos e também nos meses de estiagem. Já a média mensal é pouco variável tanto nos dias chuvosos, quanto nos período de estiagem. Ademais, a variação é gradativa de acordo com o período chuvoso e de estiagem do local.

No **Gráfico 3** é ilustrado a precipitação total anual, onde a máxima precipitação foi no ano de 2020 com 2097,2mm e 121 dias de chuva, demonstrado no **Gráfico 4** adiante.

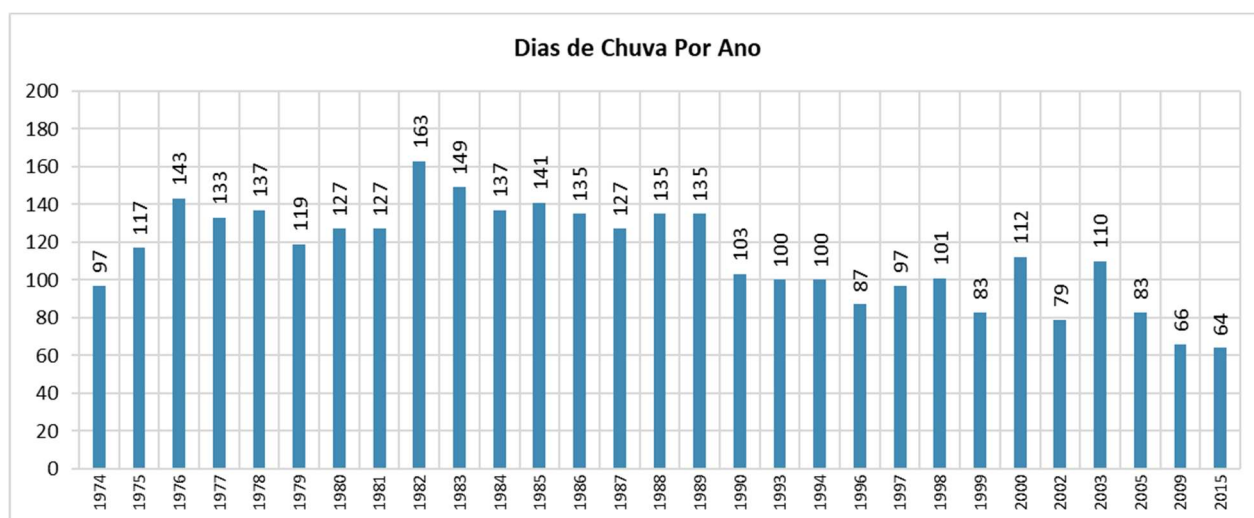
Gráfico 3 - Precipitação total anual entre os anos de 1974 e 2023



Fonte: Própria do autor

O **Gráfico 4** apresenta os números de dias de chuva por ano.

Gráfico 4 - Dias de chuva por ano entre os anos de 1974 e 2023

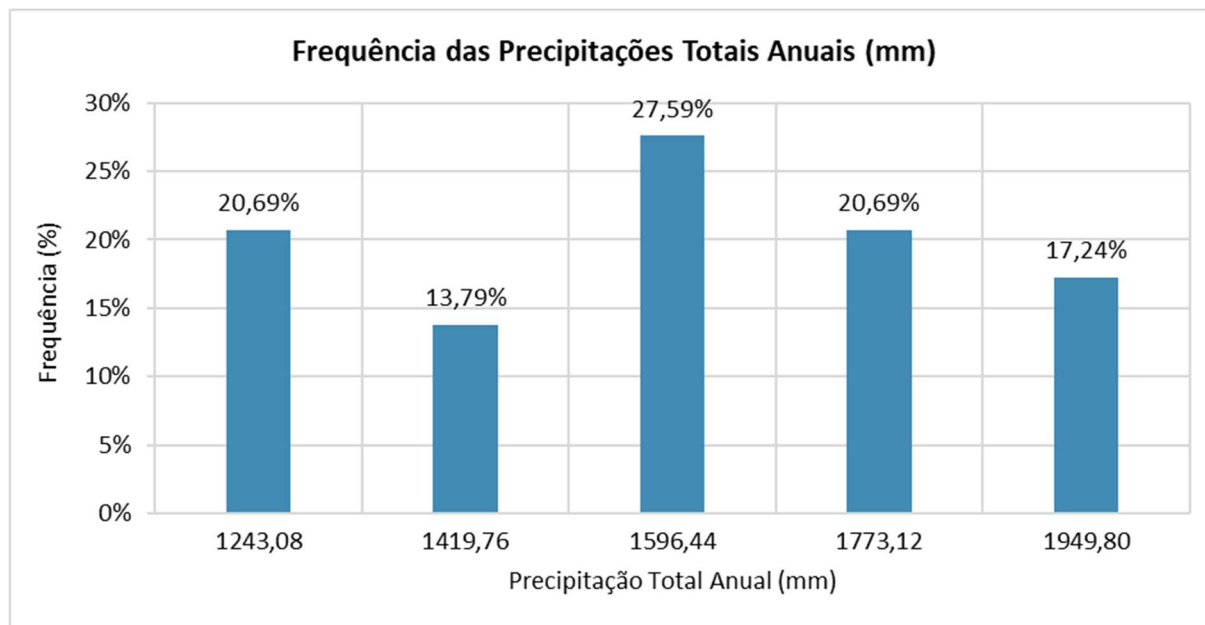


Fonte: Própria do autor

Através do **Gráfico 3** nota-se que houve alguns anos com baixas precipitações em relação ao conjunto de dados, que são correspondente a quantidade de dias de chuva demonstradas no **Gráfico 4**.

A frequência das precipitações totais anuais são apresentadas no **Gráfico 5**. As precipitações anuais acima de 2097,2mm, como no caso de 2020, ocorrem com muita frequência.

Gráfico 5 - Frequência das precipitações totais anuais entre os anos de 1974 e 2023



Fonte: Própria do autor

As precipitações totais anuais que ocorrem com a maior frequência de 28% são menores ou iguais a 1587,26mm e maiores que 1417,28mm. Já as precipitações maiores que 1927,22mm e menores e iguais a 2097,2mm apresentam a menor frequência anual, sendo ela de 4%.

8.3 Metodologia utilizada

Através dos dados obtidos pela estação pluviométrica, utilizou-se as máximas precipitações anuais de 1 dia em ordem decrescente para realizar o método da probabilidade extrema de Gumbel. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo método das isozonas. A vazão de projeto será determinada de acordo com as orientações da IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos.

8.4 Método estatístico de Gumbel

Abaixo são descritos os índices utilizados nos cálculos da **Tabela 1** adiante, que apresenta os resultados do método de Gumbel.

P - Valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;

P_{med} - Precipitação média;

N - Números de anos observados;

F% - Frequência de vazões de enchentes observadas;

TR - Tempo de recorrência;

N - Número de ordem variável de 1 a “m”.

Tabela 1 – Resultados do método estatístico de Gumbel

Ano	P (mm)	N	P ordenado	P-P _{med}	(P-P _{med}) ²	F	TR
1974	92,0	1	117,6	34,00	1156,00	3,3%	30,0
1975	58,2	2	115,2	31,60	998,56	6,7%	15,0
1976	61,6	3	114,0	30,40	924,16	10,0%	10,0
1977	71,0	4	109,0	25,40	645,16	13,3%	7,5
1978	76,0	5	103,2	19,60	384,16	16,7%	6,0
1979	97,6	6	101,5	17,90	320,41	20,0%	5,0
1980	79,4	7	100,0	16,40	268,96	23,3%	4,3
1981	103,2	8	100,0	16,40	268,96	26,7%	3,8
1982	75,8	9	97,6	14,00	196,00	30,0%	3,3
1983	101,5	10	92,3	8,70	75,69	33,3%	3,0
1984	109,0	11	92,0	8,40	70,56	36,7%	2,7
1985	77,0	12	89,0	5,40	29,16	40,0%	2,5
1986	100,0	13	85,6	2,00	4,00	43,3%	2,3
1987	57,4	14	81,5	-2,10	4,41	46,7%	2,1
1988	67,5	15	79,4	-4,20	17,64	50,0%	2,0
1989	59,0	16	78,3	-5,30	28,09	53,3%	1,9
1990	89,0	17	77,0	-6,60	43,56	56,7%	1,8
1993	76,0	18	76,0	-7,60	57,76	60,0%	1,7
1994	115,2	19	76,0	-7,60	57,76	63,3%	1,6
1996	100,0	20	75,8	-7,80	60,84	66,7%	1,5
1997	85,6	21	71,0	-12,60	158,76	70,0%	1,4
1998	60,7	22	68,0	-15,60	243,36	73,3%	1,4
1999	114,0	23	67,5	-16,10	259,21	76,7%	1,3
2000	117,6	24	61,6	-22,00	484,00	80,0%	1,3
2002	92,3	25	60,7	-22,90	524,41	83,3%	1,2
2003	68,0	26	60,0	-23,60	556,96	86,7%	1,2
2005	81,5	27	59,0	-24,60	605,16	90,0%	1,1
2009	60,0	28	58,2	-25,40	645,16	93,3%	1,1
2015	78,3	29	57,4	-26,20	686,44	96,7%	1,0
Somatório:	2424,40			Somatório:	9775,30		
P_{med}:	83,60						

Fonte: Própria do autor

O desvio padrão é calculado a partir das informações da **Tabela 1**, pela fórmula abaixo.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (P - P_{med})^2}{(m - 1)}} = \text{MERGEFIELD DESVIO_PADRÃO } 15,07$$

Sendo:

σ – Desvio padrão

m – número máximo de eventos

Determinou-se os valores do coeficiente que são dependentes do número de amostras “m” e do período de recorrência (K) ilustrados na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Valores de K segundo Gumbel

Eventos: 29 anos	5	10	15	25	50	100
	0,87	1,547	1,924	2,402	3,037	3,667

Fonte: Própria do autor

Através da fórmula de Ven Te Chow, calcula-se a chuva de 1 dia para os períodos de recorrência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, como mostra a **Tabela 3** a seguir.

Tabela 3 - Precipitação para diversos tempos de recorrência

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

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

P_5 (mm)=	83,60	+	18,68	x	0,87	=	99,86
P_{10} (mm)=	83,60	+	18,68	x	1,547	=	112,51
P_{15} (mm)=	83,60	+	18,68	x	1,924	=	119,55
P_{25} (mm)=	83,60	+	18,68	x	2,402	=	128,48
P_{50} (mm)=	83,60	+	18,68	x	3,037	=	140,35
P_{100} (mm)=	83,60	+	18,68	x	3,667	=	152,12

Fonte: Própria do autor

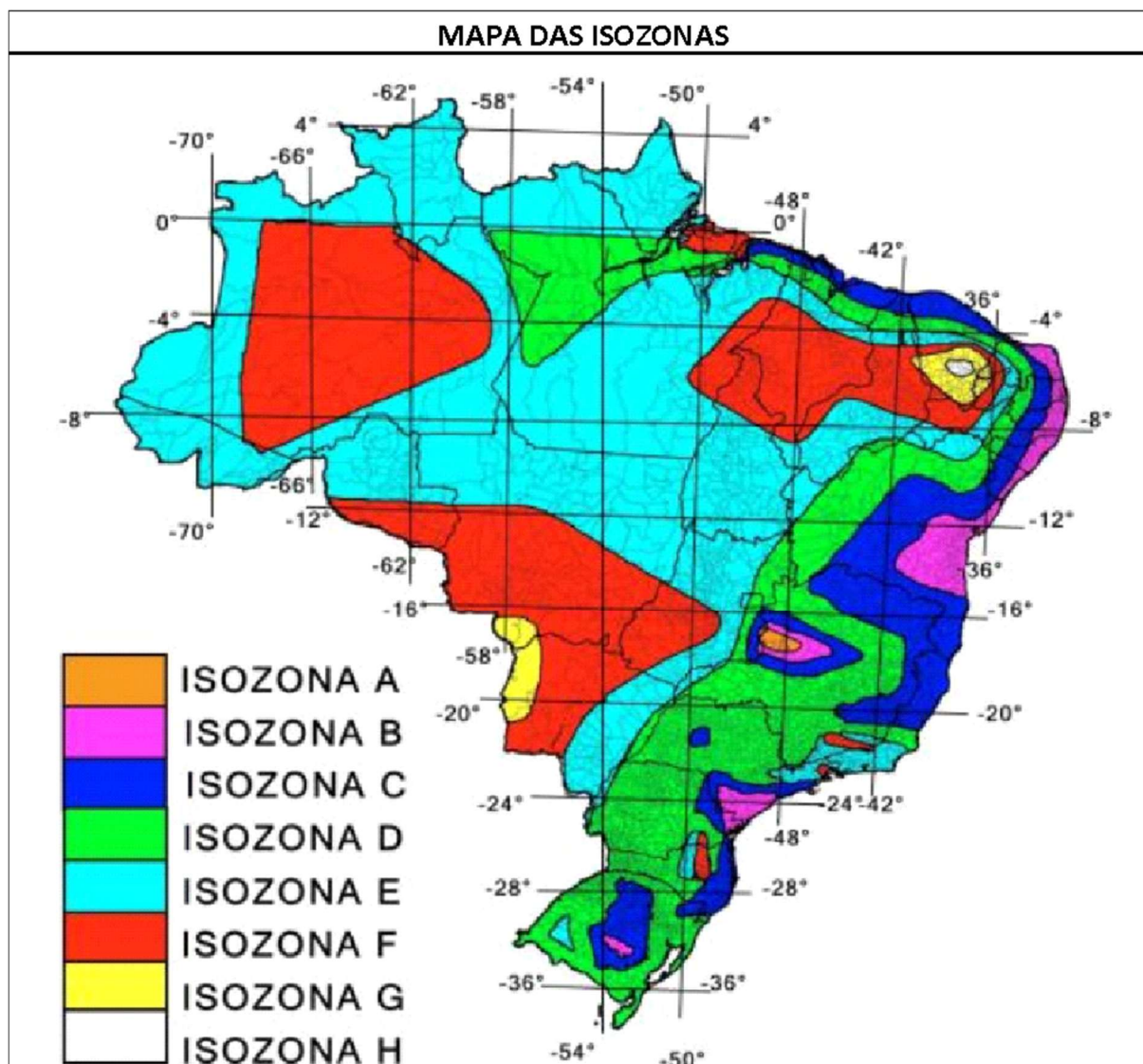
Onde:

P - Precipitação para um certo período de recorrência;

8.5 Método das isozonas

Determinou-se a altura de chuva e as chuva para as durações de 6 minutos, 1 hora e 24 horas, através do método das isozonas. Na **Figura 14** contém o mapa do Brasil com a cobertura das isozonas.

Figura 14 – Mapa das isozonas



A: Zona de maior precipitação anual do Brasil, com coeficientes de intensidade baixos;
 B e C: Zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves;
 D: Zona de transição, entre continente e marítima, caracterizada como zona de influência do rio Amazonas;
 E e F: Zonas de continental e noroeste, com coeficientes de intensidade altos.

Fonte: Própria do autor

Definiu-se a isozona de atuação “E” através da localização da obra a ser realizada, citada no **item 6.1**.
 Determina-se os valores das variáveis desta isozona com os dados apresentadas na **Tabela 4** a seguir.

Tabela 4 – Variáveis para tempos de recorrência

Zona	Tempo de Recorrência em Anos										
	1h/24h de chuva										6min e 24h de chuva
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5 - 50
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0
B	36,1	37,8	37,5	37,1	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,9	11,2
E	44,0	43,5	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,4
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,5	48,3	47,8	46,5	44,8	16,7

Fonte: Própria do autor

As alturas de chuvas foram determinadas a partir das chuvas de 1 dia, demonstradas anteriormente na **Tabela 3**, seguindo as fórmulas abaixo.

$$P_{24horas} = P_{m\acute{a}x_di\acute{a}ria} \times 1,1$$

$$P_{1hora} = I_{E,ANO} \times P_{24horas}$$

$$P_{0,1hora} = I_{E,ANO} \times P_{24horas}$$

Onde:

$P_{m\acute{a}x_di\acute{a}ria}$ – Precipitação de 1 dia demonstrada na **Tabela 3**;

$P_{24horas}$ – Precipitação de 24 horas;

P_{1hora} – Precipitação para 1 hora;

$P_{0,1hora}$ – Precipitação para 0,1 hora;

$I_{E,ANO}$ – Tempo de recorrência da isozona “E” para os anos em estudo.

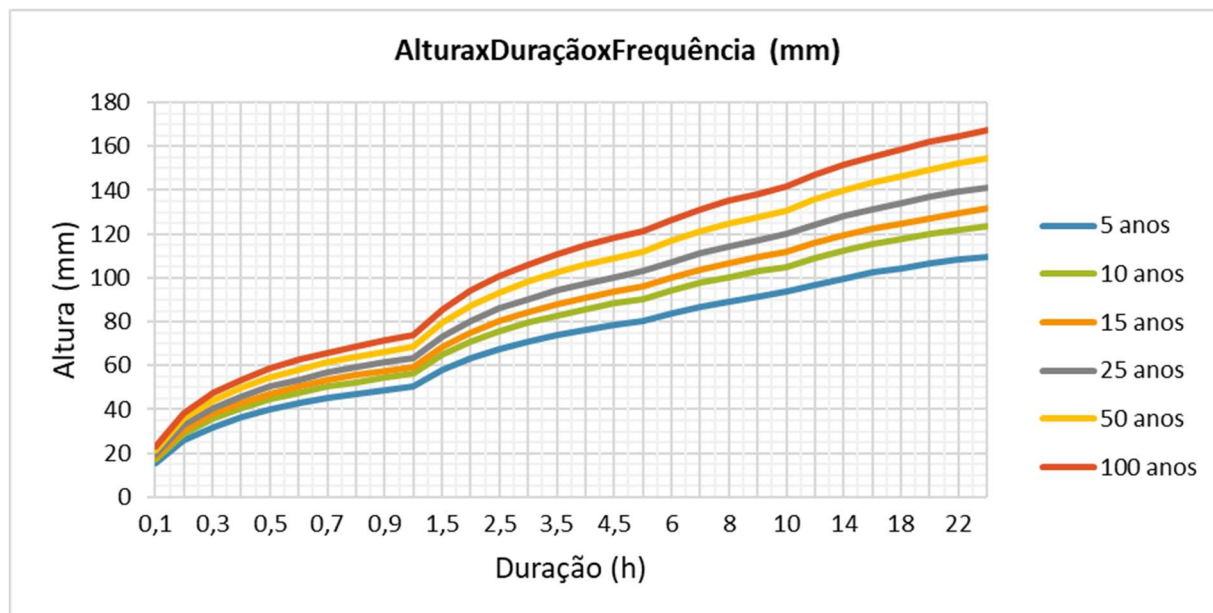
A **Tabela 5** destaca os resultados obtidos com as informações da **Tabela 3**, e o **Gráfico 6** apresenta o gráfico da relação altura x duração x frequência dos tempos de retorno iguais a 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos para as durações de 6 minutos a 24 horas.

Tabela 5 - Alturas de chuvas de 6 minutos a 24 horas

Precipitação (mm)								
min	horas	log (t)	5 anos	10 anos	15 anos	25 anos	50 anos	100 anos
6	0,1	-1,00	15,27	17,20	18,28	19,64	21,46	23,26
12	0,2	-0,70	25,88	28,97	30,71	32,83	35,68	38,47
18	0,3	-0,52	32,09	35,86	37,98	40,55	44,00	47,37
24	0,4	-0,40	36,50	40,75	43,14	46,02	49,90	53,68
30	0,5	-0,30	39,91	44,54	47,14	50,27	54,48	58,58
36	0,6	-0,22	42,70	47,63	50,41	53,74	58,22	62,58
42	0,7	-0,15	45,07	50,25	53,18	56,67	61,38	65,96
48	0,8	-0,10	47,11	52,52	55,57	59,21	64,12	68,89
54	0,9	-0,05	48,91	54,52	57,68	61,45	66,54	71,48
60	1	0,00	50,53	56,31	59,57	63,46	68,70	73,79
90	1,5	0,18	58,09	64,91	68,75	73,39	79,63	85,73
120	2	0,30	63,46	71,02	75,26	80,44	87,39	94,19
150	2,5	0,40	67,63	75,76	80,31	85,91	93,40	100,76
180	3	0,48	71,03	79,62	84,44	90,38	98,32	106,13
210	3,5	0,54	73,91	82,90	87,93	94,15	102,47	110,66
240	4	0,60	76,40	85,73	90,95	97,43	106,07	114,59
270	4,5	0,65	78,60	88,23	93,62	100,31	109,25	118,06
300	5	0,70	80,57	90,47	96,00	102,89	112,09	121,16
360	6	0,78	83,97	94,33	100,13	107,36	117,01	126,53
420	7	0,85	86,84	97,61	103,62	111,14	121,16	131,06
480	8	0,90	89,34	100,44	106,64	114,41	124,76	134,99
540	9	0,95	91,54	102,94	109,30	117,30	127,94	138,46
600	10	1,00	93,50	105,18	111,69	119,88	130,78	141,56
720	12	1,08	96,90	109,05	115,82	124,34	135,69	146,93
840	14	1,15	99,78	112,32	119,30	128,12	139,85	151,46
960	16	1,20	102,27	115,15	122,33	131,39	143,45	155,39
1080	18	1,26	104,47	117,65	124,99	134,28	146,62	158,86
1200	20	1,30	106,44	119,89	127,38	136,86	149,46	161,96
1320	22	1,34	108,22	121,91	129,53	139,20	152,03	164,77
1440	24	1,38	109,84	123,76	131,50	141,33	154,38	167,33

Fonte: Própria do autor

Gráfico 6 - Curvas Altura x Duração x Frequência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos



Fonte: Própria do autor

As chuvas foram determinadas pelas fórmulas abaixo a partir dos resultados da **tabela 4**.

$$H_c = \frac{P_{24horas}}{D}$$

$$H_c = \frac{P_{1hora}}{D}$$

$$H_c = \frac{P_{0,1hora}}{D}$$

Onde:

H_c – Altura de chuva;

D – Duração da precipitação.

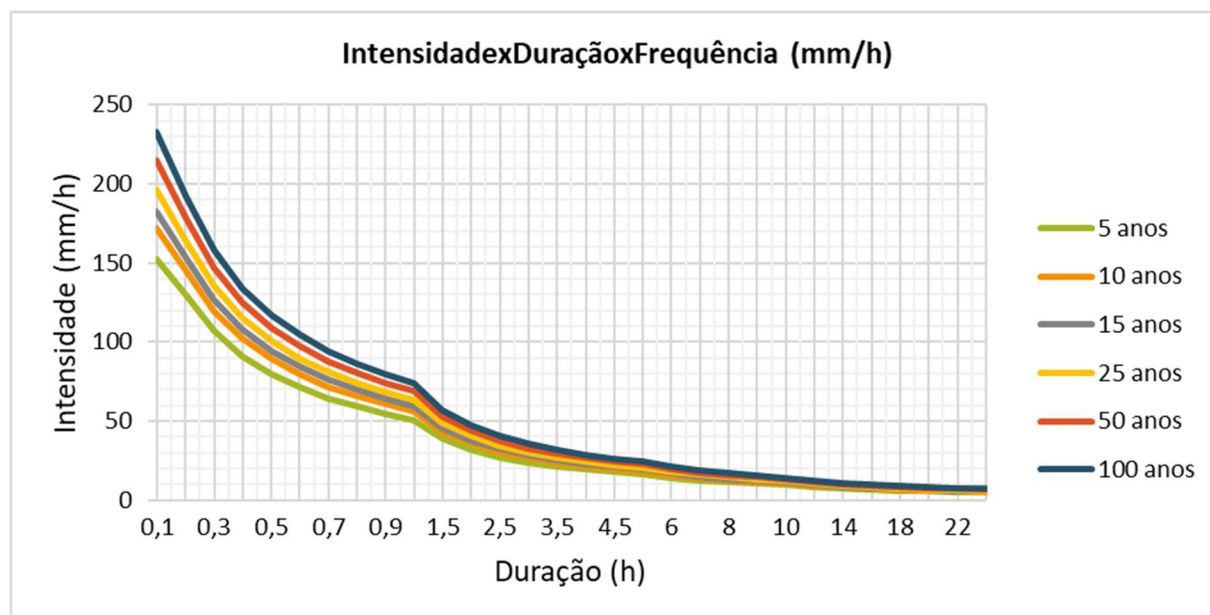
A **Tabela 6** destaca os resultados obtidos a partir da **Tabela 5**, e o **Gráfico 7** apresenta o gráfico da relação intensidade x duração x frequência dos tempos de retorno iguais a 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos para as durações de 6 minutos a 24 horas.

Tabela 6 - Chuvas com duração de 6 minutos a 24 horas

Intensidade (mm/h)								
min	horas	log (t)	5 anos	10 anos	15 anos	25 anos	50 anos	100 anos
6	0,1	-1,00	152,68	172,02	182,79	196,45	214,59	232,59
12	0,2	-0,70	129,41	144,87	153,55	164,17	178,40	192,35
18	0,3	-0,52	106,97	119,54	126,60	135,16	146,66	157,90
24	0,4	-0,40	91,24	101,87	107,85	115,06	124,75	134,21
30	0,5	-0,30	79,83	89,07	94,28	100,54	108,96	117,16
36	0,6	-0,22	71,17	79,39	84,02	89,56	97,03	104,30
42	0,7	-0,15	64,38	71,79	75,96	80,96	87,69	94,23
48	0,8	-0,10	58,89	65,65	69,46	74,01	80,15	86,12
54	0,9	-0,05	54,35	60,58	64,09	68,28	73,93	79,42
60	1	0,00	50,53	56,31	59,57	63,46	68,70	73,79
90	1,5	0,18	38,73	43,28	45,83	48,93	53,09	57,15
120	2	0,30	31,73	35,51	37,63	40,22	43,69	47,10
150	2,5	0,40	27,05	30,30	32,12	34,36	37,36	40,30
180	3	0,48	23,68	26,54	28,15	30,13	32,77	35,38
210	3,5	0,54	21,12	23,68	25,12	26,90	29,28	31,62
240	4	0,60	19,10	21,43	22,74	24,36	26,52	28,65
270	4,5	0,65	17,47	19,61	20,80	22,29	24,28	26,24
300	5	0,70	16,11	18,09	19,20	20,58	22,42	24,23
360	6	0,78	13,99	15,72	16,69	17,89	19,50	21,09
420	7	0,85	12,41	13,94	14,80	15,88	17,31	18,72
480	8	0,90	11,17	12,56	13,33	14,30	15,60	16,87
540	9	0,95	10,17	11,44	12,14	13,03	14,22	15,38
600	10	1,00	9,35	10,52	11,17	11,99	13,08	14,16
720	12	1,08	8,08	9,09	9,65	10,36	11,31	12,24
840	14	1,15	7,13	8,02	8,52	9,15	9,99	10,82
960	16	1,20	6,39	7,20	7,65	8,21	8,97	9,71
1080	18	1,26	5,80	6,54	6,94	7,46	8,15	8,83
1200	20	1,30	5,32	5,99	6,37	6,84	7,47	8,10
1320	22	1,34	4,92	5,54	5,89	6,33	6,91	7,49
1440	24	1,38	4,58	5,16	5,48	5,89	6,43	6,97

Fonte: Própria do autor

Gráfico 7 - Curvas Intensidade x Duração x Frequência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos



Fonte: Própria do autor

9 Vazão máxima para a seção

9.1 Parâmetros de Projeto

A vazão de projeto é calculada através de alguns parâmetros que foram definidos através dos programas *Google Earth Pro*, *QGIS* e *HECHMS*, ilustrados nas **Tabela 7**.

Tabela 7 – Parâmetros da bacia de drenagem do projeto

PARÂMETROS DE PROJETO						
Área da Bacia	Comprimento do Talvegue Principal	Declividade Efetiva do Talvegue	Cota do Talvegue		Tempo de Concentração	Tempo de Retorno
A (Km²)	L (Km)	S (%)	Máx. (m)	Mín. (m)	Tc (h)	TR (anos)
17,43	5,62	1,36	830	755	1,98	25

Fonte: Própria do autor

Para áreas de bacias superiores a 20km², é utilizado o método do Hidrograma Unitário Triângular (HUT) para determinar a vazão máxima de projeto. A **Tabela 8** apresentam de forma resumida as informações obtidas para construção do hidrograma.

Tabela 8 - Parâmetros e hidrograma sintético triangular

PARÂMETROS DA CONSTRUÇÃO DO HIDROGRAMA SINTÉTICO TRIANGULAR						
Tempo de Concentração	Tempo de Base	Tempo de Pico	Duração da chuva	Precipitação para uma duração D	Precipitação Efetiva	Descarga de Projeto
Tc (h)	Tb (h)	Tp (h)	D (h)	P (mm)	P _E (mm)	Qp (m³/s)
1,98	5,28	2,60	2,82	84,13	22,71	31,72
HIDROGRAMA SINTÉTICO TRIANGULAR						
Tempo de Início	Vazão do HUT					
Ti (h)	Q _T (m³/s.mm)					
0	0,000					
2,82	1,397					
5,63	0,000					
8,45	0,000					
11,26	0,000					
14,08	0,000					
16,89	0,000					
19,71	0,000					
22,52	0,000					
25,34	0,000					
28,15	0,000					
30,97	0,000					
33,78	0,000					
36,60	0,000					

Fonte: Própria do autor

Apresentados os dados, a vazão máxima determinada foi de 31,719m³/s

10 Vazão máxima para a seção do bueiro

10.1 Bueiros celulares

Para determinar a vazão máxima da seção da futuro bueiro, foi utilizado a IPR 724 do DNIT (2006). A **Tabela 9** ilustra o cálculo da vazão para os bueiros celulares completamente cheios.

Tabela 9 – Vazão máxima para 1 bueiro cheio

VAZÃO PARA 1 BUEIRO CELULARE CHEIO					
Base (m)	Altura (m)	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhada (m)	Raio Hidráulico (m)	Q (m³/s)
2,50	2,50	6,250	7,500	0,833	47,600

Fonte: Própria do Autor

11 Enchente máxima

Após obter a vazão máxima, determinou-se a cota de enchente máxima através de cálculos hidráulicos, como mostra a **Tabela 10**.

Tabela 10 – Análise da seção do bueiro e das vazões para determinar a cota de enchente máxima

VAZÃO PARA 2 BUEIROS CELULARES COM FOLGA					
Quant. De Células	Altura Máx. da Água (m)	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhada (m)	Raio Hidráulico (m)	Q (m³/s)
2,000	2,000	5,000	6,500	0,769	72,202

Fonte: Própria do autor

A **Tabela 11** mostra a altura da enchente máxima e a velocidade da vazão da água que passa pelo bueiro.

Tabela 11 – Altura da enchente máxima e velocidade da água

CÁLCULO DA ALTURA PARA ENCHENTE MÁXIMA E VELOCIDADE PARA Q=31,719m³/s					
Altura y (m)	Área da seção (m²)	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico (m)	Q (m³/s)	V (m³/s)
1,805	4,514	6,111	0,739	31,719	7,027

Fonte: Própria do autor

Enfim, determinou-se que a enchente máxima está 1,805 metros acima do fundo do rio, ocupando 71,41% da altura dos bueiros celulares.

12 Resultados

As informações finais obtidas nos **itens 9.1 e 11** são ilustradas na **Tabela 12** resumidamente.

Tabela 12 - Resumo geral

Vazão máxima para a seção	72,202 m³/s
Velocidade para a seção	3,514 m/s
Altura da enchente máxima	1,805 m

Fonte: Própria do autor

Destarte, baseado na seção do bueiro, considerando a vazão do cálculo hidráulico, o bueiro suporta a vazão projetada, sendo a altura de enchente máxima igual a 1,805 metros.

13 Referência bibliográficas

B. D. Richards, "Flood Estimation and Control" – 1937 Linsley, Kohler e Paulhus – Hydrology for Engineers, 1958.

CHOW, VEN TE. (1964). Handbook of applied hydrology. Editora McGraw-Hill, New York.

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.

DNIT – IPR-736 – Álbum De Projetos-Tipo De Dispositivos De Drenagem. Rio de Janeiro: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2018.

DNIT – IPR-715 – Manual De Hidrologia Básica Para Estruturas De Drenagem. Rio de Janeiro: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2005.

DNIT – IPR-724 – Manual De Drenagem de Rodovias. Rio de Janeiro: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2006.

DNIT – IS-04 – Instrução de serviço para estudo hidrológico. Rio de Janeiro: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.

DNIT 2005 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. Rio de Janeiro: DNIT: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.

IBGE. Macrocaracterização - Compartimentos de Relevo. Rio de Janeiro: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014.

IBGE. Macrocaracterização - Tipos de Solos. Rio de Janeiro: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.

IBGE. Mapa de Clima do Brasil: Climas zonais ou genéticos. Rio de Janeiro: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

PFAFSTETTER, Otto. 1982. – Chuvas intensas no Brasil. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento.

PINTO, NELSON L. DE SOUSA. (1973). Hidrologia de Superfície. Editora Edgard Blücher, São Paulo – SP.

TORRICO. José Jaime Taborga. 1974 – Práticas Hidrológicas. Rio de Janeiro: Grupo TRANSCON.

TUCCI, C.E.M. (org.) (1993). Hidrologia – ciência e aplicação. Editora da Universidade/UFRS, EDUSP, e ABRH, Porto Alegre – RS.

TUCCI, C.E.M. (org.) (1995). Drenagem urbana. Editora da Universidade/UFRS, EDUSP, e ABRH, Porto Alegre – RS.

14 Relatório de Sondagem

14.1. INTRODUÇÃO

ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A executou os serviços de sondagem a percussão Standart SPT, de acordo com a solicitação da contratante, com a coleta de amostras do material perfurado para a caracterização geotécnica.

As informações contidas neste relatório têm validade restrita às condições em que os serviços foram realizados. As informações contidas neste relatório têm validade restrita às condições em que os serviços foram realizados.

14.2. METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

14.2.1. Critérios Gerais

Como critérios gerais para a execução das sondagens de campo foram adotados os procedimentos da ABNT NBR 6484 Solo – Sondagem de simples reconhecimento com penetração do amostrador padrão – SPT. Conforme ABNT NBR 6484

14.2.2. Dados Específicos

As informações características das sondagens e ensaios executados encontram-se resumidas nos itens abaixo.

14.2.3. Procedimento

SPT: A Sondagem de simples reconhecimento com penetração do amostrador padrão consiste de 3 etapas:

I. Perfuração

II. Amostragem

III. Ensaio Penetrométrico

As etapas II e III são simultâneas, enquanto a etapa I é alternada com II/III a cada metro de sondagem.

Consiste na perfuração de 1,0m, e depois a cada metro, temos 0,45m para amostragem e ensaio Penetrométrico (realizada com golpes de um martelo de 65kg com queda livre a 75cm de altura), seguido de 0,55 m de Perfuração (são realizados por trado concha ou helicoidal). No primeiro metro a amostra de solo é obtida diretamente do trado pois o amostrador é introduzido somente no início do segundo metro. Em cada metro de sondagem, exceto no primeiro obtemos 3 valores de número de golpes no ensaio penetro métrico (N1, N2 e N3).

Desconsiderando N1, por ser um número afetado pela etapa de perfuração, definimos no índice de resistência à penetração (Nspt) como sendo a soma do número de golpes dos últimos 30 cm de penetração do amostrador, ou seja:

CÓDIGO		REV.
RS-02/25		00
EMIÇÃO	ELABORADO POR	FOLHA
FEV/2025	GS	5 de 8

$$N_{spt} = N_2 + N_3 \text{ (golpes/30cm)}$$

14.2.4. Critérios de Paralisação

Conforme item 5.2.4.1 da NBR 6484, “O critério de paralisação das sondagens é de responsabilidade técnica da contratante ou de seu preposto, e deve ser definido de acordo com as necessidades específicas do projeto”.

Conforme item 5.2.4.2 da NBR 6484, “Na ausência do fornecimento do critério de paralisação por parte da contratante ou de seu preposto, as sondagens devem avançar até que seja atingido um dos seguintes critérios:

- a) avanço da sondagem até a profundidade na qual tenham sido obtidos 10 m de resultados consecutivos indicando N iguais ou superiores a 25 golpes;*
- b) avanço da sondagem até a profundidade na qual tenham sido obtidos 8 m de resultados consecutivos indicando N iguais ou superiores a 30 golpes;*
- c) avanço da sondagem até a profundidade na qual tenham sido obtidos 6 m de resultados consecutivos indicando N iguais ou superiores a 35 golpes.”.*

14.2.5. Amostragem

A amostragem deverá ser contínua e total, mesmo em materiais moles, incoerentes ou muito fraturados. Os testemunhos não deverão apresentar-se excessivamente danificados ou roletados pela ação mecânica do equipamento de sondagem, exceto quando se tratar de rochas

estratificadas ou xistosas.

As amostras coletadas das sondagens foram classificadas tátil-visualmente conforme os parâmetros geológico-geotécnicos e agrupadas em diferentes horizontes, permitiu a elaboração dos perfis individuais de sondagem (logs) que se encontram no Anexo A deste relatório. Estes foram elaborados segundo os critérios para descrição de amostras de sondagens, conforme os critérios apresentados no item 4. Classificação Geológico-Geotécnica das Amostras.

14.2.6. Leituras do Nível d'Água Freático (NA)

Os valores dos níveis d'água freáticos (NA), apresentados nos perfis e na Tabela 3-1., foram determinados por meio de leituras da profundidade (em metro) realizadas durante os serviços e após sua estabilização. Utilizou-se para tal um medidor elétrico de nível d'água composto de um eletrodo que, ao entrar em contato com a água, emite um sinal de áudio frequência transmitido por meio de um cabo elétrico. O sinal é captado na superfície e transmitido sonoramente por meio de um equipamento de alarme.

14.3. SONDAGENS EXECUTADAS

As sondagens executadas estão apresentadas na tabela 3-1.

Tabela 14.3-1. – Dados Específicos das Sondagens Percursivas

Sondagem	Prof. Final (m)
SPT-01	6,14
SPT-02	5,45
SPT-03	5,26
SPT-04	5,53
TOTAL	22,38

14.4. CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉNICA DAS AMOSTRAS

14.4.1. Metodologia usada para descrição de amostras de solo

A amostragem dos solos é normalmente utilizada para a determinação das características do material e suas propriedades de engenharia em laboratório. Após a devida identificação das

amostras por meio de registros sequenciais foram realizadas as análises táctil-visuais. O solo foi classificado quanto a sua fração granulométrica predominante (areia, silte ou argila), compactidade e/ou consistência e cor.

Imagem 4.1-1 - Anexo A da NBR 6484 (página 28)

Solo	Índice de resistência à penetração <i>N</i>	Designação ^a
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	20 a 30	Muito rija(o)
	> 30	Dura(o)
^a As expressões empregadas para a designação da compactidade das areias (fofa, compacta etc.) são referências à deformabilidade e à resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não podem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na mecânica dos solos.		

No Brasil, segundo a ABNT NBR 6484, temos a seguinte classificação dos solos de acordo com sua granulometria:

Tabela – Identificação das amostras (Item 5.2.7.5 - pág. 18 e 19)

GRANULOMETRIA / CARACTERÍSTICAS

<i>Material</i>	<i>Diâmetro (mm)</i>	<i>Característica</i>
<i>Argila</i>	<i>< 0,1</i>	<i>Coesivo / plástico</i>
<i>Silte</i>	<i>< 0,1</i>	<i>Não coesivo / não plástico</i>
<i>Areia</i>	<i>0,1 a 2,0</i>	
<i>Fina</i>	<i>0,1 a 0,5</i>	
<i>Média</i>	<i>0,5 a 1,0</i>	
<i>Grossa</i>	<i>1,0 a 2,0</i>	
<i>Pedregulhos</i>	<i>> 2,0</i>	<i>Cascalho ou seixo</i>

14.5. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- NBR 6484 – OUT/2020 – Sondagem de simples reconhecimento com SPT

Método de Ensaio;

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

6.1. Perfis Individuais das Sondagens

Os perfis individuais das sondagens (logs) encontram-se apresentadas no Anexo A deste relatório e foram elaboradas segundo os critérios para descrição de amostras de solo, conforme apresentado no item 3.1.

Cada sondagem está representada no perfil com as seguintes informações:

- Identificação: cliente, local, tipo de obra, sigla e/ou número da sondagem, data de execução, profundidade, cota; e
- Profundidades e datas de leitura do N.A. - Nível d'água;
- Parâmetros geológico-geotécnicos: descrição, interpretação e perfil geológico, camadas do solo, resultados dos ensaios SPT (golpes/penetração) e apresentação do gráfico SPT;

CODIGO		REV.
RH-05/25		01
EMISSAO	ELABORADO POR	FOLHA
30/05/2025	RQ	41 de 54

ANEXO A

PERFIS INDIVIDUAIS DA SONDAGEM



ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A
Rua Frei Francisco Mont'Alveme, 750, Jardim das Américas, CEP 81540-410, Curitiba, PR.
CLIENTE: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
OBRA: BUEIRO NA GO-070
LOCAL: RODOVIA GO-070, MUNICÍPIO DE GOIÂNIA

SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO SPT

Ref. de Nível	Altim.	COTA	Determ.	FURO:	SPT	01	INÍCIO	09/05/25	TÉRMINO	09/05/25
Rotativa índices				COTA	Convenção das Amostras	Revestimento	Avanço	Nível d'água	Classificação das amostras	
Grau de alteração	Grau de fraturamento	Consistência da Rocha	% I.Q.R							
0	0		%	N SPT 2 ⁴ 3 ⁶						
				/30						
				1				1,00	Aterro argila arenoso marrom	
				2					Argila arenosa marrom	
				3				3,45		
				4					Argila arenosa marrom com pedregulho	
				5				6,14		
				30/12					A sondagem foi interrompida devido a lavagem por tempo	
				6						
				7						
				8						
				9						
				10						
				11						
				12						
				13						
				14						
				15						
				16						
				17						
				18						
				19						
				20						
				21						
				22						
				23						
				24						
				25						
				26						
				27						
				28						
				29						
				30						
				31						
				32						
				33						
				34						
				35						
				36						
				37						
				38						
TD	Trado cavadeira			TE	Trado Espiral			W	Coroa Wídia	
CA	Circulação de água			RT	Rotativa			I	Coroa Impregana	
Leitura	Data / Hora			N. A. (m)	Método	Início (m)	Fim (m)	Lavagem por tempo - 10min		Fend. = Fendimento (f / M)
.	.			.	T. Cavadeira	0	0	Prof. de início (m) :		Recup = Recuperação em %
1	09/05/25 - 9:00			2,20	T. Espiral	0	0	Estágio 1 (cm) :		M = manobra 150 cm
.	.			.	Lavagem	0	6,14	Estágio 2 (cm) :		COORD -16.842726, -49.340400
.	.			.	Rotativa	0	0	Estágio 3 (cm) :		0



ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A
Rua Frei Francisco Mont'Alverne, 750, Jardim das Américas, CEP 81540-410, Curitiba, PR.
CLIENTE: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
OBRA: BUEIRO NA GO-070
LOCAL: RODOVIA GO-070, MUNICÍPIO DE GOIÂNIA

SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO SPT

Ref. de Nível	Altim.	COTA	Determ.	FURO:	SPT	02	INÍCIO	07/05/25	TÉRMINO	07/05/25
---------------	--------	------	---------	-------	-----	----	--------	----------	---------	----------

Rotativa índices				N SPT 2 ⁹⁴ 3 ⁹	COTA	Convenção das Amostras	Revestimento	Avanço	Nível d'água	Classificação das amostras		
Grau de alteração	Grau de fraturamento	Consistência da Rocha	% I.Q.R									
0	0		%	/30								
				-	1		Profundidade do revestimento: 5,45	SPT	Não foi encontrada água no local, seco	1,00	Aterro argila arenoso marrom	
				4	2					3,45	Argila arenosa marrom	
				4	3					5,45	Argila arenosa marrom com pedregulho	
				4	4					A sondagem foi interrompida devido a lavagem por tempo		
				6	5							
				30/4	6							
					7							
					8							
					9							
					10							
					11							
					12							
					13							
					14							
					15							
					16							
					17							
					18							
					19							
					20							
					21							
					22							
					23							
					24							
					25							
					26							
					27							
					28							
					29							
					30							
					31							
					32							
					33							
					34							
					35							
					36							
					37							
					38							

TD	Trado cavadeira	TE	Trado Espiral	W	Coroa Wídia	SPT	coroa cravada
CA	Circulação de água	RT	Rotativa	I	Coroa Impregana		

Leitura	Data / Hora	N. A. (m)	Método	Início (m)	Fim (m)	Lavagem por tempo - 10min	Fend. = Fendimento (f / M)
1	07/05/25 - 9:30	0,00	T. Cavadeira	0	0	Prof. de início (m):	Recup = Recuperação em %
			T. Espiral	0	0	Estágio 1 (cm):	M = manobra 150 cm
			Lavagem	0	5,45	Estágio 2 (cm):	COORD -16.642600, -49.340278
			Rotativa	0	0	Estágio 3 (cm):	0



ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A
Rua Frei Francisco Mont'Alverne, 750, Jardim das Américas, CEP 81540-410, Curitiba, PR.
CLIENTE: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
OBRA: BUEIRO NA GO-070
LOCAL: RODOVIA GO-070, MUNICÍPIO DE GOIÂNIA

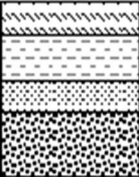
SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO SPT

Ref. de Nível	Altim.	COTA	Determ.	FURO:	SPT	03		INÍCIO	08/05/25		TÉRMINO	08/05/25	
Rotativa índices				N SPT 2 ⁴⁺³ /30	COTA	Convenção das Amostras	Revestimento	Avanço	Nível d'água	Classificação das amostras			
Grau de alteração	Grau de fraturamento	Consistência da Rocha	% I.Q.R										
0	0		%										
				-	1		Profundidade do revestimento: 5,26 SPT Não foi encontrada água no local, seco		1,00	Aterro argila arenoso marrom			
				3	2				2,45	Argila arenosa marrom			
				5	3					Argila arenosa marrom com pedregulho			
				4	4								
				5	5				5,26	A sondagem foi interrompida devido a lavagem por tempo			
				30/10	6								
					7								
					8								
					9								
					10								
					11								
					12								
					13								
					14								
					15								
					16								
					17								
					18								
					19								
					20								
					21								
					22								
					23								
					24								
					25								
					26								
					27								
					28								
					29								
					30								
					31								
					32								
					33								
					34								
					35								
					36								
					37								
					38								
TD	Trado cavadeira			TE	Trado Espiral			W	Coroa Wídia				SPT
CA	Circulação de água			RT	Rotativa			I	Coroa Impregana				
Leitura		Data / Hora		N. A. (m)		Método		Início (m)	Fim (m)	Lavagem por tempo - 10min		Fend. = Fendimento (f / M)	
.		.		.		T. Cavadeira		0	0	Prof. de início (m) :		Recup = Recuperação em %	
1		08/05/25 - 9:30		0,00		T. Espiral		0	0	Estágio 1 (cm) :		M = manobra 150 cm	
.		.		.		Lavagem		0	5,26	Estágio 2 (cm) :		COORD -16.642663, -49.340173	
.		.		.		Rotativa		0	0	Estágio 3 (cm) :		0	



ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A
Rua Frei Francisco Mont'Alverne, 750, Jardim das Américas, CEP 81540-410, Curitiba, PR.
CLIENTE: AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
OBRA: BUEIRO NA GO-070
LOCAL: RODOVIA GO-070, MUNICÍPIO DE GOIÂNIA

SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO SPT

Ref. de Nível	Altim.	COTA	Determ.	FURO:	SPT	04		INÍCIO	10/05/25		TÉRMINO	10/05/25	
Rotativa índices				N SPT 2 ⁴ 3 ⁹	COTA	Convenção das Amostras	Revestimento	Avanço	Nível d'água	Classificação das amostras			
Grau de alteração	Grau de fraturamento	Consistência da Rocha	% I.Q.R.										
0	0		%										/30
				-	1		Profundidade do revestimento: 3,45	SPT	Nível d'água de 2,62 metros em 10/05/25	1,00	Aterro argila arenoso marrom		
			2	2	2,45	Argila arenosa marrom							
			3	3	3,45	Argila arenosa marrom com pedregulho							
			2	4									
			30/10	5		5,53				Argila arenosa cinza com pedregulho			
				6									
				7		A sondagem foi interrompida devido a lavagem por tempo							
				8									
				9									
				10									
				11									
				12									
				13									
				14									
				15									
				16									
				17									
				18									
				19									
				20									
				21									
				22									
				23									
				24									
				25									
				26									
				27									
				28									
				29									
				30									
				31									
				32									
				33									
				34									
				35									
				36									
				37									
				38									
TD	Trado cavadeira				TE	Trado Espiral			W	Coroa Wídia		SPT	coroa cravada
CA	Circulação de água				RT	Rotativa			I	Coroa Impregana			
Leitura		Data / Hora		N. A. (m)		Método	Início (m)	Fim (m)	Lavagem por tempo - 10min		Fend. = Fendimento (f / M)		
.		.		.		T. Cavadeira	0	0	Prof. de início (m) :		Recup = Recuperação em %		
1		10/05/25 - 9:00		2,62		T. Espiral	0	0	Estágio 1 (cm) :		M = manobra 150 cm		
.		.		.		Lavagem	0	5,53	Estágio 2 (cm) :		COORD -16.642635, -49.340022		
.		.		.		Rotativa	0	0	Estágio 3 (cm) :		0		

CODIGO		REV.
RH-05/25		01
EMISSAO	ELABORADO POR	FOLHA
30/05/2025	RQ	46 de 54

ANEXO B

REGISTRO FOTOGRÁFICO

SONDAGEM SPT-01

FOTO 1.1 – SONDAGEM SPT-01

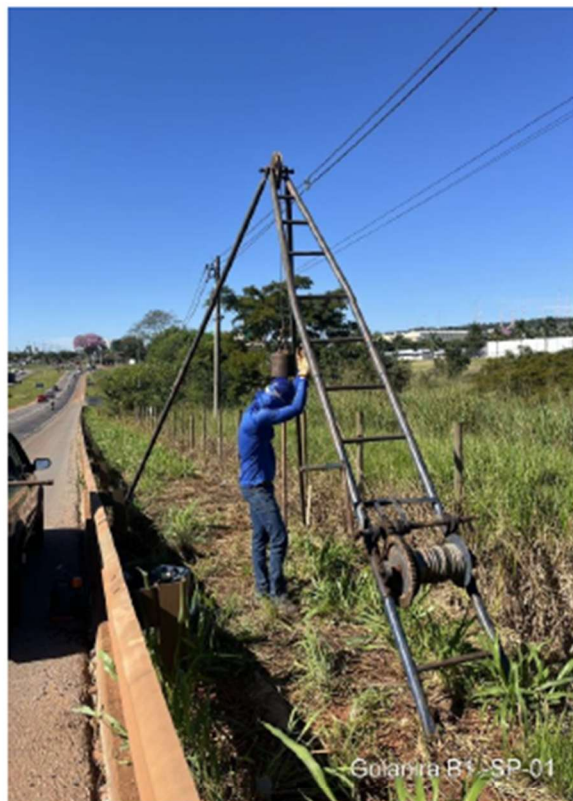


FOTO 1.2 – SONDAGEM SPT-01

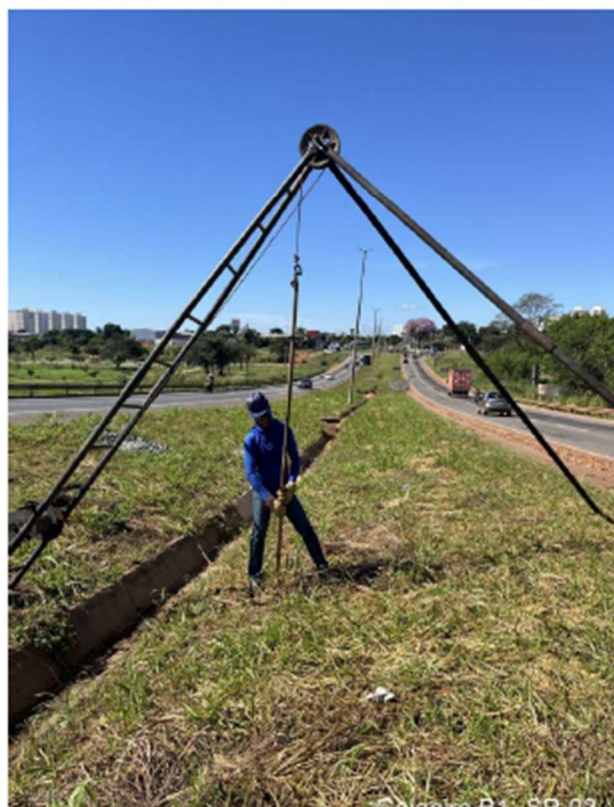


SONDAGEM SPT-02

FOTO 2.1 – SONDAGEM SPT-02



FOTO 2.2 – SONDAGEM SPT-02

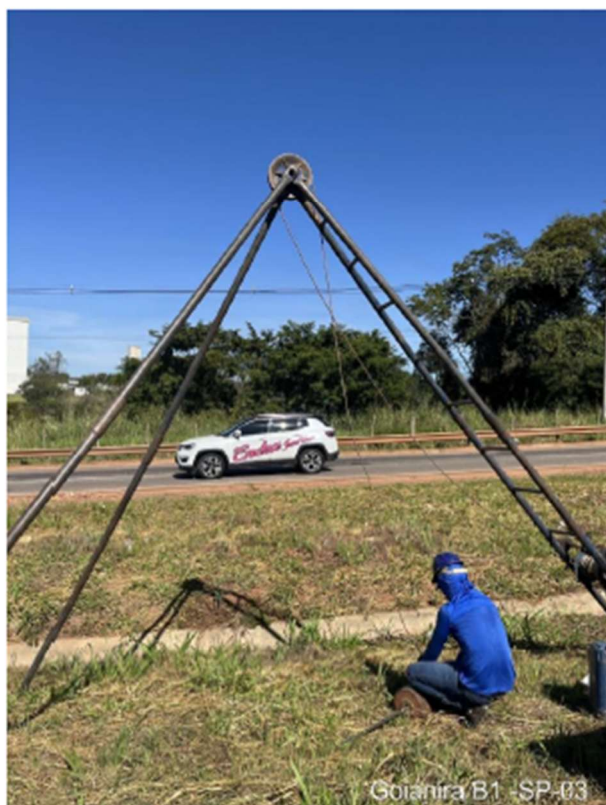


SONDAGEM SPT-03

FOTO 3.1 – SONDAGEM SPT-03



FOTO 3.2 – SONDAGEM SPT-03



CODIGO		REV.
RH-05/25		01
EMISSAO	ELABORADO POR	FOLHA
30/05/2025	RQ	50 de 54

SONDAGEM SPT-04

FOTO 4.1 – SONDAGEM SPT-04



FOTO 4.2 – SONDAGEM SPT-04



FOTO 6 – LOCAÇÃO DOS FUROS



LOCAÇÃO, COORDENADAS APROXIMADAS:

- SPT-01 – COORDENADAS: -16.642726, -49.340400
- SPT-02 – COORDENADAS: -16.642699, -49.340278
- SPT-03 – COORDENADAS: -16.642663, -49.340173
- SPT-04 – COORDENADAS: -16.642635, -49.340022

07/05/2025, 14:35

Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1025/2009



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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250126904

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a)

RAFAEL QUEIROZ SANTOS

RNP: 1013691377

Título profissional: Engenheiro Civil,

Registro: 1013691377D-GO

2. Dados do Contrato

Contratante: Consórcio Supervisor Engevia GO, LT. 3
Avenida Historiador Rubens de Mendonça, N° 1758

Bairro: Jardim Aclimação
Cidade: Cuiabá-MT

CPF/CNPJ: 57.063.516/0001-00
CEP: 78048-340

Quadra: s/n Lote: 03

Complemento:

Fone: (65)98125-9575

E-Mail:

Contrato: 0

Celebrado em: 01/01/2025

Valor Obra/Serviço R\$: 21.000,00

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação Institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-070, N° s/n

Bairro: Perímetro Urbano

CEP: 74000-000

Quadra: s/n Lote: s/n

Complemento:

Cidade: Goiânia-GO

Data de início: 01/01/2025

Previsão término: 06/06/2025

Coordenadas Geográficas: -16.642650,-49.340103

Finalidade: Infra-estrutura

Proprietário(a): AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E
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

ATUACAO

PROJETO BUEIRO

ORÇAMENTO BUEIRO

ESTUDO HIDROLOGIA

Quantidade

Unidade

382,00

METROS

7,00

UNIDADES

7,00

UNIDADES

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

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

5. Observações

Bueiro 01 - GO-070, Coordenadas: -16.642650,-49.340103, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 35,00m, 3,00m x 2,50m; Bueiro 02 - GO-070, Coordenadas: -16.597352,-49.371274, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 50,00m, 3,00m x 3,00m; Bueiro 03 - GO-070, Coordenadas: -16.595422,-49.373377, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 35,00m, 3,00m x 3,00m; Bueiro 04 - GO-070, Coordenadas: -16.587708,-49.382081, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 60,00m, 3,00m x 3,00m; Bueiro 05 - GO-070, Coordenadas: -16.563335,-49.400762, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 62,00m, 3,00m x 3,00m; Bueiro 06 - GO-070, Coordenadas: -16.543039,-49.403167, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 65,00m, 1,50m x 1,50m; Bueiro 07 - GO-070, Coordenadas: -16.642650,-49.340103, BTCC, Goiânia-GO, Dimensões: 75,00m, 3,00m x 3,00m.

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

Local

Data

RAFAEL QUEIROZ SANTOS - CPF: 092.134.186-55



www.creago.org.br atendimento@creago.org.br

Tel: (62) 3221-6200



Consórcio Supervisor Engevia GO, LT. 3 - CPF/CNPJ: 57.063.516/0001-00

Valor da ART: 271,47	Registrada em 07/05/2025	Valor Pago R\$ 271,47	Nosso Numero 28320690125123745	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
-------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------



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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250240142

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

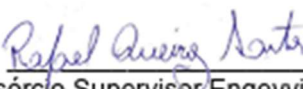
1. Responsável Técnico(a) RAFAEL QUEIROZ SANTOS Título profissional: Engenheiro Civil,		RNP: 1013691377 Registro: 1013691377D-GO
2. Dados do Contrato Contratante: Consórcio Supervisor Engevia GO, Avenida Historiador Rubens de Mendonça, Nº 1756 Quadra: s/n Lote: 03 Complemento: E-Mail: Contrato: 0 Celebrado em: 13/03/2025 Ação Institucional: Nenhuma/Não Aplicável		
Bairro: Alvorada Cidade: Cuiabá-MT		CPF/CNPJ: 57.063.516/0001-00 CEP: 78048-340 Fone: (65)981259575 Valor Obra/Serviço R\$: 10.000,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
3. Dados da Obra/Serviço Rodovia RODOVIA GO-070, Nº 0 Quadra: 0 Lote: 0 Complemento: Data de início: 13/03/2025 Previsão término: 31/08/2025 Finalidade: Infra-estrutura Proprietário(a): AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES – GOINFRA E-Mail:		
Bairro: Perímetro Urbano Cidade: Goiânia-GO Coordenadas Geográficas: -16.642650,-49.340103		CEP: 74000-000 CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06 Fone: (62) 3265-4000 Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público
4. Atividade Técnica ATUACAO EXECUCAO SONDAGEM O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO. Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART		
5. Observações EXECUÇÃO DE SONDAGEM NA GO-070 NOS SEGUINTE PONTOS: Bueiro 01 - GO-070, Coordenadas: -16.642650,-49.340103 Bueiro 02 - GO-070, Coordenadas: -16.597352,-49.371274 Bueiro 03 - GO-070, Coordenadas: -16.595422,-49.373377 Bueiro 04 - GO-070, Coordenadas: -16.587708,-49.382081 Ponte 01(ponto5) - GO-070, Coordenadas: -16.571360,-49.394504 Ponte 02(ponto 5) - GO-070, Coordenadas: -16.571473,-49.394708, Bueiro 06 - GO-070, Coordenadas: -16.563335,-49.400762, Bueiro 07 - GO-070, Coordenadas: -16.543039,-49.403167 Bueiro 08 - GO-070, Coordenadas: -16.642650,-49.340103		
6. Declarações Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.		
7. Entidade de Classe NENHUMA		
8. Assinaturas Declaro serem verdadeiras as informações acima Local _____ de _____ de _____ Data _____ RAFAEL QUEIROZ SANTOS - CPF: 092.134.186-55		
9. Informações - A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br . - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. - Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART. www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200		
Consórcio Supervisor Engevia GO, - CPF/CNPJ: 57.063.516/0001-00		
Valor da ART: 103,03	Registrada em 15/08/2025	Valor Pago R\$ 103,03
Nosso Numero 28320690125233820	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem
		Não Possui CAT

CODIGO		REV.
RH-05/25		01
EMISSAO	ELABORADO POR	FOLHA
30/05/2025	RQ	54 de 54

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR SONDAGEM E PROJETOS

Ref.: Projetos e sondagens daS OAC's na Rodovia GO-070, Trecho Goiânia / Goianira

O Rafael Queiroz Santos, responsável pela SONDAGENS E PROJETOS, e a empresa Consórcio Supervisor Engevia GO, de CNPJ nº 57.063.516/0001-00 aqui representada pelo seu responsável técnico, o Engº Rafael Queiroz Santos CREA Nº 1013691377D/GO declaramos que desenvolvemos o referido projeto e sondagens obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.


Consórcio Supervisor Engevia GO
Engº Rafael Queiroz Santos
CPF nº 092.134.186-55