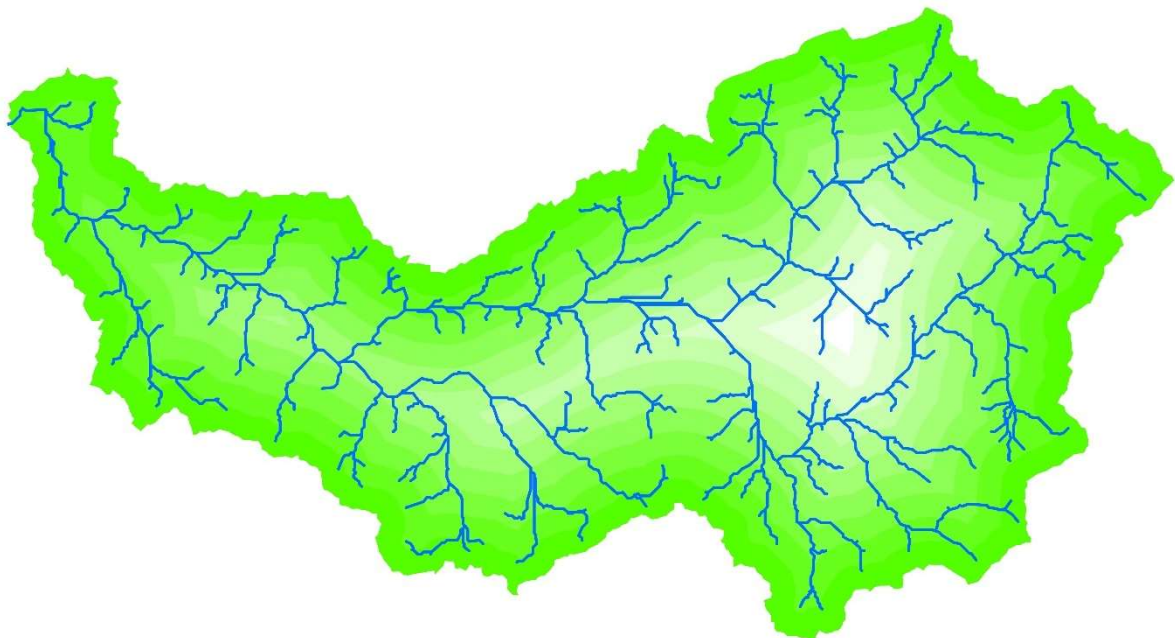


**CONTRATO Nº 028/2023**  
**CONTRATO DE GESTÃO Nº 001/IGAM/2016**

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO DE ÁGUA –  
MICROBACIA DO RIBEIRÃO PARI (POMPÉU – MG)



**PRODUTO 1 – Instalação dos instrumentos de monitoramento**  
**hidrometeorológico**

Outubro/2023

## **EQUIPE CHAVE**

### **Coordenador**

ALEX GAMA DE SANTANA – Eng. Civil

### **Profissional de Campo 01**

PEDRO LUCAS COSMO DE BRITO – Eng. Civil

### **Profissional de Campo 02**

ALTAMIRANO VAZ LORDELLO NETO – Eng. Agrônomo

### **Profissional de Geoprocessamento**

THYAGO ANTHONY SOARES LIMA – Geógrafo

### **Profissional de Mobilização Social**

ANA ELIZABETE BATISTA DUARTE – Assistente Social

## **EQUIPE DE APOIO**

### **Técnico de Campo 01**

ALBERONALDO LIMA ALVES – Eng. Sanitarista e Ambiental

### **Técnico de Campo 02**

URIEL GUSMÃO PEREIRA – Eng. Florestal

### **Engenheiro Auxiliar**

AUGUSTO HUGO FARIAS DA CUNHA – Eng. Sanitarista e Ambiental

## **DADOS GERAIS DA CONTRATAÇÃO**

**Contrato de Gestão:** Contrato de Gestão nº 001/IGAM/2016

**Ato Convocatório nº:** 003/2023

**Objeto:** Contratação de consultoria para elaboração de Projeto de Conservação e Produção de Água - Microbacia do Ribeirão Pari (Pompéu - MG)

**Contratante:** Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo - Agência Peixe Vivo

**Contratada:** Gama Engenharia e Recursos Hídricos Ltda.

**Contrato nº:** 028/2023

**Assinatura do Contrato:** 21/08/2023

**Ordem de Serviço nº:** 052/2023

**Assinatura da Ordem de Serviço:** 11/09/2023

**Reunião de Partida:** 13/09/2022

**Vigência:** 08 (oito) meses de vigência a contar da data de emissão da Ordem de Serviço, sendo 06 (seis) meses para a execução dos serviços

**Valor Global do contrato:** R\$ 293.060,31 (duzentos e noventa e três mil sessenta reais e trinta e um centavos)

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ALINHAMENTO TÉCNICO-INSTITUCIONAL.....</b>	<b>7</b>
<b>3. INSTALAÇÃO DOS INSTRUMENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....</b>	<b>9</b>
3.1. Escolha do local .....	9
3.2. Referências de Nível (RNs).....	12
3.3. Estação Fluviométrica.....	16
3.4. Estação Pluviométrica.....	18
3.5. Topobatimetria .....	21
<b>4. TREINAMENTO DO OBSERVADOR.....</b>	<b>24</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>
<b>6. ANEXO A – LISTA DE PRESENÇA DA REUNIÃO DE ALINHAMENTO .....</b>	<b>27</b>
<b>7. ANEXO B – RELATÓRIO DO POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO (PPP) .....</b>	<b>28</b>
<b>8. ANEXO C – CADERNETAS .....</b>	<b>30</b>
<b>9. ANEXO D – PLANTAS DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Localização da bacia do Rio Pará com destaque para a microbacia do Ribeirão Pari. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .....	6
Figura 2.1 – Centro Administrativo da Prefeitura de Pompéu/MG. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	7
Figura 2.2 – Pronunciamento do proponente do projeto, Eng. Breno Henrique. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	7
Figura 2.3 – Apresentação da Agência Peixe Vivo. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .....	8
Figura 2.4 – Explicação do Eng. João Paulo Coimbra, fiscal do contrato. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	8
Figura 2.5 – Apresentação da Gama Engenharia. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	8
Figura 2.6 – Apresentação da Gama Engenharia. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	8
Figura 3.1 – Deságue das águas do Ribeirão Pari no Rio Pará. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	9
Figura 3.2 – Reunião de alinhamento na propriedade escolhida para instalação dos instrumentos. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .....	10
Figura 3.3 – Mapa com a localização da estação fluviométrica e toda área de contribuição/abrangência. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	11
Figura 3.4 – Croqui com a disposição espacial das RNs com destaque do trecho retilíneo em azul, indicando o sentido do fluxo d'água. Fonte: Adaptado de Google Earth (2023). .....	13
Figura 3.5 – Concepção de um marco de concreto (medidas em centímetros). Fonte: ANA (2021).....	14
Figura 3.6 – Registro do processo de materialização do RN-01. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	14
Figura 3.7 – Rastreamento de posição por GPS. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .....	14

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

Figura 3.8 – Relatório do PPP. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	14
Figura 3.9 – Transferência de cota altimétrica RN-02 (“Visada de ré”). Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	15
Figura 3.10 – Transferência de cota altimétrica RN-03 (“Visada de vante”). Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	15
Figura 3.11 – Régua limnimétrica instalada. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	17
Figura 3.12 – Instalação da primeira régua. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ....	17
Figura 3.13 – “Visada de ré” para assentamento da segunda régua, mourões já posicionados, concretados e alinhados verticalmente. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	18
Figura 3.14 – “Visada de vante” para assentamento da segunda régua, mourões já posicionados, concretados e alinhados verticalmente. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .	18
Figura 3.15 – Localização ideal de um pluviômetro próximo a anteparos. Fonte: Adaptado de IFSUL (2023).....	19
Figura 3.16 – Croqui com a localização do pluviômetro próximo da residência do observador. A distância do pluviômetro até as RNs é de apenas 250 metros. Fonte: Adaptado de Google Earth (2023).....	20
Figura 3.17 – Vista frontal do pluviômetro instalado. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023)....	20
Figura 3.18 – Vista lateral do pluviômetro instalado. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ...	20
Figura 3.19 – Vista panorâmica do pluviômetro instalado. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .....	21
Figura 3.20 – Perfil da seção transversal, destacando os RNs, régua e nível d’água no dia 16/09/2023. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ....	21
Figura 3.21 – Operação da estação Total no levantamento. No canto superior da imagem está destacado o piquete do início da seção. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ....	23
Figura 3.22 – Levantamento na seção molhada. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ....	23

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

Figura 4.1 – Cadernetas entregues ao colaborador. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). .... 24

Figura 4.2 – Morador da propriedade acompanhando o processo de instalação do pluviômetro.  
Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ..... 25

Figura 4.3 – Registro do observador contribuído com a instalação das réguas limnimétricas.  
Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023). ..... 25

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 – Critérios técnicos adotados para escolha da propriedade rural. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	10
Quadro 3.2 – Informações dos RNs. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).....	12
Quadro 3.3 – Dados do levantamento topobatimétrico. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023)	22
Quadro 4.1 – Informações do observador. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023) .....	24

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 2
---------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------



## LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APV – Agência Peixe Vivo

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

GNSS – *Global Navigation Satellite System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFSUL – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense

MG – Minas Gerais

PPP - Posicionamento por Ponto Preciso

RHN - Rede Hidrometeorológica Nacional

RNs – Referências de Nível

UTM – Universal Transversa de Mercator

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 3
---------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------

## 1. APRESENTAÇÃO

Este relatório, **Produto 1 – Instalação dos Instrumentos de Monitoramento Hidrometeorológico**, é o primeiro produto previsto no Contrato nº 028/2023, firmado entre a Agência Peixe Vivo e a Gama Engenharia e Recursos Hídricos Ltda., cujo objeto é a “Elaboração de Projetos de Conservação e Produção de Água - Microbacia do Ribeirão Pari (Pompéu/MG)”.

Estes serviços fazem parte do escopo do Programa de Conservação Ambiental e Produção Ambiental do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará - CBH do Rio Pará. O projeto foi demandado pela Prefeitura Municipal de Pompéu/MG. A Agência Peixe Vivo é a instituição responsável pela execução do programa, sendo os investimentos oriundos da cobrança pelos usos dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Pará.

Atualmente, o programa está ativo em 03 (três) microbacias: a do Ribeirão Pari no município de Pompéu, em fase de elaboração dos projetos individuais por propriedade através desta presente contratação; e as do Ribeirão do Custódio (ou do Chumbo) em Cláudio, e do Ribeirão do Sapé (Serrinha), em Carmo do Cajuru, estando estas duas últimas na fase da execução dos projetos. As três microbacias selecionadas estão distribuídas nas 03 (três) porções da bacia: alto, médio e baixo, e todas são consideradas prioritárias a partir de critérios técnicos e participativos definidos pelo CBH Pará. No município de Pompéu/MG, a iniciativa do Comitê irá financiar a execução de diversos serviços de conservação e produção de água em 75 propriedades rurais situadas na bacia do Ribeirão Pari, incluindo o cercamento de nascentes, construção de barraginhas, terraceamento, barragens subterrâneas, fossas agroecológicas, dentre outros.

O mapa da **Figura 1.1** apresenta a localização da bacia do Rio Pará, com destaque para a microbacia do Ribeirão Pari, localizada no Baixo Pará, que possui área de aproximadamente de 2.580 hectares. Toda a região da microbacia está inserida no município mineiro de Pompéu. Trata-se de um manancial importante para abastecimento da região e necessita de ações que conservem a qualidade ambiental bem como intervenções para maximização da produção de água.

Os principais objetivos e resultados esperados desta contratação são:

- Fornecer análise geral sobre a bacia, incluindo dados sobre dimensão, localização, principais afluentes, cidades, população, principais atividades econômicas e seus

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 4
---------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

impactos ambientais positivos e negativos mais relevantes, principais usos da água e importância estratégica dos mananciais;

- Desenvolver a base cartográfica para a bacia (à montante da área de interesse), contendo, inclusive, os mapas fundiários com limites das propriedades;
- Determinar o passivo ambiental da bacia em termos de déficit de APP e de Reserva legal;
- Determinar áreas mais propícias, indicadas para recebimento de intervenções que visem à recuperação e à conservação de solo;
- Determinar as intervenções mais adequadas para a revitalização da área rural da bacia e para controle e prevenção de erosão;
- Providenciar assinatura dos proprietários das propriedades rurais ao Termo de Aceite das intervenções elencadas;
- Estimar os custos financeiros das intervenções para a área total de abrangência do projeto.

No decorrer deste contrato serão elaborados 04 (quatro) produtos:

- Produto 01 – Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico
- Produto 02 – Diagnóstico da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Pari (Incluindo mapas temáticos / cadastro georreferenciado fundiário das propriedades / relatório de caracterização dos solos)
- Produto 03 – Projetos Individuais por Propriedade (Incluindo passivos ambientais e custos de recuperação; áreas potenciais para conservação de solo, termo de aceite assinado e custos para execução)
- Produto 04 – Relatório final (Inclui Relatório de Monitoramento Hidrometeorológico)

O presente relatório consiste no Produto 01, que possui como objetivo a instalação de instrumentos de monitoramento hidrometeorológico. Trata-se de uma etapa importante, pois esses instrumentos irão servir para se avaliar a efetividade dos projetos de conservação ambiental e produção de água das 75 propriedades distribuídas ao longo da microbacia do Pari.

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 5
---------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

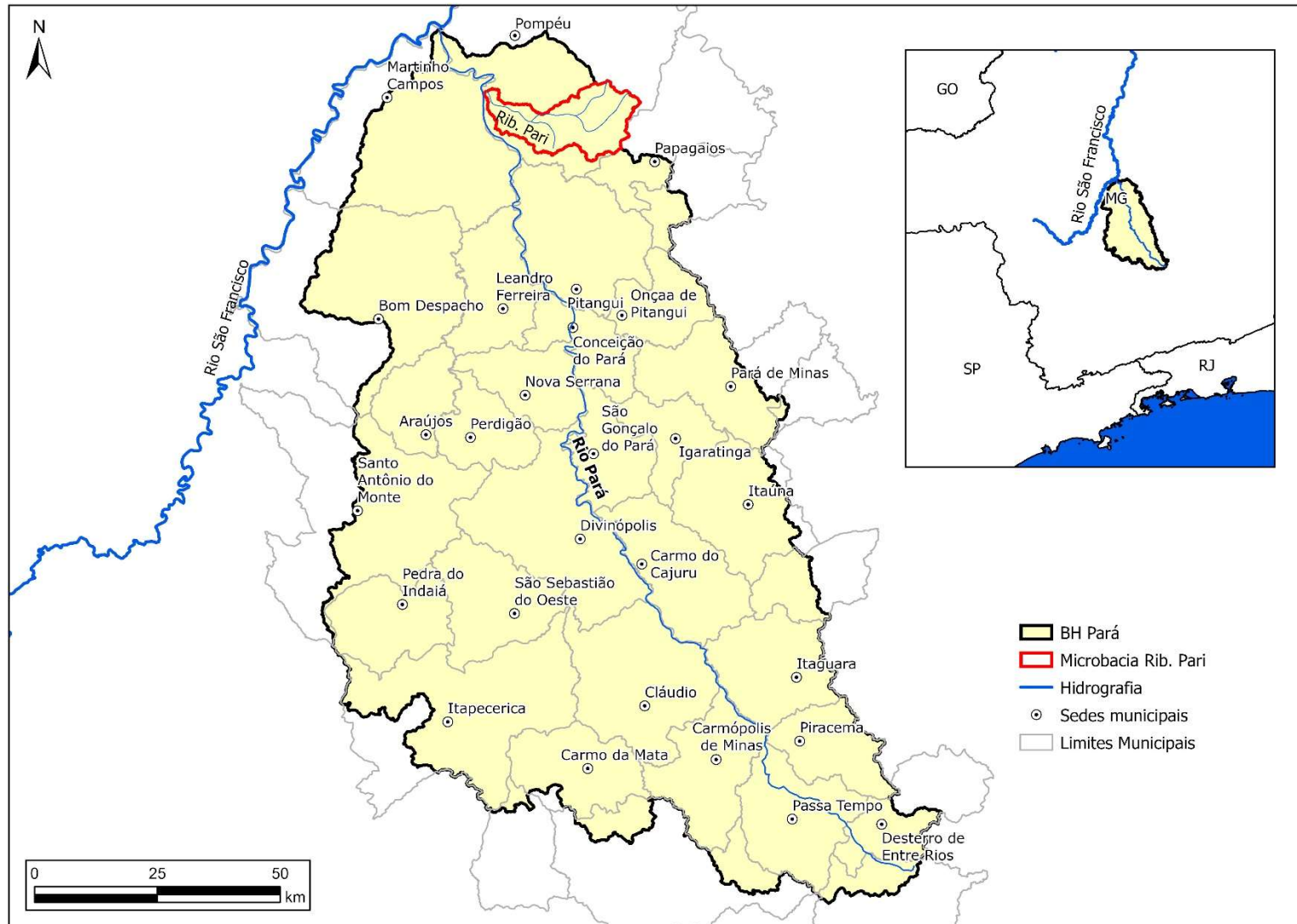


Figura 1.1 – Localização da bacia do Rio Pará com destaque para a microbacia do Ribeirão Pari. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).

## 2. ALINHAMENTO TÉCNICO-INSTITUCIONAL

No dia 13/09/2023 (quarta-feira), marcando o início das atividades, houve a primeira reunião com os principais atores: GAMA ENGENHARIA, AGÊNCIA PEIXE VIVO, CBH RIO PARÁ e PREFEITURA DE POMPÉU/MG. Nessa reunião foi tratado o alinhamento das expectativas, a troca de contatos e informações para a satisfatória execução do contrato (**ANEXO A**). A atividade foi realizada nas dependências do Centro Administrativo, localizado na Av. Galdino M. Menezes, nº 100, São José, Pompéu/MG (**Figura 2.1**), iniciando por volta das 9h00min, com duração de aproximadamente 1h30min.

A reunião foi iniciada com a fala do anfitrião e proponente do projeto, Eng. Breno Henrique (**Figura 2.2**), Diretor de Meio Ambiente da Prefeitura de Pompéu e membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (CBH Rio Pará). Ao longo da fala, as necessidades que levaram à formalização da demanda do projeto foram expressadas, bem como as peculiaridades da região: sociais, ambientais e institucionais, aspectos fundamentais para articulação e mobilização social.



**Figura 2.1 – Centro Administrativo da Prefeitura de Pompéu/MG. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 2.2 – Pronunciamento do proponente do projeto, Eng. Breno Henrique. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

A Agência Peixe Vivo, representada pelo Coordenador Técnico Eng. João Paulo Coimbra, assumiu o segundo momento da reunião. Foi apresentado o contexto em que o projeto está inserido, seus objetivos, cronograma e produtos. Além disso, tratou-se também dos requisitos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
028/APV/2023	GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	07/10/2023	7

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

mínimos a serem observados para execução das atividades, e como acontecerá o acompanhamento e fiscalização das atividades.



**Figura 2.3 – Apresentação da Agência Peixe Vivo. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 2.4 – Explicação do Eng. João Paulo Coimbra, fiscal do contrato. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

Também houve a participação da GAMA ENGENHARIA, representada por 02 (dois) profissionais: o Eng. Pedro Lucas (**Figura 2.5**) e o Eng. Alberonaldo Alves (**Figura 2.6**). A fala contou com a descrição da equipe alocada para o contrato, destacando as experiências e competências de cada membro da equipe. Também foram esclarecidos detalhes de como os trabalhos seriam executados para atendimento das expectativas do proponente e do contratante.



**Figura 2.5 – Apresentação da Gama Engenharia. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 2.6 – Apresentação da Gama Engenharia. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

### 3. INSTALAÇÃO DOS INSTRUMENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS

#### 3.1. Escolha do local

A instalação dos instrumentos hidrometeorológicos requer que uma série de critérios sejam atendidos. Esses instrumentos não podem ser instalados em qualquer local. É fundamental que os dados obtidos sejam representativos dos fenômenos naturais ocorridos na bacia hidrográfica, bem como sejam capazes de quantificar os efeitos da implantação do projeto de conservação e produção de água no Ribeirão Pari. Por isso, no dia 13/09/2023 (quarta-feira), no período da tarde, a equipe da Gama Engenharia, juntamente com o Eng. Breno Henrique, proponente do projeto e membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, fez uma visita técnica de reconhecimento, percorrendo a área de estudo até a foz (Figura 3.1).



**Figura 3.1 – Deságue das águas do Ribeirão Pari no Rio Pará. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

A visita técnica seguiu um trajeto predefinido, já com foco em algumas propriedades de localização estratégica na bacia hidrográfica (**Quadro 3.1**). Tais critérios nortearam a equipe até a Fazenda Natureza de São José, cujo proprietário, o Sr. Moacir Renê de Campos Cordeiro se interessou em colaborar com o projeto (Figura 3.2). Devido à forte ligação histórica que a família possui com o Ribeirão Pari surgiu a possibilidade de homenagear um familiar ao denominar a estação fluviométrica, sendo apontado pelo Sr. Moacir Renê o nome de **ÁLVARO**

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 9
---------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------

**DE CAMPOS CORDEIRO VALADARES.** É importante destacar que a articulação e orientação do Eng. Breno Henrique foi fundamental para o êxito das atividades ainda no primeiro dia de campo.

**Quadro 3.1 – Critérios técnicos adotados para escolha da propriedade rural. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023)**

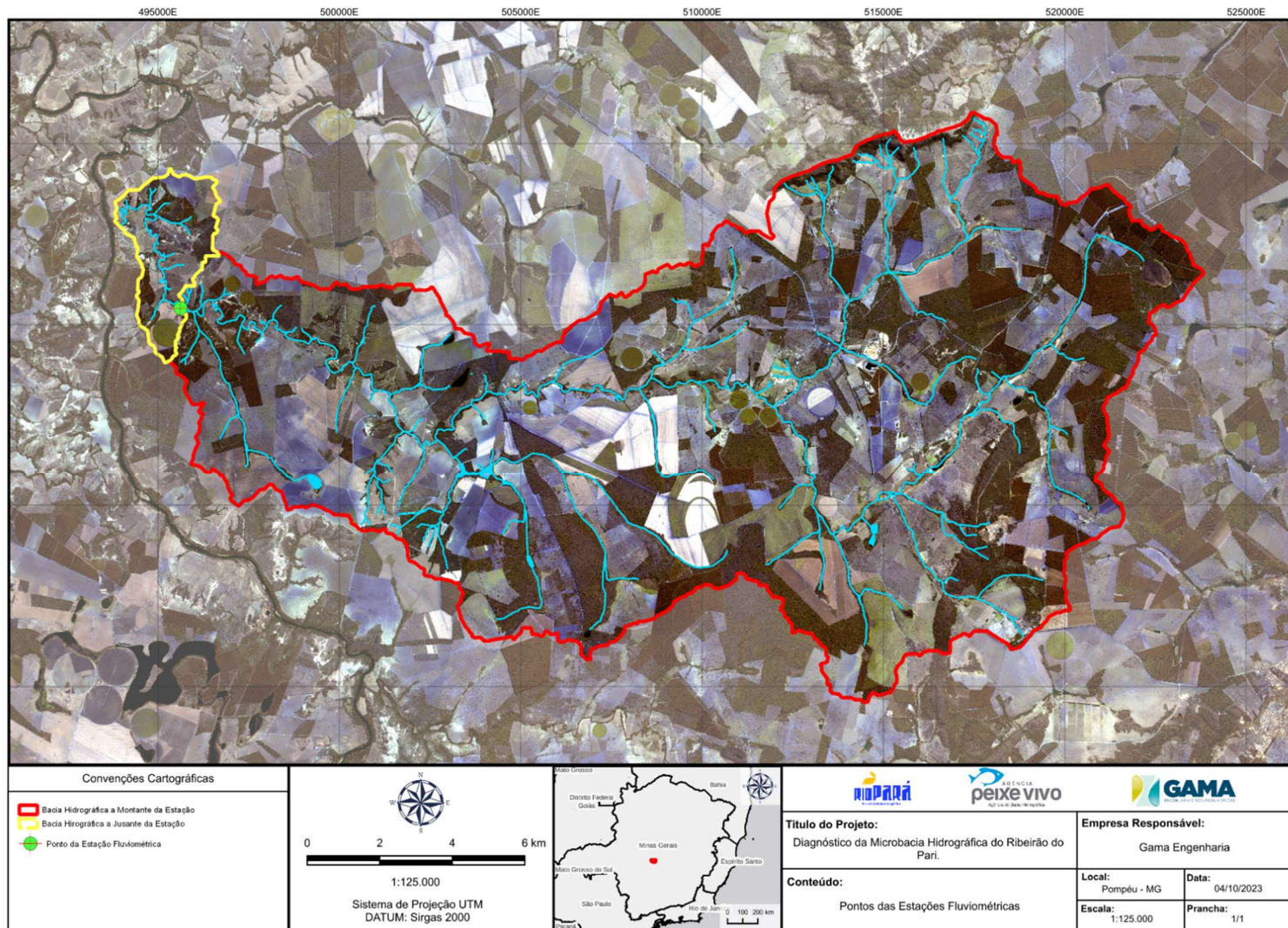
Nº	Critérios	Justificativa
1	Propriedade situada na porção baixa do Ribeirão Pari	Importante por maior abrangência espacial do monitoramento hidrometeorológico.
2	Fora de zona de remanso	A propriedade está posicionada fora dessa zona, já que há relatos da existência de fenômenos de remanso causados pelo Rio Pará na região.
3	Aceitabilidade do proprietário	Por se tratar de propriedade particular, esse critério é fundamental, já que inexistente obrigatoriedade legal.
4	Existência de morador	Importante para fazer as leituras/monitoramento e evitar ações de vandalismo.



**Figura 3.2 – Reunião de alinhamento na propriedade escolhida para instalação dos instrumentos. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico



Fonte: ANA, IGAM.

Figura 3.3 – Mapa com a localização da estação fluviométrica e toda área de contribuição/abrangeção. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).

### 3.2. Referências de Nível (RNs)

Neste trabalho a materialização da estação foi realizada por meio da implantação de três Referências de Nível (**Quadro 3.2**), conforme orienta a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021). As Referências de Nível (RNs) são estruturas materializadas e estáveis que possuem altitude ou cota conhecidas e são usadas para a realização de levantamentos altimétricos. A distinção entre cota e altitude se dá pelo referencial utilizado. Para a altitude é utilizado o nível médio dos mares, que considera o planeta Terra na forma do geóide. Já para a cota, o referencial é arbitrário, assim neste trabalho adotou-se o leito do rio.

**Quadro 3.2 – Informações dos RNs. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023)**

RN	UTM (23 S)		GEOGRÁFICAS		Altitude (m)	Cota (m)
	N (m)	E (m)	N	E		
RN-01	7.860.470,820	495.602,660	-19° 20' 59,15"	-45° 02' 30,73"	599,860	6,130
RN-02	7.860.464,359	495.615,631	-19° 20' 59,37"	-45° 02' 30,30"	598,421	4,691
RN-03	7.860.459,170	495.624,948	-19° 20' 59,53"	-45° 02' 29,99"	595,977	2,247

Por recomendação da literatura, foi escolhido um trecho retilíneo de aproximadamente 200,00 metros de extensão para o estabelecimento da seção transversal (Figura 3.4), localizada no entorno das coordenadas geográficas -19°20'59,61"S e -45°02'30,07"W.

A instalação das RNs considerou os níveis de extravasamento da calha do Ribeirão Pari, conforme recomenda a ANA (2021). A RN-01 foi posicionada em cota acima do extravasamento máximo observado ao longo da série histórica, e as demais (RN-02 e RN-03) acima da cota referente à curva de permanência de 2% (Figura 3.4). No caso em questão, não foi possível consultar a série histórica, já que a instalação da referida estação é justamente para suprir a falta de monitoramento. Assim, prevaleceu o conhecimento e a orientação do morador para locação das RNs quanto aos níveis de extravasamento da seção.

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico



**Figura 3.4 – Croqui com a disposição espacial das RNs com destaque do trecho retilíneo em azul, indicando o sentido do fluxo d’água. Fonte: Adaptado de Google Earth (2023).**

Além dos critérios hidrológicos, a locação das RNs (Figura 3.4) seguiu as instruções de boas práticas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021):

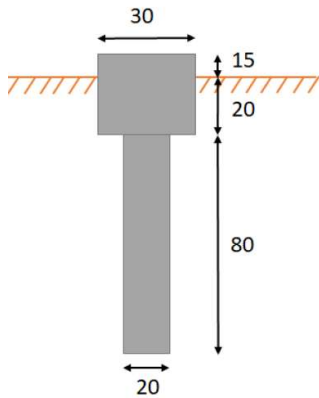
- a) As RNs devem ser materializadas longe de elementos que constituem a drenagem local (cursos d’água e/ou talwegues naturais);
- b) Em local com boa estabilidade (fundação de pontes, afloramento rochoso, dentre outros);
- c) De fácil localização e boa condição de acesso (de tal forma que garanta a segurança do técnico de campo);
- d) Longe de obstruções materiais como árvores, rede elétrica e edificações (para minimizar o impacto decorrente ao multicaminho e interferências no sinal GNSS);
- e) As RNs devem estar próximas à seção de régua linimétrica;
- f) Que entre as RNs materializadas exista, se possível, uma diferença altimétrica mínima de 1,0 metro.

A materialização das RNs foi realizada através da implantação de marcos de concreto (**Figura 3.5**), construídos no local (**Figura 3.6**). Como na região a materialização só poderia ser feita no solo, não havia afloramento rochoso por exemplo, o recomendado é a materialização por marcos de concreto. A concepção adotada para os marcos foi de formato de prisma regular,

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 13
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

com as faces laterais quadradas, com 30 cm de comprimento, posicionada sobre uma sapata de seção circular de 80 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro, aflorando cerca de 15 cm do solo (**Figura 3.5**), tendo sua fixação por meio de concreto, cujo traço adotou a proporção 1:3:3 (cimento:areia:brita).



**Figura 3.5 – Concepção de um marco de concreto (medidas em centímetros). Fonte: ANA (2021).**



**Figura 3.6 – Registro do processo de materialização do RN-01. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

Os serviços de topografia de precisão também foram utilizados na instalação das RNs (**Figura 3.7**). Para o caso em questão, adotou-se um sistema GNSS de precisão com o tempo de rastreamento superior a 6 horas para o RN-01 (**Figura 3.8 e ANEXO B**). Após rastreamento e processamento dos dados, foi utilizado o nível topográfico para transferência de cota altimétrica para o RN-02 e RN-03 (Figura 3.9 e Figura 3.10)



**Figura 3.7 – Rastreamento de posição por GPS. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)						
<b>Sumário do Processamento do marco: log0916n</b>						
Início:AAAA-MM-DD HH:MM:SS	2023/09/16 13:53:44,00					
Fim:AAAA-MM-DD HH:MM:SS	2023/09/16 20:24:51,00					
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO					
Observação processada:	CÓDIGO & FASE					
Modelo da Antena:	NÃO DISPONÍVEL					
Órbitas dos satélites:	ULTRA-RÁPIDA					
Frequência processada:	L3					
Intervalo do processamento(s):	1,00					
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000					
Sigma da portadora(m):	0,010					
Altura da Antena <sup>1</sup> (m):	1,350					
Ângulo de Elevação(gra):	10,000					
Resíduos da pseudodistância(m):	2,24 GPS 2,01 GLONASS					
Resíduos da fase da portadora(m):	0,99 GPS 0,68 GLONASS					
<b>Coordenadas SIRGAS</b>						
	Latitude(gra)	Longitude(gra)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (U.S. GEOLOGICAL SURVEY)	-19° 20' 36,3454"	-45° 02' 30,7297"	590,81	7860079,826	495602,696	-45
Na data do levantamento	-19° 20' 36,3807"	-45° 02' 30,7281"	590,83	7860071,094	495602,590	-45
Sigma(95%) <sup>2</sup> (m)	0,002	0,005	0,006			
<b>Coordenada Altimétrica</b>						
Modelo:	hgmSNDOR_EMBITU8A					
Fator para Conversão (m):	-9,03		Incerteza (m): 0,09			
Altitude Normal (m):	599,86					

**Figura 3.8 – Relatório do PPP. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico



**Figura 3.9 – Transferência de cota altimétrica RN-02 (“Visada de ré”). Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 3.10 – Transferência de cota altimétrica RN-03 (“Visada de vante”). Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 15
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

### 3.3. Estação Fluviométrica

As réguas limnimétricas foram instaladas no entorno das coordenadas geográficas 9°20'59,61"S e 45°02'30,07"W, próximas às RNs, já que são elementos que compõem uma mesma estação (Figura 3.11). A escolha do local atendeu critérios específicos para instalação de réguas linimétricas, a saber:

- a) Trecho de rio retilíneo, sem sinuosidades;
- b) Evitar efeito dos fenômenos de remanso;
- c) Área distante de captações de água;
- d) Seção com talvegue "encaixado" com desnível de no mínimo 4,00 metros;
- e) Local reservado, protegido da presença de grandes animais e de áreas agricultáveis.

As réguas seguiram um padrão determinado no Termo de Referência:

- a) Dimensões: 1.000 mm x 60 mm x 2 mm
- b) Confeccionadas em alumínio anodizado com proteção resinada;
- c) Cor branca;
- d) Marcas indicadas por traços com espaçamento de 1 (um) cm e numeração de 2 (dois) em 2 (dois) cm na cor preta e linhas de referência na cor vermelha;
- e) 03 (três) ranhuras de fixação.

As réguas foram instaladas considerando o período de estiagem mais severa para o local (primeira quinzena de setembro). Para implantação das réguas foram necessários dois dias de atividades em campo. Os equipamentos adotados e a metodologia empregada estão apresentados logo a seguir.

#### Atividades realizadas no primeiro dia (15/09/2023 | sexta-feira)

- 1- O primeiro mourão foi implantado na calha com a régua já fixada (**Figura 3.12**), posicionado na profundidade máxima na seção. Foi necessário a utilização de uma marreta para instalação do mourão. Também foi utilizado o nível de bolha para alinhamento vertical.
- 2- Sequencialmente, os mourões 02, 03 e 04 foram implantados, sempre referenciados com ao murão anterior. Esses mourões tiveram as suas bases fixadas com concreto. O nível de bolha também foi utilizado para alinhamento vertical.
- 3- As atividades foram encerradas para cura do concreto.

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 16
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

### Atividades realizadas no segundo dia (17/09/2023 | domingo)

- 1- Iniciou-se a fixação das réguas limnimétricas 2, 3 e 4 nos mourões com o auxílio do nível topográfico, furadeira e parafusadeira (**Figura 3.13** e **Figura 3.14**). Foi aplicado a metodologia topo/fundo: o topo da régua anterior ficou alinhado horizontalmente com o zero da régua posterior;
- 2- Foi determinada a coordenada altimétrica da cota zero com o auxílio do nível topográfico;
- 3- A marcação alfanumérica foi concluída



**Figura 3.11 – Réguas limnimétricas instaladas. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 3.12 – Instalação da primeira régua. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

<p><b>Contrato</b> 028/APV/2023</p>	<p><b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01</p>	<p><b>Data de Emissão</b> 07/10/2023</p>	<p><b>Página</b> 17</p>
---	--	--	-----------------------------

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico



**Figura 3.13 – “Visada de ré” para assentamento da segunda régua, mourões já posicionados, concretados e alinhados verticalmente. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 3.14 – “Visada de vante” para assentamento da segunda régua, mourões já posicionados, concretados e alinhados verticalmente. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

### 3.4. Estação Pluviométrica

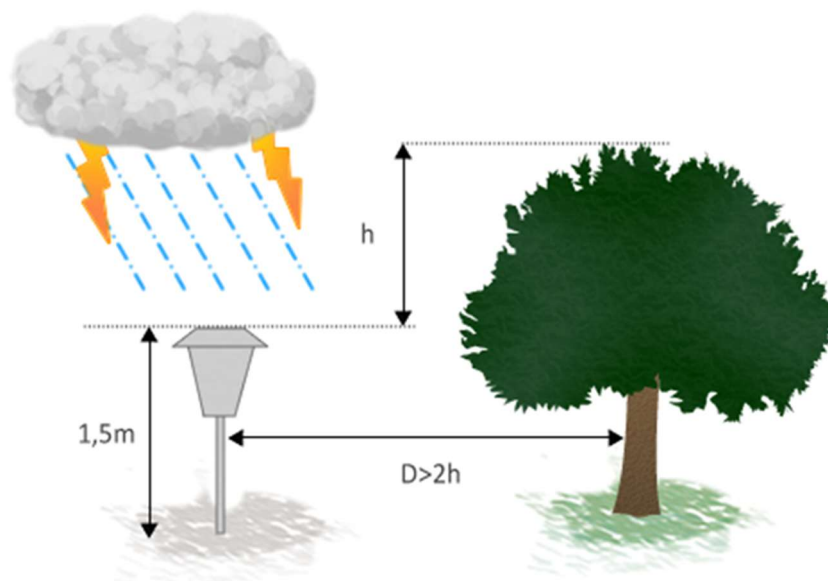
Como todo instrumento, o pluviômetro necessita que o local escolhido para sua instalação seja adequado, atendendo critérios já consagrados na literatura. Tais especificidades garantem:

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 18
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------



que os dados coletados pelo instrumento sejam representativos, a integridade da estrutura, o acesso do observador para leituras e manutenção. Assim, buscou-se identificar um local ideal na propriedade que atendesse os principais requisitos, a saber:

- a) Local reservado, distante da presença de grandes animais e de áreas agricultáveis para se garantir a integridade do instrumento;
- b) Próximo da residência do observador para facilitar o deslocamento durante a atividades de leitura e manutenção;
- c) Local distante de áreas de inundação para se garantir a integridade do instrumento e facilitar as atividades do observador;
- d) Distante de grandes anteparos, como árvores, construções etc. para que os dados coletados sejam representativos do evento, sem interferências/obstruções físicas (**Figura 3.15**);



**Figura 3.15 – Localização ideal de um pluviômetro próximo a anteparos. Fonte: Adaptado de IFSUL (2023).**

Diante do apresentado anteriormente, optou-se por instalar o pluviômetro no entorno das coordenadas geográficas 19°20'59,47"S e 45°02'38,89"W. Para uma melhor visualização espacial pode-se consultar o croqui seguinte (Figura 3.16).

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 19
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico



**Figura 3.16 – Croqui com a localização do pluviômetro próximo da residência do observador. A distância do pluviômetro até as RNs é de apenas 250 metros. Fonte: Adaptado de Google Earth (2023).**

O pluviômetro instalado é de material plástico transparente e tem a capacidade de acumular uma lâmina de 140 mm de chuva, com uma precisão de leitura de 2,5 mm (Figura 3.17 e Figura 3.18). Foi apoiado em um mourão de madeira de lei impermeabilizada de cor preta, cuja borda (boca) do pluviômetro ficou a uma altura de 1,50 metros do solo (Figura 3.19), conforme preconiza a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA e o Termo de Referência.



**Figura 3.17 – Vista frontal do pluviômetro instalado. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 3.18 – Vista lateral do pluviômetro instalado. Fonte: GAMA**

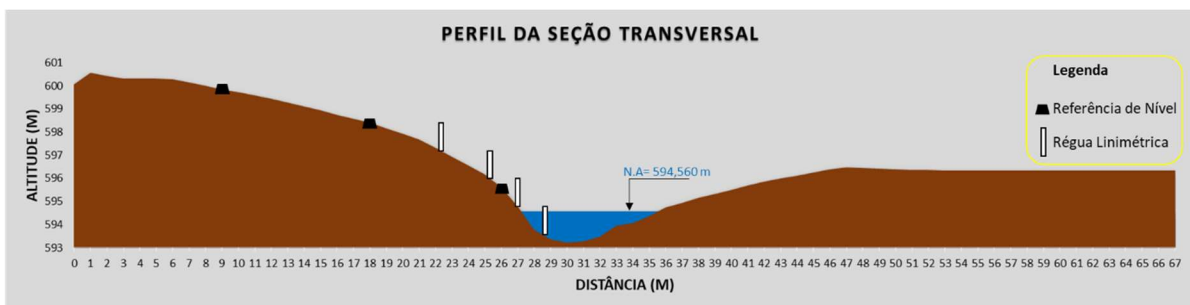
<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 20
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------



**Figura 3.19 – Vista panorâmica do pluviômetro instalado. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

### 3.5. Topobatismetria

O levantamento topobatimétrico foi realizado na seção em estudo (**Figura 3.20** e **Quadro 3.3**). Foram coletados diversos pontos com o apoio de uma Estação Total e um prisma topográfico (**Figura 3.21** e **Figura 3.22**). O comprimento da seção foi de 67 metros, estando as verticais equidistantes em 1,0 metro. No dia do levantamento (16/09/2023) o nível da água estava em 594,560 metros de altitude.



**Figura 3.20 – Perfil da seção transversal, destacando os RNs, réguas e nível d'água no dia 16/09/2023. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

Diante dessas informações, foi possível definir uma equação (**Equação 1**) para determinação da cota altimétrica em função da cota local, obtida por meio da leitura de uma régua limnimétrica, já que o início da primeira régua (cota local zero) está posicionado a uma altitude de 593,73 m.

$$\textit{Altitude (m)} = \textit{Cota Local (m)} + 593,73$$

**Equação 1**

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 21
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

**Quadro 3.3 – Dados do levantamento topobatimétrico. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023)**

Distância (m)	Altitude (m)	Ponto	Distância (m)	Altitude (m)	Ponto
0	600,070	Terreno	34	594,063	Fundo
1	600,553	Terreno	35	594,376	Fundo
2	600,432	Terreno	36	594,730	Terreno
3	600,322	Terreno	37	594,933	Terreno
4	600,308	Terreno	38	595,151	Terreno
5	600,297	Terreno	39	595,321	Terreno
6	600,296	Terreno	40	595,504	Terreno
7	600,143	Terreno	41	595,687	Terreno
8	599,989	Terreno	42	595,866	Terreno
9	599,843	Terreno	43	595,994	Terreno
10	599,710	Terreno	44	596,122	Terreno
11	599,578	Terreno	45	596,250	Terreno
12	599,431	Terreno	46	596,378	Terreno
13	599,266	Terreno	47	596,473	Terreno
14	599,100	Terreno	48	596,445	Terreno
15	598,931	Terreno	49	596,417	Terreno
16	598,753	Terreno	50	596,388	Terreno
17	598,574	Terreno	51	596,365	Terreno
18	598,394	Terreno	52	596,350	Terreno
19	598,166	Terreno	53	596,346	Terreno
20	597,918	Terreno	54	596,340	Terreno
21	597,670	Terreno	55	596,335	Terreno
22	597,309	Terreno	56	596,331	Terreno
23	596,931	Terreno	57	596,326	Terreno
24	596,552	Terreno	58	596,320	Terreno
25	596,174	Terreno	59	596,320	Terreno
26	595,617	Terreno	60	596,320	Terreno
27	594,778	Terreno	61	596,320	Terreno
28	593,774	Fundo	62	596,320	Terreno
29	593,377	Fundo	63	596,324	Terreno
30	593,232	Fundo	64	596,329	Terreno
31	593,291	Fundo	65	596,334	Terreno
32	593,488	Fundo	66	596,338	Terreno
33	593,954	Fundo	67	596,340	Terreno

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico



Figura 3.21 – Operação da estação Total no levantamento. No canto superior da imagem está destacado o piquete do início da seção. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).



Figura 3.22 – Levantamento na seção molhada. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).

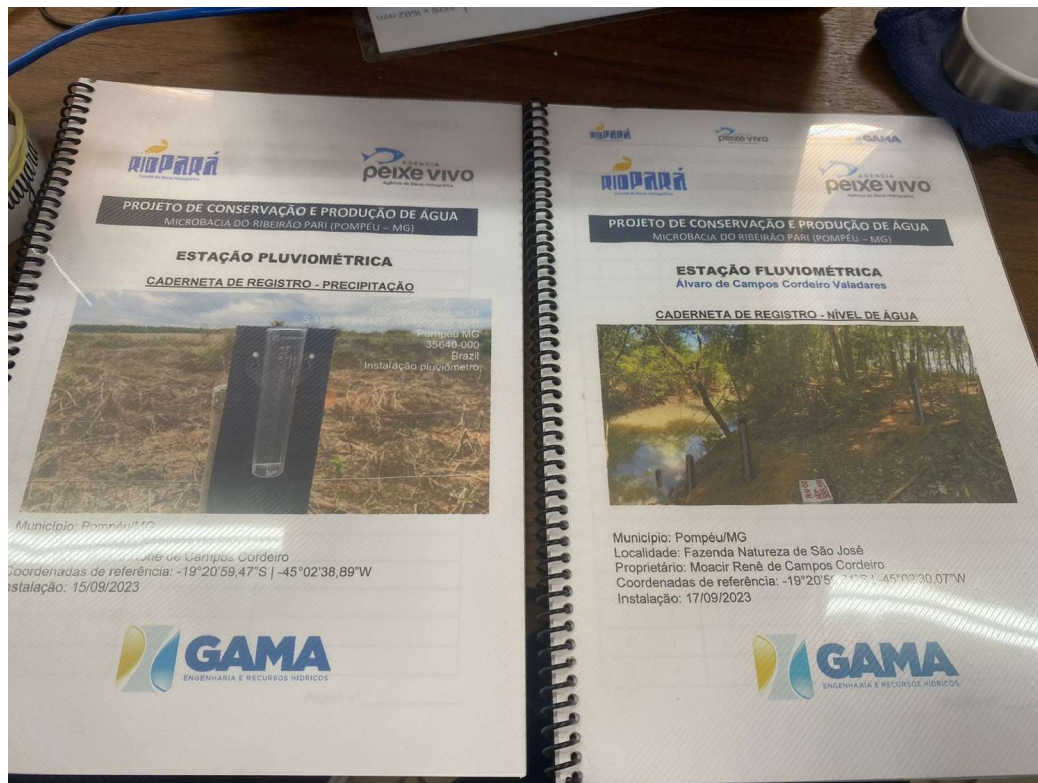
<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 23
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

#### 4. TREINAMENTO DO OBSERVADOR

Treinar o observador para capacitá-lo para as leituras é uma atividade fundamental, pois nada adianta ter bons instrumentos instalados, se o observador desconhece os procedimentos e fundamentos que norteiam as leituras. Nesse aspecto, foi elaborado uma caderneta de campo para cada estação (**Figura 4.1**): fluviométrica e pluviométrica. Esse material foi repassado ao observador, devidamente instruído ao preenchimento (**Quadro 4.1**).

**Quadro 4.1 – Informações do observador. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023)**

DADOS	OBSERVADOR
Nome	Moacir Renê de Campos Cordeiro
Função	Proprietário
Grau de instrução	Superior completo
Contato	(37) 98811-1516



**Figura 4.1 – Cadernetas entregues ao colaborador. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

É importante destacar que ao longo das etapas da instalação dos instrumentos tanto o observador como o morador da fazenda participaram ativamente, quando aprenderam os fundamentos das estações e contribuíram para o bom andamento das atividades (**Figura 4.2** e **Figura 4.3**).

Durante o treinamento, foram devidamente esclarecidas a importância dos equipamentos, as variáveis hidrometeorológicas que eles medem e para qual finalidade, dentre outros aspectos

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 24
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico

técnicos. Foi destacado que os equipamentos instalados são um benefício para a microbacia e para o proprietário, que passa a ser responsável pelo seu zelo e uso adequado. Além disso, foi estabelecido que as medições devem ser feitas com frequência diária, preferencialmente às 07:00 da manhã.



**Figura 4.2 – Morador da propriedade acompanhando o processo de instalação do pluviômetro. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**



**Figura 4.3 – Registro do observador contribuído com a instalação das réguas limnimétricas. Fonte: GAMA ENGENHARIA (2023).**

<p><b>Contrato</b> 028/APV/2023</p>	<p><b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01</p>	<p><b>Data de Emissão</b> 07/10/2023</p>	<p><b>Página</b> 25</p>
---	--	--	-----------------------------

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Levantamentos topobatimétricos e geodésicos aplicados na Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Serviço Geológico do Brasil. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA PEIXE VIVO, Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo. Ato Convocatório nº. 003/2023. Contrato de Gestão nº. 001/IGAM/2016. Contratação de consultoria para elaboração de projeto de conservação e produção de água - microbacia do Ribeirão do Pará (Pompéu – MG). Abril, 2023.

CBH RIO PARÁ, Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Pará. Disponível em: <<https://cbhriopara.org.br/>>. Acesso em: 03 out. 2023.


SANTOS, IRANI (et al). Hidrometria Aplicada– Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

IFSUL - Instituto Federal Sul-Rio\_Grandense. Disponível em: <<http://tics.ifsul.edu.br/matriz/conteudo/disciplinas/hidr/ui/1.html>>. Acesso em: 03 out. 2023.

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 26
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

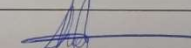
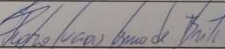
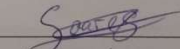

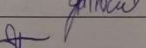

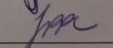
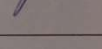


## 6. ANEXO A – LISTA DE PRESENÇA DA REUNIÃO DE ALINHAMENTO



ASSUNTO: ALINHAMENTO INSTITUCIONAL	
LOCAL: PREFEITURA DE POMPEU - CENTRO ADMINISTRATIVO	
DATA: 13/09/2023	HORA: 09h:00

LISTA DOS PRESENTES				
N°	NOME LEGÍVEL	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	ASSINATURA
1	ALBERONARDO LIMA ALVES	GAMA ENGENHARIA	82 98303-9839	
2	PEDRO LUCAS COSMO DE BRITO	GAMA ENGENHARIA	82 99978-5577	
3	Apolo Soares Correia	Agência florestal	37. 99997-4317	
4	Breno Marcilio S. Ramos	Prefeitura Pompeu	37 99924 0911	
5	LARISSA DOS REIS MACIEL	PREFEITURA POMPEU	37 998 27-7395	
6	Fernando José Fuchs	Prefeitura Pompeu	37 99996-4558	
7	Leonilda Gonçalves Machado	Prefeitura de Pompeu	37 99825 7972	
8	JOÃO PAULO PAUINO CAMBEN	APV	31 98897 7752	
9				

13 de set. de 2023 10:46:42  
-19°13'51,996"S -45°0'9,558"W

## 7. ANEXO B – RELATÓRIO DO POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO (PPP)



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

### Sumário do Processamento do marco: log0916n

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2023/09/16 13:53:44,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2023/09/16 20:24:51,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NÃO DISPONÍVEL
Órbitas dos satélites <sup>1</sup> :	ULTRA-RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,350
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	2,24 GPS 2,01 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,99 GPS 0,65 GLONASS

### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-19° 20' 59,1454"	-45° 02' 30,7257"	590,83	7860470.820	495602.660	-45
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-19° 20' 59,1365"	-45° 02' 30,7281"	590,83	7860471.094	495602.590	-45
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,005	0,006			

### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-9,03	Incerteza (m): 0,09
Altitude Normal (m):	599,86	

### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

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

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

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

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

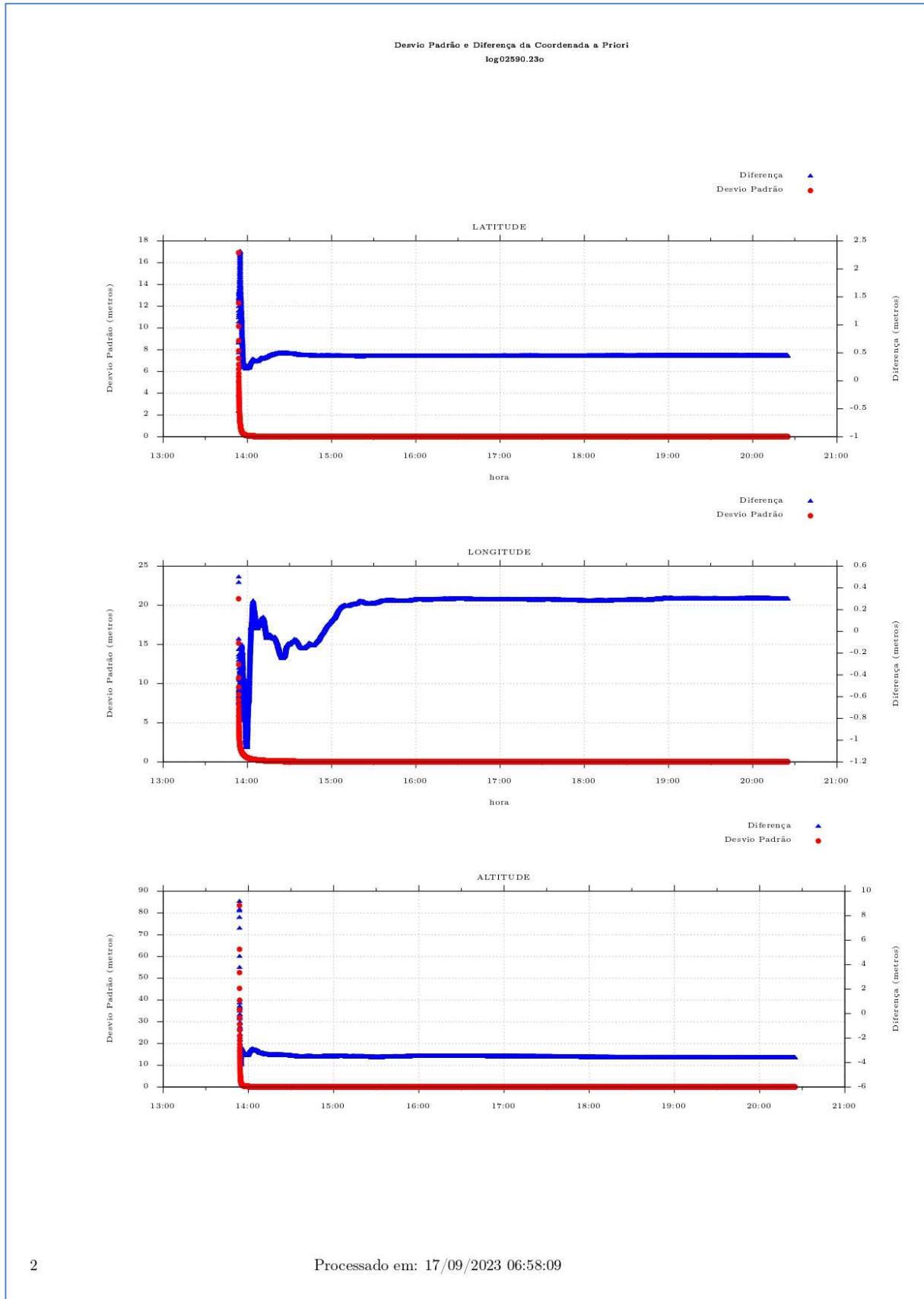
<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

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

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

Processamento autorizado para uso do IBGE.

**PRODUTO 1 - Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico**



## 8. ANEXO C – CADERNETAS

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 30
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------

## 9. ANEXO D – PLANTAS DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

<b>Contrato</b> 028/APV/2023	<b>Código</b> GAMA-028-2023-APV-P1- REV01	<b>Data de Emissão</b> 07/10/2023	<b>Página</b> 31
---------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------