

FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS

CARLOS HENDRIKUS SANTOS

**Integração das Geotecnologias na Criação e Implementação de Estação
Hidrométrica no Rio Poxím-Açu**

Aracaju - Sergipe

2024

CARLOS HENDRIKUS SANTOS

**Integração das Geotecnologias na Criação e Implementação de Estação
Hidrométrica no Rio Poxím-Açu**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Prof.^o Diego de Jesus Queiroz Rosa, como requisito parcial para aprovação na Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Aracaju - Sergipe

2024

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda a criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu, localizado no estado de Sergipe, Nordeste do Brasil. O objetivo principal é fornecer dados precisos e contínuos sobre os níveis de água e vazões, essenciais para a gestão eficiente dos recursos hídricos da bacia e do reservatório Jaime Umbelino. A pesquisa detalha as etapas de implantação da estação hidrométrica, incluindo a caracterização física, hidrológica, socioeconômica e ambiental da bacia do Rio Poxím-Açu. A bacia do Rio Poxím-Açu é vital para o abastecimento de água da região metropolitana de Aracaju, além de sustentar atividades agrícolas e preservar ecossistemas locais. A instalação da estação hidrométrica visa monitorar os níveis de água, permitindo a tomada de decisões informadas para a gestão dos recursos hídricos, operação do reservatório, mitigação de enchentes e secas e proteção ambiental. Os procedimentos técnicos para a instalação da estação hidrométrica seguem as recomendações do Manual ANA-CPRM, incluindo a seleção de locais estáveis e acessíveis para as referências de nível (RNs) e mourões de fixação. As réguas linimétricas, utilizadas para a leitura do nível d'água, são detalhadas quanto à sua construção e instalação, garantindo a precisão das medições. A equipe necessária para a criação da estação inclui hidrólogos, engenheiros cartógrafos, técnicos em agrimensura e ambientalistas, totalizando um grupo de 5 a 7 profissionais. O custo estimado para a implantação da estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu abrange despesas com equipamentos, materiais de construção e mão de obra, sendo um investimento crucial para a gestão sustentável dos recursos hídricos da região e segurança das vidas que estão a jusante. Os produtos resultantes da criação da estação hidrométrica incluem relatórios de monitoramento, alertas de cheias e secas, dados hidrológicos acessíveis à população e aos gestores, além de estudos e pesquisas que podem orientar políticas públicas de gestão hídrica. A conclusão do TCC destaca a importância da estação hidrométrica para a bacia do Rio Poxím-Açu, ressaltando os benefícios para a gestão dos recursos hídricos, a mitigação de desastres naturais e a proteção ambiental. A criação da estação representa um avanço significativo para a sustentabilidade e a resiliência hídrica da região, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população local e para a conservação dos ecossistemas fluviais.

Palavras-chaves: Estação Hidrométrica. Agrimensura. Topografia. Cartografia. Geotecnologias.

ABSTRACT

This undergraduate thesis (TCC) deals with the creation of a hydrometric station on the Poxím-Açu River, located in the state of Sergipe, northeastern Brazil. The primary objective is to provide accurate and continuous data on water levels and flows, essential for the efficient management of water resources in the Jaime Umbelino basin and reservoir. The research details the implementation stages of the hydrometric station, including the physical, hydrological, socioeconomic and environmental characterization of the Poxím-Açu river basin. The Poxím-Açu river basin is vital for the water supply of the Aracaju metropolitan region, as well as sustaining agricultural activities and preserving local ecosystems. The installation of the hydrometric station aims to monitor water levels, enabling informed decision-making for water resource management, reservoir operation, flood and drought mitigation and environmental protection. The technical procedures for installing the hydrometric station follow the recommendations of the ANA-CPRM Manual, including the selection of stable and accessible locations for the level references (RNs) and anchoring posts. The limimetric rulers, used to read the water level, are detailed in their construction and installation, guaranteeing the accuracy of the measurements. The team required to create the station includes hydrologists, cartographic engineers, technical surveyors and environmentalists, totaling a group of 5 to 7 professionals. The estimated cost of establishing the hydrometric station on the Poxím-Açu River includes equipment, construction materials and labor, making it a crucial investment for the sustainable management of the region's water resources and the safety of lives downstream. The products resulting from the creation of the hydrometric station include monitoring reports, flood and drought alerts, hydrological data accessible to the population and managers, as well as studies and research that can guide public water management policies. The conclusion of this undergraduate thesis highlights the importance of the hydrometric station for the Poxím-Açu river basin, emphasizing the benefits for water resource management, natural disaster mitigation and environmental protection. The creation of the station represents a significant step forward for the sustainability and water resilience of the region, contributing to improving the quality of life of the local population and the conservation of river ecosystems.

Keywords: Hydrometric station. Surveying. Topography. Cartography. Geotechnologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da bacia do rio Poxím-Açu	13
Figura 2 - Estação Hidrometrica	16
Figura 3 - Esquema de materialização de RNs	17
Figura 4 - Materialização de marco	18
Figura 5 - Mourão e réguas para estação Hidro	22
Figura 6 - Nível Topográfico – Utilizado na locação das réguas.....	23
Figura 7 - Medição de vazão em uma seção	24
Figura 8 – Mapa da Bacia Hidrográfica da Bacia Poxím Açú.....	249

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUSTIFICATIVA	9
3	PROBLEMA / SOLUÇÃO PROPOSTA PELO PROJETO	10
3.1	A ausência de uma estação hidrométrica pode resultar em uma série de problemas, causados pela falta de monitoramento adequado dos recursos hídricos	10
3.2	A criação de uma estação hidrométrica no rio Poxím-Açu, utilizando na sua criação as geotecnologias, pode oferecer uma série de soluções para os problemas associados à falta de monitoramento adequado dos recursos hídricos	10
4	METODOLOGIA	12
4.1	Área de estudo	12
4.2	Implantação/criação da estação	15
4.2.1	Planejamento e seleção do local	16
4.2.2	Estudo Hidrológico e Topográfico	16
4.2.3	Seleção e Materialização das Referências de Nível (RNs).....	17
4.2.4	Materialização das RNs	17
4.2.5	Pintura e Identificação.....	18
4.2.6	Boas práticas na instalação	18
4.3	Mourões de Fixação para Estações Hidrométricas	19
4.3.1	Especificações Técnicas dos Mourões	19
4.3.2	Instalação dos Mourões	19
4.3.3	Sinalizadores de Segurança.....	20
4.3.5	Características Físicas	20
4.3.6	Durabilidade	21
4.3.7	Instalação das Régua nos Mourões Posicionamento.....	21
4.3.8	Identificação e Numeração no Mourão	21
4.3.9	Pintura e Materiais	21
4.4	Execução do Levantamento das Seções Topobatimétricas no Rio Poxím-Açu	22
4.4.1	Planejamento do Levantamento	22
4.4.2	Preparação de Equipamentos.....	23

5	Trabalho de Campo	24
6	Pós-Processamento dos Dados	25
7	Relatório e Análise	26
8	Recomendação e Manutenção	27
9	Equipe	28
10	Custo da Criação de uma Estação Hidrométrica no Rio Poxím- Açu	31
11	Objetivos e Produtos	34
12	Importância dos Produtos para Gestores e a População	36
13	Conclusão	37
	Referências	39

1 INTRODUÇÃO

As estações hidrométricas são essenciais no monitoramento da quantidade de água em rios, lagos e reservatórios, sendo esses dados cruciais para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Elas permitem a tomada de decisões informadas sobre o uso da água para abastecimento público, dessedentação animal, agricultura, indústria, produção de energia e operação dos reservatórios. A criação de uma estação hidrométrica para o monitoramento do Rio Poxím-Açu, localizado a montante do reservatório Jaime Umbelino, permitirá um maior controle, gestão e operação dos recursos hídricos ali reservados, além de preparar-se para eventos de cheias e secas.

A Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxím-Açu apresenta uma área de 133,75km², localizada entre os municípios de Itaporanga D'Ajuda e São Cristóvão, no estado de Sergipe. É o principal contribuinte do reservatório Jaime Umbelino, que, por sua vez, é responsável pelo abastecimento aproximadamente 800mil pessoas residentes na capital Aracaju. À jusante do reservatório, o Rio Poxím-Açu encontra-se com o Rio Poxím Mirim, dando origem ao Rio Poxím, que apresenta uma série de problemas de inundação em alguns bairros implantados em seu entorno.

As geotecnologias desempenham um papel fundamental na criação e gestão de estações hidrométricas, especialmente em áreas onde o monitoramento dos recursos hídricos é crucial, oferecendo uma gama de recursos que melhoram a precisão e eficiência.

2 JUSTIFICATIVA

A criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu, utilizando geotecnologias, possui significativa relevância social, econômica e científica atualmente. A gestão eficiente dos recursos hídricos é crucial para garantir o abastecimento de água para consumo humano, dessedentação animal, agricultura, indústria e ecossistemas aquáticos. Em um contexto em que a escassez hídrica e eventos críticos são uma preocupação global, especialmente em regiões suscetíveis a eventos climáticos como secas e enchentes, a criação de uma estação hidrométrica desempenhará um papel fundamental na mitigação desses eventos.

Além disso, a disponibilidade de dados hidrométricos precisos e atualizados é essencial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, prevenindo desastres naturais e permitindo a adaptação às mudanças climáticas. Isso contribui para a segurança hídrica e o bem-estar das comunidades ao redor.

3 PROBLEMA / SOLUÇÃO PROPOSTA PELO PROJETO

3.1 A ausência de uma estação hidrométrica pode resultar em uma série de problemas, causados pela falta de monitoramento adequado dos recursos hídricos

- a) A dificuldade na obtenção de dados precisos sobre o fluxo de água, níveis de inundação e padrões de secas limita a capacidade dos gestores de recursos hídricos e das autoridades locais de tomar decisões informadas e implementar medidas de gestão eficazes;
- b) A falta de informações precisas sobre os níveis de água pode aumentar os riscos de cheias e inundações, especialmente durante períodos de chuvas intensas. Sem dados atualizados sobre os níveis de água, as autoridades podem não ser capazes de emitir alertas precoces ou implementar medidas de evacuação e proteção das comunidades que vivem nas margens do manancial;
- c) Por outro lado, a falta de monitoramento dos recursos hídricos também pode levar à escassez de água em períodos de seca. Sem informações precisas sobre os fluxos de água, pode ser difícil gerenciar adequadamente os recursos hídricos, resultando em competição por água entre diferentes setores, como agricultura, indústria, abastecimento público e dessedentação animal.

3.2 A criação de uma estação hidrométrica no rio Poxím-Açu, utilizando na sua criação as geotecnologias, pode oferecer uma série de soluções para os problemas associados à falta de monitoramento adequado dos recursos hídricos

- a) Fornecerá dados sobre o fluxo de água, permitindo o monitoramento das variações nas vazões e níveis de água ao longo do tempo. Isso ajudará os gestores de recursos hídricos a entenderem melhor os padrões sazonais de cheias e secas, facilitando a criação e atualização de uma curva-chave precisa para a tomada de decisões sobre o gerenciamento dos recursos hídricos;

- b) Com dados precisos sobre os níveis e a vazão do rio, as autoridades podem realizar uma melhor operação do reservatório e emitir alertas antecipados de cheias e inundações para os bairros que ficam próximos às margens do rio. Isso permitirá que as pessoas ajam proativamente para proteger suas propriedades e garantir a segurança de suas famílias durante eventos extremos;
- c) Os dados coletados pela estação hidrométrica serão fundamentais para a gestão e o planejamento de recursos hídricos na região do Rio Poxím-Açu e Rio Poxím. Isso inclui a gestão da demanda de água para abastecimento público, agricultura e indústria, bem como o desenvolvimento de estratégias para otimizar o uso dos recursos hídricos e minimizar conflitos de uso entre diferentes setores;

Em resumo, a utilização de geotecnologias para a criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu oferecerá soluções práticas, eficazes e precisas para os desafios associados à gestão dos recursos hídricos, fornecendo dados essenciais para a tomada de decisões e a implementação de medidas de prevenção e adaptação a eventos extremos relacionados.

4 METODOLOGIA

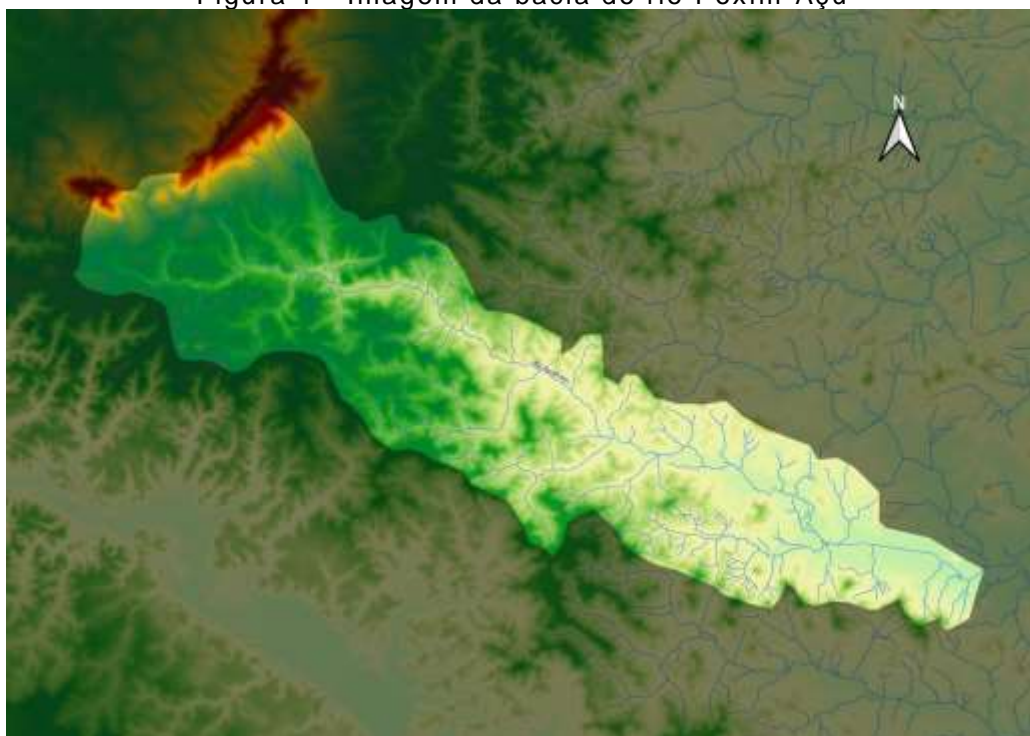
A criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu requer uma abordagem multidisciplinar que envolve conhecimentos de cartografia, topografia, hidrologia, geodésia e sensoriamento remoto, proporcionando uma experiência ímpar e valiosa no desenvolvimento e implementação de soluções tecnológicas para problemas atuais. Além disso, o trabalho realizado e o desenvolvimento de metodologias para a criação e gestão de estações hidrométricas contribuem para o avanço do conhecimento no campo da engenharia cartográfica e dos recursos hídricos, fornecendo insights e soluções que podem ser aplicados em outras áreas geográficas e contextos ambientais. Assim, o tema não apenas enriquece o currículo do curso, mas também contribui para a produção de conhecimento e o desenvolvimento profissional.

Em um projeto de pesquisa realizado em parceria ANA (Agência Nacional de Águas) e o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), no ano de 2020, o bolsista **Erick de Lima Sabadelhe Valério** identificou a falta de uma estação hidrométrica e dados históricos de vazão do rio Poxím-Açu a montante do reservatório. Seu trabalho, intitulado “Aperfeiçoamento de Ferramentas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito do Progestão”, destacou a extrema necessidade de criação e gestão da estação hidrométrica nesse local. O objetivo era melhorar a rede de monitoramento hidrométrico, obtendo uma série de leituras de vazão e criando um banco de dados do manancial. Com esses dados, seria possível criar a curva-chave (relação entre cota, área e volume), resultando em uma melhor gestão e operação das águas reservadas no reservatório Jaime Umbelino durante eventos climáticos.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Rio Poxim-Açu, localizada no estado de Sergipe, no Nordeste do Brasil, é de grande importância para a região metropolitana de Aracaju. Esta bacia hidrográfica desempenha um papel crucial no abastecimento de água, na agricultura e na preservação de ecossistemas locais.

Figura 1 - Imagem da bacia do rio Poxím-Açu



Fonte: Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe - 2024

Localização e Extensão:

- **Coordenadas Geográficas:** A bacia está situada entre as latitudes 10°55' e 11°20' S e longitudes 37°00' e 37°20' W.
- **Área Total:** A bacia do Rio Poxím-Açu cobre uma área de aproximadamente 133,75km².
- **Municípios Abrangidos:** Inclui partes dos municípios de Aracaju, São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro e Itaporanga d'Ajuda.

Relevo e Geomorfologia:

- **Tipos de Relevo:** A bacia apresenta um relevo variado, com planícies fluviais, colinas e áreas de planalto.
- **Altitude:** As altitudes variam próximos ao nível médio dos mares até aproximadamente 200 metros nas partes mais elevadas.

Solos:

- **Tipos de Solos:** Predominam solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossolos e Gleissolos, que são utilizados principalmente para agricultura e pastagem.
- **Capacidade de Uso:** Solos da bacia são férteis e aptos para a agricultura, embora algumas áreas apresentem limitações devido à erosão e à baixa capacidade de retenção de água.

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA**Rede Hidrográfica:**

- **Curso Principal:** O Rio Poxím-Açu é o principal curso d'água da bacia.
- **Drenagem:** A bacia possui uma rede de drenagem dendrítica, com uma boa capacidade de escoamento superficial.

Regime Hidrológico:

- **Regime Pluvial:** O regime do rio é predominantemente pluvial, com variações significativas no nível d'água entre a estação chuvosa e a estação seca.
- **Precipitação Média Anual:** A precipitação média anual varia entre 1.000 mm e 1.300 mm, com a maior parte da chuva concentrada entre abril e agosto.

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA**Uso e Ocupação do Solo:**

- **Principais Atividades:** Agricultura, pecuária, pesca e abastecimento urbano são as principais atividades econômicas na bacia.
- **Áreas Urbanas:** O crescimento urbano desordenado tem impactado a qualidade da água e a disponibilidade de recursos hídricos.

População:

- **Densidade Populacional:** A densidade populacional é maior nas áreas próximas a Aracaju, com um aumento populacional constante devido à urbanização.
- **Qualidade de Vida:** A bacia é marcada por desigualdades socioeconômicas, com variações na qualidade de vida.

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL**Cobertura Vegetal:**

- **Vegetação Nativa:** Originalmente coberta por Mata Atlântica, grande parte da vegetação nativa foi substituída por áreas agrícolas e fragmentos urbanos.
- **Áreas de Preservação:** Existem áreas de proteção ambiental que buscam preservar os remanescentes de vegetação nativa e os recursos hídricos.

Qualidade da Água:

- **Parâmetros de Qualidade:** Monitoramentos indicam problemas de qualidade da água, como poluição por esgoto doméstico e resíduos agrícolas.
- **Impactos Ambientais:** A poluição hídrica, o desmatamento e a erosão do solo são os principais problemas ambientais enfrentados na bacia.

4.2 IMPLANTAÇÃO/CRIAÇÃO DA ESTAÇÃO

Para a implantação e criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu, serão seguidas as diretrizes do manual da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) de 2021. Será necessário adotar uma série de

procedimentos e recomendações específicas. Aqui está uma síntese desses procedimentos que deverão ser realizados:

Figura 2 - Estação Hidrométrica



Fonte:SEMAC

4.2.1 PLANEJAMENTO E SELEÇÃO DO LOCAL

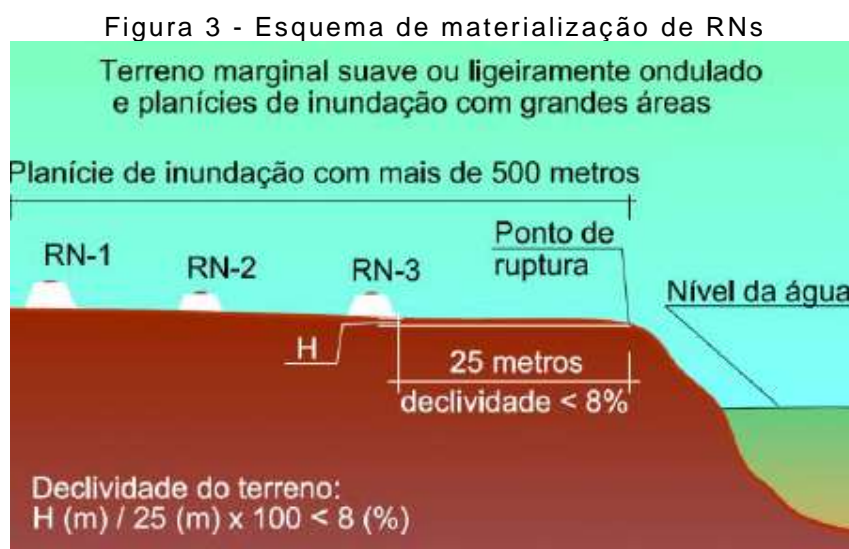
Identificação do Local Ideal que represente bem a bacia hidrográfica do Rio Poxím-Açu. O ponto deve estar livre de interferências humanas significativas e ter acessibilidade para instalação e manutenção dos equipamentos. Seguindo as orientações do projeto de pesquisa do bolsista Erick de Lima Sabadelhe Valério, foi apontada a necessidade de uma estação hidrométrica a montante do reservatório Jaime Umbelino.

4.2.2 ESTUDO HIDROLÓGICO E TOPOGRÁFICO

Realizar levantamentos hidrológicos e topográficos detalhados para entender o comportamento do rio e a topografia da região. Isso ajuda na definição do melhor ponto para a instalação da estação.

4.2.3 SELEÇÃO E MATERIALIZAÇÃO DAS REFERÊNCIAS DE NÍVEL (RNS)

- a) Localização: As RNs devem ser colocadas longe de elementos que constituem a drenagem local (como cursos d'água e talvegues naturais) para evitar deslocamentos causados pela erosão ou inundações;



Fonte: Manual ANA (2021)

- b) Estabilidade: Escolher locais com boa estabilidade, como fundações de pontes ou afloramentos rochosos;
- c) Acessibilidade: Assegurar que as RNs estejam em locais de fácil acesso e localização, garantindo a segurança dos técnicos;
- d) Livre de Obstruções: Evitar áreas com obstruções materiais, como árvores, redes elétricas e edificações, para minimizar interferências no sinal GNSS.

4.2.4 MATERIALIZAÇÃO DAS RNS

- a) Tipo de Estrutura: Marcos de concreto em formato de prisma regular ou cilíndrico, com 30 cm de comprimento, posicionados sobre uma sapata circular de 80 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro, aflorando cerca de 15 cm do solo. Traço do concreto na proporção 1:3:3 (cimento:areia);

Figura 4 - Materialização de marco



Fonte: Empresa Topograph

- b) Parafuso de Fixação: Usar parafuso de inox com cabeça sextavada, diâmetro de 5/16", comprimento mínimo de 4", com duas porcas e uma arruela. Fixar o parafuso com adesivo epóxi de média fluidez;
- c) Identificação: Chapa de metal não ferroso no topo dos marcos de concreto, com 6 cm de diâmetro e pino central de baixo relevo.

4.2.5 PINTURA E IDENTIFICAÇÃO

- a) Marcos de concreto pintados na cor branca com identificação em preto ou vermelho. Usar esmalte sintético à base d'água ou acrílica para a pintura;
- b) Moldes alfanuméricos com no mínimo 5 cm de altura para a identificação das RNs.

4.2.6 BOAS PRÁTICAS NA INSTALAÇÃO

- a) Instalação no Solo: Quando a instalação for no solo, usar marcos de concreto. Em afloramentos rochosos ou pontes, optar por parafusos de inox ou chapa;
- b) RNs Intermediárias e Provisórias: Durante o nivelamento geométrico das régua linimétricas, podem ser estabelecidas RNs provisórias usando estacas de madeira ou ferramental metálico rígido. Opcionalmente,

podem-se usar marcos pré-moldados padrão INCRA, com dimensões específicas e fixação em concreto na proporção 1:3:3;

- c) **Manutenção e Correções:** Caso uma RN sofra recalque ou danos, registrar na ficha descritiva a data, motivo e nome do técnico responsável. Corrigir o valor da cota na RN sem alterar sua identificação original.

4.3 MOURÕES DE FIXAÇÃO PARA ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS

Os mourões de fixação são estruturas essenciais para o suporte das réguas limnimétricas em estações hidrométricas. Podem ser de madeira de lei (ou tratada), plástico reciclável ou metal, e devem ser fixados ortogonalmente ao eixo do curso d'água, espaçados altimetricamente em 1 metro. Dependendo da declividade da margem do rio, mais de uma régua pode ser instalada no mesmo mourão.

4.3.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MOURÕES

- a) **Material:** Plástico ecológico reciclável, Madeira de Lei ou Metal;
- b) **Resistência:** Não absorver água, nem empenar devido ao sol e intempéries;
- c) **Dimensões:** Largura mínima de 120 mm, profundidade de 90 mm e comprimento de 2 m;
- d) **Estrutura:** Deve ter cruzeta interna ou ser totalmente rígido, com espessura mínima de 10 mm e parte superior fechada;
- e) **Fixação:** Deve aceitar parafusos e pregos.

4.3.2 INSTALAÇÃO DOS MOURÕES

Em Locais Secos:

- a) **Fixação:** Enterrar a uma profundidade mínima de 40 cm e diâmetro de 30 cm, fixados com concreto na proporção 1:3:3 (cimento:areia)

Em Locais com Água:

- b) **Fixação:** Usar abraçadeiras ou parafusos em estruturas metálicas fixadas no leito do curso d'água ou em edificações, garantindo que não haja

movimentação dos mourões. Também pode se usar uma marreta de 10kg para acertar a partes superior do mourão e fixá-lo.

Em Rios Caudalosos:

- c) **Travas:** Instalar travas em ripa de madeira ou cantoneira metálica para suporte adicional. As travas devem formar um ângulo de 90°, posicionadas a 70 cm de altura no mourão e fixadas ao solo com sapata de concreto.

4.3.3 SINALIZADORES DE SEGURANÇA

- a) **Instalação de Sinalizadores:** Flexíveis, com 40 cm de comprimento na parte superior de cada mourão para alertar embarcações sobre a presença das estruturas, evitando colisões. (Ex: pedaço de mangueira).

Essas especificações e recomendações garantem que os mourões de fixação sejam robustos, duráveis e seguros, proporcionando suporte adequado para as réguas linimétricas nas estações hidrométricas do Rio Poxím-Açu.

4.3.4 RÉGUAS LINIMÉTRICAS PARA MONITORAMENTO HIDROMÉTRICO

As réguas limnimétricas são instrumentos essenciais para medir o nível da água em rios monitorados, garantindo a coleta de dados confiáveis para a gestão eficiente dos recursos hídricos. A seguir, listamos as especificações técnicas e práticas que garantem a precisão, durabilidade e clareza das réguas limnimétricas, facilitando a leitura e o registro dos níveis de água.

4.3.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- a) **Material:** Preferencialmente em PVC rígido ou alumínio com fundo branco;
- b) **Dimensões:** 1 m de comprimento, 7 cm de largura e 4 mm de espessura;
- c) **Graduação:** Métrica ascendente com espaçamento de 1 cm;

- d) **Numeração:** Números pares a cada 2 cm, com dezenas destacadas em vermelho e demais números pares em preto; números ímpares são representados apenas por linhas pretas.

4.3.6 DURABILIDADE

- a) **Impressão:** Fotomecânica com camada protetora UV, resistente às intempéries;
- b) **Fixação:** Três pontos de fixação com orifícios oblongos para ajuste altimétrico.

4.3.7 INSTALAÇÃO DAS RÉGUAS NOS MOURÕES POSICIONAMENTO

- a) **Inferior:** Pelo menos 150 mm entre a superfície do solo e a parte inferior da régua.
- b) **Superior:** Pelo menos 80 mm entre a parte superior da régua e o mourão;
- c) **Lateral Direita:** Pelo menos 10 mm entre a régua e o mourão.

4.3.8 IDENTIFICAÇÃO E NUMERAÇÃO NO MOURÃO

- a) **Posição Inferior:** Cota local abaixo da régua, lado esquerdo em três pontos (central e próximos a 10 e 90 cm de altura);
- b) **Posição Superior:** Cota local acima da régua;
- c) **Dimensões dos Algarismos:** 60 mm de altura e 40 mm de largura, em cor contrastante (preferencialmente branca).

4.3.9 PINTURA E MATERIAIS

- a) **Tinta:** Esmalte sintético à base d'água ou acrílica, de alta qualidade e durabilidade;
- b) **Alternativa:** Fixação de placas com algarismos de 60 mm de altura e 40 mm de largura.

Figura 5 - Mourão e réguas para estação Hidrométrica



Fonte: SEMAC

4.4 EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS NO RIO POXÍM-AÇU

A execução do levantamento das seções topobatimétricas no Rio Poxim-Açu é um processo meticuloso que envolve diversas etapas para garantir a precisão e a qualidade dos dados coletados. O objetivo é obter um perfil detalhado do leito e das margens do rio, essencial para a instalação e operação de uma estação hidrométrica. O processo pode ser dividido nas seguintes etapas:

4.4.1 PLANEJAMENTO DO LEVANTAMENTO

- a) **Definição dos Objetivos:** Estabelecer claramente os objetivos do levantamento, como a localização das seções transversais, a densidade dos pontos a serem levantados e as especificações técnicas necessárias para obter a precisão necessária;
- b) **Estudo Prévio:** Analisar mapas, imagens de satélite e dados existentes sobre a região do Rio Poxim-Açu para identificar áreas propícias a instalação e possíveis obstáculos.

4.4.2 PREPARAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

- a) **Instrumentos de Medição:** Certificar-se de que todos os equipamentos necessários estão calibrados e em boas condições. Isso inclui Estação Total, GPS de alta precisão, ecobatímetro, Drone e outros equipamentos topográficos, batimétricos e de medição de vazão.
- b) **Acessórios:** Garantir a disponibilidade de baterias, cabos, estacas de marcação, cimento, e outros acessórios e suprimentos necessários.

Figura 6 - Nível Topográfico - Utilizado na locação das réguas



Fonte: SEMAC

5 TRABALHO DE CAMPO

- a) **Estabelecimento de Pontos de Controle:** Definir pontos de referência de nível (RNs) e pontos de controle geodésico ao longo das margens do rio, conforme as diretrizes do manual da ANA/CPRM;
- b) **Localização dos RNs:** Longe de elementos de drenagem e em locais de fácil acesso e estabilidade;
- c) **Levantamento Topográfico:** Utilizar Estação Total e GNSS para medir as coordenadas dos pontos de controle e estabelecer a rede de referência;
- d) **Verificação dos Pontos:** Garantir que os pontos de controle estejam corretamente nivelados e georreferenciados;
- e) **Levantamento Batimétrico ou Topobatimétrico:** Utilizar o Estação Total, GNSS ou ecobatímetro para medir a profundidade do rio ao longo das seções transversais;
- f) **Coleta de Dados:** Realizar a medição da profundidade em intervalos regulares e registrar as coordenadas associadas.

Figura 7 - Medição de vazão em uma seção



Fonte:SEMAC

6 PÓS-PROCESSAMENTO DOS DADOS

- a) **Correção e Validação:** Processar os dados coletados, corrigindo erros e validando as medições;
- b) **Software de Processamento:** Utilizar software especializado para processar dados topográficos e batimétricos, integrando-os em um modelo digital do terreno;
- c) **Geração de Mapas e Perfis:** Criar mapas detalhados das seções transversais e perfis longitudinais do rio;
- d) **Representação Gráfica:** Utilizar ferramentas de SIG para representar graficamente o leito e as margens do rio.

7 RELATÓRIO E ANÁLISE

- a) **Documentação:** Elaborar um relatório detalhado com a metodologia, dados coletados, mapas gerados e análise dos resultados;
- b) **Inclusão de Gráficos e Mapas:** Incluir perfis longitudinais, seções transversais e mapas georreferenciados no relatório;
- c) **Análise de Dados:** Interpretar os dados para identificar características do leito do rio, variações na profundidade e possíveis áreas de erosão ou sedimentação.

8 RECOMENDAÇÃO E MANUTENÇÃO

- a) **Manutenção Periódica:** Recomendar a realização de levantamentos periódicos para monitorar mudanças no leito do rio e manter a acurácia e precisão dos dados;
- b) **Atualização de Dados:** Atualizar regularmente os dados no sistema de informação hidrométrica para refletir quaisquer alterações.

9 EQUIPE

A criação de uma estação hidrométrica exige uma equipe multidisciplinar composta por profissionais especializados, garantindo a qualidade e a precisão dos dados coletados. A seguir, é apresentada uma descrição detalhada dos profissionais necessários e suas respectivas quantidades:

1. Coordenador de Projeto

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Planejamento e coordenação geral do projeto.

Garantia do cumprimento dos prazos e metas estabelecidos.

Supervisão das atividades de campo e análise de dados.

2. Engenheiro Cartógrafo

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Planejamento do Levantamento Topográfico.

Supervisão da coleta e processamento dos dados topográficos.

Garantia da precisão e consistência dos dados geoespaciais.

3. Técnico em Agrimensura

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Execução das medições topográficas e batimétricas.

Operação de equipamentos como Estação Total, GPS e ecobatímetro.

Auxílio na instalação das réguas linimétricas e mourões.

4. Hidrometrista

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Instalação e calibração dos instrumentos de medição de nível d'água.

Coleta e monitoramento dos dados hidrométricos.

Manutenção periódica dos equipamentos hidrométricos.

5. Técnico em Geoprocessamento

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Processamento e análise de dados geoespaciais.

Criação de mapas e modelos digitais do terreno.

Integração dos dados no sistema de informações geográficas (SIG).

6. Técnico de Manutenção

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Manutenção e reparo dos equipamentos de medição e infraestrutura.

Garantia da operacionalidade contínua da estação hidrométrica.

7. Auxiliar de Campo

Quantidade: 2

Responsabilidades:

Apoio logístico e operacional nas atividades de campo.

Transporte e instalação de equipamentos.

Auxílio nas tarefas de levantamento e marcação de pontos.

8. Especialista em Meio Ambiente (opcional, dependendo da complexidade e das exigências legais)

Quantidade: 1

Responsabilidades:

Avaliação de impactos ambientais da instalação da estação.

Garantia de conformidade com as normas ambientais vigentes.

Elaboração de relatórios ambientais e mitigação de impactos.

9. Resumo da Equipe

- Coordenador de Projeto: 1
- Engenheiro Cartógrafo: 1
- Técnico em Agrimensura: 1
- Hidrometrista: 1
- Técnico em Geoprocessamento: 1
- Técnico de Manutenção: 1
- Auxiliar de Campo: 2
- Especialista em Meio Ambiente (opcional): 1

10. Justificativa da Composição da Equipe

A diversidade de especializações na equipe garante que todos os aspectos da criação da estação hidrométrica sejam contemplados, desde o planejamento e execução do levantamento topobatimétrico até a instalação e manutenção dos equipamentos. A presença de um engenheiro cartógrafo e técnicos especializados assegura a precisão dos dados, enquanto o hidrometrista e o técnico de manutenção garantem a operacionalidade contínua da estação. Auxiliares de campo são essenciais para o suporte logístico e operacional, e a inclusão de um especialista em meio ambiente, se necessário, garante a conformidade com as regulamentações ambientais. Vale ressaltar que o motorista do veículo que levará a equipe a campo está incluído na lista da equipe técnica, dispensando assim mais um elemento e custos.

10 CUSTO DA CRIAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA NO RIO POXÍM-AÇU

A estimativa do custo para a criação de uma estação hidrométrica envolve a consideração de diversos componentes, desde a aquisição de equipamentos até a contratação de pessoal e a implementação de infraestrutura. Abaixo, uma estimativa detalhada dos custos envolvidos:

1. Equipamentos e Materiais

Estação Total: R\$ 40.000

GNSS RTK: R\$ 60.000

Ecobatímetro: R\$ 90.000

Drone: R\$ 20.000

Réguas Linimétricas: R\$ 2.000 (10 unidades a R\$ 200 cada)

Mourões de Fixação: R\$ 2.500 (10 unidades a R\$ 250 cada)

Sensores de Nível: R\$ 20.000

Materiais de Construção (concreto, madeira, etc.): R\$ 10.000

Equipamentos de Comunicação e Transmissão de Dados: R\$ 15.000

Sinalizadores e Chapas de Identificação: R\$ 2.000

2. Mão de Obra

Coordenador de Projeto: R\$ 10.000/mês (3 meses) = R\$ 30.000

Engenheiro Cartógrafo: R\$ 8.000/mês (2 meses) = R\$ 16.000

Técnico em Agrimensura: R\$ 6.000/mês (2 meses) = R\$ 12.000

Hidrometrista: R\$ 7.000/mês (2 meses) = R\$ 14.000

Técnico em Geoprocessamento: R\$ 6.000/mês (2 meses) = R\$ 12.000

Técnico de Manutenção: R\$ 5.000/mês (2 meses) = R\$ 10.000

Auxiliares de Campo: R\$ 3.000/mês (2 auxiliares por 2 meses) = R\$ 12.000

Especialista em Meio Ambiente (opcional): R\$ 9.000/mês (1 mês) = R\$ 9.000

3. Infraestrutura e Logística

Transporte e Logística: R\$ 10.000

Acomodações e Alimentação: R\$ 5.000

4. Contingências e Outros Custos

Reserva para Contingências (10% do total): R\$ 39.150

Estimativa Total de Custos

Equipamentos e Materiais: R\$ 261.500

Mão de Obra: R\$ 115.000

Infraestrutura e Logística: R\$ 15.000

Contingências e Outros Custos: R\$ 39.150

Custo Total Estimado: R\$ 430.650

5. Justificativa de Custos

Equipamentos e Materiais: Essenciais para garantir a precisão das medições e a durabilidade da estação. A inclusão de tecnologia avançada como GNSS, ecobatímetros e drones assegura a coleta de dados de alta qualidade.

Mão de Obra: Envolve a contratação de profissionais qualificados para cada etapa do projeto, desde o planejamento até a execução e manutenção. A presença de um especialista em meio ambiente é opcional, dependendo da necessidade de conformidade com regulamentos ambientais específicos.

Infraestrutura e Logística: Cobrem os custos de transporte de equipamentos, acomodação e alimentação da equipe no campo, e obtenção de licenças necessárias.

Contingências: Uma reserva para imprevistos garante que o projeto possa ser concluído sem interrupções financeiras.

O investimento na criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxim-Açu é justificado pela importância do monitoramento dos recursos hídricos para a gestão sustentável da água, prevenção de desastres e apoio a políticas públicas de gestão e operação. A precisão dos dados coletados permitirá uma melhor compreensão do comportamento hidrológico do rio, auxiliando na tomada de decisões informadas e na preservação dos recursos naturais.

11. OBJETIVOS E PRODUTOS

O objetivo principal da criação de uma estação hidrométrica no Rio Poxim-Açu é monitorar continuamente os níveis e fluxos de água que chegam ao reservatório Jaime Umbelino, fornecendo dados precisos e em tempo real essenciais para a gestão eficiente dos recursos hídricos e eventos climáticos extremos. Especificamente, a estação visa:

- 1 **Monitorar Níveis de Água:** Registrar continuamente os níveis de água do rio para detectar mudanças e tendências ao longo do tempo, criando e atualizando a curva chave do rio e do reservatório;
- 2 **Prever Eventos Hidrológicos:** Fornecer dados essenciais para a previsão de cheias e secas, permitindo ações preventivas e mitigadoras;
- 3 **Gestão de Recursos Hídricos:** Apoiar na gestão sustentável dos recursos hídricos, garantindo a disponibilidade de água para diversos usos, incluindo abastecimento urbano, agrícola e industrial;
- 4 **Apoiar Políticas Públicas:** Subsidiar a formulação e implementação de políticas públicas relacionadas à gestão dos recursos hídricos;
- 5 **Educação e Conscientização:** Promover a educação ambiental e a conscientização da população sobre a importância da conservação dos recursos hídricos.

A criação da estação hidrométrica no Rio Poxim-Açu resultará na entrega de diversos produtos importantes para os gestores e a população, incluindo:

- 1 **Relatórios Mensais e Anuais:** Documentos detalhados com dados sobre os níveis e fluxos de água, análises de tendências e variações sazonais;
- 2 **Boletins de Alerta:** Emissão de alertas em caso de níveis críticos de água que possam indicar risco de enchentes ou secas, permitindo ações rápidas e preventivas;
- 3 **Dados em Tempo Real:** Acesso a dados atualizados em tempo real através de uma plataforma online, permitindo que gestores e a população monitorem o estado do rio constantemente;
- 4 **Mapas Hidrológicos:** Mapas detalhados das condições hidrológicas do rio, incluindo informações sobre a topografia do leito do rio e áreas propensas a inundações;

- 5 **Relatórios de Impacto Ambiental:** Documentos que avaliam o impacto das variações do nível de água nos ecossistemas locais, auxiliando na conservação ambiental;
- 6 **Publicações Científicas:** Estudos e artigos publicados em revistas científicas que contribuem para o avanço do conhecimento na área de hidrologia e gestão de recursos hídricos;
- 7 **Workshops e Seminários:** Eventos educativos para capacitar gestores e a população sobre a interpretação dos dados hidrométricos e sua importância;
- 8 **Plataforma de Dados Abertos SERhidro:** Um portal online em que os dados hidrométricos coletados podem ser acessados livremente, promovendo a transparência e a participação pública;
- 9 **Ferramentas de Modelagem Hidrológica:** Softwares e modelos que utilizam os dados coletados para simular cenários futuros e apoiar a tomada de decisões;
- 10 **Boletins Informativos para a População:** Informações de fácil compreensão para a população sobre as condições atuais do rio e previsões de curto e médio prazo.

12 IMPORTÂNCIA DOS PRODUTOS PARA GESTORES E A POPULAÇÃO

- **Para Gestores:** Os produtos entregues permitirão uma gestão mais eficiente e baseada em dados dos recursos hídricos, ajudando na tomada de decisões informadas e na formulação de políticas públicas eficazes. Relatórios e mapas hidrológicos apoiarão o planejamento urbano e a mitigação de desastres naturais.
- **Para a População:** A população será beneficiada com informações claras e acessíveis sobre as condições do rio, aumentando a conscientização sobre a importância da conservação dos recursos hídricos. Alertas e boletins informativos ajudarão na preparação para eventos hidrológicos extremos, reduzindo riscos e danos.
- **Para a Comunidade Científica:** Os dados coletados e as publicações científicas contribuirão para o avanço do conhecimento na área de hidrologia e gestão de recursos hídricos, promovendo a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias.

A implementação da estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu trará benefícios significativos, tanto em termos de gestão sustentável dos recursos hídricos quanto na proteção ambiental e na segurança da população.

13 CONCLUSÃO

A criação da estação hidrométrica no Rio Poxim-Açu representa um avanço significativo na gestão dos recursos hídricos na região. Esta iniciativa possibilitará um monitoramento contínuo e preciso dos níveis e fluxos de água do rio que chegam ao reservatório Jaime Umbelino, essencial para diversas finalidades, incluindo a prevenção de desastres naturais, a gestão sustentável dos recursos hídricos e a formulação de políticas públicas informadas.

A implementação desta estação traz inúmeras vantagens, entre as quais se destacam:

- 1 **Melhoria na Gestão de Recursos Hídricos:** A coleta de dados precisos e em tempo real permitirá um controle mais eficaz da disponibilidade e qualidade da água, auxiliando na tomada de decisões para a alocação racional dos recursos hídricos para diferentes usos, como abastecimento público, agricultura e indústria;
- 2 **Prevenção de Desastres Naturais:** A capacidade de prever eventos hidrológicos extremos, como enchentes e secas, através do monitoramento contínuo, possibilitará a emissão de alertas antecipados, adoção de medidas preventivas e operação do reservatório, reduzindo os impactos negativos para a população e para o meio ambiente;
- 3 **Suporte à Formulação de Políticas Públicas:** Os dados fornecidos pela estação hidrométrica servirão como base para a criação de políticas públicas eficientes voltadas para a gestão e conservação dos recursos hídricos, bem como para as águas reservadas na barragem;
- 4 **Educação e Conscientização Ambiental:** A divulgação dos dados e informações coletadas contribuirá para aumentar a conscientização da população sobre a importância da preservação dos recursos hídricos, incentivando práticas sustentáveis e a participação ativa na proteção do meio ambiente. Além disso, ajudará a compreender a importância de não ocupar as áreas de várzea dos rios;
- 5 **Avanço Científico e Tecnológico:** A estação hidrométrica também fomentará a pesquisa científica e o desenvolvimento de novas tecnologias no campo da hidrologia e da gestão de recursos hídricos, proporcionando um laboratório a céu aberto para estudantes e pesquisadores.

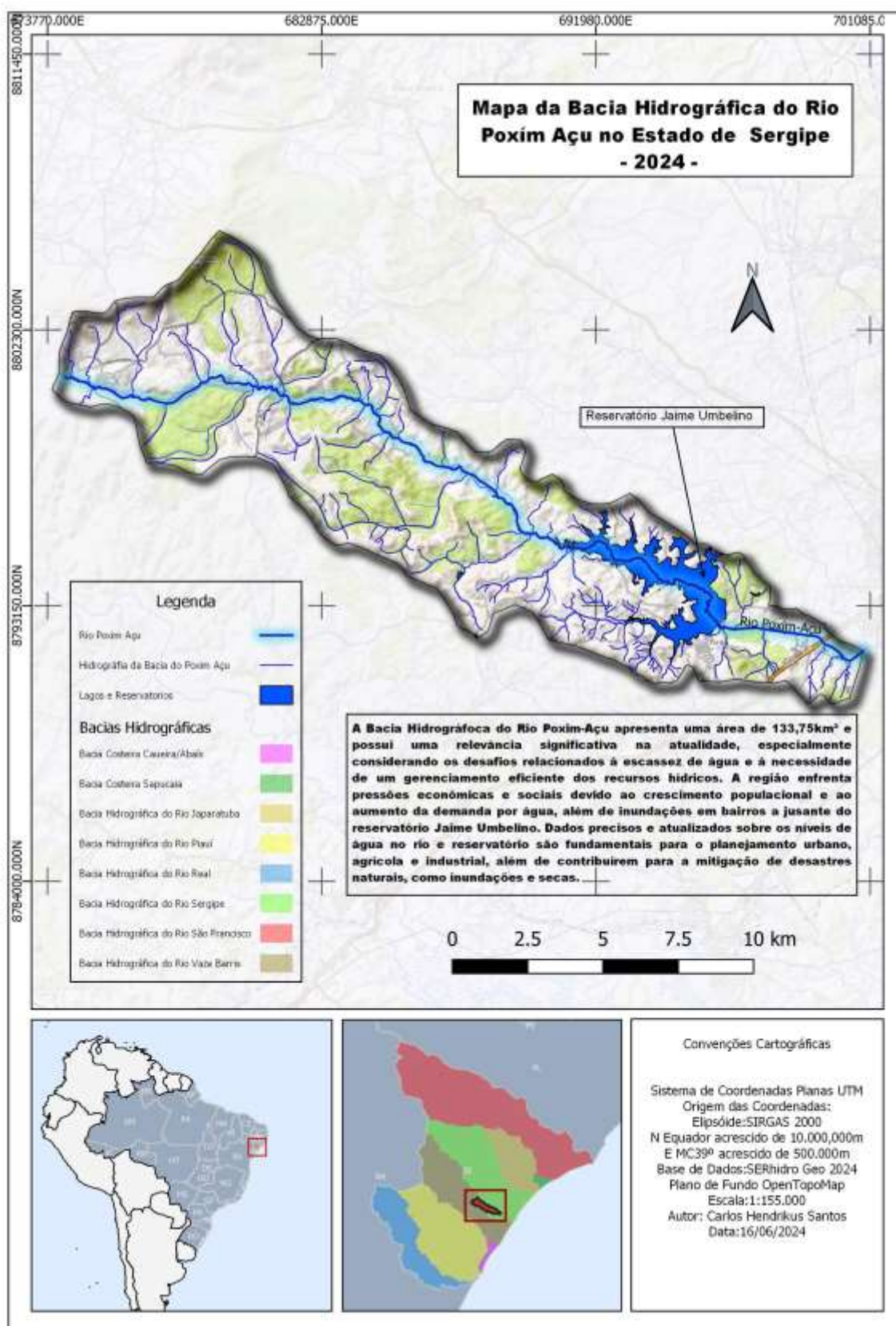
Em termos operacionais, a implementação da estação hidrométrica seguiu rigorosamente os procedimentos e recomendações estabelecidos no manual da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Isso inclui a instalação adequada de réguas limnimétricas, mourões de fixação e outros equipamentos necessários para garantir a precisão e confiabilidade das medições.

Com tudo, devido ao curto espaço de tempo e aos eventos meteorológicos que ocorrem no estado de Sergipe, não houve a possibilidade de criação da estação hidrométrica na prática, como também demonstrar resultados obtidos no levantamento e processamento dos dados. Vale ressaltar que, é de grande interesse da SEMAC, a criação desta estação.

Os produtos gerados pela estação, como relatórios mensais e anuais, boletins de alerta, mapas hidrológicos e dados em tempo real, serão fundamentais para gestores, pesquisadores e a população em geral. Esses produtos não só auxiliam na tomada de decisões estratégicas, mas também promovem a transparência e o acesso à informação, fortalecendo a governança dos recursos hídricos na região.

Portanto, a conclusão deste trabalho destaca a grande importância da estação hidrométrica no Rio Poxim-Açu para a gestão eficiente dos recursos hídricos e operação do reservatório Jaime Umbelino. A iniciativa não só proporciona benefícios imediatos em termos de monitoramento e prevenção, mas também estabelece uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimento tecnológico, contribuindo para o bem-estar da população e a sustentabilidade ambiental. A continuidade deste projeto e a implementação de estações similares em outras regiões são essenciais para enfrentar os desafios hídricos do futuro e garantir a segurança hídrica em um contexto de mudanças climáticas e crescimento populacional.

Figura 8 – Mapa da Bacia Hidrográfica da Bacia do Rio Poxim Açu



Fonte: Carlos Hendrikus

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.133**: Instalações hidráulicas para redes públicas de abastecimento de água – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Levantamento Topobatimétricos e Geodésicos aplicados na Rede Hidrometereológica Nacional**. Brasília: ANA, 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 jan. 1997.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Manual de Instalação de Estações Fluviométricas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2019. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Monitoramento-Hidrologico-245.html>. Acesso em: 12 maio 2024.

(EMBRAPA, 2006; Maldonato et al., 2015; de Oliveira et al., 2018).

Maldonato, L. H.; Wendland, E. C.; Porto, R. M. (2015). **Avaliação de Métodos de Baixo Custo para Medição de Vazão em Córregos**. Rev. Ambient. Água vol. 10 n. 2 Taubaté – Apr. / Jun. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1293>.

SILVA, J. R.; SANTOS, L. M. **Geotecnologias Aplicadas ao Monitoramento Hidrológico**: Estudos de Caso no Brasil. São Paulo: Editora XYZ, 2015.

SOUZA, R. S.; ALMEIDA, M. C. **Hidrologia Aplicada e Gestão dos Recursos Hídricos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora ABC, 2018.

Essas referências fornecem uma base sólida para a compreensão e o desenvolvimento do projeto de criação da estação hidrométrica no Rio Poxím-Açu, abrangendo desde normativas e manuais técnicos, até literatura científica relevante para o monitoramento e a gestão de recursos hídricos.