



ANEXO I - TERMO DE REFERÊNCIA

ATO CONVOCATÓRIO Nº 009/2019

CONTRATO DE GESTÃO Nº 014/ANA/2010

ENQUADRAMENTO PAP 2018-2020: II - Ações de Planejamento
COMPONENTE: II.6 - Planos e Projetos emergenciais, especiais, excepcionais
SUBCOMPONENTE: II.6.1 - Estudos de caráter especiais e excepcionais
AÇÕES PROGRAMADAS: II.6.1.3 - Projetos especiais demandados pela DIREC

CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PREVISÃO HIDROLÓGICA E HIDRODINÂMICA COMO SUPORTE À DECISÃO OPERATIVA DA UHE TRÊS MARIAS PARA MANUTENÇÃO E RESTABELECIMENTO DE LAGOAS MARGINAIS NO TRECHO MINEIRO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO - 20 -

2. JUSTIFICATIVAS - 21 -

3.1. Objetivo geral..... - 23 -

3.2. Objetivo específico..... - 24 -

5. DIRETRIZES GERAIS - 26 -

6. METODOLOGIA - 27 -

7. ATIVIDADES E PRODUTOS - 29 -

8. VIAGENS E CUSTOS LOGÍSTICOS - 36 -

9. EQUIPE TÉCNICA - 36 -

10. PRODUTOS ESPERADOS..... - 39 -

11. VALOR GLOBAL DA CONTRATAÇÃO - 40 -

12. PRAZOS DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMAS..... - 40 -

ANEXO A - LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS - 43 -

A1. OBJETO - 43 -





A2. FINALIDADE - 43 -

A3. LOCALIZAÇÃO - 43 -

A4. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS - 43 -

A5. METODOLOGIA PARA LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS - 44 -

Coordenadas Planimétricas: - 44 -

Coordenadas Altimétricas: - 44 -

Levantamento das Seções Topobatimétricas: - 44 -

A6. LOCAÇÃO DAS SEÇÕES TOBATIMÉTRICAS - 45 -

A7. CONSIDERAÇÕES FINAIS - 49 -

A8. PRODUTOS A SEREM FORNECIDOS - 49 -

ANEXO B - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, AQUISIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS - 50 -

B1. OBJETO - 50 -

B2. LOCALIZAÇÃO E RESUMO DE SERVIÇOS - 50 -

B3. JUSTIFICATIVA - 51 -

B4. ESCOPO DOS MATERIAIS E SERVIÇOS - 51 -

B5. GARANTIAS - 59 -





1. INTRODUÇÃO

O CBHSF foi instituído pelo Decreto Presidencial de 05 de junho de 2001, sendo um órgão colegiado, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas no âmbito da bacia hidrográfica do rio São Francisco, vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), nos termos da Resolução CNRH nº 5, de 10 de abril de 2000. Tem por finalidade realizar a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos da bacia, na perspectiva de proteger os seus mananciais e contribuir para o seu desenvolvimento sustentável.

O CBHSF é composto por representantes da União; dos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe; do Distrito Federal; dos municípios situados, no todo ou em parte, na bacia; dos usuários; e entidades civis de recursos hídricos, com atuação comprovada na bacia. As atividades político-institucionais do CBHSF são exercidas por uma Diretoria Executiva, formada por presidente, vice-presidente e secretário. Além desses, devido à extensão da bacia, há os coordenadores das Câmaras Consultivas Regionais (CCR) das quatro regiões fisiográficas da bacia. A Diretoria Executiva e as CCR constituem a Diretoria Colegiada do comitê e têm mandatos coincidentes, renovados a cada quatro anos, por eleição direta do plenário.

A Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo – Agência Peixe Vivo é uma associação civil, pessoa jurídica de direito privado, composta por empresas usuárias de recursos hídricos e organizações da sociedade civil, tendo como objetivo a execução da Política de Recursos Hídricos deliberada pelos Comitês de Bacia Hidrográfica. Criada em 15 de setembro de 2006, e equiparada no ano de 2007 à Agência de Bacia Hidrográfica (denominação das Agências de Água definida no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999) por solicitação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas é composta por Assembleia Geral, Conselho de Administração, Conselho Fiscal e Diretoria Executiva.

Além de comitês estaduais mineiros, a Agência Peixe Vivo participou do processo de seleção para escolha da Entidade Delegatária das funções de Agência de Águas do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), sendo atualmente, também, a Agência desta importante bacia do cenário Nacional.

Os anos de 2008 e 2009 foram marcados pela aprovação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A Deliberação CBHSF nº 40 foi aprovada em 2008 e seu Anexo II foi aprovado em 2009. Abre-se, a partir de então, caminho para a viabilização de sua Agência de Águas.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH aprovou, em 2010, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos encaminhada pelo CBHSF (Resolução





CNRH nº 108). Neste ano o CBHSF indica a Agência Peixe Vivo para exercer a função de Agência de Bacia do rio São Francisco – Deliberação CBHSF nº 47 – e na Deliberação CBHSF nº 49 o comitê aprova a minuta do Contrato de Gestão entre a Agência Peixe Vivo e a ANA. Na sequência o CNRH aprova a indicação da Agência Peixe Vivo para exercer a função de Agência de Águas do São Francisco (Resolução CNRH nº 114).

Em 2010 foi assinado o Contrato de Gestão nº 014/2010 entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo, com a anuência do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), que se encontra em seu 5º Termo Aditivo, podendo ser prorrogado, conforme delegação outorgada pela Deliberação CBHSF nº 92, de 01 de novembro de 2016 e aprovado pelo CNRH pela Resolução nº 170, de 23 de setembro de 2015 por mais 06 (seis) anos.

Em 15 de setembro de 2016 foi aprovada a Atualização do Plano de Recursos Hídricos do Rio São Francisco, na XXX Reunião Plenária Ordinária realizada na cidade de Belo Horizonte - MG. O Plenário aprovou o Plano com horizonte de planejamento de 2016 a 2025 e estimou-se, dentre outros, a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 30 bilhões com vistas à revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e também explicita a meta de implementar todos instrumentos de gestão de recursos hídricos até o ano de 2025.

O presente documento refere-se ao Termo de Referência (TDR) para contratação de empresa especializada para desenvolvimento e implantação de um Sistema de Previsão Hidrológico e Hidrodinâmico Operacional para a Bacia do Rio São Francisco, no trecho incremental entre a UHE Três Marias e a cidade de Manga-MG, capaz de prever vazões com antecedência mínima de 10 dias, com objetivo de subsidiar a definição de uma regra operativa do reservatório da UHE Três Marias, de modo a possibilitar o reabastecimento de lagoas marginais no rio São Francisco, tornando mais favorável a conservação e recuperação desses ambientes, com a consequente promoção da preservação e reprodução de sua ictiofauna.

2. JUSTIFICATIVAS

Em dezembro de 2018, durante a Reunião Plenária do CBHSF, realizada na cidade de Montes Claros, foi assinado o Acordo de Cooperação Técnica firmado entre o CBHSF, a Agência Peixe Vivo e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), cuja finalidade é assegurar recursos financeiros a fim de implementar um programa de operação da UHE Três Marias de forma a compatibilizar a integridade ecológica de lagoas marginais existentes na região do Alto São Francisco.





O Acordo de Cooperação Técnica firmado entre as partes poderá ser obtido em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/2017//box/uploads/2019/04/ACT-CEMIG-GTM-APV-CBHSF-assinada.pdf>.

Com base em diagnóstico realizado pela CEMIG para investigar a formação das cheias e a reconstituição de lagoas marginais na bacia do rio São Francisco na região de Matias Cardoso/Manga, constatou-se que:

- ✓ As principais sub-bacias na área incremental são as dos rios Abaeté, Paracatu, Urucuia, e Pandeiros, na margem esquerda e rio das Velhas, Jequitaí, Pacuí e Verde Grande, na margem direita;
- ✓ Dadas as extensões, localizações e orientações geográficas das sub-bacias e as ocorrências de fenômenos meteorológicos nessa região, as cheias não são necessariamente concomitantes;
- ✓ Os tempos de viagem das ondas de cheias das sub-bacias até as lagoas são diferenciados;
- ✓ O tempo de viagem de uma onda defluente no rio no trecho de Três Marias até a região de Manga é de cerca de 6 dias, dependendo da magnitude do seu pico;
- ✓ Há restrições operativas na operação do reservatório da UHE Três Marias, impostas pelo controle de cheias em cidades ribeirinhas e ilhas ocupadas por atividades agropecuárias ao longo desse trecho do vale;
- ✓ Em certos eventos meteorológicos localizados, o reabastecimento das lagoas marginais independe de uma defluência elevada do reservatório da UHE Três Marias;
- ✓ Há períodos dentro do ano em que a ocorrência dessas cheias seria mais favorável do ponto de vista da ictiofauna.

Diante da complexidade da dinâmica da formação das cheias nesse trecho do vale do rio São Francisco, torna-se relevante operar o reservatório de Três Marias de forma eficiente, buscando promover a sincronia do pico da cheia defluente com picos de cheias previstas nas diversas sub-bacias que afluem para a região das lagoas. Assim, mostra-se necessário o desenvolvimento e implantação de um sistema operacional de previsão de vazões para essa área incremental, capaz de simular os processos de transformação chuva em vazão, e a propagação do escoamento nos canais e lagoas, prevendo cenários com antecedência mínima de 06 dias, para subsidiar a operação do reservatório da UHE Três Marias de modo a promover o reabastecimento das lagoas marginais, favorecendo as condições de conservação e reprodução da ictiofauna nesse trecho da bacia do rio São Francisco.





A previsão de vazão de curto prazo é essencial para a operação de Usinas Hidrelétricas e para o controle de inundações ribeirinhas. Trechos a jusante de usinas hidrelétricas muitas vezes estão sujeitos a inundações naturais e os seus reservatórios, embora projetados para outro uso, podem ser utilizados para minimizar o efeito destas inundações através da manutenção de um volume de espera. O volume de espera é dimensionado através de séries estatísticas do passado e depende muito de processos hidro climáticos sazonais. Porém, a cada ano os eventos meteorológicos são diferentes da média histórica, sendo necessária uma forma de operação dos reservatórios que permita otimizar esse volume e diminuir o risco de inundações, sem perda de energia gerada e do atendimento a outros usos da água. No caso da UHE Três Marias o desafio em questão é acrescentar mais uma variável, que é a possibilidade de abastecer as lagoas marginais no rio São Francisco visando a conservação da ictiofauna desse trecho do rio.

A previsão de vazão de curto prazo permite uma gestão mais adequada do volume de reservatórios, podendo ser realizada a partir de informações no rio a montante, com base na precipitação registrada em rede telemétrica, mas está limitada à antecedência entre a ocorrência da precipitação e a chegada da vazão nos locais de interesse. Esse prazo entre a ocorrência da chuva e a chegada da onda de cheia ao reservatório pode ser curto para a gestão de volumes e controle de inundações. Também é possível prever vazões com base na precipitação prevista por modelos meteorológicos, antecipando ainda mais a previsão e, assim, permitindo uma melhor gestão do risco.

Geralmente as previsões quantitativas de chuva podem ser utilizadas de forma eficaz para realizar previsões de vazão com tempo de antecedência maior do que se obtém sem considerar essas previsões, o que contribui para aumentar a eficiência da produção de energia e atender, de forma otimizada, outros usos da água a jusante.

Assim, justifica-se a adoção de uma estratégia de previsões de vazões baseadas em modelagem hidrológica, dados observados, e precipitação prevista, juntamente com a simulação hidrodinâmica dos hidrogramas de cheias na calha do rio São Francisco para alcançar os objetivos desse projeto.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Contribuir para a integridade ecológica de lagoas marginais consideradas como prioritárias para preservação da biodiversidade do rio São Francisco, por meio da investigação do efeito da operação otimizada do reservatório da UHE Três Marias no reabastecimento dessas lagoas, através do conhecimento antecipado de cenários hidrológicos da bacia incremental do rio São Francisco, no trecho entre a UHE Três Marias e a foz do





rio Carinhanha, próximo à cidade de Manga.

Para isso é necessário aprofundar o conhecimento sobre os regimes meteorológico, hidrológico e hidráulico das bacias hidrográficas dos afluentes do rio São Francisco que compõem a área incremental entre a barragem da UHE Três Marias até a cidade de Manga, e estabelecer os balanços hídricos em lagoas marginais da referida área.

3.2. Objetivo específico

O objetivo específico do serviço a ser contratado é desenvolver um sistema de previsão de vazões para essa área incremental, incorporando também a modelagem hidráulica do escoamento no tramo do rio São Francisco entre Três Marias e o município de Manga.

Com essa ferramenta, fica possível propor regras de suporte à decisão operativa da UHE Três Marias que, apoiadas no conhecimento prévio do regime das cheias na bacia incremental, possibilitem a conexão do canal principal do rio São Francisco com as lagoas marginais, promovendo seu reabastecimento.

Como benefício adicional da disponibilização e utilização dessa ferramenta, espera-se um ganho de eficiência na gestão de cheias e estiagens nessa porção da bacia do rio São Francisco.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O rio São Francisco nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra e sua bacia drena áreas dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe e o Distrito Federal. A bacia possui grande importância para os estados, pois além de abastecer boa parte da população, suas águas são utilizadas para agricultura irrigada, dessedentação de animais, usos industriais e produção de energia através de grandes usinas hidrelétricas no seu leito.

A área de estudo compreende a porção da bacia do rio São Francisco a jusante da UHE Três Marias até a divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia, próximo aos municípios de Manga e Matias Cardoso. Essa bacia incremental totaliza 152.000 km² e inclui sub-bacias de afluentes importantes do rio São Francisco. Pela margem esquerda, destacam-se os rios Paracatu, do Sono, Preto e Urucua; e, pela margem direita, os rios das Velhas, Jequitáí, Pacuí, Verde Grande. Este trecho deve ser analisado e mapeado quanto a aspectos físicos e geomorfológicos, e identificadas as lagoas marginais existentes, visando o refinamento da área amostral e escolha das lagoas, no mínimo 06 (seis), para serem contempladas no estudo, entre elas, as lagoas denominadas: Lavagem, Angical, Comprida, Picada e Beirada, na margem esquerda, e Cajueiro, na margem direita do rio São Francisco.

A área de interesse é apresentada nas Figuras 1, 2 e 3 a seguir.



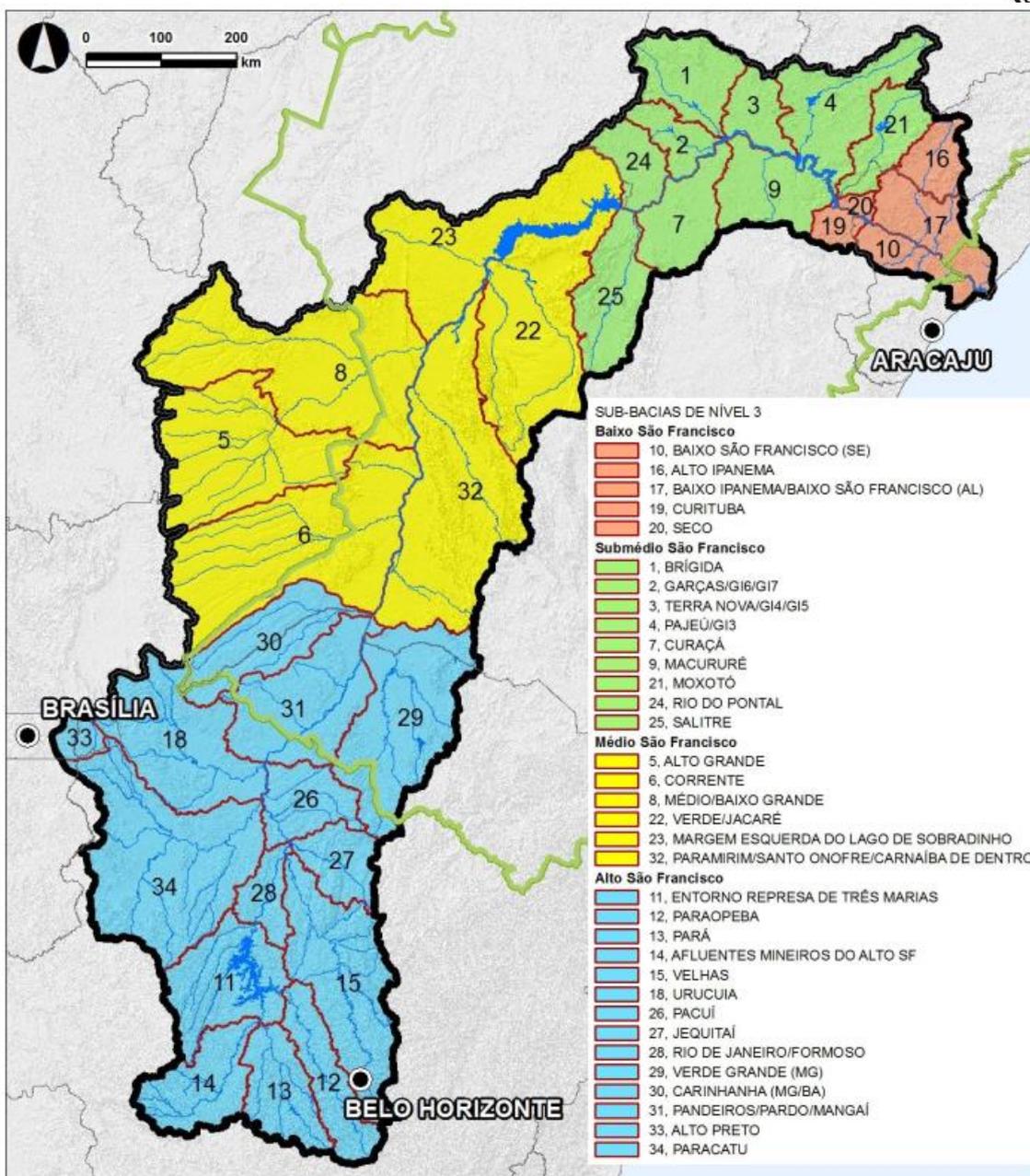


Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio São Francisco. Fonte: CBH São Francisco, 2016.

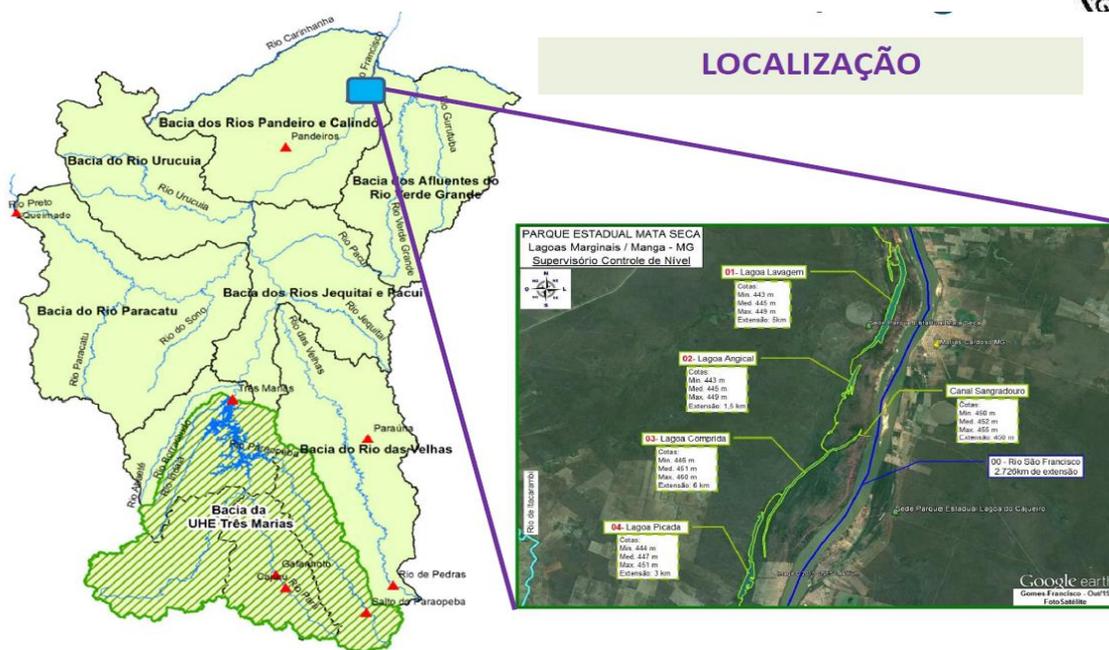
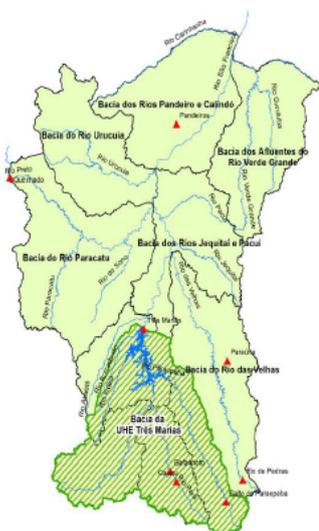


Figura 2 - Área de interesse do estudo a ser realizado com lagoas marginais.

☐ Caracterização da bacia hidrográfica de interesse



• Distância Três Marias/Manga :	540 km
• Bacia rio São Francisco em Manga:	AD = 203.000 km ²
• Bacia rio São Francisco em Três Marias:	AD = 50.600 km ²
• Bacia Incremental Três Marias/Manga:	AD = 152.400 km ²
• Relação de AD Três Marias/Manga:	0,25
• Q MLT NATURAL rio São Francisco em Manga:	2.093 m ³ /s
• Q MLT NATURAL rio São Francisco em Três Marias:	685 m ³ /s
• Relação Q MLT NATURAL Três Marias/Manga:	0,33
• Tempo de viagem Três Marias/Manga:	~ 6 dias
• Tempo de viagem Barra do Velhas/Manga:	~ 4 dias
• Tempo de viagem Barra Paracatu/Manga:	~ 3 dias
• Tempo de viagem Barra Urucuia/Manga:	~ 2 dias

(*) AD: área de drenagem (km²) Q MLT : vazão média de longo período

Figura 3 - Caracterização da bacia hidrográfica de interesse.

Como mencionado anteriormente, a CEMIG já dispõe de um sistema de previsões de vazão afluentes ao reservatório da UHE Três Marias e apoiará a Agência Peixe Vivo na contratação, acompanhamento e avaliação dos serviços a serem desenvolvidos nesse contrato, a ser disciplinado por Acordo de Cooperação Técnica específico.

5. DIRETRIZES GERAIS

O sistema a ser desenvolvido deverá realizar previsão de afluências médias diárias e/ou horárias, a depender da disponibilidade de dados, baseada na modelagem dos processos de transformação chuva-vazão e propagação



hidrodinâmica do escoamento para o trecho da bacia do rio São Francisco entre a UHE Três Marias e a cidade de Matias Cardoso/Manga, próximo à divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia. O sistema de previsão a ser desenvolvido deverá:

- Considerar uma antecedência mínima de até 10 (dez) dias nas previsões de precipitação.
- Considerar a propagação hidrodinâmica no trecho do rio São Francisco entre Três Marias e Manga com o intuito de fornecer, além de vazão, nível d'água, área alagada, velocidade, tempo de chegada e duração das cheias nas regiões de interesse.
- Incorporar as informações operativas da UHE Três Marias, fornecidas pelo agente operador, atualmente a CEMIG.
- Considerar a aquisição de dados em tempo real de postos hidrometeorológicos disponibilizados pelas redes telemétricas da CEMIG, ANA, CHESF, CODEVASF, INMET, CEMADEN e demais agentes que operam na bacia, além da precipitação observada em formato GRIB: TRMM-MERGE fornecido pelo INMET e CPC fornecido pelo NOAA.
- Assimilar e fazer uso operacional dos dados de chuva prevista pelos modelos meteorológicos do NCEP (GFS e GEFS), do ECMWF e de outros centros de meteorologia.
- Realizar seu acoplamento com a plataforma integradora Delft-FEWS (Deltares), atualmente utilizada pela CEMIG.

6. METODOLOGIA

A metodologia a ser adotada envolve a utilização de previsões quantitativas de chuva e informações de chuva e vazão, obtidas por telemetria e ou fontes em grid, para obter previsões de vazão utilizando a modelagem matemática distribuída do processo de transformação de chuva em vazão.

A região de interesse desse estudo, representada na Figura 2, constitui a bacia incremental entre a UHE Três Marias e a cidade de Manga, localizadas no rio São Francisco, e compreende uma área de 152.000 km². Entretanto, para se alcançar o objetivo de promover o reabastecimento das lagoas marginais com a operação otimizada da UHE Três Marias, também é necessária a simulação da bacia hidrográfica a montante da usina, o que já é realizado com o sistema Delft-FEWS CEMIG.

Deverá ser utilizado um modelo hidrológico semi-distribuído, do tipo HEC_HMS (Hydrologic Modeling System, U.S. Army Corps of Engineers, USACE), através do método de perdas soil moisture accounting, ou MGB IPH (Modelo de Grandes Bacias, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul), em suas versões atualizadas e de uso livre, que simule de forma contínua o processo de





transformação chuva-vazão. A recomendação de se utilizar os modelos HEC-HMS (com o método Soil Moisture Accounting), ou o MGB-IPH se deve à necessidade de compatibilização com o sistema de previsão Delft FEWS-CEMIG, utilizado na simulação hidrológica para prever as vazões afluentes ao reservatório de da UHE Três Marias. O modelo hidrológico deve ser adaptado para utilizar as informações obtidas em tempo real pela rede telemétrica operada pela CEMIG, de estações instaladas especificamente no contexto do presente projeto, e demais fontes de monitoramento hidrometeorológicos (INPE, INMET, ANA/CPRM, CHESF, CODEVASF, CEMADEN, NOAA) nessa bacia hidrográfica.

O sistema deverá ser capaz de assimilar de forma automática as previsões quantitativas de chuva geradas pelos modelos de centros de meteorologia operacionais disponíveis (GFS, GEFS, ECMWF, CFS). O sistema de previsão deverá ser ajustado para ser acoplado à plataforma Delft-FEWS (<https://www.deltares.nl/en/software/flood-forecasting-system-delft-fews-2> , Deltares, NL), de modo que as previsões deverão poder ser realizadas de forma operacional e automática. A documentação e os softwares relativos aos modelos HEC HMS e MGB-IPH encontram-se disponíveis nos links (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>) e (<https://www.ufrgs.br/hge/mgb-iph/>), respectivamente.

Além da utilização do modelo hidrológico de simulação chuva-vazão, o sistema deve incorporar também o modelo hidrodinâmico de propagação de vazões disponível no software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System, USACE - US Army Corps of Engineers), em sua versão atualizada e de uso livre, para simular o trânsito das cheias previstas em cada sub-bacia e o hidrograma defluente da UHE Três Marias até a região das lagoas marginais a serem avaliadas. Este modelo deve ser construído para possuir alta precisão na simulação de níveis na região, pois é uma necessidade do projeto que o enchimento das lagoas seja corretamente previsto nas simulações. A documentação e o software relativos ao modelo HEC-RAS encontra-se disponível no link (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

Para implementar a modelagem hidráulica será necessária, além de dados já disponíveis, a realização de levantamento topobatimétrico de cerca de 60 (sessenta) seções, além de perfis longitudinais do fundo dos canais e da linha d'água ao longo do rio São Francisco e nas barras do principais afluentes, na região de interesse. O detalhamento da especificação desses serviços de campo encontra-se descrito no Anexo A. Para a calibração e validação da operação do sistema de previsão proposto, também devem ser instaladas pela Contratada, 06 (seis) estações limimétricas, sendo 01 (uma) delas também com sensor pluviométrico, nas seções do rio São Francisco adjacentes às lagoas marginais de interesse, dotadas de sistemas de telemetria para aquisição e





transmissão automática dos dados de níveis d'água e altura de chuva, bem como, a adequação de 05 estações fluviométricas convencionais da ANA, operadas no trecho mais a jusante das sub-bacias dos rios Jequitaí (Fazenda Umburana), Paracatu (Barra do Escuro), Urucuia (Porto Curralinho), e São Francisco (São Francisco e Manga), para aquisição da telemedição e transmissão em tempo real do nível d'água e altura de chuva. O detalhamento da especificação dessas estações e suas instalações encontra-se descrito no Anexo B. Na assimilação dos dados telemétricos de vazão, deve ser prevista a checagem de seus valores, em busca de possíveis erros, buscando a redução das discrepâncias entre valores calculados e observados.

7. ATIVIDADES E PRODUTOS

O desenvolvimento do sistema de previsão de vazões deve seguir as etapas apresentadas a seguir. Os produtos a serem entregues durante o desenvolvimento dos trabalhos são indicados junto com as etapas.

a) **Consolidação do Plano de Atividades**

Nesta etapa, deve ser realizada, em conjunto com a equipe técnica da Contratante uma revisão e consolidação do Plano de Trabalho das atividades a serem desenvolvidas. Também deve ser consolidada, a definição da área geográfica a ser representada, incluindo o estabelecimento dos pontos iniciais e finais de simulação hidrológica e hidráulica, locais de entrada de dados de defluências operadas e previstas, e identificação de pontos de interesse principais para as previsões.

Preliminarmente são identificadas, como pontos de interesse, as lagoas adjacentes ao rio São Francisco. Entre elas, as lagoas denominadas: Lavagem, Angical, Comprida, Picada, Cajueiro e Beirada, todas localizadas na região das cidades Matias Cardoso e Manga (Figuras 2 e 3), além de pontos de controle inseridos na modelagem hidrológica semidistribuída, como a captação do projeto Jaíba em Mocabinho dentre outras.

Produto n.1: Relatório do Plano de Trabalho

b) **Coleta e Análise de Dados**

Nesta etapa devem ser coletados dados de séries históricas de vazão, nível, precipitação e outras variáveis climáticas, na frequência horária e diária, disponíveis no banco de dados de entidades que operam na bacia e as informações em formato grid de precipitação TRMM-MERGE e CPC, além de dados de levantamentos da morfologia do sistema de canais e lagoas do vale a ser modelado tais como, seções transversais, perfis longitudinais do canal e da linha d'água, caracterização da rugosidade, modelos digitais de elevação de terreno disponíveis, mapas de tipo e uso do solo.

Também devem ser identificados eventos históricos que possam servir de





exemplo para testes e verificação do sistema de previsão. Exemplos de cheias significantes que aconteceram após a construção da UHE Três Marias foram os eventos de 1979 (vazão máxima de 14.900 m³/s), de 1980 (vazão máxima de 10.000 m³/s), de 1981 (vazão máxima de 10.900 m³/s) e de 2011 (vazão máxima de 8.000 m³/s). Os quatro eventos supracitados foram suficientemente grandes para que, em conjunto com a operação da UHE TM, inundassem as lagoas marginais, foco desse estudo.

Deverão ser coletadas e analisadas as séries de dados hidrometeorológicos e demais informações que constituem entradas disponíveis para a calibração dos parâmetros do modelo, a verificação e a utilização operacional dos modelos HEC RAS, HEC HMS ou MGB-IPH, tais como:

- Precipitações de frequência horária e diária das estações da Cemig e demais entidades que operam na bacia, das redes convencional e telemétrica.
- Dados climatológicos de frequência horária e diária das estações telemétricas da Cemig e demais agentes e órgãos de monitoramento hidrometeorológicos (INPE, INMET, ANA/CPRM, CEMADEN, CHESF, CODEVASF), quando disponíveis.
- Dados de precipitação observada em formato GRID TRMM-MERGE e cpc;
- Vazões das estações das redes convencional e telemétrica da CEMIG e demais agentes e órgãos de monitoramento hidrometeorológicos (INPE, INMET, CEMADEN, ANA/CPRM, CHESF, CODEVASF), em intervalos diários e horários, quando disponíveis.
- Séries de dados operativos (vazões afluentes, turbinadas e vertidas) da UHE Três Marias em intervalos diários e horários, quando disponíveis.
- Levantamento das fontes de dados relacionados à previsão de precipitação nas bacias.
- Características físicas de cada sub-bacia: mapas georreferenciados da hidrografia, cobertura vegetal, tipo de solo, seu uso e ocupação, e de topografia.
- Topobatimetrias, levantamentos de linha d'água e perfis longitudinais do fundo do rio e das lagoas, disponíveis e a serem levantados.
- Consistência de todos os dados de precipitação e vazão obtidos e definição das melhores fontes de dados a serem utilizadas.
- A série de dados deverá ser suficiente longa de forma a permitir a aplicação do método Split-Sample-Test e obter-se uma calibração robusta do modelo hidrológico
- Características do reservatório da UHE Três Marias.

A definição do intervalo de tempo de simulação, a escolha das informações e





períodos a serem utilizados para calibração, validação e utilização do sistema, dentre as disponíveis listadas acima, deverá ser realizada em conjunto entre Contratante e Contratada.

Produto n.2 – Relatório de Coleta de Dados Disponíveis

c) Serviços de Campo: Levantamento Topobatimétrico e Instalação de Postos Pluvio-Fluviométricos com Telemetria

Um levantamento topobatimétrico abrangendo, no mínimo, 60 (sessenta) seções no vale entre a UHE Três Marias e Manga deve ser especificado e realizado para subsidiar a modelagem hidráulica detalhada no sistema fluvial e lacustre. Devem ser coletados e analisados levantamentos para o trecho do rio São Francisco entre Três Marias até a barra do rio Paracatu realizados recentemente pela CEMIG. Os levantamentos adicionais deverão ser compatibilizados com o existente no que se refere a critérios e requisitos de precisão.

Além da rede de estações telemétricas disponíveis, deverão ser adaptadas para aquisição e transmissão automática de níveis d'água e altura de chuva, 05 cinco estações pluvio-fluviométricas convencionais da ANA (tabela 01 a seguir) representativas das contribuições das sub-bacias dos principais tributários da área incremental; e instaladas mais 06 (seis) novas estações linimétricas, sendo uma delas também pluviométrica, em seções do rio São Francisco, adjacentes às lagoas marginais, com disponibilização das informações em tempo real. Durante a implantação do projeto, caso seja identificado que alguma das estações listadas já esteja telemetrizada, a lista poderá ser alterada em comum acordo com a CEMIG.

Os levantamentos de campo Contratada ou por empresa subcontratada pela Contratada, mas deverão ter sua execução previamente aprovada pelo Contratante.

Detalhes dos levantamentos das seções topobatimétricas e da instalação das estações pluvio-fluviométricas são apresentados nos Anexos A e B.

Tabela 01 - Estações Pluvio-fluviométricas convencionais da ANA na área de interesse.

Nome	FAZENDA UMBURANA MONTANTE	BARRA DO ESCURO	PORTO CURRALINHO	SÃO FRANCISCO	MANGA
Código	42145498	43980002	42940000	44200000	44500000
Bacia	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)
Rio	RIO JEQUITÁI	RIO URUCUIA	RIO PARACATU	RIO SÃO FRANCISCO	RIO SÃO FRANCISCO
Estado	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS
Município	JEQUITÁI	SÃO ROMÃO	BRASILÂNDIA DE MINAS	SÃO FRANCISCO	MANGA
Responsável	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA
Operadora	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM
Latitude	-17:12:58	-16:16:5	-16:59:46	-15:56:58	-14:45:26
Longitude	-44:27:36	-45:14:13	-45:30:42	-44:52:4	-43:55:56
Altitude (m)	508	445	473	448	474
Área de Drenagem (km ²)	6.910	24.600	41.000	184.000	202.000

Fonte: Hidroweb-ANA

Produto n.3 – Relatório do Levantamento Topobatimétrico e Instalação de

Rua Carijós, 166 - 5º andar - Centro - Belo Horizonte - MG - 30.120-060

Tels.: (31) 3207.8507 - E-mail: licitacao@aqbpeixe vivo.org.br





Estações.

d) Discretização das Bacias para o Modelo Hidrológico HEC HMS ou MGB-IPH

Na modelagem hidrológica semidistribuída existem níveis de discretização dos dados espaciais definidos a partir de dados topográficos de um Modelo Digital de Elevação (MDE): a bacia; as sub-bacias. A bacia é a área total que será representada no modelo hidrológico. As sub-bacias são as menores unidades em que a bacia é dividida (discretizada), dentro das quais os processos de propagação fluvial sejam importantes e não negligenciados, ou seja, que os processos de translação e atenuação de ondas de cheias são relevantes na compreensão das dinâmicas da bacia. As sub-bacias são unidades, que podem ser utilizadas para a definição de valores de parâmetros do modelo hidrológico e nos procedimentos de calibração.

Após a análise dos dados hidrometeorológicos e demais informações disponíveis, a empresa Contratada deve fazer a segmentação da bacia incremental do rio São Francisco na área de interesse, a qual deverá contemplar cada sub-bacia hidrográfica dos principais afluentes além de pontos de interesse entre a UHE Três Marias e a região das lagoas marginais. Cada sub-bacia das Lagoas Marginais a serem estudadas nesse trecho deve estar bem representada no modelo hidrológico. A discretização deverá ser validada pela Contratante.

e) Avaliação e preparação de dados e discretização do trecho a jusante da UHE TM para uso do modelo HEC-RAS

Para fornecer subsídios a uma operação eficiente da UHE TM visando a reconstituição de Lagoas Marginais no trecho do rio São Francisco, entre as cidades Matias Cardoso e Manga, é necessário ter uma boa representação do trânsito de cheias ao longo do rio. Sendo assim, será necessária propagação hidrodinâmica no trecho do rio São Francisco entre Três Marias e Manga com o intuito de fornecer, além de vazão, níveis de água, área alagada e volumes, velocidades, tempos de chegada e duração das cheias na região de interesse.

O modelo hidráulico a ser utilizado neste estudo deve ser o HEC-RAS 5.0.5 ou superior, o qual deve ser incorporado ao sistema de previsão de vazões. As atividades desta etapa envolvem:

- Análise dos dados de levantamentos de campo para serem utilizados no modelo HEC-RAS.
- Discretização de todo o trecho a ser simulado a jusante da UHE TM, incluindo o sistema de lagoas, com incorporação da batimetria e/ou seções transversais e topografia com os dados disponíveis.





- Estimativa dos parâmetros a serem utilizados na simulação.

Na etapa de avaliação e preparação dos dados devem ser identificadas e analisadas as informações sobre o seguinte:

- Levantamento de dados topográficos disponíveis na forma de Modelos Digitais de Elevação (SRTM, ASTER). Estas informações serão importantes para, junto com as seções transversais de campo, obter um mapeamento mais preciso da área de estudo, permitindo avaliar melhor a propagação das vazões, as áreas inundadas e as lagoas.
- Levantamento de imagens de satélite disponíveis para a caracterização de áreas de interesse quanto ao uso do solo.
- Integração das Seções Transversais levantadas do rio São Francisco e o Modelo Digital de Elevação disponível na área de abrangência do estudo.
- Revisão de outras informações de interesse no trecho a ser simulado.
- Avaliação dos dados para uso no estudo.
- Definição da topologia e das condições de contorno da modelagem hidrodinâmica.

Produto n.4 – Relatório da Discretização da Bacia para os Modelos HEC-HMS ou MGB-IPH e HEC-RAS

f) Adaptação do modelo aos dados telemétricos horários e às seções transversais

Nesta etapa será feita uma adaptação do modelo hidrológico HEC-HMS/RAS ou MGB-IPH para que possam ser inseridos dados horários e em tempo real provenientes de estações telemétricas e todo o modelo adaptado deverá também incorporar as seções transversais levantadas em campo, para obter melhores resultados nas simulações.

g) Calibração e Validação do Modelo Hidrológico HEC-HMS ou MGB-IPH

A simulação de um sistema hidrológico é afetada pelas incertezas nos dados de entrada, simplificações e técnicas inadequadas para a estimativa dos dados que, finalmente se refletem na estimativa dos parâmetros do modelo de simulação. É necessário encontrar os valores dos parâmetros de um modelo matemático que resultem em uma boa concordância entre dados observados e calculados. Uma das principais etapas da utilização de um modelo consiste na sua calibração (ou ajuste), seja pelas considerações físicas, seja pela otimização matemática, onde seus parâmetros são estimados buscando a melhor concordância possível entre os dados observados e os resultados do modelo. Deverá ser adotado o método Split-Sample-Test para as etapas de calibração e validação do modelo. Com os seus parâmetros ajustados na calibração, tem-se a garantia de que o modelo representa a hidrologia da bacia da forma mais adequada





possível, atendendo aos interesses do estudo.

Nesta etapa o modelo hidrológico deve ser adaptado para rodar com dados em intervalos de tempo horário ou diário, a depender da disponibilidade de dados das sub-bacias. Além disso, o modelo será adaptado para receber as seções transversais obtidas através do levantamento topobatimétrico. Os resultados do modelo deverão ser avaliados com a discretização adotada e seus parâmetros devem ser calibrados considerando o intervalo de tempo adotado, buscando utilizar dados mais recentes possíveis.

h) Ajuste e avaliação do Modelo HEC-RAS

Uma vez que os dados a serem utilizados pelo modelo HEC-RAS tenham sido selecionados e preparados para simular o sistema de interesse, e a discretização do sistema tenha sido estabelecida, será necessário calibrar e avaliar a execução do modelo e os seus resultados. Assim, deverão ser simulados cenários de vazões defluentes da UHE TM buscando verificar a estabilidade do modelo e a confiabilidade dos resultados. Os resultados do modelo, em termos de vazões, poderão ainda ser ajustados a dados observados existentes na região de estudo.

Nesta avaliação devem ser ajustados os parâmetros a serem adotados, especialmente do coeficiente de Manning, bem como a discretização inicial do sistema.

Produto n.5 – Relatório da Adaptação e Calibração do Modelo Hidrológico HEC-HMS ou MGB-IPH e Ajuste do Modelo HEC-RAS

i) Desenvolvimento do modelo em módulo de previsão

Nesta etapa o módulo de previsão do modelo hidrológico deve ser preparado para o estudo de caso, envolvendo o uso de previsões quantitativas de chuva e informações observadas de chuva e vazão, obtidas por telemetria e informações de precipitação em Grid, para obter previsões de vazão para a área de estudo com, ao menos, 10 dias de antecedência. O módulo deverá permitir o uso das informações obtidas e disponíveis em tempo real pela rede telemétrica operada pela CEMIG e demais agentes e órgãos de monitoramento hidrometeorológicos (INPE, INMET, ANA/CPRM, CHESF, CODEVASF, CEMADEN, etc.), e receber previsões quantitativas de chuva geradas pelos modelos dos centros de meteorologia operacional (GSF, GESF, ECMWF). Para isso, devem ser também criadas rotinas internas ao modelo que permitam a troca de dados entre o sistema e as fontes de informações.

Todo o sistema deverá estar apto para ser acoplado ao sistema integrador Delft-FEWS. Assim, as previsões deverão ser realizadas de forma operacional.

j) Otimização de método de assimilação de dados





Nesta etapa devem ser testados e atualizados os métodos de assimilação de dados utilizados na aplicação do modelo hidrológico para a previsão de vazão.

Os métodos de assimilação consistem de formas de incorporar os dados de vazão observados na rede telemétrica para atualizar as variáveis de estado mais importantes do modelo hidrológico.

Adicionalmente, o sistema deverá permitir ao previsor, além de visualizar os resultados das previsões, substituir os valores das vazões previstas, calculadas pelos modelos, por outros que julgar mais convenientes, sendo consideradas estas as previsões válidas a partir daquele instante.

A etapa de assimilação de dados da previsão deverá ser avaliada durante os testes operacionais e estar de acordo com o sistema Delft-FEWS.

Produto n.6 – Relatório de Preparação do Modelo de Previsão e de Assimilação de Dados

k) Integração do Modelo ao Sistema Operacional Delft-Fews CEMIG

Nesta etapa a equipe da empresa Contratada deverá acoplar os modelos de previsão ao sistema integrador Delft-FEWS, sob supervisão da CEMIG, para operação em tempo real pela CEMIG. Neste caso, a Contratada deve implementar todas modificações necessárias nas rotinas do HEC HMS ou MGB-IPH para executar o acoplamento.

l) Integração do HEC-RAS ao Sistema de Previsão

Nesta etapa a equipe da empresa Contratada deve realizar o acoplamento do modelo HEC-RAS desenvolvido ao sistema Delft-FEWS, para operação em tempo real pela CEMIG.

Produto n.7 – Relatório de Acoplamento dos Modelos com a plataforma Delft-FEWS

m) Testes de operação do sistema para previsão e cenários

Nesta etapa o Sistema de Previsão será testado com um conjunto de dados hidrológicos, procurando gerar previsões para alguns eventos de interesse selecionados pelas equipes de trabalho na área de interesse.

Nessa etapa serão testados cenários a serem definidos pelas entidades envolvidas que contemplem testes hipotéticos da operação da UHE TM e a verificação da hidrodinâmica do rio São Francisco na região das lagoas de interesse.

Produto n.8 – Relatório de Testes de Operação do Sistema de Previsão

n) Período de acompanhamento

Nessa etapa, a empresa Contratada realizará, em um intervalo a ser definido (diariamente, semanalmente, etc) o sistema desenvolvido durante 5 meses,





preferencialmente, na estação chuvosa.

Produto n.9 – Relatório de Acompanhamento do Sistema de Previsão

8. VIAGENS E CUSTOS LOGÍSTICOS

Para compreender melhor o comportamento hidrológico e hidráulico da região de estudo, especialmente da área das lagoas, a equipe da empresa Contratada deve realizar visitas técnicas aos locais de interesse.

Além dessas visitas técnicas e reuniões de alinhamento das atividades, devem ser previstas também participações de integrantes da equipe, em reuniões semestrais ao longo do projeto com equipe de pesquisadores do projeto P2 e P3. As reuniões ocorrerão na região de desenvolvimento do projeto, possivelmente nas cidades de Manga e/ou Matias Cardoso.

Também deve ser prevista uma viagem de acompanhamento no início dos serviços de campo, para alinhar com a empresa que vai executar os levantamentos, a localização dos pontos a serem levantados e a necessidade de informação in situ.

A Contratada também deverá arcar com os custos inerentes ao transporte de instrumental de topografia e hidrometria, assim como os profissionais que atuarão na instalação e calibração dos instrumentos necessários ao monitoramento e sua manutenção.

Quaisquer outras despesas realizadas com serviços inerentes à concretização dos objetivos do presente Termo de Referência deverão ser arcadas pela Contratada sem a existência de outros ônus financeiros para o Contratante.

9. EQUIPE TÉCNICA

A Contratada deverá dispor uma equipe técnica capaz de atender o escopo dos serviços requeridos em cada etapa, observando os prazos previstos para entrega dos produtos. Os profissionais mobilizados pela Contratada deverão se dedicar integralmente ou parcialmente ao longo do Contrato, de acordo com as etapas previstas.

A Tabela 2 apresenta a relação de profissionais que deverão constituir a equipe técnica da Contratada. Além destes profissionais, a Contratada deverá prever auxiliares administrativos e estagiários para apoio na execução de atividades previstas.

A categoria de classificação dos profissionais leva em conta não apenas o tempo de formação, como também a experiência na participação em trabalhos dessa natureza e similares, conforme especificado no Ato Convocatório. A composição da equipe técnica sugerida foi estruturada conforme as atividades a serem executadas e os prazos previstos para entrega dos produtos parciais e finais.



**Tabela 2 - Profissionais requeridos para a Equipe Técnica**

Profissional	Categoria	Perfil	Quantidade de profissionais	Tempo mínimo de formação
Coordenador Geral	Equipe Chave	Coordenador	01 (um)	12 (doze) anos
Hidrólogos	Equipe Chave	Sênior	03 (três)	07 (sete) anos
Analista de Sistemas	Equipe Chave	Sênior	01 (um)	07 (sete) anos
Engenheiro Agrimensor ou Engenheiro Cartógrafo	Equipe Chave	Pleno	01 (um)	05 (cinco) anos
Profissional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto	Equipe Chave	Pleno	01 (um)	05 (cinco) anos
Topógrafo	Equipe de Apoio	Pleno	01 (um)	indiferente
Hidrometrista	Equipe de Apoio	Pleno	01 (um)	indiferente
Técnico de Telecomunicação	Equipe de Apoio	Pleno	01 (um)	indiferente
Desenhista Cadista	Equipe de Apoio	Pleno	01 (um)	indiferente
Secretário Administrativo	Equipe de Apoio	Júnior	01 (um)	indiferente

A Equipe Chave deverá comprovar as seguintes atribuições e experiências:

a) Coordenador Geral: 01 (um) Profissional com formação superior em Engenharia ou Geologia, com pelo menos 05 (cinco) anos de experiência comprovada (sem sobreposição de tempo) em:

- Coordenação ou Gerência de estudos hidrológicos e/ou estudos hidrodinâmicos e/ou inventários hidrelétricos;

b) Hidrólogos: 03 (três) Profissionais com formação superior em Engenharia ou Geologia, com pelo menos 03 (três) anos de experiência comprovada (sem sobreposição de tempo) em:

- Elaboração de estudos hidrológicos ou;
- Elaboração de modelagem hidrológica ou;
- Elaboração de modelagem hidrodinâmica ou;
- Elaboração de inventários hidrelétricos.

c) Analista de Sistemas: 01 (um) Profissional com formação superior em Ciência da Computação ou Sistemas de Informação ou Engenharia, com pelo menos 03 (três) anos de experiência comprovada (sem sobreposição de tempo) em:

- Desenvolvimento de modelos computacionais destinados à Hidrologia ou Hidráulica.

d) Engenheiro Agrimensor ou Engenheiro Cartógrafo: 01 (um) Profissional com formação superior em Engenharia de Agrimensura ou Engenharia Cartográfica, com pelo menos 03 (três) anos de experiência comprovada (sem sobreposição





de tempo) em:

- Levantamentos topográficos.

e) Profissional de Geoprocessamento ou Sensoriamento Remoto: 01 (um) Profissional com formação superior em qualquer área, com pelo menos 03 (três) anos de experiência comprovada (sem sobreposição de tempo) em trabalhos de geoprocessamento e/ou sensoriamento remoto destinados às seguintes finalidades:

- Mapeamento de áreas de inundação ou;

- Modelagem hidrológica ou;

- Modelagem hidrodinâmica ou;

- Inventários hidrelétricos.

A Equipe de Apoio deverá comprovar as seguintes atribuições e experiências:

f) Topógrafo: 01 (um) Profissional com formação técnica com o registro válido no sistema CREA/CONFEA. Comprovada experiência em:

- Levantamentos topográficos planialtimétricos ou;

- Levantamentos topobatimétricos.

g) Hidrometrista: 01 (um) Profissional com formação técnica com o registro válido no sistema CREA/CONFEA. Comprovada experiência em:

- Serviços de hidrometria ou fluviometria.

h) Técnico em Telecomunicação: 01 (um) Profissional com formação técnica com o registro válido no sistema CREA/CONFEA. Comprovada experiência em:

- Serviços de telecomunicações ou;

- Serviços de telemetria.

i) Desenhista Cadista: 01 (um) Profissional com nível médio com comprovada experiência:

- Elaboração de desenhos técnicos e mapas com uso de softwares tipo CAD.

j) Secretário Administrativo: 01 (um) Profissional com nível médio, com comprovada experiência em:

- Serviços administrativos.

As comprovações de escolaridade deverão ser apresentadas por meio de diplomas ou certificados de conclusão de curso, em obediência às regras do Ministério da Educação ou ainda por meio de Certidões de Registro Profissional em Entidade de Classe competente, quando for o caso.





As comprovações de experiências profissionais deverão ser apresentadas por meio de atestados de capacidade técnica emitidos por terceiros.

10. PRODUTOS ESPERADOS

Os relatórios técnicos a serem entregues ao longo dos serviços devem conter adequada descrição metodológica; descrição dos dados utilizados; discussões e conclusões sobre os resultados obtidos em cada etapa: gráficos, tabelas, figuras e mapas elaborados em escala e formato ideais para facilitar a compreensão do seu conteúdo.

Os relatórios também deverão conter todas as referências utilizadas e as memórias de cálculo mais relevantes e pertinentes para os estudos. Os mapas, quando necessários deverão ser apresentados em formato A3, em escala, devendo fazer parte dos respectivos relatórios. Todos os produtos deverão ser entregues impressos e em meio digital, na forma de planilhas de cálculo, figuras, documentos de texto, mapas e bases de dados georeferenciadas, entre outros.

Inicialmente, a Contratada realizará a entrega em caráter preliminar (minuta), por meio de e-mail (em meio digital). A mensagem de entrega deverá ser encaminhada para o Fiscal do Contrato (funcionário da Agência Peixe Vivo) e também para um representante da CEMIG indicado pelo Contratante.

O prazo de avaliação do produto em caráter preliminar é de 15 (quinze) dias. Somente após a aprovação da minuta, por parte da Agência Peixe Vivo, é que a Contratada será autorizada a realizar as impressões e realizar a entrega em caráter definitivo.

As versões revisadas do Relatório de Plano de Trabalho (RPT) e de cada um dos Relatórios Parciais (RP), listados a seguir, deverão ser entregues, em 03 vias impressas, no formato A4, encadernação normal (espiral).

Produto 0: RPT- Relatório do Plano de Trabalho;

Produto 1: RT1- Relatório de Coleta de Dados Disponíveis;

Produto 2: RT2- Relatórios do levantamento topobatimétrico e instalação de estações;

Produto 3: RT3- Relatório da Discretização da Bacia nos modelos HEC-HMS ou MGB-IPH e HEC-RAS;

Produto 4: RT4- Relatório da Adaptação e Calibração do modelo hidrológico HEC-HMS ou MGB-IPH e Ajuste do modelo Hidrodinâmico;

Produto 5: RT5- Relatório de preparação do modelo de previsão e de assimilação de dados;

Produto 6: RT6- Relatório de Acoplamento com a plataforma Delft-FEWS;





Produto 7: RT7- Relatório de Testes de Operação do Sistema de Previsão;

Produto 8: RT8- Relatório de Acompanhamento do Sistema de Previsão.

11. VALOR GLOBAL DA CONTRATAÇÃO

O valor global a ser contratado pela Agência Peixe Vivo possuirá um teto (valor máximo) de **R\$ 3.966.666,67 (três milhões, novecentos e sessenta e sete mil, seiscentos e sessenta e seis reais e sessenta e sete centavos)**.

12. PRAZOS DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMAS

Para a elaboração dos serviços são previstos 24 (vinte e quatro) meses, a partir da liberação da ordem de serviço.

O planejamento cronológico da execução das atividades previstas neste Termo de Referência, bem como da entrega dos produtos listados anteriormente, são apresentados nos cronogramas a seguir (Tabelas 3 e 4).





Tabela 3 - Cronograma físico dos serviços.

Item	Descrição das Atividades	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Consolidação do Plano de Atividades	█																							
2	Coleta e análise de dados		█	█																					
3	Levantamento topobatimétrico do rio São Francisco entre Três Marias e Manga e instalação de postos telemétricos				█	█	█	█	█	█	█	█													
4	Discretização das bacias para o modelo hidrológico									█	█	█													
5	Avaliação e preparação de dados e discretização do trecho a jusante da UHE Três Marias para uso do modelo HEC-RAS									█	█	█	█												
6	Adaptação do modelo aos dados telemétricos e às seções transversais												█	█											
7	Calibração do modelo hidrológico															█	█	█							
8	Ajuste e avaliação do modelo HEC-RAS																	█	█						
9	Desenvolvimento do modelo em módulo de previsão																		█	█					
10	Otimização de método de assimilação de dados																				█				
11	Integração do modelo ao sistema operacional Delft-FEWS na CEMIG																				█	█			
12	Integração do HEC-RAS ao Sistema de Previsão																				█	█			
13	Testes de Operação do Sistema para Previsão e Cenários																						█		
14	Período de acompanhamento																					█	█	█	█
	Emissão de relatório técnico	RPT		RT1	RT2A	RT2B	RT2C	RT2D	RT2E	RT2F	RT2G		RT3							RT4		RT5	RT6	RT7	RT8





Tabela 4 - Cronograma de desembolso (em % do valor global)

Descrição das Atividades	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
RPT - Relatório do Plano de Trabalho	1,0%																							
RT1 - Relatório de coleta de Dados Disponíveis			3,0%																					
RT2 - Relatórios de Levantamento Topobatimétrico e Instalações de Estações				9,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	9,0%	17,0%														
RT3 - Relatório da Discretização das bacias para os modelos HEC-HMS ou MGB-IPH e HEC-RAS												4,0%												
RT4 - Relatório da Adaptação e Calibração do Modelo Hidrológico e Ajuste do Modelo Hidrodinâmico																		12,0%						
RT5 - Relatório de Preparação do Modelo de Previsão e Assimilação de Dados																				8,0%				
RT6 - Relatório de Acoplamento dos Modelos com a Plataforma Delft-FEWS																					9,0%			
RT7 - Relatório de Testes de Operação do Sistema de Previsão																						5,0%		
RT8 - Relatório de Acompanhamento do Sistema de Previsão																								3,0%
Desembolso mensal (%)	1,0%	0,0%	3,0%	9,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	9,0%	17,0%	0,0%	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%	0,0%	8,0%	9,0%	5,0%	0,0%	3,0%
Desembolso acumulado mensal (%)	1,0%	1,0%	4,0%	13,0%	18,0%	23,0%	28,0%	33,0%	42,0%	59,0%	59,0%	63,0%	63,0%	63,0%	63,0%	63,0%	63,0%	75,0%	75,0%	83,0%	92,0%	97,0%	97,0%	100,0%
Emissão de Relatório Técnico	RPT		RT1	RT2A	RT2B	RT2C	RT2D	RT2E	RT2F	RT2G		RT3						RT4		RT5	RT6	RT7		RT8

Não será realizado nenhum desembolso além daqueles previstos e programados na Tabela 4.

Não é permitida a modificação dos percentuais de nenhum dos serviços discriminados na Tabela 4.





ANEXO A - LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS

A1. OBJETO

Levantamento de seções topobatimétricas em cursos d'água a jusante da UHE Três Marias.

A2. FINALIDADE

O objetivo principal do levantamento das seções topobatimétricas do vale do rio é modelar a geometria da calha fluvial menor e da planície de inundação adjacente, registrando ainda as características de rugosidade do leito, o material predominante no leito e o tipo de vegetação predominante nas margens, necessários à aplicação de modelos hidráulicos para a simulação de propagação de vazões.

A3. LOCALIZAÇÃO

Os serviços serão executados nas barras dos rios Paracatu, Urucuia, Jequitaiá, Pacuí, Pandeiros, e no rio São Francisco, no trecho a jusante da barra do rio Paracatu e se estenderão até a cidade de Manga.

A4. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Deverão ser levantadas cerca de 60 seções topobatimétricas, perpendiculares à direção do fluxo do curso d'água, alcançando pontos possíveis de serem inundados na ocorrência de cheias extremas, conforme descrição abaixo:

Rio São Francisco entre a barra do rio Paracatu e Manga: a seção deve abranger todo leito do rio, e aproximadamente mais 3 km para cada margem. A área dos levantamentos corresponde ao trecho de aproximadamente 290 km ao longo do curso do rio São Francisco, desde a sua confluência com o rio Paracatu até a cidade de Manga. As seções devem ser levantadas a cada 5 km, em média, caracterizando as singularidades existentes no trecho e priorizando estações fluviométricas, pontes (Pedras de Maria da Cruz), travessias de balsa, seções de captação de água, cidades (São Romão, Ponto Chique, São Francisco, Pedras de Maria da Cruz, Januária, captação do Projeto Jaíba, Matias Cardoso, Itacarambi e Manga), além das seções na região das lagoas marginais de interesse.

Rios Jequitaiá, Pacuí, Paracatu, Rios Rios Jequitaiá, Pacuí, Paracatu, Urucuia e Pandeiros: devem ser levantadas (02) duas seções em cada um desses rios, no trecho imediatamente a montante da confluência com o rio São Francisco, observando uma distância de aproximadamente 500 m entre as duas seções de forma a permitir a caracterização da declividade e da morfologia de cada confluência.

Nas regiões onde o vale do curso d'água for mais encaixado, poderá ser adotada uma extensão inferior a 3 km em cada margem, desde que se tenha uma cota 15 metros superior à cota do nível d'água. Nas regiões mais planas deve-se garantir que a cota máxima seja pelo menos 10 metros superior à cota observada para o nível d'água da seção.





A5. METODOLOGIA PARA LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS

Para todas as seções topobatimétricas definidas deverá ser adotada uma referência de nível comum, com as elevações fornecidas em cotas altimétricas verdadeiras. Recomenda-se a utilização:

- Datum Vertical: Marégrafo de IMBITUBA
- Datum Horizontal: SAD-69

Os levantamentos deverão ser realizados por equipe especializada, com Topógrafo devidamente registrado no CREA, utilizando equipamentos de precisão, de acordo com os seguintes métodos:

Coordenadas Planimétricas:

Para o transporte de coordenadas planimétricas E (Este) e N (Norte), a operação deverá ser feita com GPS de precisão, seguindo os seguintes critérios:

- Para distâncias superiores a 20 km, deverá ser usado o rastreador geodésico de dupla frequência L1 e L2. O tempo de rastreamento mínimo deverá ser de 60 minutos.
- Para transporte com distâncias iguais ou inferiores a 20 km, poderá ser usado o rastreador geodésico de uma frequência L1. O tempo mínimo deverá ser também 60 minutos.

Coordenadas Altimétricas:

Quanto à coordenada altimétrica (eixo z), como o trabalho exige precisão de +/- 10 cm (dez centímetros), esta deverá ser transportada por GPS diferencial de dupla frequência a partir de marcos do IBGE, para 2 marcos que deverão ser implantados na crista da barragem.

As seções deverão ser locadas através de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum SAD 69 no respectivo fuso da usina.

Levantamento das Seções Topobatimétricas:

Os serviços de levantamento das seções topobatimétricas deverão utilizar os seguintes métodos:

Parte seca: (trecho entre o nível d'água em que se encontra o rio no instante do levantamento e o nível máximo na planície de inundação a ser determinado em campo) o levantamento topográfico deverá ser realizado através de estação total, com gravação digital para posterior incorporação aos dados batimétricos. Deverão ser representados e levantados todos os pontos que caracterizem descontinuidades do terreno e mudanças de declividade das margens.

Parte molhada: batimetria pelo método convencional, utilizando guincho, lastro, cabos de aço ou ecobatímetro, quando as condições do rio permitir. No levantamento do leito molhado, a seção deve ser detalhada com pontos com espaçamento de





2(dois) em 2 (dois) metros.

Os pontos das seções batimétricas deverão estar no mesmo sistema de coordenadas tanto na planimetria quanto na altimetria.

A6. LOCAÇÃO DAS SEÇÕES TOBATIMÉTRICAS

Seleção do Trecho Fluvial

Os critérios apresentados a seguir poderão servir de **orientação** para a equipe de campo, caso seja necessário realizar pequenos deslocamentos de uma seção em relação à posição pré-estabelecida:

- Trecho retilíneo, com margens simétricas e sem alargamentos ou estreitamentos bruscos de seção;
- Em longos trechos retilíneos, posicionar as seções no terço de jusante;
- Na identificação de um controle hidráulico no trecho retilíneo, posicionar a seção do extremo de jusante sobre a singularidade;
- As pontes com encontros simétricos e localizadas em trechos retilíneos apresentam um controle hidráulico bem delineado.
- Em confluências, posiciona-se uma seção a jusante no curso d'água principal e uma a montante no tributário.
- Nas seções do rio São Francisco adjacentes às Lagoas Marginais de interesse, o levantamento dessas deverão se estender até a obtenção do perfil transversal completo desse corpo d'água, de modo a caracterizar cotas de conexão e estimar seu volume.

A localização exata de cada seção a ser levantada, será definida em campo pela Contratante juntamente com a Contratada.

As Figuras 4 e 5 apresentam, de forma esquemática, os principais trechos de controle e os critérios para a seleção do trecho fluvial de interesse, respectivamente.



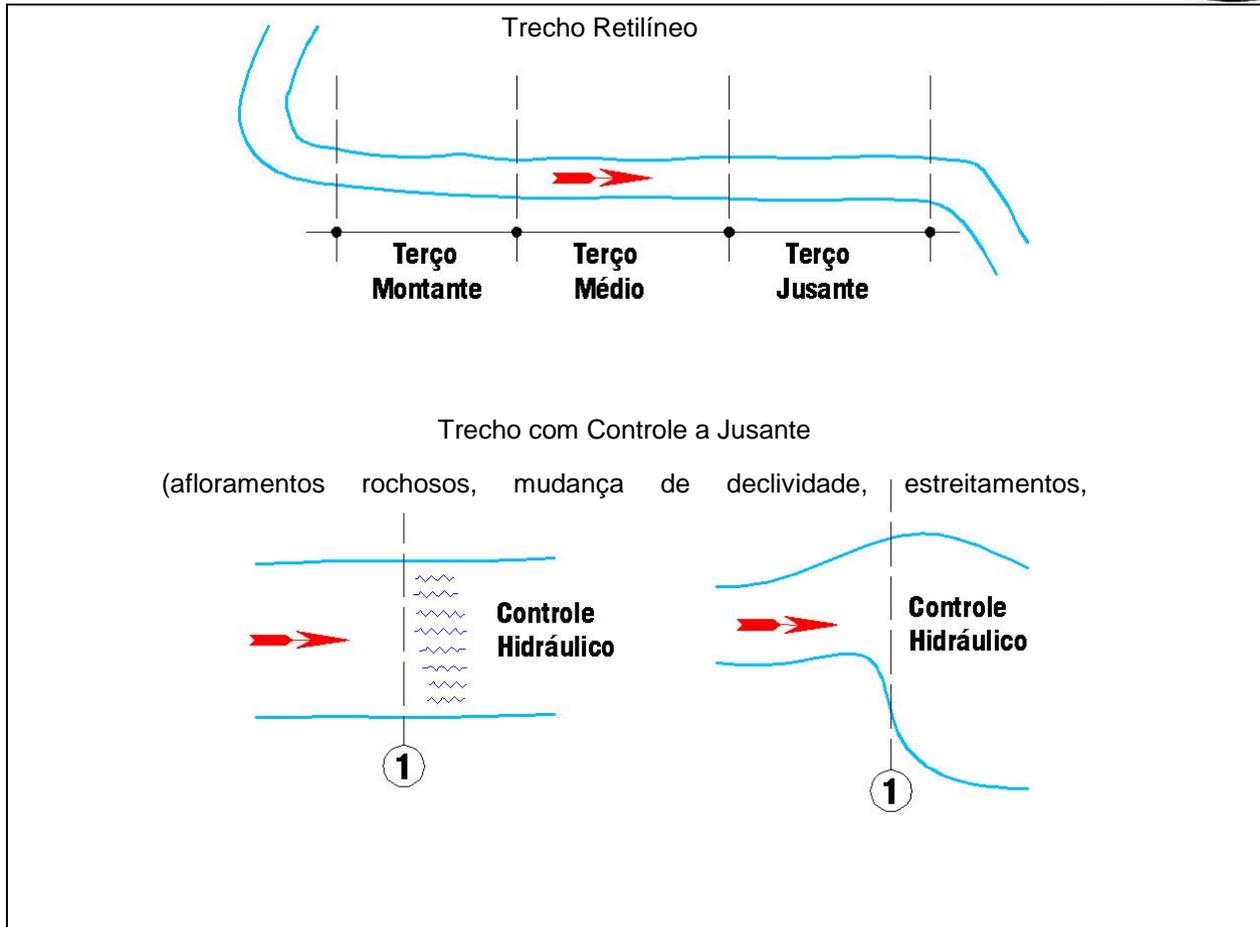


Figura 4 - Trechos fluviais retilíneos e com controle a jusante.

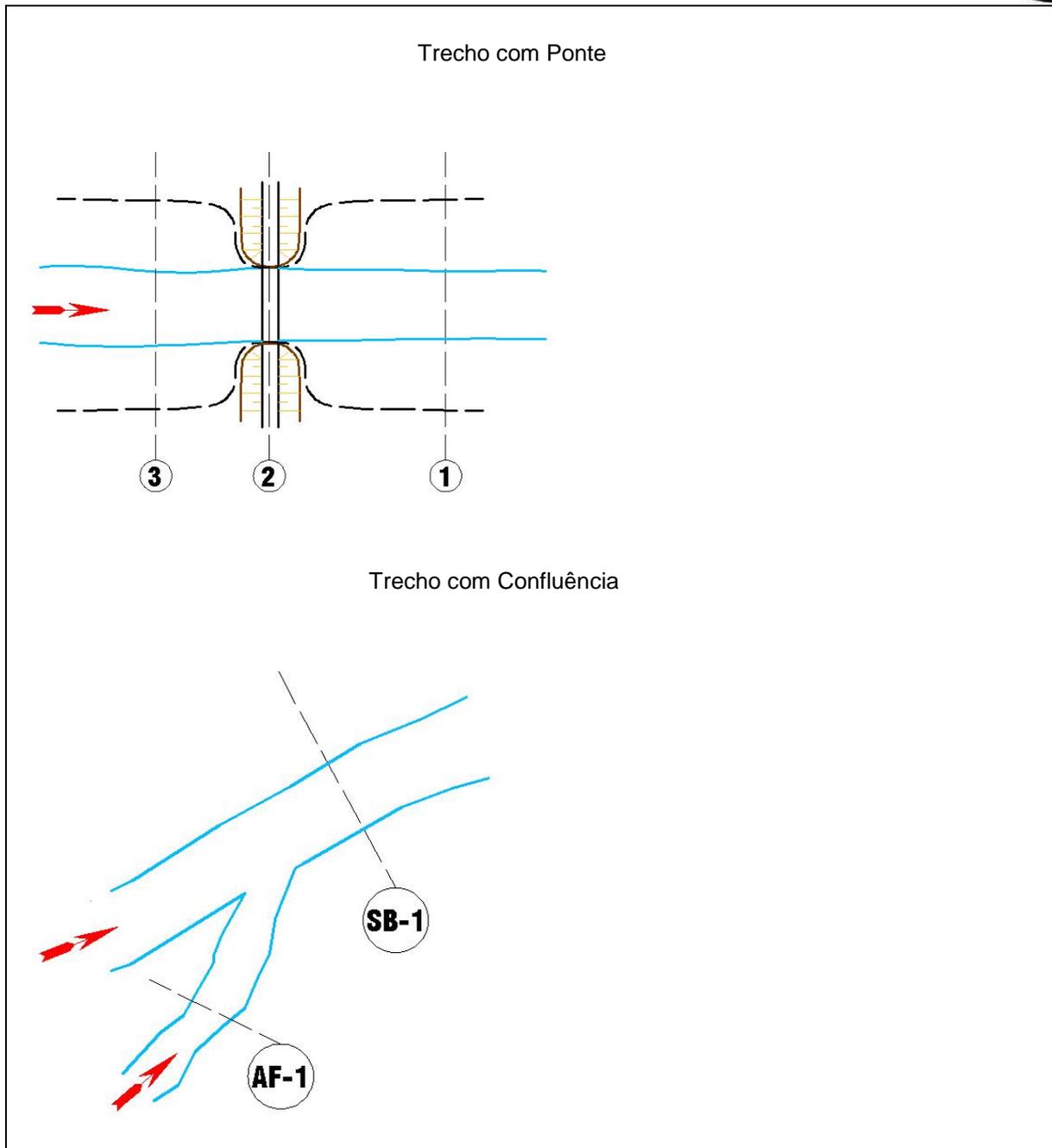


Figura 5 - Trechos fluviais de interesse.

Levantamento nas Estações Fluviométricas

Para as estações fluviométricas operadas nesse trecho do rio São Francisco, a seção topobatimétrica deverá coincidir com a seção de medição de descargas, conforme indicado na Figura 6.

Os RN's devem estar referenciados planialtimetricamente a um datum comum.

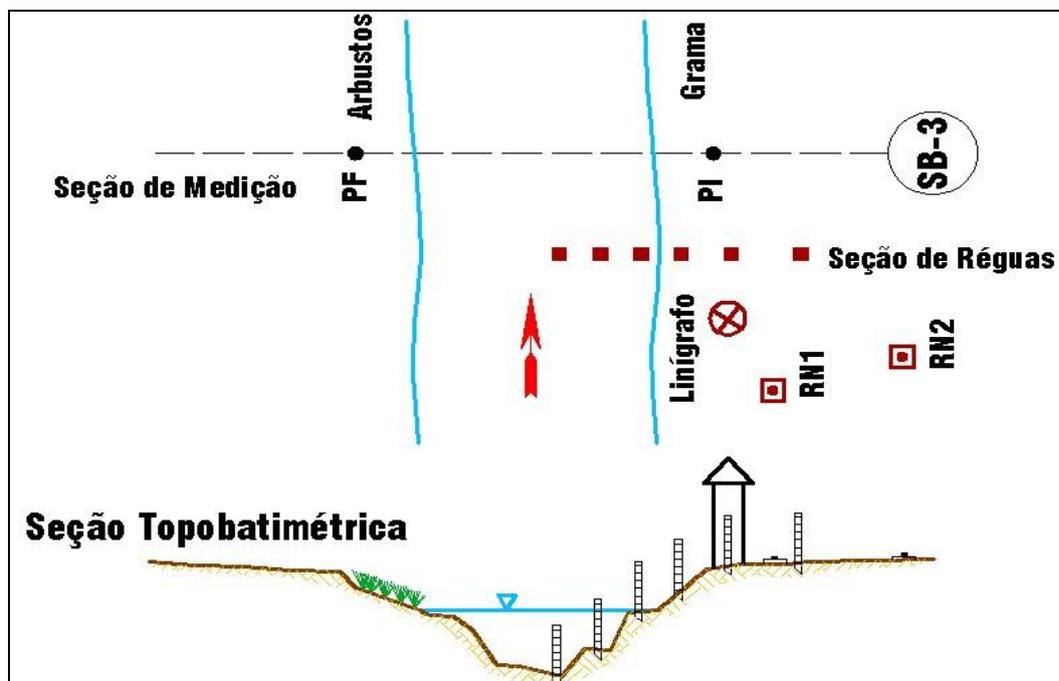


Figura 6 - Levantamento nas Estações Fluviométricas.

Tabela 6 - Estações fluvimétricas em operação na região de interesse – Fonte: Hidroweb/ANA.

Nome	SÃO ROMÃO	SÃO FRANCISCO	PEDRAS DE MARIA DA CRUZ	MANGA
Código	43200000	44200000	44290002	44500000
Bacia	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)
Rio	RIO SÃO FRANCISCO	RIO SÃO FRANCISCO	RIO SÃO FRANCISCO	RIO SÃO FRANCISCO
Estado	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS
Município	SÃO ROMÃO	SÃO FRANCISCO	PEDRAS DE MARIA DA CRUZ	MANGA
Responsável	ANA	ANA	ANA	ANA
Operadora	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM
Latitude	-16:22:21	-15:56:58	-15:36:4	-14:45:26
Longitude	-45:4:12	-44:52:4	-44:23:48	-43:55:56
Altitude (m)	452	448	445	474
Área de Drenagem (km ²)	154.000	184.000	194.000	202.000

Levantamento em Trechos com Pontes

A existência de uma ponte no trecho selecionado pode representar uma condição de controle hidráulico. Nesses casos, as seções deverão ser levantadas conforme o esquema da Figura 2. O vão central da ponte (seção 2) deverá conter também as informações mostradas no esquema da Figura 7.

Na região de interesse há uma ponte sobre o rio São Francisco em Pedras de Maria da Cruz.

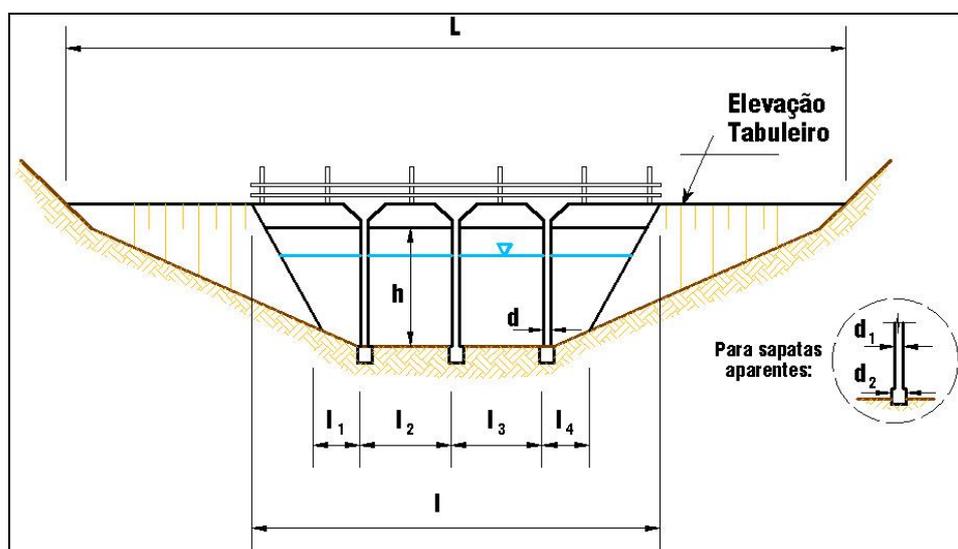


Figura 7 - Esquema mostrando vão central da ponte.

A7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A especificação contida no presente documento deve ser considerada como guia para os serviços de levantamento de seções, podendo prevalecer, em última instância, a experiência das equipes de topografia e hidrometria, desde que eventuais alterações sejam previamente aprovadas pela fiscalização da CONTRATANTE.

A8. PRODUTOS A SEREM FORNECIDOS

Deverão ser entregues à CONTRATANTE, os relatórios com descrição do serviço, incluindo as tabelas e desenhos de planta e perfil das seções transversais (topobatimétricas), mapas de localização das seções, em papel e arquivo magnético (texto em formato *. doc, e desenhos em formato *. dgn).

Registro fotográfico completo de cada seção levantada, com vistas da margem esquerda, da margem direita, de montante e de jusante.

As tabelas caracterizando as Seções Topobatimétricas deverão apresentar, no mínimo, os seguintes campos:

- Identificação da seção
- Data do levantamento e horário aproximado da batimetria
- Coordenadas planimétricas (x, y) e altimétricas (z) dos marcos implantados nas margens direita (SB1MD) e esquerda (SB1ME).
- Coordenadas (distância e altitude) de cada ponto levantado ao longo da Seção, com identificação do NA em ambas as margens.
- Distância em relação à seção anterior, ao longo do rio.
- Material predominante no leito e vegetação das margens esquerda e direita.



ANEXO B - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, AQUISIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS

B1. OBJETO

Aquisição de materiais e equipamentos, e contratação de serviços especializados para projeto e instalação de estações hidrométricas e telemétricas para subsidiar o Projeto Desenvolvimento de Sistema de Previsão Hidrológica e Hidrodinâmica como Suporte a Decisão Operativa da UHE Três Marias para Manutenção e Restabelecimento de Lagoas Marginais no Trecho Mineiro da Bacia do Rio São Francisco. Deverão ser fornecidas e implantadas 06 (seis) estações telemétricas com disponibilização de nível d'água em 05 (cinco) delas e nível d'água e altura de chuva em 01 (uma), em seções do rio São Francisco na região adjacente às lagoas marginais tratadas no Projeto. Adicionalmente, 05 (cinco) estações convencionais da ANA, próximo às confluências dos rios Paracatu, Uruçuaia e Jequitaí, com o rio São Francisco, e no rio São Francisco em São Francisco e Manga, deverão ser dotadas de sistema de aquisição e transmissão automática de nível d'água e altura de chuva.

B2. LOCALIZAÇÃO E RESUMO DE SERVIÇOS

Serão necessárias as seguintes instalações:

- 05 (cinco) estações linimétricas, com instalação de régua linimétrica, referências de nível (RRNNs), sensor de nível d'água e sistema de transmissão por telemetria, em seções do rio São Francisco adjacentes às lagoas marginais de Picada, Comprida, Angical, Cajueiro e Beirada, na região de Itacarambi e Manga, MG;
- 01 (uma) estação linimétrica e pluviométrica, com instalação de régua linimétrica, referências de nível (RRNNs), sensor de nível d'água e de altura de chuva e sistema de transmissão por telemetria, na seção do rio São Francisco adjacentes à lagoa Lavagem, na área urbana de Matias Cardoso, MG;
- adequações de 05 (cinco) estações fluviométricas convencionais da ANA, listadas na tabela a seguir, para aquisição da telemedição (sensores de nível d'água e chuva) e transmissão em tempo real do nível d'água e altura de chuva. No decorrer dos trabalhos caso seja constatado que alguma estação da ANA já se encontra telemetrizada a lista poderá ser alterada em comum acordo com a CEMIG.



Nome	FAZENDA UMBURANA MONTANTE	BARRA DO ESCURO	PORTO CURRALINHO	SÃO FRANCISCO	MANGA
Código	42145498	43980002	42940000	44200000	44500000
Bacia	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)	RIO SÃO FRANCISCO (4)
Rio	RIO JEQUITAI	RIO URUCUIA	RIO PARACATU	RIO SÃO FRANCISCO	RIO SÃO FRANCISCO
Estado	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS
Município	JEQUITAI	SÃO ROMÃO	BRASILÂNDIA DE MINAS	SÃO FRANCISCO	MANGA
Responsável	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA
Operadora	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM
Latitude	-17:12:58	-16:16:5	-16:59:46	-15:56:58	-14:45:26
Longitude	-44:27:36	-45:14:13	-45:30:42	-44:52:4	-43:55:56
Altitude (m)	508	445	473	448	474
Área de Drenagem (km ²)	6.910	24.600	41.000	184.000	202.000

Fonte: Hidroweb-ANA

B3. JUSTIFICATIVA

Essas estações serão utilizadas na calibração e simulação operacional do sistema de previsão hidrológica e hidrodinâmica a ser concebido no Projeto, o que demanda o monitoramento do nível d'água (vazão) e altura de precipitação, bem como sua transmissão em tempo real.

B4. ESCOPO DOS MATERIAIS E SERVIÇOS

Os materiais a serem fornecidos a Contratante se caracterizam por equipamentos e acessórios necessários à medição, coleta, armazenamento e transmissão de dados das estações telemétricas e medição hidrométrica.

Os serviços referem-se à projeto e instalação de 06 estações limimétricas e pluviométricas, dotadas de sistema de telemetria, mais a adequação de 05 (cinco) estações fluviométricas convencionais, em estações telemétricas com telemedição do nível d'água e altura de chuva. A proposta deverá contemplar o fornecimento dos equipamentos, onde a Contratada faz a aquisição e instalação para o Contratante.

Deverá ser previsto no fornecimento a instalação de réguas limnimétricas, RNs, abrigo dos equipamentos, aterramento das estações, cerca de proteção da estação, placa de identificação, poste de concreto ou torre para a instalação, com altura adequada e resistente a corrosão. As instalações deverão ser dotadas de soluções que as resguardem de vandalismo e ações de animais, das intempéries e das variações nas condições de escoamento dos cursos d'água (cheias e estiagens). Essas condições também deverão ser previstas para as relocações dos postos/estações, compondo o valor unitário dessa atividade.

Os serviços requeridos compreendem todas as atividades necessárias para adequação do posto/estação à disponibilização contínua e confiável dos dados para o Contratante, envolvendo:

- Elaboração do Projeto Básico e de Instalação;



- Abertura de acessos e parte civil necessária;
- Execução civil de infraestrutura para posto hidrométrico e estação telemétrica;
- Fornecimento e instalação dos equipamentos e materiais;
- Reposição ágil durante a garantia (não superior a 90 dias contínuos) dos equipamentos e sensores defeituosos, danificados ou desregulados pelo uso, podendo ser menor em caso de extrema necessidade mediante acionamento.

Avaliação das Instalações de Campo

Não serão consideradas visitas técnicas aos locais de instalação antes da apresentação das propostas técnico-comercial. A padronização de instalação a ser adotada deverá se adequar a qualquer tipo de local de instalação, com as condições mínimas de variabilidade de material a ser aplicado.

a. Característica dos Equipamentos e Instalações – Telemetria e Infraestrutura

i) Estações Telemétricas

As estações telemétricas deverão ser dotadas de sensor limnimétrico e pluviométrico, sistema de armazenamento e tratamento dos dados coletados (datalogger), equipamentos de transmissão, a infraestrutura da estação, softwares, sistema de alimentação e demais itens que se fizerem necessários.

O datalogger deverá ser de baixo consumo de energia e ser composto, no mínimo, por microprocessador, memória interna não volátil, canais de entrada necessários para conectar todos os sensores do escopo de fornecimento, entrada serial padrão SDI-12, entrada para comunicação com transmissor de dados, entrada serial padrão RS-485.

O datalogger também deverá possuir porta de comunicação que permita via computador portátil, a execução de comandos externos para: atualização de firmware, programação das rotinas de coleta, armazenamento e transmissão de dados, configuração dos sensores (ex: offset e ganho), download e upload dos parâmetros de configuração da PCD e dos sensores, e download dos dados e informações armazenados.

O datalogger deverá monitorar, armazenar e transmitir os dados relativos ao status da bateria (tensão), temperatura interna e da abertura da porta da caixa de proteção.

As entradas analógicas devem ser convertidas para digital com o mínimo de 13 bits de resolução.

O relógio interno do datalogger deverá continuar funcionando mesmo no caso de uma eventual falta de energia e apresentar uma variação máxima de 60 segundos por mês. É recomendável o uso de sistema GPS para sincronização em rede.





O gabinete para utilização ambiental deverá atender aos requisitos de padrão IP55, no mínimo, proteção contra incidência direta do sol, proteção interna contra condensação por variação de temperatura, e ter fechamento com chave com segredo mestrado.

Esse gabinete e demais acessórios deverão ser instalados em área cercada e pavimentada, segura contra vandalismos, ou sobre postes de concreto a uma altura mínima em relação ao solo de 3,5 metros (três metros de meio). Deverão ser previstas ainda caixas de passagens subterrâneas para condução do sensor fluviométrico.

O modelo de estação telemétrica a ser utilizado deverá ser especificado na Proposta Técnica, incluindo cada um dos seus componentes e o tipo de sistema de transmissão de dados a ser utilizado, considerando as condições da região onde será implantada e versatilidade (rádio, GPRS, satélite).

Antes da implantação deverá ser apresentado pela Contratada um projeto de instalação, para aprovação pelo Contratante, englobando todos seus componentes e estruturas.

Os dados coletados nas estações telemétricas deverão ser transmitidos ou enviados para a CEMIG GT, que será responsável pela operação do sistema de previsão. Em caso de perda de comunicação com a estação remota, após a sua normalização a estação remota deverá identificar e enviar para a estação coletora todos os dados que não foram enviados reconstituindo o histórico.

Os dados recebidos na CEMIG serão processados, trabalhados para a retirada das inconsistências e convertidos para um formato pré-definido de acordo com as recomendações da ANA - Agência Nacional de Águas.

A frequência de registro local dos dados deverá ser igual ou inferior à uma hora – sendo essa configurável, e a frequência de transmissão e disponibilização centralizada das informações deverá ser a mesma.

Deverá ser fornecido o abrigo dos equipamentos, aterramento das estações, cerca de proteção da estação, placa de identificação, poste ou torre para a instalação, com altura adequada e resistente a corrosão. As instalações deverão ser dotadas de soluções que as resguardem de vandalismo e ações de animais, das intempéries e das variações nas condições de escoamento dos cursos d'água (cheias e estiagens).

Em cada estação telemétrica, o sistema de alimentação dos equipamentos deverá estar dimensionado para alimentar os equipamentos por um período não inferior a 72 (setenta e duas) horas na ausência de energia elétrica comercial, de alimentação fotovoltaica ou defeito da fonte conservadora ou baixa insolação.





Deverão ser fornecidos cabos de conexão para testes, documentação, ferramentas especiais necessárias, individualmente para cada unidade a ser fornecida.

Preferencialmente as estações telemétricas deverão ser tele supervisionadas a partir da aplicação do usuário, com indicação de equipamentos, incluindo sensores, com defeito e outras anomalias.

Em caso de falha de comunicação a estação remota deverá ser capaz de armazenar todas as medições para posterior envio automático dos dados não transmitidos, assim que restabelecida a comunicação.

ii) Sensor de nível d'água (transdutor)

O transdutor de nível d'água deverá fornecer informação de nível absoluto, para que não ocorra perda da cota de referência. Essa informação de nível absoluto deverá ser condicionada, permitindo interligação com a interface de aquisição de dados do datalogger.

Não serão aceitos sensores que indiquem sinais por incrementos. Só poderão ser aceitos transdutores de nível absoluto que forneçam sinais modulados, compatíveis com a respectiva interface do datalogger. A CONTRATADA deverá garantir que após perda de energia (ou desligamento) total da estação remota e durante um período de tempo no qual ocorram variações de níveis d'água, o sensor assim que for novamente reativado, seja capaz de informar o novo nível d'água, em valor absoluto, sem perda da cota de referência.

Os sensores deverão detectar variação de nível d'água numa faixa mínima de 0 (zero) a 15 (quinze) metros.

Os sensores deverão ter resolução de 1 (um) centímetro e uma precisão mínima de 0,1% da faixa medida, ter compensação automática da influência de variações de temperatura que atenda no mínimo faixa: 10°C a 45°C, compensação de pressão por utilização de sensor com tubo capilar ventilado ou dispositivo barométrico, incerteza: ± 0.2 % do limite total, combinando não-linearidade, histerese e repetibilidade, sinal de saída: 4-20mA.

Os sensores de pressão deverão estar protegidos por tubos galvanizados, enterrados, de forma a não sofrer vandalismo ou danos em seu cabeamento, evitando ações de erosão e permitindo fácil acesso a manutenção, através de caixas de passagens.

Os sensores deverão ser compensados termicamente para que as variações de temperatura não interfiram na medida do nível d'água.

Em aplicações onde for possível deverão ser aplicados sensores do tipo radar, de tecnologia de fabricação em alta frequência, banda k, faixa de 26 GHz. Faixa





de temperatura até 80°C. Conexão a 2 (dois) fios em sinal 4-20mA. Alimentação na faixa de 10 até 30Vcc. Precisão de 10 mm. Grau de proteção mínimo IP66.

O sistema deverá garantir confiabilidade de informação do sinal, considerando as distâncias dos sensores às remotas. É recomendada a distância máxima do sensor em até 50 metros.

A Contratada deverá definir claramente o sistema de medição de nível d'água que pretenda adotar para cada estação remota, descrevendo em sua proposta o(s) princípio(s) de funcionamento do(s) equipamento(s) escolhido(s).

iii) Sensor de precipitação pluviométrica (pluviômetro)

Os medidores de precipitação pluviométrica utilizarão sensor do tipo cuba basculante, acoplado a dispositivo que forneça fechamento de contato para cada movimento de despejo da cuba. O dispositivo deverá ser dotado de sifão para amortecimento da amostragem da captação. A resolução da medida deverá ser igual a 0,25 milímetro. Precisão/exatidão $\pm 3\%$ para precipitações de até 200mm/h.

Suas estruturas deverão ser construídas em chapa metálica, aço ou alumínio, possuir tratamento contra corrosão, pintura adequada contra oxidação, tratamento contra fungos e receber tratamento para suportar clima subtropical úmido. As básculas deverão ser em aço inox ou em outro metal resistente, com tratamento cerâmico ou tratamento inoxidável, suportadas por pivots em aço inox ou safira. Não serão aceitos dispositivos em plástico injetado, ABS ou similares.

Para interligação com a interface de aquisição de pulsos do datalogger, o pluviômetro deverá ser dotado de contato seco (isento de potencial), tipo reed-switch, devidamente protegido contra surtos.

iv) Réguas linimétricas

As réguas deverão ser instaladas junto à margem dos rios, em locais que permitam a perfeita visualização por parte do leitorista (observador) da estação linimétrica, para qualquer nível d'água, ou seja, sem obstáculos que venham a interferir na fácil leitura das escalas.

As réguas devem ser instaladas em locais de fácil acesso, que propiciem facilidade e segurança para o observador realizar as leituras e para as manutenções periódicas.

As réguas poderão ser instaladas nas margens do rio (barranco), em lances individuais ou duplo, dependendo da profundidade no local escolhido, ou em estruturas de ponte.

As réguas deverão ser instaladas perfeitamente niveladas em relação a pelo menos uma Referência de Nível (RN). Para cada estação, devem ser em





número de lances suficientes para permitir a leitura do nível d'água do rio em qualquer época do ano.

Para a instalação nas estruturas de ponte, admite-se a fixação dos lances de réguas em peças de madeira ou em peças de cantoneiras, se o local permitir.

Para a instalação às margens do rio, os lances de régua devem ser fixados em peças de madeira de lei, e estas em suporte de cantoneira concretadas no solo.

No caso de instalação dos lances de régua em suportes de madeira, estes deverão ser constituídos de peças de paraju, jatobá ou similar, com dimensões 15 x 8 cm ou 12 x 6 cm. Antes da fixação no solo ou nas estruturas de ponte, deverá ser aplicada pelo menos 2 (duas) demãos de impermeabilizante tipo NEUTROL em toda a superfície dos suportes de madeira, visando a sua conservação e proteção contra a umidade e intempéries. A fixação dos lances nas peças de madeira deverá ser efetuada utilizando parafusos galvanizados auto-atarraxantes 4,2 x 16.

Para fixação em estruturas de concreto, as peças de madeira deverão ser fixadas em cantoneiras de 3" x 5/16", de 10 cm de comprimento cada, por meio de parafusos tipo cabeça francesa, de 3 ½ x 5/16". Para fixar as cantoneiras na estrutura de concreto utilizar chumbador de expansão com parafuso tipo CBT-56 (5/16" de diâmetro e comprimento aproximado 38 mm). A quantidade de material dependerá do comprimento das réguas necessárias para garantir leituras em todos os níveis. O consumo aproximado pode ser assim detalhado:

- Parafusos auto atarraxante 4,2 x 16: 10 parafusos / m' de régua
- Cantoneiras 3" x 5/16" x 10 cm: aproximadamente 3 peças / 6 m' de régua
- Parafusos cabeça francesa 3 ½ x 5/16": 2 parafusos / peça de cantoneira
- Chumbador de expansão 5/16" x 38 mm: 2 chumbadores / peça de cantoneira.

No caso de instalação das réguas linimétricas em cantoneiras, os lances deverão ser fixados por meio de parafusos.

No caso de instalação de réguas nas margens do rio (barranco), as cantoneiras deverão ser fixadas diretamente no solo através da concretagem da sua base. Nas estruturas de concreto, esta fixação se dará por meio de suportes.

Quantidade de Lances a instalar: em cada estação devem ser instalados lances de réguas suficientes para cobrir toda a faixa de variação do nível d'água do rio. Os níveis máximos e mínimos dos lances devem ser definidos a partir de informações colhidas junto aos habitantes mais antigos da região, buscando identificar o nível mínimo do rio ocorrido no local, e as marcas de máximas cheias. Desta forma, será





minimizado o risco de não ser possível registrar no posto alguma leitura de nível d'água (cota) durante o ano, por inexistência de régua.

Na instalação dos lances de régua linimétrica deve-se tomar o cuidado para que a cota do topo de um lance coincida exatamente com a da base do lance seguinte (mais alto).

Sempre que possível as réguas devem ser instaladas perpendicularmente ao eixo do rio.

Na primeira instalação de réguas de cada estação, a ocorrer preferencialmente em período seco, o primeiro lance (mais baixo), sempre definido como lance 1-2 metros, deverá ser instalado dentro do rio. Se porventura ocorrer no futuro uma estiagem mais severa e este lance fique totalmente exposto (fora d'água), um lance 0-1 metros poderá ser instalado para complementação das demais réguas do posto. Desta forma, o risco de leituras de cotas negativas será praticamente eliminado.

v) Instalação dos RRNN e nivelamento das réguas

Instalar junto às réguas linimétricas duas ou mais Referências de Nível (RRNN), visando nivelar ou verificar o nivelamento das réguas, além de permitir sempre que necessário, a reinstalação do conjunto de lances nos níveis (cotas) originais de implantação do posto.

As RRNN deverão ser em parafuso de ferro chumbado em bloco de concreto, fixadas no solo, próximo às réguas. Quando houver afloramentos de rocha no local, a RN poderá ser constituída de objeto metálico duradouro e identificável (por exemplo, parafuso, placa de bronze) fixado na rocha. No caso da existência de ponte próxima ao local das réguas, uma das RRNN poderá ser fixada na sua estrutura.

É importante que todas as RRNN de uma estação fluviométrica sejam identificadas com um número sequencial, além de registrar em seu topo (ou ao lado do ponto de sua instalação) a sua cota em relação à base do primeiro lance de régua instalado.

Essas RRNN devem estar cotadas em relação ao nível do mar, registrando assim a sua cota altimétrica.

Numa estação linimétrica, a distância entre o último lance de régua e a RN mais próxima não deve ser superior a 50 metros para não prejudicar a precisão dos nivelamentos. Pelo menos uma das RRNN deverá ser instalada acima da cota do topo do lance de régua mais elevado. Após instaladas, as réguas deverão ser niveladas a partir dessas RRNN.

Deverá ser efetuado o nivelamento e o contra nivelamento. Para validação do transporte de cotas, o erro admissível entre os dois caminhamentos deverá ser de no máximo de 5 mm.





As cadernetas com as notas de nivelamento deverão ser fornecidas ao Contratante após a realização do nivelamento.

b. Aceitação das instalações

Ao término dos serviços de instalação dos postos e estações, será realizado o processo de comissionamento em cada local, em conjunto com representantes do Contratante. Após aprovadas nesse processo, a Contratada deverá entregar ao Contratante os seguintes produtos de implantação dos postos/estações:

- Cadernetas com as notas de nivelamento das réguas: para a verificação do serviço de nivelamento e contranivelamento dos lances de réguas;
- Relatório Final de Instalação das estações: deverá ser apresentado um relatório final dos serviços realizados, que deverá conter o seguinte:
 - Capa: contendo a identificação do nome da contratante, e o título “Instalação de estações linimétricas convencionais” centralizado na página, o nome da empresa e do técnico responsável pela execução dos serviços, local e data, em linhas consecutivas, no extremo inferior da capa;
 - Contracapa: contendo sumário e a lista de anexos (fichas descritivas, mapas, croquis, tabelas, desenhos, etc.)
 - Introdução;
 - Objetivo dos trabalhos
 - Relação das estações implantadas com as informações gerais (tipo, localização, e todos os dados e informações relevantes);
 - Conteúdo: descrição resumida dos trabalhos realizados em cada estação;
 - Informações sobre as cotas das RRNN instaladas, sobre a quantidade e processo de fixação dos lances de régua instalados em cada estação (apresentar se possível, desenhos esquemáticos e/ou fotos do sistema adotado para esta fixação, além da relação dos materiais utilizados);
 - Observações relevantes relativas à execução dos trabalhos;
 - Observações relevantes do local do posto, tais como informações de algo que possa interferir no resultado das medições de vazão líquida no posto (ex. existência de edificações, de barramentos do rio, de dragas próximas, de algum tipo de serviço em andamento, etc.);
- Conclusões e recomendações;





- Anexos: devem conter registro fotográfico de todas as etapas das atividades realizadas, ficha descritiva, notas de nivelamento e contranivelamento das réguas, cópia do certificado de calibração dos instrumentos utilizados nas atividades, etc.

c. Fichas Descritivas – Elaboração/Atualização

- Elaborar ficha descritiva das novas estações fluviométricas instaladas, utilizando modelo padrão indicado pela Agência Nacional de Águas – ANA, e ilustradas com registros fotográficos dos equipamentos/dispositivos implantados, além de uma visão geral das características naturais do local.
- Atualizar a ficha descritiva de qualquer estação, quando existente, sempre que houver supressão, alteração ou acréscimo de informações, tais como características físicas e naturais do local, mudança da seção de controle, da seção de medição ou da acessibilidade ao posto, além de alterações na quantidade ou no tipo de qualquer dispositivo instalado no local, tais como lances de régua, referências de nível, tipo de registrador automático, etc.

B5. GARANTIAS

- a. O prazo de garantia dos bens adquiridos, da infraestrutura executada, das instalações e do perfeito funcionamento será de 24 (vinte e quatro) meses contado da data de “aceite” do objeto pelo Contratante. Caso a garantia oferecida pelo fabricante dos equipamentos seja inferior ao estabelecido nesta condição, a Contratada deverá complementar a garantia do bem ofertado pelo tempo restante.
- b. Esta garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de projeto, infraestrutura, de instalação, fabricação, montagem e desempenho dos equipamentos, bem como de concepção do sistema, incluindo toda a parte de software, quando submetidos a uso e conservações normais, mesmo que a instalação seja executada por terceiros.
- c. Durante o prazo de garantia acima indicado, deverão ser substituídos quaisquer partes e/ou equipamentos defeituosos, bem como depurados eventuais erros de software constatados, sem ônus para o Contratante. Neste caso, A Contratada deverá repetir, às suas custas, os ensaios julgados necessários pelo Contratante para comprovar a perfeição dos reparos executados e o bom funcionamento da unidade.
- d. A aprovação dos documentos pelo Contratante não desobriga a Contratada de sua plena responsabilidade com relação ao projeto integral do





sistema, pelo seu perfeito funcionamento, pela sua entrega sem falhas ou omissões que venham a retardar a montagem, colocação em serviço ou bom desempenho em operação.

e. A aceitação pelo Contratante de qualquer material ou serviço não exime a Contratada de plena responsabilidade de todas as garantias estabelecidas.

f. A Contratada deverá assegurar, também, a garantia de disponibilidade para o fornecimento de peças de reposição e/ou peças sobressalentes após a entrega e aceitação dos equipamentos, por um período de 10 (dez) anos, em um prazo máximo de 3 (três) meses.

g. Em decorrência da garantia de qualidade de manutenção e operação, a Contratada fica obrigada a dar todo o esclarecimento solicitado pelo Contratante durante o período de garantia.

h. Durante o funcionamento contínuo, os equipamentos não deverão apresentar aquecimento nocivo ou deformações permanentes, resultantes de fenômenos físicos ou químicos decorrentes de mau dimensionamento dos componentes ou uso de material inadequado, instalação inadequada, devendo, neste caso, a Contratada proceder dentro das Garantias.

i. Durante esse período de garantia a Contratada deverá garantir ainda, suas instalações, estruturas, montagens, suportes, ou seja, todo material e serviço aplicado contra danos originários de intempéries, surtos elétricos, ações de animais ou vandalismo que sejam comprovados como de sua responsabilidade, por inadequação do projeto ou da solução adotada.

